

Werktuigbouwkundig onderzoek, adviezen,
keuringen en Geometrische meettechniek

**BvM/PmP Project:
SCHADE-ANALYSE EN
SCHADEPREVENTIE, Technieken
voor schade-onderzoek "in het veld"**

**Eindrapportage van Deelproject 3
"Evaluatie van resultaten in het
veld" en Deelproject 4 "Beslissen
wanneer en hoe het onderzoek in het
laboratorium moet worden voortgezet"**

Postbus 379
1000 AJ Amsterdam

Czaar Peterstraat 229
1018 PL Amsterdam
Holland

Telefoon: 020-556 35 55
Telegramadres FDO-Amsterdam
Telefax: 020-556 35 56

Copyright Stork FDO B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Stork FDO B.V.

Indien dit rapport in opdracht werd uitgebracht, wordt voor de rechten en verplichtingen van opdrachtgever en opdrachtnemer verwezen naar de "Algemene leveringsvoorwaarden van Stork FDO B.V.", zoals gedeponeerd bij de Kamer van Koophandel te Amsterdam d.d. 1 mei 1993 onder depôtnr. 1777, tenzij uitdrukkelijk anders met ons is overeengekomen.

SO 97-64 ⁶⁰⁰

EMBARGO tot 2 jaar na datering van dit rapport

Opdrachtgever : PMP
Postbus 541
7300 AM Apeldoorn

Ordernr. klant : -

Ordernr. FDO : TPMA 5300 / TMPA 5400

Rapportnummer : TSP 97-008

Auteur : Ir. W.H.M. Welman

Datum : 29 april 1997

Classificatie : n.v.t.

Distributie : Stuurgroep Fractografie "Technieken voor schade-onderzoek in het veld" 35x
Archief FDO 1x

INHOUD

	pagina
Inhoud	2
Samenvatting	4
1 Inleiding	5
2 Doelstelling	6
3 Werkwijze	6
4 Resultaten	7
4.1 Algemeen	7
4.2 Onderzoeksdoelstellingen en vereiste expertiseniveau	8
4.2.1 Onderzoeksdoelstellingen	8
4.2.2 Onderzoeksdoelstelling "Registratie"	8
4.2.3 Onderzoeksdoelstelling "Conditiebepaling"	8
4.2.4 Onderzoeksdoelstelling "Karakterisering type schade"	9
4.2.5 Onderzoeksdoelstelling "Bepaling oorzaak schade"	9
4.2.6 Onderzoeksdoelstelling "Arbitragezaak"	9
4.3 Samengevat overzicht van veldtechnieken als functie van de onderzoeksdoelstelling	9
4.3.1 Doelstelling "Registratie"	10
4.3.2 Doelstelling "Conditiebepaling"	11
4.3.3 Doelstelling "Karakterisering type schade"	14
4.3.4 Doelstelling "Bepaling oorzaak schade"	18
4.3.5 Doelstelling "Arbitragezaak"	22

	pagina
4.4 Criteria voor monstername en praktijkadviezen	24
4.4.1 Criteria voor monstername	24
4.4.2 Invloed van monstername op materiaaleigenschappen	30
4.4.3 Omvang monstername	30
4.4.4 Monsterdefinitie	31
4.4.5 Bemonsteringstechnieken	32
4.4.6 NDO-technieken en monstername	36
4.4.7 Herleidbaarheidsdocument	36
4.5 Risico-checklist	37
4.6 Stappenplan	37
4.7 Overzicht ontwikkelde gereedschappen	38

Bijlage 1: Herleidbaarheidsdocument monstername

Bijlage 2: Veiligheidsovereenkomst voor "Schade-onderzoek in het veld"

Bijlage 3: Stappenplan voor het uitvoeren van schade-onderzoek in het veld

SAMENVATTING

In het kader van het BvM/PmP project "SCHADE-ANALYSE EN SCHADEPREVENTIE", "Technieken voor schade-onderzoek in het veld" zijn de deelprojecten 3 en 4 uitgevoerd. De inhoud en uitvoering van beide deelprojecten hangen heel nauw met elkaar samen. Daarom is ervoor gekozen de eindrapportages van beide deelprojecten middels één document te presenteren.

