



Docol®

**Docol UHS –
Kallvalsade Ultra
Höghållfasta Stål**

Lätta – Starka – Formbara

SSAB
TUNNPLÅT





De kallvalsade ultrahöghållfasta stålen från SSAB Tunnpå – Docol UHS – är stål med garanterade lägsta brottgränser från 800 N/mm^2 till 1400 N/mm^2 och med sträckgränser över 500 N/mm^2 .

Docol UHS erbjuder många konkurrensfördelar.

Docol UHS höga sträckgräns innebär att du kan minska plåttjockleken i en detalj och samtidigt sänka materialkostnaden.

Eftersom hållfastheten är en viktig egenskap du betalar för hos stålet, blir det intressant att jämföra hur många kronor du betalar för varje N/mm^2 istället för varje kilo stål. Ju högre sträckgräns du väljer desto lägre blir kostnaden per N/mm^2 . Du får således en mycket högre sträckgräns till lägre kostnad.

INNEHÅLL

- 2–3 **Docol UHS vidgar gränserna för styrka, viktbesparing och miljövänlighet**
- 4–5 **Unika egenskaper skapar unika möjligheter**
- 6–7 **Avancerade stål med många användningsområden**
- 8–9 **Docol UHS – stålsorter och dimensioner**
- 10–25 **Tekniska egenskaper**
 Klippning och Stansning, Laserskärning, Formning, Energiupptagning, Åldring, Stöt- och slagtålighet, Deformations- och varmhårdnande, Värmebehandling, Utmattning, Svetsning, Ytbehandling
- 26–29 **Verktysstål**
- 30–31 **Konstruera med Docol UHS**
- 32–33 **Vi hjälper dig att utnyttja de ultra höghållfasta ståls fördelar**
- 34 **Viktigt att veta**
- 35 **Miljö och återvinning**

Unika egenskaper skapar unika möjligheter

De kallvalsade ultrahöghållfasta stålen – Docol UHS – får sina unika egenskaper i SSAB Tunnbräns kontinuerliga glödningslinje.

Stålen glödgas vid en temperatur mellan 750 och 850 grader beroende på stålsort och härddas sedan genom att snabbt kylas i vatten.

I nästa steg, anlöpningen, värms stålet upp till 200–400 grader och får då den slutliga strukturen som ger segheten och den goda formbarheten. Det här unika glödningsförfarandet ger en anlöpt martensitisk struktur som ger stålet dess höga hållfasthet.

Både glödning och anlöpning sker i skyddsgas för att hindra stålets yta att oxidera, och mellan hårdningen och anlöpningen passerar stålbandet ett betbad för att ta bort den tunna oxid som bildas vid vattensläckningen.

Stålens mikrostruktur

Stålens mikrostruktur består av en hård fas, martensit, och en mjuk fas, ferrit. Hållfastheten ökar när andelen av den hårda martensitfasen ökar.

Andelen martensit styrs av stålets kolhalt och temperaturcykeln vid den kontinuerliga glödningslinjen.

Rent material med goda egenskaper

Tack vare den snabba hårdningen i vatten behövs mycket låga halter av legeringsämnen för att framställa Docol UHS. Endast små tillsatser av kol, kisel och mangan används för att uppnå tillräcklig hårdbarhet.

Resultatet blir ett stål med goda svetsegenskaper, god formbarhet och jämna mekaniska egenskaper. Docol UHS kan klippas, formas och svetsas med traditionella metoder.

Passar i flödesorienterad produktion

Docol UHS passar bra att användas i modern flödesorienterad tillverkning, där detaljerna utan avbrott för värmebehandling kan bearbetas i ett oavbrutet flöde.

Genom att använda Docol UHS i flödesorienterad produktion får man minskade kostnader för hantering, minskade energikostnader för uppvärmning, bättre effektivitet och kortare ledtider.

Eftersom Docol UHS redan är härdad och anlöpt när de levereras, behöver de inte värmebehandlas och kan därför bland annat ersätta högkolkhaltiga stål.

God formbarhet

Trots sin höga hållfasthet har Docol UHS god formbarhet och kan formas på traditionellt sätt.

I många fall används Docol UHS för att spara vikt och ersätter ett material med lägre hållfasthet och grövre tjocklek. Då kan Docol UHS ofta bearbetas på samma sätt som det material som använts tidigare, eftersom press-, bock- och klippkrafter är en funktion av bland annat tjockleken.

Docol UHS fungerar utmärkt för rullformning. Stötfångare rullformas till exempel i Docol 1400 M.

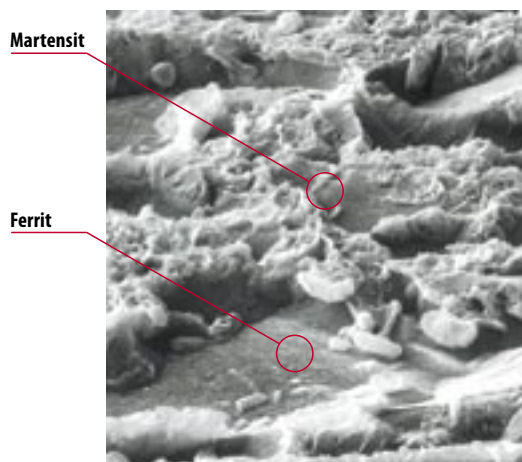


Foto taget i svepelektronmikroskop (x500) på Docol 800 DP. Bilden visar de två faserna martensit och ferrit.



Fördelar för miljön

Att använda Docol UHS ger många fördelar för miljön. När vikten minskar i en konstruktion förbrukar man mindre mängd material och sparar energi vid tillverkningen.

Samtidigt krävs mindre mängd energi för att transportera stålet.

Används Docol UHS för att minska vikten i fordon, minskar förbrukningen av energi och utsläppen av avgaser.

Härddningen av Docol UHS sker i samband med tillverkningen. Därför försvinner kostnaderna för uppvärm-

ning av härdningsugnar och de miljörisker som är förknippade med dem. Stål är dessutom helt återvinningsbart i redan befintliga system.

Många användningsområden

Tack vare den höga hållfastheten passar Docol UHS i många applikationer inom bilindustrin, speciellt säkerhetsdetaljer.

Bilindustrin använder Docol UHS till exempel i sidokrockskydd, stötfångare, säten och andra detaljer som kräver högsta möjliga styrka, lägsta möjliga vikt och hög energiupptagning.

Docol UHS används även

där man behöver stor tålighet mot slag, stötar och nötning, tex stöldskydd för datorer och transportband. Se även exempel på tillämpningar på nästa uppslag.

Avancerade stål med många användnings- områden

Docol UHS är högteknologiska stål med avancerade egenskaper.

Men det betyder inte att Docol UHS är stål som bara ska användas till avancerade detaljer.

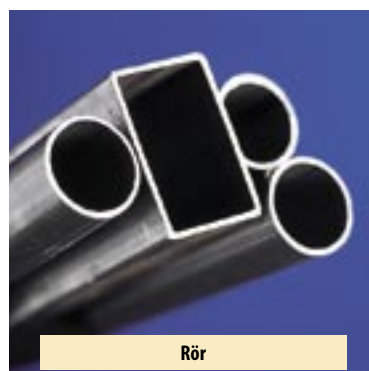
Tvärtom. Du kan med fördel använda Docol UHS även i dina enklaste detaljer.

Det är enkelt att byta till Docol UHS. För Docol UHS kan du forma och bearbeta på samma sätt som ditt nuvarande material, med de metoder och den utrustning du använder idag.

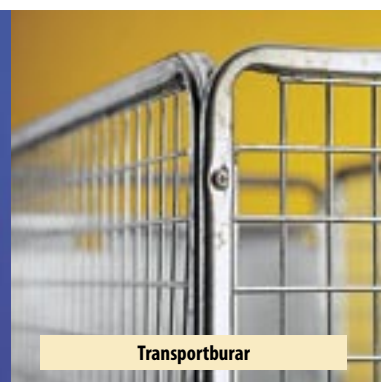
Med Docol UHS kan du minska dina material- och produktionskostnader och få en applikation som är lättare och starkare och har bättre miljöegenskaper.

Här intill ser du exempel på hur man kan använda Docol UHS i både avancerade och enkla detaljer.

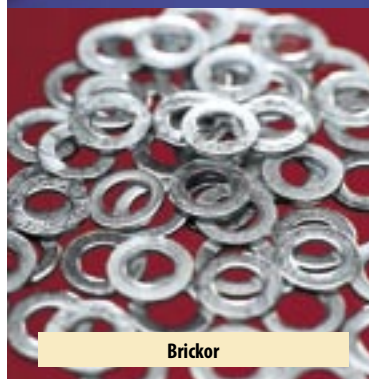
Men de bästa exemplen har du förmodligen i din närhet...



