



PCD 4-2:2017 | December 2017

Reservoirs en andere constructies voor drink- water(bereiding)

Deel 2: Beton

Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding)

Deel 2: Beton

KWR | PCD 4-2:2017 | December 2017

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

Ing. M.A. Meerkerk

Jaar van publicatie
2017

Meer informatie

Martin Meerkerk
T (030) 60 69 591
E Martin.Meerkerk@kwrwater.nl

KWR
Postbus 1072
3430 BB Nieuwegein

T 030 60 69 511
F 030 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl



PCD 4-2:2017 | December 2017 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Praktijkcode Drinkwater

Status

De Nederlandse drinkwaterbedrijven maken in de dagelijkse bedrijfsvoering gebruik van richtlijnen met als doel het (hoge) kwaliteitsniveau van de bedrijfsvoering te handhaven en waar mogelijk verder te verbeteren, en/of de efficiëntie van de bedrijfsvoering te verhogen en bij te dragen aan het verder uniformeren van de werkwijzen binnen de drinkwatersector. Deze richtlijnen hebben doorgaans het karakter van een 'aanbeveling van een te volgen gedrag of handelwijze' en niet van een 'bindend voorschrift'¹. Het gaat om privaatrechtelijke richtlijnen voor de ondersteuning in de dagelijkse praktijk van de bedrijfsvoering ('best practices') in het gehele traject van bron tot tap. De richtlijnen (soms ook aangeduid als 'leidraad') worden sinds 2008 opgesteld en hebben in 2015 de aanduiding 'Praktijkcode Drinkwater' (PCD) gekregen.

Verantwoording

Praktijkcodes worden opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Dit Platform heeft het beheer van praktijkcodes gedelegeerd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes, die de 'eigenaarsrol' vervult. Ook in die groep participeert in beginsel één vertegenwoordiger per bedrijf. De voorzittersrol wordt vervuld door een van deze vertegenwoordigers, terwijl KWR Watercycle Research Institute dat doet ten aanzien van de rol van secretaris.

Totstandkoming en kwaliteitsborging

Een specifieke praktijkcode of een revisie daarvan (zie onder) komt met inhoudelijke bijdragen van deskundigen van drinkwaterbedrijven en onderzoekers van KWR Watercycle Research Institute interactief tot stand onder begeleiding van een projectgroep bestaande uit deskundigen van de drinkwaterbedrijven en/of -laboratoria. De leden van die projectgroep worden aangezocht vanwege hun specifieke kennis en/of vaardigheden die noodzakelijk is/zijn voor het betreffende onderwerp. Het voorzitterschap wordt in beginsel waargenomen door een vertegenwoordiger van de drinkwaterbedrijven; KWR Watercycle Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes. Soms maken drinkwaterbedrijven gebruik van de mogelijkheid om zich als agendalid van een projectgroep te laten registreren.

Na vaststelling van een praktijkcode door de begeleidende projectgroep wordt die ter formele vaststelling voorgelegd aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes.

Openbaarheid

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op 'Watnet', het KWR-intranet voor de drinkwaterbedrijven.

Periodieke actualisatie

Bestaande praktijkcodes worden periodiek geëvalueerd. In beginsel is er sprake van een 'vijfjaarsrevisie': primair wordt de vraag gesteld en bediscussieerd of actualisatie gewenst dan wel noodzakelijk is en als dat het geval blijkt te zijn, wordt die volgens een afgesproken procedure projectmatig geactualiseerd. De vorige editie van een praktijkcode is daarbij

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit 'Van Dale'.

uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding)

Deel 2: Beton

Editie

Tot en met 2016 waren er totaal drie documenten voor de privaatrechtelijke regelgeving op het gebied van reservoirs en andere constructies voor (de bereiding van) drinkwater:

- De 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterconstructies' [9] door certificatie-instelling Kiwa Nederland;
- De 'Richtlijn voor het technisch beheer van betonnen drinkwaterconstructies' [10] door certificatie-instelling Kiwa Nederland;
- De praktijkcode 'Reservoirs voor drinkwater; *Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer*' [11] door onderzoeksinstituut KWR Watercycle Research Institute.

