

A close-up photograph of a welding process on a dark, textured metal surface. A welding torch is positioned on the left, with a bright orange and yellow flame at the tip. A metal rod is held in the torch, and a bright orange and yellow flame is visible at the point of contact with the metal. The metal surface has some faint markings, including the word "MILBIL" and a circular symbol. The background is dark and out of focus.

# Gjutjärns- svetsning

## Innehåll

Vad är gjutjärn? .....	3	Svetsprocedurer.....	9
Vitt gjutjärn .....	4	Smuts, gjuthud, färg etc.....	9
Grått gjutjärn.....	4	Fogberedning .....	9
Segjärn.....	5	Förvärmning .....	9
Aducerjärn.....	5	Förvärmningens nivåer .....	9
Faktorer som påverkar svetsbarheten .....	6	Svetsning allmänt .....	10
Egenspänningar .....	6	Buttring.....	10
Spänningskoncentrationer.....	6	Ensträngssvets.....	10
Värmpåverkan .....	6	Kall svetsning .....	10
Utspädning av svetsgodset .....	6	Halvvarm svetsning 250°C .....	11
Oljeförorening av gjutgodset .....	6	Bakstegssvetsning.....	11
Hur man kan kontrollera faktorer som påverkar svetsbarheten .....	7	Purra svetsen .....	11
Rätt svetsparametrar .....	7	Flerlayersvets .....	11
Korta strängar .....	7	Värmebehandling.....	11
Förvärmning .....	7	Avsvälning .....	11
Purra svetsen .....	7	Reparationer.....	12
Oregelbundna former .....	7	Sprickor .....	12
HAZ och inträngningszon .....	7	Brott.....	12
Kolupptag från grundmaterialet.....	7	Bränt gjutgods.....	13
Oljeimpregnerat gjutjärn .....	8	Inre oxidering.....	13
		Tunna sektioner .....	13
		Järnbaserade elektroder.....	14
		Kopparbaselektroder.....	14

## Vad är gjutjärn?



Gjutjärn är järnbaserade legeringar med kolhalt högre än 2%. De vanligaste typerna av gjutjärn har kolhalter mellan 2,5%-4% C. Genom att legera järn med så pass mycket kol kan smältpunkten sänkas. Detta förenklar och förbilligar gjutprocessen samtidigt som krympningen vid stelandet blir mindre. Rent järn har smältpunkt vid 1534°C medan järn legerat med 4,3% C har smältpunkt vid 1147°C. Den höga kolhalten innebär att svetsbarheten hos gjutjärn inte är speciellt bra. Gjutjärn innehåller dessutom ofta mer svavel och fosfor än vanligt stål vilket ytterligare försämrar svetsbarheten.

Gjutjärn finns som två olika grupper. Det är dels de grafitiska gjutjärnen som kännetecknas av att kolet till stor del ligger utskilt som ren grafit i mikrostrukturen och dels det så kallade vitjärnet där kolet ligger bundet till järn som cementit eller martensit.

De grafitiska gjutjärnen delas i sin tur in i tre stora grupper utifrån den geometriska form som grafiten har i materialet. De tre grupperna är:

- Gråjärn
- Segjärn
- Acucerjärn

### Vitt gjutjärn



Vitt gjutjärn är mycket hårt och mycket sprött och har därför inte så många användningsområden. Det förekommer att vitjärn används till slitdelar i mal- och krossanläggningar. Vitjärnet kan också genom legering göras så pass värmebeständigt att det kan användas exempelvis till galler i mineralrosteranläggningar.

Det vita gjutjärnet får svalna snabbt efter gjutning. Den snabba svalningen leder till att kolet förenar sig med järn och ger stora och rikligt förekommande karbider. Dessa är mycket spröda och hårda och det är detta som sätter sin prägel på materialets egenskaper. Grundmassan kan vara martensit eller perlit.

Det vita gjutjärnet kan betraktas som icke svetsbart. Ändå har man lyckats med påläggning av OK Autrod 12.51 på krossvalsar. Det mjuka stålet fick sin hårdhet genom kolupptag från det vita gjutjärnet. Att foga vitt gjutjärn är emellertid inte att rekommendera.

