

## Restspänningsmätning

Swerea IVF har lång erfarenhet inom området mätning och analys av restspänningar i metalliska material. Verksamheten innefattar såväl forsknings- som uppdragsprojekt åt svensk industri där huvuddelen av dessa uppdrag utförs åt fordons- och flygindustrin, deras underleverantörer samt den tunga tillverkande industrin.

Ett materials restspänningstillstånd är beroende av de olika processer det har utsatts för. Restspänningar skapas vid komponenttillverkningen, t ex gjutning eller smide av materialet, men även vid efterföljande värmebehandling och/eller bearbetning. Slutprodukten har därför ett spänningstillstånd som är summan av de olika processer som komponenten varit utsatt för. Ogymsamma restspänningar kan ge upphov till haverier då komponenten utsätts för yttre belastningar. I dessa fall talar man om dragrestspänningar, vilket innebär att ytan utsätts för en kraft med vilken defekter får hjälp att växa. Istället eftersträvar man ofta tryckspänningar i detaljens yta för att på så vis motverka initiering och tillväxt av defekter och därmed höja utmattningshållfastheten för komponenten.

Restspänningar kan grovt delas in i att uppstå från en termisk process som värmebehandling, mekanisk process som kulpning (shot peening) eller en kombination av termisk och mekanisk som bearbetning. För att erhålla de eftersträvsvärda restspänningarna måste man ha kontroll på processparametrarna och hur de inverkar på restspänningarna i komponenten.

### Mätmetoder

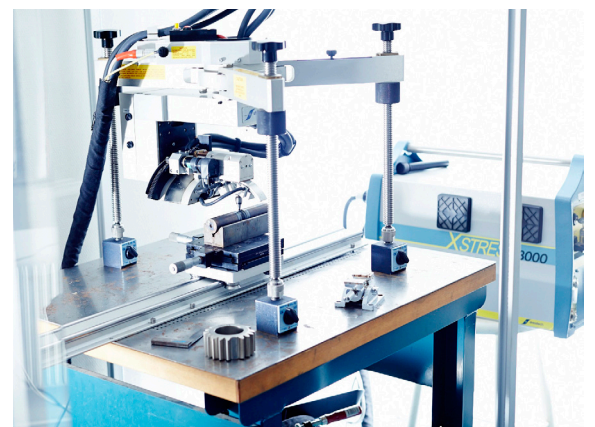
Vi har under flera år hjälpt företag att mäta restspänningar och koppla detta till den process företaget arbetar med, för att t ex hitta optimala processinställningar. För metalliska material kan restspänningarna mätas genom röntgendiffraktion eller genom hålbörningsmetoden.

**Röntgendiffraktion (XRD)** bygger på att man mäter oförstörande i materialets yta genom att en röntgenstråle bestrålar provet varvid det sker en interaktion med materialets atomer varvid röntgenstrålen diffrakterar. På detta sätt kan man fastställa töjningen som

skett i materialets atomära gitterstruktur. Töjningarna räknas sedan om till restspänningar med hjälp av Hook's lag.

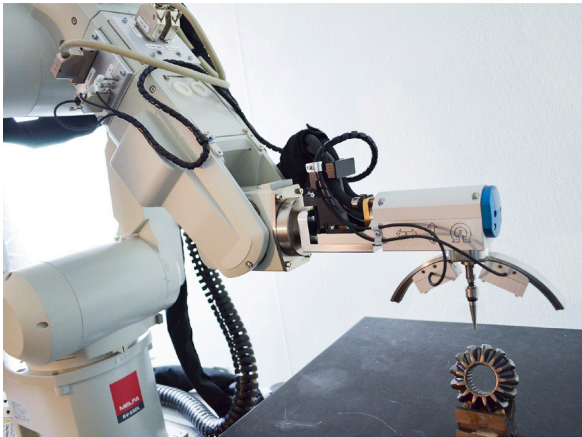
Mätningar med XRD kan göras vid flera olika djup genom materialavverkning med elektroplering. Med denna metod får man information om restspänningstillståndet från ytan och in i materialet. Metoden har stort användningsområde och ingen begränsning vad gäller storlek på komponent. En vanlig applikation är att verifiera resultatet från olika tillverkningsprocesser som härdning, bearbetning eller kulpning. Denna mätmetod ingår i den ackrediterade verksamheten hos Swerea IVF och följer standarden SS-EN-15305:2008 som beskriver "Oförstörande provning för analys av restspänningar med röntgendiffraktion".

På Swerea IVF finns två olika portabla utrustningar för restspänningsmätning med röntgen. Den ena utrustningen är anpassad för att ta med sig ut på fält för mätning direkt i t ex fabriksmiljöer.



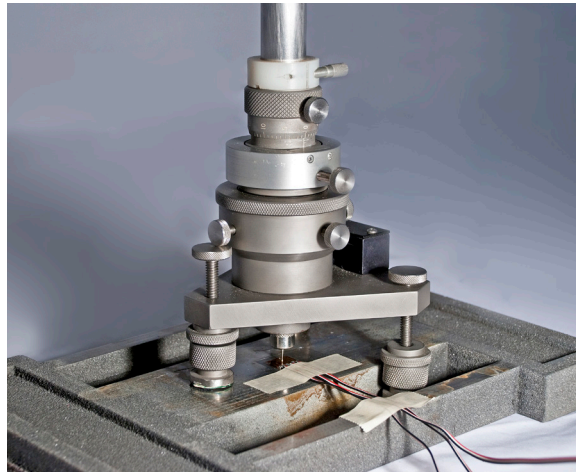
Restspänningsutrustningen, röntgendiffraktometer AST XSTRESS 3000, G2R.

Den andra utrustningen är en robotiserad diffraktometer, vilket möjliggör att man lätt kan mäta över större ytor och studera hur spänningarna är distribuerade. Resultatet kan presenteras som spänningsnivåkartor. Detta lämpar sig väl för att t ex studera vilken inverkan en svets eller ett termisk sprutat skikt har på det intilliggande materialet. Dessutom är denna utrustning mycket användbar då man är oberoende av detaljens storlek och relativt komplexa geometrier kan mätas.



Restspänningsutrustningen, röntgendiffraktometer AST XSTRESS Robot.

**Hålbörning** är en annan vanligt förekommande metod för att bestämma restspänningarna i ett material. Denna metod bygger på att en rosettgivare fästs på den yta man vill mäta på. Därefter borras ett hål successivt i mitten av givaren och ner i materialet till ett djup om ca 1 mm. När borrningen sker kommer spänningar i materialet att frigöras vilka mäts som töjningar av givaren. Mätningar med denna metod sker i enlighet med ASTM standard E 837 och är semiförstörande. På samma sätt som vid röntgendiffraktion finns det inga begränsningar gällande storlek på detaljen. Vanliga detaljer som mäts är valsar, större axlar, plåtmaterial och gjutkonstruktioner.



Restspänningsutrustningen, hålbörning RS-200.