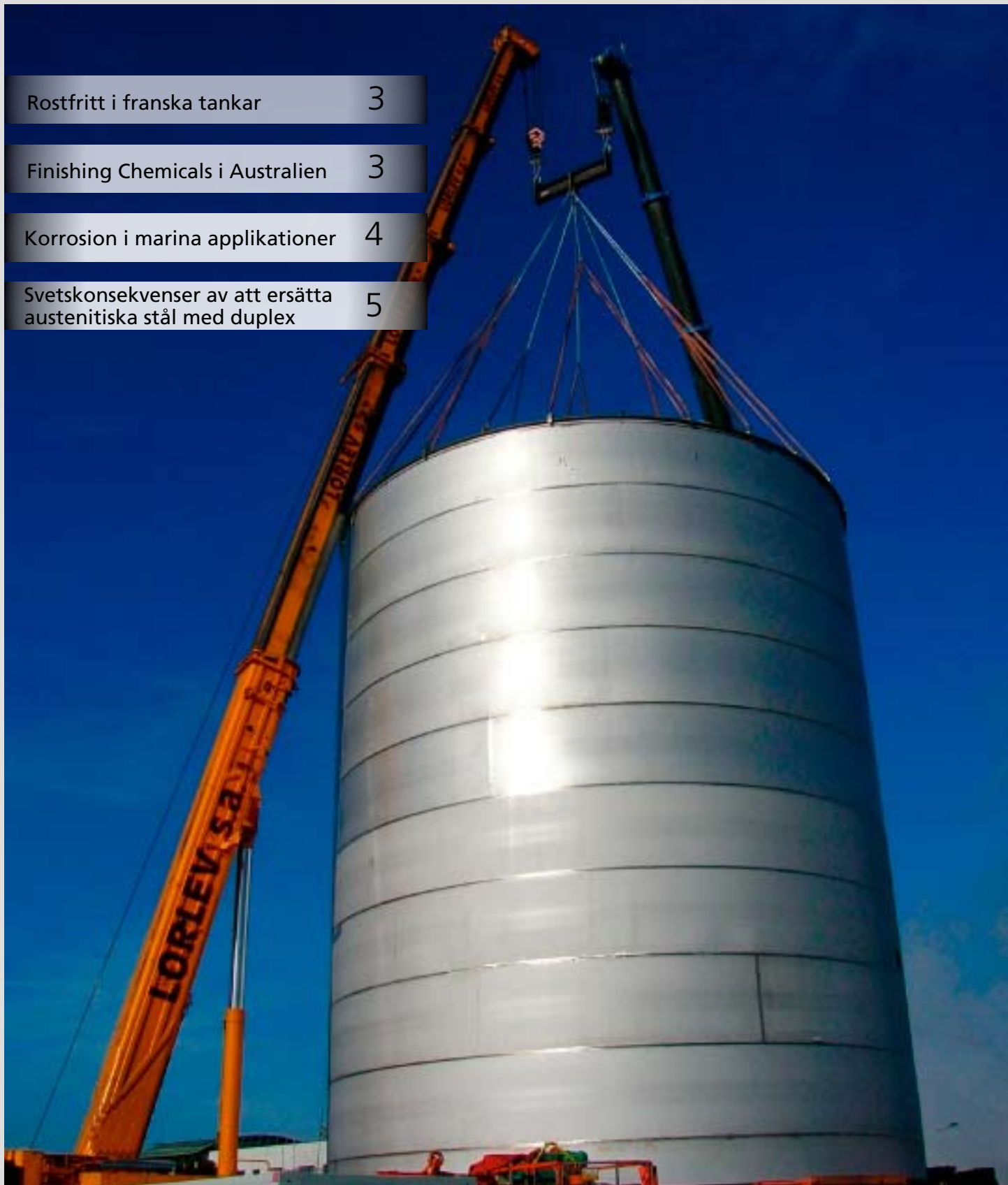


Rostfritt i franska tankar 3

Finishing Chemicals i Australien 3

Korrosion i marina applikationer 4

Svetskonsekvenser av att ersätta  
austenitiska stål med duplex 5



# Avesta Welding på välbesökt mässa

Sedan premiären 1987 har "Beijing Essen Welding & Cutting Fair" utvecklats till att vara den största internationella svetsmässan i Asien. Mässan, som i år arrangerades för trettonde gången, ägde rum den 14–17 maj och Avesta Welding tog tillfället i akt att synas.

