



**TEKNOLOGISK  
INSTITUT**

**Produktkatalog**  
Industriel  
Materialeteknologi

# Indhold

Materialeteknologi for en stærkere industri . . . . .	3
Standardiserede tests . . . . .	4
Funktionsprøvning . . . . .	6
Dynamisk prøvning. . . . .	7
Brud- og fejlårsagsanalyser . . . . .	8
Hårdhedsprøvning . . . . .	9
Korrosionstest . . . . .	10
On-site mekanisk test. . . . .	11
On-site metallurgisk inspektion. . . . .	12
Analyse af kemisk sammensætning. . . . .	13
Partikelidentifikation . . . . .	14
Karakterisering af mikrostruktur . . . . .	15
Avanceret karakterisering . . . . .	16
Sliptest iht. EN 1090-2. . . . .	18

# Materialeteknologi for en stærkere industri

Metalliske materialer er ryggraden i moderne industri. Deres egenskaber bestemmer, om et produkt holder i årtier eller fejler i drift – og om en virksomhed vinder eller taber konkurrencekraft. At mestre disse materialer kræver dyb faglig viden, avanceret analyseudstyr og praktisk erfaring med virkelige industrielle udfordringer.

**Det er her, vi kommer ind i billedet.**

På Teknologisk Institut kombinerer vi avancerede analysemetoder, dyb metallurgisk ekspertise og mange års praktisk industrierfaring. Vi arbejder med metalliske materialer fra vugge til grav: fra materialevalg og kvalitetskontrol over mekanisk prøvning og korrosionstest til systematiske brud- og fejlårsagsanalyser, når skaden er sket. Vores laboratorier i Aarhus rummer state-of-the-art udstyr til trækpøvnng op til 1200 kN, udmattelsestest op til 500 kN, elektronmikroskopi, optisk emissions-spektroskopi og et stort spændeplan til funktionsprøvning af virkelige konstruktioner. Og kan opgaven ikke komme til os, tager vi ud til den – med mobilt udstyr til on-site inspektion og analyser.

Vi er DANAK-akkrediterede på en lang række metoder og leverer uvildig dokumentation, som vores kunder kan stå på. Men vi er meget mere end et testlaboratorium. Vi stræber efter at være den foretrukne udviklingspartner for alle, der arbejder med metalliske materialer – ved at engagere os tidligt i jeres projekter, forstå jeres udfordringer og omsætte vores faglighed til konkret, strategisk værdi. Uanset om I står med et havari der skal opklares, en ny konstruktion der skal dokumenteres, eller en ambition om at forlænge levetiden på jeres produkt.

Dette katalog giver et indblik i vores tekniske ydelser – fra avanceret mikrostrukturanalyse til fuldskala funktionsprøvning. Men bag hver ydelse ligger vores egentlige produkt: Sikkerhed, kvalitet og konkurrencekraft.

Vi ser frem til at styrke jeres forretning.

## **Kontakt:**

### **Michael Perolle Jensen**

Forretningsleder – mekanisk prøvning

Mail: [mpj@teknologisk.dk](mailto:mpj@teknologisk.dk)

tlf. +45 7220 2490

### **Thomas Larsen**

Specialist – metallurgi

Mail: [tlar@teknologisk.dk](mailto:tlar@teknologisk.dk)

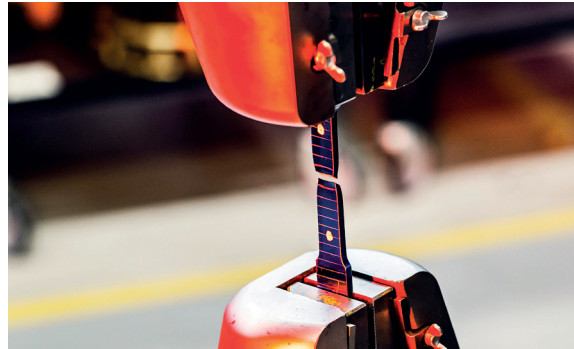
tlf. +45 7220 3181

# Standardiserede tests

## Trækprøvning:

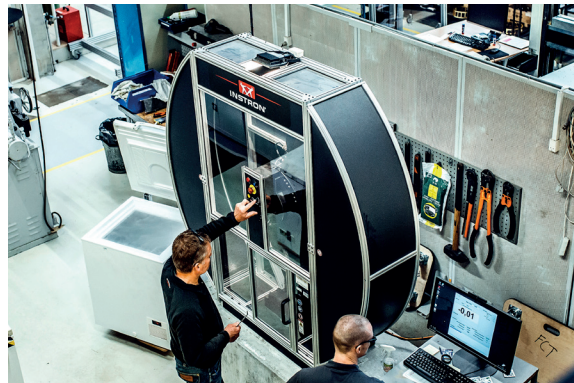
Vi har kapacitet op til 1200kN med optisk ekstensometer til måling af tøjning. Udføres iht.:

- ISO 6892-1 (Akkrediteret)
- ISO 6892-2 op til 250 grader
- ASTM E8
- 15630-1,-2 & -3 (Akkrediteret)
- Kundespecifikke testprofiler



## Slagsejhedstest:

Vi råder over maskinel til at udføre slagsejhedstest akkrediteret iht. ISO 148-1. Test kan udføres ned til -196 grader



## Deformationstest:

Laboratoriet råder over flere forskellige løsninger inden for deformationstest. Dette inkluderer:

- Bøjeprovning iht. 15630-1 (Akkrediteret)
- Bøjeprovning iht. 8491 (Akkrediteret)
- Bøjeprovning iht. 5173 (Akkrediteret)
- Dornudvidelse iht. 8493 (Akkrediteret)
- Flattening iht. 8492



## Hårdhedsprøvning:

Vi kan udføre flg. hårdhedstests akkrediteret:

- DS/EN ISO 6506-1 – Metallic materials – Brinell hardness test – Part 1: Test method
- DS/EN ISO 6507-1 – Metallic materials – Vickers hardness test – Part 1: Test method (HV0.1 – HV10)
- DS/EN ISO 6508-1 – Metallic materials – Rockwell hardness test – Part 1: Test method (B- og C-skala)



## Lysoptisk mikroskopi:

Vi kan udføre flg. mikroskopiundersøgelse akkrediteret:

- DS/EN ISO 17639 – Destructive tests on welds in metallic materials – Macroscopic and microscopic examination of welds



## Optisk emissionsspektroskopi:

Vi kan udføre flg. kemiske analyser akkrediteret:

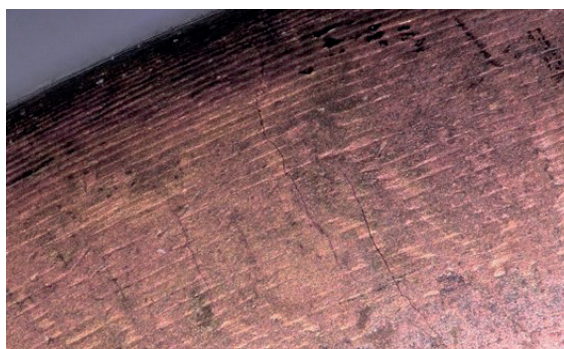
- DS/EN ISO 15079 – Kobber og kobberlegeringer – Analyse med optisk emissionsspektroskopi med gnistexcitering (S-OES)
- ASTM E1086 – Standard Test Method for Analysis of Austenitic Stainless Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry
- ASTM E415 – Standard Test Method for Analysis of Carbon and Low-Alloy Steel by Spark Atomic Emission Spectrometry



## Korrosions- og korrosivitetstests:

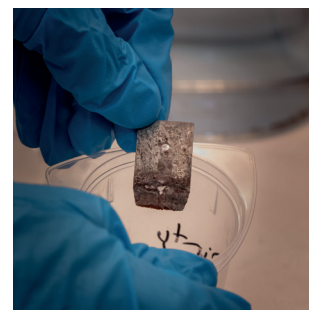
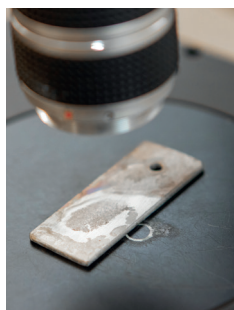
Vi kan udføre flg. korrosionstests akkrediteret:

- Arbeitsblatt GW 541, Oktober 2004, Anhang A – Testing of stainless steel tubes for corrosion-promoting residues
- AS 2345 – Dezincification resistance of copper alloys
- DS/EN ISO 6509 – Corrosion of metals and alloys – Determination of dezincification resistance of copper alloys with zinc
- ISO 6957 – Copper alloys – Ammonia test for stress corrosion resistance
- DS/EN ISO 3651-2 – Bestemmelse af modstandsevnen mod interkrystallinsk korrosion i rustfrit stål. Del 2: Ferritisk, austenitisk og ferritisk-austenitisk (duplex) rustfrit stål. Korrosionsprøvning i media indeholdende svovlsyre



Desuden udfører vi rutinemæssigt flg. korrosionstests:

- UN Section 37 (C.1) – benyttes til at bestemme, hvorvidt en væske er korrosiv over for aluminium og stål til transport
- ASTM G36-24 – accelereret komparativ test for tilbøjelighed til spændingskorrosion (SCC) af metaller og legeringer
- ISO 9226 og ASTM G116-99 – felteksponeeringsringstests til at bestemme den atmosfæriske korrosivitet på specifikke lokationer



# Funktionsprøvning

I vores testlaboratorium råder vi over servohydrauliske testmaskiner med kapacitet op til 1200 kN i træk og 5000 kN i tryk samt løse aktuatorer op til ca. 30 tons, der kan placeres frit i vores 140 m<sup>2</sup> store spændeplan. Det gør det muligt at opbygge fleksible opstillinger, hvor konstruktioner og produkter kan belastes i stort set alle retninger – både med statiske, cykliske driftslignende lastforløb og/eller med kombinerede belastninger på udvalgte punkter.

Testene kan køres efter brugerdefinerede lastprogrammer, styret enten på kraft eller deformation, og vi kan arbejde med sekvenser, blokprogrammer og skræddersyede lastprofiler, der afspejler de faktiske funktionelle krav til produktet. Under test kan vi anvende både klassiske målesystemer (vejeceller, flytningsmålere, strain gauges) og optiske ekstensometre samt Digital Image Correlation (DIC) til fuldfeltmåling af deformationer. Derudover kan vi løbende registrere temperatur og luftfugtighed. Yderligere kan vi, afhængigt af emnet, gennemføre funktionsprøvning ved nedsatte temperaturer og med påvirkning fra fugt eller korrosive miljøer.

Vores dataopsamlingssystemer kan logge med høje samplingfrekvenser, så selv hurtige last- og responsforløb dokumenteres detaljeret. Resultaterne leveres typisk i rapportform med analyser, grafer og vurdering af opfyldelse af krav, og kan efter aftale suppleres med rå tidsseriedata samt billed- og DIC-dokumentation til videre brug i kundens egne beregninger og dokumentation.





# Dynamisk prøvning

På Teknologisk Institut råder vi over flere servo-hydrauliske testmaskiner med kapacitet op til 500 kN op til 30 Hz. Det gør os i stand til at designe alt fra simple, cykliske sinusbelastninger til avancerede testprogrammer med varierende amplitude og frekvens, styret enten på kraft eller deformation. Med vores fleksible opstillinger kan vi sammensætte testforløb, der passer til både små prøver og større komponenter, og vi kan dermed hjælpe uanset, om du står i den tidlige udviklingsfase eller med en konkret godkendelses- eller kvalitetsopgave. Vi indgår gerne som partner i jeres proces fra idé til dokumenteret løsning og hjælper fra de første overvejelser om belastningsniveauer og test-design til den endelige dokumentation af levetid og ydeevne.

Vi tester både standardiserede prøvestænger og virkelige komponenter, så resultaterne kan bruges direkte i din godkendelse, kvalitetskontrol eller produktudvikling. Ud over klassiske materialer kan vi udføre dynamiske test på svejste samlinger, bolte og skrueforbindelser, 3D-printede emner samt komplette komponenter og delkonstruktioner.

Vi har særlige kompetencer inden for udmattelsestest af bolte og additivt fremstillede (3D-printede) komponenter, hvor vi kan hjælpe med at dokumentere styrke, levetid og robusthed under realistiske, cykliske belastninger.

