

# UDDEHOLMS STÅL FÖR KALLARBETSVERKTYG

ANVÄNDNINGSMÅL | KALLARBETE



© UDDEHOLMS AB

Ingen del av denna publikation får reproduceras eller överföras i kommersiellt syfte utan tillstånd från upphovsrättsinnehavaren.

---

Uppgifterna i denna trycksak bygger på vårt nuvarande kunnande och är avsedda att ge allmän information om våra produkter och deras användningsområden. De får således inte anses utgöra någon garanti för att de beskrivna produkterna har vissa egenskaper eller är lämpliga för speciella ändamål.

Klassificerat enligt EU-direktiv 1999/45/EC.

För ytterligare information se våra "Materialsäkerhetsdatablad".

Utgåva 8, reviderad 02.2015, ej tryckt

Senast uppdaterade utgåva av denna broschyr är den engelska version som alltid finns publicerad på vår webbplats, [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com)

Val av verktygsstålsleverantör är ett viktigt beslut för alla parter; verktygskonstruktören, verktygsmakaren och verktygsanvändaren. Tack vare överlägsna materialegenskaper får Uddeholms kunder pålitliga verktyg och komponenter. Våra produkter är alltid state-of-the art. Därför har vi också gjort oss kända för att vara världens mest innovativa stålproducent.

Uddeholm tillverkar och levererar högkvalitativt svenskt verktygsstål till fler än 100 000 kunder i över 100 länder. Inom Pacificområdet i Asien representeras vi av ASSAB, som är vår exklusiva säljkanal. Tillsammans befäster vi ställningen som världsledande leverantör av verktygsstål.

Var du än befinner dig i produktionskedjan kan du med förtroende vända dig till Uddeholm. Vår målsättning är att vara bästa affärspartner och förstahandsleverantör för bästa verktygs- och produktionsekonomi.

Det lönar sig att byta till ett bättre stål.

## INNEHÅLL

---

Inledning	4
Verktygsstålens grunder	5
Val av verktygsstål	12
Verktygstillverkning	15
Ytbehandling	19
Produktprogram	21
Uddeholms verktygsstål för kallarbetsverktyg	23
– Utföranden och produkter	25
– Kemisk sammansättning	26

## Inledning

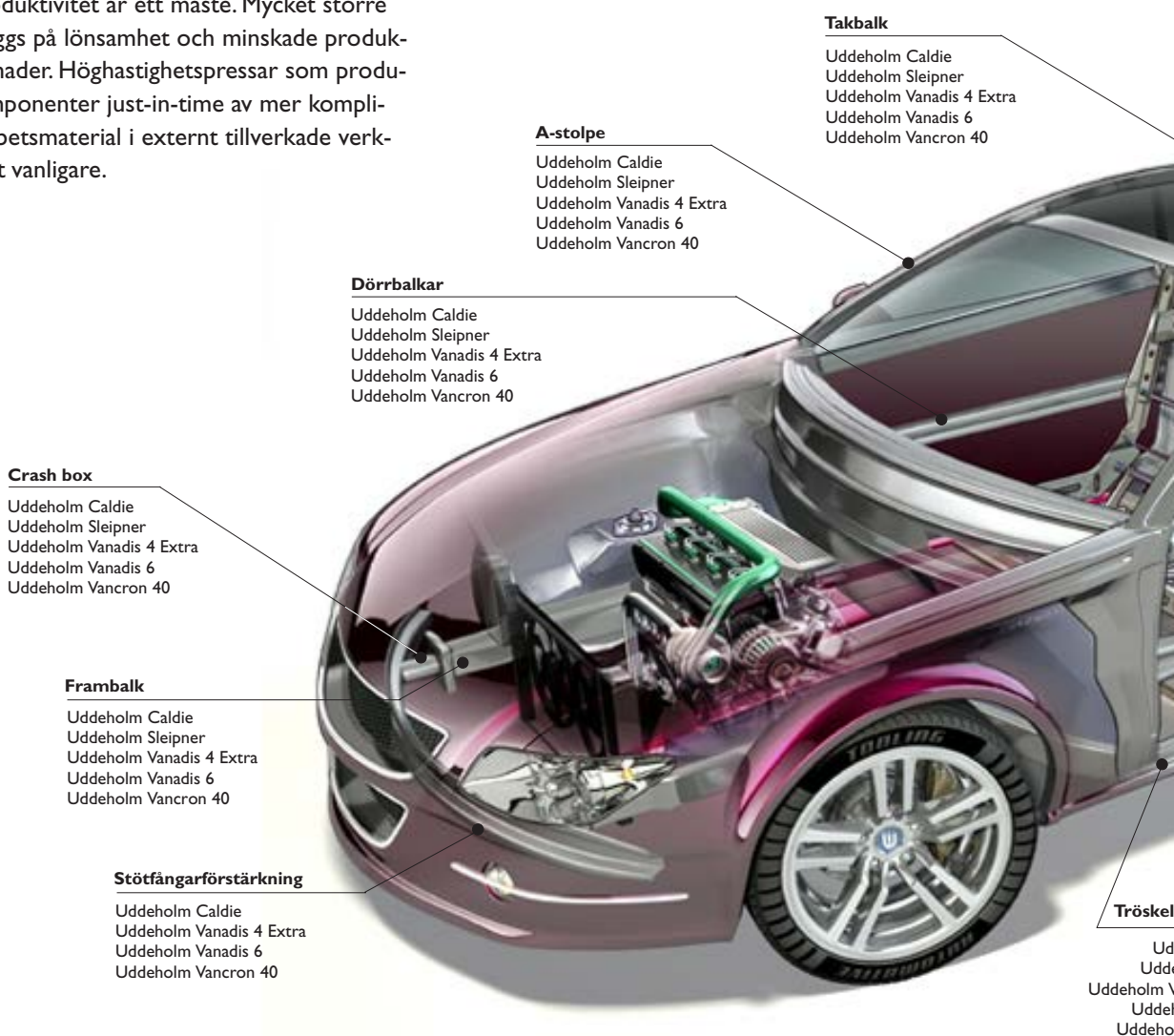
Rader av pressar som kontinuerligt producerar samma komponenter var en vanlig syn förr i tiden. Oplanerade produktionsstopp på grund av verktygsproblem var inte så allvarliga eftersom tillverkningsserierna var stora. Reparationer eller nya verktyg kunde snabbt göras i särskilda interna verktygsavdelningar av en eller två stålsorter från eget lager.

På det hela taget var arbetsmaterialen enklare och pressarnas drifhastigheter långsammare. Större verktygshaverier inträffade därför inte så ofta.

Produktionstekniken har dock gått framåt i mycket hög grad. Idag skärskådas utrustning och anläggningar eftersom större noggrannhet och högre produktivitet är ett måste. Mycket större tonvikt läggs på lönsamhet och minskade produktionskostnader. Höghastighetspressar som producerar komponenter just-in-time av mer komplicerade arbetsmaterial i externt tillverkade verktyg blir allt vanligare.

Verktygsdesign, tillverkningsmetod, verktygs-material och arbetsmaterial är samtliga väsentliga parametrar för att försöka optimera produktiviteten och minska kostnader.

Verktygen är den slutliga länken i maskinvarukedjan. För att uppnå optimal produktivitet krävs verktygsstål som uppfyller dagens krav och vetenskap om hur man väljer rätt verktygsstål.



## Verktøysstålens grunder

Uddeholm har en mångårig och unik tradition med specialisering på verktøysstål.

En världsomspännande marknadsorganisation kan erbjuda ett väl avpassat program av verktøysstål med hög kvalitet. Programmet består inte bara av standardprodukter, utan även av stålsorter som har specialutvecklats för att möta de höga krav som ställs på många verktyg idag.

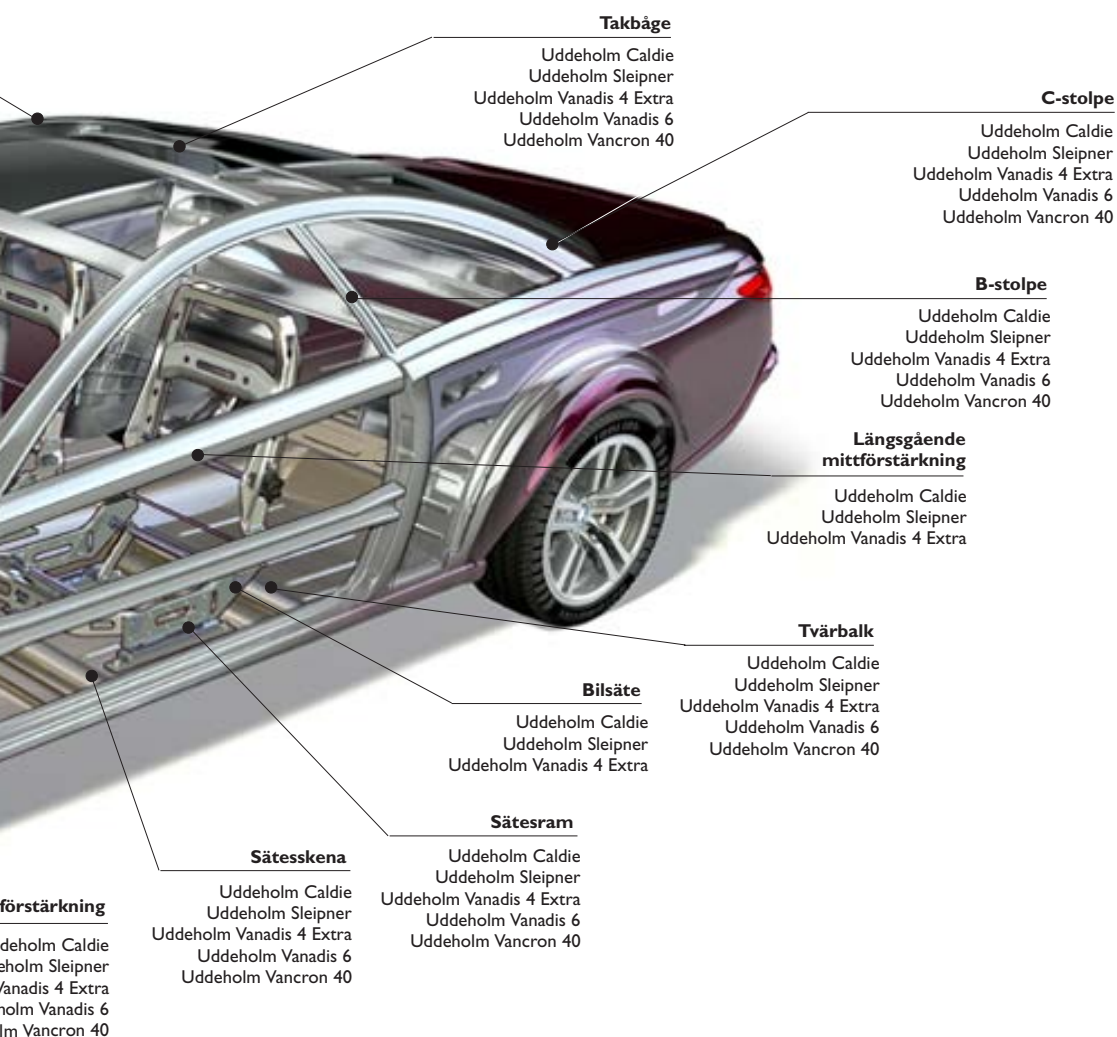
Verktøysanvändaren kan få hjälp med att välja rätt stål vid olika applikationer. Genom att först identifiera orsaken till att ett verktyg havererar, eller har begränsad livslängd, kan stålet bidra till lägre verktøys- och underhållskostnader samt kortare stillestånd.