Initiatieven vanuit de drinkwatersector hebben in het najaar van 2016 geleid tot een project in het kader van het jaarlijkse programma praktijkcodes, waarbij deze drie documenten zijn geïntegreerd. In het kader van die integratie is de praktijkcode uit 2016 [11] gesplitst in een algemeen deel (PCD 4-1 [5]) en twee materiaalspecifieke delen: een voor beton (deze praktijkcode) en een voor andere materialen (PCD 4-3 [6] voor staal, roestvaststaal (RVS) en kunststof). Met uitzondering van het onderdeel 'publiekrechtelijke regelgeving' (zie § 3.1) zijn bij die 'slag' geen inhoudelijke, maar uitsluitend redactionele wijzigingen doorgevoerd. Qua vorm is dit document daarmee de eerste editie van deze praktijkcode.

Status

Deze praktijkcode kan worden gebruikt bij het opstellen van een programma van eisen. In het geval van bestekvoorwaarden kan eraan worden gerefereerd.

Begrippen

De in deze praktijkcode gehanteerde begrippen met hun bijbehorende omschrijving zijn opgenomen in bijlage I van de PCD 4-1 [5]. Daarbij wordt in sommige gevallen geciteerd uit de vigerende wet- en regelgeving.

Scope

De PCD 4-serie richt zich vooral op reservoirs, maar ook op andere constructies van beton voor drinkwater of het daarvoor bestemde water, bijvoorbeeld filters die worden gebruikt bij de drinkwaterbereiding². Bij die constructies is er sprake van direct contact tussen drinkwater of het daarvoor bestemde water en beton. Ook constructies van andere materialen voor drinkwatertoepassingen kunnen betonnen onderdelen bevatten, maar dan is er geen sprake van direct contact tussen (drink)water en beton.

Samenstelling projectgroep

De samenstelling van de projectgroep die de totstandkoming van deze praktijkcode heeft

² Het behoeft waarschijnlijk geen betoog dat drijvende constructies geen onderdeel vormen van deze praktijkcode.

begeleid, is hieronder weergegeven. De deelnemers zijn per bedrijf in alfabetische volgorde vermeld.

(Drinkwater)bedrijf of -laboratorium	Vertegenwoordiger(s)
Brabant Water	Rob Luising;
Dunea	-
Evides	Patrick de Braber;
Kiwa Nederland	Ronald Meijnhardt;
KWR Watercycle Research Institute	Martin Meerkerk (secretaris);
Pidpa	Bart Wils;
PWN	Koos Schoenmaker;
Vitens	Geo Bakker (voorzitter) Jesper Wielinga
Waterbedrijf Groningen	Tom van Schaick;
Waternet	Robert van der Kleij;
WMD Water	-
WML	Paul Beckers.

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 14 december 2017.

Beheer van de praktijkcode

Commentaar of opmerkingen betreffende de opzet en/of de inhoud van deze praktijkcode kunnen per e-mail worden verzonden aan KWR Watercycle Research Institute:

Martin.Meerkerk@kwrwater.nl. Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Inhoud

