



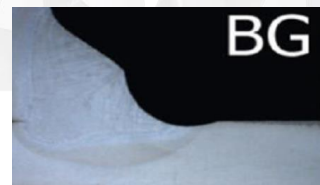
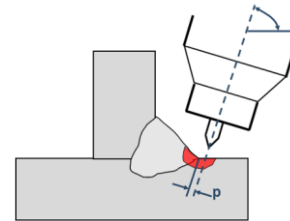
# Öka utmattningslivslängden på svetsade konstruktioner med hjälp av efterbehandling

Alexander Lundstjälk

Alexander.lundstjalk@swerim.se

# Bakgrund

- Det finns flera efterbehandlingsmetoder för svetsförband som ger stor livslängdsökning för utmattningsbelastade konstruktioner:
- HFMI (High Frequency Mechanical Impact)
- TIG-återuppsmältning av svetsens fattningskant
- Slipning av svetsens fattningskant (Burr Grinding)



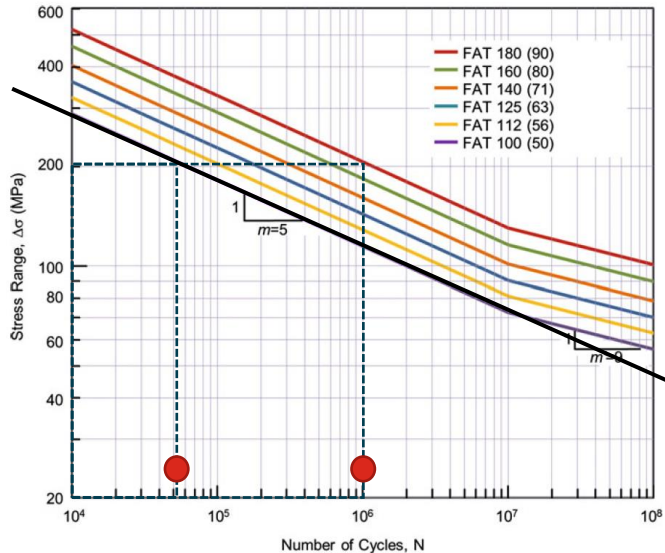
## Fördelar med respektive efterbehandlingsmetod

Metod	Avlägsnar "defekter"	Minskar spänningskonc.	Ökar ythårheten	Bygger in tryckspänningar
Slipning (BG)	X	X		
TIG-behandling	X	X	X	
HFMI (UIT / PIT)	X	X	X	X



# Möjliga ökningar i FAT-klasser med efterbehandling

HFMI: ökning med (5 steg ursprungligen, men revidering 2016 till en trappa med koppling till grundmaterialets hållfasthet) 4-8 steg



HFMI As-welded

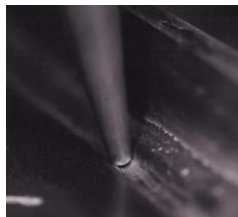
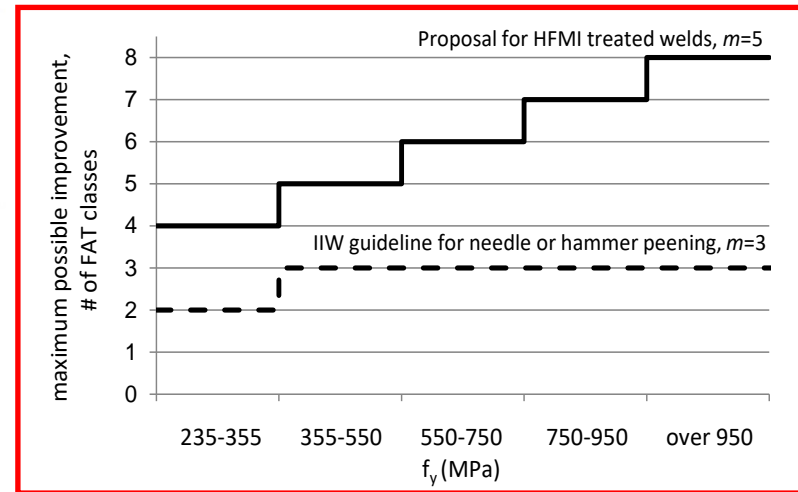
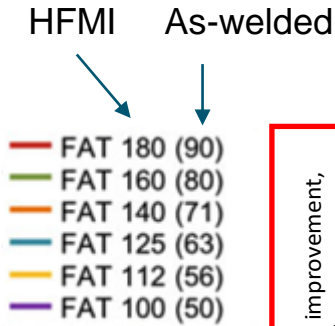
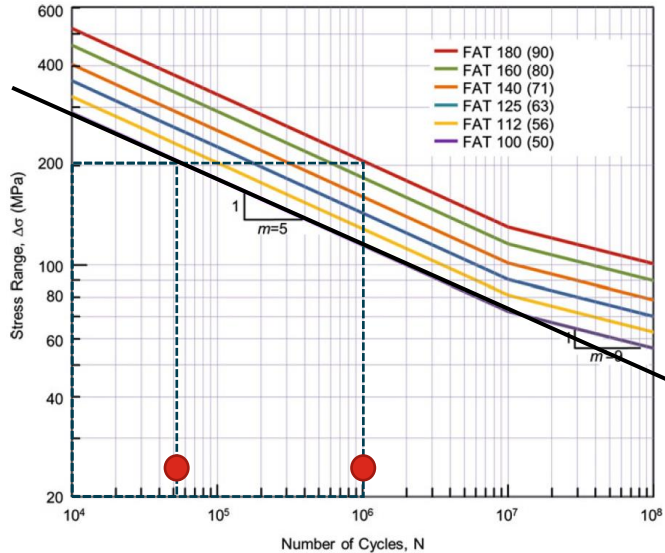
- FAT 180 (90)
- FAT 160 (80)
- FAT 140 (71)
- FAT 125 (63)
- FAT 112 (56)
- FAT 100 (50)