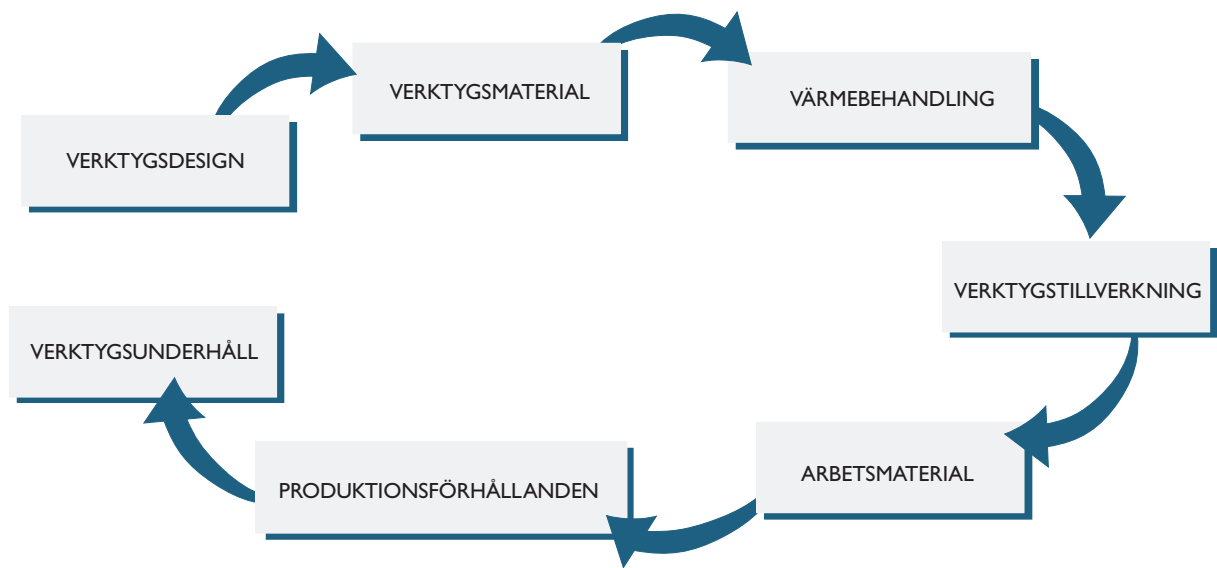
## KRAVPROFIL PÅ KALLARBETSVERKTYG

Att välja rätt verktøysstål för en viss applikation blir allt viktigare eftersom kraven på verktøysen ständigt ökar. Vilka är då dessa krav?

- Verktøysen måste ha tillräckligt nötningsmotstånd.
- Verktøysen måste vara tillförlitlig; det får inte haverera för tidigt.

Optimal verktøysekonomi – lägsta möjliga verktøyskostnad per producerad detalj – kan endast uppnås om rätt verktøysstål har använts.





Figur 1. Faktorer som påverkar verktyglivslängden vid kallarbetsapplikationer.

### VERKTYGSPRESTANDA

Prestandan hos ett kallarbetsverktyg beror på många faktorer. De viktigaste av dessa faktorer visas i figur 1.

Prestandan hos ett verktyg bedöms ofta genom att undersöka kvaliteten hos de producerade detaljerna. Hos de flesta applikationer finns speciella krav på ytfinhet och dimensionstoleranser. Ett utslitet eller skadat verktyg resulterar vanligen i kassation av de producerade detaljerna, vilket gör att verktyget måste rekonditioneras eller bytas ut.

Själva arbetsmaterialet har en grundläggande betydelse för förekomsten av olika skademekanismer. De vanligast förekommande skademekanismerna i kallarbetsverktyg visas i figur 3.

### SAMBAND MELLAN SKADEMEKANISMER OCH VERKTYGSSTÅLENS EGENSKAPER

Under senare år har mycket arbete lagts ner inom detta område, speciellt för kallarbetsstål. En bättre förståelse av de viktiga sambanden mellan skademekanismer och verktygsstålets egenskaper har också erhållits, vilket sammanfattas i följande stycken.

### ABRASIV NÖTNING

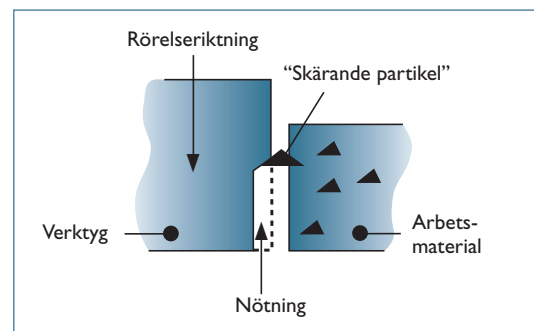
Denna typ av nötning dominerar när arbetsmaterialet är hårt och/eller innehåller hårda partiklar såsom oxider eller karbider.

Dessa hårda partiklar repar verktygsytan enligt skissen i figur 2. Bild 1, sidan 8, visar en stans som utsatts för abrasiv nötning.

Abrasiv nötning dominerar exempelvis då arbetsmaterialet består av härdade stål, keramer och trä.

De viktiga verktygsstålsegenskaperna för att erhålla högt motstånd mot abrasiv nötning är:

- hög hårdhet
- stor volymandel karbider
- hög hårdhet hos karbiderna
- stor karbidstorlek



Figur 2. Schematisk bild av abrasiv nötning.



Figur 3. De mest frekventa skademekanismerna hos kallarbetsverktyg.

## ADHESIV NÖTNING OCH PÅKLETNING

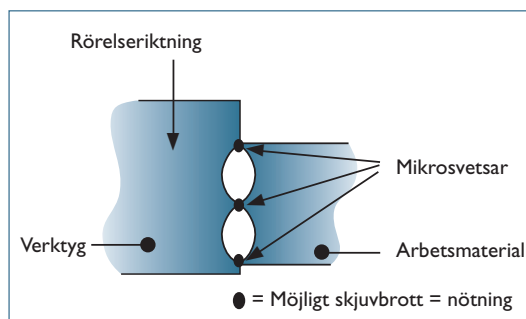
Ursprunget till adhesiv nötning är uppkomsten av lokala mikrosvetsar mellan verktygsytan och verktygsmaterialet.

Metallytorna är aldrig absolut jämna – de består av mikroskopiska skrovligheter. Vidhäftning kan uppstå mellan de två ytorna vid dessa skrovligheter och denna kan vara starkare än grundhållfastheten hos det svagare av de två materialen som är i kontakt. Vid relativ rörelse mellan dessa två kontaktytor, kommer det svagare av de två materialen att haverera varvid fragment från det överförs till den andra kontaktytan.

En schematisk bild av detta visas i figur 4. Om mikrosvetsen brister på verktygssidan, kommer små fragment av verktygsstålet att rivas ut ur verktygsytan vilket leder till adhesiv nötning. Om mikrosvetsarna brister på produktionsmaterialsidan, kommer produktionsmaterialets fragment att kleta på verktygsytan.

Adhesiv nötning kan också vara starten till urflisning. I områden med brutna mikrosvetsar bildas sprickor och genom ett tilltagande utmattningsförlopp sprids och växer sprickorna. Dessa sprickor leder så småningom till urflisningar i större skala och i värsta fall till totalhaveri av verktyget. Ett exempel på en stans, som exponerats för adhesiv nötning visar bild 2 sid 8, där tydliga utmattningssprickor kan identifieras.

Den adhesiva nötningen uppkommer hos mjuka och kletande metaller som aluminium, koppar, rostfria stål och lågkolhaltiga stål. Påkletning är dock ett förekommande problem även vid tillverkning av komponenter av höghållfasta produktionsmaterial som avancerat höghållfast stål.



Figur 4. Schematisk bild av adhesiv nötning.

Den adhesiva nötningen kan minskas genom att försvåra uppkomsten av mikrosvetsarna och/eller minska benägenheten för bristningar i verktygsytan. De viktigaste egenskaperna för att erhålla ett högt motstånd mot adhesiv nötning är:

- hög hårdhet
- låg friktionskoefficient mellan verktyg och arbetsmaterial
- hög duktilitet
- ytbehandling eller ytbeläggning av verktyget

Uddeholm Vancron 40 SuperClean är ett kvävelegerat pulverstål med utmärkt kombination av god beständighet mot påkletningar och adhesiv nötning. Det ger låg friktion och kan ofta ersätta ytbelagda verktygsstål med bättre resultat som följd.

#### BLANDAD NÖTNING

Det bör nämnas att inte alla metalliska arbetsmaterial orsakar ren abrasiv eller ren adhesiv nötning. Några orsakar delvis adhesiv och delvis abrasiv nötning. Denna typ av nötning benämns blandad nötning.

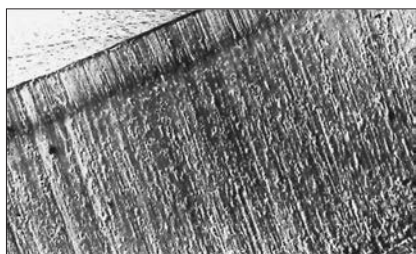


Bild 1. SEM-foto av en SS 2310-stans utsatt för abrasiv nötning (arbetsmaterial: 1%-igt kolstål vid 46 HRC).

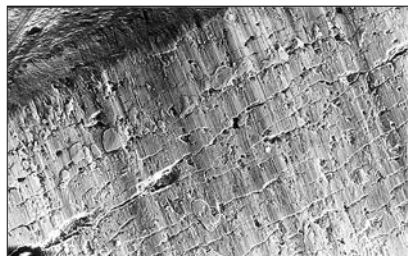


Bild 2. SEM-foto av en SS 2310-stans utsatt för adhesiv nötning (arbetsmaterial: austenitiskt rostfritt stål).

#### URFLISNING

Urflisning uppkommer oftast efter en relativt kort tids användning av verktyget.

Skademekanismen startar som lågcykelutmattning. Små sprickor initieras i den exponerade ytan av verktyget och dessa sprickor växer för att slutligen resultera i att små bitar flisar ur.

För att erhålla ett bra motstånd mot urflisning är det viktigt att fördröja initiering och minska tillväxten av sprickorna. Både initiering och spricktillväxt försvåras om verktygs materialet har hög duktilitet.

#### PLASTISK DEFORMATION

Plastisk deformation uppkommer när verktygsstålets sträckgräns har överskridits. Detta orsakar skador eller formförändringar på verktygets arbetande ytor.

