



Mirrax® is geregistreerd in de Europese Unie en U.S.

De informatie in deze brochure is gebaseerd op onze huidige beschikbare kennis, en is bedoeld om algemene gegevens te verstrekken over onze producten en hun toepassingen. En kan derhalve niet als een garantie worden gezien, noch voor de specifieke eigenschappen van het omschreven product als voor het gebruik van als voorbeeld aangegeventoepassingen.

Gekwalificeerd volgens de EU-richtlijnen 1999/45/EC  
Voor meer informatie zie onze brochure (»Material Safety Data Sheets«)

Uitgave: 1, 10.2008

Bij wijzigingen wordt allereerst de Engels uitgave aangepast.

Deze is te lezen op onze website [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)



SS-EN ISO 9001  
SS-EN ISO 14001

---

## UDDEHOLM MIRRAX ESR

Uddeholm Mirrax ESR is een speciaal ontwikkeld en aangepast gereedschapsstaal voor grotere matrijzen die corrosie bestendigheid en/of hoge oppervlakte finish vereisen.

Het wordt gekenmerkt door:

- Goede doorhardbaarheid met constante eigenschappen in grote afmetingen
- Uitstekende ductiliteit en taaierheid voor een veilige productie
- De hoge corrosie weerstand verlaagd uw onderhoud behoefte
- Excellente polijstbaarheid voor esthetische en functionele oppervlakte kwaliteit
- Goede slijtage weerstand voor een langere levensduur van uw gereedschap

Uddeholm Mirrax ESR is tevens de juiste keuze voor grotere gereedschappen wanneer verontreiniging in uw productie volledig onaanvaardbaar is; binnen de medische industrie, optische industrie en voor andere hoogwaardige transparante kwaliteitsproducten.

Uddeholm Mirrax ESR is een onderdeel van het; »Uddeholm Stainless Concept«.

## Algemeen

De vereisten aan plastic matrijzen nemen steeds toe. Dergelijk matrijzenstaal vraagt een unieke combinatie van taaiheid, corrosie bestendigheid en de mogelijkheid om ook grotere blokken uniform te harden door de hele sectie heen.

Uddeholm Mirrax ESR heeft reeds bewezen de beter keuze te zijn voor deze toepassingen. Uddeholm Mirrax ESR is een topklas corrosiebestendig gereedschapsstaal met volgende eigenschappen:

- Uitstekend polijstbaar
- Hoge corrosie weerstand
- Uitstekende doorhardbaarheid
- Goede ductiliteit en taaiheid
- Goede slijtage weerstand

De combinatie van deze eigenschappen voorziet het staal van uitstekende productie mogelijkheden. De praktische voordelen van **goede corrosie bestendigheid** in de plastic matrijzen kan samengevat worden als;

- **Lagere matrijs onderhoudskosten**

De oppervlakte van de caviteit behoudt de originele oppervlaktegesteldheid veel langer. Opgeborgen matrijzen of matrijzen in vochtige omgeving behoeven geen speciale bescherming

- **Lagere productie kosten**

Als koelkanalen minder aangetast worden door corrosie (ten overstaan van conventioneel staal), blijft de warmteoverdracht en doordoor de koeling efficiëntie, constant gedurende de gehele levensloop van de matrijs wat een constante cyclustijd garandeert.

Deze voordelen, gekoppeld aan een hoge slijtage weerstand van Uddeholm Mirrax ESR biedt de matrijsgebruiker lage onderhoudskosten, en een langere levensduur.

*Nota:* Uddeholm Mirrax ESR is een elektro-slak-hersmolten materiaal. Dit resulteert in een matrijs staal met zéér weinig inclusions wat de polijstbaarheid absoluut ten goede komt.

Typische analyse	C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	V	+N
	0,25	0,35	0,55	13,3	0,35	1,35	0,35	
Standaard specificatie	AISI 420 aangepast							
Leveringsconditie	Zacht gegloeid op ongeveer 250 HB							
Kleuren code	Zwart/oranje met witlijn							

## Toepassingen

Hoewel Uddeholm Mirrax ESR aanbevolen kan worden voor alle types van matrijzen, zijn zijn speciaal ontwikkelde eigenschappen vooral bedoeld voor volgende vereisten:

- Corrosieweerstand, voor o.a. corrosieve en/of zuurhoudende grondstoffen zoals PVC, als ook voor matrijzen die werken of gestockeerd worden in een vochtige omgeving
- Hoge afwerkinggraad van het oppervlak, voor de productie van optische onderdelen zoals brilglazen en camera lenzen. Tevens voor medische componenten
- Taaiheid en ductiliteit, voor complexe matrijs onderdelen
- Buitengewone doorhardbaarheid eigenschappen vooral nodig bij grotere matrijs secties

## Eigenschappen

### Fysische eigenschappen

Gehard en ontlaten op 50 HRC. Waarden op kamer en verhoogde temperaturen.

