

Friktion
Stir
Welding

Ökad hållfasthet
Ökad täthet
Ökad repeterbarhet
Minskad värme-
deformation

Upp till 14,5 meter långa paneler.

FSW är en etablerad teknik.

Den skapades av The Welding Institute (TWI) i Cambridge, England.

Sapa har aktivt deltagit i processen att förvandla teori och laboratorieförsök till produktion i full skala.

Sapa startade serieproduktionen 1996 och kan leverera upp till 3 meter breda och 14,5 meter långa paneler som sammanfogats med FSW.

Flera ledande klassningssällskap har efter omfattande provning godkänt leveranser från processen för krävande lösningar inom tåg- och marinapplikationer.



Från Sapas produktion.

Fogens struktur

FSW-svetsen är homogen och porfri utan oxidinneslutningar.

För att ge en bild av FSW har vi valt att jämföra med den mest använda svetsmetoden – smältsvetsning.

Som vi visar i den här trycksaken ger FSW fördelar, som man kan dra nytta av i en rad konstruktioner.

Vi vill samtidigt understryka att vi i vår vidareförädling av aluminiumprofiler ofta använder smältsvetsning (MIG). Metoden har sin givna plats i produktionen.

Vid smältsvetsning, till exempel MIG, används tillsatsmaterial och skyddsgas.

Tillsatsmaterialet och grundmaterialet smälts och ger en svets med annan stelningsstruktur än det övriga materialet.

Vid MIG- och TIG-svetsning måste man beakta metallens reaktion med syre och den därvid snabbt bildade oxiden, som kan förorsaka svetsfel. Oxiden är tyngre än smältan och kan bilda inneslutningar.

Det finns också risk för porbildning.

FSW-svetsen skapas utan tillsatsmaterial och ingen skyddsgas används.

Sammanfogningen sker under inverkan av friktionsvärme och kraftig plastisk deformation. Materialet som ska sammanfogas når aldrig smältpunkten utan profilerna välls samman på samma sätt som vid strängpressning av hålprofiler.

Resultatet blir en homogen och porfri svets utan inneslutningar.

FSW-processen kännetecknas av få och lätt kontrollerbara variabler. Det ger samma resultat från svets till svets.

Smältsvetsning är en mer komplicerad process, vilket innebär att resultatet ofta varierar.

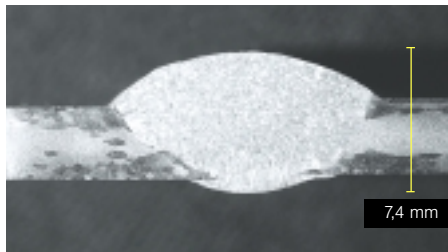
Vi har i denna folder valt att jämföra med smältsvetsade fogar av mycket hög kvalitet.

MIG

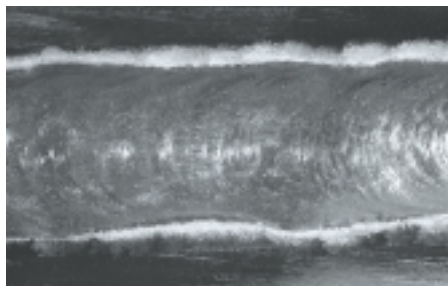


Utskiljningar i en MIG-svets.

50 µm



MIG-svetsen bygger. Den har dessutom en annan kemisk sammansättning än det material som sammanfogats.



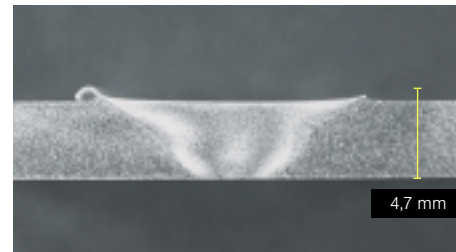
MIG-svetsen sedd uppifrån.

FSW

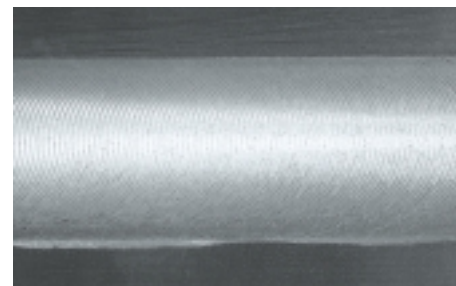


Utskiljningar i en FSW-svets.