P. J. Haagenen and S. J. Maddox IIW  
Recommendations on Post Weld  
Fatigue Life Improvement of Steel  
and Aluminium Structures, 2010

# Möjliga ökningar i FAT-klasser med efterbehandling

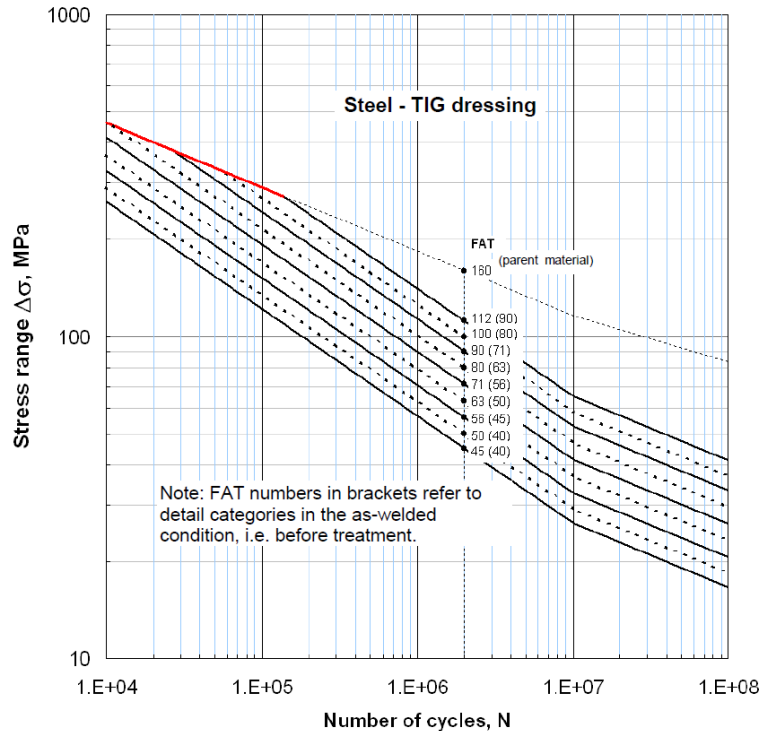
HFMI: ökning med (5 steg ursprungligen, men revidering 2016 till en trappa med koppling till grundmaterialets hållfasthet) 4-8 steg



P. J. Haagenen and S. J. Maddox IIW  
 Recommendations on Post Weld  
 Fatigue Life Improvement of Steel  
 and Aluminium Structures, 2010