Til de dynamiske test benytter vi både strain gauges, optiske ekstensometre samt avancerede billedbaserede metoder som Digital Image Correlation (DIC). Det giver mulighed for at følge deformationer og skadesudvikling lokalt i kritiske områder og dermed opnå en dybere forståelse af emnets opførsel under belastning.

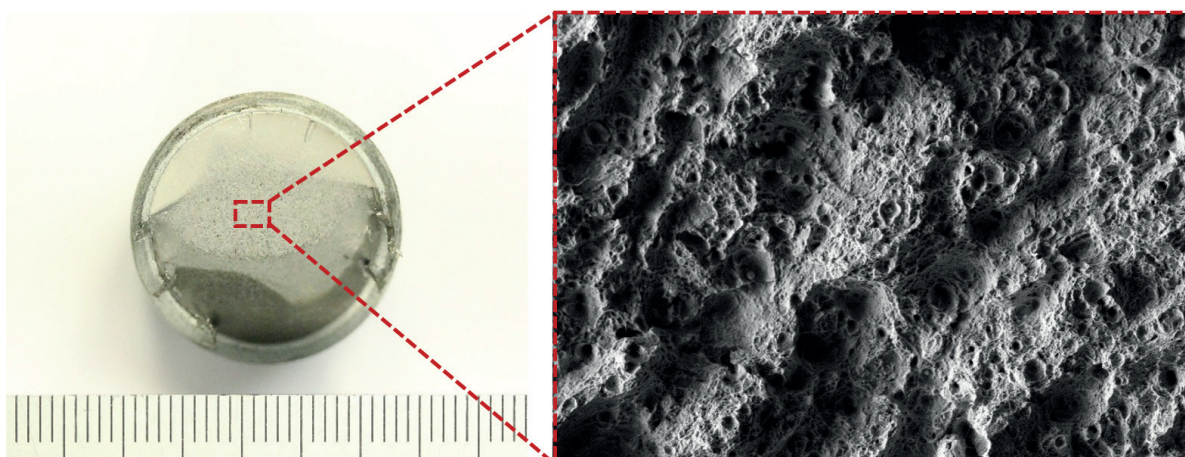
Vi kan hjælpe med at opbygge testprogrammer baseret på drifts- og belastningsdata eller kundens beregningsmodeller, så laboratorietesten afspejler de faktiske lastforløb i drift. Efter testen tilbyder vi ingeniørfaglig sparring om tolkning af måledata, udarbejdelse og anvendelse af SN-kurver samt vurdering af levetid og sikkerhedsmarginer, så resultaterne kan omsættes til konkrete design- og godkendelsesbeslutninger.

# Brud- og fejlårsagsanalyser

Teknologisk Institut udfører systematiske brud- og fejlårsagsanalyser på metalliske komponenter og konstruktioner fra f.eks. offshore- og vindindustrien samt maskiner generelt. Målet er at identificere brudmekanismer og de væsentligste bidragende faktorer – fra materiale- og fremstillingsforhold til driftsbelastninger.

Afhængigt af skadens karakter kan undersøgelsen omfatte en visuel inspektion af brudforløb – oftest suppleret med fraktografiske studier af brudflader for eksempelvis at vurdere, hvorvidt bruddet skyldes overbelastning eller udmattelse. I tillæg kan metallografiske analyser benyttes til at karakterisere mikrostruktur, inklusioner, svejsedefekter, karbidfordeling og eventuelle korrosionsprodukter. Træk-, slagsejheds- og hårdhedsprøvning kan anvendes til at verificere og sammenholde materialeegenskaber med specifikationer og eventuelt kendte spændingsniveauer.

Resultaterne samles i en teknisk rapport, hvor vi bl.a. kan tilbyde at omsætte konklusionerne til konkrete anbefalinger til materialevalg, korrosionsbeskyttelse og inspektions- eller levetidsstrategier, således fremtidige skader kan undgås.



# Hårdhedsprøvning

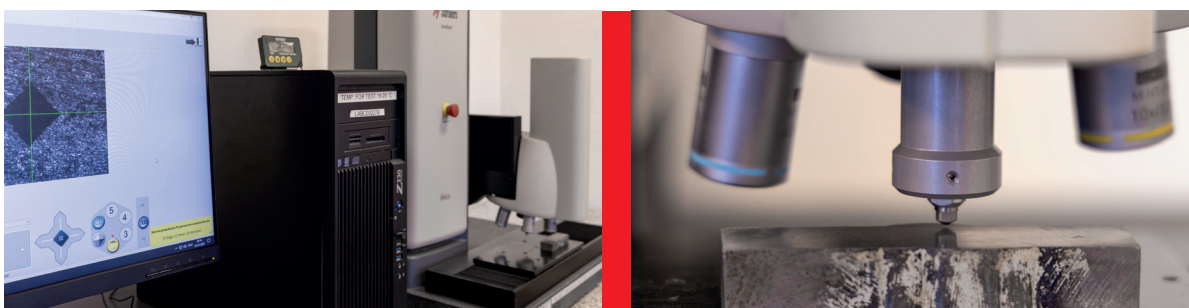
Vi udfører akkrediteret hårdhedsprøvning efter Vickers-, Rockwell- og Brinell-metoderne og dækker dermed både mikro- og makrohardhed på et bredt spektrum af materialer – fra bløde kobberlegeringer til højstyrkestål, svejsninger og overfladehærdede systemer.

Hårdhedsmålingerne anvendes til dokumentation af f.eks. varmebehandlingstilstand, styrke- og slidegenskaber, verifikation af materialecertifikater, proces- og modtagekontrol samt som led i fejlårsagsanalyser. Prøveemnerne kan være alt fra standardprøver til maskinelementer, hvor vi efter behov kan bearbejde jeres emner i vores værksted.

Vickers-metoden anvender en diamantpyramide med defineret testkraft og er velegnet til både bulk- og mikroområder, herunder hærdeedybdeprofiler, varmepåvirkede zoner i svejsninger (HAZ) samt tynde belægninger.

Rockwell-metoderne benytter enten diamantkonus eller kugleindenter med forbelastning og hovedbelastning, hvor hårdheden bestemmes ud fra den permanente indtrykningsdybde; dette giver hurtigt og reproducerbar prøvning i produktion på relevante HR-skalaer (HRC, HRB).