Temperatuur	20°C	200°C	400°C
Dichtheid, kg/m <sup>3</sup>	7 740	–	–
Elasticiteit modulus, MPa kp/mm <sup>2</sup>	210 000 21 420	200 000 20 400	180 000 18 360
Thermische uitzettingscoëfficiënt per °C vanaf 20°C	–	11,1x 10 <sup>-6</sup>	11,7 x 10 <sup>-6</sup>
Warmtegeleiding coëfficiënt * W/m °C	–	20	24
Specifieke warmte capaciteit J/kg °C	460	–	–

\* Thermische geleiding is zeer moeilijk te meten, er kan een afwijking van +/-15% optreden

### Treksterkte op kamertemperatuur

De treksterkte waarden moeten beschouwt worden als benaderende waarden. De teststukken zijn gehard in een vacuümoven op 1020°C en 2 maal ontlaten om de aangegeven hardheid te bereiken. Alle proefstukken komen uit een staaf van 407 x 203 mm.

Hardheid	50 HRC	45 HRC
Treksterkte, R <sub>m</sub> N/mm <sup>2</sup>	1 780	1 500
Rekgrens, R <sub>p0,2</sub> N/mm <sup>2</sup>	1 290	1 200

### Taaigheid, slagvastheid

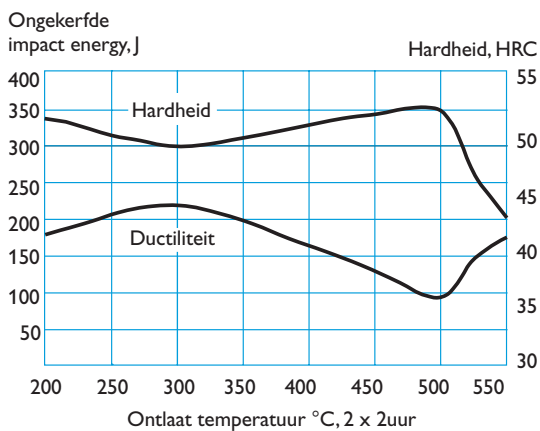
Uddeholm Mirrax ESR heeft een veel hogere taaigheid/ductiliteit in vergelijking met andere roestvrij gereedschapsstaalsoorten zoals; werkstof nummer 1.2083/AISI 420 types.

Voor maximale taaigheid en ductiliteit gebruikt u de lage ontlaat temperatuur en voor maximale slijtage weerstand gebruikt u de hoge ontlaat-temperatuur.

De impact weerstand gemeten bij kamertemperatuur op testblokjes die uit de korte dwarsrichting genomen zijn van een gesmeed blok van: 508 x 306 mm.

Testblokjes: 7 x 10 x 55 mm, gehard op 1020°C gedurende 30 min, afgeschrikt in lucht en 2 x 2 uur ontlaten.

### DE INVLOED VAN DE ONTLAAT TEMPERatuur OP KAMERTEMPERatuur OP NIET GEKERFDE TESTSTUK



### Corrosie weerstand

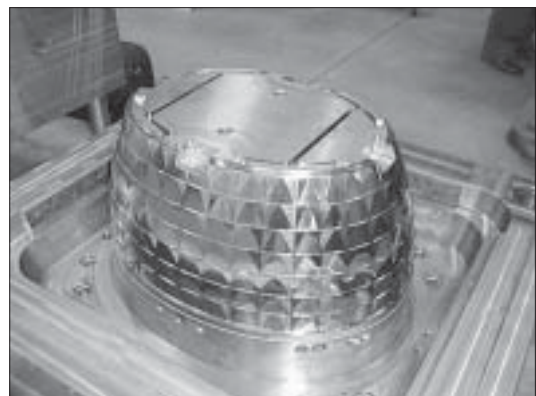
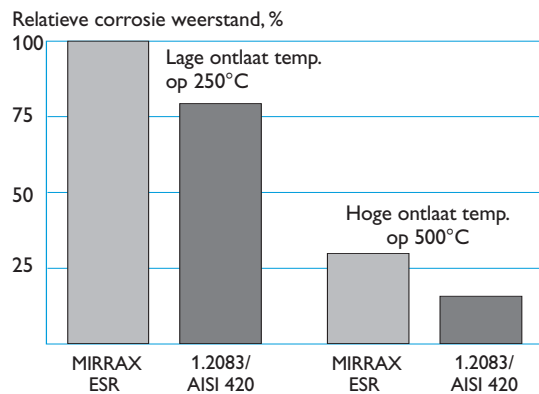
Een gereedschap gemaakt van Uddeholm Mirrax ESR heeft een zeer goede corrosie weerstand en zal een corrosieve omgeving beter weerstaan dan andere roestbestendige gereedschapsstaalsoorten zoals werkstof nummer 1.2083/AISI 420 type.