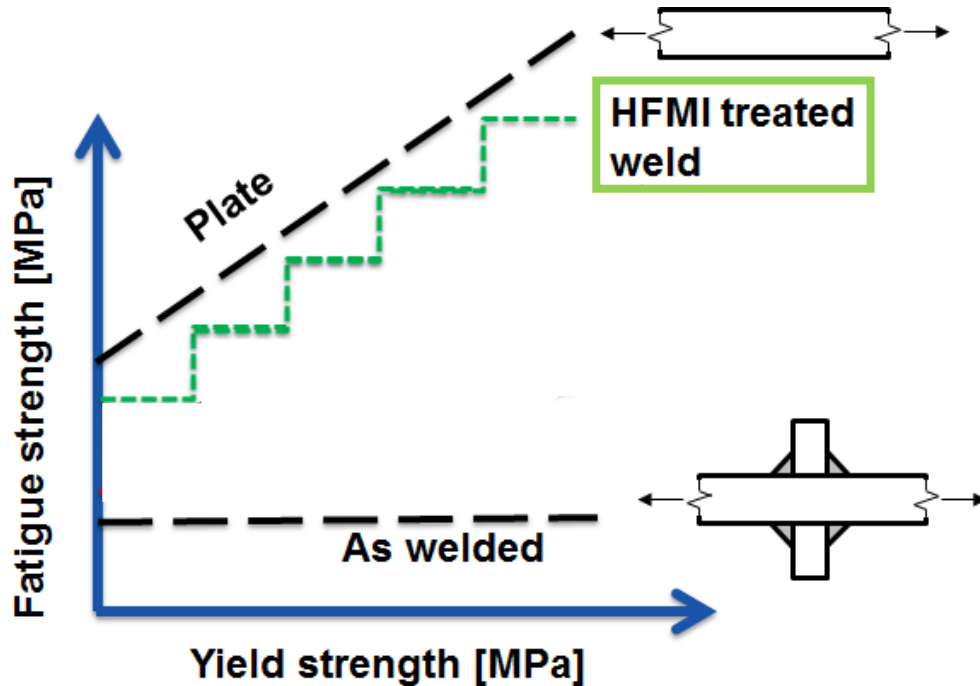
# Möjliga ökningar i FAT-klasser med efterbehandling

## TIG & Slipning: ökning med 2 steg i FAT klass

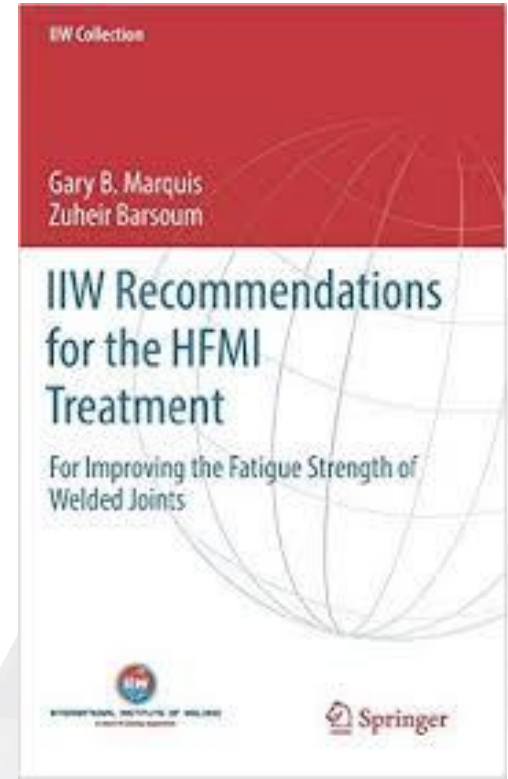


## Det unika med en HFMI-behandling

- Höghållfasta stål av alla slag kan nyttjas mer i utmattningsbelastade konstruktioner
- Utmattningståligheten ökar med sträckgränsen i grundmaterialet, även för svetsförband!



Modifierad illustrativ graf



# Exempel på utrustningar inom HFMI-området (High Frequency Mechanical Impact)



SWERIM

Dessa tekniker hamrar och plasticerar ytan, bygger in tryckspänningar och en större radieövergång till svetsen

- ultrasonic impact treatment (*UIT*)
- ultrasonic peening (*UP*)
- ultrasonic peening treatment (*UPT*)
- ultrasonic needle peening (*UNP*)
- pneumatic impact treatment (*PIT*)
- high frequency impact treatment (*HiFIT*)