Brinell-metoden anvender hårdmetalkugle og relativt høje kræfter, hvilket giver store indtryk og dermed et repræsentativt middelmål for grove eller heterogene strukturer som nodulært støbejern. Ved at tilbyde alle tre metoder kan vi altid vælge den teknisk mest hensigtsmæssige løsning til jeres komponent, så resultaterne bliver direkte anvendelige i jeres design- og kvalitetsprocesser.



## Brinell

- Emnet belastes med 62,5 kgf eller 187,5 kgf i 10-15 sek. og det resulterende indtryk opmåles optisk
- Giver stort aftryk og dermed repræsentativ middelhårdhed på grove overflader samt heterogene materialer (duktilt jern m.m.)

## Vickers

- Mulige belastninger er 0,1 – 10 kgf (HV0.1 – HV10)
- Kræver typisk slebet/poleret overflade og tilstrækkelig prøvetykkelse i forhold til diagonallængden
- Velegnet til hårdhedsprofiler, overfladelag, svejsninger og små lokaliteter, hvor høj opløsning ønskes

## Rockwell

- Hårdhed bestemt af indtrængningsdybde
- HRB er velegnet for blødere metaller (blødt stål og kobber-, aluminium- og messinglegeringer) mens HRC egner sig til f.eks. hærdet stål og højstyrkelegeringer
- Hurtig og direkte metode – velegnet til automatiseret proces- og serieprøvning

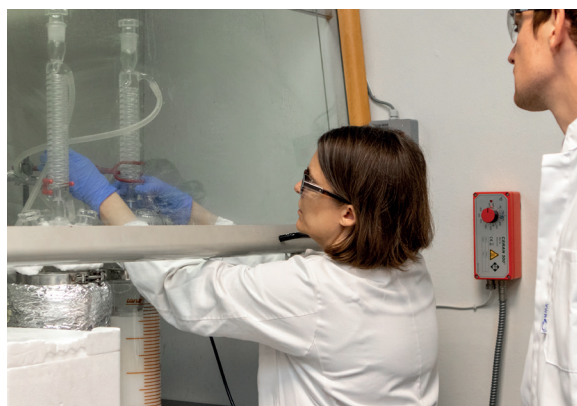
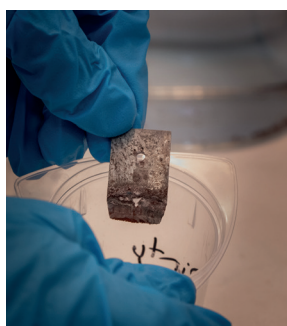
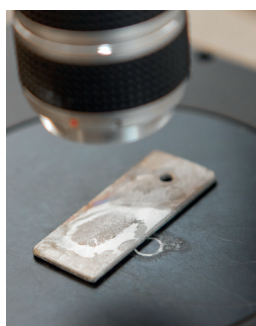
# Korrosionstest

Korrosionsbestandighed er afgørende for sikker drift inden for vanddistribution, byggeriet, spildevandshåndtering, maritim og offshore samt en række andre brancher.

I projekteringsfasen specificeres mange komponenters bestandighed imod atmosfærisk korrosion med udgangspunkt i korrosionsklasserne C1 - CX defineret i DS/EN ISO 9223. Der kan dog være markante usikkerheder forbundet med dette, hvilket afspejles i anlægsudgifterne og vedligeholdelsesplanlægning. Vi bidrager gerne til at nedbringe disse usikkerheder igennem felteksponeringstests eller evidensbaseret rådgivning.

Vi tilbyder akkrediterede tests som led i produktgodkendelser, hvilket sikrer kvaliteten af forskellige produkter og hjælper med at opnå adgang til kontrollerede markeder. Ydermere tilbyder vi tilpassede laboratorietests til krævende miljøer eller nye anvendelser af metalliske materialer. Ud over kvalitetskontrol kan testene bruges til forbedring af materialevalg, f.eks. ved sammenligning af forskellige legeringer for korrosionsbestandighed under en given miljøpåvirkning.

Med udgangspunkt i vores erfaring og litteraturopslag foretager vi også rådgivning eller sparring omkring korrosionsrisiko og materialevalg. Ligeledes kan vi bistå med laboratorieanalyser og inspektion hvis skaden er sket, og årsagen til fejlen skal findes.





# On-site mekanisk test

Kræver dit emne at blive testet under drift eller særlige omstændigheder, der er nemmere at replicere uden for laboratoriet, kan vi også være behjælpelige. Vi har stor erfaring med en bred portefølje af udstyr, der kan medbringes og bruges direkte i felten.

On-site test giver værdifuld indsigt i, hvordan et produkt performer under reelle drifts- og anvendelsesforhold. Vi kan gennemføre test på enkeltkomponenter, samlinger og større konstruktioner. I tæt dialog med jer definerer vi testgrundlaget, herunder hvilke egenskaber der skal måles eller verificeres, samt hvordan testen skal gennemføres i henhold til gældende krav og specifikationer. Er der behov for specialudstyr, kan vi enten fremskaffe dette eller designe og fremstille det selv, så I får en samlet totalløsning med faglig sparring gennem hele forløbet. En onsite-test strækker sig typisk over én til flere dage, hvor vi gennemfører målinger og indsamler data. Efterfølgende foretager vi databehandling og udvælger de resultater, der er mest relevante i forhold til jeres behov. Resultater og konklusioner samles i en rapport, som vi gennemgår på et opfølgingsmøde, hvor eventuelle tekniske spørgsmål afklares i fællesskab.

## Udstyr til on-site test:

Vi råder over en større udstyrspakke, der kan anvendes i felten, hvilket bl.a. inkluderer:

- Flytningsmålere
- Strain gauges
- Vejeceller i både træk og tryk
- Optisk måleudstyr til at måle både flytning, hastighed og acceleration
- Hydraulisk udstyr



# On-site metallurgisk inspektion

## Tilstandsvurdering:

Vi udfører on-site inspektioner af konstruktioner udsat for korrosion med fokus på kvantitativ tilstandsvurdering. Forløbet kan omfatte gods- og lagtykkelsesmålinger samt kemisk analyse af udtagne prøver ved hjælp af røntgenspektroskopi, f.eks. til identifikation af korrosionsprodukter og fremmedpartikler som led i en fejlårsagsanalyse.