### Grått gjutjärn

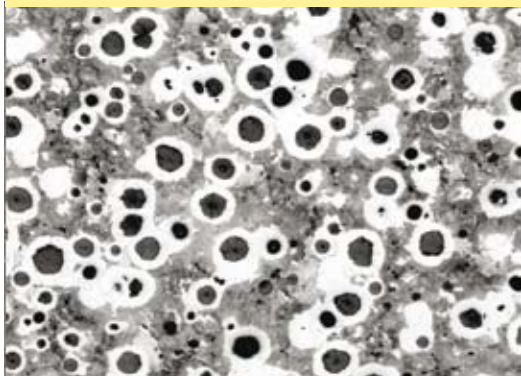


Grått gjutjärn är det vanligaste gjutjärnet. Ungefär 70 % av alla gjutjärn är gråjärn.

I gråjärnet ligger grafitten utskild som så kallad lamellär fjällgrafit, dvs platta, tunna flak av grafite. För att kolet ska skiljas ut som grafite och inte förenas med järn till hårda strukturer som cementit och martensit krävs att gjutjärnet får svalna långsamt i ugn. Dessutom används tillsatser av kisel som påskyndar sönderfallet till grafite, det vill säga gör den nödvändiga varmhållningstiden kortare.

Fjällgrafiten ger gråjärnet bra vibrationsdämpande förmåga, bra bullerdämpande förmåga, bra spånbrutande egenskaper och en smörjande effekt vid glidande nötning (grafitsmörjning). Tyvärr ger den också gråjärnet låg slagseghet och låga förlängningsvärden. Grundmassan som omger grafiten kan beroende på hur gråjärnet är legerat vara ferritisk, perlitisk, ferrit/perlitisk eller till och med austenitisk. Olegerat och låglegerat grått gjutjärn innehåller vanligen upp till 4,5% C och upp till 3% Si. En del äldre typer av gråjärn kan innehålla avsevärda mängder svavel och fosfor som försvårar svetsningen. Det är emellertid sällan fallet med moderna gjutjärn och svetsning kan, förutsatt att tillsatsmaterial och svetsprocedur anpassas oftast ske utan komplikationer.

## Segjärn



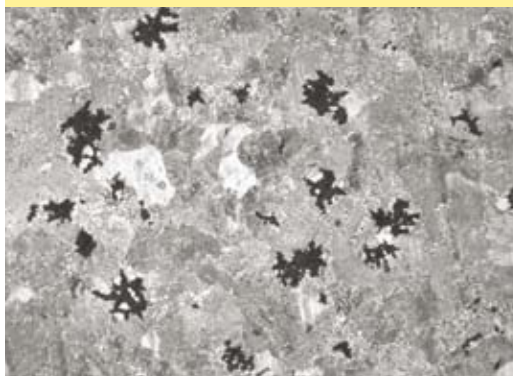
Segjärn är ett gjutjärn där man genom legering med små mängder magnesium eller cerium har fått grafiten att utskiljas i sfärisk form i stället för som fjällgrafit. Detta ger, jämfört med gråjärn, betydligt högre hållfasthet, formbarhet och seghet. Segjärnet har dessutom samma goda vibrationsdämpande förmåga, goda ljuddämpande förmåga, smörjande effekt och goda spånbrytning som gråjärnet har. Liksom för gråjärn gäller långsam svalning för att grafiten inte ska förena sig med järn och bilda hård och spröd cementit.

Segjärnets grundmassa kan anta alla de strukturformer som stål kan anta, det vill säga ferrit, perlit, austenit, bainit och martensit vilket gör att de olika segjärnskvaliteterna tillsammans omfattar ett stort hållfasthetsspann.

Halten av fosfor och svavel är som regel lägre i segjärn än i gråjärn, eftersom dessa ämnen håller tillbaka sfäroidiseringen av grafiten.

Liksom gråjärn är segjärnet möjligt att svetsa om bara tillsatsmaterial och svetsprocedur anpassas till materialet.

## Aducerjärn



Aducerjärn får man genom att värmebehandla vitt gjutjärn. Genom värmebehandlingen får man kolet att lämna sin förening med järn och övergå till klumpformiga, något greniga inneslutningar av fri grafrit. Grafitformen kallas temperkol. På det sättet ökar man segheten och de mekaniska egenskaperna hos aducerjärn motsvarar i princip segjärnets. Grundmassans struktur varierar genom reglering av svalningshastigheten efter värmebehandlingen och kan bestå av ferrit, perlit eller martensit.