Det fyra dagarna var mycket intensiva och vi kunde glädja oss åt att välkomna en mängd besökare i monter, såväl nya potentiella som existerande kunder.

Vårt fokus på mässan var duplexa rostfria stål, med särskild tyngd på LDX 2101. Intresset var mycket stort och broschyrerna gick åt som smör i solsken! En del var t.o.m. så populära att lagren tog slut:

- Svetsning av duplexa rostfria stål
- The Avesta Welding Manual, som snabbt har etablerat sig som "den rostfria svetsbibeln"
- Information om våra miljövänliga betnings- och passiveringsprodukter.



Äntligen är monter klar och Avesta-teamet ser fram emot att träffa gamla och nya kunder under de fyra mäsddagarna.



Dalarnas landskapsblomma Ängsklocka (Campanula patula)



#### I redaktionen

Eva Söderberg, Tel: 0226-815 05, E-post: [eva.soderberg@avestawelding.com](mailto:eva.soderberg@avestawelding.com)  
Susanne Rosén

[www.avestawelding.com](http://www.avestawelding.com)

#### Layout

Centrumtryck AB, Avesta, [www.centrumtryck.se](http://www.centrumtryck.se)

#### Omslagsbilden

En färdig lagringstank lyfts på plats i Cristal Unions anläggning i Bazancourt.

## Tanktillverkaren STCM erbjuder bredd och erfarenhet

Franska STCM är en dynamisk aktör på den europeiska marknaden. Företaget erbjuder sina kunder design och tillverkning av bland annat svetsade tankar och silos med hög kapacitet.

Det franska företaget STCM bildades 1972 i Reims, nordöstra Frankrike, där de fortfarande är kvar. Genom åren har verksamheten utvecklats från allmän apparattillverkning till dagens mycket specialiserade produktion av stora svetsade behållare och lagringstankar (100 – 70 000 m<sup>3</sup>) i kolstål, rostfritt och duplexstål. STCM erbjuder allt från design, tillverkning och montering av olika komponenter. Företaget kan ta hand om alla delar av tillverkningsprocessen: från ritbord till färdigställning och montering på plats.

Med hjälp av sin specialistkunskap har STCM även kunnat utveckla nya och effektiva processer för bland annat svetsning och sedan förra året är före-



Lagringstankar för etanol i Lillebonne.

tagets kvalitetssystem godkänt enligt ISO 9001:2000.

– Vi är en dynamisk och konkurrenskraftig aktör på den europeiska marknaden tack vare att vi behåller den senaste tekniken, säger Thomas Clemenceau, svetschef på STCM.

Marknaden för lagrings- och transporttankar, som är STCMs huvudverksamhet, finns inom basnäringar som jordbruk, olja och energi, papper och massa samt kemisk industri. STCM har skaffat sig en gedigen erfarenhet och ett stort antal referenser inom dessa industrisektorer.

En viktig samarbetspartner är Avesta Welding, vars tillsatsmaterial används framförallt för rostfria och duplexa tankar. Förra året byggde STCM tankar i det duplexa stålet 2304.

– STCM har alltid anlitat Avesta Welding som expert på svetsning i rostfritt stål, avslutar Thomas Clemenceau.

## Australien en växande marknad för Avesta Finishing Chemicals

Avesta Finishing Chemicals försäljning av ytbehandlingskemikalier har ökat markant i Australien de senaste åren. En viktig kund är det australiensiska företaget Perfab Engineering, som bland annat tillverkar tankar för vin-, läkemedels-, mejeri- och livsmedelsindustrin.

Efterfrågan på Avesta Finishing Chemicals produkter för betning, passivering och rengöring av rostfritt stål ökar kraftigt i Australien. Bland annat säljs mycket av FinishOne 630. Det är ett effektivt och miljövänligt passiveringsmedel utan aggressiva syror, berättar **Richard Raper**, teknisk säljrepresentant på divisionen Avesta Welding and Finishing Chemicals inom Böhler Uddeholm i Australien.

– Många av våra kunder föredrar den här mer miljövänliga passiveringsprodukten, säger han.