## Lagtykkelsesmåling:

Vi udfører lagtykkelsesmåling på korrosionsbeskyttende belægninger (maling, galvanisering m.m.) på stålkonstruktioner. Med Elcometer 456 måler vi coatingtykkelse og verificerer den op mod krav i relevante standarder eller specifikationer, og for galvaniseret stål kan vi desuden estimere restlevetid af zinklaget.



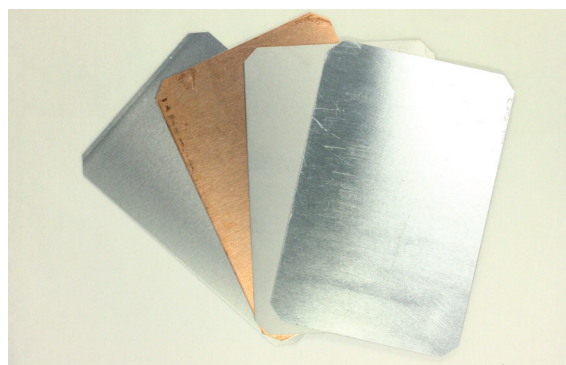
## Hårdhedsmåling:

Brandpåvirkning kan ændre metallets mikrostruktur og reducere bæreevnen i stålkonstruktioner. Med Proceq Equotip 550 udfører vi hårdhedsmålinger på f.eks. stålspær for at dokumentere eventuel varmepåvirkning og give grundlag for ingeniørfaglig vurdering af, om komponenter kan bevares eller skal udskiftes.



## Korrosionsklasse (ISO 9226):

Vi måler korrosionsklasse for specifikke lokationer iht. ISO 9226 som grundlag for materialevalg og korrosionsbeskyttelse. On-site eksponerer vi fire metal-kupontyper i ét år og bestemmer korrosionsklasse baseret på kuponernes massetab ved korrosion.

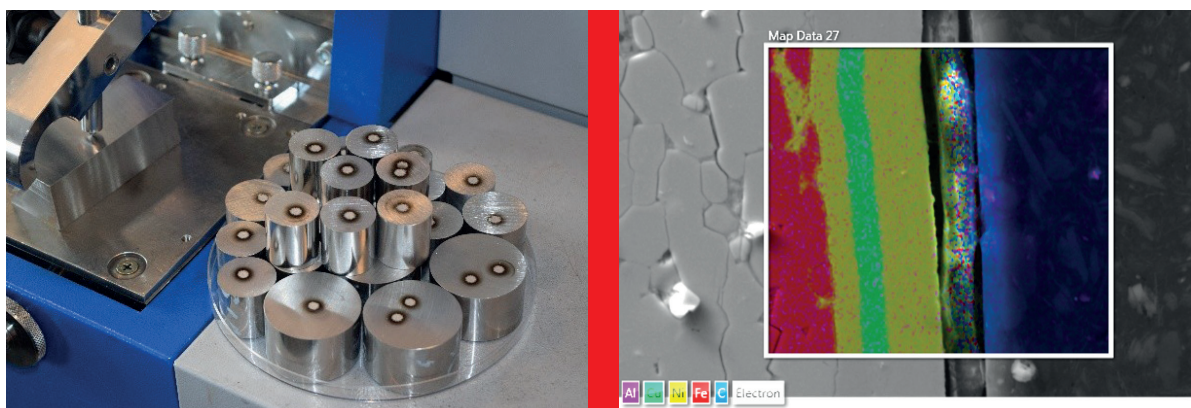


# Analyse af kemisk sammensætning

Teknologisk Institut tilbyder kemisk analyse af metalliske materialer baseret på røntgenspektroskopi (SEM-EDX) og optisk emissionsspektrometri (OES). Metoderne kan anvendes enkeltvis eller i kombination afhængigt af problemstilling samt krav til nøjagtighed og lokal opløsning – fra identifikation af ukendte legeringer og verifikation af materialecertifikater til detaljerede undersøgelser som led i fejlårsagsanalyser og korrosionsstudier.

SEM-EDX kombinerer højt opløselig elektronmikroskopi med røntgenspektroskopi og er velegnet til lokal eller punktvis kemisk karakterisering. Metoden muliggør kortlægning af elementfordelingen i mikrostrukturen, f.eks. udfældninger, inklusioner, belægninger og korrosionsprodukter; metoden kan dermed bl.a. belyse sammenhænge mellem mikrostruktur og skademekanismer.

OES anvendes typisk til kemisk analyse af hele komponenter eller prøvestykker og giver nøjagtig bestemmelse af legeringselementer i f.eks. stål- og kobberlegeringer; metoden anvendes dermed f.eks. ofte til udarbejdelse af overensstemmelseserklæringer.



## OES

- Emissionslinjer fra plasma genereret ved emneoverfladen korreleres via kalibreringskurver mod kendte referencematerialer
- Kan bestemme indholdet af legeringselementer ned til ~10 ppm
- Akkrediteret i bestemmelse af kemisk sammensætning for udvalgte stål- og rustfrit stållegeringer samt kobber og kobberlegeringer (se afsnittet **Standardiserede tests**)

## SEM-EDX

- Metoden udnytter, at energien af røntgenstråling emitteret fra et atom er karakteristisk for hvert grundstof
- Kan bestemme indholdet af 'tunge' grundstoffer med en nøjagtighed på ~0.1 vægt-%
- Med tryksat kammer (VP-SEM) kan kemisk sammensætning af ikke-ledende materialer bestemmes