Hög hårdhet hos verktyget är den viktigaste egenskapen för att minska risken för plastisk deformation, men observera att hänsyn måste tas till segheten vid valet av lämplig hårdhetsnivå hos verktyget.

#### SPRICKBILDNING

Sprickbildning är en skademekanism som tenderar att ske spontant och betyder vanligen att verktyget måste bytas ut. Instabil spricktillväxt är benämningen på den skademekanism som orsakar denna typ av skador.

Uppkomsten av sprickor ökar vid närvaro av geometriska spänningskoncentrationer, t ex slipsprickor, märken efter maskinbearbetning eller formfaktorer som skarpa hörn och radier. EDM-skikt på verktygsytan är också en vanlig orsak till sprickbildning.

Följande verktygsstålsegenskaper ger högt motstånd mot sprickbildning:

- låg hårdhet
- hög mikrostrukturrelaterad seghet

*Notera:* Låg hårdhet kan ha en negativ effekt på motståndet mot andra skademekanismer. Det är således inte alltid rekommendabelt att sänka hårdheten som lösning på urflisnings-/sprickbildningsproblem. Det är oftast bättre att välja ett stål med hög seghet även om det kan betyda lägre nötningsmotstånd.



## KRITISKA VERKTYGSSTÅLSEGENSKAPER

Motståndet mot olika skademekanismer hos ett verktygsstål varierar med stålsorten, eftersom varje stålsort har olika kritiska egenskaper. Dessa egenskaper är i sin tur i hög grad beroende av stålets kemiska sammansättning och stålframställningsmetoden.

Tabellen på sid 26 visar Uddeholms kallarbeitsstål för aktiva verktygsэлеment och deras kemiska sammansättningar. Uddeholms kompletta program omfattar såväl standardstål som specialutvecklade högpresterande stål och pulvermetallurgiskt framställda stål (PM-stål).

Det väl avpassade basprogrammet täcker de flesta kallarbeitsapplikationer och krav på serie-längder.

Motståndet mot olika skademekanismer hos dessa stål visas i relativ skala i tabell 2.

## KONVENTIONELLT TILLVERKADE VERKTYGSSTÅL

Som kan ses i tabell 2 ökar det abrasiva nötningsmotståndet successivt medan de adhesiva minskar hos de konventionella stålen från SS 2140 till SS 2312. Undantaget är SS 2260 som genom sin högre seghet också visar bättre adhesivt nötningsmotstånd.

Under lång tid ansågs verktygsförslitning vara av abrasiv natur. Av detta skäl har många av de äldre höglegerade kallarbeitsstålen såsom SS 2310 och SS 2312 en uttalad abrasiv profil. Dessa stål fungerar följaktligen bra i abrasiva miljöer, men har sämre prestanda i applikationer där adhesiv nötning, urflisning eller sprickbildning dominerar.

Majoriteten av arbetsmaterial vid kallarbeitsoperationer utsätter verktygen för adhesiv eller blandad nötning och/eller urflisning och sprickbildning. Av dessa skäl introducerades ett stål som SS 2260.

## UDDEHOLMS STANDARDSTÅL FÖR INAKTIVA VERKTYGSELEMENT

Uddeholms stål	SS	Kemisk sammansättning %		
		C	Si	Mn
SLEIPNER	–	0.9	0.9	0.5
SVERKER 21	2310	1.55	0.3	0.4
FORMAX	2172	0.18	0.3	1.3
UHB 11	–	0.50	0.2	0.7

Tabell 3.

Uddeholm Calmax och de två ESR-framställda stålen Uddeholm Unimax och Uddeholm Caldie är ytterligare stålsorter med egenskapsprofiler lämpade för svåra kallarbeitsoperationer med hög risk för urflisning och sprickbildning.

## RELATIV JÄMFÖRELSE AV MOTSTÅNDET MOT OLIKA SKADEMEKANISMER

UDDEHOLMS STÅL	SS	Hårdhet/ Motstånd mot plastisk deformation	Nötningsbeständighet		Motstånd mot sprickbildning	
			Abrasiv nötning	Adhesiv nötning/ påkletning	Duktilitet/ Motstånd mot urflisning	Seghet/ Motstånd mot totalhaveri
ARNE	2140	██████████	████	██████	██████	██████
CALMAX	–	██████	████	██████	██████████	██████████
CALDIE	–	██████████	████	██████	██████████	██████████
RIGOR	2260	██████	████	██████	██████	██████
SLEIPNER	–	██████████	██████	██████	████	██████
SVERKER 21	2310	██████	██████	████	████	██████
SVERKER 3	2312	██████	██████████	████	████	████
UNIMAX	–	██████	████	██████	██████████	██████████
VANADIS 4 EXTRA	–	██████████	██████	██████	██████████	██████
VANADIS 6	–	██████████	██████	██████	██████	████
VANADIS 10	–	██████████	██████████	██████	██████	████
VANADIS 23	2725	██████████	██████	██████	██████	██████
VANCRON 40	–	██████████	██████	██████████	██████	██████

Tabell 2. Ju längre stapel desto bättre motstånd. Vancron 40 och Vanadis-stålen i tabellen är Uddeholms pulvermetallurgiskt framställda SuperClean-stål.

## EN INNOVATION BLAND VERKTYGS-STÅLEN – DE PULVERMETALLURGISKA STÅLEN

En alltmer hårdnande konkurrens på marknaden har ökat behovet av högpresterande verktygsstål. Ett lägre behov av underhåll av verktygen sänker verktygskostnaderna och ger därmed lägre kostnader per producerad detalj. I detta sammanhang har de pulvermetallurgiskt framställda verktygsstålen (PM-stålen) visat sig vara mycket framgångsrika.

Verktygsstål tillverkas traditionellt på samma sätt som konstruktionsstål men gjuts i mindre göt. Genom gjutning av smält metall i göt, som sedan smids, valsas och värmebehandlas, tillverkas stänger.



Verktyg för pulverkompaktering.

Vid stelningen i götet uppstår emellertid segringar i större eller mindre utsträckning beroende på legeringsinnehållet.

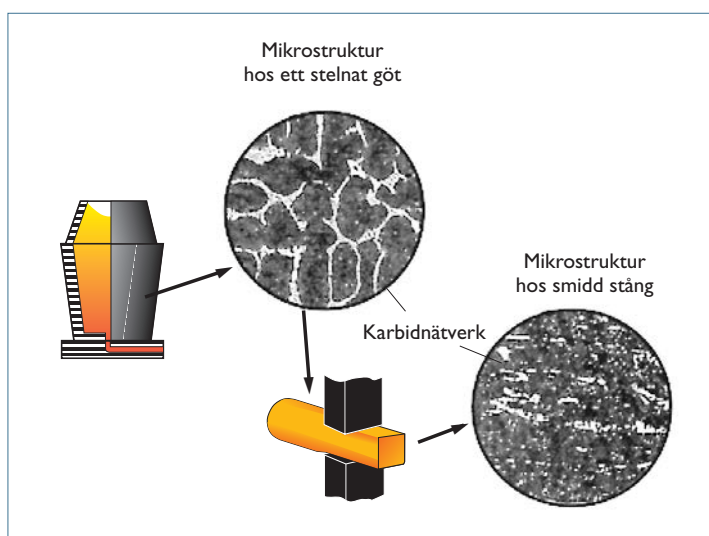
Hos stål med höga kol- och kromhalter, som i 12%-iga kromstål och snabbstål, bildas kraftiga karbidnätverk som gradvis bryts ner vid varmbearbetningen. Se sekvensen i figur 5.

Hos de färdiga stängerna har dessa nätverk bildat karbidstråk som i hög grad påverkar de mekaniska egenskaperna, särskilt i tvärriktningen.

Trots åtgärder, som hög varmbearbetningsgrad vid tillverkningen, har därför stål med hög volymandel karbider, såsom Uddeholm Sverker 3 och Uddeholm Sverker 21, ett högt abrasivt nötningsmotstånd men också en kraftigt nedsatt seghet.

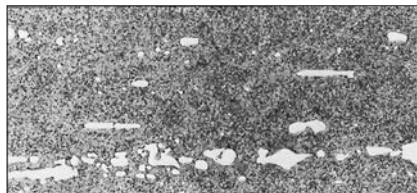
För att undvika segringar och stora karbider med dess skadliga effekt på segheten kan pulvermetallurgi användas. PM-processen, som medför att göt av höglegerade stål kan tillverkas utan segringar visas schematiskt i figur 6. Små snabbstelnde korn framställs genom gasatomisering av smält stål. Dessa pulverkorn hålls sedan i en kapsel och pressas samman, vid hög temperatur och högt isostatiskt tryck, till ett ämne med densiteten 100% för vidare smidning och valsning.

Genom PM-processen undviks makrosegringsproblemet och följaktligen kan högre legerade stål tillverkas än vad som är möjligt med konventionella metoder. Bild 3 jämför mikrostrukturen hos ett konventionellt tillverkat 12%-igt Cr-stål (Uddeholm Sverker 21) med ett PM-stål (Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean). Hos PM-stålen ökar nötningsmotståndet genom en hög volymandel hårda karbider, samtidigt som segheten optimeras genom att dessa karbider är små och väldistribuerade. De konventionellt tillverkade verktygsstålen däremot kan endast öka segheten på bekostnad av lägre hårdhet och därmed lägre nötningsmotstånd och ökad risk för plastisk deformation.

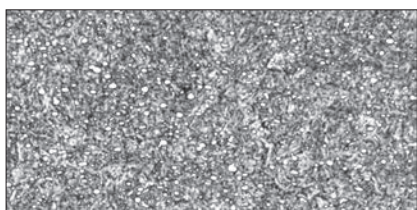


Figur 5. Nedbrytning av karbidnätverk under varmbearbetning av verktygsstålsgöt.

PM-stålen i tabell 2, sidan 9, visar följaktligen förbättrat nötningsmotstånd (både abrasivt och adhesivt) samtidigt som segheten är högre än hos konventionella höglegerade verktygsstål.