Försäljningen i Australien har ökat med 50 procent 2007 jämfört med 2006, och den ökade ytterligare 50 procent första kvartalet 2008 jämfört med samma period 2007. De första tre månaderna 2008 har Avesta Finishing Chemicals således sålt lika mycket som hela 2006. Ökningen har framför allt

skett på de nya produkterna RedOne spray 240 och BlueOne paste 130.

– Vi har ett mycket bra stöd från säljbolaget, säger **Lesley Wendelrup**, produktchef på Avesta Finishing Chemicals. Att det går så bra i Australien är, enligt Richard Raper och Avestas produktchef **Bill Aitken** för.

En av de största användarna av ytbehandlingskemikalier för rostfritt stål i Australien är, enligt Richard Raper, tillverknings- och teknikerserviceföretaget Perfab Engineering. Företaget tillverkade tidigare främst vintankar, men eftersom vinindustrin har påverkats av torkan i landet har Perfab istället fokuserat på vattenbaserade projekt, till exempel avsättning, omvänd osmos och avloppssystem. För närvarande arbetar Perfab med tankar för en nickelgruva i Goro, New Cale-



För rengöring av tankarna till nickelgruvan i Goro använder Perfab Avesta Cleaner 401.

donia, en ö in Södra Stilla havet några timmars flygresa från Australiens nordöstra kust. Tankarna väger cirka 16 ton och är tillverkade i olika tjocklekar av 304 rostfritt stål.

Perfab Engineering bygger för närvarande en egen fullskalig betningsanläggning och har i detta projekt konsulterat Bill Aitken, Richard Raper och Lesley Wendelrup i olika steg av konstruktionen.

– Jag besöker många rostfria stålverkstäder i Australien och Perfab Engineering går mot att bli den främsta tillverkaren i rostfritt stål i New South Wales, eller kanske till och med på hela Australiens östkust, konstaterar Richard Raper.

# Rostfritt i marina applikationer diskuterades i Zagreb

Avesta Finishing Chemicals har deltagit i en konferens på temat "Rostfria stål – användning och korrosionsproblem i marina applikationer" i Zagreb, Kroatien.

Arrangör av seminariet och den angränsande mässan var **Dr Ivan Juraga** från Fakulteten för maskinteknik och marinarkitektur vid universitetet i Zagreb.

## Kustnära korrosion

Under seminariet höll **Gustaf Cid**, utvecklingsingenjör på Avesta Finishing Chemicals, ett föredrag på ämnet kemisk rengöring av rostfritt stål och den ökade vikten av detta i kustnära installationer. Kustnära korrosion är ett stort problem, inte minst estetiskt. Gustaf demonstrerade hur regelbunden rengöring med Avestas produkter kan ge även de mest korroderade konstruktioner sin rostfria ytfinish åter.

## Betning ger bra skydd

Vikten av betning noterades vid ett besök på vattenverket i Krk, där grava korrosionsproblem uppstått redan efter 1,5 år i drift. Angreppen, som endast fanns på de svetsfogar som inte var betade, resulterade i att stora delar av anläggningen fått ersättas med nytt material till en mycket hög kostnad och med driftsstopp som följd.

## Skadliga mikroorganismer

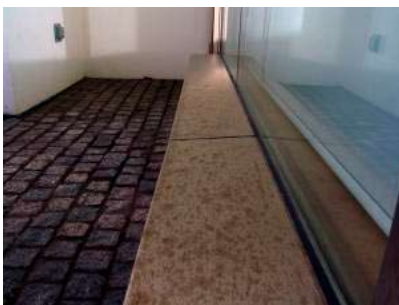
På vattenverket uppmärksammade **Dr Paul Linhardt**, Wiens Tekniska Universitet, så kallade Manganese Oxidizing Microorganisms (MOMOs). Enligt Dr Linhardt kan dessa mikroorganismer orsaka stor skada i form av korrosion på rostfria anläggningar med dåligt passiverade ytor (det vill säga ej betade) – och inom ett par veckor orsaka att svetsfogar börjar läcka. Dr. Linhardts detektionsmetoder visade mycket riktigt att anläggningen var smittad av MOMOs, troligen beroende på att anläggningen trycktestats med råvatten innehållande bakterier.



Från vänster: Dr Paul Linhardt, Dr Ivan Juraga, Gustaf Cid och Vinko Simunovic vid vattenreservoaren i Krk.