# Partikelidentifikation

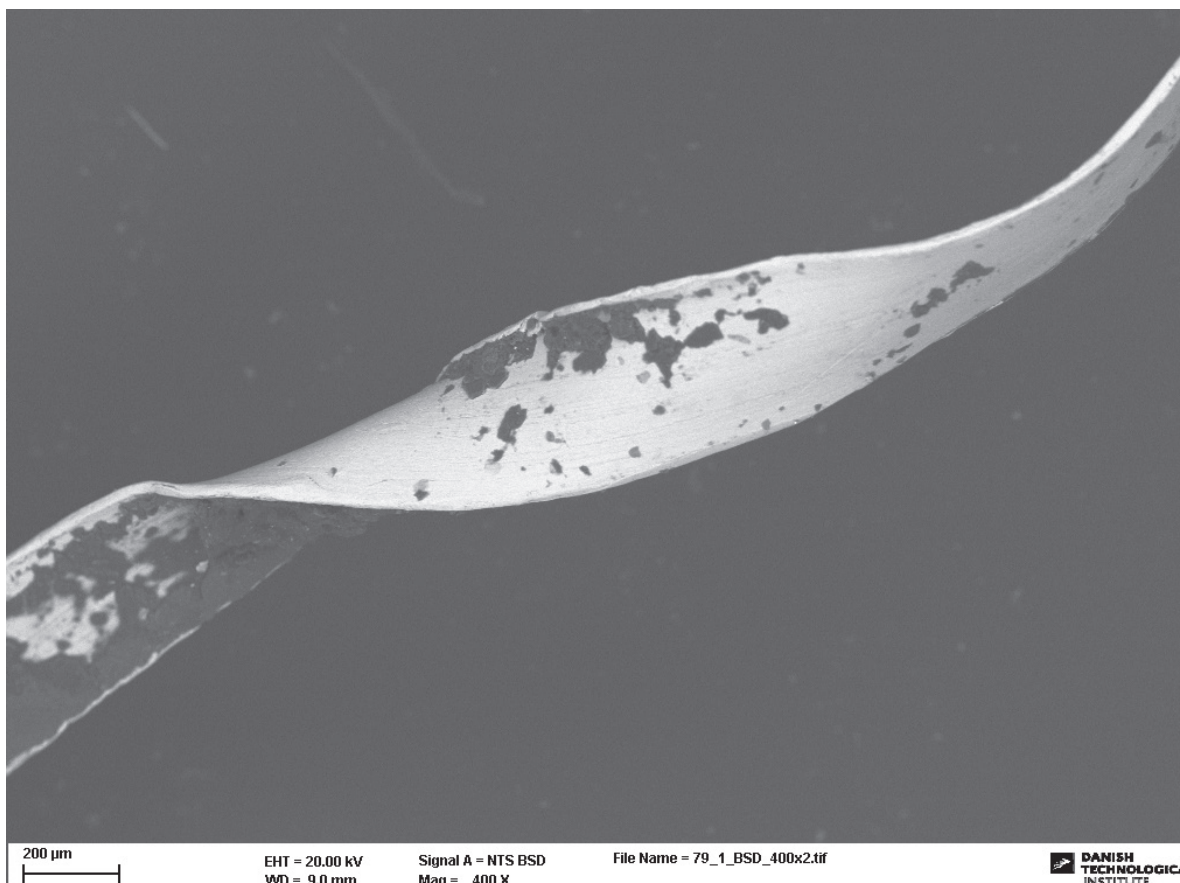
Forurening med partikler kan f.eks. forårsages af slid, service eller reparation af produktionsanlæg eller fejl i oprensningssystemer. Forureningen udgør typisk en risiko for driften og produktkvaliteten, som kun kan afhjælpes ved at finde og fjerne kilden til partiklerne.

Vi har bred erfaring med at karakterisere partiklers kemiske sammensætning, form og overfladespor. Derudover tilbyder vi rådgivning om legeringers typiske anvendelser i forskellige komponenter og om bearbejdningsprocesser, som kan forårsage specifikke partikelformer. Baseret på denne information kan mulige kilder til forureningen udpeges eller indsnævres, hvilket giver et ideelt udgangspunkt for udbedrende handlinger.

Analyserne kan anvendes på partikler ned til få mikrometers størrelse og af alle typer legeringer. Eventuel prøveforberedelse så som koncentrering, filtrering eller udfældning af prøver kan foretages hos Teknologisk Institut.

## Analysemetoder

- Bestemmelse af sammensætning og rumlig fordeling af grundstoffer med skanning elektronmikroskopi med røntgenspektroskopi (SEM-EDX)
- Optisk mikroskopi op til 2500x forstørrelse
- Skanning elektronmikroskopi (SEM) med detektion af sekundærelektroner (SE) eller spredte elektroner (BSD) op til 80.000x forstørrelse



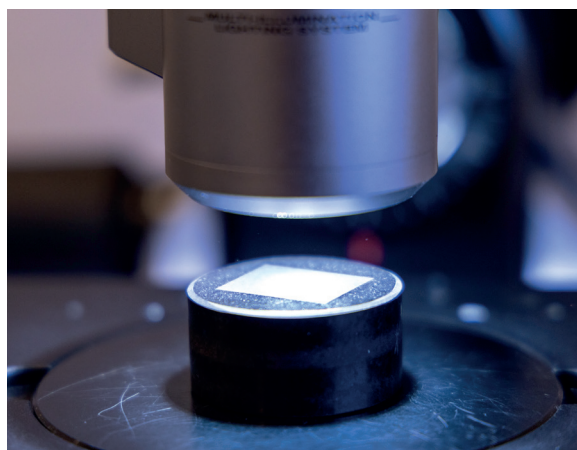
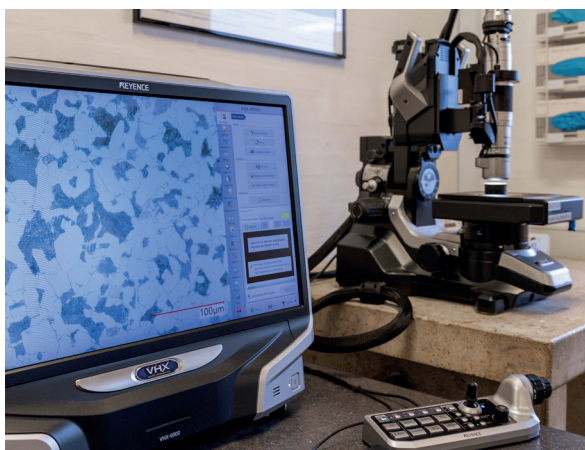
# Karakterisering af mikrostruktur

Teknologisk Institut tilbyder metallografisk karakterisering af metaller og legeringer baseret på lysoptisk mikroskopi og skanning elektronmikroskopi (SEM). Vi præparerer, sliber og polerer prøverne og anvender kontrolleret ætsning til bl.a. at fremhæve kornstruktur, fasefordeling, segregeringer og inklusioner.