Rör



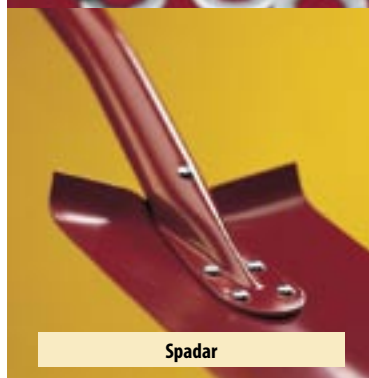
Transportburar



Brickor



Slangklämmor



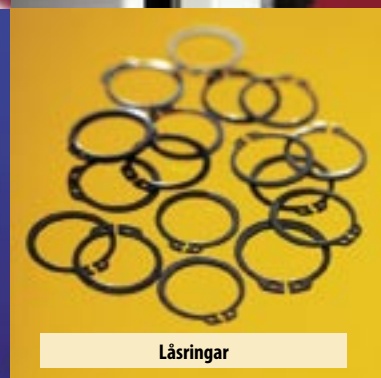
Spadar



Vapen- och säkerhetsskåp



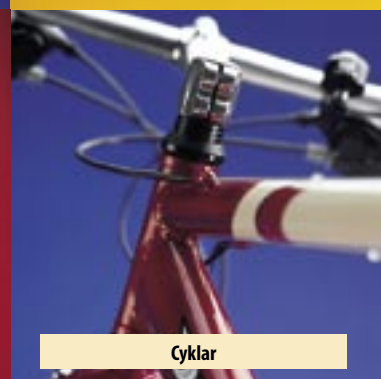
Stegar



Låsringar



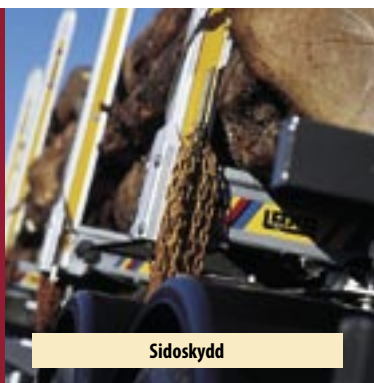
Stötfångare



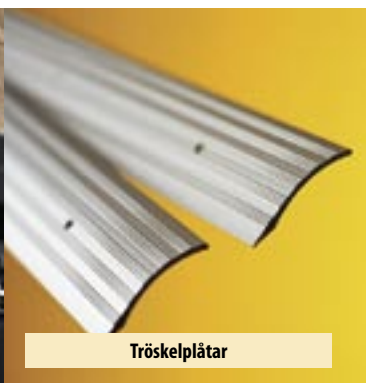
Cyklar



Barnbilstolar



Sidoskydd



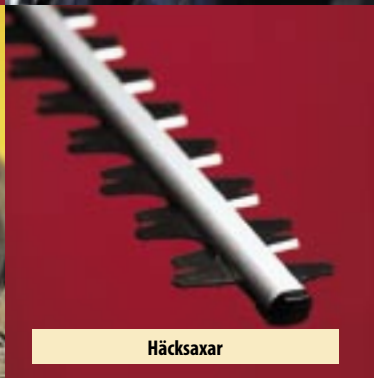
Tröskelplåtar



Persienner



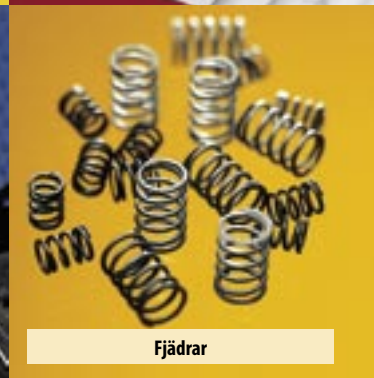
Kopplingsskivor



Häcksaxar



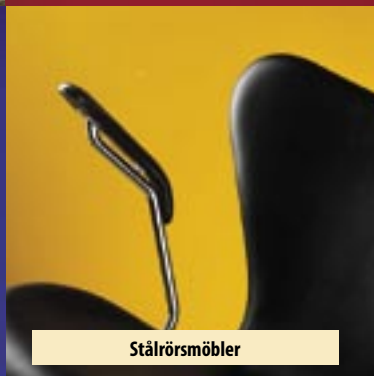
Betongblandare



Fjädrar



Knivar



Stålrörmöbler



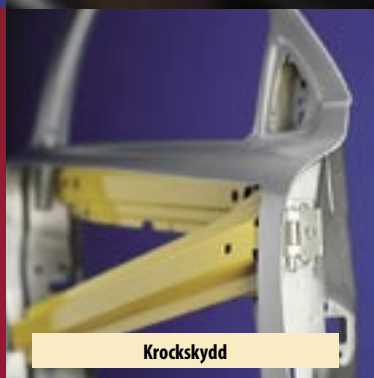
Måttband



Tågstolar



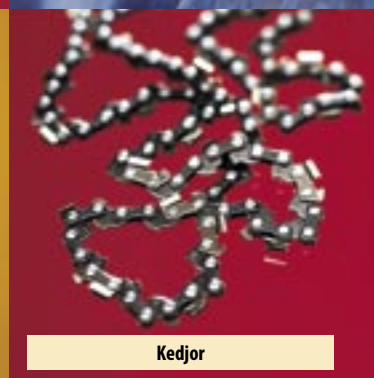
Sågklingor



Krockskydd



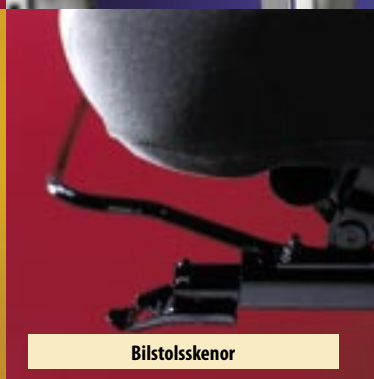
Förstärkningar i skor



Kedjor



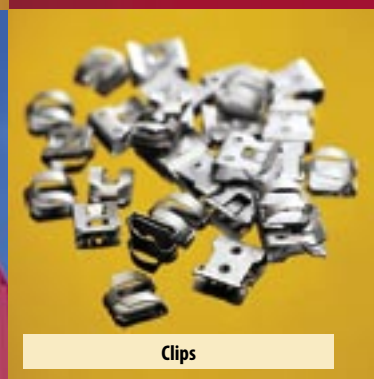
Barnvagnar



Bilstolsskenor



Containrar



Clips

Docol UHS – stålsorter och dimensioner

SSAB Tunnplåts kallvalsade stål, Docol, med en sträckgräns över 500 N/mm^2 kallas ultra-höghållfasta, UHS.

Ställt i relation till hållfasthetsnivåerna kombinerar Docol UHS hög hållfasthet med mycket god sträckpressbarhet.

Stålen levereras med garanterade lägsta brottgränser från 800 till 1400 N/mm^2 och sträckgränser över 500 N/mm^2 .

En betydligt högre sträckgräns i den färdiga detaljen får man genom att utnyttja stålens förmåga att deformations- och varmhärdna.

Tvåfas- och martensitiska stål

I gruppen Docol UHS ingår både tvåfasstål (Docol DP/DL) och helmartensitiska stål (Docol M).

Docol DP stål har ett högt förhållande mellan sträck- och brottgräns, vilket innebär att deras förmåga att fördela töjningar är god.

Docol DL stål framställs så att skillnaden mellan sträck- och brottgräns är större än hos DP stålen. Detta innebär att DL stålen har ännu bättre formbarhet än DP stålen.

Docol M stål kännetecknas av en god formbarhet och svetsbarhet i kombination med en mycket hög hållfasthet.

Siffran i stålsortsbeteckningen anger lägsta brottgräns.



Hållfasthetsegenskaper					
Stålsort	Sträckgräns $R_{p0.2}$ N/mm ² min.–max	Sträckgräns efter varmhärdnande $R_{p2.0} + BH^{**}$, N/mm ² min.	Brottgräns R_m N/mm ² min.–max.	Elasticitete A_{80} min A_{80} min.(%)	Bockningsradie vid 90° bockning min
Docol 800 DP	500–650	650	800–950	8	1 x plåttjocklek
Docol 800 DL*	390–(540)	550	800–950	13	1 x
Docol 1000 DP	700–950	850	1000–1200	5	3 x
Docol 1200 M	950–(1200)	1150	1200–1400	3	4 x
Docol 1400 M	1150–(1400)	1350	1400–1600	3	4 x

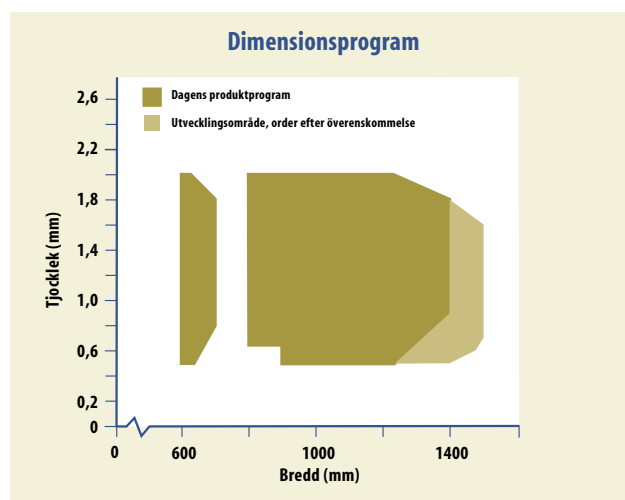
* Under utveckling

** BH = Varmhärmande efter töjning 2% och varmning 170° C/20 min

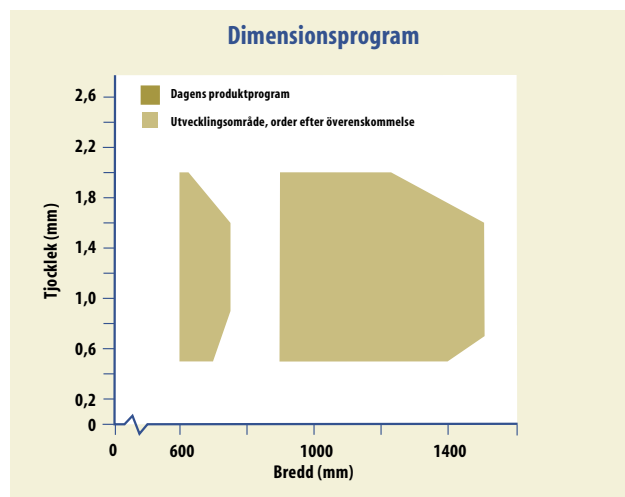
() = Ej bindande värden

Kemisk sammansättning (typiska värden)							
Qualidade	% C	% Si	% Mn	% P	% S	% Nb	% Al _{tot}
Docol 800 DP	0,13	0,20	1,50	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 800 DL*	0,14	0,20	1,70	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 1000 DP	0,15	0,50	1,50	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 1200 M	0,11	0,20	1,60	0,015	0,002	0,015	0,04
Docol 1400 M	0,17	0,50	1,60	0,015	0,002	0,015	0,04

* Under utveckling



Docol 800 DP och Docol 1000 DP



Docol 1200 M och 1400 M

Tekniska egenskaper



Klippning och Stansning

När man klipper höghållfast

material måste man anpassa klippningen till plåtens hårdhet, tjocklek, skärhållfasthet och saxens eller maskinens konstruktion/styvhet och slitage.

Särskilt viktigt är att ha rätt klippspalt. Det som styr valet av klippspalt är plåttjockleken, hållfastheten samt kravet på den klippta kantens utseende. Ju tjockare material och högre hållfasthet desto större bör klippspalten vara. En klippspalt motsvarande 6% av plåttjockleken används normalt för mjuka stål samt stål med ”medelhöga” hållfastheter. För Docol UHS rekommenderas dock en klippspalt på ca 10% av plåttjockleken. En större klippspalt ger en renare brottyta men en något större vankant. En större klippspalt minskar också slitage avsevärt.

Klippkraften kan beräknas på följande sätt:

$$F = \frac{K_{sk} \cdot t_2}{2 \cdot \tan \eta} \text{ (N)}$$

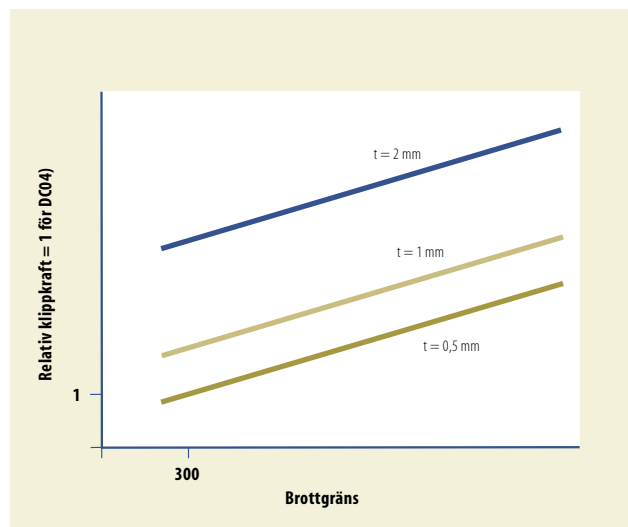
där F = klippkraft (N)
 K_{sk} = skärhållfasthet (N/mm^2) = $e \times$ brottgräns
 η = aktuell klippvinkel
 t = plåttjocklek (mm)

Faktorn e varierar med materialets brottgräns. För mjuka stål, motsvarande DC 01, är $e = 0,8$ medan Docol UHS har $e = 0,6$.

Vid övergång från mjukt stål till höghållfast stål minskar i allmänhet tjockleken, och denna tjockleksminskning reducerar klippkraften. I många fall kompenserar tjockleksminskningen för den

ökade skärhållfastheten så att klippkraften blir densamma som för mjukt stål.

Klippvinkeln påverkar klippkraften både vid gradsaxklippning och vid stansning. Det är till exempel möjligt att sänka klippkraften vid stansning med upp till 50% genom att använda en fasad stans.



Hårdheten från skärkant och inåt vid laserskärning av Docol 1400 DP, tjocklek 1,7 mm

Tekniska egenskaper

Klippning och stansning	10
Laserskärning	10
Formning	12
Energiuttagning	16
Åldring	16
Stöt- och slagålgighet	17
Deformations- och värmeåldrande	18
Värmebehandling	19
Utmattning	20
Svetsning	20
Ytbehandling	25



Laserskärning

Detaljer som tillverkas

av Docol UHS kan ofta ha en komplicerad geometrisk utformning. Genom att använda laserskärning kan dessa geometriska former erhållas direkt vid skärprocessen utan behov av efterbearbetning. Laserskärning är en högkvalitativ skärprocess som ger hög snittkvalitet och stor mått noggrannhet. För att erhålla de goda skäregenskaperna ställs höga krav på inställningar av skärutrustningen, men också på det material som skall skäras. En av de faktorer hos grundmaterialet som påverkar skärresultatet är dess yta.