Obehandlad svetsfog som uppvisar grava korrosionsangrepp redan efter 1,5 år i drift.



Kustnära korrosion före och efter rengöring med Avesta Rustremover™

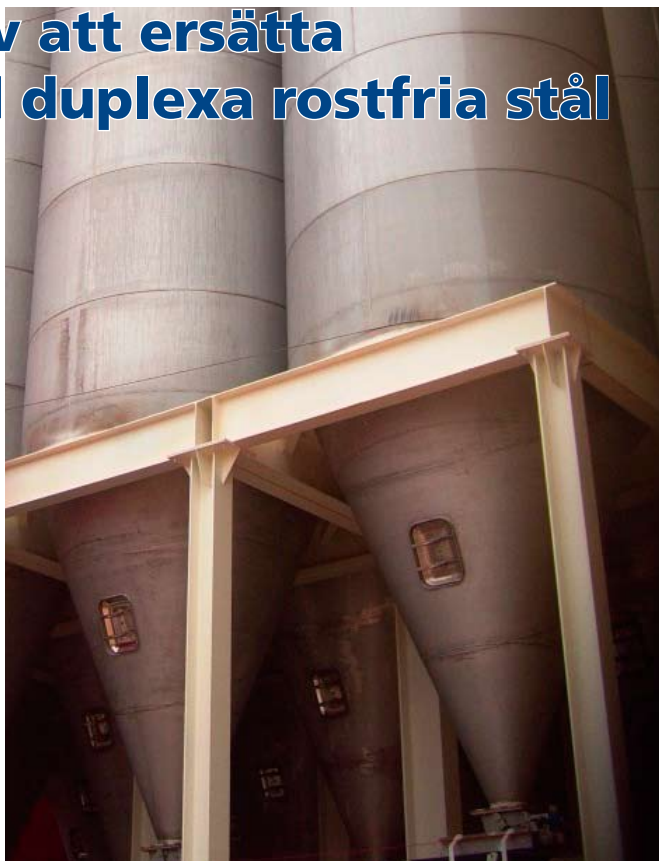
# Svetskonsekvenser av att ersätta austenitiska stål med duplexa rostfria stål

Moderna duplexa stål erbjuder en utmärkt kombination av bra korrosionsmotstånd och hög hållfasthet. På senare år har även de höga priserna på t.ex. nickel och molybden bidragit till att allt flera användare gått över från austenitiska till duplexa rostfria stål. Tack var den kemiska sammansättningen kan duplexa stål tillverkas och levereras till betydligt stabilare priser än de austenitiska stålen.

Denna artikel ger råd och riktlinjer för hur man får ut mesta möjliga av ett skifte från austenitiska standardstål till duplex, men ger även exempel på problem som kan uppstå.

Slutligen tar vi upp hur man genom att använda en ny standardiserade kvalitetsmetod (EN ISO 3834-2 "Quality requirements for fusion welding of metallic materials") kan undvika oväntade fenomen.

Lagringstankar och silos tillverkas numera ofta i duplexa rostfria stål.



Tabell 1. Kemisk sammansättning och sträckgräns hos några duplexa stål (varmvalsad plåt)

Stålsort	ASTM	EN	Kemisk sammansättning, typiska värden, %					Sträckgräns (MPa)		
			C max.	N	Cr	Ni	Mo	Övrigt	Min.	Typisk
LDX 2101®	S32101	1.4162	0.03	0.22	21.5	1.5	0.3	5 Mn	450	480
2304	S32304	1.4362	0.02	0.10	23	4.8	0.3		400	450
2205	S32205	1.4462	0.02	0.17	22	5.7	3.1		460	510
2507	S32750	1.4410	0.02	0.27	25	7	4		530	550
4401	316	1.4401	0.04	0.04	17.2	10.2	2.1		220	280

LDX 2101® registrerat varumärke ägs av Outokumpu

## Riktlinjer för arbete med duplexa stål

I följande riktlinjer är de flesta jämförelserna gjorda med austenitiska stål, som fortfarande är dominerande på marknaden.