Med SEM kan vi supplere de lysoptiske undersøgelser med højere lokal opløsning og detaljegrad af f.eks. partikler, defekter og brudflader.

Mikrostrukturkarakterisering kan være relevant til bl.a. kvalitetskontrol og verifikation af materiale-tilstand (varmebehandling, svejsestruktur, mikrostruktur, porøsitet i additivt fremstillede komponenter), herunder vurdering af kornstørrelse og -form samt eventuelle uønskede faser.

I forbindelse med brud- og fejlårsagsanalyser kan vi kombinere mikrostrukturundersøgelser og fraktografiske SEM-studier til at belyse sammenhængen mellem brudforløb, mikrostruktur, inklusioner/svejsedefekter og mulige skademekanismer. Resultaterne dokumenteres i en teknisk rapport med fokus på relationen mellem observeret mikrostruktur og de specificerede krav eller den konkrete skadeproblematik.

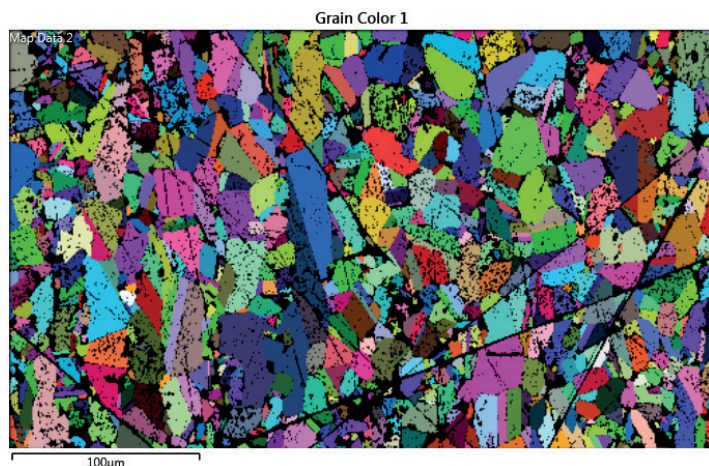
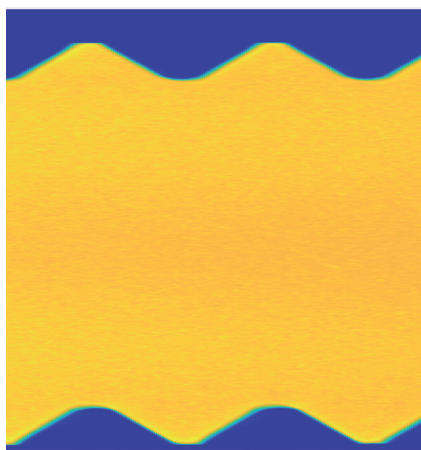


# Avanceret karakterisering

Vi råder over udstyr og know-how til en række avancerede analysemetoder, som kan bringe detaljeret information om materialer og komponenter.

Den tilgængelige information afhænger af komponent og materialesammensætning, og kan typisk omfatte mikrostruktur, kemisk analyse, restspændinger, lagtykkelser og rumlig fordeling af strukturer. Denne viden kan bidrage til en dyb forståelse for komponentens egenskaber og kan understøtte produktudvikling og kvalitetskontrol.

Teknologisk Institut bidrager gerne med konkrete målinger og ekspertviden, men har også mange års erfaring med at facilitere projekter på avancerede laboratorier med hjælp fra de førende eksperter inden for en række forskellige metoder. Kontakt os for at høre mere om mulighederne for avanceret karakterisering af netop dit produkt.



## **Electron backscatter diffraction (EBSD)**

Anvendes f.eks. til detaljeret kornstruktur og karakterisering af defekter

## **Radiografi**

Anvendes til identifikation af samlinger, revner, geometriske defekter, som ikke kan ses fra overfladen.