Deelproject 3 is getiteld: "Evaluatie van resultaten in het veld". Bij dit deelproject zijn overzichten opgesteld die inzicht geven in de volgende items:

- stand-van-zaken t.a.v. technieken en uitvoeringsbeperkingen bij het uitvoeren van schade-onderzoeken in het veld;
- relaties tussen veldtechnieken, omgevingscondities en haalbare kwaliteitsniveaus;
- kwaliteitscriteria c.q. -eisen te stellen aan veldtechnieken als functie van de onderzoeksdoelstelling;
- criteria t.a.v. monstername.

Los hiervan zijn een vijftal onderzoeksdoelstellingen bepaald, waaronder de voorkomende onderzoeken dienen te worden geklasseerd.

Deelproject 4 is getiteld: "Beslissen wanneer en hoe het onderzoek in het laboratorium moet worden voortgezet". Gedurende dit project is aandacht besteed aan het volgende:

- het ontwikkelen van een zogenaamde beslisstructuur. Deze structuur geeft een schematische routing aan volgens welke een schade-onderzoek in het veld kan worden uitgevoerd;
- het optimaliseren van de risico-checklist, zoals deze is ontwikkeld in deelproject 2, op basis van de verworven inzichten;
- het opstellen van praktijkaanbevelingen voor monstername, waarbij de criteria voor monstername als uitgangspunt gelden.

Uiteindelijk is op basis van de resultaten van beide deelprojecten de "Algemene Richtlijn" opgesteld, die als toepassingsgebied heeft het uitvoeren van schade-onderzoek in het veld aan metallische materialen en kunststoffen. Als uitgangspunt is de beslisstructuur genomen. Deze is verder ontwikkeld m.b.v. de verworven inzichten en opgestelde overzichten, waarbij met name de opgestelde deelrapporten als "gereedschap" fungeren. Hierbij dient te worden vermeld dat de Algemene Richtlijn een procedure weergeeft volgens welke een schade-onderzoek in het veld op verantwoorde wijze kan worden uitgevoerd. Het uitvoerende bedrijf en/of de onderzoeker zelf blijft de beslissingsbevoegdheid houden t.a.v. de te volgen procedure en blijft zelf verantwoordelijk voor de wijze waarop het onderzoek wordt uitgevoerd. Tenslotte dient te worden opgemerkt dat de werkgroepen bij het opstellen van de overzichten niet de pretentie hebben gehad absoluut volledig te zijn. Het uitgangspunt is geweest om zo volledig mogelijke en werkbare overzichten te produceren.

1 INLEIDING

Wanneer een onderzoeker in het veld wordt geconfronteerd met een schade, dan zal na een eerste algemene beoordeling en het bespreken van de situatie en achtergronden met belanghebbenden moeten worden overgegaan tot actie. Bij het uitvoeren van een onderzoek ter plaatse worden beslissingen genomen ten aanzien van de toe te passen methoden en middelen. Deelprojecten 1 en 2 hebben hiervoor reeds een aanzet gegeven in de vorm van het opstellen van overzichten voor het reinigen, conserveren en (voor)bewerken van oppervlakken c.q. breukvlakken en het herkennen van schadebeelden. Verder zijn tijdens deelproject 2 reeds procedures voor registratie van de toestand na schade en het beoordelen van de veiligheid gegenereerd. Aan de opgestelde procedures en overzichten is voor alsnog geen waardeoordeel gehecht. Toch bestaat de behoefte om vast te kunnen stellen of de voorgestelde methode/het voorgestelde middel voldoende bruikbaar is om bij te dragen tot het eenduidig vaststellen van de schade-oorzaak. Om hier inzicht in te verkrijgen zijn de deelprojecten 3 en 4 gedefinieerd.