Uddeholm Mirrax ESR geeft u de beste corrosie weerstand als het laag ontlaten wordt en spiegelglans gepolijst is.

In de onderstaande tabel ziet u de resultaten uit een onderzoek volgens de »potential dynamic polarization« technologie. De curven zijn geëvalueerd om u onderstaande samenvattende tabel te kunnen weergeven. De staalsoorten zijn zowel op hoge als op lage ontlaat temperatuur getest.

Teststuk grootte: 20 x 15 x 3 mm, gehard op 1020°C gedurende 30 min. en afgeschrokken in lucht vervolgens ontlaten 2 x 2 uur.

### DE INVLOED VAN MATRIJZENSTAAL EN DE ONTLAAT TEMPERatuur OP DE CORROSIEWEERSTAND



Matrijs voor de productie van een straatlantaarn deksel.

## Warmtebehandeling

### Zacht gloeien

Bescherm het staal tegen ontkoling en warm het door tot op 740°C laat het in de oven afkoelen aan 15°C per uur tot 550°C, nadien in de vrije lucht.

### Spanningarm gloeien

Door verspaning bouwen er zich interne spanningen op in het materiaal, deze zouden kunnen verminderd/verwijderd worden door te gloeien op 650°C.

Gedurende 2 uur op temperatuur houden gevolgd door langzaam afkoelen in de oven tot 500°C, nadien in de vrije lucht tot kamertemperatuur.

### Harden

Voorverwarming temperatuur: 600–920°C. normaal voorziet u steeds minimum 2 voorverwarm stappen.

Austeniteer temperatuur: 1000–1025°C, normaal 1020°C, in geval van grotere afmetingen 1000°C.

Temperatuur °C	Tijd op temperatuur* minuten	Hardheid voor ontlaten
1020	30	55 ± 2 HRC
1000	30	54 ± 2 HRC

\* Tijd op temperatuur = tijd op hardingstemperatuur nadat de kern ook volledig door gewarmd is

*Bescherm het gereedschapsstaal tegen ontkoling en oxidatie tijdens het austeniteren.*

### Afschrikmiddelen en doorhardbaarheid

- Vacuüm oven, voldoende overdruk en circulatie van beschermgas vereist
- Hoog snelheid gas circulatie
- Warmbadharden in wervelbed oven of zoutbad op 350–500°C nadien aan perslucht

Om de meest optimale eigenschappen te bereiken, moet de afschriksnelheid zo snel mogelijk zijn terwijl er toch rekening wordt gehouden met een aanvaardbare vervorming.

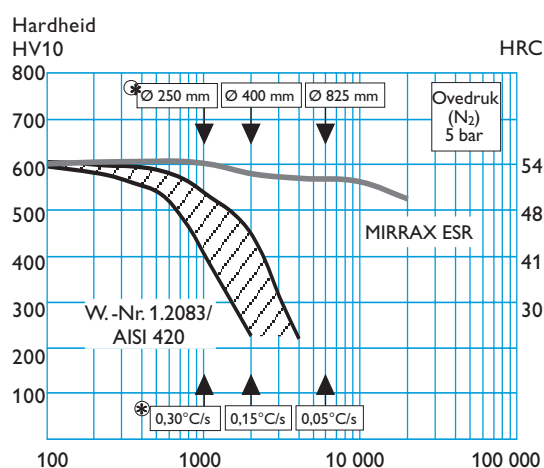
Als men in een vacuüm oven hard, is minimum 4–5 bar overdruk aanbevolen.

*Nota:* ontlaat het gereedschap zodra het een temperatuur bereikt van 50–70°C.

Als men grotere blokken in werkstof nummer 1.2083/AISI 420 type wil harden, zal de relatief lage doorhardbaarheid u een lage hardheid en een ongewenste microstructuur in de dwarsdoorsnede bezorgen. Tevens zal in bepaalde delen van de matrijs de corrosieweerstand en de taaheid lager zijn.

Uddeholm Mirrax ESR heeft een veel betere doorhardbaarheid dan werkstof nummer 1.2083/AISI 420 type zodat de hoge hardheid behouden blijft in de kern van grotere matrijsblokken. De uitstekende doorhardbaarheid zal ook zijn effect hebben op eigenschappen zoals; taaheid en corrosiebestendigheid.

### HARDHEID IN FUNCTIE VAN DE AFKOELSNELHEID TIJDENS HET HARDEN



Koeltijd tussen 800–500°C, sec.