Aducerjärnets svetsbarhet är ungefär som segjärnets.

## Faktorer som påverkar svetsbarheten

Att framgångsrikt svetsa gjutjärn beror i huvudsak på om man kan minimera följande faktorer:

- egenpåspänningar
- spänningskoncentrationer
- värmepåverkan
- förändring av den kemiska sammansättningen hos svetsgodset
- föroreningshalten i svetsgodset.

### Egenpåspänningar

Metall som stelnar krymper vid själva stelnande och fortsätter sedan också att krympa under svalningen. Vid svetsning värms materialet bara lokalt upp och förändringen i volym kommer därför att vara olika på olika avstånd från svetsen. Detta ger upphov till så kallade egenpåspänningar runt svetsen. Om man ska kunna undvika sprickor måste spänningarna kunna tas upp av materialet i och runt svetsen.

Vitt gjutjärn och vissa höglegerade grafitiska gjutjärn betraktas inte som svetsbara eftersom de på grund av sin sprödhet inte kan ta upp egenpåspänningarna.

De olegerade och de låglegerade grafitiska gjutjärnen har högre duktilitet (formbarhet) och betraktas därför som svetsbara om än lite svåra att svetsa. Gråjärnet som är den sprödaste varianten av de olegerade/låglegerade grafitiska gjutjärnen kan dock liksom vitjärnet ha svårt att klara av egenpåspänningarna vid svetsningen

### Spänningskoncentrationer

Detaljer med komplicerad form, tvära vinklar eller tjockleksförändringar kan vara mera svårsvetsade än enklare detaljer. Detta på grund av spänningar koncentreras till punkter som vinklar och tjockleksövergångar och där kan bli mycket höga. Man kan jämföra uppkomsten av spänningskoncentrationer med uppkomsten av till exempel trafikstockningar. Av de grafitiska gjutjärnen är det gråjärnet som sämst klarar av svetsning i komplicerade detaljer.

### Värmepåverkan

Den höga temperatur som uppstår i den värmepåverkade zonen vid svetsningen och den snabba svalning som sker efter avslutad svetsning kan få de grafitiska gjutjärnen att närmast smältgränsen helt eller delvis slå om till vitjärn. Hård och spröd cementit skiljs ut och materialets egenskaper förändras lokalt väldigt kraftigt. Lite längre från smältgränsen kan värmepåverkan orsaka martensitbildning. Oanlöst martensit är även den mycket hård och spröd.

Hur hög hårdheten blir i HAZ beror i huvudsak på avsvlningshastigheten medan utbredningen av HAZ i huvudsak beror på värmeförseln vid svetsningen. Strukturförändringarna kan dels orsaka problem med sprickbildning men också orsaka problem vid bearbetning efter svetsningen.

### Utspädning av svetsgodset

Genom att grundmaterialet smälts upp vid svetsningen kommer material från grundmaterialet att blandas med tillsatsmaterialet. Kolhalten påverkas bland annat och ofta också fosfor- och svavelhalten. Detta innebär att de mekaniska egenskaper som ett tillsatsmaterial uppges ha inte längre stämmer överens med de egenskaper som svetsgodset i den svetsade detaljen har. Dessutom kan risken för både varm- och kallsprickor öka.

### Oljeförorening av gjutgodset

Gjutjärn är ett poröst material och vid användning i smutsiga miljöer kan olja, fett och smuts absorberas av grafiten och i porositeter. Vid svetsreparering kommer oljan att förgasas och orsaka porer i svetsgodset.

## Hur man kan kontrollera faktorer som påverkar svetsbarheten

### Rätt svetsparametrar

Avsvulningsspänningarna kan minskas genom att använda rätt svetsparametrar. Generellt bör värmeförlusten hållas låg.

### Korta strängar

Svetsa med korta strängar, låg ström och planera strängföljden. Ju mindre volym som svalnar desto mindre avsvulningsspänningar. Därför är korta strängar bättre än långa. Pendling innebär större sträcka med ökande avsvulningsspänningar. Strängad svets är därför att föredra. Vid flerlager-svetsning kommer efterföljande strängar att värmebehandla de första svetsade strängarna och därmed lösa en del av spänningarna som byggts upp i de tidigare strängarna.

