

Martin de Jonker (VABOR / SGS INTRON)

The cover of the document 'CUR-Aanbeveling 117:2015'. It features a white background with a small photograph of a concrete structure on the left side. The title 'CUR-Aanbeveling 117:2015' is printed in a large, bold, black sans-serif font. Below the title, the text 'Inspectie en advies kunstwerken' is printed in a smaller, black sans-serif font.

CUR-Aanbeveling 117:2015

Inspectie en advies kunstwerken

The cover of the document 'Handboek Inspectie Beton'. It features a white background with a photograph of a concrete structure on the left side. The title 'Handboek Inspectie Beton' is printed in a large, bold, black sans-serif font. Below the title, there is a red horizontal band containing the text 'Conform CUR-Aanbeveling 117' in white sans-serif font.

Handboek Inspectie Beton

Conform CUR-Aanbeveling 117

CUR-Aanbeveling 117:2015

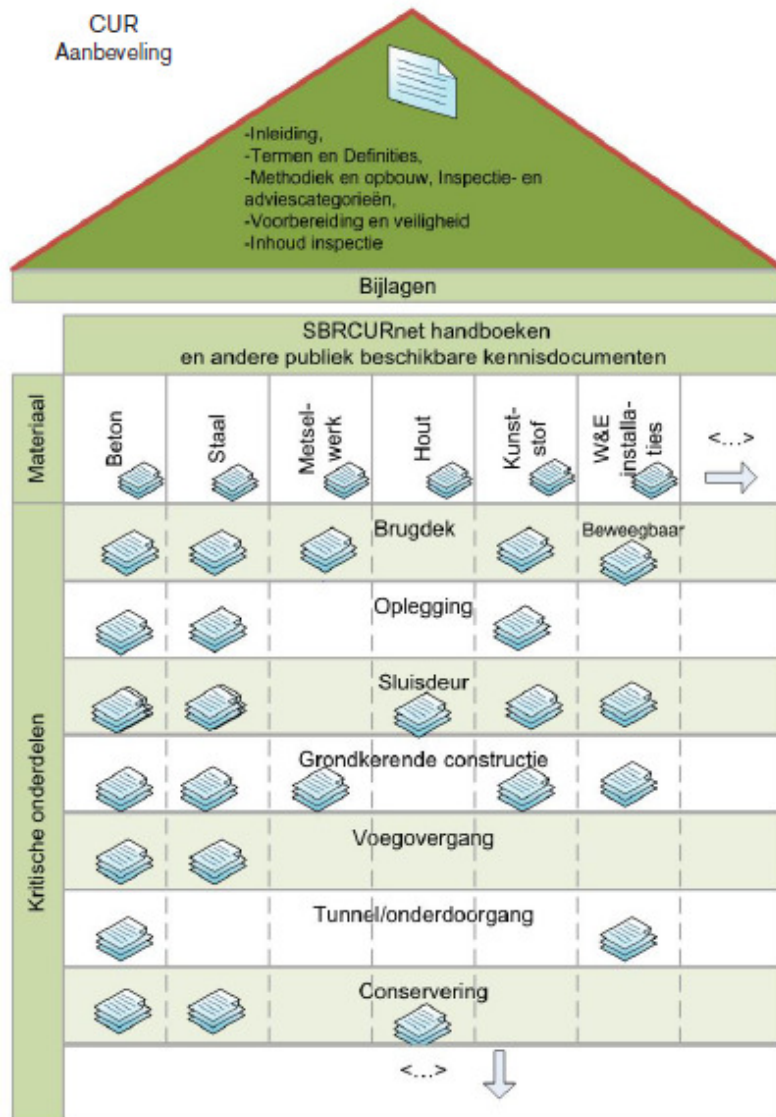
Inspectie en advies kunstwerken

Voor instandhouding civiel-technische constructies incl. mechanisch-elektro-technische installaties en besturing

- CUR-Leidraad “Inspectie van bestaande betonconstructies” (1985)
 - CUR-Aanbeveling 72:2011 “Inspectie en onderzoek van betonconstructies” (Vertrekpunt en ... vervalt voor kunstwerken)
 - NEN 2767:2006 “Conditiemeting van bouw- en installatiedelen”
- ↓
- CUR-Aanbeveling 117:
 - Procedures, regels en eisen aan de diepgang van werkzaamheden
 - Advies onderhoudsmaatregelen en uitvoeren veiligheidsbeoordeling van constructies met schade
 - Uitwerking in Handboeken