1	Inleiding	8
1.1	Introductie	8
1.2	Toepassingsgebied	8
1.3	Leeswijzer	8
2	Programma van eisen voor het ontwerp	10
2.1	Introductie	10
2.2	Hygiënisch ontwerpen, aanvullende betonspecifieke eisen	10
2.3	Bouwkundige eisen	10
3	Realisatie van constructies	13
3.1	Publiekrechtelijke regelgeving ten behoeve van constructies uit in situ beton	13
3.2	Privaatrechtelijke regelgeving (technische uitgangspunten) voor beton	13
3.3	Berekening van de constructie	15
3.4	Uitvoering van de constructies	16
3.5	Ingebruikneming nieuwe constructies	19
4	Operationele aspecten	21
4.1	Algemeen	21
4.2	Uit bedrijf nemen	21
4.3	Inspectie, reservoir buiten bedrijf	21
5	Technisch beheer	22
5.1	Introductie	22
5.2	Algemeen	22
5.3	Vorbereidingen op inspectie en schadeonderzoek	23
5.4	Inspectie en schadeonderzoek	24
5.5	Onderhoud	25
5.6	Maatregelen ter preventie van schade	25
5.7	Reparatie	26
5.8	Reparatiemethoden	26
5.9	Kwaliteitscontrole van reparaties	27
5.10	Vastleggen van gegevens	27
6	Literatuur	28
	Bijlage I Bij deze praktijkcode betrokken normen	30
	Bijlage II Bij deze praktijkcode betrokken Kiwa- beoordelings- en -uitvoeringsrichtlijnen inclusief hyperlinks naar op basis daarvan gecertificeerde bedrijven	36

Bijlage III Bij deze praktijkcode betrokken CUR-Aanbevelingen en -rapporten	37
Bijlage IV Filterbodemplaten	38
Bijlage V Inhoudsopgave van een inspectierapport (voorbeeld constructies)	42
Bijlage VI Beschrijving schadebeelden	45
Algemeen	45
Schadebeelden	45

1 Inleiding

1.1 Introductie

In het voorwoord van deze praktijkcode is aangegeven dat de PCD 4-serie uit drie delen bestaat: een algemeen deel (onafhankelijk van het materiaal waarmee (drink)water in contact komt) en twee materiaalspecifieke delen. Dit deel van de praktijkcode heeft betrekking op betonnen constructies voor drinkwater. Een en ander impliceert dat deze praktijkcode moet worden gebruikt naast de PCD 4-1 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); Deel 1: Algemeen' [5].

1.2 Toepassingsgebied

Deze praktijkcode heeft betrekking op het ontwerp, de realisatie, de bedrijfsvoering, het onderhoud en beheer (met inbegrip van reparatie) van alle typen constructies van beton voor de productie en de opslag van drinkwater (onder atmosferische druk).

Vanuit het oogpunt van beheer heeft het de voorkeur betonnen constructies zonder beschermende laag te realiseren, maar soms is bescherming van het beton noodzakelijk in verband met aantasting als gevolg van de drinkwaterkwaliteit (pH-waarde). Een dergelijke bescherming is mogelijk door middel van een coating³ of kunststof beplating. In verband met de toelaatbaarheid van het materiaal wordt verwezen naar het onderdeel kunststoffen van de PCD 4-3 [6] in het geval een dergelijke bescherming wordt toegepast. Het gaat in deze praktijkcode om de situatie waarbij er sprake is van direct contact tussen beton en drinkwater of het daarvoor bestemde water.

1.3 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 van deze praktijkcode gaat in op het programma van functionele eisen ten behoeve van het ontwerp van constructies. Vervolgens wordt in hoofdstuk 3 ingegaan op de realisatie van die constructies inclusief de ingebruikneming ervan. 'Operationele aspecten' is de titel van hoofdstuk 4. Het technisch beheer van betonnen constructies voor drinkwater is ten slotte in hoofdstuk 5 beschreven.

(Inter)nationale normen, beoordelingsrichtlijnen van certificatie-instelling Kiwa Nederland en 'CUR-uitgaven' (aanbevelingen en rapporten)⁴ waaraan in deze praktijkcode wordt gerefereerd, zijn niet opgenomen in het overzicht literatuurreferenties in hoofdstuk 6. Normen, beoordelingsrichtlijnen en CUR-uitgaven zijn opgenomen in bijlagen (respectievelijk in de bijlagen I, II en III). Daarbij wordt opgemerkt dat in bijlage II per beoordelingsrichtlijn een hyperlink is toegevoegd naar een (actueel) overzicht met onderliggende certificaten. Het betreft een hyperlink naar de website van certificatie-instelling Kiwa Nederland.