För att minimera värmeförlusten, i synnerhet i tunna sektioner, har det visat sig framgångsrikt att svetsa fallande vertikalt. Det går utmärkt med OK 92.58 och OK 92.60. Använd elektroder som ger ett svetsgodset med låg sträckgräns och hög seghet. Nivån på kvarvarande spänningar i svetsgodset närmar sig vanligtvis sträckgränsen. Följaktligen minskar man de kvarvarande spänningarna och avsvulningsspänningarna lättare med ett svetsgodset med låg sträckgräns än hög.

### Förvärm

Sträckgränsen i material minskar vanligen med ökad temperatur. Om krympningsspänningarna som emanerar från svetsningen kan rymmas i svetsgodset vid en högre temperatur än rumstemperatur kommer de kvarvarande spänningarna att bli lägre. Förvärmningen kommer således att minska risken för avsvulningsspänningar.

### Purra svetsen

Att smida eller purra svetsen bygger in tryckspänningar i svetsgodset istället för dragspänningarna som åstadkoms vid svetsningen. Detta är den mest användbara metoden när man vill undvika sprickbildning i gjutjärnsvetsar.

### Oregelbundna former

För att undvika sprickor i andra delar av gjutjärnsdetaljen på grund av krympspänningar orsakade av svetsning är det ofta nyttigt att utvidga dessa delar genom förvärmning och på så vis balansera dessa spänningar. Den här typen av förvärmning kallas vanligen indirekt förvärmning. Generellt kan man säga om den här metoden att det är bättre att värma en stor yta till en lägre temperatur, än att värma en liten yta till hög temperatur. En hög lokal värmning av fogen är förstas ändå nödvändig om man önskar en mjuk, bearbetbar svets.

När man svetsar en komplicerad gjutjärnsdetalj, som innehåller tvära övergångar mellan olika sektioner skall värmebehandlingen genomföras vid en temperatur strax under rödglödande. Om det inte är möjligt kan man ändå åstadkomma en tillfredsställande reparation genom förvärmning till en lägre temperatur och lokal uppvärmning av fogen. All förvärmning skall genomföras långsamt för att tillförsäkra en samtidig uppvärmning av hela detaljen. Förvärmning av hela detaljer upp till 600°C kan ske i lämpliga ugnar med hjälp av gas, träkol eller el. Slutligen, ju besvärligare form desto mer nödvändig blir en noggrann förvärmning.

### HAZ och inträngningszon

Hårdheten i HAZ kan minskas genom förvärmning. För att få en verklig minskning måste gjutjärnet värmas till 500°C. Hårdheten i den delvis återsmälta zonen nära inträngningszonen kan minskas genom att minska topptemperaturen under svetsningen. Låg strömstyrka således.

### Kolupptag från grundmaterialet

Kolupptag från grundmaterialet inträffar alltid vid svetsning av gjutjärn. I princip finns det två sätt att minska effekterna av detta.

1. Använd hög förvärmningstemperatur i kombination med långsam avsvulning. På det sättet minskas risken för bildning av oanlöpt martensit

i svetsgods och den skadliga effekten av kolupptaget minskas.

2. Använd elektroder där kolupptaget inte ger några skadliga effekter. Detta är den mest använda metoden. Elektroden är mestadels av Ni-bastyp.

### Oljeimpregnerat gjutjärn

När oljan har trängt djupt in i gjutjärnet är det omöjligt att tvätta bort den med avfettningsmedel, eftersom detta verkar endast på ytan. Istället måste oljan brännas bort genom en förhållandevis lång värmebehandling. 4-8 timmar vid 500°C.

Detta är inte möjligt i många fall, och då kan mejsling med OK 21.03 vara en lämplig lösning. Uppstår det ändå porer, så är det bästa sättet att få en ren svets att upprepade gånger svetsa och slipa svetsen tills inga porer längre uppträder.

Motorblock till fartygsmotor





## Svetsprocedurer

Alla ytor måste noggrant rengöras. Gjutjärn i sig har så dålig styrka att det är onödigt att ytterligare försvaga svetsfogen genom att förbigå dessa åtgärder.

### Smuts, gjuthud, färg etc

Det hör till en normal svetsprocedur att avlägsna den här typen av föroreningar. Ni-baselektroder avsedda för gjutjärnssvetsning är dessutom känsligare för den här typen av föroreningar än 6013-typer. Vanligen räcker det att göra rent en yta på 20 mm på var sida om svetsen.