⊗ Koelsnelheid in de center van de 3 afmetingen is aangegeven

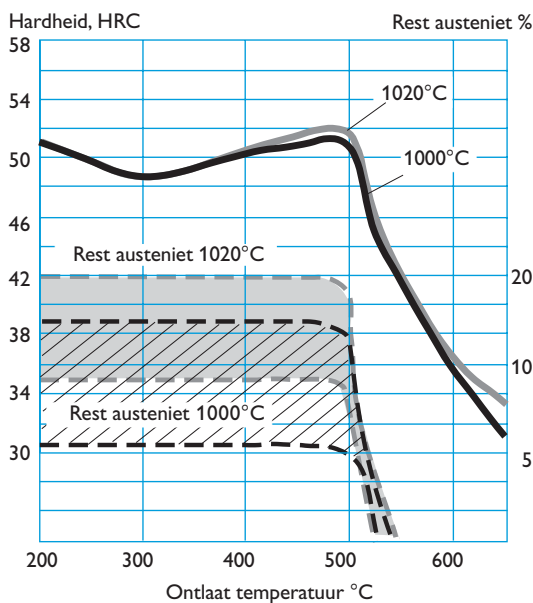
## Ontlaten

Kies een ontlaat temperatuur aan de hand van de vooropgestelde hardheid in overeenstemming met de onderstaande ontlaat grafiek. Ontlaat minimum 2 maal met een tussentijdse afkoelperiode tot kamertemperatuur. De laagst bruikbare ontlaattemperatuur bedraagt 250°C.

Hou het materiaal per ontlaatbeurt minimaal 2 uur op temperatuur, na volledig doorwarmen in de kern,

### ONTLAAT GRAFIEK

De ontlaatcurven zijn benaderende waarden.



*Nota:* ontlaten op 250–300°C resulteert in de beste combinatie voor taaierheid, hardheid en corrosiebestendigheid. Echter voor hele grote afmetingen en/of complexe ontwerpen is het toch aanbevolen om op hoge temperatuur te ontlaten om rest spanningen tot een minimum te herleiden.

Verdere informatie is beschreven in onze brochure »Heat treatment Recommendations for Uddeholm Mirrax ESR«.

## Maatveranderingen

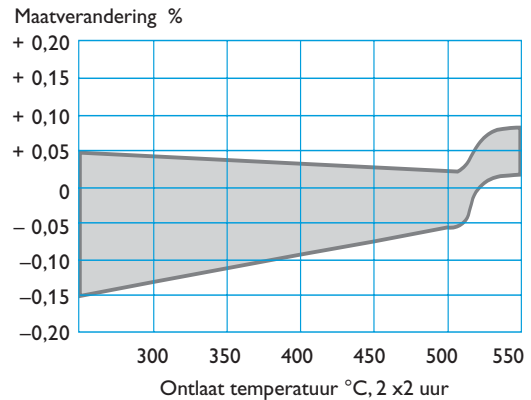
De maatveranderingen tijdens het harden en ontlaten variëren afhankelijk van de temperaturen, de oven en het koelmedium tijdens de warmte behandeling.

De afmeting en geometrie van het stuk zal ook een invloed hebben op de structuur en maatverandering van het gereedschap. Daarom

moet het gereedschap steeds met voldoende overmaat afgewerkt worden om deze maatverandering te kunnen compenseren. Gebruik 0,20% als richtlijn voor Uddeholm Mirrax ESR, er vanuit gaande dat spanningarm gloeien toegepast is tussen het ruw en het semi-afwerking, zoals voorgeschreven.

Verwacht eerder een krimp dan een groei als je lage ontlaat temperaturen gebruikt, zoals de grafiek hieronder aantoont. Maatveranderingen zijn gemeten op een teststuk van Uddeholm Mirrax ESR met een afmeting van 100 x 100 x 100 mm.

Te verwachten maatverandering na harden op 1000–1020°C en ontlaten op variabele temperaturen. De spreiding is het resultaat van de verschillende maatveranderingen in de verschillende richtingen.



Voor een groei in alle richtingen is een ontlaat temperatuur  $\geq 520^\circ\text{C}$  vereist.

## Verspaning parameters

De snij parameters hieronder moeten als leidraad dienen en moeten aangepast worden naar uw specifieke omstandigheden, ze zijn machine en geometrie afhankelijk. Meer informatie kan u terugvinden in de Uddeholm uitgave »Cutting data recommendation«.

De aanbevelingen in volgende tabellen zijn valabel voor Uddeholm Mirrax ESR in zacht gegloeide uitvoering (leveringstoestand), ongeveer 250 HB.