'Constructie', algemeen en specifiek

In deze praktijkcode is standaard het begrip 'constructie' gehanteerd, maar in het geval het

³ Bij leidingen wordt onderscheid gemaakt tussen het materiaal voor de bescherming van het uitwendige en het inwendige oppervlak [21]: het materiaal voor uitwendige bescherming wordt aangeduid als 'coating', terwijl het materiaal voor de bescherming van het inwendige oppervlak als 'liner', wordt aangeduid. In het geval van onderdelen voor de bereiding en opslag van drinkwater wordt uitsluitend het begrip 'coating' gehanteerd.

⁴ CUR is een kennisnetwerk voor de civiele techniek (CUR was oorspronkelijk een afkorting van 'Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving'). CUR-aanbevelingen zijn publicaties waarin afspraken tussen partijen in de bouw zijn vastgelegd, zie <http://cur-aanbevelingen.nl/Uploads/2011/2/Wat-is-een-CUR-Aanbeveling.pdf>

om een specifieke constructie gaat (bijvoorbeeld een reservoir) dan wordt dit als zodanig benoemd.

DVGW-werkbladen

In de PCD 4-1 [5] is uitleg gegeven over het noemen van 'Arbeitsblätter' (werkbladen) van het Duitse DVGW in die praktijkcode. Specifiek in verband met betonnen constructies wordt gewezen op Arbeitsblatt [W 347](#) [15] en Merkblatt [W 398](#) [16]. Beide werkbladen worden niet genoemd in PCD 4-1. Voor enkele andere werkbladen is dat wel het geval:

- Arbeitsblatt [W 300-1](#) [17], hoofdstuk 9 'Bauausführung';
- Arbeitsblatt [W 300-3](#) [18], de hoofdstukken:
 - 8 'Auskleidungsprinzipien für wasserberührte Oberflächen, Systementscheidung';
 - 9 'Fugen';
 - 10 'Qualitätsanforderungen';
- Arbeitsblatt [W 300-4](#) [19], hoofdstuk 6 'Zementgebundene Werkstoffe'.

Hoofdstuk 6 'Betonfertigteilbehälter' van Merkblatt [W 300-6](#) [20] heeft betrekking op prefab betonnen reservoirs, maar die zijn bij Nederlandse drinkwaterbedrijven niet bekend.

2 Programma van eisen voor het ontwerp

2.1 Introductie

In dit hoofdstuk gaat het om betonspecifieke aanvullingen op het programma van eisen voor het ontwerp volgens PCD 4-1 [5].

2.2 Hygiënisch ontwerpen, aanvullende betonspecifieke eisen

2.2.1 Waterdichtheid

In verband met het binnendringen van verontreinigingen door water van buitenaf (hemel-, grond- en/of oppervlaktewater) moet de dichtheid of maximum scheurwijdte in het beton worden beperkt.

2.2.2 Afvoer reinigingswater

Volgens PCD 4-1 [5] dient het afschot van bodems van constructies minimaal 15 mm/m¹ te bedragen, waarbij in de praktijk 20 mm/m¹ wordt gehanteerd. De combinatie van afschot en afwerkingskwaliteit is van belang. Bij de afwerking van het beton (door middel van vlinderen of een cementdekvloer) is nooit een zuiver vlakke vloer te realiseren. Door het aanbrengen van voldoende afschot in combinatie met een dergelijk afwerking van de betonvloer blijft er geen slib en reinigingswater staan bij de periodieke reiniging van het reservoir.

2.3 Bouwkundige eisen

2.3.1 Algemeen

Het ontwerp van een betonnen drinkwaterconstructie moet in overeenstemming zijn met de algemeen geldende normen NEN 6700, NEN 6702, NEN⁵ 6720, NEN 6740, NEN 6743-1, NEN 6744, [NEN-EN 206+NEN 8005:2016](#).