Deelproject 3 is gedefinieerd om de verschillende methoden en middelen te evalueren aan de hand van op te stellen kwaliteitscriteria. Hierbij wordt onder andere aangegeven met welke diepgang en met welke haalbare kwaliteit de veldonderzoeken kunnen worden uitgevoerd. Het haalbare kwaliteitsniveau wordt afgezet tegen het vereiste kwaliteitsniveau, op grond hiervan kan worden besloten over de toepasbaarheid van een bepaalde veldtechniek. Daar het vereiste kwaliteitsniveau afhankelijk is van de onderzoeksdoelstelling zal aan dit laatste aspect tevens aandacht worden besteed. Een aantal onderzoeksdoelstellingen met verschillende diepgang van onderzoek zal worden gedefinieerd. Op een zeker moment zal bij de uitvoering blijken dat onderzoek in het veld niet meer mogelijk of zinvol is. Het tijdstip waarop dit wordt geconstateerd hangt sterk af van het doel van het schade-onderzoek en de situatie ter plaatse. Dit kan bijvoorbeeld variëren tussen een directe beslissing dat veldonderzoek niet zinvol is, of een volledige uitvoering van het schade-onderzoek op lokatie. In veel gevallen zal dus op een gegeven moment worden besloten dat monsters moeten worden genomen om het onderzoek in het laboratorium voort te zetten. Het moment waarop deze beslissing wordt genomen vormt het aandachtsgebied van deelproject 4. In dit project wordt de genoemde beslissing bepaald door twee hoofdaspecten:

1. Om aan de gestelde kwaliteitscriteria te kunnen voldoen zijn onderzoeken nodig die ter plekke niet mogelijk zijn (bijvoorbeeld REM-onderzoek);
2. De kwaliteit van het onderzoek ter plekke voldoet niet, of kan niet meer voldoen aan de gestelde kwaliteitscriteria.

Hoofdaspect 1 is doorgaans vooraf bekend. Er kan van te voren in de aanpak, zoals die in een werkplan wordt vastgelegd, rekening mee worden gehouden. Hoofdaspect 2 kan ook achteraf van toepassing blijken, als bijvoorbeeld bij de evaluatie van de (eerste) resultaten blijkt dat de condities waaronder gewerkt moet worden ongunstiger waren dan werd verwacht.

Omdat de opgestelde criteria, zoals opgesteld in deelproject 3 en 4 alleen van betekenis zijn wanneer zij op het juiste moment worden gehanteerd, wordt als afsluiting van deze deelprojecten een Algemene Richtlijnen opgesteld. Deze Algemene Richtlijn betreft een procedure waarmee kan worden bepaald hoe een schade-onderzoek in het veld op verantwoorde wijze kan worden uitgevoerd. De richtlijn structureert het aanleggen van de opgestelde criteria. De Richtlijn wordt ontwikkeld op basis van de opgestelde overzichten, ervaringen binnen de Contactgroep Fractografie, ervaringen van buitenstaanders en literatuur, en wordt getoetst aan enkele praktijkgevallen. Door deze praktische evaluatie worden de grenzen verkend en op grond hiervan wordt de richtlijn bijgesteld. De belangrijkste resultaten van deelproject 3 en 4 worden beschreven in dit rapport. Voor gedetailleerde beschrijvingen van de totstandkoming van deze resultaten wordt verwezen naar de taakrapporten. Dit rapport bevat twee bijlagen.

2 DOELSTELLING

Deelproject 3 en 4 hebben de volgende doelstellingen:

- Opstellen van criteria voor het bepalen van de benodigde (vereiste), praktisch haalbare kwaliteit t.a.v veldonderzoekstechnieken, zoals bij:
 - * registratie schadebeeld incl. historische informatie;
 - * beoordelen van schadebeelden;
 - * conserveren c.q. reinigen en (voor)bewerken;
 - * uitvoeren van metingen (ferrietmetingen, hardheidsmetingen etc.);
 - * uitvoeren van microscopisch onderzoek;
 - * beoordelen van replica,s (structuur, breukvlak, slijtage);
- Criteria voor het beoordelen van de betrouwbaarheid van resultaten;
 - * reproduceerbaarheid;
 - * toegankelijkheid (beperkingen);
 - * nauwkeurigheid (bijv. oplossend vermogen);
 - * aanbevelingen voor omgaan met betrouwbaarheid;
- Opstellen van criteria voor het selecteren van posities voor monsternamen en opstellen van aanbevelingen t.a.v. monsternamen zelf:
 - * apparatuur;
 - * monsterkwaliteit;
 - * hulp van NDO technieken;
- Ontwikkelen van een beslissingsdiagram voor het gestructureerd uitvoeren van veldonderzoek;
- Opstellen van een "Algemene Richtlijn" volgens welke een veldonderzoek stap voor stap op verantwoorde wijze kan worden uitgevoerd en geëvalueerd.