Ytan

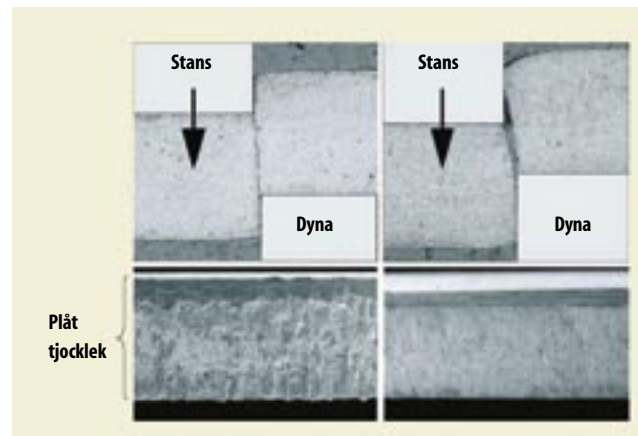
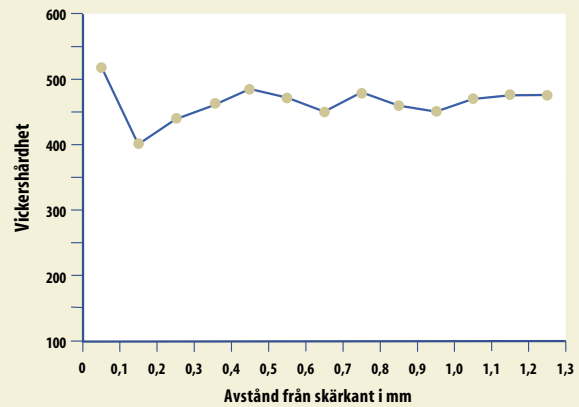
För att erhålla hög skärkvalitet, det vill säga liten vinkelavvikelse (konicitet μ) och en jämn snittyta (R_z), är plåtens ytrenhet en av de viktigaste faktorerna. En ren yta ger de bästa skäregenskaperna både vad det gäller skärkvalitet och produktionsekonomi.

Provningsresultat

Laserskärning har blivit en allt mer förekommande skärmetod de senaste åren. Därför har SSAB Tunnsplåt utfört undersökningar angående laserskäregenskaperna hos Docol UHS, både genom egna försök och insamling av erfarenheter från företag som arbetar med laserskärning. Med dessa resultat som bakgrund kan man göra följande sammanfattning.

- Inga speciella skärparametrar behövs för Docol UHS
- Docol UHS klarar normen för högsta klass enligt DIN 2310, del 5, när det gäller laserskurna kanter. Det gäller både ytjämnhet och konicitet
- Docol UHS innehåller inga makroslaggar som kan påverka skärresultatet negativt
- Hårdhetsförändringar (se hårdhetskurva) uppstår endast i en smal zon närmast skärkanten. Som man ser på hårdhetskurvan är det en smal zon som blivit påverkad av värmen från laserskärningen. Zonen ligger så nära kanten och är så pass smal att den vid en efterkommande svetsoperation försvinner.

Hårdhetskurva





Formning

Trots sin höga hållfasthet har Docol UHS god formbarhet och kan formas på traditionellt sätt. Den något sämre formbarheten jämfört med mjuka stål kan nästan alltid kompenseras genom ändring av detalj-utformningen.



Sträckpressning

Sträckpressning innebär att materialet är fastlåst av tillhållaren och att all plastisk deformation sker över stämpeln. Materialet utsätts för en biaxiell töjning med en tjockleksreduktion som följd. Brott uppkommer när deformationen lokalt blir för stor. Sträckpressbarheten beror främst på materialets förmåga att fördela töjningar.

Det finns ett nära samband mellan ett materials sträckpressbarhet och dess deformationshårdnande, dvs ju kraftigare materialet deformationshårdnar desto bättre sträckpressbarhet har det.

Eftersom Docol UHS deformationshårdnar kraftigt har materialet också en bättre sträckpressbarhet än stål med jämförbar hållfasthet.

Dragpressning

Dragpressning kännetecknas av att hela eller större delen av ämnet följer med stämpeln genom dynan och att plåthållartrycket avvägs så att veckbildning förhindras.

Ett materials förmåga att tåla dragpressning bestäms främst av två faktorer:

- Förmågan till plastisk deformation i plåtens plan, dvs hur lätt flänsmaterialet flyter och övergår i sidoväggsmaterial under pressningen.
- Förmågan hos sidoväggsmaterialet att kunna motstå förtunning så att brottrisken minskar.

Docol UHS har mycket bra dragpressbarhet jämfört med andra stål av samma hållfasthet.

Kragning

Processen att expandera ett stansat hål med ett koniskt verktyg kallas kragning.

Kvoten mellan håldiametern efter kragning och håldiametern före kragning benämns kragningsförhållande.



Bilden visar den goda dragpressbarheten för Docol UHS

För att uppnå bästa resultat bör man vända klippgraden mot stämpeln. Det beror på att ytterfibern av materialet får den kraftigaste deformationen. Om klippgraden vänds utåt finns det risk att mikrosprickorna i klippgraden fungerar som brottsanvisningar.

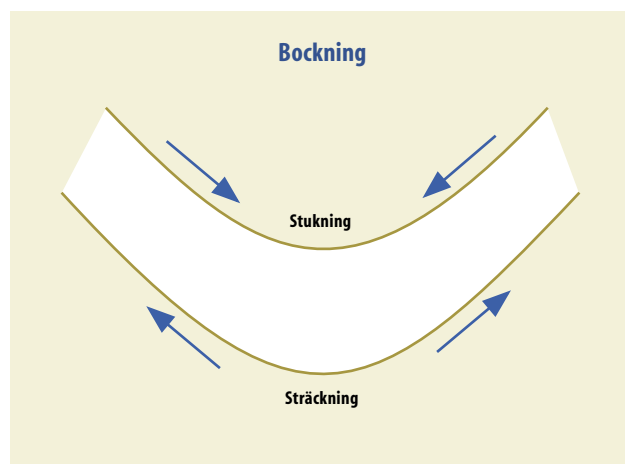
Eftersom ytterfibern i ett tunt material deformeras mindre än i ett tjockt, så klarar ett tunnare material högre kragningsförhållande än ett tjockare vid samma innerdiameter hos det kragade hålet.

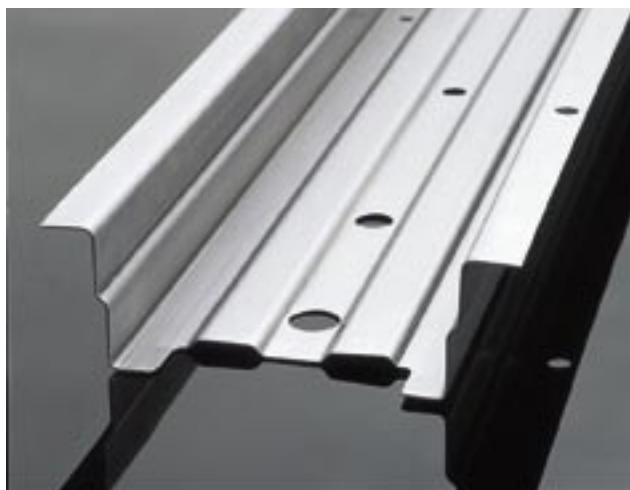
Fotradien vid kragning av ett visst material bör inte vara mindre än dess minsta rekommenderade bockningsradie.

Bockning

Vid bockning formas plåten genom ett böjande moment. Plåtens utsida sträcks och insidan stukas. Bockbarheten sjunker med stigande hållfasthet. Skillnaden i bockbarhet längs respektive tvärsvalsriktningen är relativt stor för Docol UHS. Bockbarheten är alltid något sämre längs valsningsriktningen och man bör därför om möjligt lägga bocken tvärs valsningsriktningen.

De minsta garanterade bockningsradierna för Docol UHS gäller för bockning längs valsningsriktningen och är alltså konservativa för bockning tvärs valsriktningen.





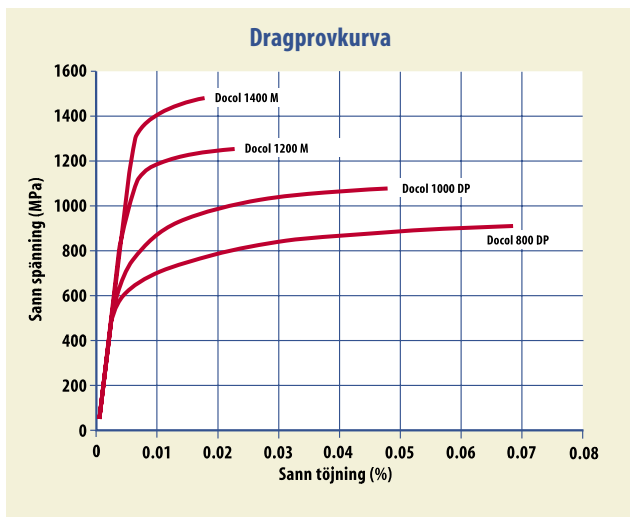
Balk till Volvo i Docol 800 DP, tjocklek 1,25 mm.

Rullformning

Rullformning är en kostnads-effektiv formningsmetod och ger låga styckepriser, i synnerhet vid stora serievolymen. Processen är mildare mot materialet än kantpressning och medger därför tillverkning av profiler med komplicerat tvärsnitt och snäva radier. Rullformningslinjerna behöver inte bli dyrare än för konventionella material, eftersom det har visat sig att linjer för Docol UHS kan i många fall tillverkas med färre antal rullpar än linjer för mjuka stål.

Det går att kombinera rullformningen med samtidiga eller efterföljande operationer som stansning, svetsning och krökning.

Genom sin höga hållfasthet återfjädrar Docol UHS mer än mjukt material, och detta gäller även vid rullformning. En linje för mjukt material måste därför i allmänhet anpassas till den högre hållfastheten.



Dragprovkurvor

Dragprovkurvor från konventionell dragprovning är användbara vid olika typer av FEM-beräkningar (FEM = Finita Element Metoden), till exempel beräkningar av bärförmåga eller energiupptagning hos en konstruerad detalj, eller vid simulering av formning. Sanna spännings/töjningskurvor innebär att spännings- och töjningsnivån kompenseras för areaminskningen vid provtagningen.

Formbarhetsgränskurvor

Formbarhetsgränskurvan, FGK, visar hur kraftig deformation materialet klarar vid en viss töjningsväg eller ett visst deformationstillstånd.

FGK kan användas vid FE-simulering och som ett hjälpmedel att lösa svåra pressoperationer.

Ett rutmönster etsas på ett provmaterial som därefter pressas. Huvudtöjningarna i plåtens plan kan därefter mätas upp.

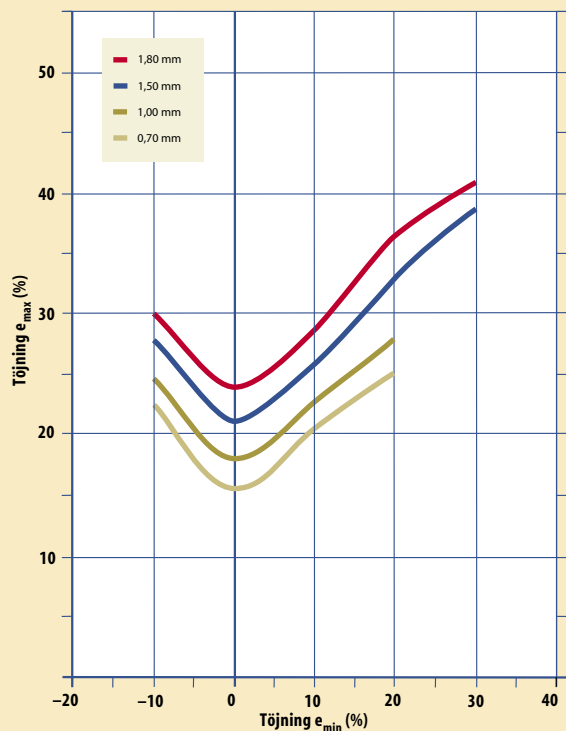
Har man en positiv töjning i bågge riktningarna så rör det sig om en sträckpressning, som markeras till höger om nollinjen i FGK-diagrammet.

Till vänster om nollinjen markerar man de värden som har en negativ och en positiv huvudtöjning, vilket innebär dragpressning. Både teknologisk och sann töjning kan användas för att beskriva en FGK.