De detaillering van de constructies dient in overeenstemming te zijn met hoofdstuk 9 van NEN 6720 en de in deze praktijkcode vermelde aanvullende of afwijkende eisen.

Bij het ontwerpen van constructies dient de ruimte tussen de verschillende onderdelen zo groot te zijn dat die kunnen worden schoongemaakt, geïnspecteerd en zo nodig worden gerepareerd.

Als onderdelen van betonnen drinkwaterconstructies in prefab beton worden uitgevoerd dan dienen de voor de onderdelen in de richtlijn vermelde eisen expliciet te worden vastgelegd en eventueel te worden gecontroleerd.

2.3.2 Constructie-elementen

De constructies kunnen zijn opgebouwd uit onder andere fundering, vloer, wanden en een dek (met eventueel kolommen en filterbodemplaten), en kunnen geheel of gedeeltelijk in het werk zijn gestort, eventueel in combinatie met prefab betonnen onderdelen.

Bij filterbodemplaten dient met name bij luchtspoelen rekening te worden gehouden met onder- en/of overdruk, een en ander afhankelijk van de gekozen procesttechnologie.

⁵ NEN 6700, NEN 6702 en NEN 6720 zullen op termijn na het aanpassen van het Bouwbesluit worden vervangen door respectievelijk de Eurocodes NEN-EN 1990, NEN-EN 1991 en NEN-EN 1992. Momenteel mogen constructies naast de genoemde normen op basis van gelijkwaardigheid ook al ontworpen worden op basis van de Eurocodes.

Als een situatie kan ontstaan waarbij op het dek een druk van binnenuit kan optreden, dient de betonnen drinkwaterconstructie te zijn voorzien van een overstort.

Voor de realisatie van betonnen constructies mogen geen 'kanaalplaten' (platen met luchtkanalen) worden toegepast. Er moet uitsluitend monolithisch worden gebouwd, zodat er geen open holle delen in de betonconstructie aanwezig zijn die in de bedrijfsvoering potentiële bronnen voor microbiologische verontreiniging kunnen vormen en daarom ongewenst zijn.

2.3.3 Fundering

Per bouwdeel (gebouwen zoals reservoirs en filtergebouwen) zijn combinaties van types fundering niet acceptabel. Tussen verschillende bouwdelen zijn verschillende types van fundering toepasbaar, mits rekening wordt gehouden met aansluitingen.

2.3.4 Vloer

De dikte van de vloer van een constructie dient in verband met waterdichtheid, minimaal 300 mm te bedragen.

2.3.5 Wanden

Bij uitvoering in gewapend beton dient de dikte van een wand in verband met waterdichtheid ten minste 300 mm te bedragen. In het geval van nagespannen wanden kan slanker worden geconstrueerd met inachtneming van de praktische uitvoerbaarheid (denk hierbij aan grindnesten, dekking en waterdichtheidseisen, zonder daarbij de waterdichtheid van de constructie ter plaatse van eventueel aan te brengen muurdoorvoerstukken in gevaar te brengen).

2.3.6 Kolommen

Kolommen kunnen zowel rond als meerhoekig worden uitgevoerd. Geadviseerd wordt om geen stalen kolommen toe te passen in verband met onderhoud (coating, schilderwerk en dergelijke).

2.3.7 Dek

De dikte van het dek is afhankelijk van de optredende belastingen. Hierbij moet rekening worden gehouden met eventuele aanaarding en het gebruik van materieel ten behoeve van beheer en onderhoud met een nader te bepalen gewicht exclusief aanaarding). Zie PCD 4-1 [5].

In verband met waterdichtheid dient de dikte van het dek minimaal 250 mm te bedragen. Als extra zekerheid op waterdichtheid kan het dek worden voorzien van een volledig verlijmd dakbedekking met gebruik van isolatiemateriaal. Bij toepassing van deze extra zekerheid kan als minimale dikte voor een dek 200 mm worden aangehouden. Bij een inpandig dek is een dergelijke extra zekerheid niet van toepassing.