De resultaten dienen te worden getoetst aan de hand van praktijkgevallen.

3 WERKWIJZE

Allereerst worden overzichten opgesteld die de huidige stand-van-zaken t.a.v. veldonderzoekstechnieken weergeven. Als bron hiervoor wordt de ervaring van werkgroepleden, kennis bij externe instituten en literatuur aangewend. Voor iedere techniek worden kenmerken opgesomd die betrekking hebben op het haalbare kwaliteitsniveau, beperkingen, betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Vervolgens wordt een vijftal onderzoeksdoelstellingen geformuleerd. De doelstellingen bepalen de diepgang van het uit te voeren onderzoek. Uitgaande van de opgestelde overzichten en onderzoeksdoelstellingen wordt voor iedere veldtechniek als functie van de onderzoeksdoelstelling het vereiste kwaliteitsniveau aangegeven.

Tevens wordt voor iedere onderzoeksdoelstelling het vereiste expertiseniveau van de onderzoeker(s) aangegeven, met andere woorden welke kennis en ervaring moet beschikbaar zijn om een schade-onderzoek met een bepaalde doelstelling te kunnen uitvoeren.

Vervolgens wordt een beslisstructuur voor het uitvoeren van een schade-onderzoek in het veld ontwikkeld in de vorm van een flowdiagram. In het flowdiagram komen relevante zaken aan de orde die van toepassing zijn bij het gestructureerd uitvoeren van een schade-onderzoek. Eén van deze zaken is het veilig werken op locatie. Om de veiligheid te toetsen is reeds in deelproject 2 een risico-checklist ontwikkeld. Deze wordt op grond van nieuwe inzichten geoptimaliseerd.

Op een bepaald moment zal worden besloten het veldonderzoek te staken, daar het of niet meer uitvoerbaar is danwel niet meer zinvol is. Op dit moment moet worden overgegaan tot monsternamen om het veldonderzoek in het laboratorium te kunnen voortzetten. Deze beslissing en de monsternamen zelf zijn cruciaal en vormen het eigenlijk "breekpunt" tussen veld- en laboratoriumonderzoek. Om deze beslissing verantwoord en op het juiste moment te kunnen nemen worden criteria opgesteld die behulpzaam zijn bij het nemen van deze beslissing en het selecteren van de te bemonsteren locaties. Tevens worden praktijkaanbevelingen opgesteld voor de monsternamen zelf. Deze aanbevelingen hebben betrekking op de toe te passen apparatuur en technieken, de bruikbaarheid en toepasbaarheid van NDO-technieken bij monsternamen, mogelijke fouten die kunnen worden gemaakt en de herkenning hiervan.

De opgestelde overzichten, flowdiagrammen en criteria worden getoetst op toepasbaarheid, juistheid en volledigheid aan de hand van meerdere in de praktijk en in het veld uit te voeren schade-onderzoeken. Op basis van de onderzoeksresultaten worden de overzichten, flowdiagrammen en criteria bijgesteld, aangevuld en aangepast. Op basis van deze herziene gegevens wordt de uiteindelijk de Algemene Richtlijn bepaald, die weergeeft op welke wijze een schade-onderzoek in het veld op verantwoorde wijze kan worden uitgevoerd en geëvalueerd. Wel dient te worden gezegd dat het uitvoerende bedrijf en/of de onderzoeker zelf de beslissingsbevoegdheid blijft houden t.a.v. de te volgen procedure, en verder zelf verantwoordelijk blijft voor de wijze waarop het onderzoek wordt uitgevoerd. Tenslotte dient te worden opgemerkt dat de werkgroepen bij het opstellen van de overzichten niet de pretentie hebben gehad absoluut volledig te zijn. Het uitgangspunt is geweest om zo volledig mogelijk, werkbare overzichten te produceren.