### Kallformning och -bearbetning

Duplexa stål har högre sträckgräns och återfjädring än austenitiska stål vilket vid bearbetning medför större påkänningar på de verktyg som används. På grund av den något lägre brottförlängningen hos duplexa stål får böjradier inte vara för skarpa. Generellt sett är duplexa stål mer svårbearbetade än konventionella austenitiska stål med undantag för

LDX 2101 som har utmärkta bearbetningssegenskaper.

### Fogberedning

De metoder för fogberedning som används för rostfritt stål passar även för duplexa stål. Om termisk skärning används måste oxidrester avlägsnas före svetsning.

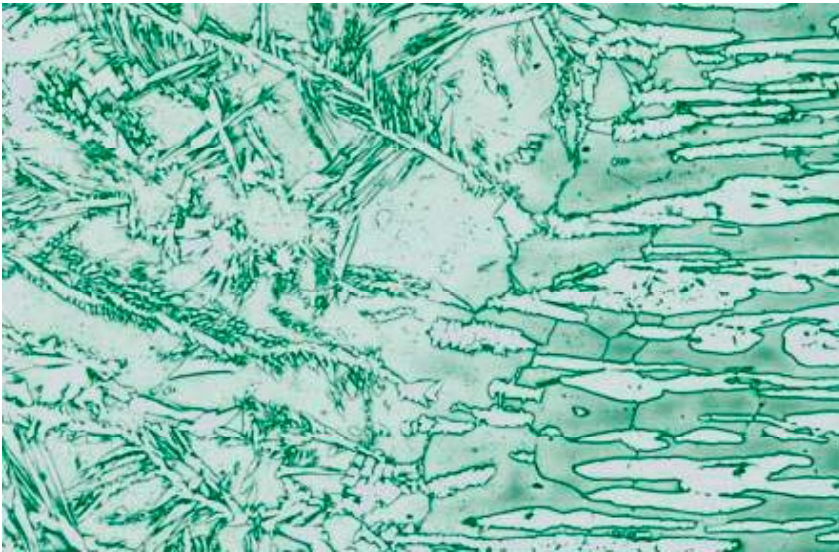
### Fogtyper

För att förenkla inträngning och undvika slagginneslutningar och varmsprickor bör fogvinklarna vara ca 10° större än de som används vid svetsning av austenitiska standardstål. Eftersom inträngningen är något lägre, bör rätkanten (nåsan) vara

något mindre. För bästa mekaniska och korrosionsegenskaper bör lämpligt tillsatsmaterial användas. I dessa fall skall rotöppning mellan plåtarna användas.

### Häftning

Jämfört med häftsvetsning av austenitiska stål skall häftorna vid svetsning av duplexstål vara längre och ligga tätare. Ett matchande duplex tillsatsmaterial skall användas. Rekommendationer för häftning av austenitiska stål bör inte användas för duplexa stål eftersom de högre restspänningarna i duplexa svetsar kan leda till sprickbildning.



Duplex struktur

### Svetsbarhet

Moderna duplex stål med välbalanserad kemisk sammansättning ger en värmepåverkad zon (HAZ) med begränsad korntillväxt. För att uppnå en god balans mellan ferrit och austenit i svetsgodset skall särskilda duplexa tillsatsmaterial användas. Avesta Weldings speciellt framtagna tillsatsmaterial redovisas i tabell 2.

hållfasthet kan effekten av ferrithalter mellan 20 och 75 % i de flesta fall inte mätas. Vid svetsning utan tillsats kan ferrithalten i svetsen ibland överstiga 90 % vilket kan ge lägre förlängning/hållfasthet och leda till problem när svetsen utsätts för kraftig deformation. Balansen mellan ferrit och austenit kan alltså påverkas av svalningshastighet, val av tillsatsmaterial,

Tabell 2. Avesta Weldings matchande tillsatsmaterial för duplexa stål

	Avesta beteckning	EN	AWS
MMA	LDX 2101	<b>EN 1600</b>	<b>A5.4</b>
	2304	-	-
	2205	22 9 3 N L R	E2209
	2507/P100	25 9 4 N L R	E2594
Tråd*	LDX 2101	<b>EN 12072</b>	<b>A5.9</b>
	2304	-	-
	2205	22 9 3 N L	ER2209
	2507/P100	25 9 4 N L	ER2594
FCW	LDX 2101	<b>EN 12073</b>	<b>A5.22</b>
	2304	-	-
	2205	-	-

\* MIG-, TIG- och UP-tråd

Duplexa stål kan svetsas med de flesta metoder som normalt används för rostfritt stål. Svetsning utan tillsatsmaterial, s.k. autogen svetsning (vanlig vid motstånds-, laser- och elektronstrålesvetsning) kan ha negativ effekt på mikrostrukturen och därigenom påverka svetsgenskaperna.