### Draaien

Snij parameters	Verspanen met hardmetaal		Verspanen met rapide Na draaien
	Voordraaien	Na draaien	
Draaisnelheid (v <sub>c</sub> ) m/min.	160–210	210–260	18–23
Voeding (f) mm/omw.	0,2–0,4	0,05–0,2	0,05–0,3
Snijdiepte (ap) mm	2–4	0,5–2	0,5–3
Bewerking groep ISO	P20–P30 Gecoate hardmetaal	P10 Gecoate hardmetaal of Cermet	–

### Boren

#### SPIRAAL BOREN VAN SNELSTAAL

Boor diameter Ø mm	Snij snelheid (v <sub>c</sub> ) m/min.	Voeding (f) mm/omw.
–5	14–16*	0,05–0,15
5–10	14–16*	0,15–0,20
10–15	14–16*	0,20–0,25
15–20	14–16*	0,25–0,30

\* Pour les forets en acier rapide revêtu, v<sub>c</sub> = 22–24 m/mn

#### BOREN MET HARDMETAAL

Snij parameter	Boor type		
	Wissel snijplaten	Vol-hardmetaal	Hardmetaal tip <sup>1)</sup>
Snij snelheid (v <sub>c</sub> ) m/min.	210–230	80–100	70–80
Voeding (f) mm/omw.	0,03–0,10 <sup>2)</sup>	0,10–0,25 <sup>2)</sup>	0,15–0,25 <sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Boor met een gesoldeerde of verwisselbare hardmetalen punt

<sup>2)</sup> Hangt af van de boor diameter

## Frezen

### VLAK EN HOEKFREZEN

Snij parameters	Frezen met hardmetaal	
	Voor frezen	Na frezen
Snij snelheid (v <sub>c</sub> ) m/min.	160–240	240–280
Voeding (f <sub>z</sub> ) mm/tand	0,2–0,4	0,1–0,2
Snijdiepte (ap) mm	2–4	0,5–2
Bewerking groep ISO	P20–P40 Gecoate hardmetaal	P10–P20 Gecoate hardmetaal of Cermet

### NA FREZEN

Snij parameter	Freestype		
	Vol-hardmetaal	Wissel snijplaten	Snelstaal
Snij snelheid (v <sub>c</sub> ) m/min.	120–150	160–220	25–30 <sup>1)</sup>
Voeding (f <sub>z</sub> ) mm/tand	0,01–0,20 <sup>2)</sup>	0,06–0,20 <sup>2)</sup>	0,01–0,3 <sup>2)</sup>
Bewerking groep ISO	–	P20–P30	–

<sup>1)</sup> Geld voor gecoate schachtfrezen en snelstaal frezen  
v<sub>c</sub> = 45–50 m/mn

<sup>2)</sup> Is afhankelijk van de radiale snijdiepte en van de frees diameter

## Slijpen

Algemene richtlijnen voor het slijpen zijn weergegeven in onderstaande tabel. Meer informatie kan gevonden worden in de Uddeholm brochure »Grinding of tool steel«.

Slijpmethode	Zachte gegloeide toestand	Geharde toestand
Vlak slijpen	A 46 HV	A 46 HV
Vlak slijpen met segmenten	A 24 GV	A 36 GV
Rondslijpen buitendiameter	A 46 LV	A 60 KV
Rondslijpen binnendiameter	A 46 JV	A 60 JV
Profiel slijpen	A 100 KV	A 120 JV



## Lassen

Er kunnen goede resultaten behaald worden bij het lassen van gereedschapstaal als men de juiste technieken toepast. De voorbereiding is van uiterst belang zowel voor de voorverwarming, warmte behandeling, thermische nabehandeling, scheurvoorbereiding, keuze toevoegmiddel, enz.

Voor de beste resultaten na polijsten of foto etsen is het nodig om toevoegmateriaal te kiezen met dezelfde chemische samenstelling.

Las methode	TIG
Werk temperatuur	200–250°C
Toevoegmateriaal	STAVAX TIG-WELD
Hardheid na lassen	54–56 HRC
<i>Warmtebehandeling na lassen</i>	
Geharde toestand	Ontlaat op 10 - 20°C lager dan de originele ontlaat temperatuur.
Leveringstoestand	Verwarm tot 700°C gedurende 5 uur; nadien afkoelen in vrije lucht.

Verdere informatie is beschikbaar in onze brochure »Welding of Toolsteel« of via uw lokaal verkoop kantoor van Uddeholm.

## Polijsten

Uddeholm Mirrax ESR is een uiterst goed polijstbaar materiaal in gehard en ontlaten toestand.

De polijst techniek zal licht verschillend zijn in vergelijking met andere Uddeholm gereedschapsstaalen.

Het basis principe bij Uddeholm Mirrax ESR is om in kleinere stappen over te gaan naar de volgende fasen. Start niet op een ruw geslepen oppervlak maar enkel na fijn slijpen met polijsten. Stop de actuele polijst fase zodra de krassen van de vorige korrelfase verdwijnen.

Meer gedetailleerde informatie over polijst techniek is te vinden in de brochure »Polishing of tool steel«.

## Foto-etsen

Uddeholm Mirrax ESR heeft zéér weinig insluitsels en een zeer homogene microstructuur. Deze hoge zuiverheidsgraad resulteert in goede foto-ets/texturering eigenschappen.