4 RESULTATEN

4.1 Algemeen

In dit hoofdstuk worden de resultaten van deelproject 3 en 4 kort gepresenteerd. Voor de verantwoording van de totstandkoming van deze resultaten wordt verwezen naar de betreffende taakrapporten. De belangrijkste resultaten die worden gepresenteerd zijn de volgende:

- Beschrijving doelstellingen en vereiste expertiseniveaus (zie SO 96-53);
- Een samengevat overzicht van toepasbare veldtechnieken en de vereiste kwaliteit als functie van de onderzoeksdoelstelling (zie SO 96-50, SO 96-53 en SO 96-60);
- ✓ - Criteria voor monsternamen en praktijkaanbevelingen (zie SO ~~96-54~~ en SO 96-56);
- Risico checklist (zie SO 96-44);
- Stappenplan voor het uitvoeren van schade-onderzoek in het veld (zie SO 96-60 Algemene Richtlijn);
- Een totaaloverzicht van gereedschappen c.q. hulpmiddelen voor het uitvoeren van schade-onderzoek in het veld, zoals deze zijn ontwikkeld gedurende de deelprojecten 1 t/m 4.

4.2 Onderzoeksdoelstellingen en vereiste expertiseniveau

4.2.1 *Onderzoeksdoelstellingen*

De gedefinieerde onderzoeksdoelstellingen zijn de volgende:

- Registratie;
- Conditiebepaling;
- Karakterisering type schade;
- Bepaling oorzaak schade;
- Arbitragezaak.

De vereiste expertiseniveaus zijn als volgt omschreven:

4.2.2 *Onderzoeksdoelstelling "Registratie"*

De situatie ter plaatse van een schade moet zo getrouw mogelijk worden beschreven. Hierbij is enig inzicht nodig in de beschadigde installatie/component. Ervaring op het gebied van fotografie is een pré. Specifieke expertise op het gebied van schade-onderzoek is niet vereist. Het onderzoek t.a.v. registratie kan worden uitgevoerd door een schade-onderzoeker maar bijvoorbeeld ook door een Hoofd Technische Dienst van de installatie.

4.2.3 *Onderzoeksdoelstelling "Conditiebepaling"*

Onderzoek moet reproduceerbaar en bij voorkeur volgens vast omschreven procedures worden uitgevoerd om een specifieke eigenschap van het materiaal c.q. de installatie te bepalen. Voor het uitvoeren van deze specifieke technieken is minimaal een middelbaar opleidingsniveau vereist. Het onderzoek hoeft niet zozeer door een schade-onderzoeker te worden uitgevoerd als wel door iemand die praktische ervaring heeft met de betreffende veldtechniek. De onderzoeker kan en mag specialist zijn op het gebied van één enkele techniek, resultaten van meerdere onderzoeken behoeven niet te kunnen worden gecombineerd. Bijvoorbeeld in het geval van een onderzoek dat uit meerdere technieken bestaat kunnen meerdere specialisten worden ingezet. De resultaten moeten zodanig gedocumenteerd zijn en via een goed overdraagbare procedure zijn verkregen, dat vergelijking met eventueel in de toekomst uit te voeren vervolgonderzoek mogelijk is en dat een trend kan worden bepaald.

4.2.4 *Onderzoeksdoelstelling "Karakterisering type schade"*

Materiaalkundige kennis en ervaring op het gebied van schade-analyse is noodzakelijk. Specifieke waarnemingen t.a.v. bijvoorbeeld macroscopisch onderzoek, microscopisch onderzoek en breukvlakonderzoek moeten gelijktijdig geïnterpreteerd kunnen worden, zodat eenduidig een conclusie kan worden getrokken t.a.v. het karakter van de schade. Hier moeten dus wel resultaten van meerdere, verschillende onderzoeken gecombineerd kunnen worden, waardoor het vereiste expertiseniveau hoger ligt dan bij de vorige doelstellingen. De betrouwbaarheid van het onderzoek dient zodanig te zijn dat het type schade eenduidig te karakteriseren is.

