

# NAW-INSPEKTION

**NAW är en avancerad metod för att kvalitets-säkra industrin. Det är en relativt ny inspektionsmetod som är mycket användbar genom sin mångsidighet och känslighet. Metoden kan användas för att identifiera olika typer av skador, till exempel delamineringar och porositet.**



Foto: Acoustic Agree AB

Inspektion av svets. Metoden gör att du kan inspektera ett helt motorblock på bara någon minut.

Geometrisk variationer som hål, kanter, kanaler och faser ger inga indikationer, det är bara skador som ger indikationer. Då geometriska variationer inte ger indikationer kan detaljer med komplicerade geometrier inspekteras under en mätning. Som exempel kan ett helt motorblock inspekteras under en mätning vilken då tar ungefär en minut.

Metoden är inte heller materialberoende, den går att använda på alla fasta material för att indikera sprickor och andra skador. Olika sorters

**"Svetsförband är kritiska i många konstruktioner och defekter kan få fatala följder."**

stål, plast, gummi, glas, titan, mässing, gjutgods, rostfritt gjutgods och sintrade detaljer är exempel på material som vi inspekterar. Det går även bra att inspektera kombinerade material som kol- och glasfiberlaminat och laminerade stål så som svart tillsammans med rostfritt stål.

## KRITISKA DEFEKTER

Svetsförband är kritiska i många konstruktioner och defekter kan få fatala följder. Acoustic Agree AB använder sig av sin teknik NAW (Nonlinear Acoustic Waves) för att avslöja kall- och varmsprickor, bindfel, porer och andra defekter som kan uppstå såväl i svetsprocessen som under drift.

Under svetsprocessen kan sprickor och andra defekter uppstå. Om dessa sprickor är tillräckligt stora eller ofördelaktigt placerade är risken stor att de börjar växa när den defekta svetsen belastas. Även en perfekt svets och dess omgivande material påverkas under drift och till slut blir det så utmatat att det havererar. Genom att inspektera svetsförbanden och därmed kunna åtgärda de som är mest benägna att orsaka problem kan man undvika missnöjda kunder eller i värsta fall person- och eller utrustningsskador.

Nyckeln är att ha kontroll på och kunskap om vad som händer inuti materialet under och efter svetsningen och på ett säkert sätt upptäcka defekter om de uppstått. Inspektionen av svetsförbanden måste vara snabb, kostnadseffektiv och får inte förstöra produkten eller materialet.



Genom att inspektera med NAW kan underhållsintervallen ställas in efter den faktiska skadan istället för den statistiska. Metoden är geometrioberoende på så vis att hål och andra geometriska variationer inte påverkar mätningen. Det som främst sätter begränsningarna är dämpningen i materialet samt tillgängligheten. Inspektionen kräver att minst två sensorer kontakteras på objektet man vill undersöka, en sändare och en mottagare. Gällande dämpningen av amplituden hos ljudvågor är metalliska material idealiska att inspektera tack vare den låga dämpningen av ljudvågen. NAW kan med fördel användas på alla fasta material, även där geometrin är komplex.

### SÅ HÄR FUNKAR NAW

När metoden används skickas en strukturspecifik ljudvåg in i objektet via sändaren vilken fyller objektet man vill undersöka med ljudvågor. Då ljudvågen fortplantar sig över ett oskadat område förändras ingenting i dess karaktäristik men då vågen passerar en defekt som en spricka, påverkas ljudvågen. Den här skillnaden kan analyseras och omvandlas till ett skadevärde. Sprickor och andra defekter som porer, slagginslutningar och bindfel kommer att påverka ljudvågen på ett icke linjärt sätt. Ett borrarat hål, en fas eller annan geometrisk avvikelse kommer inte att påverka ljudvågen eftersom dessa inte uppträder icke linjärt. När ljudvågen samlas in i mätsystemet kommer resultatet att visas som ett värde som kallas för skadevärde.