- **Onderwerp:** Inspectie, advies en (nader) onderzoek in het kader van beheer van civieltechnische constructies en hun technische installaties
- **Doelstelling:**
 - Bewustwording van beheer en onderhoud.
 - Duidelijkheid in rollen en verantwoordelijkheden van opdrachtgever en opdrachtnemer
 - Efficiënt omgaan met mens en middelen.
 - Borgen van de kwaliteit en veiligheid van assets (kunstwerken) en het voldoen aan wet- en regelgeving.
 - Borgen van de kwaliteit en diepgang van inspecties, nadere onderzoeken en rapportages door het geven en definiëren van onderzoek categorieën.
 - Zorg dragen voor een veilige manier van inspecteren en adviseren.
- **Wet- en regelgeving:**
 - BW 6:174: Risicoaansprakelijkheid (“Bezitter” [OG] aansprakelijk voor “gevaar”).
 - BW 6:162: Schuldaansprakelijkheid (“Dader” [ON] aansprakelijk voor schuld bij onrechtmatige daad).

Methodiek / opbouw CUR-Aanbeveling:



- Aanbeveling en Handboeken onlosmakelijk geheel.
- Modulaire opbouw voor maatwerk.
- Diverse categorieën van inspectie, onderzoek en advies en hun toepassing.
- Handboeken: aandachtspunten en resultaat van inspecties en onderzoeken uit de verschillende klassen.
- Bestaande inspectievormen en nadere onderzoeken ingedeeld in een viertal hoofdcategorieën.

■ Inspectie- en adviescategorieën:

- A. Activiteiten die iets vertellen over de gebruiksveiligheid.
- B. Activiteiten die iets vertellen over de huidige toestand.
- C. Activiteiten die iets vertellen over de toekomstige toestand.
- D. Activiteiten die invulling geven aan een bijzondere informatiebehoefte.

Gebruiksveiligheid	Huidige Toestand	Toekomstige toestand	Bijzondere Informatiebehoefte
A1 - Schouw	B1 - Inventarisatie B2 - Toestandsinspectie B3 - Contractuele vooropname B4 - Contractuele eindopname B5 - Hersteladvies	C1 - Risicoanalyse C2 - Meerjarenonderhouds- planning en budgettering C3 - Constructieve beschouwing C4 - Analyse restlevensduur	D1 - Onderzoek materiaal- eigenschappen D2 - Verifiërende financiële onderbouwing D3 - Verificatieberekening D4 - Monitoring

■ Uitvraag activiteiten:

- Onderzoeksgebied (de scopegrenzen) eenduidig omschrijven (opdrachtgever)!
- Categorieën, vakgebied, inspectieafstand, mate van reiniging vooraf aan inspectie, niveau van risicobeoordeling, of er advies gegeven dient te worden.
- Wijze van decompositie, asbestvrijverklaring, wijze van rapporteren, gewenst overleg met opdrachtgever, door opdrachtnemer aan te leveren uitvoerings- en kwaliteitsplannen.

■ Beschrijving van activiteiten: B2 – Toestandsinspectie (voorbeeld)

Doel

Inzicht in de huidige staat van de constructie.

Beschrijving

Visuele inspectie om de huidige functionele toestand van de constructie vast te leggen.

Te leveren producten door opdrachtnemer

Rapportage met daarin:

- Constructienummer en naam.
- Inspectiemoment (datum / tijd).
- Inspecteur (naam).
- Beschrijving van de constructie.
- De functionele toestand van alle zichtbare onderdelen, per onderdeel.
- De gebreken vermelden met omvang, aantal en locatie, oorzaak en hun gevolgen voor het functioneren.
- Fotoregistratie van alle constatering, met informatie van locatie, tijdstip en datum opname.
- Inspectietekening met Ingetekende gebreken (facultatief, afhankelijk van complexiteit van object).

Benodigde informatie vooraf door opdrachtgever

- Noodzakelijk bij aanvraag:
 - Naam en nummer(s) van de constructie(s).
 - Overzichtsfoto's en locaties.
 - Beschrijving van de gewenste wijze van registreren van gebreken. Bijvoorbeeld 'aangevuld met Conditie meting conform NEN 2767-4'.
- Gewenst voor start werkzaamheden:
 - Intakegesprek met aandacht voor scope, bereikbaarheid, veiligheid en omgevingsfactoren, (beheer)verantwoordelijkheden).
 - Mate van reiniging.
 - Object specifieke inspectietekening per object.