Uddeholm Sverker 21



Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean

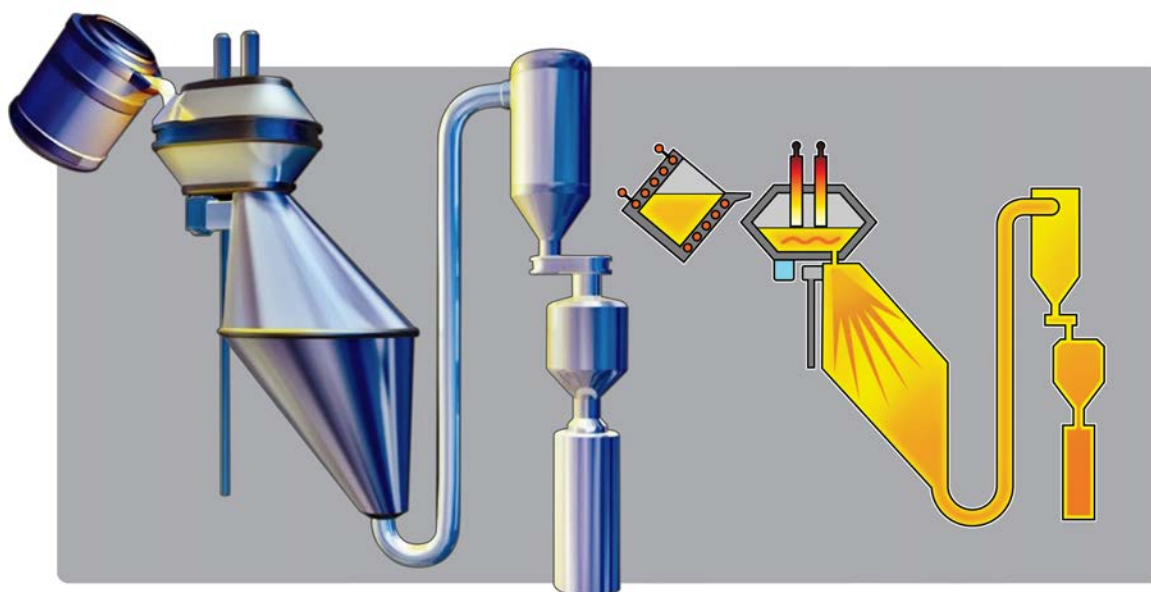
Bild 3. Jämförelse av mikrostrukturen hos ett konventionellt tillverkat 12%-igt Cr-stål (Uddeholm Sverker 21) och ett PM-stål (Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean) för kallarbete.

Förr konstruerades pulvermetallurgiskt framställt stål (PM-stål) huvudsakligen för att förhindra skademekanismer som nötning och urflisning i högpresterande verktyg. Den senaste innovationen inom pulvermetallurgisk teknik för produktion av högpresterande verktygsstål är legering med kväve för att uppnå ett utmärkt påklevningsmotstånd utan att behöva tillgripa ytbehandling eller ytbeläggning. Resultatet av detta är det högpresterande pulverstålet Uddeholm Vancron 40 SuperClean.

Samtliga av Uddeholms högpresterande pulverstål produceras med den senaste pulvermetallurgiska tekniken och extremt ren kvalitet.



Sintring av pulverkompakterade detaljer.



Figur 6. Schematisk bild av den pulvermetallurgiska (PM) framställningsmetoden för tillverkning av verktygsstål.

## Val av verktygsstål

Valet av verktygsstål för en viss applikation avgörs i första hand av vilka skademekanismer som dominerar.

För att kunna göra ett korrekt stålval krävs kunskap om mer än stålets egenskapsprofiler.

Antalet detaljer som skall tillverkas, typen av arbetsmaterial liksom hårdheten och tjockleken samt geometrin hos detaljen är parametrar som man måste ta hänsyn till i stålvalsprocessen.

Grundidén är att välja ett verktygsstål så att alla skademekanismer utom nötning elimineras. Nötningen kan därefter optimeras med hänsyn till serielängden.

Följande stegvisa genomgång av några applikationsfall visar hur ett stålval kan göras.

### IDENTIFIERA NÖTNINGSTYPEN

Följande egenskaper hos arbetsmaterialet måste beaktas för att fastställa vilken nötningstyp (abrasiv, adhesiv eller blandad nötning) som förväntas dominera:

- typ av arbetsmaterial
- arbetsmaterialets hårdhet
- förekomst av hårda partiklar i arbetsmaterialet

Detta är det mest fundamentala steget eftersom det bestämmer vilken nötningprofil verktygsstålet skall ha.

### URFLISNING ELLER PLASTISK DEFORMATION

Eventuell förekomst av urflisning och/eller plastisk deformation, dvs om hög duktilitet och/eller hög hårdhet är nödvändig, beror i första hand på:

- applikationstypen
- arbetsmaterialets tjocklek och hårdhet
- geometrisk komplexitet hos detaljerna som skall tillverkas

Verktygsanvändaren har normalt mest erfarenhet beträffande detta.

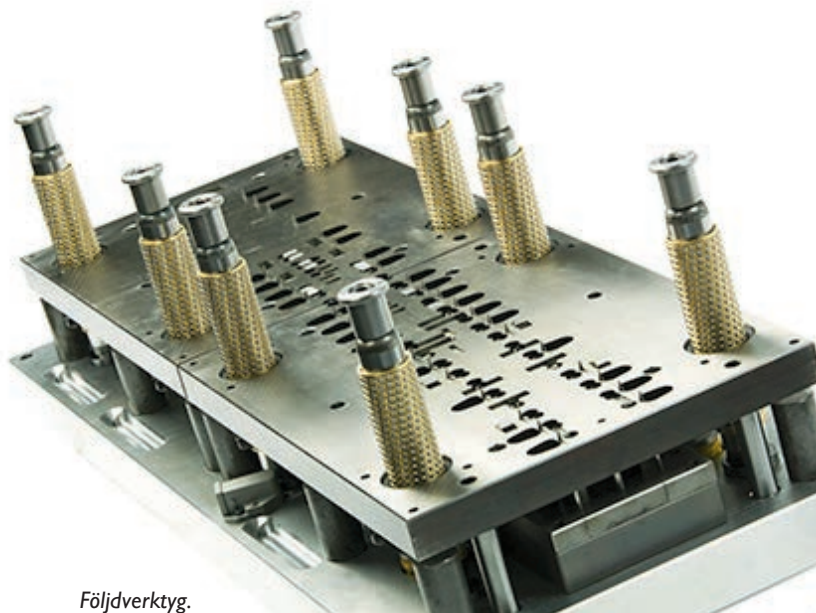
### RISK FÖR SPRICKBILDNING

För att få en indikation om vilken risk för sprickbildning som föreligger, dvs om ett segt verktygsstål skall väljas och/eller om hårdhetsnivån bör hållas nere, är det nödvändigt att ta hänsyn till:

- applikationstypen
- geometrin hos tillverkade detaljer
- verktygets utformning och storlek
- arbetsmaterialets tjocklek och hårdhet

### ANTAL DETALJER SOM SKALL TILLVERKAS

Mycket långa serier kräver ofta mer än ett verktyg och medför att ett högpresterande verktygsstål måste användas för att uppnå optimal verktygsekonomi. Kortare serielängder kan klaras med lägre legerade verktygsstål, som är billigare och oftast har bättre maskinbearbetbarhet.



Följverktyg.

## VAL AV VERKTYGSSTÅL

Verktygsstålet med den lämpligaste profilen för att motstå de dominerande skademekanismerna kan väljas med hjälp av informationen i tabell 2, sid. 9.

Stålvalsproceduren illustreras i följande exempel.

### 1. Stansning av ett tunt (0,5 mm) härdat bandstål (45 HRC).

- Abrasiv nötning kommer att vara den dominerande nötningstypen.
- Risken för urflisning eller sprickbildning är minimal för enkla detaljer, men ökar när geometrin blir mer komplicerad.
- Risken för plastisk deformation är minimal eftersom tillräckligt hög hårdhet kan användas.

Vid korta serier och vid produktion av detaljer med enkel geometri kan verktygsstålet Uddeholm Arne vara tillräckligt vid normal verktygsstorlek. För större verktyg måste ett högre legerat stål användas med hänsyn till hårdbarheten. Här kan Uddeholm Calmax vara ett lämpligt val.

Vid längre serier där mer abrasivt nötningsmotstånd behövs är Uddeholm Sverker 21 ett bra val, vid enkla geometrier. För detaljer med mer komplicerad geometri och där risken för sprickor är större är Uddeholm Vanadis 6 Super-Clean ett bättre val.

Vid mycket långa serier och vid extremt abrasiva miljöer är Uddeholm Vanadis 10 Super-Clean att rekommendera för alla typer av geometrier.

### 2. Stansning av en tjock (5 mm) och mjuk (150 HV) austenitisk rostfri plåt.

- Den dominerande nötningsmekanismen är adhesiv nötning.
- Risken för sprickbildning och urflisning är betydande.
- Det finns en viss risk för plastisk deformation, men den kan undvikas genom att välja ett segt stål med en tillräckligt hög hårdhetsnivå.

Vid korta serier och alla typer av geometrier är Uddeholm Calmax ett bra val.

Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean är det självklara valet vid långa eller mycket långa serier och för alla typer av geometrier.

## VAL AV VERKTYGSSTÅL BASERAT PÅ BÅDE SKADEMEKANISMER OCH SERIELÄNGD

Vad som är kort, medium eller lång serielängd bedöms vanligtvis erfarenhetsmässigt. Korta serier definieras oftast som seriestorlekar upp till 100 000 detaljer, medium från 100 000 upp till 1 000 000 detaljer och långa serier över 1 000 000 detaljer. En sådan definition tar emellertid inte hänsyn till faktorer som arbetsmaterialets tjocklek och hårdhet, vilka båda påverkar nötningen och risken för urflisning och sprickbildning, dvs arbetsmaterialets egenskaper ingår inte i definitionen. För att undvika detta problem kan serielängden indelas på följande sätt:

**korta serier:** ett verktyg tillverkat av ett lågpresterande verktygsstål kan producera önskat antal detaljer

**medium serier:** ett verktyg tillverkat av ett mediumpresterande verktygsstål kan producera önskat antal detaljer

**långa serier:** mer än ett verktyg behövs normalt för att producera det önskade antalet detaljer, i sådana fall är alltid ett högpresterande verktygsstål mest ekonomiskt

Uddeholms kallarbetsstål kan delas in i tre grupper för kort, medium och lång serielängd, se tabell 4 på sidan 14.



Finstansning. Courtesy of Feintool, Schweiz.

Varje grupp innehåller stål med skilda egenskapsprofiler. Vilket stål som skall väljas bestäms av de dominerande skademekanismerna, vilket innebär att stålvalet i första hand bygger på erfarenhet från en pågående produktion.

De olika stålens relativa motstånd mot skademekanismer anges i tabell 2 på sidan 9.

En allmän regel vid stålvalet är att försöka eliminera urflisningar och totalhaverier så långt

det är möjligt även om det leder till ökat slitage av verktyget. Fördelen med slitage istället för urflisningar och totalhaverier är att det är mer förutsägbart, vilket gör att underhållet av verktygen kan planeras betydligt bättre. Urflisningar och totalhaverier sker spontant och leder ofta till kostsamma produktionsstopp.

Om tidigare erfarenhet saknas kan nedanstående tabell användas som guide vid stålvalet.

#### SERIELÄNGDER OCH DOMINERANDE SKADEMEKANISMER ATT BEAKTA VID VAL AV UDDEHOLMS VERKTYGSSTÅL

Serielängd	Adhesiv nötning		Blandad nötning		Abrasiv nötning	
Kort	ARNE	54–56 HRC	ARNE CALMAX UNIMAX	54–58 HRC 54–59 HRC 54–58 HRC	ARNE CALDIE	54–60 HRC 56–62 HRC
Medium	CALMAX UNIMAX CALDIE SLEIPNER	54–58 HRC 54–58 HRC 58–60 HRC 56–62 HRC	CALDIE RIGOR SLEIPNER	58–62 HRC 54–62 HRC 58–63 HRC	SLEIPNER SVERKER 21	60–64 HRC 58–62 HRC
Lång	VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN VANACRON 40 SUPERCLEAN	58–62 HRC 58–62 HRC 60–64 HRC	VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN VANADIS 6 SUPERCLEAN	58–63 HRC 58–63 HRC 60–64 HRC	SVERKER 3 VANADIS 6 SUPERCLEAN VANADIS 10 SUPERCELAN	58–62 HRC 60–64 HRC 60–64 HRC 60–64 HRC

Tabell 4.