Skadevärdet är lätt att jämföra mellan olika detaljer av samma typ eller mellan olika områden på samma objekt. Detta gör att man kan lokalisera skadan och därmed få möjlighet att reparera den. Metoden kan användas på såväl stora som riktigt små skador, ned till gitterstruktur vilket kan användas för att följa den subkritiska utmattningen. Baserat på referensobjekt av samma typ och med känd skada eller ett område med känd skadenivå på en enstaka detalj kan ett gränsvärde sättas på vilken skadenivå som ska ses som godtagbar och vad som klassas som skada.

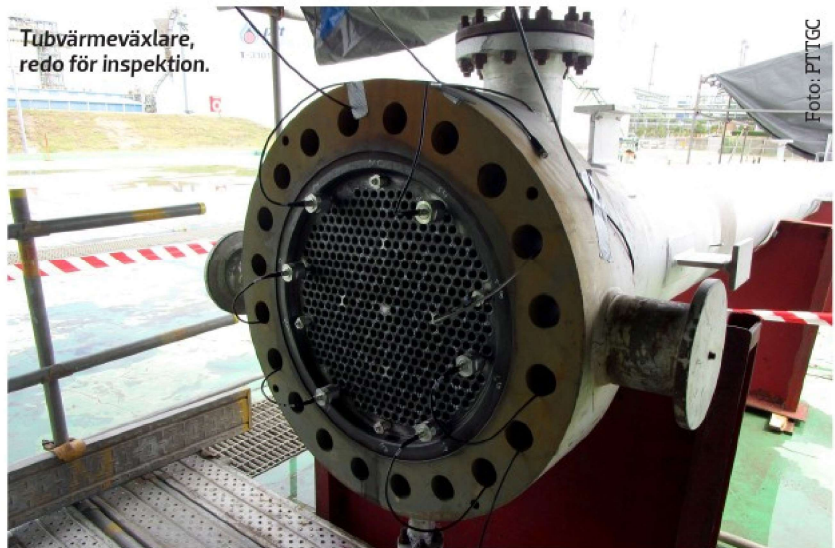
### INSPEKTION AV TUBVÄRMEVÄXLARE

Tubvärmewäxlare är en vanligt förekommande komponent i bland annat process-, energi- och kemiindustrin. Tubvärmewäxlaren används för att överföra värmeenergi från ett medium till ett annat, som vid för uppvärmning eller nedkyllning av ett medium.

Vissa av tubvärmewäxlarna arbetar under höga tryck vilket gör belastningen på dem stor. Därför kan den strukturella påverkan vara stor på dessa tubvärmewäxlare och de behöver inspekteras med jämna mellanrum för att sprickbildning ska upptäckas i tid.

### LOKALISERA SKADOR

Vanligaste inspektionen som utförs idag på detta objekt ska upptäcka sprickor i tuberna. Inspektion av insvetsningen mellan tuber och tubplatta är be-



Tubvärmewäxlare, redo för inspektion.

Foto: PTTGC

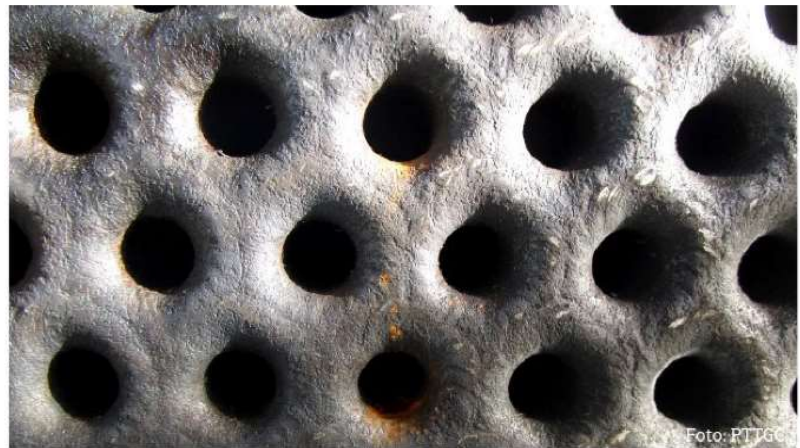


Foto: PTTGC

Närbild av ytan på tubvärmewäxlaren och svetsningen som ska inspekteras.