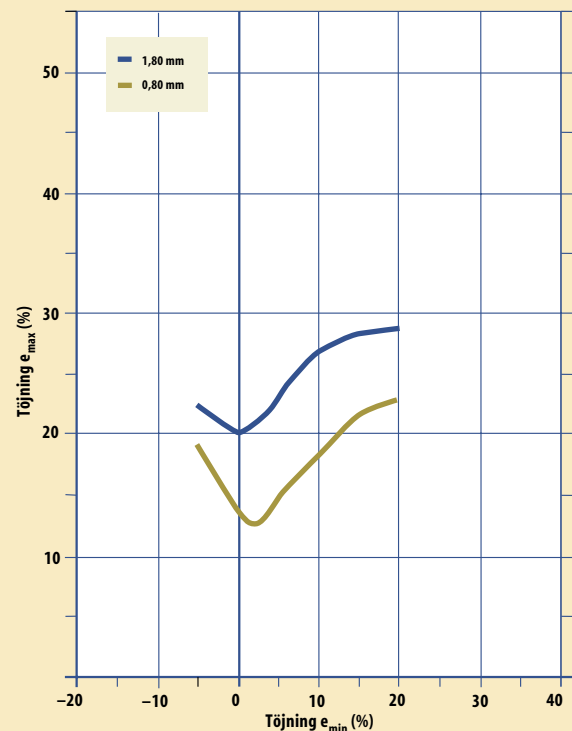
Kurvorna är beroende av materialets tjocklek. Om huvudtöjningarna vid en pressningsoperation är kända, t ex genom en simulering eller genom uppmätning, kan dessa jämföras med en FGK för ett visst material. Ligger FGK högre är de uppmätta värdena kan materialet användas i pressningsoperationen utan risk för brott.

Formbarhetesgränskurvor,
FGK, för Docol UHS

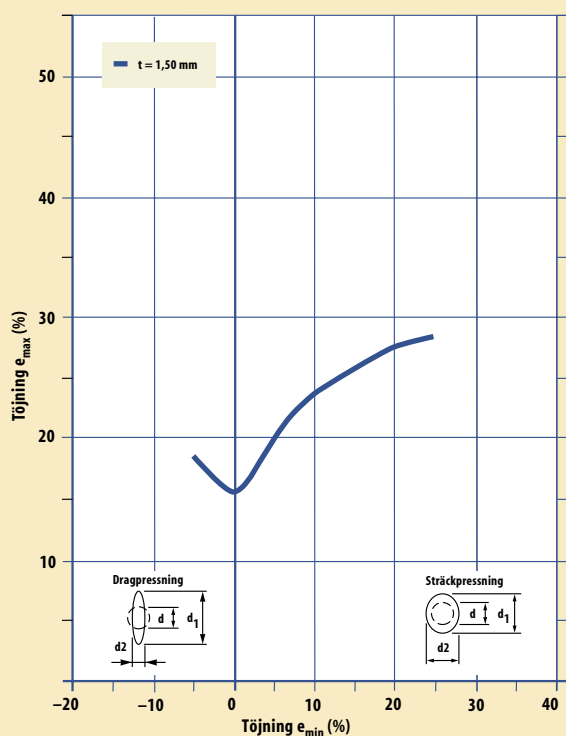
Docol 800 DP



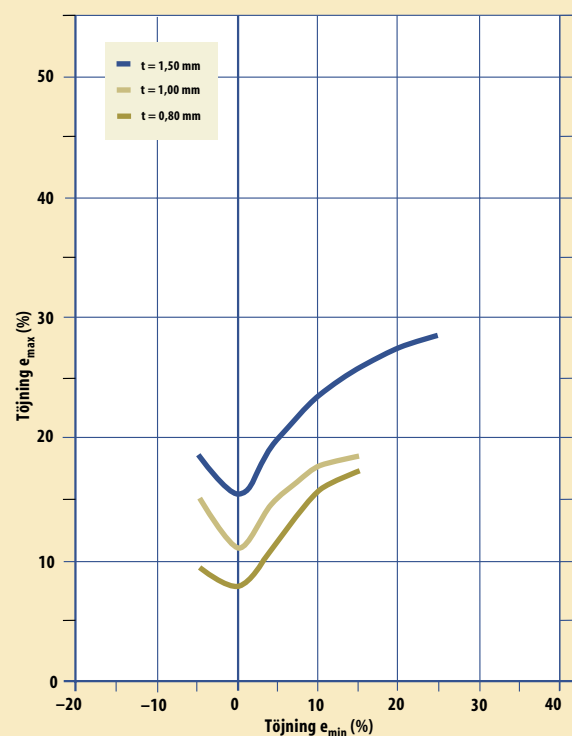
Docol 1000 DP



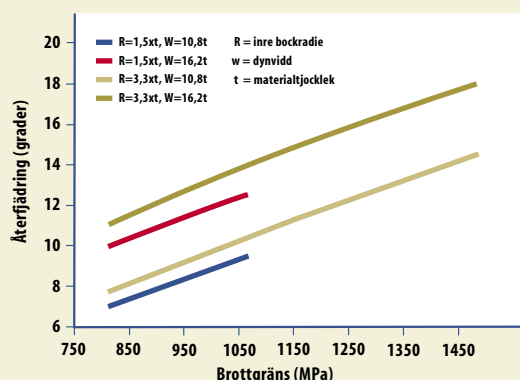
Docol 1200 M



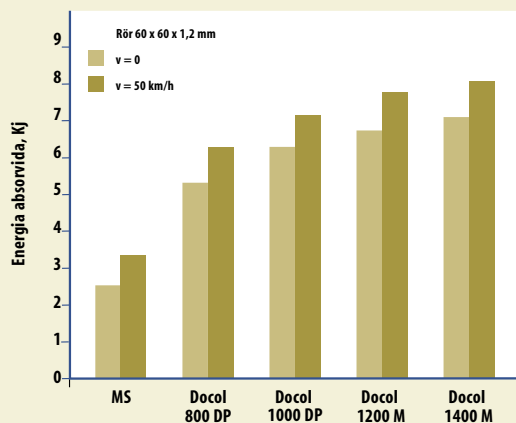
Docol 1400 M



Återfjädring av Docol UHS vid bockning till 90° (t = 1,5 mm)



Deformationsmotstånd hos Docol UHS



Diagrammet visar energiupptagningen hos rör vid axiell deformation vid två olika hastigheter. Ju högre deformationshastighet desto större energiupptagning (beräknade värden)

Återfjädring

Vid övergång från ett mjukare stål till ett mer höghållfast stål ökar återfjädringen. Det är inte enbart hållfastheten som påverkar återfjädringen utan också plåttjockleken och valet av verktygsuppsättning. Återfjädringen ökar med ökande hållfasthet, ökande bockradie och minskande plåttjocklek.

Vid bockning kan återfjädringen kompenseras genom överbockning. Generellt bör man dock hellre försöka förändra restspänningsfördelningen efter formning så att återfjädringen minimeras. Detta kan t ex åstadkommas genom ökad tillhållarkraft vid pressning eller genom geometriska förstyvningar av detaljen.



Energiupptagning

Energiupptagningsförmågan hos olika säkerhetskomponenter i bilar påverkas av stålets hållfasthet. Detta innebär att plåttjockleken kan minskas avsevärt i komponenter som axiellt belastade sidobalkar och dörrbalkar om Docol UHS används istället för mjukt stål.

Som tumregel kan anges att det är möjligt att minska vikten med 30–40 procent om Docol 1000 DP används och med 40–50 procent om Docol 1400 M används istället för mjukt stål i energiupptagande komponenter.

Tvärsnittsgeometri, plåttjocklek och stålets hållfasthet är faktorer som påverkar stålets energiupptagningsförmåga.

Stålets mekaniska egenskaper förbättras vid höga deformationshastigheter. Detta innebär att energiupptagningen ökar i en verklig krocksituation.

Energiupptagningsförmågan i en konstruktion kan uppskattas med hjälp av FEM-beräkningar. Genom att utnyttja simulering är det möjligt att enkelt prova olika kombinationer av material och geometri innan prototyp-tillverkning.

Ett sätt att mäta energiupptagningsförmågan hos färdiga dörrbalkar är genom ett statiskt trepunkts böjprov. Kraften mäts som funktion av deformationen upp till ett bestämt deformationsvärde varpå energin kan beräknas.



Åldring

Docol UHS åldrar inte.

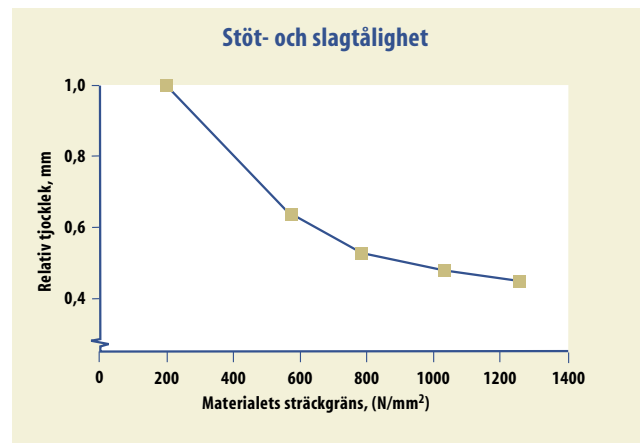
Anledningen är materialstrukturen. Denna typ av stål består av två faser, en hård (martensit) och en mjuk (ferrit).

Hårdhetsskillnaden mellan dessa faser motverkar uppkomsten av normala åldringsfenomen såsom förhöjd sträckgräns och återbildande av flytområde vid lagring under normala temperaturförhållanden. Åldring uppträder inte heller efter plastisk formning, såvida inte detaljen utsätts för torkning vid förhöjd temperatur efter målning.



Stöt- och slagtålighet

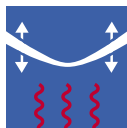
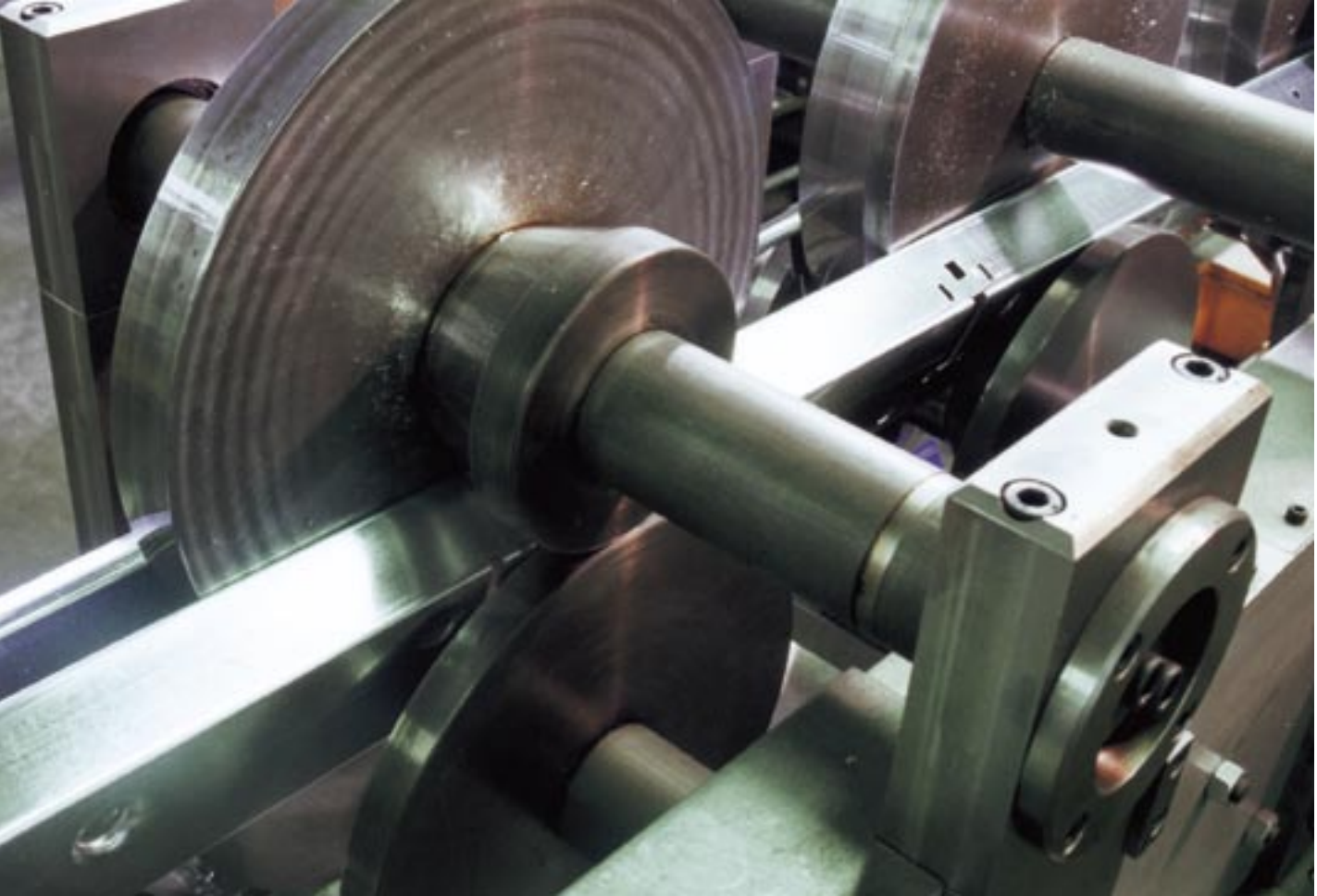
I stora plåtfält utsatta för stötar och slag är risken för kvarstående deformationer stor. Ett biltak t.ex måste klara måttliga stöt- och slagbelastningar utan kvarstående deformation. Materialets sträckgräns bestämmer stöt- och slagtåligheten i plåtfältet. Figuren visar vid vilken relativ tjocklek som Docol UHS har likvärdig/samma stöt- och slagtålighet som ett mjukt material (sträckgräns 220 N/mm^2), dvs indirekt hur mycket material som kan sparas vid övergång till Docol UHS.



