



Om HFMI – för AG14 sept 2024

- Vad, varför
- Exempel: Livslängdsförlängning av befintliga stålbroar
- Utbildning behövs för HFMI-operatörer (svetsare?)

Joakim Hedegård, Swerim

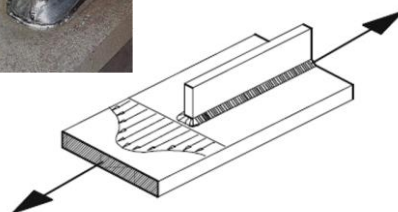
1

Varför HFMI ?

- Det blir egenspanningar i svetsar, dragegenspanningar, när svetsen svalnar.
- Om man kan ändra till tryckspänningar så tål svetsen utmattning bättre.
- HFMI är en höghastighetshamring som trycker in en rundad spets i svetsens fätningskant och gör ett spår eller "ett dike" när man kör framåt med verktyget.
- Intrycket som blir ca 0,2mm ger tryckspänningar, en större radie i svetsens fätningskant och högre ythårdhet. Svetsen klarar då mer utmattningslast, den får större livslängd.



SWERIM



2

Om HFMI

- Man behandlar inte hela svetslängder, bara de områden som behöver förbättras.
Ofta är det bara några platser, tex start och slut av förstyvningar, som behöver HFMI-behandlas.
- Man kan behandla både gamla och nya svetsförband.
- Men det får inte finnas sprickor, då ska man slipa bort dem eller TIG-laga innan man kan HFMI-behandla.
(ha dialog med konstruktören)
- Det finns olika verktyg och nålgeometrier att välja på och man ska ställa in rätt intensitet för ståltypen, köra i rätt position med rätt tryck, hastighet och vinklar.
(man kan backa tillbaka och köra om vid behov)



3

Exempel på utrustningar inom HFMI-området

(High Frequency Mechanical Impact) – HFMI är samlingsnamnet för de "snabbhamrande" efterbehandlingsmetoderna.

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

Olika tekniker finns för att driva "hammaren" (stången med rundad topp som man trycker ned i fattningskanten).

De har olika namn

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



4

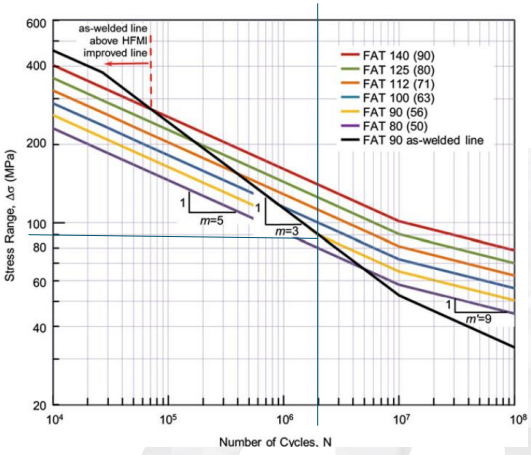
Förbättring med HFMI-behandling: i livslängd och lastnivå:



Exempel: Stumsvets X-fog i 355-stål

- "bara svetsat" = svart linje i Wöhler-diagrammet till höger
- (FAT-värdet är höjden på kurvan vid 2×10^6 cykler)

	FAT, Rundsvetsat förband	FAT, Korsförband	FAT, Stumsvets
	Rent svetsat tillstånd		
Samtliga f_y	71	80	90
	Förbättrad med HFMI		
$235 < f_y \leq 355$	112	125*	140*
$355 < f_y \leq 550$	125	140	160
$550 < f_y \leq 750$	140	160	180
$750 < f_y \leq 950$	160	180*	180
$950 < f_y$	180	180*	180



5

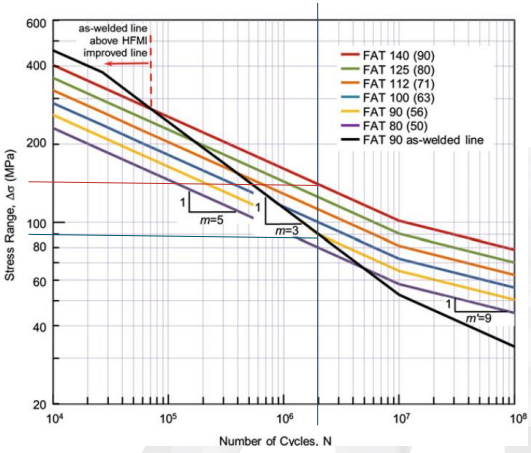
Förbättring med HFMI-behandling: i livslängd och lastnivå:



Exempel: Stumsvets X-fog i 355-stål

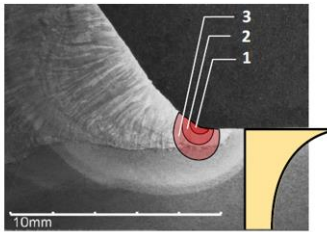
- "bara svetsat" = svart linje i Wöhler-diagrammet till höger
 - "svetsat+HFMI-behandlat" = vinröd linje överst i diagrammet
 - FAT-värdet för stumsvetsen går från 90 till 140 MPa
- (FAT-värdet är höjden på kurvan vid 2×10^6 cykler)