2.3.8 Filterbodemplaten

Filterbodemplaten dienen bij voorkeur in prefab beton te worden uitgevoerd. Voorbeelden van bevestigingsmogelijkheden zijn in bijlage IV opgenomen.

Het toepassen van krimpstroken is toegestaan.

2.3.9 Doorvoerstukken

Voor het aanbrengen van doorvoerstukken door wanden kan worden gekozen uit de volgende opties:

- Het instorten van een buis voorzien van een waterkering;
- Het instorten van een geprefabriceerd vormstuk voor starre of flexibele montage.

Het aanbrengen van een sparing waarin in een later stadium een muurdoorvoerstuk wordt geplaatst en aangestort, verdient niet de voorkeur. Op die manier zouden er (extra) stortnaden ontstaan en zou de vlakheid van de constructie worden aangetast.

In het kader van detail engineering moet aandacht worden gegeven aan toleranties als gevolg van scheefstand van muurdoorvoerstukken.

Als doorvoerstukken zijn voorzien van een coating, dient de coating uitsluitend aanwezig te zijn op het deel dat zich buiten het beton bevindt inclusief de minimaal gehanteerde ontwerp-betondekking in het beton.

2.3.10 Isolatie

Spanningen door temperatuurverschillen moeten worden beperkt tot onder het niveau waarvoor een constructie is gedimensioneerd. Daarom worden (onderdelen van) constructies vaak geïsoleerd. Als isolatie komen de volgende mogelijkheden in aanmerking:

- Aanaarding;
- Isolatiemateriaal.

Isolatiemateriaal mag geen water kunnen opnemen en moet ten aanzien van voorkomende belastingen voldoende drukvast zijn. Door isolatiemateriaal te combineren met aanaarden (zie 'Dakconstructie en -inrichting' van § 4.6 'Overige aspecten' van PCD 4-1 [5]), kunnen de voordelen van beide methoden worden gecombineerd. Isolatie dient te worden gerelateerd aan mogelijke opwarming van het water in de constructie.

3 Realisatie van constructies

3.1 Publiekrechtelijke regelgeving ten behoeve van constructies uit in situ beton

Producten, materialen en middelen die in contact (kunnen) komen met drinkwater of het daarvoor bestemde water dienen conform de artikelen 19 en 20 van het [Drinkwaterbesluit](#) [1] te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële ‘[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)’ ([technische aanpassingen 2017](#)) [2], zie § 5.2 ‘Publiekrechtelijke regelgeving: gezondheidskundige aspecten’ van de PCD 4-1 ‘Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 1: Algemeen*’ [5].

Voor reservoirs en andere constructies voor (de bereiding van) drinkwater kunnen met betrekking tot deze publiekrechtelijke regelgeving twee situaties worden onderscheiden: het beton kan al dan niet worden voorzien van een beschermende laag. Als er geen beschermende laag wordt toegepast en er dus sprake is van direct contact tussen beton en drinkwater, dan zijn de twee navolgende subparagrafen van toepassing. Voor het geval het beton wordt geapliceerd met een coating of wordt bekleed met kunststof panelen gaat het om direct contact tussen kunststof materiaal en drinkwater, waarvoor wordt verwezen naar PCD 4-3 [6].

3.1.1 In situ beton

Met ingang van 1 juli 2017 verwijst de [Regeling](#) [2] voor cementgebonden producten uitsluitend naar de ‘[common approach](#)’ [3], zoals die is opgesteld door vier betrokken Europese lidstaten (‘4MS’) met inbegrip van een [positieve lijst](#) [4] voor stoffen ten behoeve van die producten. Vooralsnog blijkt de common approach geen beoordelingsbeleid voor in situ beton te omvatten en verwijst daarvoor naar nationale toezichthouders van de lidstaten. Volgens die common approach kunnen relevante onderdelen van de Europese regelgeving voor fabrieksmatig vervaardigde cementgebonden producten worden toegepast voor in situ materialen.