### Fogberedning

Fogvinklarna skall vara större än för konstruktionstål, 80-90 grader. Alla grader och hörn rundas av, för att minska värmekoncentrationen. Generellt är U-fogar bättre än V-fogar. Detta är det största skälet till att mejsling är så fördelaktigt jämfört med andra metoder att fogbereda gjutjärn.

Sprickor måste tas upp helt och hållet. Lämna emellertid 2-3 mm i roten så underlättas passningen. Använd OK 21.03 för alla typer av fogpreparering i sprickor. Håligheter i gjutgodset måste vidgas och rengöras.

### Förvärmning

Även om en nöjaktig fog kan göras utan förvärmning är risken för sprickor stor på grund av materialets ringa seghet. I synnerhet vid komplicerade former, kan sprickrisken avsevärt minskas med hjälp av förvärmning.

Det finns tre olika metoder att applicera förvärmning på gjutgods.

- Lokal förvärmning för att minska avsvalningshastigheten i svetsfogen.

- Förvärmning av hela arbetsstycket för att lösa spänningar och minska avsvalningshastigheten.

Om temperaturen höjs till 450°C sker en liten förbättring av plasticiteten vilken ökar med högre temperatur. Detta utjämnar en del av spänningarna och ökar vridsegheten samtidigt som risken för sprickor i den svetsade fogen minskar. Det minskar också hårdheten i både svetsgods och HAZ.

- Indirekt förvärmning är ofta användbart, om det används med försiktighet. Det används för att expandera intilliggande material så att krympspänningarna orsakade av svetsningen balanseras.

### Förvärmningens nivåer

Alla nivåer av förvärmning är fördelaktiga. Men det kan vara lämpligt att sätta några nyckeltemperaturer. Omgivningstemperaturen säkerställer att inte luftfuktigheten kondenserar på ytan.

- 80-100°C. Torkar upp fuktiga ytor och tillförsäkrar att inget hydrogentillskott ges av luftfuktigheten.
- 200-250°C. Används till segjärn för att förhindra martensitbildning i HAZ. Det är inte nödvändigt att förvärma sådana gjutjärn till högre temp.
- < 500°C. Indirekt förvärmning används vid alla nivåer upp till 500°C. Ju högre desto bättre, förutsatt att både uppvärmning och avsvälning sker långsamt.
- 500-600°C. Används på grått och nodulärt gjutjärn för ge att minsta möjliga hårdhet i HAZ.

## Svetsning allmänt

Som ovan nämnts kan svetsning utföras vid olika förvärmningstemperaturer. Som en allmän regel kan sägas, att ju högre temperatur desto mindre rigorös behöver svetsproceduren vara. För att förenkla rekommendationerna håller vi oss till tre temperaturer:

- rumstemperatur
- 250°C
- 500°C

Dessutom behöver vi göra skillnad på tre typer av svetsar:

- buttring
- ensträngssvets
- flerlayersvets

### Buttring

I en del svetsfall är det fördelaktigt att buttra. Kortfattat innebär detta att den ena, eller båda ytorna som skall svetsas beläggs med hänsyn till fogningen. Anledningen kan vara såväl mekanisk som metallurgisk.

- Metallurgisk. För att undvika spröda faser i olikartad svets.
- Mekanisk. I första hand för att få avspalnings-spänningarna i den plastiska buttringen istället för den ofta spröda HAZ. HAZ blir naturligtvis ändå utsatt för avspalnings-spänningar från varje sträng i buttringslagret, men sprids över en större yta och de hårda faserna i HAZ blir anlöpta av efterkommande strängar.

Buttringen genomförs som en flersträngssvets och tillåter en mindre rigorös svetsföljd i fyllnadssträngarna.

Krympspänningarna i efterföljande lager kommer att rymmas i buttringslagret och därigenom sänka spänningsnivån och risken för sprickor.

Värmen från efterföljande strängar kommer att anlöpa HAZ i gjutgodset och minska spänningsnivån i föregående sträng. Ingen utspädning av gjutjärnet sker på grund av det isolerande buttringslagret.

Svetsar mellan gjutgodset mot andra metaller såsom stål, kopparlegeringar eller nickellegeringar tillförsäkras ett gott svetsförband.