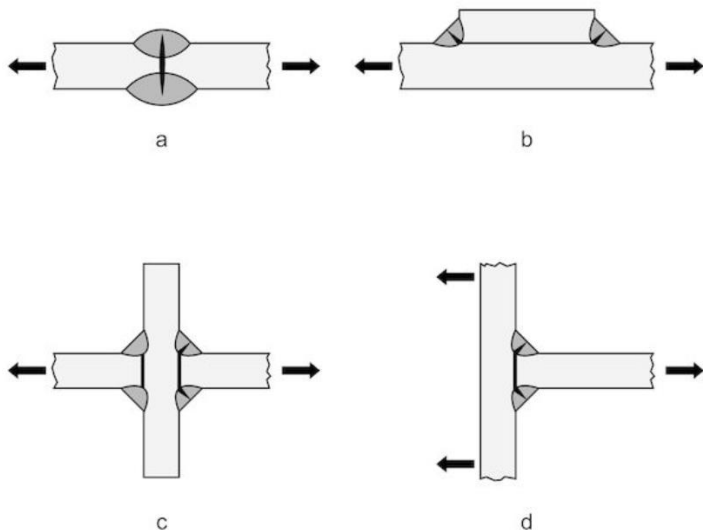




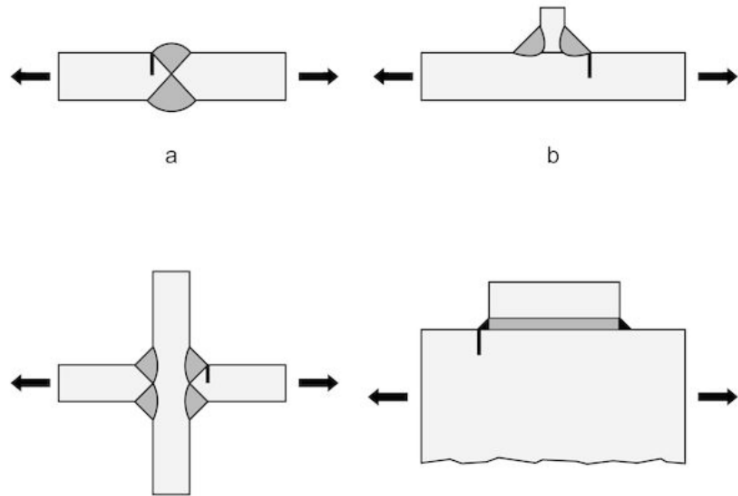
# Lämplighet för HFMI

- Undvik HFMI där rotspricka kan starta (HFMI ger ingen nytta i vänster bild nedan)
- Undvik HFMI där väldigt höga lastnivåer kan uppstå i utmattningsbelastningen (nära sträckgränsen)
- Undvik HFMI där drifttemperaturen är hög (sämre nytta riskeras, men det finns fall som lyckats)
- Se till att utbildad personal applicerar teknikerna (som alltid)