Er zijn speciale technieken nodig om dit hoog corrosiebestendig Uddeholm Mirrax ESR materiaal te behandelen. Deze speciale foto-ets proces technieken zijn algemeen gekend bij de foto-ets bedrijven.

Meer informatie is te vinden in de brochure »Photo-etching of tool steel«.

## Bijkomende informatie

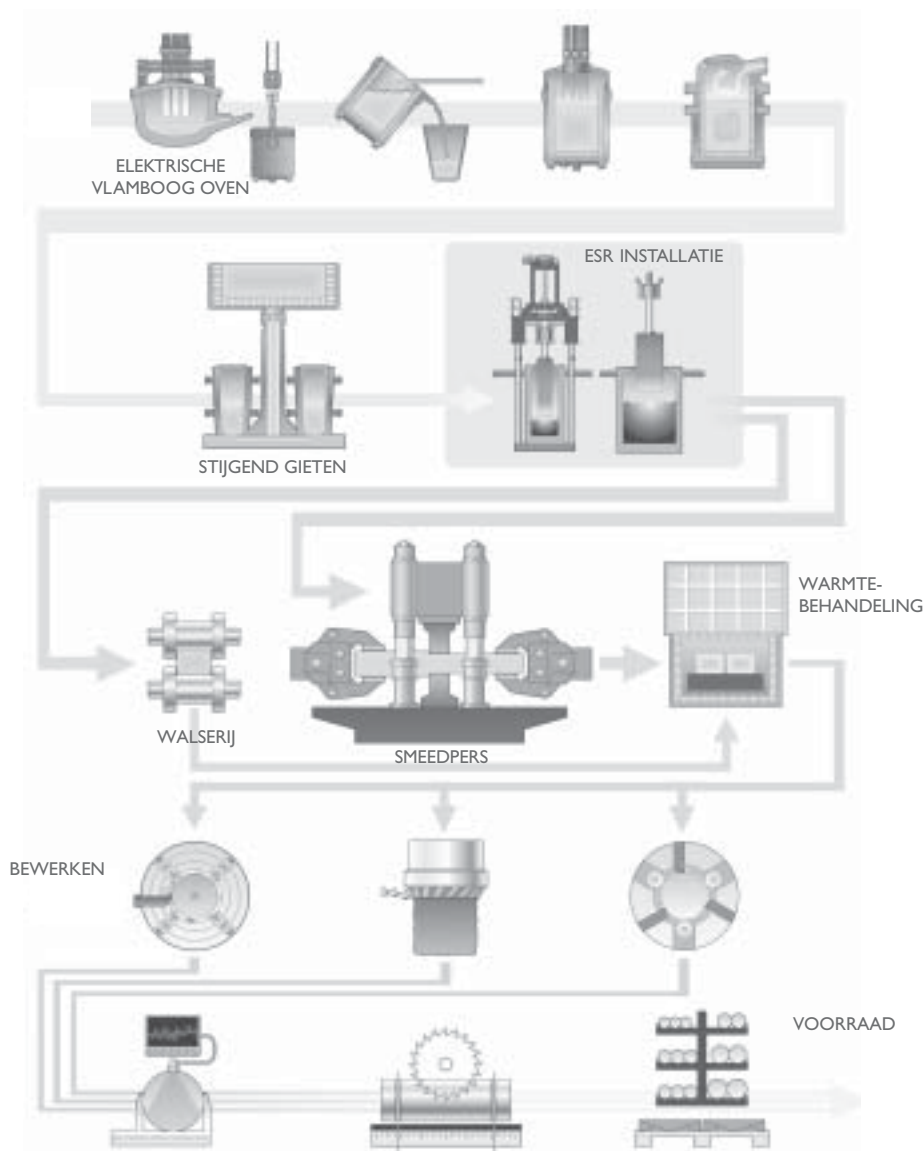
Voor meer informatie aangaande staalkeuze, warmte behandeling, toepassingen en beschikbaarheid van materiaal, neemt u best contact op met uw Uddeholm leverancier;

UDDEHOLM

Europark Oost 7, 9100 Sint Niklaas  
Tel. +32 (0)3 780 56 20

UDDEHOLM

Isolaterweg 30, 1014 AS Amsterdam  
Tel. +31 (0)20 58 17 111



## Het ESR gereedschapsstaal proces

Het basis materiaal van ons gereedschapsstaal is zorgvuldig geselecteerd schroot. Samen met de benodigde legeringselementen en slakvormers wordt het schroot gesmolten in een elektrische vlamboog oven. Hierna wordt het gesmolten staal uitgegoten in een gietpan.