Kenmerken uitvoering

- Inspectie van alle op of boven de waterlijn, boven het maaiveld gelegen onderdelen en/of onderdelen die bereikbaar zijn in kelders e.d..
- Visuele inspectie, aangevuld met bijvoorbeeld 'luisterend afkloppen', prikken en voelen.
- Toepassing van beperkte bereikbaarheidsvoorzieningen: ladder, waadpak, boot.
- Waar mogelijk onder handbereik met toepassing van beschreven bereikbaarheidsvoorzieningen.
- Inspectie vanachter de geleiderail. Indien de rijbaan moet worden betreden dient dit vooraf bij de uitvraag gemeld te worden.
- Géén risicoanalyse opstellen. (Risicobeoordeling wordt impliciet meegenomen en komt tot uiting op het moment van het constateren van gebreken en tekortkomingen).
- Bij gebleken constructieve consequenties vanuit geconstateerde gebreken, dient een constructeur geraadpleegd te worden.

Inzet mensen

- Ten minste 1 ervaren hoofdinspecteur van de juiste discipline (civieltechnisch, mechanisch of elektrotechnisch).
- Aantoonbaar werk- en denkniveau: (hoofdinspecteur): HBO of MBO met relevante ervaring.
- Gewenst: Inspectie en beheer kunstwerken, niveau 2 (Betonvereniging).
- Ervaringsniveau (hoofdinspecteur): Minimaal 3 jaar (HBO) tot 5 jaar (MBO).
- Aantal personen in het kader van veilig werken conform paragraaf 4.4.

Frequentie van uitvoering

- Afhankelijk van aard van constructies: 1x per 1 - 6 jaar.

Te combineren met

- *B1 - Inventarisatie* (bijvoorbeeld voor documentcontrole ter plaatse)
- *C1 - Risicoanalyse*
- *C2 - Meerjarenonderhoudsplanung en budgetraming*
- *C4 - Analyse restlevensduur*

Mogelijke vervolgstappen

- *D4 - Monitoring*, (bijvoorbeeld deformatiemetingen)
- *C4 - Analyse restlevensduur*
- *D1 - Onderzoek materiaaleigenschappen*, (bijvoorbeeld ASR-onderzoek volgens CUR-Aanbeveling 102), Indien B2 Toestandsinspectie voldoende informatie heeft opgeleverd kan het zijn dat de uitvoering van D1 geen meerwaarde heeft om tot advisering te komen.

Voorbeelden

- NEN 2767-4: 2011 Conditiemeting Infrastructuur.
- NEN 3140: 2011 Bedrijfsvoering van elektrische installaties – Laagspanning.
- NEN 6787:2003 Het ontwerpen van beweegbare bruggen-Veiligheid.