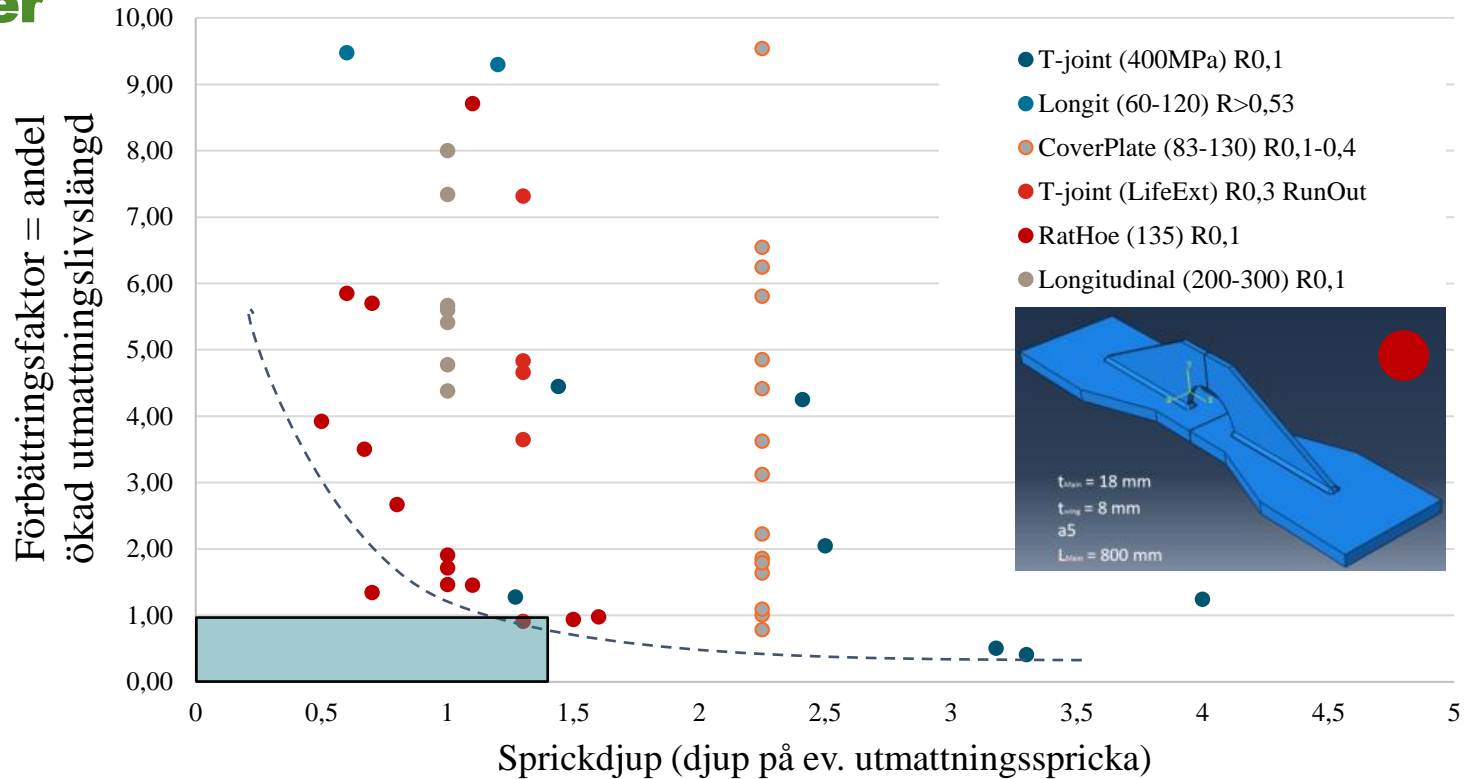
## Ej lämpliga fall



## Lämpliga fall

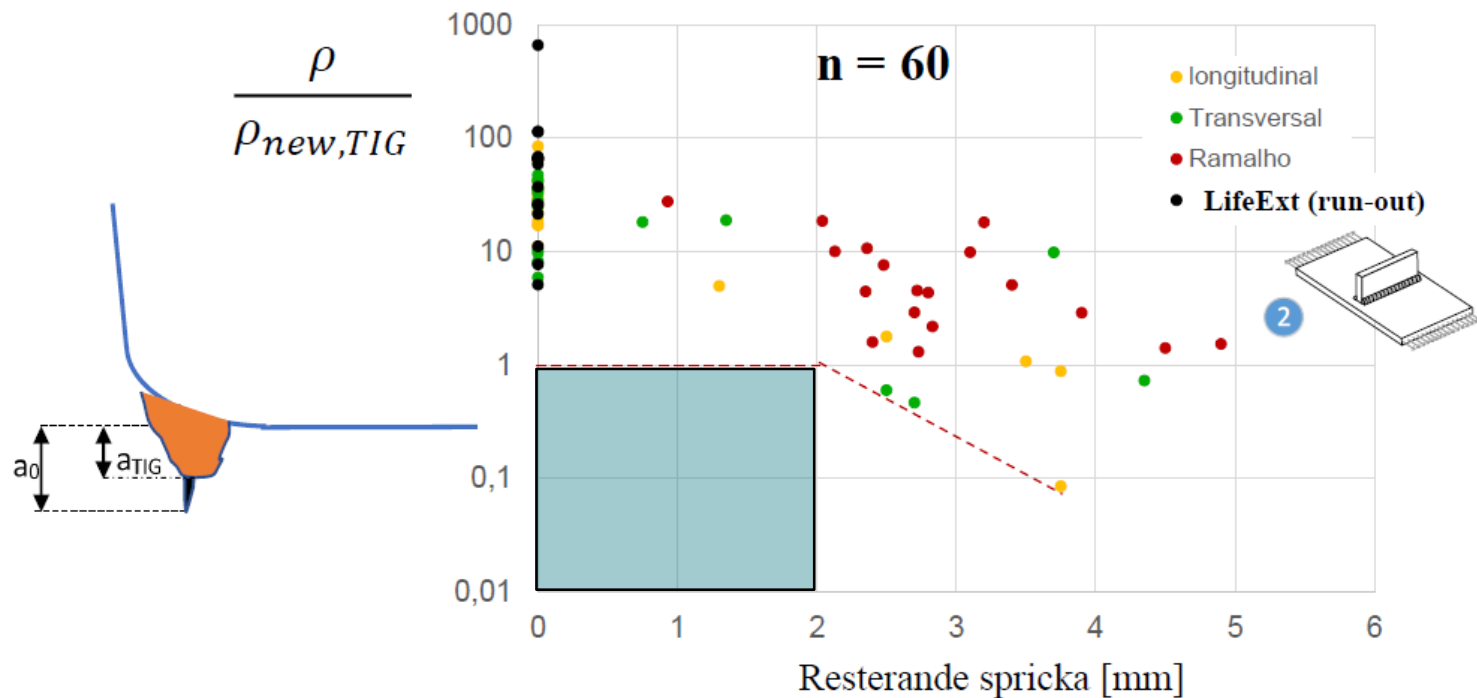


# LIFEEXT resultat för HFMI-behandling av för-utmattade prover



HFMI behandling ger en livslängdökning motsvarande en **ny** HFMI-behandlad detalj, även med en befintlig spricka upp till ca 1,5 mm genom plåttjocklek