4.2.5 *Onderzoeksdoelstelling "Bepaling oorzaak schade"*

Evenals bij de vorige doelstelling dient materiaalkundige kennis en ervaring op het gebied van schade-analyse beschikbaar te zijn. Daarnaast moet het ook mogelijk zijn om relevante (afwijkingen van) bedrijfsomstandigheden te constateren en deze te relateren aan het karakter van de schade. Ditzelfde geldt ook voor constructie-technische aspecten. Op basis hiervan moet een oorzaak m.b.t. de onderzochte schade kunnen worden bepaald. Naast het kunnen combineren van resultaten van meerdere onderzoeken moet ook een beeld kunnen worden gevormd van de ontwerpvoorwaarden en de bedrijfsvoering van de installatie, waarmee het vereiste expertise-niveau hoger ligt dan bij de vorige doelstellingen. Bij het onderzoek in het kader van deze doelstelling worden hogere eisen aan de betrouwbaarheid van het onderzoek gesteld dan bij de vorige doelstelling. Op basis van de conclusie waardoor de schade ontstaan is worden namelijk maatregelen getroffen om bijvoorbeeld schade in de toekomst te voorkomen. Er moet dus wel een grote mate van zekerheid bestaan dat de resultaten goed zijn geïnterpreteerd en dat eventueel door de onderzoeker geadviseerde maatregelen juist zijn.

4.2.6 Onderzoeksdoelstelling "Arbitragezaak"

Hier worden de zwaarste eisen gesteld. De oorzaak van een schade moet zonder ruimte voor discussie kunnen worden bepaald. Relaties tussen schade, bedrijfsomstandigheden en ontwerp moeten kunnen worden gelegd. Tevens dienen onderzoeksresultaten te worden afgezet tegen relevante codes en materiaalspecificaties. Daarnaast moet rekening worden gehouden met de historie van de beschadigde installatie/component. Zijn in het verleden "vreemde" dingen gebeurd die de schade mogelijk hebben geïnitieerd? Op basis van dit gehele onderzoek moet uiteindelijk een conclusie kunnen worden getrokken die de basis is voor de eventuele schuldvraag. De betrouwbaarheid van onderzoek in het kader van deze doelstelling is het hoogst. Op basis van de onderzoeksresultaten worden namelijk niet allen maatregelen getroffen om schade in de toekomst te voorkomen, hier wordt nog een stap verder gegaan doordat de veroorzaker van de schade met vrijwel absolute zekerheid moet kunnen worden bepaald.

4.3 Samengevat overzicht van veldtechnieken als functie van de onderzoeksdoelstelling

In deze paragraaf wordt voor iedere onderzoeksdoelstelling een samengevat overzicht van veldtechnieken weergegeven. Tevens wordt weergegeven welke eisen worden gesteld aan het te behalen resultaat. Verder zijn enkele aanbevelingen genoemd die betrekking hebben op de uitvoering. Dit overzicht wordt ook in de Algemene Richtlijn (SO 96-60) genoemd onder de naam "Checklist onderzoekstechnieken". De rapporten SO 96-53 en SO 96-56 beschrijven in meer detail de totstandkoming van dit overzicht.

4.3.1 Doelstelling "Registratie"

VASTLEGGEN SCHADEBEELD, doelstelling "Registratie"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen m.b.t. uitvoering
	Visueel	beschrijven van de situatie ter plaatse	rapport SO 95-17, goede registratie is bindend, rapport SO 95-25
	Macro fotografie	ondersteuning visuele waarneming	gebruik eenvoudig te bedienen apparatuur, rapport SO 96-25

METINGEN VAN GEOMETRIE, doelstelling "Registratie"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen
	Diameter/deformaties	vaststellen c.q. kwantificeren schade	let op referentiepunten, bijv. fundaties, muren, frames