	FAT, Rundsvetsat förband	FAT, Korsförband	FAT, Stumsvets
	Rent svetsat tillstånd		
Samtliga f_y	71	80	90
	Förbättrad med HFMI		
$235 < f_y \leq 355$	112	125*	140*
$355 < f_y \leq 550$	125	140	160
$550 < f_y \leq 750$	140	160	180
$750 < f_y \leq 950$	160	180*	180
$950 < f_y$	180	180*	180

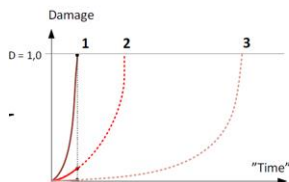


6

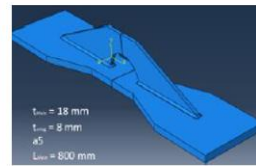
Tanken med LifeExt projekten – livslängdsökning av befintliga konstruktioner (broar här)



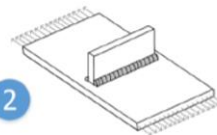
Utmattningsskada uppstår lokalt i svetsade konstruktioner. Genom att behandla de sämsta (mest skadade) positionerna kan "ett nytt liv" nås



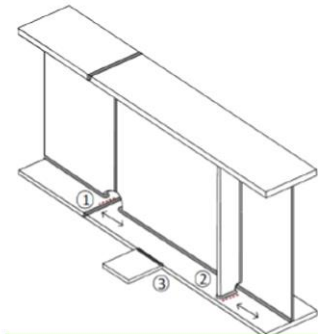
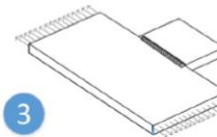
1



2



3

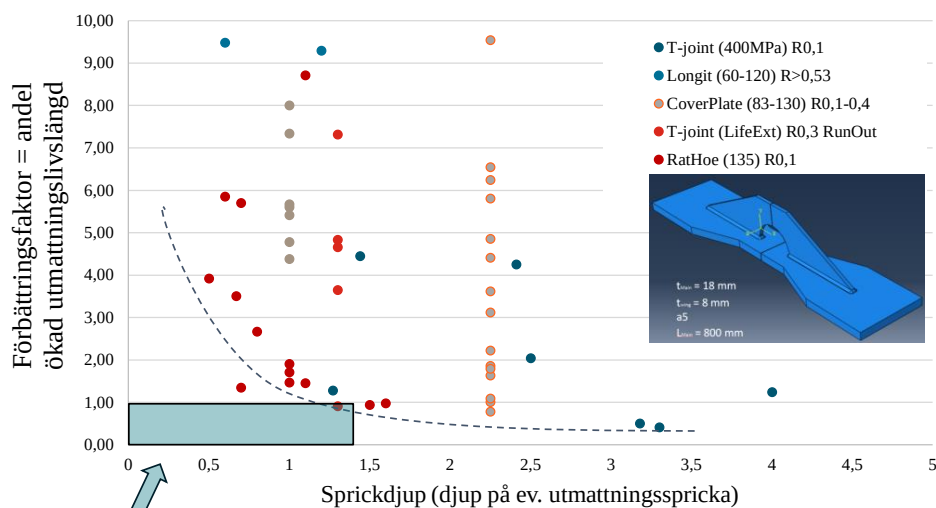


Tre geometrier som motsvarar de sämsta detaljerna i lastbärande brobalkar

7

Resultat HFMI-behandling i LifeExt projekten

SWERIM



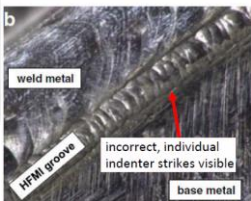
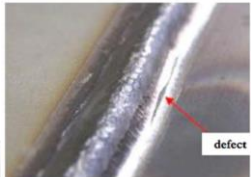
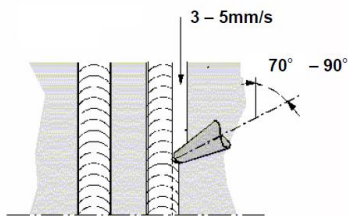
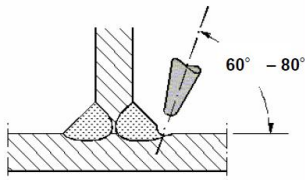
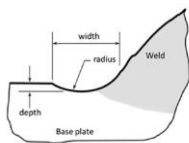
HFMI behandling ger en livslängdökning motsvarande en ny HFMI-behandlad detalj, även med en befintlig spricka upp till ca 1,5 mm genom plättjocklek

8

Kort om HFMI behandling och -utrustning

- Viktigt med verifierad utrustning, bevisad kunna nå förväntade resultat i applikation
- samt utbildad & erfaren HFMI-operatör (för rätt val av maskinbestyckning och metodik, för att undvika HFMI-överbehandling & -underbehandling) och kunna nå förväntat resultat.
- Vanliga data för HFMI-behandling ses nedan.