3.1.2 Overige materialen en middelen

Bij het vervaardigen van betonnen constructies mogen technologische hulpmiddelen (ontkistingsmiddelen en curing compounds) worden ingezet. Ook deze middelen dienen over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de [Regeling](#) [2] te beschikken. Dat geldt ook voor eventueel toe te passen betonreparatiemiddelen (bijvoorbeeld bij de afwerking) en voegmassa’s.

3.2 Privaatrechtelijke regelgeving (technische uitgangspunten) voor beton

De materialen die in een constructie worden toegepast, dienen te voldoen aan de norm [NEN 6720:1995](#) met inbegrip van enkele aanvullingsbladen.

Voor zover verkrijgbaar dienen er producten c.q. materialen met een kwaliteitsverklaring (productcertificaat), zoals een KOMO- en/of Kiwa-certificaat te worden toegepast. Daar waar van toepassing dienen de materialen van een CE-markering te zijn voorzien.

Materialen waarvoor geen kwaliteitsverklaring is afgegeven, dienen te worden goedgekeurd door de opdrachtgever.

Een register van bedrijven die materialen met een kwaliteitsverklaring leveren, is inzichtelijk via de website van Stichting Bouwkwiteit www.bouwkwiteit.nl

De betonspecie moet voldoen aan [NEN-EN 206+NEN 8005:2016](#). De betonspecie moet worden geleverd onder KOMO-productcertificaat volgens de beoordelingsrichtlijn [BRL 1801](#). De toegepaste betonsamenstellingen dienen aantoonbaar te voldoen aan CUR-Aanbeveling

[89](#) in het kader van alkali-silica reacties.

De korrelverdeling van het toeslagmateriaal dient tussen de grenslijnen A en B te liggen.

De grootste korrelafmeting D is 31,5 mm.

Bij dikke beton- en lange wand-vloerconstructies dient het cementgehalte niet te hoog te worden gekozen in verband met een verhoogd risico op scheurvorming (zie § 3.1.2 en § 3.2.2).

3.2.1 Classificatie

Druksterkteklasse

De sterkteklasse van het beton dient minimaal C20/25 te bedragen.

Milieuklasse

Het beton dient minimaal aan de eisen voor milieuklasse XA2 te voldoen.

Als de onderkant van de vloer van een drinkwaterconstructie om bijzondere redenen zich onder de hoogste grondwaterstand bevindt, dient de mate van agressiviteit van het (grond-) water te worden bepaald volgens NEN 5996. Indien een constructie in of boven agressieve gronden wordt gesitueerd, dient afhankelijk van de mate agressiviteit de milieuklasse zo nodig te worden verhoogd.

3.2.2 Grond- en hulpstoffen

Cement

Het gebruik van CEM III verdient de voorkeur in verband met de poriëndichtheid.

Bij het toepassen van CEM III dient rekening te worden gehouden met de vereiste langere nabehandeldingsduur als gevolg van het langere hydratatieproces (verhardingsproces).

Bij dikke constructies (massa beton) verdient het toepassen van CEM III/B 42,5 LH/HS de voorkeur met het oog op het beperken van de optredende hydratatiewarmte in de te storten constructie. Een constructie wordt als dik beoordeeld als deze meer als 500 mm bedraagt.

Toeslagmaterialen

De toegepaste toeslagmaterialen dienen van natuurlijke oorsprong te zijn.

Het gebruik van recyclematerialen is niet toegestaan.

Indien van toepassing dienen de materialen KOMO-gecertificeerd te zijn op basis van [BRL 2502](#).

Hulpstoffen

Hulpstoffen die worden toegepast in de betonspecie met het oog op de verwerkbaarheid dienen te zijn gecertificeerd op basis van [BRL 1803](#).

Aanmaakwater

Het aanmaakwater dient te voldoen aan [NEN-EN 1008](#).