Verktyg tillverkat i Uddeholm Vanacron 40 SuperClean för framställning av diskmaskiner.

## Verktøgstillverkning

För att ett verktyg skall ge optimal produktion, dvs med ett minimum av underhåll och stillestånd, är det inte bara nödvändigt att välja rätt stål för applikationen. Det är minst lika viktigt att verktygstillverkningen utförs korrekt. Om detta inte sker kan ett flertal problem uppstå, inte bara vid tillverkningen utan även vid användningen genom försämrad prestanda hos verktygen. Felaktiga eller dåligt utförda metoder vid tillverkningen av verktyget kan nämligen gynna uppkomsten av de potentiella skademekanismer som diskuterats tidigare.

### VERKTYGSDESIGN

Verktyg som konstruerats för en speciell applikation och arbetsmaterial fungerar troligen inte optimalt om de används i operationer med tjockare och/eller hårdare arbetsmaterial eftersom det då finns risk för att verktyget överbelastas.

Följande enkla rekommendationer, beträffande verktygsdesign, är ämnade att förhindra sådana problem vid användningen. Det faktum att verktygen skall värmebehandlas bör det också tas hänsyn till vid utformningen av verktyget.

- Använd passande verktygsdimension för att ge tillräcklig hållfasthet och understöd vid belastningen.
- Undvik skarpa hörn. Om möjligt, gör istället stora radier.
- Undvik om möjligt näraliggande grova och klena sektioner i verktyget.
- Undvik alla typer av spänningskoncentrationer, t ex märkning med stansverktyg, grovbearbetning etc.
- Lämna tillräcklig godstjocklek mellan hål och ytterkanter.
- Komplicerade verktygsformer byggs bäst upp i sektioner som är säkrare i värmebehandlingen, lättare att rikta och även lättare att byta ut.

### AVKOLNING

Vid tillverkningen av en stång av verktygsstål är det nära nog omöjligt att förhindra att något av kolet i stångens yt-skikt blir oxiderat. Graden av avkolning beror på stålets sammansättning och på

hur stången blivit värmd. Yt-skiktet är oftast inte helt avkolat men det finns en yt-zon med mindre kol än i övrigt.

Det är viktigt att avlägsna det avkolade yt-skiktet innan stålet används. Om inte detta görs kan följande inträffa:

- verktyget kan spricka vid värmebehandlingen (kylningen) eller vid användningen
- de arbetande ytorna hos verktyget kan deformeras plastiskt
- nötningsmotståndet hos verktyget kan minska

Det är också bra att ta bort det avkolade skiktet från smidda eller valsade stänger som används som startblock för EDM. Dessa är kända för att spricka vid härdningen vid närvaro av avkolade skikt. Hur mycket av yt-skiktet som bör avlägsnas beror på stångens dimension och form, enligt vanlig praxis.

### SLIPNING

Att använda rätt slipteknik har alltid en positiv inverkan på verktygstillverkningen och verktygets prestanda. Den restspänning som skapas lokalt i verktygsytan, genom en kombination av hög temperatur, friktion och tryck vid slipoperationen, kan hållas nere genom att:

- använda friskärande och för stålet rekommenderade slipskivor
- begränsa sliptrycket/avverkningshastigheten eller skärdjupet
- använda rikligt med kylvätska

Verktyg tillverkade av höglegerade stål och som anlöpts vid låg temperatur är särskilt känsliga vid slipoperationer. Extra försiktighet bör iaktas i dessa fall. En god tumregel är att ju hårdare stål, desto mjukare slipskiva och vice versa.



Stansverktyg för tillverkning av Vasaloppsmedaljen.

Under ogynnsamma slipförhållanden kan verktyget påverkas på följande sätt:

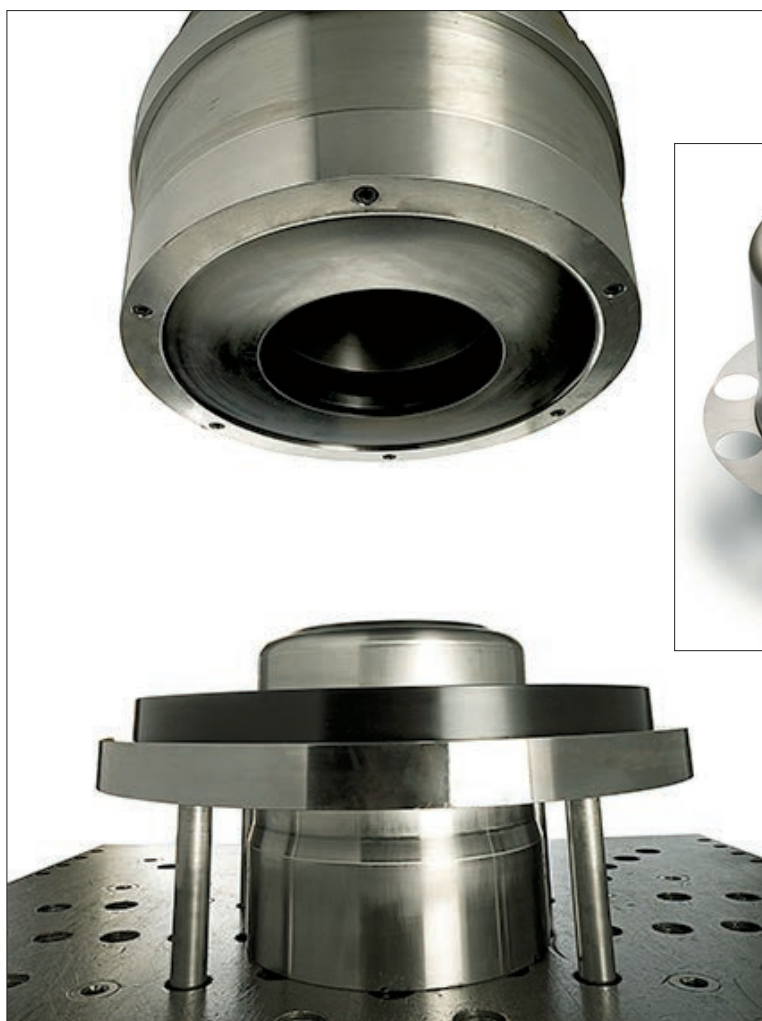
- ythården minskar (för hög temperatur), vilket kan påverka nötningsmotståndet negativt
- den slipade ytan kan omhärddas, vilket kan ge upphov till sprickbildning och problem med urflisning
- farligt höga spänningar kan uppstå i verktyget med en ökad risk för verktygsskada som följd

Efter grovslipning är det viktigt att en finslipning görs så att det spänningspåverkade skiktet avlägsnas. Slipspänningen kan också minskas med en avspänningsanlöpning, vid ca 25°C lägre temperatur än den tidigare använda anlöpningstemperaturen.

Det bör noteras att risken för slipsprickor är stor vid slipning av verktyg som har överhettats, hållits vid härdtemperaturen för länge eller underanlöpts. Detta beror på förekomsten av mjuk restaustenit i mikrostrukturen. Det tryck som uppstår vid slipningen kan omforma austeniten till oanlöst martensit, som är mycket hård och spröd. Risken för uppkomsten av sprickor i detta ytskikt är mycket stor.

Slipmärken på de belastade ytorna hos verktyget kan orsaka flera problem vid användningen:

- de är spänningskoncentrationer och följaktligen potentiella initieringsställen för sprickor
- de kan orsaka påkletning, speciellt om de är orienterade tvärs arbetsmaterialets flytriktning



*Navskydd till lastbil.*

*Verktåg för djupdragning.*



När verktygsytan är finslipad skall den fjäderliknande eggen avlägsnas omsorgsfullt genom en lätt handslipning. Detta minskar risken för urflisning i klippkanten i början av produktionscykeln. Detta är särskilt viktigt hos verktyg, med hög hårdhet, för klippning av tunna arbetsmaterial.

PM-stålen Uddeholm Vanadis 23 SuperClean och Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean, med sina extremt små karbider, har betydligt bättre slipbarhet än vad som förväntats om de vore konventionellt tillverkade.

Ytterligare rekommendationer av slipskivor finns i Uddeholms broschyr ”Slipning av verktygsstål”.

## VÄRMEBEHANDLING

Syftet med att värmebehandla ett verktyg är att på så sätt erhålla lämpliga mekaniska egenskaper som hårdhet, seghet och hållfasthet. De principiella problem som uppstår i samband med värmebehandling är:

- distorsion
- dimensionsförändringar
- avkolning
- uppkolning
- korngränsutskiljning

## DISTORSION

Distorsion hos verktyg efter värmebehandling kan orsakas av:

- bearbetningsspänningar
- termiska spänningar
- omvandlingsspänningar

För att minska bearbetningsspänningarna skall verktyget alltid avspänningsglödgas efter grovbearbetning. På så sätt minskas de spänningar som uppkommit vid maskinbearbetningen. Eventuell distorsion kan då justeras vid den slutliga bearbetningen före härdningen.

Termiska spänningar skapas när verktyget hettas upp. Spänningsnivån ökar om upphettningen sker snabbt eller ojämnt. Därför skall man alltid sträva efter att värma upp så långsamt så att temperaturen blir tillräckligt jämn genom hela tvärsnittet. Ett alternativ vid stora och komplicerade verktyg är att genomföra upphettningen i flera steg, för att i varje steg erhålla en temperaturutjämnning.

Vad som sagts om upphettning gäller också vid kylning. Mycket höga spänningar kan uppkomma vid svalning. En allmän regel är att ju långsammare kylningen kan göras desto mindre formförändring uppkommer genom termiska spänningar.

## DIMENSIONSFRÄNDRINGAR

Omvandlingsspänningar uppkommer när stålets mikrostruktur omvandlas. Dimensionsförändringar p g a omvandlingar i stålet är svåra att påverka utan att byta stålsort.

Dimensionsförändringar sker både vid härdning och anlöpning. Vid uppskattningen av de totala måttförändringarna skall följaktligen effekten vid härdningen och anlöpningen adderas. Uddeholms produktbroschyrer innehåller uppgifter om dimensionsförändringarna hos respektive stålsort.

## AVKOLNING

Det är viktigt att verktygsytorna skyddas mot oxidering och avkolning. Det bästa skyddet erhålls i vakuumugnar, som ger helt opåverkade ytor.

## UPPKOLNING

Uppkolning är ett resultat av upptagning av kol i stålytan och en konsekvens av att det omgivande mediet vid härdningen innehåller fritt kol. Ökad kolhalt i ytan kan resultera i ett hårt och sprött ytskikt, som ökar risken för urflisning och sprickbildning hos verktyget.