# LIFEEXT resultat för TIG-behandling av för-utmattade prover



TIG behandling ger en livslängdökning motsvarande en ny TIG-behandlad detalj, även med en resterande spricka upp till 2 mm djup

# LifeExt2 Implementation

**LifeExt-2-Implementation** ska nu implementera teknikerna genom att HFMI-behandla en befintlig bro i Sundsvall – en del i upprustning. För att nå dit krävs arbete med:

- Regelverk – utveckla TRVs regelverk för att möjliggöra implementering, samt procedurer.
- Utbildning – utvecklas i samarbete med bl.a. SvK för att säkerställa kvalificerade utförare.
- Utveckla metodik för prediktering av livslängdsökning genom vidare studier på tillåtna sprickdjup, samt hur kan man upptäcka sprickorna med ny oförstörande provningsteknik.

**INFRA  
SWEDEN 2030**



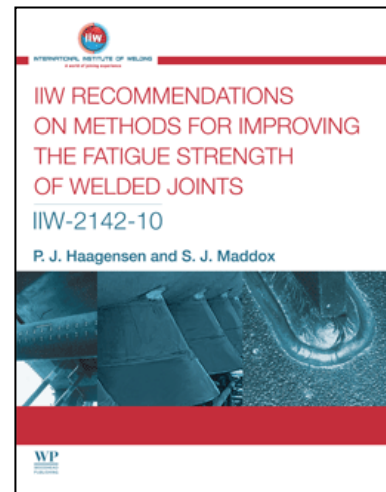
# Automation / Robotisering av metoderna

- Dessa efterbehandlingsmetoder är av stort intresse att kunna tillämpa i vår tillverkningsindustri men robotisering av metoderna är då bra att ha möjlighet till.
- Vinnova-FFI finansierar projektet MIDWEST där flera teknikföretag, leverantörer och slutanvändare tillsammans med högskolor, robotcenter och institut samarbetar för att utveckla automation av metoderna. Winterias teknik är en hörnsten i detta projekt (att kunna hitta och följa fattningskanten noga)
- MÅL: robotiserade lösningar ska utvecklas för TIG, HFMI, Slipning (BG) med adaptiv robotbana.
- Projektet avslutas i Nov. 2023. Bra resultat utlovas i slutkonf. (återkommer om datum & tid)



# Regelverksuppdatering – exempel

Regelverken måste ha tagit in efterbehandlingsmetoderna så de får tillämpas, detta har delvis skett för HFMI, mycket mer data, mer detaljutformningar och fler ståltypen kommer in de närmaste åren.

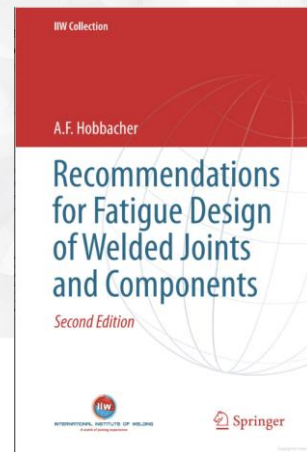
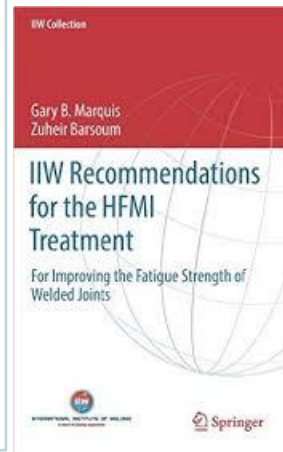