Effekten av ferrithalt diskuteras ofta. När det gäller korrosion och

utspädning med grundmaterialet och i viss mån skyddsgasens sammansättning.

### Duplex struktur

På grund av de duplexa stålen sammansättning är svetsningshastigheten i helautomatiserade produktionslinjer något lägre än vid svetsning av austenitiska stål i 300-serien. Svetsare kan

märka en minskad inträngning och sämre flytbarhet, vilket dock kan förbättras genom tillsats av helium och kväve i skyddsgasen. Vid TIG- och plasmavetsning ger en tillsats av 1–2 % kväve förbättrad duktilitet, hållfasthet och punktfrättningsmotstånd. Rotskyddsgaser som innehåller kväve är också gynnsamma för korrosionsmotståndet. Vid FCW-svetsning är skyddsgasen oftast 80 % Ar + 20 % CO<sub>2</sub> men ren CO<sub>2</sub> kan också användas.

### Rengöring efter svetsning

För att återfå sitt fulla korrosionsmotstånd skall duplexa stål, precis som andra rostfria stål, rengöras (betas) efter svetsning. Detta är ytterst viktigt om den svetsade konstruktionen skall exponeras för en miljö som innehåller halogenider och där mediet själv inte avlägsnar svetsoxidskiktet.

### Värmebehandling efter svetsning (PWHT)

Svetsade duplexa rostfria stål kan vara mer komplicerade att värmebehandla än austenitiska standardstål, eftersom de duplexa stålen relativt snabbt bildar t.ex. sigmafaser. I komplicerade konstruktioner med varierande tjocklek utsätts de olika delarna för olika värmecykler vilket kan leda till varierande egenskaper. I vissa fall kan svetsade konstruktioner avspänningsglödgas vid 550–580°C. Fullständig släckglödning vid ca 1000–1100°C återställer materialet bäst. För att undvika deformation på grund av de höga temperaturerna kan komplicerade konstruktioner behöva någon typ av stöd.

### Svetsning av LDX 2101 (ASTM S32101/EN 1.4162)

LDX 2101 återbildar austenit mycket bra under svetsning. Vid svetsning bör Avestas matchande tillsatsmaterial LDX 2101 användas. Intermetalliska faser, t.ex. sigma, bildas långsamt, men nitridutskiljningar kan uppstå i HAZ och i svetsgods. Genom att anpassa sträckenergin kan man få bra egenskaper hos svetsen. Vid pulverbågs svetsning (UP) skall alltför stor uppsmältning av grundmaterialet undvikas. Ett basiskt pulver ger ett svetsgods med bättre duktilitet. För MIG-svetsning skall moderna pulsmaskiner användas. Den bästa svetsbarheten har uppnåtts

med en trekomponents skyddsgas, Ar + 30% He + 1,5–3% CO<sub>2</sub>. Som för många andra duplexa rostfria stål är sträckenergin 0,5–1,5 kJ/mm och mellansträngstemperaturen <150°C.

#### Svetsning av 2304 (ASTM S32304/ EN 1.4362)

De bästa svetsegenskaperna får man genom att använda speciellt framtaget tillsatsmaterial som Avesta 2304. Den relativt låga kvävehalten möjliggör både hög svets hastighet och bra inträngning. Svetsbarheten är minst lika bra som för duplex 2205, d.v.s. mycket bra. Det är främst tack vare den låga molybdenhalten som mycket få skadliga utskiljningar bildas under svetsning. Spår av nitrider kan dock finnas i HAZ och i svetsgodset. För högre hållfasthet, skall kväve tillsätts i skyddsgasen vid svetsning utan tillsatsmaterial. För MIG-svetsning kan samma typ av skyddsgas som för LDX 2101 användas. Vid UP-svetsning rekommenderas ett basiskt pulver för ökad duktilitet i svetsgodset. På grund av stålets låga kvävehalt måste procedurer för motståndssvetsning optimeras för att höja austenithalten i svetsen och hållfasthet/duktilitet/korrosionsmotstånd i svetsgodset och HAZ. Vid svetsning med andra metoder kan sträckenergiområdet vara något större än för LDX 2101 och 2507 (0,5–2,5 kJ/mm). Som för de flesta andra duplexa

stål skall mellansträngstemperaturen vara lägre än 150°C.