Den ökade återfjädringen hos Docol UHS kan utnyttjas för att ge en produkt bättre funktion. Stölskyddslådan för datorer är gjord i Docol 1000 DP. Förutom att det är betydligt svårare att

såga i Docol UHS än i ett mjukare stål, gör återfjädringen att lådan är mycket svår att bända upp. Den slår igen som en råttfälla.





Deformations- och varmhårdnande

Genom att utnyttja Docol UHS förmåga att deformations- och varmhårda, kan man få en avsevärd höjning av sträckgränsen.

För Docol UHS kan deformationshårdnandet efter 2% töjning öka sträckgränsen med över 100 N/mm^2 . Deformationshårdnandet är starkt beroende av graden av deformation och ståltyp.

För Docol UHS har graden av fördeformation större betydelse för den sammanlagda sträckgränshöjningen än värmetid och värmetemperatur.

En fördeformation på 10 % för Docol 800 DP ökar sträckgränsen cirka 400 N/mm^2 .

Genom varmhårdnande efter uppvärmning i 170°C i 20 minuter ökar sträckgränsen med ytterligare ca 30 N/mm^2 .

Pressning och lackering

Alla som pressar plåtdetaljer som sedan lackeras, kan utnyttja fördelarna med Docol UHS deformations- och varmhårdnande.

Deformationshårdnandet sker vid pressningen och varmhårdnandet vid torkningen av lacken, om den utförs vid förhöjd temperatur.

Rörformning och rullformning

Rörformning och annan rullformning är exempel där Docol UHS goda förmåga att deformationshårda kan utnyttjas.

I dessa processer får man en kontrollerad deformation av materialet som leder till att sträck- och brottgräns ökar i den färdiga detaljen.

Eftersom deformationens storlek är känd och kontrollerad kan hållfasthetsökningen användas vid dimensionering av den färdiga detaljen.

I de fall de färdiga detaljerna värmebehandlas, till exempel i samband med ytbehandling, kan man räkna med ytterligare hållfasthetsökning.

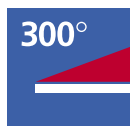
Dimensionering

Deformations- och varmhårdnandet kan alltid utnyttjas fullt ut vid statisk dimensionering.

Även vid dimensionering mot utmattning kan sträck-

gränshöjningen normalt utnyttjas.

Undantaget är konstruktioner med höga lastvariationer, eftersom de plastiska töjningarna då kan bli så stora att sk cykliskt mjuknande uppträder, och effekten av deformations- och varmhårdnande minskar eller helt uteblir.



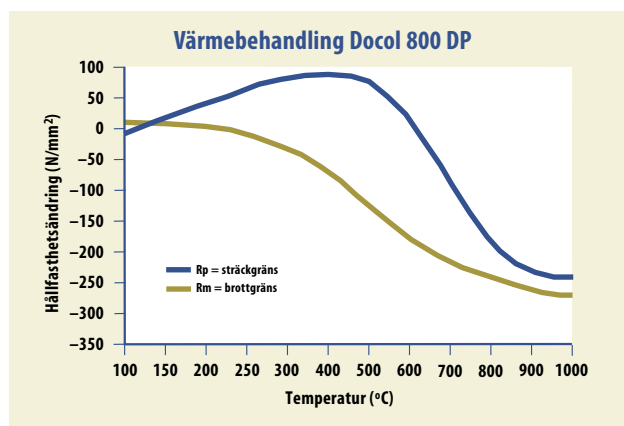
Värmebehandling

Docol 800 DP och Docol

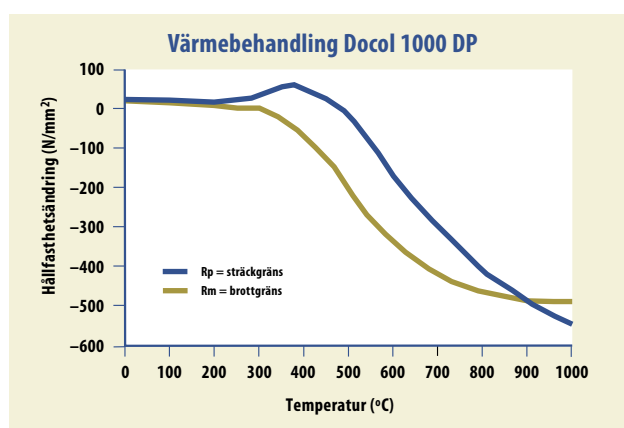
1000 DP kan värmebehandlas upp till 300°C utan försämring av hållfasthetsegenskaperna.

Om värmning sker över denna temperatur sjunker hållfastheten successivt med ökad temperatur.

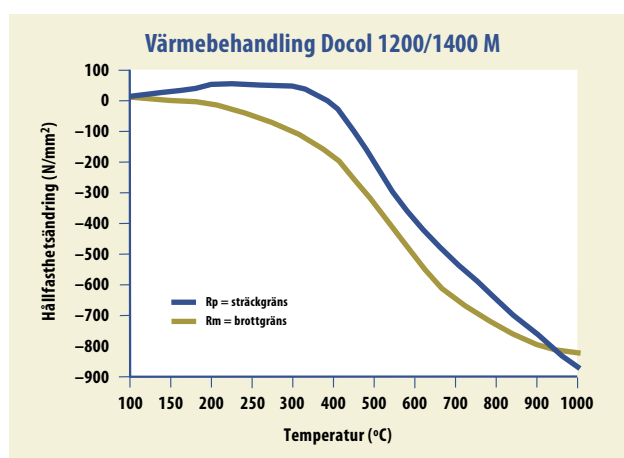
Docol 1200 M och Docol 1400 M kan värmebehandlas upp till ca 200°C utan att hållfasthetsvärdena försämras. Vid värmning över 200°C får dessa stål en större hållfasthetsminskning än Docol 800 DP och Docol 1000 DP.



Diagrammet visar hur hållfastheten ändras vid uppvärmning av Docol 800 DP



Diagrammet visar hur hållfastheten ändras vid uppvärmning av Docol 1000 DP



Diagrammet visar hur hållfastheten ändras vid uppvärmning av Docol 1200 M och 1400 M



Utmattning

En noggrann analys av utmattningslas-

ten, dvs lastkollektivets form och antalet lastcykler, tillsammans med en god konstruktiv utformning, t ex låg anvisningsverkan i förband, utgör grunden för högt materialutnyttjande av höghållfasta stål.

Att anta fullt lastkollektiv (konstant lastamplitud) resulterar i en kraftig överdimensionering, då konstruktioner i verkligheten oftast utsätts för varierande lastamplitud (tunt lastkollektiv) – ju tunnare lastkollektiv och ju lägre antal lastcykler desto mer att vinna på att utnyttja höghållfasta stål även i svetsade konstruktioner.

God konstruktiv utformning:

- skivverkan utnyttjas där så är möjligt
- jämnt kraftflöde genom konstruktionen
- inga kraftiga styvhetsförändringar eller abrupta sektionsförändringar
- utmattning vid lastinföringar beaktas
- rätt placerade och utformade svetsförband
- anhopning av anvisningar ska inte förekomma i någon konstruktion
- tillräckligt bra svetsutförande (det verkliga produktionsutfallet under kontroll)

För plåt i tunna tjocklekar, t ex i Docol UHS, kan god konstruktiv utformning innebära t ex att:

- använda avstyvningar (t ex rillor och kantveck) för att motverka buckling och därmed öka materialutnyttjandet

- använda avstyvningar för att förhindra lokal böjning av plåten, t ex vid lastinföringar
- punktsvetsarnas linsdiameter ökas och punktavståndet minskas i syfte att sänka spänningen i svetsen och därmed höja hela konstruktionens utmattningshållfasthet
- punktsvets används i kombination med limförband (weldbonding) för att öka utmattningshållfastheten
- använda kontinuerliga svetsförband (laser eller MAG) vilka har högre utmattningshållfasthet än punktsvetsar.



**Svetsning av
DOCOL UHS**

Docol UHS
svetsas normalt

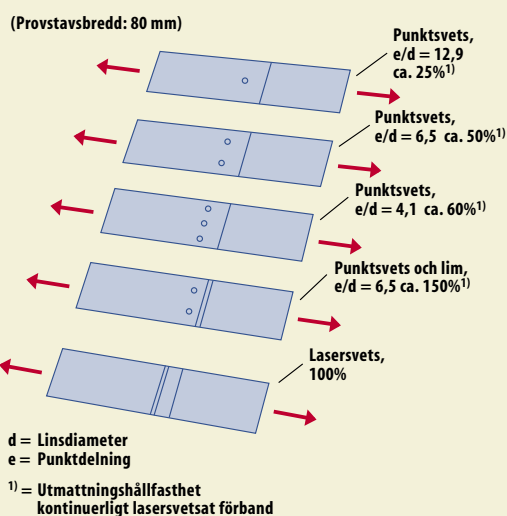
mot plåtar i mjukt stål (svetsning hårt/mjukt). Ibland kan Docol UHS också svetsas mot ett likadant stål (svetsning hårt/ hårt), exempelvis olika typer av slutna profiler.

Docol UHS svetsas med alla vanliga svetsmetoder

Docol UHS kan svetsas med alla de vanliga svetsmetoderna, som t ex punkt-, MAG-, laser- eller högfrekvenssvetsning.

Docol UHS goda svetsningsegenskaper beror på att stålen innehåller mycket små mängder av legeringsämnen i förhållande till den höga hållfastheten, vilket gör att risken för sprickor och andra defekter är liten.

Relativ utmattningshållfasthet vid 1×10^6 lastcykler



Punktsvetsning

Punktsvetsning är en form av motståndssvetsning och den metod som är vanligast för svetsning av kallvalsat höghållfast stål.

För att ett stål ska kunna punktsvetsas på ett tillfredsställande sätt är det viktigt att det tillåtna strömintervall är tillräckligt stort. Intervallet bör vara minst 1 kA.

Punktsvetsning av Docol UHS mot mjuka stål innebär inga problem. Det tillåtna strömintervall blir stort och vid fläkprovning erhålls fullständiga pluggbrott (dvs en plugg dras ur från den ena plåten vid provningen). Hållfastheten i svetsen blir densamma som för det mjuka stålet.

Vid punktsvetsning av

UHS mot sig självt (svetsning hårt/hårt) är det tillåtna strömintervall också stort. För de högsta Docol UHS nivåerna får man inte alltid fullständiga pluggbrott vid isärdragningen. Brotten går ibland delvis genom svetsen, sk partiella pluggbrott.

Exempel på uppmätta strömintervall som ger bra punktsvetsar för Docol UHS framgår av tabellen nedan. Resultat finns både från svetsning hårt/mjukt och hårt/hårt. De uppmätta strömintervallen är genomgående mycket stora, större än 2,0 kA i samtliga fall.