- HFMI groove of depth 0,2 - 0,35 mm
- HFMI groove of breadth 2 – 6 mm
- the portion of the HFMI groove in weld metal between 25 and 75% of the total HFMI groove with



Fördelar med respektive efterbehandlingsmetod

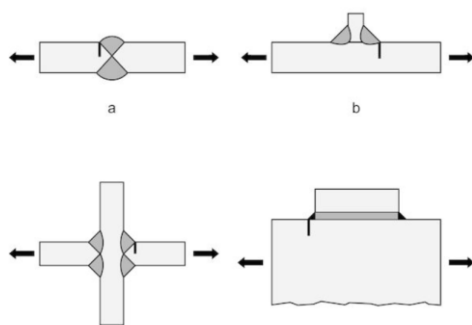
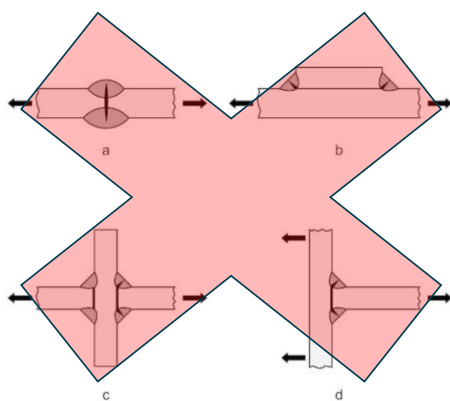
Metod	Avlägsnar "defekter"	Minskar spänningskonc.	Ökar ythårdheten	Bygger in tryckspänningar
Slipning (BG)	X	X		
TIG-behandling	X	X	X	
HFMI (UIT / PIT)	X	X	X	X



Lämplighet för HFMI

SWERIM

- Undvik HFMI där rotspricka kan starta (HFMI ger ingen nytta i vänster bild nedan)
- Undvik HFMI där väldigt höga belastningar kan uppstå i utmattningsbelastningen (överlast)
- Undvik HFMI där drifttemperaturen är hög (sämre nytta anses fås, men, det finns case som lyckats)
- Se till att utbildad personal applicerar teknikerna (som alltid)



<https://www.hifit.de/en/hifit/application-examples/>

11

Kan / vill svetsskolor även utbilda på HFMI?

SWERIM

Vi behöver få fram en ny yrkeskader: "livslängdsförlängare" eller "HFMI-behandlare"

Det skulle kunna vara svetsaren som behandlar "sina" svetsar när de är gjorda

- Elever som lär sig svetsa "finns redan"
- Det handlar om ca 2-3 dagar för en grundkurs för operatörer (teori + praktik)
- Svetsskolorna har "redan" ett stort antal svetsar gjorda, några kan passa att öva HFMI på
- Vi kan köra igång utbildning av lärare när vi hittat extra finansiering
- Viktigt att nå att utbildad personal applicerar teknikerna (som alltid)
- Man kan tänka sig ett kursdiplom eller utbildningsbevis HFMI när man godkänts i en grundkurs
- Man behöver gå med erfaren person några dagar i fält sedan, innan man står på egna ben

12

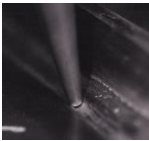
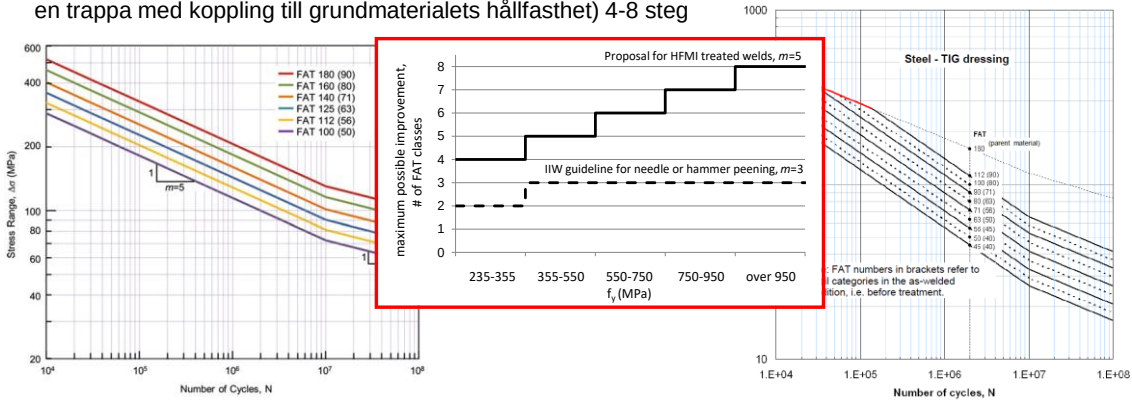


13

Uppdatering av nåbar höjning av FAT-klass för HFMI SWERIM

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

TIG & Slipning: ökning med 2 steg



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

G. B. Marquis and Z. Barsoum, *IIW Recommendations for the HFMI Treatment: For improving the fatigue strength of welded joints*. Singapore: Springer Singapore, 2016



14