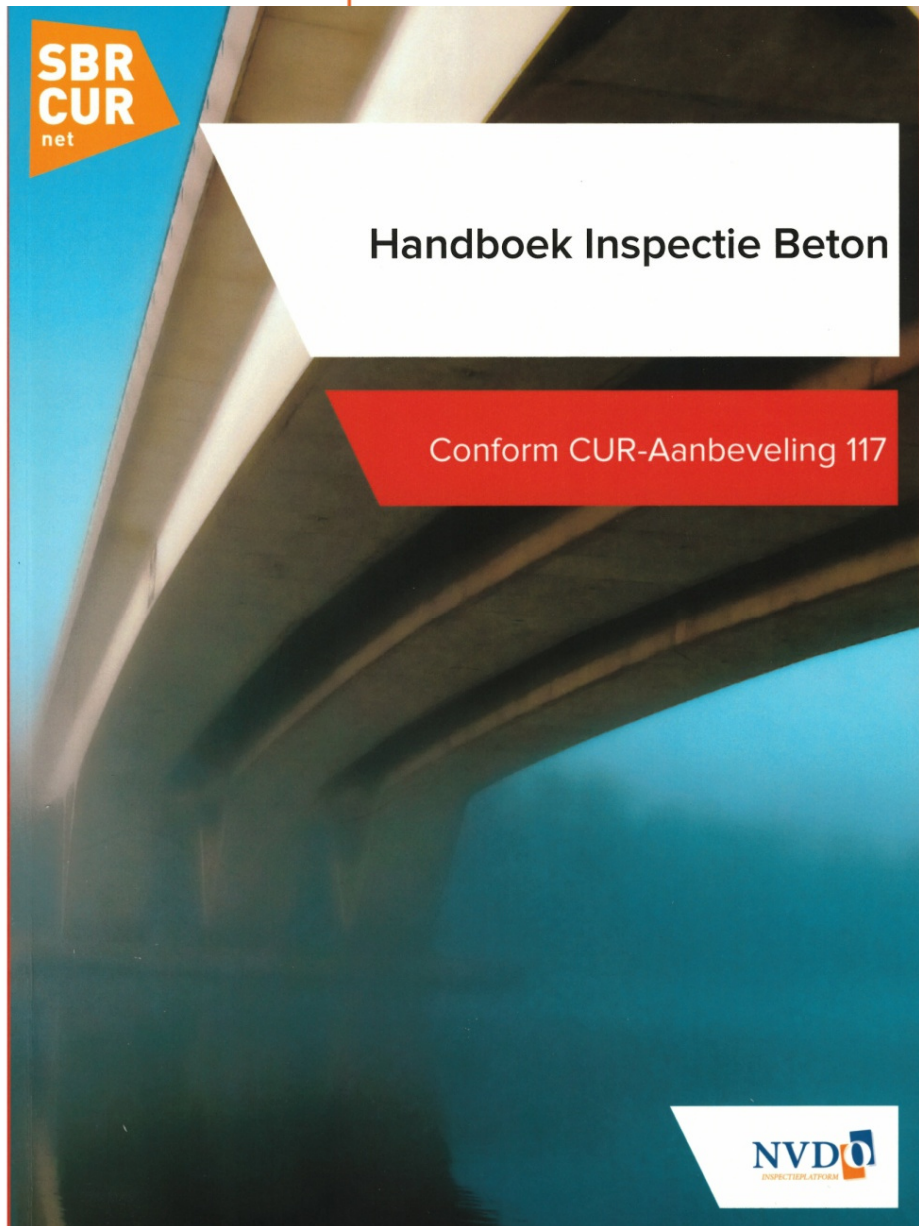
Indien één van genoemde voorbeelden uitgevoerd moet worden, dient dit expliciet vermeld te worden in de uitvraag.

■ Voorbereiding en veiligheid:

- Opdrachtnemer bereidt uitvoering voor en zorgt voor afstemming met de opdrachtgever.
- ON stuurt aan op duidelijkheid over de wijze van uitvoering inspectie, zoals
waarnemingsafstand, bereikbaarheid, verwijderen obstakels, veiligheidsmaatregelen, etc.
- Borgen van kennis- en/of ervaringsniveau van bijv. duiker of klimmend inspecteur.
- Plan van aanpak uitbreiden tot een onderzoeksplan, na intakegesprek met OG.
- OG en ON inventariseren veiligheidsrisico's en bijbehorende beheersmaatregelen.
- Risico-Inventarisatie en Evaluatie (RIE) → Veiligheids- en gezondheidsplan (V&G).
- Op locatie door een VCA-VOL gecertificeerde inspecteur wordt LMRA uitgevoerd!

"Er wordt veilig geïnspecteerd of er wordt niet geïnspecteerd."

*Dit is de verantwoordelijkheid voor alle partijen,
voor opdrachtgever en opdrachtnemer.*



■ Materiaal en kritieke onderdelen:

- Staal.
- Beton.
- Hout.
- Metselwerk
- Opleggingen en voegovergangen
- Kunststof
- Risicogestuurd inspecteren
- Inspectie met drones
- Monitoringstechnieken met sensoren en chips

■ Handboeken bevatten verdere uitwerking van enkele inspectiecategorieën:

Verbinding met SBRCURnet-handboeken en andere kennisdocumenten	Geen verbinding met SBRCURnet- handboeken en andere kennisdocumenten
B1 - Inventarisatie B2 - Toestandsinspectie B3 - Contractuele vooropname C4 - Analyse restlevensduur D1 - Onderzoek materiaaleigenschappen	A1 - Schouw B4 - Contractuele eindopname B5 - Hersteladvies C1 - Risicoanalyse C2 - Meerjarenonderhoudsplanning en budgetraming C3 - Constructieve beschouwing D2 - Verfijnde financiële onderbouwing D3 - Verificatieberekening D4 - Monitoring

■ 3. Materiaalbeschrijving

- Beton.
- Oppervlaktebescherming.