4.3.2 Doelstelling "Conditiebepaling"

VASTLEGGEN SCHADEBEEELD, doelstelling "Conditiebepaling"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen
	Visueel	beschrijven situatie ter plaatse	rapport SO 96-17, goede registratie is bindend , rapport SO 96-25
	Endoscopie	vastleggen inwendige toestand c.q. schade	gebruik PVC-pijp, opnames onder verschillende belichtingscondities
	Macro fotografie	ondersteuning visuele waarneming	gebruik eenvoudig te bedienen apparatuur, rapport SO 96-25
	Micro fotografie	afh. van de probleemstelling	trillingsvrije opstelling
	replica/ plakband	posities onderzoek vastleggen	zorg voor goede hechting van de replica/plakband

METINGEN VAN GEOMETRIE, doelstelling "Conditiebepaling"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen
	Diameter/ deformaties	vaststellen c.q. kwantificeren schade	let op referentiepunten, bijv. fundaties, frames, muren
	Deformaties: Mechanisch dynamisch;	afh. vraagstelling	vooraf nadenken oven referenties, herhaalbaarheid, inwendige spanningen
	Ruwheid	afh. vraagstelling	vooraf duidelijkheid over parameters en interpretatiewijze
	Uitlijning	afh. vraagstelling	keuze referentiepunten
	Trillings- metingen Condition monitoring	afh. vraagstelling	naar welk fenomeen wordt gezocht, samplefrequenties, referentiespectra

NIET-DESTRUCTIEF ONDERZOEK, doelstelling "Conditiebepaling"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen
	Ultrasoon onderzoek	positiebepaling en afschatting grootte inwendige materiaaldefecten	bij twijfel tasters met andere frequentie toepassen
	Radiografisch onderzoek	controle aanwezigheid van defecten	wat is oplossend vermogen, let op afzetten omgeving
	Penetrant onderzoek	lokalisieren oppervlakedefecten	op ruwe oppervlakken geen fluorescerende penetrant, bij twijfel bevestiging zoeken m.b.v. andere techniek

NIET-DESTRUCTIEF ONDERZOEK, doelstelling "Conditiebepaling"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen
	Magnetisch onderzoek	lokaliseren oppervlakte-defecten, of tot 1-2 mm onder oppervlak	op ruwe oppervlakken geen fluorescerende vloeistof
	Wervelstroom	lokaliseren (quasi-) oppervlakte-defecten	zorg voor goede referenties, bij voorkeur van hetzelfde materiaal
	Potentiaal drop	nauwkeurigheid afh. van vraagstelling	zorg voor goede referenties, bij voorkeur van hetzelfde materiaal
	TOFD	bepalen scheurdiepte	niet toepasbaar zonder uitvoeringsprocedure
	Lekdetectie	bepalen lek-dichtheid van een systeem	kalibratie, bereikbaarheid
	Hechtingsfouten	opsporen hechtingsfouten	gefocusseerde tasters bij US, criteria
	Röntgen spanningsmetingen	bepalen inwendig spanningsniveau	opsporen spanningsconcentraties in combinatie met magnetische spanningsmetingen
	Magnetische spanningsmetingen	opsporen spanningsconcentraties	opgespoorde spanningsconcentraties kwantificeren m.b.v. röntgen spanningsmetingen
	Laseroptische spanningsmeetmethodes	spanningen berekenen d.m.v. gemeten vervormingen	Let goed op waar tegen de meetapparaten wordt afgesteund. Miniaturcamera op het te onderzoeken element voorkeur
	Spanningsmetingen	spanningen berekenen d.m.v. gemeten vervormingen	E-modulus?
	Akoestische emissie	lokaliseren actieve defecten	Beoordeel installatie + omgeving: bijgeluiden (bijv. regen-druppels)
	IR-Thermography	opsporen warmtelekken c.q. bepalen temperatuur	denk aan verschuiving door lekkage, vuil

REPLICA'S, doelstelling "Conditiebepaling"			
Selectie	Veldtechniek	Vereiste kwaliteit/Verwachte resultaat	Aanbevelingen
	Structuur	bepaling microstructuur en evt. schade	verschillende etsingen bij twijfel of voor verificatie monsters nemen, zie rapport SO 96-28 en SO 96-33