In de ontsluitings installatie wordt het zuurstofrijk houdende slak verwijderd, na het verwijderen van de oxides en het toevoegen van de legeringselementen wordt het vloeibaar staal opgewarmd in de smeltpan. Het vacuüm ontgassen zorgt ervoor dat elementen zoals waterstof, stikstof en zwavel worden verwijderd.

### ESR INSTALLATIE

Door middel van gecontroleerd stijgend gieten vanuit de smeltpan in speciale matrijzen, worden de zogenaamde »ingots« gemaakt. Vanaf deze proces stap kan het materiaal naar de walsen of naar de smeedpers, maar ook naar de ESR installatie waar onze meest moderne gereedschapsstaal kwaliteiten opnieuw worden omgesmolten in de »Electro Slag Remelting« installatie.

Dit gebeurt door het onderdompelen van de elektrode in een oververhit slakkenbad. Door het gecontroleerde afkoelen van het smeltpan worden macro segregaties verwijderd en ontstaat er een »ingot« met een hoge

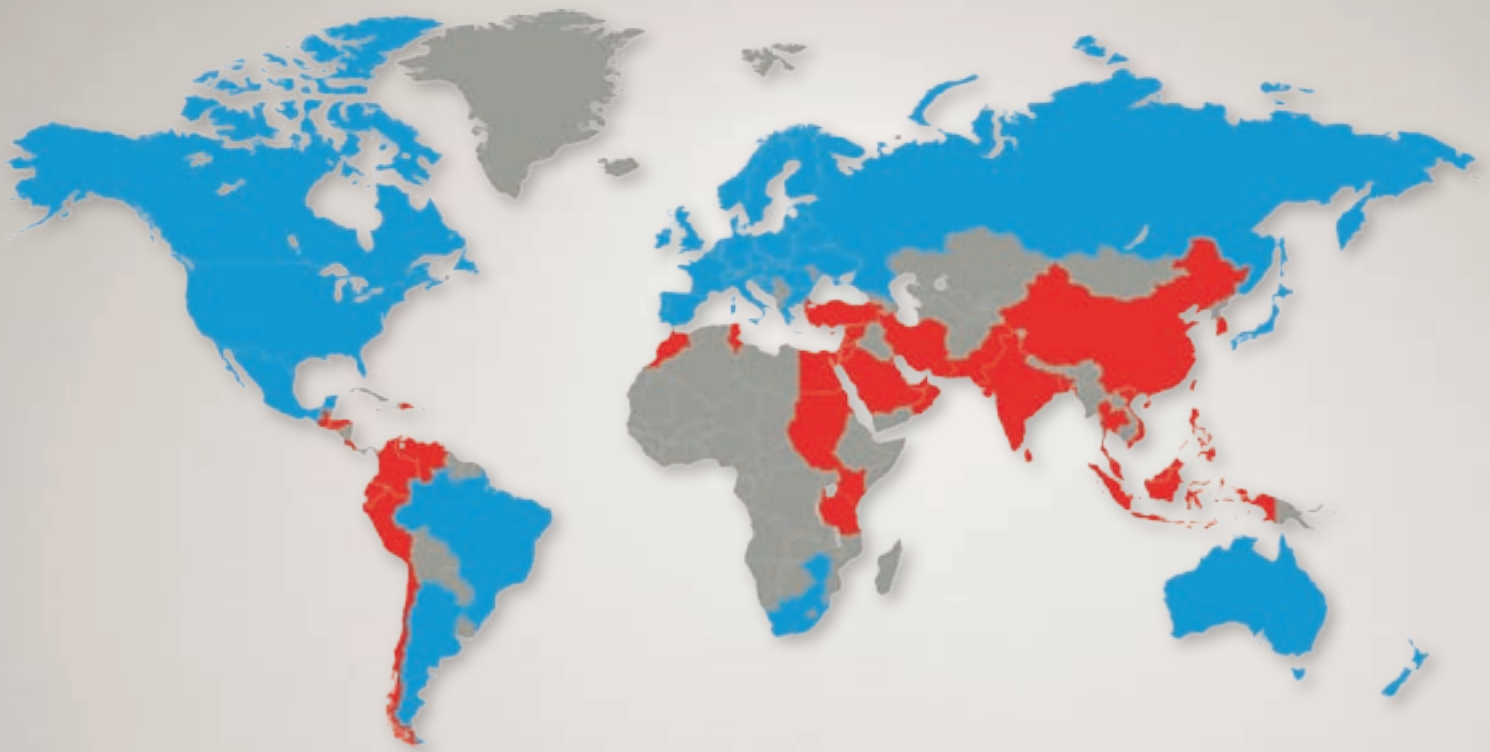
homogeniteit. Het smelten onder een beschermde atmosfeer geeft een zuiverdere staal kwaliteit.