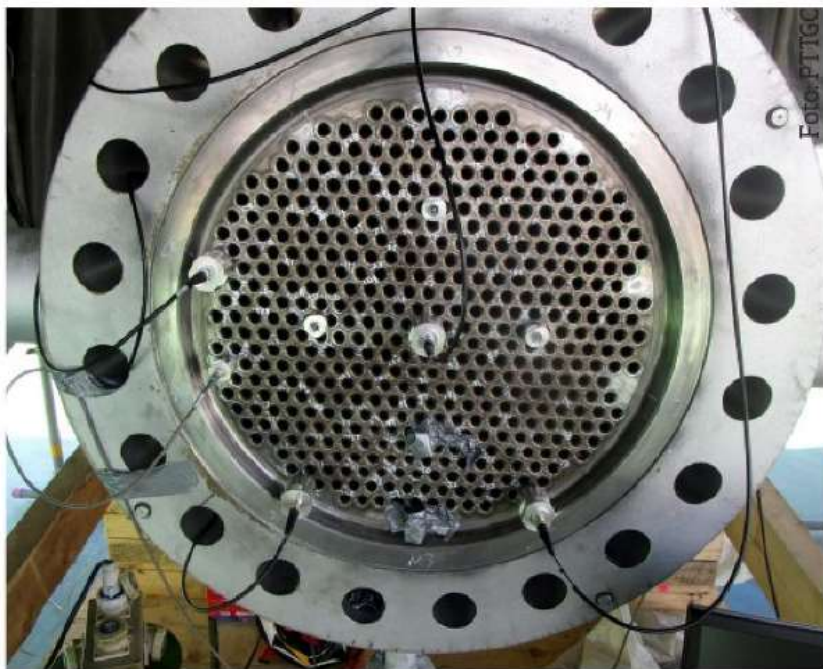
**"Nyckeln är att ha kontroll på och kunskap om vad som händer inuti materialet under och efter svetsningen och på ett säkert sätt upptäcka defekter om de uppstått."**

svärlig främst på grund av geometrin. Med denna nya teknik kan inspektion av den svårinspekterade svetsen utföras och därmed kan skadestatusen bestämmas även för dessa svetsar. Med denna information kan fabriken planera för reparation eller om förlängning av drifttid kan göras.

Ett av våra inspektionsuppdrag rörande tubvärmewäxlare utfördes åt företaget PTTGC (PTT Global Chemical Public Company Limited) i Thailand. Företaget är PTT-gruppens kemiavdelning med en produktionskapacitet på 8,26 miljoner ton per år. PTTGC producerar aromater,

**"Om det läcker mellan tub och tubplatta under drift kan det i värsta fall leda till en explosion."**





Tubvärmväxlaren med sensorer kontakterade.

Närbild av ytan på tubvärmväxlaren och svetsen som ska inspekteras.

alkener, polymerer, etylenoxid, miljökemikalier och specialkemikalier. PTTGC är Thailands största totalintegrerade petrokemi- och raffinaderikomplex och räknas till Asien och Stillahavsområdets största när det gäller storlek och produktvariation.

Inspektionen på tubvärmväxlare hos PTTGC visas som ett exempel på hur en inspektion går till. Dessa tubvärmväxlare hanterar gas i en process för tillverkning av LDPE, en termoplast som tillverkas av etylen. En tubvärmväxlare är utsatt för temperaturväxlingar samt arbetar under höga tryck. Om det läcker mellan tub och tubplatta under drift kan det i värsta fall leda till en explosion.

Denna typ av skada kan vara mycket svår att identifiera då det höga arbetstrycket i kombination med värme kan öppna sprickan och vid avsvälning stängs den igen. Även heliumläcksökning är otill-

räcklig vid dessa inspektioner då gasen lätt sprids och kan visa att det läcker i varje svetsförband, vilket oftast är felaktigt.

En tubvärmväxlare av denna typ är kostsam i inköp och reparation av en läcka är av stor vikt. För att kunna reparera läckan behöver skadan inte bara konstateras utan även lokaliseras.