Återuppbyggnad av större skador och materialbrist på grund av tillverkningsfel, gjutfel eller mekanisk åverkan. Idén är att skära av skadan.

Använd korta strängar och sträck svetsen genom smidning. Resten av svetsen kan sedan göras på enklare sätt. Svetsning under svåra förhållanden till exempel ersätta skadad material med stål.

### Ensträngssvets

Vid ensträngssvets är allt svetsgods i kontakt med gjutgodset. Ingen värmebehandling av HAZ sker genom efterföljande strängar. Det här kräver en särskilt noggrann svetsprocedur och/eller förvärmning.

### Kall svetsning



Hårdheten i HAZ beror på avspalningshastigheten. Enda sättet att minska den utan förvärmning är att öka värmeförseln. Det här orsakar emellertid ett större smältbad, och därmed högre avspalnings-spänningar, vilket är ännu mer menligt på resultatet än hårda zoner i HAZ.

Använd därför inte hög värmeförsel. Istället

skall HAZ hållas så tunn som för att begränsa den riskabla ytan, och avsvälningsspänningarna skall utjämnas. Det är därför extremt viktigt att följa nedanstående rekommenderade procedur:

- Gör korta strängade svetsar.
- Använd tunn mejselelektrod och svetsa med låg ström.
- Svetsning på DC– resulterar i mindre utspädning av grundmaterialet, och kan vara fördelaktigt i synnerhet på gråjärn med ren nickel-elektrod.
- Mellansträngstemperaturen skall vara under 100°C. Använd bakstegsvets.
- Purra svetsen med kula direkt efter svetsningen. Ju mer svetsen tillåts kallna desto större risk för avsvälningsspänningar. Därför bör purringen ske när svetsen ännu är röd varm. Det är viktigt att inte purra vinkelrätt mot svetsen, utan från änden mot startpunkten. Detta för att undvika sprickor på grund av purringen.

### Halvvarm svetsning 250°C

Den här temperaturen används mest för segjärn, och därför är nedanstående rekommendationer avsedda för det materialet.

Förvärmning ger, som redan nämnts, längre avsvälningstid, och därmed lägre hårdhet i HAZ. Den här minskningen blir bara marginell med denna temperatur varför rekommendationerna för svetsning i kallt tillstånd gäller även här, fast lite lindrigare.

- Mellansträngtemperatur hålls till 250°C.
- Kortsträngade svetsar. Högst 50 mm långa. Ingen pendling!

### Bakstegsvetsning

Strömstyrkan kan ökas i förhållande till kallsvetsning men fortfarande skall tunna mejsel-elektroder användas och måttlig strömstyrka.

### Purra svetsen

Långsam avsvälning är nödvändig.

### Flerlayersvets

All svets som är i kontakt med gjutgods skall svetsas med ensträngsproceduren. Den sista strängen får inte svetsas direkt mot gjutgodset utan skall läggas mot en tidigare svetsad sträng. Det bästa resultatet i en flerlayersvets i gjutgods fås alltid om man använder buttring.

### Värmebehandling

Den vanligaste värmebehandlingen efter svetsning är avspänningsglödning. Det har diskuterats huruvida det förbättrar svetsens egenskaper eller inte, men det är ett utbrett förfarande. Överallt där det används tycks erfarenheterna vara goda. Anlöpning för att minska hårdheten i svetsen förekommer också. Det är särskilt användbart vid svetsning med Fe-baserat tillsatsmaterial.

### Avsvälning

På grund av gjutjärns låga värmeutvidgning jämfört med de flesta svetsgods och på grund av gjutgodsets ofta komplicerade form är långsam avsvälning alltid viktig i samband med gjutjärns-svetsning. Avsvälningen kan ske i ugn, stenull, varm torr sand eller annan isolering.

Några vanliga applikationer. Vanliga fel är gjutfel som för lite gods och så kallade gjutmästarbon.

- Ta upp håligheter och rensa från smuts och inbakad sand.
- Använd OK 92.18 eller OK 92.58 för att fylla håligheterna.