## KORNGRÄNSUTSKILJNING

Karbider kan skiljas ut vid svalningen efter austenitiseringen om svalningshastigheten är för låg. Karbiderna utskiljs huvudsakligen i korngränserna i stålet, vilket medför förlust av seghet och hårdhet efter härdningen.

Ytterligare information om värmebehandling ges i Uddeholms broschyr ”Värmebehandling av verktygsstål”.

## GNISTBEARBETNING

Vid gnistbearbetning är det viktigt att beakta följande punkter för att erhålla ett tillfredsställande resultat. Under gnistprocessen blir ytskiktet hos det redan värmebehandlade stålet omhärdat, d v s ett hårt och sprött skikt uppstår som, om inte åtgärder vidtages, ofta leder till urflisning och sprickbildning.

För att undvika detta problem bör följande beaktas.

- Avsluta gnistningen med "fingnistning" d v s låg ström och hög frekvens. Rätt dimensionering av fingnistningselektroden är viktigt för att försäkra sig om en fullständig eliminering av det grovgnistade ytskiktet, se bild 4.
- Ytskiktet efter fingnistning skall avlägsnas med polering.
- Om det föreligger några tvivel om att det gnistpåverkade skiktet inte fullständigt avlägsnats, skall verktyget anlöpas ytterligare en gång efter gnistningen, vid en temperatur 15–25°C under den tidigare anlöpningstemperaturen.

## TRÅDGNISTNING

Denna process gör det enkelt att skära ut komplicerade former ur härdade stålblock. Härdade stål innehåller emellertid alltid spänningar och när stora delar av ett block skärs ut på en gång kan detta leda till formförändringar och ibland även sprickor i verktyget. Problemet med sprickbildning uppkommer vanligen i relativt tjocka tvärsektioner, vanligtvis tjocklekar över 50 mm.



Bild 4. Ytan hos Uddeholm Sverker 21 efter grovgnistning. Det vita skiktet är sprött och innehåller sprickor.

I särskilda fall kan risken minskas genom följande försiktighetsåtgärder.

- Minska den generella spänningsnivån i detaljen genom anlöpning vid hög temperatur. Detta förutsätter att ett stål med högt anlöpningsmotstånd används.
- Rätt härdning och dubbelanlöpning är viktigt. En tredje anlöpning är tillrädligt vid grövre tvärsektioner.
- Konventionell maskinbearbetning av arbetsstycket före värmebehandlingen, för att erhålla en form nära den slutliga verktygsformen.
- Borra ett flertal hål i den yta som skall tas bort och förena därefter hålen genom sågning före härdning och anlöpning.

Det omhärdate ytskiktet efter trådgnistning är vanligtvis relativt tunt och kan jämföras med fingnistning. Det är emellertid tillräckligt tjockt för att orsaka urflisning eller sprickbildning, speciellt hos svåra geometrier vid höga hårdheter. Det är därför tillrädligt att göra minst en fingnistning efter grovgnistningen. En fingnistning eller flera är ändå ett måste för att erhålla de nödvändiga dimensionstoleranserna.

För ytterligare information se Uddeholms broschyr "Gnistning av verktygsstål".

# Ytbehandling

## GASNITRERING

Gasnitring ger ett hårt ytskikt med bra motstånd mot repande nötning. Det hårda nitrerade skiktet är emellertid sprött och kan flisa ur eller spricka om verktyget utsätts för slag eller snabba temperaturförändringar. Risken ökar med ökad tjocklek hos skiktet. Före nitringen måste verktyget hårdas och anlöpas. Anlöpningstemperaturen skall vara omkring 25°C högre än nitretemperaturen.

## NITROKARBURERING

Det nitrerade skiktet som uppkommer vid nitrokarbureringen är normalt tunnare än skiktet som uppkommer vid jon-nitring eller normal gasnitring. Skiktet anses också vara segare och ha smörjande egenskaper.

Det är känt att nitrokarburerade stansar ger speciellt goda resultat vid stansning av tunna och kletande material, som austenitiska rostfria stål. Det nitrerade skiktet minskar tendensen till kletning (adhesion) mellan stansen och arbetsmaterialet.

Av Uddeholms kallarbetsstål kan följande stålsorter nitreras:

Caldie, Sleipner, Unimax, Calmax, Sverker 21, Rigor, Sverker 3, Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 6 SuperClean, Vanadis 10 SuperClean och Vanadis 23 SuperClean.

Skikthårdenheten är 900–1250 HV<sub>10</sub> beroende på stålsort och nitreringsprocess.

## YTBELÄGGNING

Ytbeläggning av verktygsstål kan vara ett alternativ vid vissa typer av kallarbetsapplikationer, däribland högpresterande stansnings- och formningsverktyg.

Det hårda material som avsätts på ytan består vanligen av titannitrid, titankarbid eller titankarbonnitrid. Det är den höga hårdheten och lågfriktionsegenskaperna hos beläggningen som ger en nötningsbeständig yta och som minskar risken för påkletning. Beläggningens metod, verktygsgeometrin och toleranskraven ställer speciella krav på verktygsmaterialet.

- **PVD** (Physical Vapour Deposition) är en metod för påläggning av ett nötningsbeständigt ytskikt vid temperaturer kring 500°C. Även lägre beläggningstemperaturer ( $\geq 200^\circ\text{C}$ ) är möjliga idag. Vid beläggning i temperaturområdet kring 500°C är det nödvändigt med ett substratmaterial med hög anlöpningsbeständighet.
- **CVD** (Chemical Vapour Deposition) är en metod för påläggning av ett nötningsbeständigt ytskikt vid temperaturer kring 1000°C. Efter CVD-beläggning är det nödvändigt att utföra härdning och anlöpning (i vakuumugn). Med denna beläggningssmetod finns det en risk för att dimensionsförändringar äger rum. Detta gör CVD mindre lämpad för verktyg med höga toleranskrav.

Uddeholms kallarbetsstål Vanadis 4 Extra SuperClean, Vanadis 10 SuperClean och Vanadis 23 SuperClean har visat sig vara särskilt lämpliga för titankarbid- och titannitridbeläggningar. Den jämna karbidfördelningen hos dessa stål gynnar bindningen av skiktet och minskar dimensionsförändringarnas spridning vid härdningen. Dessa fördelar tillsammans med pulverstålens höga hållfasthet gör att det pålagda skiktets goda egenskaper kan utnyttjas i större utsträckning.

Uddeholm Vancron 40 SuperClean används normalt i obelagt skick för att förhindra påkletning. Ibland är dock beläggning nödvändig om kontaktrycket i applikationen i fråga är speciellt högt. Utmärkta resultat kan då uppnås.

Ytbeläggning av verktyg bör användas i vissa specifika applikationer med hänsyn till typ av beläggning, toleranskrav etc. Vi rekommenderar att ni kontaktar ert närmaste Uddeholmskontor för ytterligare information.



PVD-belagd stans och dyna.

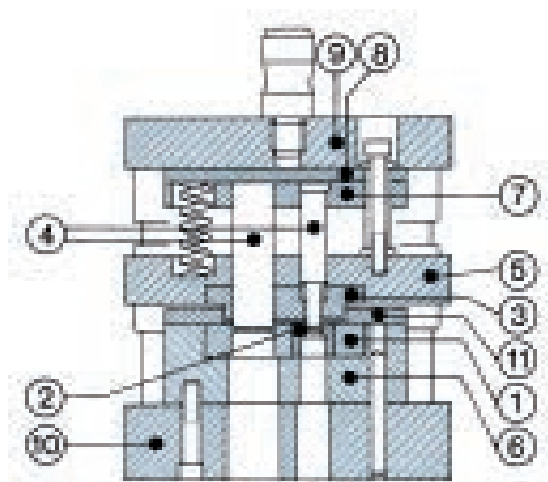
## STANSSPALTER

Den optimala stansspalten bestäms oftast på konstruktionsstadiet, med hänsyn till tjockleken och hårdheten hos det aktuella arbetsmaterialet. Verktygsanvändaren märker snabbt att otillräcklig eller överdriven stansspalt leder till antingen oacceptabel nötning hos verktyget eller för stora toleranser hos detaljerna. När den optimala stansspalten är fastställd är det viktigt att se till att stansen centreras rätt i dynan för att undvika ojämna klippkrafter. Ojämna klippkrafter leder till ojämn förslitning och risk för ett för tidigt verktygshaveri.

## ALLMÄNNA REKOMMENDATIONER – KLIPP- OCH STANSVERKTYG

DEL	UDDEHOLMS STÅL	HRC
1 Dyna	ARNE, CALDIE, SLEIPNER, RIGOR, SVERKER 21, SVERKER 3, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 6, VANADIS 10, VANADIS 23, VANCRON 40	54–65
2 Insats	SVERKER 21, SVERKER 3, CALDIE, SLEIPNER, UNIMAX, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 6, VANADIS 10, VANADIS 23, VANCRON 40	58–65
3 Avdragare	UHB 11 – Finbearbetat, Precisionsbearbetat	
4 Stansar	ARNE, CALDIE, SLEIPNER, RIGOR, SVERKER 21, SVERKER 3, UNIMAX, VANADIS 4 EXTRA, VANADIS 6, VANADIS 10, VANADIS 23, VANCRON 40	54–65
5 Styrplatta	UHB 11	—
6 Stödplatta	UHB 11	—
7 Stanshållare	ARNE – Precisionsbearbetat	—
8 Tryckplatta	ARNE	58–60
9 Stansfäste	UHB 11, FORMAX	—
10 Dynfäste	UHB 11, FORMAX	—
11 Bandstyrning	UHB 11 – Finbearbetat, Precisionsbearbetat	—

*Vancron 40 och Vanadis-stålen i tabellen är Uddeholms pulvermetallurgiskt framställda SuperClean-stål.*



# Produktprogram

## TILLGÄNGLIGHETEN PÅ UDDEHOLMS KALLARBETSSTÅL

Uddeholms långa erfarenhet som leverantör till kallarbetsindustrin har gett god kännedom om vilka dimensioner, stålsorter och toleranser som täcker industrins behov. Men Uddeholm, som en ledande stålleverantör och partner i branschen, har i viss utsträckning också påverkat detta.

Den goda tillgängligheten på material består av en kombination av lokala lager, pålitlig leveransservice samt inarbetade och genomtänkta produkt- och dimensionsprogram.

## LOKALA LAGER

Via vår världsomspännande marknadsorganisation strävar vi ständigt efter att anpassa lagerprogram och lagernivå till de individuella behoven hos varje marknad. I detta sammanhang är lokaliseringen av ett lager viktig för att kunna upprätthålla en god leveransservice.

## PÅLITLIG LEVERANSSERVICE

Det globala nätverket av Uddeholms lager och det kompletta produktprogrammet utgör basen för vår leveransservice.

Varje enskilt lager har också ett väl fungerande distributionssystem.

## EN GENVÄG TILL PRODUKTIVITET

Att köpa förbearbetat verktygsmaterial är ett bra sätt att frigöra kapacitet hos verktygsmakaren för mer avancerad maskinbearbetning.