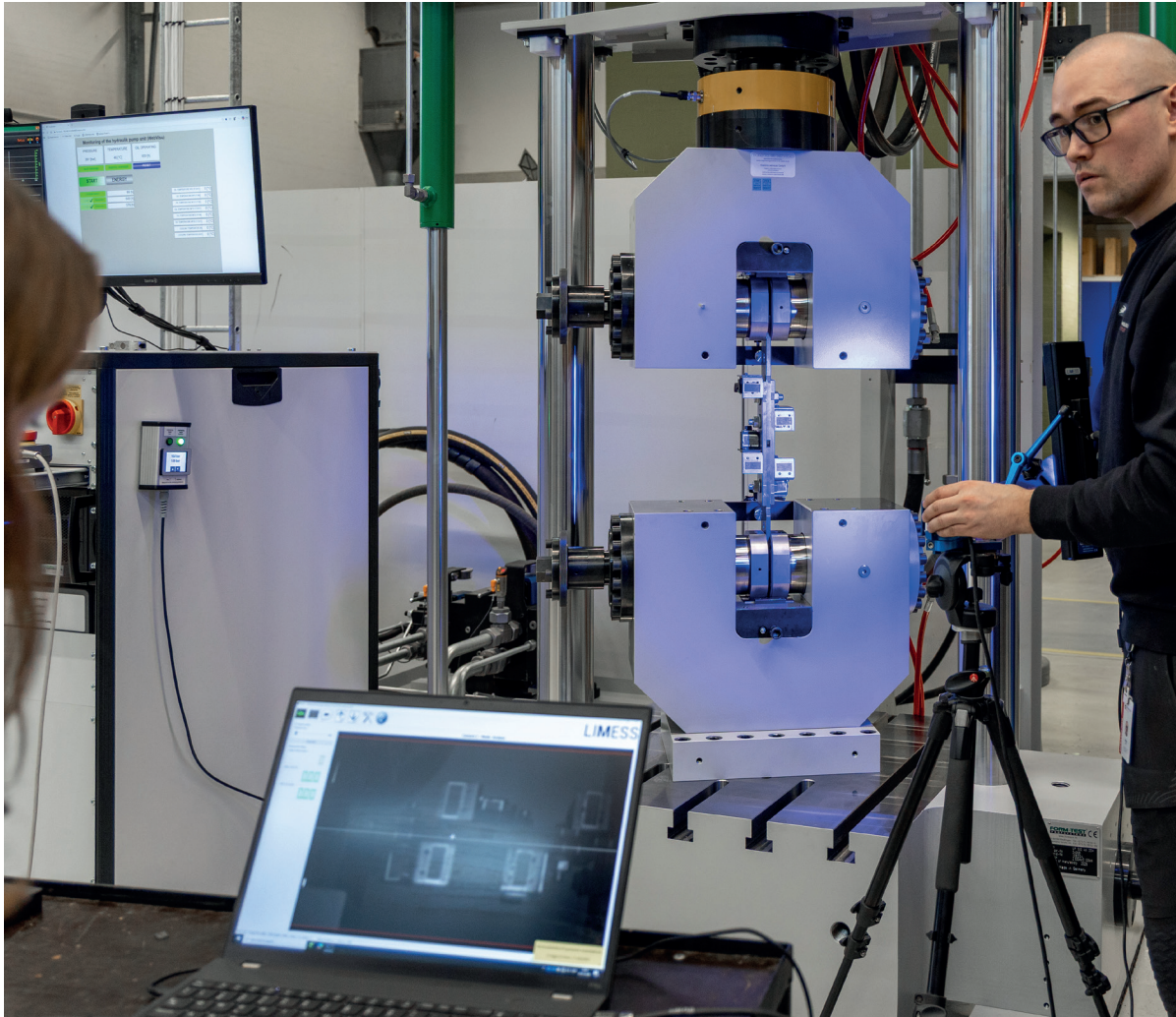
## **Restspændingsmålinger**

Giver forståelse for fremstillingsmetodens indflydelse på materialets indre spændinger, som påvirker emnets risiko for fejl og dermed reduceret levetid.

## **Røntgendiffraction**

Kan bruges til karakterisering af faser i materialet, som f.eks. påvirker korrosionsbestandighed og mekaniske egenskaber som følge af varmebehandling.





# Slip test iht. EN 1090-2, Annex G

Slip testen anvendes til bestemmelse af slipfaktor ( $\mu$ ) i forspændte friktionssamlinger. Testen dokumenterer den forskydningslast, hvor relativ bevægelse initieres mellem pladerne, og verificerer dermed om friktion kan betragtes som dimensionerende lastvej i konstruktionen.

Testen udføres på en laskesamling bestående af fire sammenboltede plader, der belastes i træk. Under testen registreres:

- Boltens forspænding (klemkraft)
- Relativ bevægelse mellem pladerne (typisk målt i flere punkter)
- Den påførte træklast

Slipfaktoren bestemmes på baggrund af den målte sliplast og den effektive bolt-forspænding.

### Metoden anvendes til:

- Bestemmelse af reel slipfaktor for konkrete overfladekombinationer, herunder sandblæste, malede eller metalliserede flader.
- Verifikation af montagepraksis og forspændingsniveau, herunder vurdering af variation i bolt-for-spænding.
- Kvantificering af slipinitiering (typisk ved 0,15 mm relativ bevægelse) samt dokumentation af samlingens forskydningsstivhed før slip.
- Statistisk fastlæggelse af karakteristisk slipfaktor i henhold til EN 1090-2.

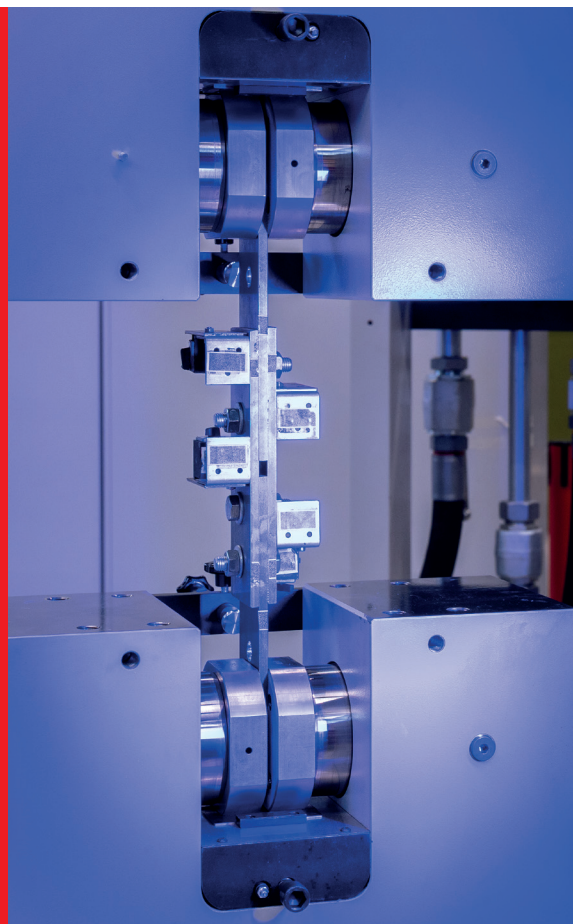
Testen kan udføres med mekanisk bearbejdede overflader, overfladebelægninger eller indsatte friktionsplader. Boltedimensioner op til M20 (og større afhængigt af opstilling) kan testes. DTI kan stå for forberedelse af testplader, montage, gennemførelse af test samt efterfølgende databehandling og vurdering.

Sliptesten anvendes typisk ved kvalificering af nye overfladebehandlinger, leverandørskift, procesændringer eller projektspecifik dokumentation, hvor nominelle tabelværdier ikke vurderes tilstrækkelige.

### En sliptest iht. EN1090-2, Annex G består af:

- 4 statiske test til 0,15mm flytning
- 1 krybetest ved 90% af den fundne sliplast i de 4 foregående test
- Eventuelt yderligere krybetest på baggrund af resultatet af den første krybetest

Testen foregår med konstant måling af kraft, flytningen samt boltefor-spænding, for at kunne dokumentere hele forløbet og sikre at kravene i Annex G er overholdt.





**Se fremad, fremad! Aflur den kommende tid de veje, den vil bane for udviklingen, og stil jer så dér, hvor I aner, at Instituttets hjælp bliver fornøden. Vent ikke, at nyt land nås ad gamle, banede veje. Ad ukendte stier og snarveje vil vejen ofte gå.**

- Gunnar Gregersen,  
Grundlægger af Teknologisk Institut