## Reparationer

Reparationer i gjutgodset kan allmänt delas in i två grupper; Applikationer med låtta spänningar och applikationer med svåra spänningar. Där den defekta delen är utsatt för spänningar består oftast reparationen i att kapa och svetsa defekt material utan att åstadkomma ytterligare förstärkande material. Där den defekta delen måste ta upp höga laster är reparationen ofta utförd med hjälp av mekaniska hjälpmedel eftersom draghållfastheten i gjutgodset vanligen är otillräcklig.

### Sprickor

Det är nödvändigt att fastställa den exakta utbredningen av en spricka. En allmän säkerhetsregel kan sägas vara att slipa bort mer material i sprickans längd än vad som verkligen är nödvändigt, för att försäkra sig om att hela sprickan avlägsnats.

Man kan borra ett litet hål (0,3 mm) i varje ända av sprickan för att förhindra att den sprider sig under svetsningen. Där uppmejsling och svetsning kan ske utan för mycket arbete är det fördelaktigt att frilägga sprickans ena ända genom att mejsla ut till en kant på gjutgodset. Där sprickan redan har spridit sig till kanten, skall svetsen påbörjas i den fasta ändan och utföras mot kanten. Hur en svets skall läggas måste bedömas från fall till fall.

- Spricka mitt på en yta. Begränsas i var ända av ett borrhål och mejslas upp till fog. Svetsen startar i mitten och svetsas mot ändan.
- Upprikning av arbetstycket. Alla ytor som skall anslutas mekaniskt till en annan yta måste vara exakt fixerade i det läget under svetsningen. Om inte kommer missanpassningen mellan ytorna att resultera i sprickor när den reparerande delen monteras. Ett vanligt exempel på detta är spruckna fötter på elmotorer.

### Brott

Brott beror ofta på en plötslig ökning av arbetslasten. Reparationen måste kunna bära lasten ifråga som den reparerande delen utsätts för. Detta åstadkoms ofta med hjälp av skruvförband eller påkrympta band.

Brott som uppstått i tunna sektioner repareras oftast bäst genom att avlägsna den trasiga ytan och svetsa in stålplåt.

En annan reparation som ibland lyckas, men inte alltid kan rekommenderas är att dra i pinnbultar. Pinnbult dras i brottet och svetsas mot gjutjärnet innan arbetet med att svetsa upp den felande delen påbörjas. Att använda bultar i fogar är oftast meningslöst eftersom dragspänningar lossar bultarna. För att återuppbygga kugghjulständer är däremot förstärkning med pinnbult fördelaktigt.

En urgröpt skada i gjutgodset kan repareras på följande sätt:

- Avlägsna allt skadat material från gjutjärnet, helst genom slipning.
- Runda alla skarpa kanter.
- Slipa kanterna på gjutgodset till ungefär 45°.
- Buttra kanterna på gjutgodset med OK 92.18.
- Kapa till en plåtbit som passar i det buttrade hålet. Eftersom stålplåt och gjutgods expanderar så olika är det bästa att välja hälften så tjock plåt som gjutgods. Det begränsar också mängden svetsgods som behövs vilket gör det lättare att hålla sträckenergin låg. Slipa kanterna på plåten i 45°, lämna 2 mm näsa så förenklas passningen av ytorna.
- Nästa plåten mot gjutgodset.
- Svetsa med korta strängar enligt bakstegsprincipen. Lägg strängarna en efter en på sidorna.
- Purra mot svetsen, hellre än vinkelrät mot svetsens yta, för att undvika sprickor i svetsen. Om alla gjutjärnsbitar går att använda vid reparationen behöver man inte använda plåt. Det är då möjligt att svetsa utan buttring även om det ger en bättre svets.

## Bränt gjutgods

Uttrycket bränt gjutgods avser i allmänhet gjutjärn som är oxiderat såväl på ytan som i strukturen. Den här oxidationen uppstår när gjutjärnet utsatts för hög arbetstemperatur. Beroende på legeringshalten kan detta börja redan vid 400°C.

Bränt gjutjärn karaktäriseras av: Synlig oxidhud på ytan. Denna oxid består av  $Fe_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$  och FeO.  $Fe_2O_3$  innehåller mest syre och tar därför ytterplatsen av de tre. Oxidskiktet kan också innehålla legeringsoxider.