**TRAFIKVERKET**

**KRAV**  
**TRVINFRA-00331**  
 Version 2.0  
 Publiceringsdatum 2023-01-11  
 Konfidentialitetsnivå Ej känslig

Bro

**Bro och broliknande konstruktion, Bärighetsberäkning**

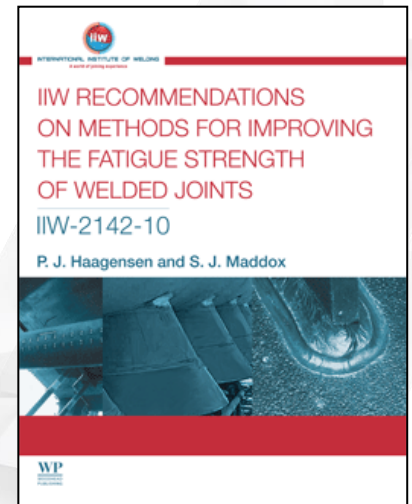
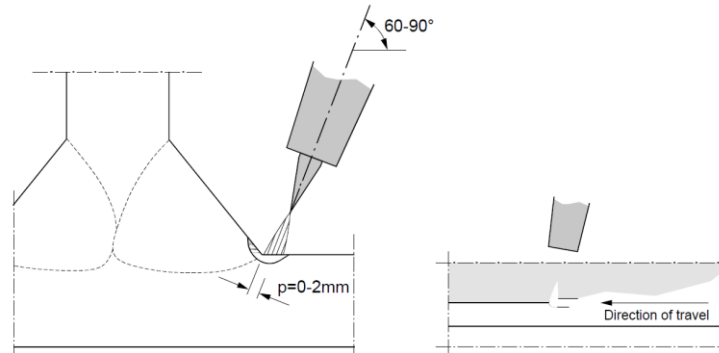
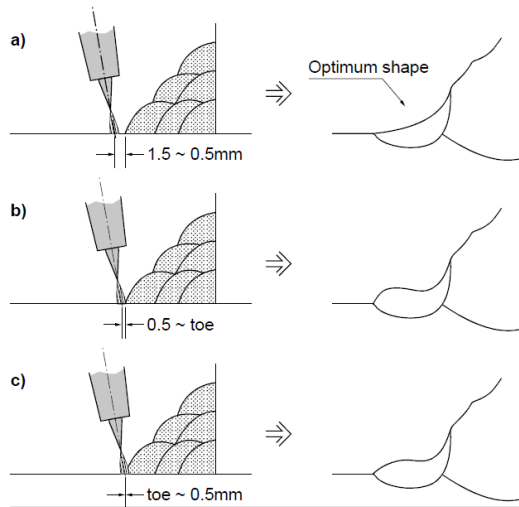




**Frågor?**

# TIG-behandling

- Att nå en större radieövergång
- Behandlingen bör ske med anpassning till lokal geometri för svetsråge och svetstå (se IIW:s rekommendationer nedan)



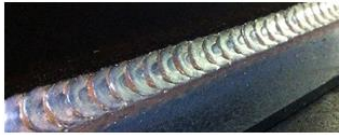


# Laserscanningens möjligheter

- Förbättrad kvalitetskontroll – möjliggör högre svetskvalitet
- Svetsklassbedömning
- Avancerad processtyrning

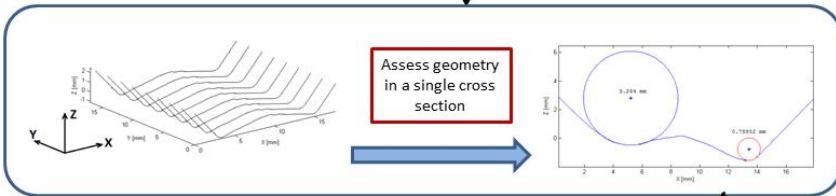


Input

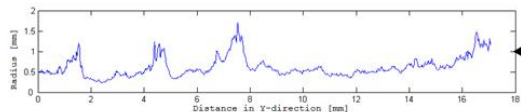


Scan the weld bead surface

Algorithm



Output

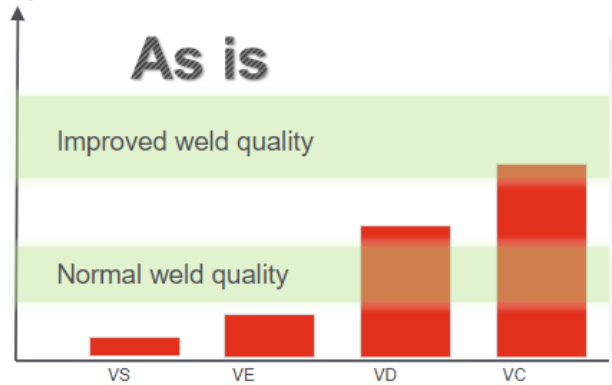


Geometry along weld bead

Källa: Eric Lindgren, Wintertia

Effort and skill to fulfill Weld requirements

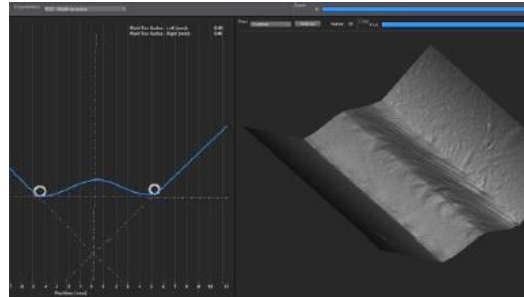
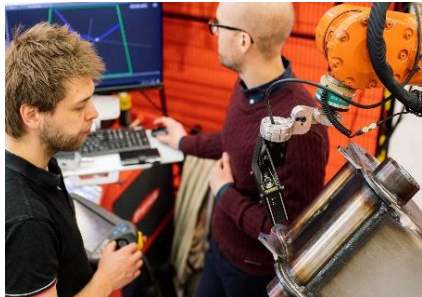
As is