Svetsad detalj i Docol UHS

Uppmätta tillåtna strömintervall vid punktsvetsning ¹⁾ av Docol UHS									
Stål 1	Stål 2	Tjocklek (Stål 1/ stål 2) (mm)	Tillåten svetsström ¹⁾		Svetsdata				Anm
			Intervall	min-max	Elektrod- diameter (mm)	Elektrod- kraft (N)	Svetstid (per)	Hålltid (per)	
			(kA)	(kA)					
Docol 800 DP	Docol 800 DP	1,0/1,0	2,0	6,4–8,4	6	4000	12	10	hårt/hårt
Docol 800 DP	Docol 220 DP	1,5/1,5	2,6	5,9–8,5	6	3500	15	10	hårt/mjukt
Docol 800 DP	Docol 800 DP	1,5/1,5	2,1	5,7–7,8	6	4000	20	10	hårt/hårt
Docol 800 DP	DC01	2,0/2,0	3,4	9,9–13,3	9	6300	20	10	hårt/mjukt
Docol 800 DP	Docol 800 DP	2,0/2,0	3,0	7,8–10,8	9	6300	20	10	hårt/hårt
Docol 1000 DP	DC01	0,8/0,8	2,5	5,2–7,7	5	3000	8	10	hårt/mjukt
Docol 1000 DP	Docol 1000 DP	0,8/0,8	3,0	4,7–7,7	5	3000	11	10	hårt/hårt
Docol 1000 DP	Docol 1000 DP	1,5/1,5	2,2	5,8–8,0	6	4500	19	10	hårt/hårt
Docol 1000 DP	Dogal 220 RP ²⁾	2,0/2,0	3,0	7,4–10,4	8	5600	19	10	hårt/mjukt
Docol 1000 DP	Docol 1000 DP	2,0/2,0	2,4	7,8–10,2	9	6300	20	10	hårt/hårt
Docol 1200 M	DC01	1,5/1,5	2,7	9,4–12,1	8	5000	15	10	hårt/mjukt
Docol 1200 M	Docol 1200 M	1,5/1,5	2,5	6,2–8,7	6	4500	15	10	hårt/hårt
Docol 1400 M	Docol 220 RP	1,5/1,5	2,5	7,5–10,0	8	3500	15	10	hårt/mjukt
Docol 1400 M	Docol 1400 M	1,5/1,5	3,2	8,6–11,8	8	6000	17	10	hårt/hårt

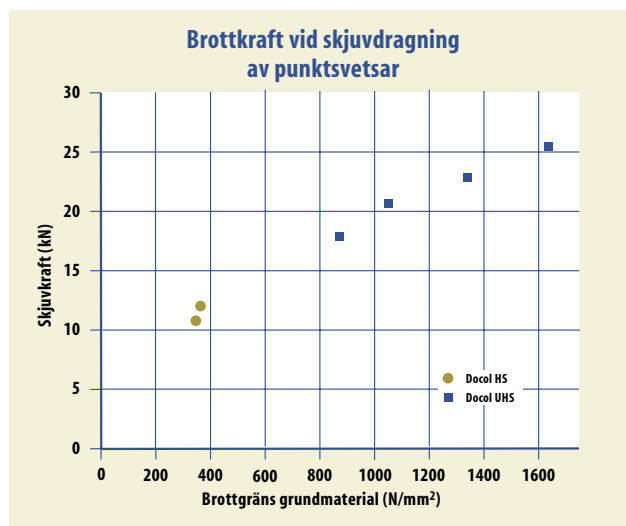
1) Min-värde: Ström där pluggdiameter = 70% · elektrodspetsdiameter Max-värde: Högsta ström utan sprut

2) Zinkbelagt Z140 (10 µm)

3) Punktsvetsningarna är utförda i 1-fas växelströmsmaskiner. Mätningarna bygger på kryssdragprover

Brottkraft vid skjuvdragprovning av punktsvetsar för Docol UHS i jämförelse med andra höghållfasta stål.

Pluggdiameter: ca 5,5 mm
Plåttjocklek: 1,5–1,6 mm.



Hållfasthet hos punktsvetsar

Skjuvhållfastheten för punktsvetsar hos Docol UHS är högre än för stål med lägre hållfasthet. Detta framgår av ovanstående diagram. De olika stålen har svetsats mot sig själva, vilket innebär svetsning hårt/hårt. Här framgår tydligt att skjuvhållfastheten i punktsvetsarna ökar med ökad hållfasthet hos stålen som svetsas. Fläkhållfastheten är lägre än skjuvhållfastheten för punktsvetsar, vilket gör att man bör utforma sin konstruktion så att punktsvetsarna utsätts för skjuvbelastning. På så sätt kan

man också utnyttja den högre hållfastheten hos Docol UHS.

Rekommenderade svetsdata vid punktsvetsning.

Vid punktsvetsning av Docol UHS mot mjuka stål kan man normalt använda samma svetsdata som för mjuka stål. Elektrodkraften bör dock ökas med 20-30 %. För att ett bra svetsresultat ska erhållas vid svetsning av Docol UHS mot sig självt (hårt/hårt) bör man i jämförelse med svetsning av mjukt stål öka elektrodkraften med 40-50 % och också öka svetstiden något.

Smältsvetsning

Vanlig smältsvetsning av Docol UHS, exempelvis MAG-, TIG- eller plasma-svetsning, ger normalt inga problem med sprickor eller andra defekter, eftersom stålen har låga legeringshalter. Det gäller både svetsning mot ett mjukt stål och svetsning mot sig självt.

Vid svetsning mot ett mjukt stål bestäms hållfastheten hos svetsförbandet av det mjukare stålet.

Vid smältsvetsning av Docol UHS mot sig självt gäller att hållfastheten hos svetsförbandet är avsevärt högre än för andra höghållfasta stål.

I nedanstående diagram visas resultat från MAG-svetsningar av Docol UHS och andra höghållfasta stål. Här syns tydligt att Docol UHS har högre hållfasthet än de övriga stålen.

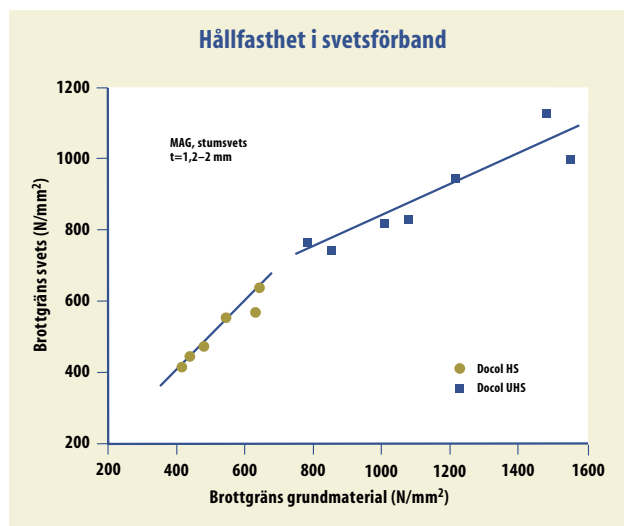
Hållfastheten i svetsen för Docol UHS kommer dock inte upp i samma nivå som i grundmaterialet.

Orsaken är att man får mjuka zoner intill svetsen som sänker hållfastheten (se hårdhetskurvor i nedanstående diagram). Högsta

Exempel på tillsatsmaterial för Docol UHS		
Manuell metallbågsvetsning (MMA)	Gasmallbågsvetsning (MAG) Solid tråd	Tillverkare
OK 75.75	OK Autrod 13.13 OK Autrod 13.29 OK Autrod 13.31	ESAB
Filarc 118 P 110 MR Maxeta 110 Tenacito 80	Elgomatic 135 Carbofil NiMoCr Spoolcord TD-T90	Filarc ELGA Oerlikon

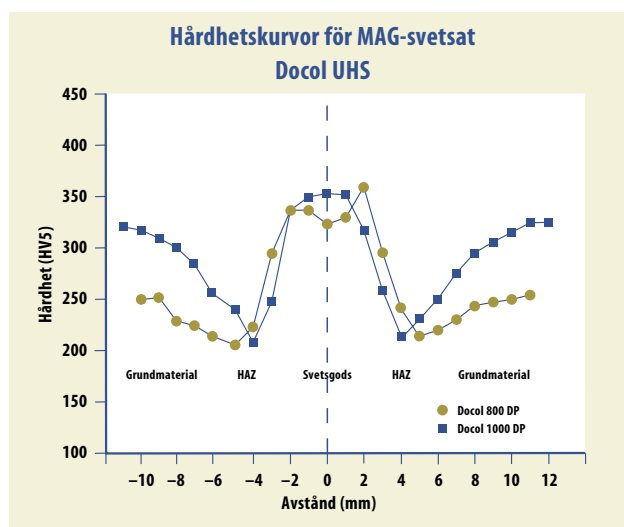
hållfastheten erhålls för Docol 1400 M som också har den högsta grundmaterialhållfastheten.

Vid MAG-svetsning av Docol UHS kan samma svetsparametrar användas som för mjukt eller höghållfast stål.



Hållfasthet i svetsförband för Docol UHS i jämförelse med andra höghållfasta Docol stål (två likadana stål svetsade mot varandra, belastning tvärs svets, råge borttagen).

Svetsdata: MAG, homogentråd matchande, en sträng, blandgas, sträckenergi 0,11–0,17 kJ/mm.



Hårdhetskurer för MAG-svetsat Docol UHS (Docol 800 DP, t=2,0 mm och Docol 1000 DP, t=2,0 mm). Stumsvetsar, två likadana stål svetsade mot varandra. Svetsdata: homogentråd matchande, blandgas, en sträng, sträckenergi ca 0,16 kJ/mm.



Lasersvetsning

Lasersvetsning av Docol UHS kan ske både mot ett mjukt stål och mot sig självt. Ur svetsningssynpunkt är det ingen skillnad att lasersvetsa Docol UHS jämfört med mjuka stål. En fördel med lasersvetsning är att det för Docol UHS är möjligt att öka hållfastheten i svetsen jämfört med vanlig MAG-svetsning.

Med lasersvetsning är det möjligt att klara samma hållfasthet i svetsen som i grundmaterialet både för Docol 800 DP och Docol 1000 DP. Det är endast för Docol 1200 M och Docol 1400 M som hållfastheten i svetsen inte riktigt kommer upp i samma nivå som i grundmaterialet.

Orsaken till att hållfastheten blir högre vid lasersvetsning är att den tillförda värmemängden (sträckenergin) vid lasersvetsning är klart lägre än vid MAG-svetsning och materialet påverkas därför mindre. Det framgår

av figuren nedan som visar hårdhetskurvor för Docol 800 DP och Docol 1000 DP vid lasersvetsning. Från hårdhetskurvorna syns att lasersvetsarna blir smala och att man i stort sett inte får några mjuka zoner. Detta medför en högre hållfasthet i lasersvetsarna jämfört med MAG.

Högfrekvenssvetsning

Vid svetsning av till exempel rör är högfrekvenssvetsning en mycket vanlig och effektiv svetsmetod.

Den högfrekventa strömmen värmer snabbt upp plåtens kanter till hög temperatur. När kanterna trycks samman under högt tryck, trycks det smälta materialet ut och man får en stark förbindning.

Högfrekvenssvetsning kan med fördel användas vid svetsning av Docol UHS. Svetsförbandets hållfasthet bestäms huvudsakligen av de egenskaper som uppnåts i den värmepåverkade zonen.



Ytbehandling

Docol UHS kan korrosionsskyddas

på samma sätt som mjuka stål genom lackering, elförzinkning eller olika typer av zink och/eller aluminiumhaltiga beläggningar.

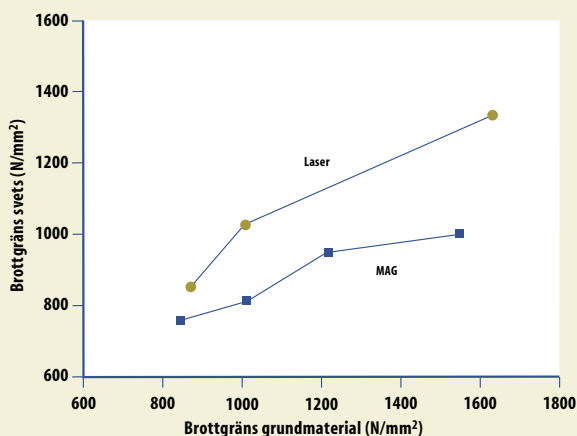
Vid elförzinkning måste känslighet för väteförspridning beaktas.