### SMEDEN EN WALSEN

Na de ESR behandeling gaat het materiaal naar de walsen of naar de smeedpers om er ronde of platte staven van te maken. Voordat het materiaal wordt afgeleverd ondergaan alle onze kwaliteiten een warmtebehandeling, afhankelijk van de kwaliteit gereedschapsstaal is dit zacht gloeien of veredelen. Deze stappen zijn nodig om te zorgen voor een juiste balans tussen de hardheid en taaierheid van het gereedschapsstaal.

### MACHINAAL BEWERKING

Voordat het materiaal naar het magazijn gaat wordt het eerst ruw voorbewerkt om de juiste afmetingen en toleranties te verkrijgen. Bij bewerken van grote rond afmetingen gereedschapsstaal draait het materiaal tegen een stilstaande snijplaat. Bij het schillen van de kleinere diameters staat het materiaal stil en beweegt de snijplaat. Om de kwaliteit van onze gereedschapsstalen zeker te stellen, worden zowel oppervlakte inspecties alsook inwendige ultrasoon inspecties uitgevoerd op alle staven. Hierna worden de eventueel gevonden afkeurde delen en de uiteinden van de staven verwijderd.



## Netwerk van excellentie

UDDEHOLM is op alle continenten aanwezig. Daarom kunnen wij u ter plekke kwalitatief hoogwaardig Zweeds gereedschapsstaal en advies, ongeacht waar u zich bevindt, leveren. ASSAB is onze 100% dochter en vertegenwoordigd ons als exclusieve partner in vele delen van de wereld. Gezamenlijk verzekeren wij op deze manier onze wereldwijde leidende positie als aanbieder van gereedschapsstalen.

UDDEHOLM is wereldwijd de leidende aanbieder van gereedschapsstaal. Deze positie hebben wij bereikt, omdat wij altijd er naar streven, om de dagelijkse werkzaamheden van onze klanten te vereenvoudigen. Op basis van jarenlange ervaring en onderzoek zijn wij in staat, voor iedere uitdaging bij de ontwikkeling van gereedschappen een overtuigende oplossing te vinden. Dit schept hoge verwachtingen maar ons doel is duidelijk als nooit tevoren: wij willen uw nummer 1 partner en gereedschapsstaalleverancier zijn.

De wereldwijde aanwezigheid van onze onderneming garandeert u, dat u altijd en overal gereedschapsstaal in de gelijke, hoge kwaliteit ter beschikking heeft. ASSAB is onze 100% dochter en vertegenwoordigt ons als exclusieve partner in vele delen van de wereld. Gezamenlijk verzekeren wij op deze manier onze wereldwijde leidende positie als aanbieder van gereedschapsstaal. Hiervoor hebben wij een wereldwijd netwerk opgebouwd. Hierdoor is er altijd een Uddeholm of ASSAB medewerker in uw directe omgeving, om u ter plekke te ondersteunen en van advies te voorzien. Ons belangrijkste doel daarbij is, een lange termijn partnerschap op te bouwen en uw vertrouwen te krijgen. Wij weten dat wij uw vertrouwen moeten verdienen – iedere dag opnieuw

Verdere informatie kunt u vinden op [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com), [www.assab.com](http://www.assab.com), [www.uddeholm.nl](http://www.uddeholm.nl) en [www.uddeholm.be](http://www.uddeholm.be)

TRUST IS SOMETHING YOU EARN,  
 PROBLEMS AUTOMOTIVE  
 RESULTS SOLVING PRO  
 ECONOMY THE WORL  
 STRENGTH IN  
 TOUGHNESS STRENGTH I  
 INNOVATION KNOWLEDGE  
 OF TOOLING MATERIALS C  
 OF THINKING HIGH PE  
 YOU EARN, EVERY DAY, LO  
 LASTING TOOLS TOTAL  
 BILITY RELIABILITY RESU  
 UNDERSTANDING MACHIN  
 INSTEAD MATERIALS PARTN  
 TOUGHNESS STRENGTH I  
 STRENGTH INNOVATION KNOW  
 INNOVATION KNOWLEDGE  
 TRUST IS SOMETHING YOU EARN,  
 PROBLEMS AUTOMOTIVE  
 RESULTS SOLVING PRO  
 ECONOMY THE WORL  
 STRENGTH IN  
 TOUGHNESS STRENGTH I  
 INNOVATION KNOWLEDGE  
 OF TOOLING MATERIALS C  
 OF THINKING HIGH PE  
 YOU EARN, EVERY DAY, LO  
 LASTING TOOLS TOTAL  
 BILITY RELIABILITY RESU  
 UNDERSTANDING MACHIN  
 INSTEAD MATERIALS PARTN  
 TOUGHNESS STRENGTH I  
 STRENGTH INNOVATION KNOW  
 INNOVATION KNOWLEDGE  
 TRUST IS SOMETHING YOU EARN,  
 PROBLEMS AUTOMOTIVE