■ 4. Generieke schademechanismen (1)

Indeling conform NEN-EN 1504		Paragraaf in handboek
Beton		
Mechanische aantasting	Slijtage	Wordt niet behandeld, niet relevant
	Vermoeiing	Wordt niet behandeld, niet relevant
	Impact (aanrijding)	Niet als afzonderlijk mechanisme behandeld
	Overbelasting	Scheuren door (over)belasting (§ 4.2.8)
	Beweging (zetting)	Bij specifieke onderdelen
	Explosie	Wordt niet behandeld, niet relevant
	Vibraties	Wordt niet behandeld, niet relevant
Chemische aantasting	ASR	Alkali-Silica Reactie (§ 4.4.1)
	Agressieve chemicaliën	Chemische aantasting (§ 4.3.2)
	Bacteriële / biologische inwerking	Wordt niet behandeld, niet relevant
Fysische aantasting	Vries/dooizout-aantasting	Vorst en vorst-dooizout aantasting (§ 4.3.1)
	Thermische beweging	Scheuren (§ 4.2)
	Zoutkristalexpansie	Wordt niet behandeld, niet relevant
	Krimp	Scheuren (§ 4.2)
	Erosie	Wordt niet behandeld, niet relevant
	Slijtage	Wordt niet behandeld, niet relevant
	Wapeningscorrosie	
Carbonatatie	-	Carbonatatie-geïnitieerde corrosie (§ 4.1.1)
Chloride	Ingemengd	Chloride-geïnitieerde corrosie (§ 4.1.2)
	Ingedrongen	Chloride-geïnitieerde corrosie (§ 4.1.2)
Zwerfstromen	-	Wordt niet behandeld. Dit is een specifiek schademechanisme bij kunstwerken nabij het spoor

■ 4. Generieke schademechanismen (2)

- Schade door corrosie van de wapening.
- Scheuren.
- Oppervlakte-aantasting.
- Interne aantasting.
- Onvolkomenheden betonoppervlak.
- Schademechanismen aan de conservering.

Per schademechanisme:

- Diagnose + Prognose
of
- Oorzaak + Gevolg



■ 5. Meet- en onderzoeksmethoden

- In-situ onderzoeken (scheurwijdte, dekking, carbonatatie, indicatieve betondruksterkte).
- Nemen boorkernen.
- Laboratoriumonderzoek (chloride, druk- en splijtsterkte, PFM, wapening, etc.).
- Speciale onderzoekstechnieken (radar, impact echo, ultrasoon, thermografie, halfcel, etc.).
- Meet- en onderzoeksmethoden aan conservering

■ 6. Specifieke constructie-onderdelen

- Rijvloeren, ter plaatse gestort.
- Rijvloeren, plaatveld.
- Rijvloer, balkrooster.
- Rijvloer, kokerligger.
- Rijvloer, samengestelde rijvloer (staal/beton).
- Rijvloer, betonnen rijvloer op stalen draagconstructie.
- Rijvloeren, prefab liggers.
- Tandopleggingen.
- Schampkanten en –stroken.
- Landhoofden.
- Tussensteunpunten.
- Oplegblokken.
- Ter plaatse gestorte (keer)wanden.
- Prefab (keer)wanden.
- (Funderings)palen.

Per constructieonderdeel vermelding van
meest voorkomende schademechanismen
en

Oorzaak + Gevolgen



■ Bijlage 1: Gebruikte afkortingen

- ASR Alkali-Silica Reactie
- HSB Hogesterktebeton
- h.o.h. Hart-op-hart
- UHSB Ultra hogesterktebeton
- ZVB Zelfverdichtend beton

■ Bijlage 2: Overzicht meetmethoden

Onderwerp	Fout	Meettechniek
Beton, carbonatatie	Corrosie van de wapening	Dekkingsmetingen Carbonatatie dieptebepalingen
Beton, chloride-indringing	Corrosie van de wapening	Dekkingsmetingen Chloridebepalingen
Beton, druksterkte	Onvoldoende druksterkte	Druksterktebepaling
Beton, treksterkte	Onvoldoende treksterkte	Splijttreksterktebepaling
Beton, Alkali Silica Reactie	Desintegratie, afname draagkracht	PFM-onderzoek
Conservering	Onvoldoende hechting	Trekproef
Conservering	Onvoldoende hechting	Ruitjesproef of kruissnedeproef
Conservering	Te veel/ te weinig dikte	Diktemetingen