Omfattande undersökningar i laboratorie- och fullskalemiljö visar att Docol UHS kan elförzinkas utan risk för väteförspridning. Många faktorer kan dock påverka känsligheten och för kritiska applikationer, t ex säkerhetsdetaljer, rekommenderar vi utvärderingar i den tänkta ytbehandlingsanläggningen.

Väteutdrivning efter elförzinkning, se standard SS-ISO 2081, hjälper också till att göra materialet mindre känsligt för väteförspridning.

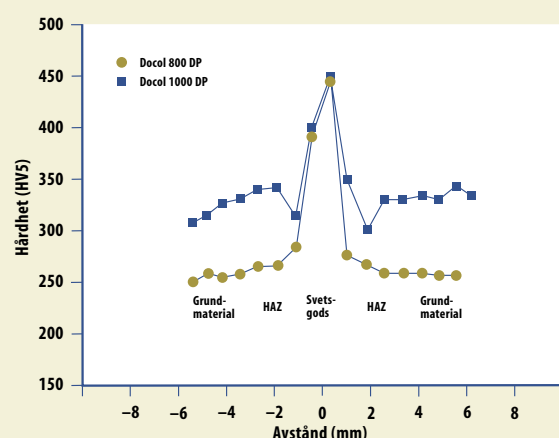
Alternativt kan ytbehandling som inte genererar väte

Hållfasthet i svetsförband



Hållfasthet i svetsförband för Docol UHS. Jämförelse mellan MAG- resp lasersvetsade förband (stumsvets, plättjocklek 1,5–2,0 mm, två likadana stål svetsade mot varandra, belastning tvärs svets).

Hårdhetskurvor för lasersvetsat Docol UHS



Hårdhetskurvor för lasersvetsat Docol UHS (Docol 800 DP, plättjocklek=1,0 mm och Docol 1000 DP, plättjocklek=2,0 mm). Stumsvetsar, inget tillsatsmaterial, sträckenergi ca 0,05 kJ/mm.



Säkerhetspersienn från Ansa
Protection i Docol 1000 DP.
Säkerhetspersiennen fick hedersom-
nämnande i Swedish Steel prize 1999.

användas, t ex Dacromet
(Dacrolit), Geomet eller
Delta MKS. Därmed är risken
för väteförsprödning helt
eliminerad. Dessa processer
innehåller dock ett härdnings-
steg för ytbehandling, varvid
maximal rekommenderad
värmebehandlingstemperatur
för respektive stålsort måste
beaktas om stålen ska bibe-
hålla sin höga hållfasthets-
nivå.

Verktygsstål

Verktygsstål för stansning och formning av Docol UHS

Vid formning och klippning av plåtdetaljer är det som vid all tillverkning i industriell skala viktigt att processen fungerar störningsfritt. Kedjan från verktygskonstruktion till verktygsunderhåll innehåller många olika steg enligt nedanstående tablå.

En förutsättning för att erhålla god produktivitet och produktionsekonomi är att alla steg är riktigt utförda. Det är därför mycket viktigt att välja rätt verktygsstål vid en given formnings- eller klippoperation.

För att kunna välja rätt stål gäller det att identifiera de skademekanismer som kan uppstå vid klippningen och/eller formningen och som kan leda till att verktyget blir obrukbart eller havererar

redan efter kort tids användning.

Det finns i princip fem skademekanismer som kan uppstå i de aktiva delarna av verktyget:

- *Slitage*, abrasivt eller adhesivt, som har samband med arbetsmaterialet, typen av formningsoperation och friktionskrafterna i den glidande kontakten.
- *Plastisk deformation* uppstår vid ett ofördelaktigt samband mellan spänningarna och trycksträckgränsen (hårdheten) hos verktygs materialet.
- *Urflisning* kan uppstå vid ett ofördelaktigt samband mellan spänningarna och brottsegheten hos verktygs materialet.
- *Sprickbildning* kan uppstå vid ett ofördelaktigt samband mellan spänningarna och brottsegheten hos

verktygs materialet.

- *Påkletning* kan uppstå vid ett ofördelaktigt samband mellan arbetsmaterialet och friktionskrafterna som uppstår vid den glidande kontakten. Påklettningmekanismen är nära besläktad med det adhesiva slitaget.

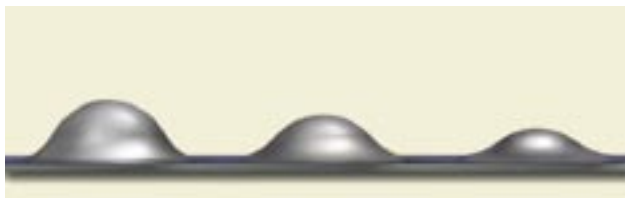
Plastisk deformation, urflisning och sprickbildning är skador som ofta ger allvarliga och kostsamma produktionsstörningar. Slitage och påklettningar är mer förutsägbara och kan till viss del hanteras genom ett schemalagt underhåll av verktygen. En konsekvens av detta är att det kan vara värt att tillåta mer slitage än att få urflisningar eller sprickor.

Det speciella med att forma och klippa Docol UHS är att spänningarna ökar och därmed ökar också kraven



på slitstyrka och hållfasthet på verktygsmaterialet. Klippoperationen är känsligast eftersom den kräver en kombination av hög slitstyrka och högt motstånd mot urflisning/totalt verktyghaveri medan formningsoperationen handlar mer om slitstyrka.

Mer information om verktygval vid bearbetning av Docol UHS finns att få i vår broschyr "Tooling solutions for advanced high strength steels".



VANADIS-stålen har alla en bra kombination av slitstyrka och motstånd mot urflisning i jämförelse med de övriga stålen. Anledningen till detta är att dessa stål är framställda via pulvermetallurgi medan de andra är framställda via konventionell metallurgi. Skillnaden i egenskaper beror främst på att vid pulvermetallurgi fås små och jämnt fördelade karbider som skyddar mot nötning. Att karbiderna dessutom är små

gör dem mindre farliga som initieringsställen för utmattningssprickor. Konventionella stål med god slitstyrka har däremot stora karbider som ligger i stråk som försämrar den mekaniska hållfastheten.

Stålvalsguide vid klippning av Docol UHS

Det är svårt att ge ett exakt råd vid val av verktygsstål i en specifik produktionssituation eftersom ingen produktion är exakt lik en

annan. Det är bättre att om möjligt försöka bygga på erfarenhet från egen produktion i samma maskinella utrustning och successivt förbättra stålvalet genom relativa jämförelser mellan olika stål. Då egen erfarenhet saknas kan vidstående diagram användas som guide.

Vid verktygskonstruktion och verktygstillverkning är det viktigt att undvika skarpa hörn och radier samt dåligt bearbetade ytor. De höga opererande spänningarna i kombination med verktygsstålets höga hårdhet ger upphov till spänningskoncentrationer vid sådana defekter.

Stålvalsguide vid formning av Docol UHS

Den begränsande skademekanismen vid formning är huvudsakligen slitage och då främst abrasivt slitage men också adhesivt slitage finns med i bilden genom att höga friktionskrafter skapas vid formning av Docol UHS.

I bilden nedan visas verktygsrekommendationer för formningsverktyg för Docol UHS.





Konstruera med Docol UHS

Docol UHS är stål med mycket hög hållfasthet som främsta egenskap. De tål stora deformationer innan de ger med sig och plasticerar.

Detta kan utnyttjas för att skapa fördelar i en mängd olika konstruktioner och produkter.

Med de nya ultra hög-hållfasta materialen ges möjligheten att konstruera och producera produkter med ännu bättre prestanda, såväl ur kostnads- som konkurrenssynpunkt.

Vad bör konstruktören tänka på?

Den höga hållfastheten hos Docol UHS ger möjlighet att konstruera lätta produkter med tunna godstjocklekar. Kom dock ihåg att produkternas slutliga egenskaper bestäms av den geometriska utformningen i kombination med materialets egenskaper.

När har du nytta av Docol UHS?

Då du vill ha:



Viktreduktion. Olika produkter, även sådana som anses "enkla" kan i många fall göras lättare och mer ekonomiska med Docol UHS. Betydligt tunnare material räcker för att ta upp samma last jämfört med konventionella stål.



Hög energiupptagning, tex krocksäkerhetsdetaljer i bilar. På grund av den höga hållfastheten så tar Docol UHS upp stora energimängder medan de deformeras.



Tålighet mot slag och stötar. Här spelar den höga sträckgränsen huvudrollen. Docol UHS tål att deformeras väsentligt innan det blir kvarvarande märken och formförändringar. Detta gör Docol UHS lämpligt i produkter som ska tåla tuff hantering eller i detaljer som ska sitta på utsatta ställen.



Fjädring och olika snäppfunktioner. De kan byggas in direkt i produkter av Docol UHS på grund av stålens återfjädringsförmåga.



Minskad lokal påkänning. Docol UHS kan användas i syfte att producera produkter som är mer elastiska och därigenom får ökad livslängd. En fjädrande struktur balanserar i många fall ut kraftflöden bättre än en styv.



Hög slitstyrka. Docol UHS har stor motståndskraft mot abrasion. Därför är de lämpliga material i produkter som utsätts för nötning.



Robusta produkter med krav på extrema hållfastheter.

Förmåga att bära laster samt böjstyvhet hos till exempel balkar och profiler påverkas markant av sektionshöjd och olika förstyvningar. Förstyvningar som rillor och kantveck används på tunna plåtfält vilket minskar bucklingsbenägenheten, tillför extra styvhet och gör att materialet kan utnyttjas till fullo.

Förstyvningar är speciellt viktiga vid utformningen av energiupptagande detaljer som till exempel sidokrockskydd där buckling bör undvikas, även under plastisering.

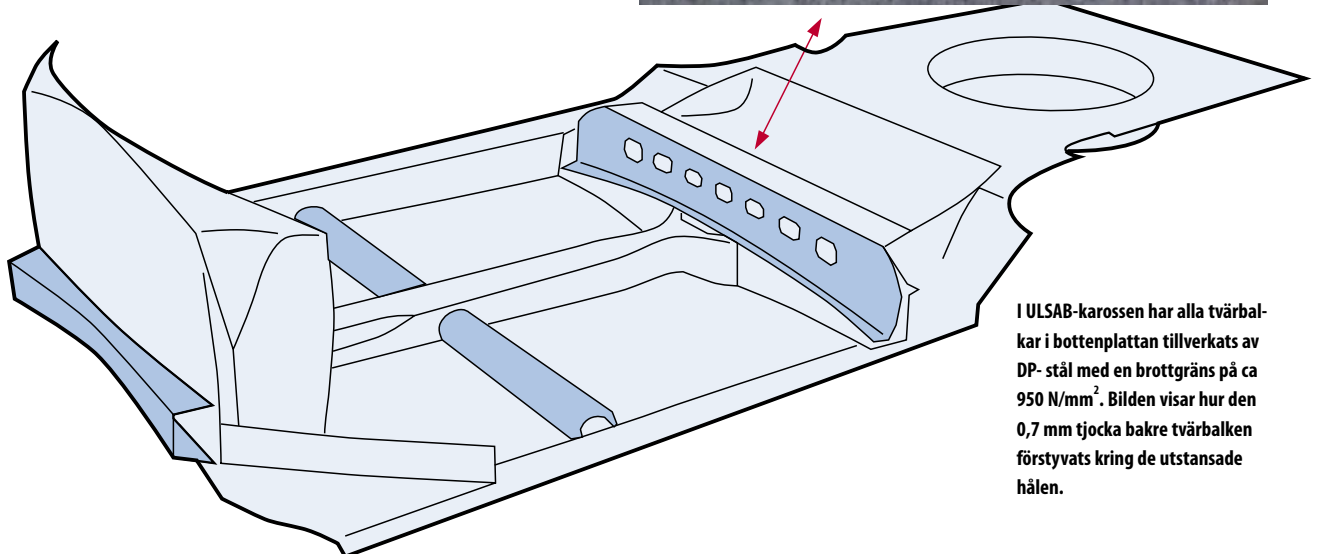
Rillor och förstyvningar kan pressas direkt på detaljer i Docol UHS. Pressbarheten är för dessa material god i förhållande till deras höga hållfasthet. Se bara till att kantradii är tillräckliga och dragdjupen måttliga.