Uddeholms produkter kan fås i olika utföranden, däribland flera ytutföranden med olika grader av förbearbetning, t ex grovbearbetat, finbearbetat och precisionsbearbetat. Alla utföranden har plustolerans, vilket möjliggör en slutlig dimensionsjustering till ett standardmått.

- Mindre kvantiteter stål behöver köpas in med anledning av att materialsvinnet minskar avsevärt.
- Ingen bearbetningskostnad för att avlägsna det avkolade skiktet.
- Tillverkningstiden minskar, vilket underlättar planeringen och gör kalkyleringen säkrare.

## BEARBETADE VERKTYGSSTÅLSPLATTOR

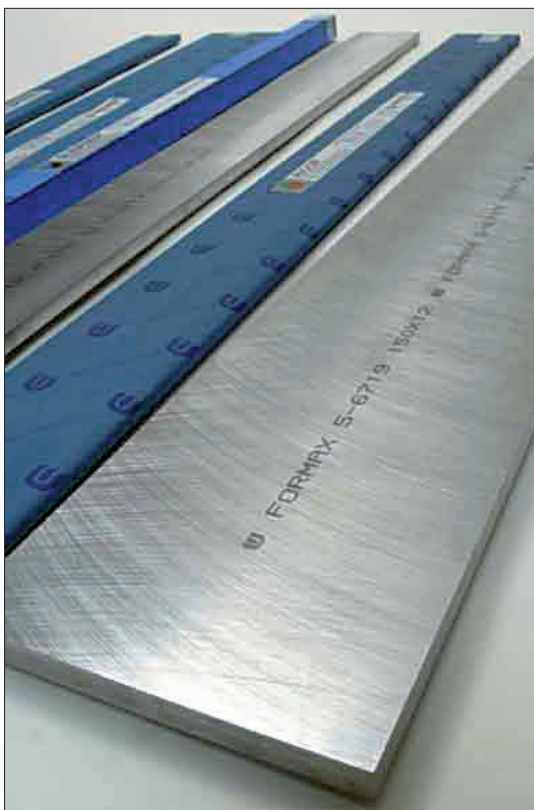
Kostnaderna för maskinbearbetning kan minskas genom att redan från början konstruera med bearbetade plattor i olika dimensioner. Dessa plattor, som är slipade till specifika dimensioner på alla sidor, kan tillhandahållas genom Uddeholm.

## FINBEARBETADE VERKTYGSSTÅL

Förutom själva stålets egenskaper anges här nedan några av de viktigaste krav, som en verktygsanvändare har på finbearbetade plattor.

- Rakhets- och tjockleksvariationer inom specifika toleranser.
- Att risken för formförändringar är liten, eftersom egenspanningar frigörs vid ytterligare maskinbearbetning.
- Acceptabel ytfinish.

Ett omfattande utvecklings- och investeringsprogram gör att Uddeholm nu kan leverera hela sitt program av finbearbetade stänger och plattor i ett utförande där segmentslipning kompletteras med krysslipning.



Finbearbetade plattor med krysslipad yta.

Titta efter det krysslipade mönstret — kännetecknet för kvalitet och låg spänningsnivå i materialet och därmed en problemfri verktygstillverkning!

Ytterligare en fördel med finbearbetat verktygsmaterial, förutom de som beskrivits ovan, är att:

- bearbetning ned till slutdimensionen reduceras till ett minimum och kan i vissa fall elimineras helt

De finbearbetade stängerna levereras rullmärkta, inslagna i skyddspapper och i lätthanterbara längder, 1030 mm. Stängerna är slipade/finbearbetade med följande toleranser:

*tjocklek*: nominell dimension +0,40/+0,65 mm

*bredd*: nominell dimension +0,40/+0,80 mm

De viktigaste stålsorterna finns alla tillgängliga i finbearbetat utförande.

#### TILLSATSMATERIAL FÖR SVETSNING

Tillsatsmaterial, som ger ett arteget svetsgods, finns för verktygsstålen Uddeholm Calmax, Uddeholm Carmo, Uddeholm Caldie och Uddeholm Unimax.

Basiska elektroder för MMA-svetsning finns som Uddeholm Calmax/Carmo Weld och Uddeholm Caldie Weld i dimensionerna Ø 2,5 mm och Ø 3,2 mm.

Tillsatsmaterial för TIG-svetsning finns som Uddeholm Calmax/Carmo Tig-Weld, och Uddeholm Unimax Tig-Weld i dimensionen Ø 1,6 mm. Uddeholm Caldie Tig-Weld finns i dimensionerna Ø 1 mm och Ø 1,6 mm.

## Uddeholms verktygsstål för kallarbetsverktyg

<p><b>UDDEHOLMS STÅL</b></p> <p>UDDEHOLM ARNE (AISI O1, W.-Nr. 1.2510)</p>	<p>Uddeholm Arne är ett mångsidigt verktygsstål som kan användas i många olika kallarbetsapplikationer. De främsta egenskaperna är god maskinbearbetbarhet och en bra kombination av ythårdhet, seghet och duktilitet efter härdning och anlöpning. Denna egenskapsprofil gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i kortserieverktyg samt tryck- och hållarplattor för stansar.</p>
<p>UDDEHOLM RIGOR (AISI A2, W.-Nr. 1.2363)</p>	<p>Uddeholm Rigor är ett verktygsstål som karaktäriseras av god maskinbearbetbarhet, hög tryckhållfasthet, god härdbarhet, relativt god seghet och duktilitet samt medelhögt nötningsmotstånd (blandad nötningsprofil). Denna egenskapsprofil gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i verktyg för medellånga serier.</p>
<p>UDDEHOLM SLEIPNER</p>	<p>Uddeholm Sleipner är ett verktygsstål som karakteriseras av mycket hög tryckhållfasthet, god härdbarhet, god maskinbearbetbarhet och slipbarhet, goda trådgnistningsegenskaper, relativt högt motstånd mot både adhesivt och abrasivt slitage samt relativt högt motstånd mot urflisningar.</p> <p>Uddeholm Sleipner har en mycket bred egenskapsprofil och kan därför användas i många olika kallarbetsapplikationer i medellånga produktionsserier, däribland stansning och formning av plåtar med hög/ultrahög hållfasthet.</p>
<p>UDDEHOLM SVERKER 3 (AISI D6, W.-Nr. 1.2436)</p>	<p>Uddeholm Sverker 3 är ett verktygsstål som karaktäriseras av hög tryckhållfasthet, hög ythårdhet efter härdning, god härdbarhet och mycket högt nötningsmotstånd (abrasiv nötningsprofil). Denna egenskapsprofil gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i ett verktyg för långa serier, i applikationer där arbetsmaterialet är särskilt abrasivt och när kravet på seghet är lågt, t ex stansning av transformatorplåt och pressning av keramikdetaljer.</p>
<p>UDDEHOLM SVERKER 21 (AISI D2, W.-Nr. 1.2379)</p>	<p>Uddeholm Sverker 21 är ett verktygsstål som karaktäriseras av hög tryckhållfasthet, hög ythårdhet efter härdning, god härdbarhet och högt nötningsmotstånd (abrasiv nötningsprofil). Denna egenskapsprofil gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i verktyg för medellånga serier i applikationer där abrasiv nötning dominerar och risken för urflisning eller sprickbildning inte är så hög t ex för stansning och formning av tunna och hårda arbetsmaterial.</p>
<p>UDDEHOLM CALMAX (W.-Nr. 1.2358)</p>	<p>Uddeholm Calmax är ett verktygsstål som karaktäriseras av hög tryckhållfasthet, hög ythårdhet efter härdning, god härdbarhet, utomordentligt hög seghet och duktilitet, högt nötningsmotstånd (adhesiv nötningsprofil), god flam- och induktionshärdbarhet samt lätt att reparationssvetsa. Uddeholm Calmax är lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i verktyg för korta till medellånga serier, i ett brett område av kallarbetsapplikationer där adhesiv nötning dominerar och där risken för urflisning eller sprickbildning är mycket hög t ex stansning och formning av tjock plåt.</p>
<p>UDDEHOLM UNIMAX</p>	<p>Uddeholm Unimax är ett verktygsstål karaktäriserat av mycket högt motstånd mot urflisning (jämn seghet och duktilitet i alla riktningar), god härdbarhet, god maskinbearbetbarhet och slipbarhet, lätt att trådgnista, bra motstånd mot adhesiv nötning och adekvat motstånd mot abrasiv nötning.</p> <p>Uddeholm Unimax är en unik problemlösare för mediumlånga tillverkningsserier för svåra applikationer t ex komplicerade klippoperationer och kallsmide med höga krav på motstånd mot urflisningar och sprickbildning.</p>

<p>UDDEHOLM CALDIE</p>	<p>Uddeholm Caldie är ett verktygsstål som karakteriseras av extremt god kombination av hög tryckhållfasthet och motstånd mot urflisning, god härdbarhet, goda egenskaper för trådnistning, högt motstånd mot adhesiv förslitning och relativt högt motstånd mot abrasiv förslitning.</p> <p>Uddeholm Caldie är en unik problemlösare vid svåra kallarbetsapplikationer för medellånga produktionsserier där en god kombination av hög tryckhållfasthet och motstånd mot urflisning är nödvändig. Kallsmide av svåra arbetsmaterial och svåra geometrier och klipping och formning av avancerade höghållfasta stål (AHSS) är goda exempel. Uddeholm Caldie är också mycket lämpligt som substratmaterial för alla typer av ytbeläggningar.</p>
<p>UDDEHOLM VANADIS 4 EXTRA SUPERCLEAN</p>	<p>Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean är ett PM (pulvermetallurgiskt) verktygsstål som karakteriseras av hög tryckhållfasthet, hög ythårdhet efter härdning, mycket god härdbarhet, mycket högt urflisnings- och nötningsmotstånd (adhesiv nötningsprofil), mycket god måttstabilitet vid härdning och god skärbarhet.</p> <p>Uddeholm Vanadis 4 Extra SuperClean har en egenskapsprofil som gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i långserieverktyg för ett brett applikationsområde där adhesiv nötning dominerar och/eller risken för urflisning eller sprickbildning är mycket hög. T ex vid stansning och formning av tjocka arbetsmaterial av austenitiskt rostfritt stål, enkla kolstål, avancerade höghållfasta plåtar och aluminium etc. Stålet är särskilt lämpligt som substrat vid CVD-beläggning.</p>
<p>UDDEHOLM VANADIS 6 SUPERCLEAN</p>	<p>Uddeholm Vanadis 6 SuperClean är ett PM (pulvermetallurgiskt) stål som karakteriseras av mycket högt nötningsmotstånd (abrasiv/adhesiv), hög tryckhållfasthet, hög duktilitet, mycket god måttstabilitet vid härdning och vid användning, mycket god härdbarhet och god anlöpningsbeständighet. Denna egenskapsprofil gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i långserieverktyg där blandad (abrasiv-adhesiv) eller abrasiv nötning och/eller urflisning/brott och/eller plastisk deformation är de dominerande skademekanismerna. Stålet är även lämpligt som substrat vid ytbeläggningar.</p>
<p>UDDEHOLM VANADIS 10 SUPERCLEAN</p>	<p>Uddeholm Vanadis 10 SuperClean är ett PM (pulvermetallurgiskt) verktygsstål som karakteriseras av hög tryckhållfasthet, hög ythårdhet efter härdning, mycket god härdbarhet, relativt hög duktilitet, utomordentligt högt nötningsmotstånd (abrasiv nötningsprofil) och mycket god måttstabilitet vid härdning.</p> <p>Uddeholm Vanadis 10 SuperClean har en egenskapsprofil som gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i långserieverktyg där abrasiv nötning dominerar. T ex stansning och formning av abrasiva material i allmänhet, stansning av elektroplåt, stansning av packningar, papper och folietillskärning, granuleringsknivar, matarskruvar vid plastextrusion etc.</p>
<p>UDDEHOLM VANADIS 23 SUPERCLEAN (AISI M3:2, W.-Nr. 1.3395)</p>	<p>Uddeholm Vanadis 23 SuperClean är ett PM (pulvermetallurgiskt) snabbstål som karakteriseras av hög tryckhållfasthet, hög ythårdhet efter härdning, mycket god härdbarhet, hög duktilitet, mycket högt nötningsmotstånd (blandad eller abrasiv nötningsprofil) och mycket god måttstabilitet vid härdning.</p> <p>Uddeholm Vanadis 23 SuperClean har en egenskapsprofil som gör stålet lämpligt för tillverkning av de aktiva delarna i långserieverktyg för ett brett applikationsområde, där blandad eller abrasiv nötning dominerar och där risken för plastisk deformation är hög. T ex stansning av kallvalsade stålband eller andra hårda material. Stålet är särskilt lämpligt som substrat vid PVD-beläggning.</p>