#### Svetsning av 2205 (ASTM S32205/ EN 1.4462)

Med sin goda och väldokumenterade svetsbarhet är 2205 numera det mest använda duplexstålet. Högeffektiva svetsmetoder och procedurer har utvecklats och använts med gott resultat. De bästa svetsegenskaperna uppnås genom att använda speciellt utvecklat tillsatsmaterial som Avesta 2205. För att uppnå bra svetsgodsegenskaper vid autogen TIG- och plasmavetsning måste kväve tillsätts i skydds-/rotgasen. Motståndssvetsning ger snabb svalning och hög ferrithalt. Sträckenergin vid svetsning av 2205 ligger vanligen mellan 0,5 och 3,0 kJ/mm.

#### Svetsning av 2507 (ASTM S32750/ EN 1.4410)

2507 används vanligen för konstruktioner som skall utsättas för höga spänningar i starkt korrosiva miljöer. Stålets höga legering gör det mera känsligt för svetsning än de tidigare presenterade duplexstålen. För att minimera utskiljningar är följaktligen högsta rekommenderade sträckenergi lägre än för övriga duplexstål. Minimumnivån kan vara något lägre (0,2–1,5 kJ/mm) och mellansträngstemperaturen skall vara under 100°C.

### Typiska svetsgodsegenskaper

Svetsgodset har i de flesta fall högre hållfasthet än släckglödlat grundmaterial medan duktilitet/brottförlängning alltid är lägre. På samma sätt är brottförlängningen lägre i duplext än i austenitiskt svetsgodset, vilket även gäller slagsegheten. Icke desto mindre har resultaten från brottmekanisk provning av duplexa svetsfogar varit mycket positiva.

Korrosionsmotståndet påverkas ofta kraftigt av hur rengöring efter svetsning har utförts, särskilt om det finns risk för lokal korrosion. Geometrisk avvikelse kan också reducera utmattningshållfastheten eller leda till korrosionsangrepp. Svetsar är normalt sett känsliga i det hänseendet.

När det gäller slagseghet är duplexa stål, på grund av de höga ferrithalterna, mycket känsligare än austenitiska standardstål vid låga temperaturer. I tabell 3 visas några typiska svetsegenskaper hos olika stål. En generell regel är att slagseghetsvärdena hos svetsgodset producerat med slaggskyddade svetsmetoder (MMA, FCAW, UP) blir något sämre än med gasskyddade metoder (MIG, TIG, plasma, laser). Det beror på de olika halterna av oxider i svetsgodset. Tabell 3 visar korrosionsmotstånd i kritisk punktfrätningstemperatur (CPT). Värdena gäller noggrant rengjorda prover.

Tabell 3: Typiska svetsgodsegenskaper

Stål	ASTM	EN	Svetsmetod	Punktfrättn. <sup>1</sup> CPT (°C)	Mekaniska egenskaper hos svetsgodset, typiska värden		
					Rm (MPa)	Slagseghet +20°C (J)	Slagseghet -20°C (J)
LDX 2101®	S32101	1.4162	GMAW	>6 <sup>2</sup>	725	180	160
			FCAW	>6 <sup>2</sup>	725	45	38
2304	S32304	1.4362	GMAW	>10	640	160	120
			FCAW	>10	700	45	35
2205	S32205	1.4462	GMAW	>20	780	110	80
			FCAW	>25	770	55	40
SAF 2507®	S32750	1.4410	GMAW	35	850	110	90
			FCAW	37	830	60	45
4401	316	1.4401	GMAW	>8 <sup>2</sup>	600	110	100
			FCAW	>8 <sup>2</sup>	550	55	50

1) ASTM G 48-E 2) ASTM G 150

### I nästa nummer: Övriga problem

Trots alla de rekommendationer som ges, blir resultaten inte alltid som man väntat sig. I nästa nummer av Svetsnytt kommer vi att beskriva några typiska fall.