Rullformning är speciellt lämplig för tillverkning av

profiler i större serier. Med rullformning kan rillor och kantveck placeras på lämpliga områden direkt i processen. Materialen tål på grund av sin höga sträckgräns att formas med färre steg i rullformningen utan att restspänningar tillförs.

För formning av detaljer i Docol UHS bör man tänka på att konstruera så att tillräcklig kompensation av återfjädring kan ske. Detta är viktigt även vid utformning av formningsverktyg.

Att utnyttja skivverkan i konstruktioner av plåt innebär att materialet kan utnyttjas bättre. Försök i möjligaste mån att undvika att konstruktionsdetaljer i plåt fungerar som plattor med lokal böjning och höga böjspänningar till följd.



I ULSAB-karossen har alla tvärbalkar i bottenplattan tillverkats av DP-stål med en brottgräns på ca 950 N/mm². Bilden visar hur den 0,7 mm tjocka bakre tvärbalken förstyvats kring de utstansade hålen.

Vi hjälper dig att utnyttja de ultra höghållfasta stålens fördelar

När man går över till Docol UHS är det viktigt att integrera materialval, konstruktion och produktion redan från början. Då optimerar man produkten och produktionen både ur teknisk och ekonomisk synvinkel.

Hos SSAB Tunnplåt finns många experter med lång praktisk erfarenhet av ultra höghållfasta stål. Alla dessa experter står till våra kunders förfogande:

- Våra experter inom Knowledge Service Center står för den breda kunskapen när det gäller materialkunskap och bearbetning. De svarar direkt på dina tekniska frågor på telefon 0243-72929 eller e-post help@ssab.com.
- Våra experter inom Applikationsteknik står för spetskunskap när det gäller dimensionering, formning, fogning och ytbehandling.

Använd våra moderna analysverktyg

Vi använder de allra modernaste verktygen för att snabbt hjälpa våra kunder att välja rätt stålsort och rätt utformning, t ex:

FEM, Finita Element Metoden, kan användas för att simulera alla steg i utvecklingen av en detalj, t ex val av stålsort, form på utgångsämnet, bearbetningsmetod och slutlig utformning av detaljen. FEM kan också användas för att beräkna en detaljs energiupptagning vid krock. I datormiljön är det möjligt att simulera alla tänkbara varianter av verktygsutformning, radier, design, tjocklek och stålsort för att hitta den optimala lösningen.

ASAME är en utrustning som gör att vi snabbt kan kontrollera att våra kunder valt rätt kombination av stålsort och utformning. ASAME mäter töjningsfördelningen i pres-

sade detaljer. Informationen bearbetas i ett kraftfullt dataprogram och man får direkt besked om hur verktyg, produktionsmetoder och utformning påverkat materialet. ASAME klarar mycket detaljerade analyser av komplicerade formningsoperationer.



FEM-analysen visar att påfrestningarna på materialet är för höga i flera punkter.



Efter några relativt enkla ändringar av konstruktion och planerad produktion visar analysen att konsolen till bogseröglan klarar alla krav.



Kurser och seminarier

SSAB Tunnpålar arrangerar regelbundet kurser och seminarier om hur man utnyttjar de ultra höghållfasta stålens många möjligheter t ex:

- Tunnpålskursen som ger grundläggande kunskaper om stålframställning och de olika stålsorternas egenskaper och användningsområden.
- Seminarier som ger fördjupade kunskaper om dimensionering, konstruktion, bearbetning, formning och fogning av ultra höghållfasta stål.
- Seminarier som är skräddarsydda för enskilda företag.

Handböcker

Fördjupade kunskaper om de ultra höghållfasta stålens många möjligheter finns i våra handböcker:

- Plåthandboken ger underlag för dimensionering och konstruktion jämte verkstadstekniska råd.

- Formningshandboken ger ökad kunskap om plastisk formning och skärning bearbetning.
- Fogningshandboken ger ökade kunskaper om fogning av höghållfast stål.

Provplåtar

Beställ plåtar från vårt Provplåtlager när du vill undersöka hur en ny stålsort fungerar i produktionsutrustningen eller i den tänkta produkten.

Produktinformation

Information om alla våra stålsorter och om hur de kan

användas och bearbetas finns i våra produktbroschyrer och produktblad.

Certifikat

SSAB Tunnpålar är certifierade enligt SS-EN ISO 9001:2000, ISO/TS 16949:2002 och SS-EN ISO 14001:2004.

Besök även våra hemsidor

www.ssabtunnplat.se
www.ssabdirect.com
www.businesssteel.com
www.steelprize.com



Anvisningar vid order

Varje post beställes vanligen i multipar av 18 kg/mm bandbredd.

Tänk alltid på att vid ordern precisera krav eller önskemål om:

- stålsort (benämning, SS-EN-nummer, vår beteckning, normnummer, etc)
- anpassning för droppförzinkning
- anpassning för emaljering
- ytkvalitet
- ytutseende
- ytjämnhet
- dimensioner inkl toleranser
- kantklippning
- kvalitet
- leveranstid
- anoljning/ej anoljning
- max och/eller min buntvikt
- max och/eller min rullstrolek (vikt och/eller diameter)
- emballage
- provningsintyg
- övriga önskemål

Viktigt att veta

- Användning av Docol UHS kräver mycket sällan investeringar i ny maskinutrustning. I de allra flesta fall räcker det med att ställa in maskinerna rätt.

- Det finns inga stora skillnader mellan Docol UHS och mjuka stål när det gäller verkstadsteknisk tillverkning. Det du bör tänka på är följande:

– Verktygsslitage ökar vid bearbetning av Docol UHS. Slitage kan minskas genom bättre smörjning och högre kvalitet på verktygsstålet.

– Återfjädringen ökar jämfört med mjuka stål. Vid bockning kan detta kompenseras med ökad överbockning eller genom att minska knivradien eller dynvidden. Vid pressning kan man minska återfjädringen genom överkröning av stämpeln eller genom ökad plåthållarkraft.

– Docol UHS har inte samma goda pressbarhet som mjukt stål. Detta kan ofta kompenseras med större

radier, minskad friktion och justering av pressparametrarna.

– Punktsvetsning av Docol UHS mot sig självt kan göras. Svetsdata (elektrodkraft/svets-tid) bör dock ändras jämfört med mjuka stål. Förbandets mekaniska egenskaper blir bra men det kan vara svårt att mäta punktsvetsens diameter på vanligt sätt.

- Elasticitetsmodulen är densamma för Docol UHS och mjuka stål, vilket medför att styvheten reduceras om man minskar godstjockleken. I de fall man ej kan acceptera en ökad nedböjning, kan dock styvhetsförlusten kompenseras genom ändringar av sektionformen. Plana plåtfält kan dessutom styvas upp genom rillor.

- Elasticitetsmodulen är densamma för Docol UHS och mjuka stål, vilket medför att styvheten reduceras om man minskar godstjockleken. I de fall man ej kan acceptera en ökad nedböjning, kan dock styvhetsförlusten kompenseras genom ändringar av sektionformen. Plana plåtfält kan dessutom styvas upp genom rillor.

- I balkar och profiler vars bredd är ca 20 gånger större än plåttjockleken kan buckling inträffa. Buckling innebär att plåten bucklar sig när man lägger på en trycklast. När avlastning sker försvinner bucklorna.

- Värmebehandling av Docol UHS, över anlöpnings-temperaturen, ger en hållfasthetssänkning, som ökar med ökad temperatur. Vid ytbehandlingar som innehåller ett härdningssteg, som t ex Dacromet eller Delta MKS måste de maximalt rekommenderade värmebehandlingstemperaturerna beaktas om stålen ska bibehålla sin höga hållfasthet

- Det gäller att vara observant vid användandet av Docol UHS i utmattningsbelastade produkter, särskilt i svetsade konstruktioner. Då krävs det kunskap om hur svetsfogarna placeras. Svetsar bör inte placeras i högt påkända områden.

Miljö och återvinning

Stål är ett av världens mest återvunna material. Världsproduktionen av stål består till nära hälften av återvunnet stål.

SSAB Tunnplåt levererar redan Docol UHS till kunder med högt ställda miljökrav och företag som arbetar för att certifiera sitt miljöarbete.

Dagens produkter ska i framtiden kunna bli nya produkter. Nyckeln blir då att konstruera för återvinning. Det innebär att välja material, tillverkningsprocesser, ytbehandlingar och fogningsmetoder som klarar både dagens och framtidens krav på återvinning och minskad materialomsättning.

Stålets miljöfördelar

Stålet är magnetiskt och kan därför lätt sorteras ut. Stål innehåller alltid återvunnet material. Stål är till 100 % återvinningsbart.

Infrastrukturen för att uppsamla och återvinna stålskrot finns sedan länge och den är ekonomisk. Cirka 90 % av allt bilskrot återvinns. Både vid nyframställning och återvinning av stål åtgår mindre energi än vid framställning av konkurrerande material.



SSAB Tunnpått AB är Nordens största tunnpåttstillverkare och ledande i Europa när det gäller utvecklingen av höghållfasta stål.

SSAB Tunnpått, som ingår i koncernen Svenskt Stål, omsätter 12 miljarder SEK och har drygt 4200 anställda i Luleå, Borlänge, Finspång och Ronneby. Tillverkningskapaciteten är drygt 2,6 miljoner ton per år.

SSAB Tunnpått har en miljöpolicy som innebär kontinuerlig effektivisering av processer och miljöanläggningar samt en utveckling av produkternas miljöegenskaper ur ett livscykel-perspektiv.

Vi tillverkar följande produkter i moderna och högeffektiva linjer och valsverk för bandprodukter:

DOMEX

Varmvalsad bandplåt

DOCOL

Kallvalsad tunnpått

DOGAL

Metallbelagd tunnpått

PRELAQ

Färgbelagd tunnpått

Vi hjälper våra kunder att välja det stål som bäst kan öka deras konkurrenskraft. Vår styrka är produktkvaliteten, leveranssäkerheten och en flexibel teknisk kundservice.

ssabdirect.com



SSAB Tunnpått AB

SE-781 84 Borlänge
Sweden
Tel +46 243 700 00
Fax +46 243 720 00
office@ssabtunnpått.com
ssabtunnpått.com

Denmark

SSAB Svensk Stål A/S
Tel +45 4320 5000
ssab.dk

Finland

Oy SSAB Svensk Stål Ab
Tel +358-9-686 6030
ssab.fi

France

SSAB Swedish Steel SA
Tel +33 1 55 61 91 00
ssab.fr

Germany

SSAB Swedish Steel GmbH
Tel +49 211 91 25-0
Tel +49 711 6 87 84-0
ssab.de

Great Britain

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +44 1905 795794
swedishsteel.co.uk

Italy

SSAB Swedish Steel S.p.A
Tel +39 030 90 58 81 1
ssab.it

The Netherlands

SSAB Swedish Steel BV
Tel +31 24 67 90 550
ssab.nl

Norway

SSAB Svensk Stål A/S
Tel +47 23 11 85 80
ssab.no

Poland

SSAB Swedish Steel Sp.z.o.o.
Tel +48 602 72 59 85

Portugal

SSAB Swedish Steel
Tel +351 256 371 610
ssab.pt

Spain

SSAB Swedish Steel SL
Tel +34 91 300 5422
ssab.es

USA

SSAB Swedish Steel Inc
Tel +1 412 269 21 20
swedishsteel.us

Brazil

SSAB Swedish Steel Ltda
Tel +55 413 014 9070
ssab.com.br

South Africa

SSAB Swedish Steel Pty Ltd
Tel +27 11 822 2570
swedishsteel.co.za

China

SSAB Swedish Steel
Tel +86 10 6466 3441
swedishsteel.cn

Korea

SSAB Swedish Steel Ltd
Tel +822 761 6172

Czech Republic

SSAB Swedish Steel s.r.o
Tel +420/545 422 550