UDDEHOLM VANCRON 40 SUPERCLEAN	<p>Uddeholm Vancron 40 SuperClean är ett PM (pulvermetallurgiskt) verktygsstål som karaktäriseras av mycket högt påkletningsmotstånd, mycket högt motstånd mot adhesiv nötning, bra motstånd mot urflisning och sprickbildning, hög tryckhållfasthet, goda genomhärdningsegenskaper och god formbeständighet vid härdning.</p> <p>Antipåkletningsprofilen hos Uddeholm Vancron 40 SuperClean innebär att det är idealiskt för långserieverktyg som normalt skulle kräva ytbeläggning för att förhindra påkletning. Det är sällan nödvändigt att ytbelägga verktyg i detta pulverstål.</p>
UDDEHOLMS FORMBYGGNADS- STÅL	
UDDEHOLM FORMAX	Uddeholm Formax är ett lågkolhaltigt formbyggnadsstål lämpligt för stora över- och underplattor samt stödplattor med lägre krav på hållfasthet. Uddeholm Formax är lätt att gasskåra, svetsa och sätthårda.
UDDEHOLM UHB 11 (AISI 1148, W.-Nr. 1.1730)	Uddeholm UHB 11 är ett formbyggnadsstål med medelhög kolhalt, lämpligt för stans- och dynfästen, bärande detaljer för större påkänningar, stanshållare och avdragare.

## UTFÖRANDE OCH PRODUKTER

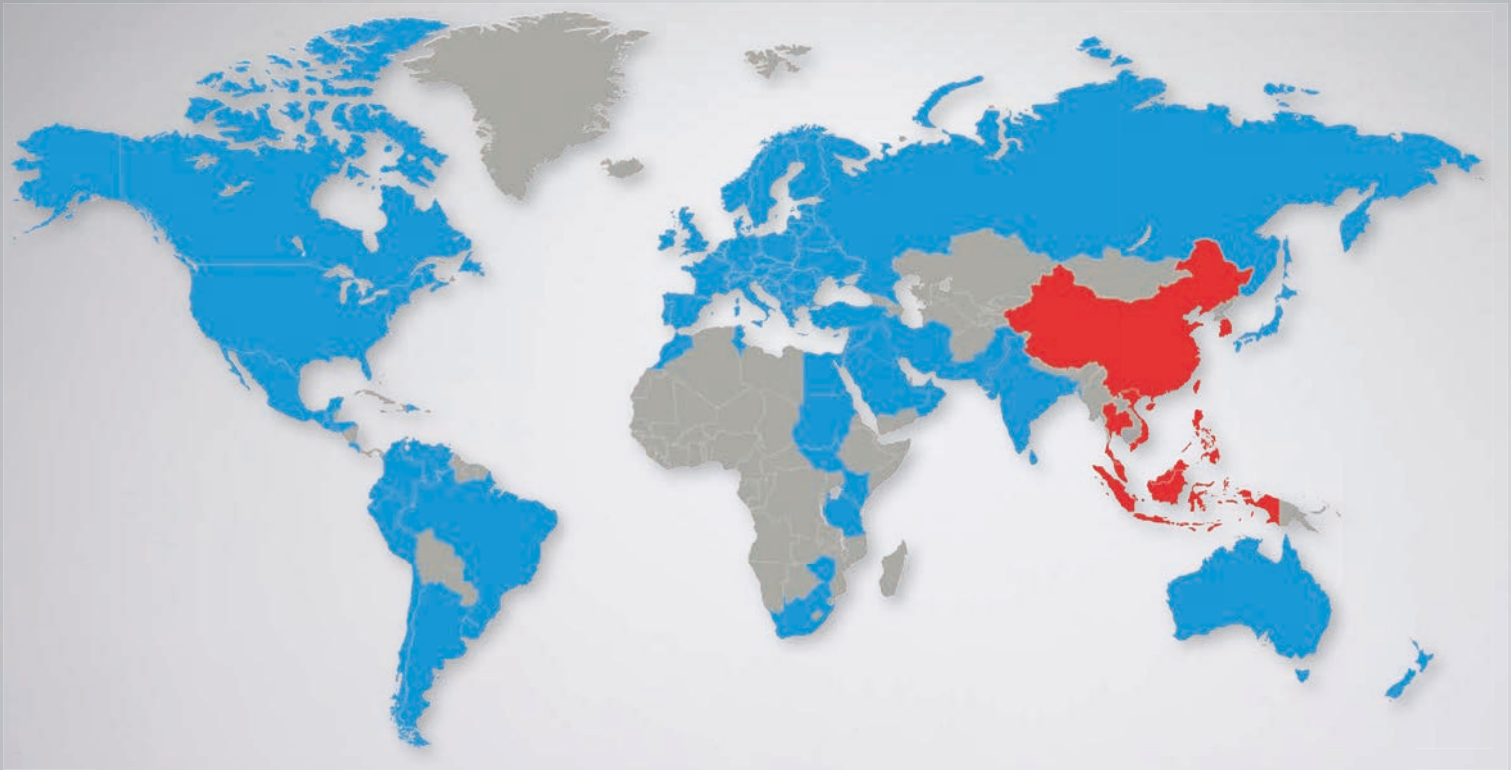
UDDEHOLMS STÅL	UTFÖRANDE PÅ STÅNG					ÖVRIGA PRODUKTER	
	OBEAR- BETAD	GROV- BEARBETAD	HÅLAD STÅNG	FIN- BEARBETAD	PRECISIONS- BEARBETAD	PLÅT	SVETS- ELEKTRODER
ARNE	X	X		X	X	X	
RIGOR	X	X		X		X	
SLEIPNER	X	X		X		X	
SVERKER 3	X	X		X			
SVERKER 21	X	X	X	X		X	
CALMAX	X	X		X			X
UNIMAX	X	X					X
CALDIE	X	X		X			X
VANADIS 4 EXTRA*	X	X		X	X	X	
VANADIS 6*	X	X		X		X	
VANADIS 10*	X	X		X		X	
VANCRON 40*		X					
VANADIS 23*	X	X		X		X	
<b>UDDEHOLMS FORMBYGG- NADSSTÅL</b>							
FORMAX	X	X		X	X	X	
UHB 11	X	X		X	X	X	

\* Uddeholms PM SuperClean stål.

## KEMISK SAMMANSÄTTNING

UDDEHOLMS STÅL	ANALYS %								LEVERANS- HÅRDHET max. Brinell
	C	Si	Mn	Cr	Mo	W	V	S	
ARNE	0,95	0,3	1,1	0,6	–	0,55	0,1	–	220
RIGOR	1,0	0,3	0,6	5,3	1,1	–	0,2	–	235
SLEIPNER	0,9	0,9	0,5	7,8	2,5	–	0,5	–	240
SVERKER 3	2,05	0,3	0,8	12,7	–	1,1	–	–	260
SVERKER 21	1,55	0,3	0,4	11,3	0,8	–	0,8	–	235
CALMAX	0,6	0,35	0,8	4,5	0,5	–	0,2	–	212
UNIMAX	0,5	0,2	0,5	5,0	2,3	–	0,5	–	200
CALDIE	0,7	0,2	0,5	5,0	2,3	–	0,5	–	215
VANADIS 4 EXTRA*	1,4	0,4	0,4	4,7	3,5	–	3,7	–	270
VANADIS 6*	2,1	1,0	0,4	6,8	1,5	–	5,4	–	270
VANADIS 10*	2,9	0,5	0,5	8,0	1,5	–	9,8	–	310
VANCRON 40*	1,1	0,5	0,4	4,5	3,2	3,7	8,5	N 1,8	300
VANADIS 23*	1,28	0,5	0,3	4,2	5,0	6,4	3,1	–	260
<b>UDDEHOLMS FORMBYGGNADS- STÅL</b>									
FORMAX	0,18	0,3	1,3	–	–	–	–	–	230
UHB 11	0,50	0,2	0,7	–	–	–	–	–	210

\* Uddeholms PM SuperClean stål.



## Network of excellence

UDDEHOLMs globala närvaro innebär att du alltid kan vara säker på att få samma höga kvalitet var du än befinner dig. Inom Pacificområdet i Asien representeras vi av ASSAB, som är vår exklusiva säljkanal.

Tillsammans befäster vi ställningen som världsledande leverantör av verktygsstål.

UDDEHOLM är världsledande leverantör och tillverkare av verktygsstål. Det är en position vi har nått genom att ständigt bidra till bättre affärer för våra kunder. Genom lång erfarenhet, grundlig forskning och kontinuerlig utveckling av nya produkter är vi väl rustade att lösa alla de problem som kan uppstå. Det är en tuff utmaning, men målsättningen är lika tydlig som alltid – att vara bästa affärspartner och förstahandsleverantör.

Vi finns över hela världen. Det innebär att du alltid kan vara säker på att få samma höga kvalitet var du än befinner dig. Inom Pacificområdet i Asien representeras vi av ASSAB, som är vår exklusiva säljkanal. Tillsammans befäster vi ställningen som världsledande leverantör av verktygsstål. Vår globala närvaro gör det enkelt att vara kund hos oss, och det finns alltid en Uddeholm- eller ASSAB-representant nära till hands för rådgivning och support. Det handlar om förtroende, såväl i långvariga samarbeten som vid utveckling av nya produkter. För oss är förtroende något man lever upp till – varje dag.

Mer information finner du på [www.uddeholm.com](http://www.uddeholm.com), [www.assab.com](http://www.assab.com) eller Uddeholms lokala hemsida.