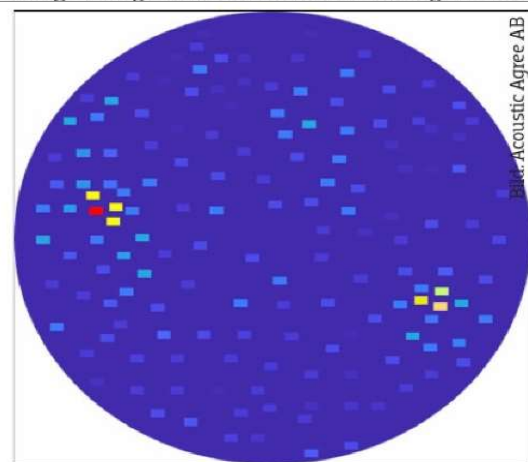
För att inspektera svetsförbandet mellan tub och tubplatta sätts ett antal sensorer dit. Några av dem skickar ut ultraljud och andra tar emot ljudvågorna. Ytan som sensorerna sitter på måste vara ren samt tuber och mantel tömda på media.

Beroende på att tubplattans geometri innehåller väldigt många hål, blir amplituden på de utsända ljudvågorna kraftigt dämpad och inspektionen måste därför delas upp i flera sektioner. Om geometrin, eller materialet, inte dämpar ljudvågorna så mycket kan betydligt större objekt inspekteras med färre sensorer.

När sensorerna är på plats införs ljudvågor lokalt för att indikera om skada finns i den inspekterade svetsen. På detta sätt söks ytan av och möjliga indikationer erhålls. Om ett område innehåller indikationer snävas inspektionsområdet av och positionsnoggrannheten ökas till den nivå som kunden önskar. I fallet med tubvärmväxlare önskas information om vilken tub som det läcker runt och var läckaget är placerat.

#### INSEKTION EFTER LAGNING

När man har den informationen kan svetsen repareras. Detta görs genom att man slipar bort svets samt lite av grundmaterialet varpå man bygger upp det borttagna materialet genom svetsning. När lagningen är klar inspekteras återigen samma område för att säkerställa att inga skador finns i det nya svetsförbandet.



Så här kan ett inspektionsresultat se ut. Röd markering visar svår skada och gul markering förhöjd risk.

Ett fiktivt resultat visas i bilden där man se hur fördelningen av skada skulle kunna se ut i svetsförbandet på tubplattan. Varje markering motsvarar en mät punkt där en lokal ljudvåg införts och varje lokal ljudvåg undersöker ett litet område vilka tillsammans kan visa den totala statusen för objektet.

Den röda markeringen visar på en stor skada och reparation måste utföras.

De gula markeringarna visar på förhöjd risk och dessa behöver övervakas och följas upp noga vid efterföljande inspektionstillfällen.

De övriga markeringarna i blått visar för fördelning av lägre skadenivå, där de ljusa blå markeringarna indikerar mer skada än de mörkare blå.

Med detta resultat kan en tubvärmväxlare repareras och åter tas i bruk, samtidigt som kunskap finns om var de svagare områdena finns och var man kan förvänta sig att nästa läckage troligen uppstår.

**Kristian Haller**  
Acoustic Agree AB

### □ KORT OM NAV

Inspektion med NAW-metoden innebär att ett antal ljudvågor skickas in i det objekt som ska inspekteras. Mätmetoden fungerar på de flesta material, till exempel stål, gjutjärn, sten, titan, gummi och sintrat stål. Objektets form är av liten betydelse, skiktade geometrier som laminat eller hål är inga problem.

När ljudvågen samlas in i mätsystemet kommer resultatet att visas som ett värde som kallas för skadevärde. Skadevärdet används för att avgöra om objektet är defekt eller inte.

Inspektionsmetoden bygger på olinjära akustiska metoder som forskats fram av Kristian Haller vid Blekinge Tekniska Högskola, BTH. 2006 bildades företaget Acoustic Agree AB med placering i Ronneby, Blekinge, där metod och utrustning industrialiserades. [www.acousticagree.com](http://www.acousticagree.com).



Foto: PTTGC

Inspektion av tubvärmväxlaren pågår.