50 µm



FSW-svetsen: Svetsen blir i princip i nivå med det material som sammanfogats. Inget tillsatsmaterial används.



FSW-svetsen sedd uppifrån.

Hållfasthet

Erfarenheten och omfattande provning visar att en FSW-fog oftast har högre hållfasthet än en smältsvetsfog.

Tabellen nedan visar de normerade värdena för bågsvetsade stumfogar enl. SS-EN 288-4.

De värden vi anger för FSW-fogar bygger på ett stort antal mätningar och ska betraktas som riktvärden.

Då normer för FSW-fogar ännu saknas ska därför värdena för smältsvetsfogar användas vid beräkning av hållfasthet hos normerade konstruktioner.

Svetsfaktor för **brottgränsen hos stumfogar**
Al-Mg-Si-legeringar

Grundmaterialets tillstånd före svetsning	Åldring efter svetsning	$T = \frac{R_m(w)}{R_m(pm)}$	
		Bågsvetsning ¹	FSW ²
T4	Kallåldring	0,9	0,9
T4	Varmåldring	0,7	≥ 0,9
T5-T6	Kallåldring	0,6	≥ 0,7
T5-T6	Varmåldring	0,7	≥ 0,8

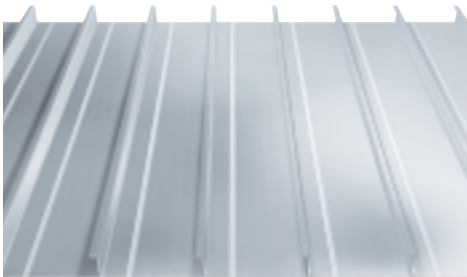
1. Till exempel MIG eller TIG. 2. Endast riktvärden.

Brottgränsen ($R_m(w)$) för den svetsade provstaven ska normalt uppfylla följande fordran:

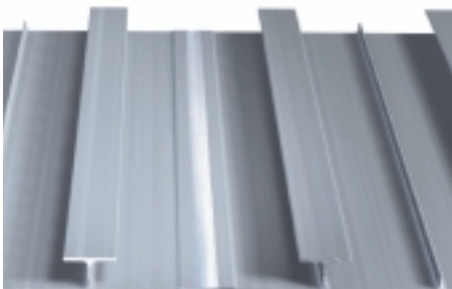
$$R_m(w) = R_m(pm) \times T,$$

där $R_m(pm)$ är den föreskrivna minimibrottgränsen för grundmaterialet och T förbandets svetsfaktor.

Sapa sammanfogar upp till 400 mm breda profiler till paneler med hög hållfasthet.



Däckpanel: Profilerna kan sammanfogas till 3 meter breda och 14,5 meter långa paneler.



Tågtak: Flera ledande klassningssällskap har godkänt leveranser från processen för krävande lösningar inom tåg- och marinapplikationer.

Täthet

Fogen blir tät. Materialet väls ihop till en homogen enhet.

När vi provar tätheten är det således ett test av tillverkningsprocessens tillförlitlighet.

Materialet till kylaren (bilderna nedan) har levererats i omkring 25.000 exemplar till kunden, ABB Semiconductors AG.

Metod för täthetstest: Heliumläcksökning. Resultat: Ingen otäthet på grund av svetsfel.

FSW-fogar har även testats med vattentryckprovning.

Resultatet är entydigt: Processen säkerställer en fog som tillåter användning i komponenter med högsta krav på täthet.

En tät kylare

Utgångsmaterialet är en massiv profil som CNC-bearbetas av Sapa.

Det bearbetade utrymmet försluts med ett lock. Fogningsmetoden är FSW.



25.000 tillverkade exemplar. Alla lika täta.

Planhet

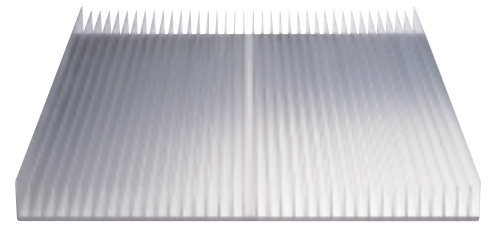
Då FSW-processen sker i en temperatur som är lägre än metallens smältpunkt blir resultatet:

- Mycket liten värmedeformation.
- Endast små värmespanningar i godset och därmed plana ytor.

Produkten på bilden nedan är ett frysbord som används vid produktion av snabbkaffe (frystorkning).