Källa: Erik Åstrand, VCE

# Robotiserat och Handhållet system: Scanning ger opartisk bedömning av kvalitet & detaljerad info

SWERIM



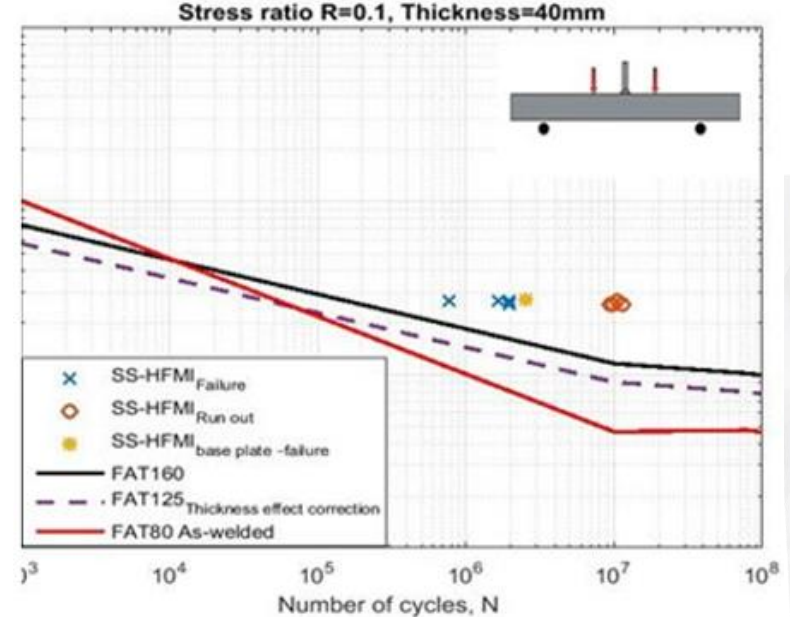
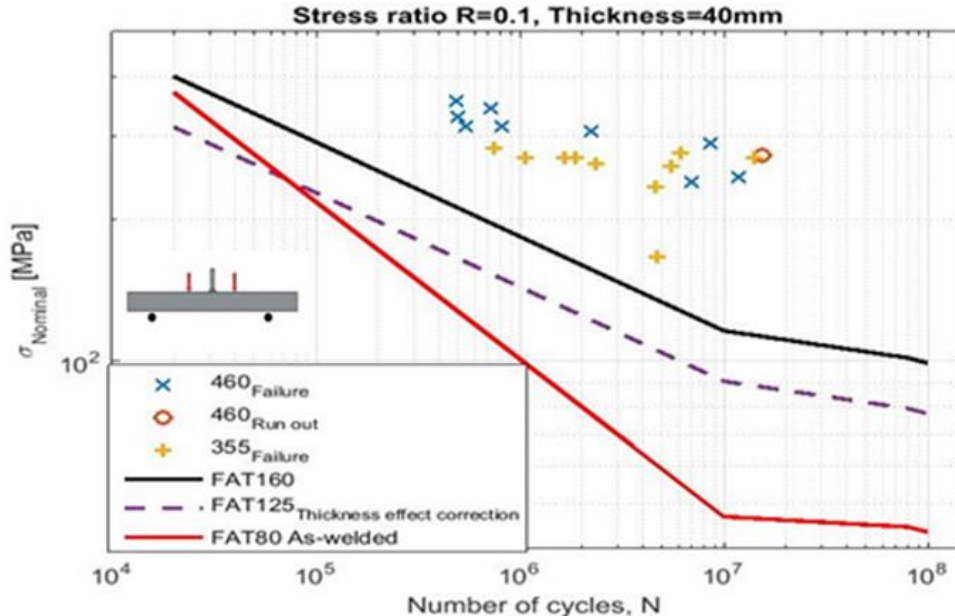
Handheld weld quality scanner - Wintaria FLEX

# HFMI-data från INNODEFAB – 40 mm plåt med svetsad förstyrning som HFMI-behandlats: 355 & 460-stål samt LDX2101

Notera datautfallet i förhållande till FAT 160 (svart linje) som ofta representerar osvetsat grundmaterial

355 & 460 C-Mn stål

LDX 2101 rostfritt stål



# HFMI- och TIG-efterbehandling kan även göras för livslängdsökning av befintliga konstruktioner !