■ Bijlage 3: Verwijzingstabel CUR-Aanbeveling 117

Hoofdstuk / paragraaf in Inspectie-Handboek Beton	A1 Schouw	B2 - Toestandsinspectie	B3 - Contractuele vooropname
4 Generieke schadebeelden			
4.1 Schade door corrosie van de wapening	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, afmeting (m²) met schade door corrosie wapening (globale schatting). - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade). <p>ALLEEN indien vermoedelijk van invloed op gebruiksveiligheid.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, afmeting (m²) en aantal locaties met schade én % oppervlak beton met schade door corrosie wapening. - Opmeten indien bereikbaar, voor overigen: gerichte schatting. - Bereikbaar oppervlak steekproefsgewijs afkloppen. - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade + detail). - Vastleggen op inspectieschets indien vooraf expliciet overeengekomen. - Aantekenen geconstateerde gebreken op het betonoppervlak alleen indien dit vooraf expliciet overeengekomen is. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, afmeting (m²) met schade en aantal locaties met schade én % oppervlak beton met schade door corrosie wapening (inmeting). - Bereikbaar oppervlak steekproefsgewijs afkloppen. - Rondom visueel waameembare schadeplekken 100% afkloppen (OOK indien moeilijk bereikbaar). - Onderscheid tussen chloride geïnitieerde schade en carbonatatie geïnitieerde schade maken. - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade + detail met maataanduiding). - Vastleggen op inspectieschets. - Aantekenen geconstateerde gebreken op het betonoppervlak alleen indien dit vooraf expliciet overeengekomen is.
4.1.1 Carbonatatie-geïnitieerde corrosie	Geen onderscheid van 'algemene schade door corrosie van de wapening', zie 4.1.	Geen onderscheid van 'algemene schade door corrosie van de wapening', zie 4.1.	Geen onderscheid van 'algemene schade door corrosie van de wapening', zie 4.1.
4.1.2 Chloride-geïnitieerde corrosie	Geen onderscheid van 'algemene schade door corrosie van de wapening', zie 4.1.	Geen onderscheid van 'algemene schade door corrosie van de wapening', zie 4.1.	Geen onderscheid van 'algemene schade door corrosie van de wapening', zie 4.1.
4.2 Scheuren	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, aantal + lengte (globale schatting). - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade). <p>ALLEEN indien vermoedelijk van invloed op gebruiksveiligheid.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, aantal + lengte. - Opmeten indien bereikbaar, voor overigen: gerichte schatting. - Vastleggen scheurkarakteristieken conform paragraaf 4.2. - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade + detail MET maataanduiding). - Vastlegging op inspectieschets indien vooraf expliciet overeengekomen. - Aantekenen geconstateerde scheuren op het betonoppervlak alleen indien dit vooraf expliciet overeengekomen is. 	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, aantal + lengte. - Alle scheuren opmeten (OOK indien moeilijk bereikbaar). - Vastleggen scheurkarakteristieken conform handboek 4.2. - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade + detail MET maataanduiding). - Vastleggen op inspectieschets. - Aantekenen geconstateerde scheuren op het betonoppervlak alleen indien dit vooraf expliciet overeengekomen is.

D1 - Onderzoek materiaaleigenschappen			
Vaststellen schade-oorzaak	Vaststellen toekomstige schade / restlevensduur	Input herberekening	D4 - Monitoring Monitoring scheurontwikkeling
Zie onderliggende schadebeelden	Idem. <---	Idem. <---	N.v.t.
<ul style="list-style-type: none"> - Nemen boorkernen (handboek: 5.2). - Meten betondekking (handboek: 5.1.2). - Meten carbonatatie diepte (handboek: 5.1.3). - Voor hoeveelheden zie tabel: 5. 	Idem. <---	Idem. <---	N.v.t.
<ul style="list-style-type: none"> - Nemen boorkernen (handboek: 5.2). - Meten betondekking (handboek: 5.1.2). - Meten carbonatatie diepte (handboek: 5.1.2). - Meten chloridegehalte (handboek: 5.3.4). - Voor hoeveelheden zie tabel: 5. 	Idem. <---	Idem. <---	N.v.t.
Zie B3, aangevuld met: <ul style="list-style-type: none"> - Nemen boorkernen op scheuren (handboek: 5.2). - Boorkernen diameter 50 mm. - Vastleggen omgevings- en constructietemperatuur, weersomstandigheden tijdstip van meting. - Aantal kernen en diepte: vooraf overeen te komen. De oorzaak van scheuren kan in bepaalde gevallen ook worden vastgesteld met NDO-technieken zoals ultrasoon of Impact Echo. Indien deze gebruikt worden, aard en omvang van onderzoek vooraf overeen te komen.	Idem. <---	Idem. <---	<ul style="list-style-type: none"> - Visueel, aantal + lengte. - Alle scheuren opmeten. - Vastleggen scheurkarakteristieken conform handboek 4.2. - Vastleggen omgevings- en constructietemperatuur, weersomstandigheden, tijdstip van meting. - Vastleggen op foto (onderdeel algemeen + overzicht schade + detail MET maataanduiding). - Vastleggen op inspectieschets. - Bij eerste opname: duidelijke en duurzame codering bij ieder meetpunt aanbrengen.