Aluminiumprofilerna har sammanfogats med FSW till en bricka på 530 x 1290 mm.

Avvikelsen i planhet hos en FSW-panel är mindre än toleranserna för de profiler som ingår.



Frysbricka: Här utnyttjas aluminiums värmeledande förmåga.



Frysbrickans avvikelse i planhet är mindre än toleranskraven på profilerna som ingår.

Repeterbarhet

Produktionen har få, lätt kontrollerbara variabler: verktyg, matningshastighet, varvtal och verktygspositionering. Detta möjliggör snäva toleranser.

Dessutom: Med den erfarenhet vi har av serieproduktion sedan 1996 kan vi med säkerhet slå fast:

- Mycket små avvikelser från fog till fog uppstår under en produktionscykel.
- Mycket små avvikelser från fog till fog uppstår vid återkommande order.

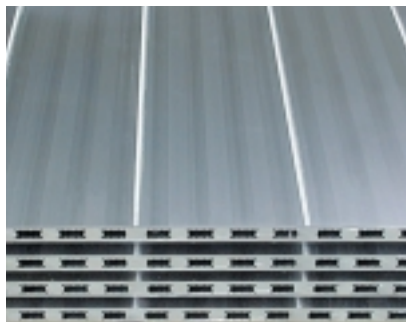
Detta gäller alla variabler: fogens struktur, dess hållfasthet, täthet och planhet.



FSW i bilindustrin: Komponenten producerad i en helautomatiserad line.



Kylare för kraftelektronik: Hög och jämn kvalitet med extrema täthetskrav.



Fryspaneler för fiskindustrin: Efter sammanfogningen fräses fogen. Det ger en helt slät yta, som är lätt att hålla ren. Repeterbarheten gäller alla variabler: fogens struktur, dess hållfasthet, täthet och panelens planhet.

Korrosions- hårdighet

Den kemiska sammansättningen hos materialet i fogen är identiskt densamma som i ursprungsmaterialet. Ingenting har lagts till. Ingenting har tagits bort. Därför förblir korrosionshårdigheten i princip oförändrad.

I tester har man till exempel visat att sträck- och brottgränser hos SS-EN-AW 6082 inte påverkas efter 1.000 timmars SWAAT-test.

Begränsningar

FSW kräver en stabil fixtur, varför man idag exempelvis har svårt att åstadkomma sammanfogning i knutpunkter mellan profiler.

Det här innebär bland annat att reparationssvetsning av färdiga konstruktioner sällan är möjlig med FSW. Det går givetvis bra att utföra reparationer med traditionella metoder.

Möjligheterna: FSW ger **ökad** hållfasthet, **ökad** täthet, **ökad** repeterbarhet och **minskad** värmedeformation.

Hur kan du utnyttja det?

Sapa: Så mycket mer än FSW

Vad ska profilen användas till?

Kan kundens produktion underlättas? Kan slutprodukten göras ännu konkurrenskraftigare? Kan den ekonomiska kalkylen förbättras?

Ett idéföretag

Vi på Sapa ställer frågorna och de svar vi ger baseras på en erfarenhet som är unik: sedan starten 1963 har vi utvecklat mer än 100.000 olika profillösningar, format framtiden för en rad företag. Vi är nämligen i högsta grad ett idéföretag.

Vi uttrycker det så här: "Sapa ska vara den mest eftertraktade samarbetspartnern i vår bransch och marknadsledare i Norden. Våra ledord är kundservice, teknisk kompetens, kvalitet och leveransförmåga."

Vi gör stora investeringar när det gäller teknik och miljö. Låt oss ge några exempel (utöver anläggningarna för FSW):

P5 i Finspång – en av Europas största pressar. Decoral, en typ av pulverlackering med mönstrade, UV-tåliga profilytor. Ett nytt omsmältverk i Sjunnen med en årskapacitet på 35.000 årston.

Vi ser det som vår uppgift att finna nya användningsområden för aluminiumprofiler och att utveckla och förfinas dagens lösningar. Det är ett arbete som vi vill bedriva i nära samarbete med våra kunder.

För oss handlar det om att skapa långsiktiga affärsrelationer där ömsesidig lönsamhet är det övergripande målet.

Sapa, Affärsområde Profiler

Sapa är en av Europas ledande tillverkare av aluminiumprofiler med produktion i Nord-, Syd, Väst-, Öst- och Centraleuropa samt i USA.