## Inre oxidering

Oxygen tränger snabbt in i gjutgodset via grafitkornen. Av termodynamiska skäl resulterar detta inte bara i förbränning av grafit till CO och  $CO_2$  utan det bildas också järnoxid. Denna järnoxid formar en zon omkring grafitflagorna. Om över-skottsoxygen finns och temperaturen är den rätta, kommer grafiten att brännas bort. Grafiten ersätts då med järnoxid eller lämnar ett tomrum i strukturen. Detta är en kontinuerlig process som fortsätter tills materialet är förstört. Järnoxiden har större volym än järn vilket får till följd att gjutjärnet sväller. Närvaron av järnoxid resulterar också i högre hårdhet. Detta ihop med en grov och smutsig yta gör bränt gjutjärn väldigt svårt att svetsa, om inte de förstörda delarna av ytan avlägsnas. Därför är det alltid bäst att slipa eller mejsla ner till friskt material vid sådana här applikationer.

På kokiller och liknande har det emellertid visat sig praktiskt möjligt att åstadkomma en hyfsad svets med OK 91.00 vid hög strömstyrka 380-600 A. Anledningen tycks vara att den höga strömstyrkan tillåter en djup inträngning vilket

skapar en god förbindelse med friskt material. Vidare tenderar mycket av föroreningen att stiga upp till ytan i smältbadet.

Som en nödlösning på mindre gjutgods med bränd eller oxiderad yta, kan följande procedur åstadkomma ett nöjaktigt förband:

- Rensa ytan från damm och löst fastsittande fördärvat material. Använd stålborste eller slip-skiva.
- Använd OK 91.58 och dra upprepade gånger över ytan, som när man tänder en tändsticka. Detta orsakar tändmärken på den brända ytan. Dessa metallrester skapar en bättre förbindelse under den egentliga svetsningen. Använd OK 92.58 till detta. Erfarenheten har visat att OK 94.25 kan åstadkomma en framgångsrik svets när nickelbaseelektroder misslyckats. Så har till exempel grenrör svetsats vid många tillfällen.

## Tunna sektioner

I många gjutgods är vissa sektioner tunnare än andra. Det ser man till exempel i motorblock, topplock, ventiler etc. Det stora problemet är att undvika stora mängder svetsgods för att minimera avsvainingspänningarna. Det är också svårt att purra svetsen utan att spräcka den.

Bästa sättet att lägga lagom svetsgods är att svetsa fallande vertikalt, vilket är möjligt med OK 92.58. För att undvika sprickor i gjutgodset under purring är det bättre att arbeta i 45° vinkel än vinkelrätt mot ytan.

Elektroder för gjutgodset:

- OK 92.18 Ren nickel
- OK 92.58 Ferronickel
- OK 92.78 NiCu1
- OK 94.25 Koppartenn

Grenrör till bilmotor





**Anteckningar**

A large rectangular area filled with a fine grid pattern, intended for taking notes. The grid is composed of small, uniform squares. The background of the page is a light yellow color with a faint, abstract pattern of overlapping circles and lines.

## Innehåll

- Vad är gjutjärn?
- Vitt gjutjärn
- Grått gjutjärn
- Segjärn
- Aducerjärn
- Faktorer som påverkar svetsbarheten
- Egenspanningar
- Spänningskoncentrationer
- Värmepåverkan
- Utspädning av svetsgodset
- Oljeförorening av gjutgodset
- Hur man kan kontrollera faktorer som påverkar svetsbarheten
- Rätt svetsparametrar
- Korta strängar
- Förvärmning
- Purra svetsen
- Oregelbundna former
- HAZ och inträngningszon
- Kolupptag från grundmaterialet
- Oljeimpregnerat gjutjärn
- Svetsprocedurer
- Smuts, gjuthud, färg etc
- Fogberedning
- Förvärmning
- Förvärmningens nivåer
- Svetsning allmänt
- Buttring
- Ensträngsvets
- Kall svetsning
- Halvvarm svetsning 250°C
- Bakstegsvetsning
- Purra svetsen
- Flerlayersvets
- Värmebehandling
- Avsvalning
- Reparationer
- Sprickor
- Brott
- Bränt gjutgods
- Inre oxidering
- Tunna sektioner
- Järnbaserade elektroder
- Kopparbaselektroder



### ESAB AB

Box 8004, 402 77 Göteborg

Tel 031 - 50 90 00 Fax 031 - 50 93 90

info@esab.se [www.esab.com](http://www.esab.com)