Hoofdstuk / paragraaf in Inspectie-Handboek Beton	A1 Schouw	B2 - Toestandsinspectie	B3 - Contractuele vooropname
→ 5 Meet- en onderzoeksmethoden			overgenomen is.
5.1 In-situ onderzoeken			
5.1.1 Scheurwijdtemeting	N.v.t.	<ul style="list-style-type: none"> - Alle eenvoudig bereikbare scheuren: breedte steekproefsgewijs (30%) meten met scheurwijdtekaartje of scheurenloop. - Bij scheuren met een breedte-verloop: op minimaal drie (3) locaties meten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle eenvoudig bereikbare scheuren: breedte steekproefsgewijs (30%) meten met scheurwijdtekaartje of scheurenloop. - Bij scheuren met een breedte-verloop: op minimaal drie (3) locaties meten. - Alleen bij schadeplekken steekproefsgewijs bepalen wat de plaatselijke betondekking is. - Minimaal: 6 locaties per soortgelijke schade.
5.1.2 Dekkingsmetingen	N.v.t.	N.v.t.	

D1 - Onderzoek materiaaleigenschappen		D4 - Monitoring
Vaststellen schade-oorzaak	Vaststellen toekomstige schade / restlevensduur	Monitoring scheurontwikkeling
<ul style="list-style-type: none"> - Alle scheuren (OOK moeilijk bereikbaar): breedte meten met scheurbreedtekaartje of scheurenloop. - Bij scheuren met een breedte-verloop: op minimaal drie (3) locaties meten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle scheuren (OOK moeilijk bereikbaar): breedte meten met scheurbreedtekaartje of scheurenloop. - Bij scheuren met een breedte-verloop: op minimaal drie (3) locaties meten. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle scheuren (OOK moeilijk bereikbaar): breedte meten met scheurbreedtekaartje of scheurenloop. - Bij scheuren met een breedte-verloop: op minimaal drie (3) locaties meten.
<ul style="list-style-type: none"> - Bij minimaal zes gelijksoortige schadeplekken één meetvlak. - Per meetvlak: min. 6 metingen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Op iedere relevante zijde van ieder onderdeel, een representatief aantal meetvlakken, minimaal zes. - Per meetvlak: min. 6 metingen. 	<ul style="list-style-type: none"> - N.v.t.
<p>De rapportage dient minimaal het volgende te omvatten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de locatie van de meetplaatsen en of de metingen ter plaatse van schadeplekken zijn uitgevoerd; - de bij de dekkingsmetingen ingestelde kenmiddellijn en of deze in het werk is geverifieerd; - de richting van de betreffende wapeningsstaven; - de individuele meetresultaten per meetplaats. 	<p>De rapportage dient minimaal het volgende te omvatten:</p> <ul style="list-style-type: none"> - de locatie van de meetplaatsen en of de metingen ter plaatse van schadeplekken zijn uitgevoerd; - de bij de dekkingsmetingen ingestelde kenmiddellijn en of deze in het werk is geverifieerd; - de richting van de betreffende wapeningsstaven; - de individuele meetresultaten per meetplaats; - het aantal uitgevoerde metingen, de gemiddelde waarde en de standaardafwijking. 	<ul style="list-style-type: none"> - Uitvoering en vastlegging projectafhankelijk. Gebaseerd op advies Betononderhoudkundige en constructeur.