Sapa Profiler AB, den svenska profilverksamheten, är marknadsledare i Sverige med en marknadsandel på ca 50%.

Produktion och försäljning finns i Vetlanda, Finspång, Skultuna, Torsby, Robertsfors, Stockholm och Göteborg.

Sapa AB är en internationell industrikoncern som utvecklar, tillverkar och marknadsför högförädlade produkter baserade på lättviktsmaterialen aluminium och plast.

Verksamheten omfattar tre affärsområden.

Profiler: komponenter och system baserade på aluminiumprofiler. **Heat Transfer:** band av aluminium till värmeväxlare. **Autoplastics:** system av plast till fordonsindustrin.

Koncernen är en av Europas ledande tillverkare inom sitt område med verksamhet över hela Europa samt i USA och Kina.

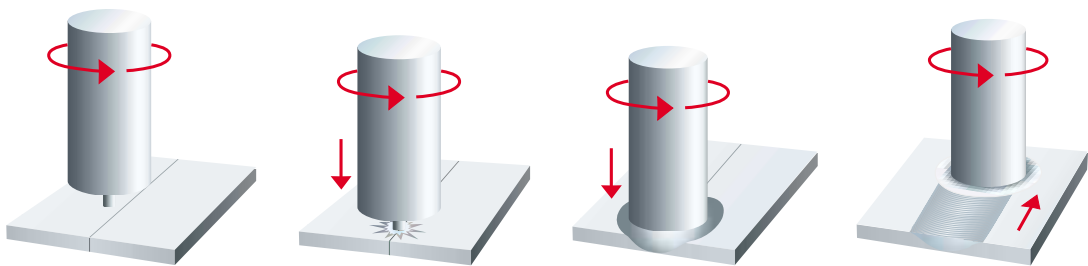
Kunderna finns främst inom transport-, telekom-, verkstads- och byggnadsindustrin.

Sapas aktier är registrerade på Stockholmsbörsen.

FSW: Fogmetoden som **utnyttjar naturlagarna.** Allt vi tillsätter är mekaniskt arbete.



Ett roterande verktyg pressas ned i metallen och förs längs fogen.
Vare sig tillsatsmaterial eller skyddsgas används.



Fogningsmetoden Friction Stir Welding bygger på att metallen, vid hög temperatur, dock ej över smältpunkten, utsätts för kraftig plastisk deformation.

När det roterande verktyget pressas ned i metallen genereras friktionsvärme. Verktyget åstadkommer en kraftig mekanisk påverkan under högt tryck, varvid de rena fogyterna skjuvas ihop och en homogen struktur bildas.

Jämför med smältsvetsning. Friction Stir Welding ger:

- **Ökad** hållfasthet.
- **Ökad** täthet. Helt porfria, täta fogar med högre hållfasthet än smältsvetsade fogar.
- Fogarna bygger endast marginellt.
- **Minskad** värmedeformation. Det innebär endast små värme-spänningar i godset och därmed plana ytor.
- **Ökad** repeterbarhet. Produktionen har få och lätt kontrollerbara variabler: verktyg, matningshastighet, varvtal och verktygspositionering. Detta möjliggör också snäva toleranser.

Synpunkter från **forskarvärlden:**

Torsten Höglund, TeknD, Professor KTH, om Friction Stir Welding:

"Den värmepåverkade zonen är avsevärt mindre vid fogning med FSW än vid smältsvetsning. Det innebär att hållfastheten ökar och att värmedeformationen minskar.

Man kan också konstatera att kvaliteten på till exempel MIG-svetsar varierar en hel del från svets till svets. Med FSW säkerställer man en jämn, hög fogkvalitet.

Sapas produktionsprocess är väl beprövad och de egenskaper hos aluminium som möjliggör FSW-metoden är kända."

Sapa Profiler AB

Vetlanda 574 81 Vetlanda. Tel 0383-941 00. Fax 0383-154 35.
Stockholm Box 6002, 102 31 Stockholm. Tel 08-728 32 00. Fax 08-728 32 20.
Göteborg Stampgatan 28, 411 01 Göteborg. Tel 031-80 76 20. Fax 031-15 37 22.
Skultuna Box 100, 730 50 Skultuna. Tel 021-782 50. Fax 021-750 54.
Robertsfors Storgatan 11, 915 31 Robertsfors. Tel 0934-148 70. Fax 0934-148 35.
www.sapagroup.com

sapa:

Vi **formar** framtiden