3.2.3 Afwerking

3.2.3.1 Zonder bekledingsysteem (coating)

Betonnen constructies dienen inwendig glad en vlak te worden ontworpen en gebouwd.

3.2.3.2 Met bekledingsysteem (coating)

Als voor een bescherming (coating) wordt gekozen, wordt daarbij de aanbeveling gedaan dat die beschikt over een productcertificaat op basis van de Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K19002](#), naast de vereiste erkende kwaliteitsverklaring (zie boven).

Verder wordt sterk aanbevolen dat de applicateur van de beschermende laag beschikt over een procescertificaat op basis van Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K19004](#). In verband met minimalisering van de negatieve beïnvloeding van de drinkwaterkwaliteit tijdens de bedrijfsvoering als gevolg van migratie van in een coating aanwezige en niet in de polymere structuur opgenomen stoffen, is het van essentieel belang dat de beide componenten daarvan in de juiste verhouding en onder de door de leverancier voorgeschreven condities (bijvoorbeeld de toepassing van een eventuele primer, temperatuur, luchtvochtigheid en uithardingstijden) worden aangebracht.

3.3 Berekening van de constructie

3.3.1 Algemeen

De constructie moet worden berekend volgens NEN 6720 (met inachtneming van NEN 6702) en de in § 2.3 van deze richtlijn vermelde aanvullende of afwijkende eisen.

3.3.2 Veiligheidsklasse, belastingfactoren en referentieperiode

De constructies betreffen primaire nutsvoorzieningen en zijn daarmee ingedeeld in veiligheidsklasse 3 zoals is bedoeld in NEN 6702. Bij de berekening van de constructies moet worden uitgegaan van een referentieperiode en de belastingfactoren volgens NEN 6702 die behoren bij die veiligheidsklasse 3.

3.3.3 Belastingen en grenstoestanden

De belastingen, belastingcombinaties en grenstoestanden die bij de berekening van de constructies in beschouwing worden genomen, moeten in overeenstemming zijn met NEN 6702 en NEN 6720 en de volgende aanvullende eisen:

- Aardbevingen
Als constructies in aardbevingsgevoelige gebieden worden gebouwd, dient daarmee bij de berekening van de constructies rekening te worden gehouden. Zie hiervoor § 9.8 van NEN 6720.
- De fundering van constructies dient te worden ingedeeld in de geotechnische categorie 3 volgens NEN 6740.
- In afwijking van § 4.1.4.3 en § 4.3.3 van NEN 6720 geldt met betrekking tot opgelegde vervormingen het volgende:
 - Zettingsverschillen van de fundering
Aan het ontwerp moet een geomechanisch advies ten grondslag liggen met daarin opgenomen een voorspelling van het zettingsgedrag van de palen c.q. constructie en dan met name zettingsverschillen.
 - Krimp en uitzetting ten gevolge van temperatuurbelastingen
Ontwerpen op de bouw-, test-⁶ en gebruiksfase (zie § 8.8.2 van NEN 6702). Hierbij dient rekening te worden gehouden met extreme temperaturen zoals is aangegeven in tabel 6 van § 8.8.2 van NEN 6702, tenzij hiervoor speciale voorzieningen zijn/worden getroffen.
 - Kruip en krimp als gevolg van verharding
Naast NEN 6720 dient rekening te worden gehouden met een scheurwijdteberekening volgens CUR-rapport [AC85](#).

⁶ De testfase wordt als onderdeel van de bouwfase beschouwd.

- Filterbodemplaten
Bij de dimensionering van filterbodemplaten dient rekening te worden gehouden met grote optredende krachten als gevolg van het spoelen.
- Om de waterdichtheid van de constructies te waarborgen, dient er met betrekking tot scheurvorming in de gebruiksfase ook een toetsing plaats te vinden volgens § 3.5.2.
- In de berekening dienen belastingcombinaties te worden meegenomen, die voortvloeien uit § 3.5.2. Dat geldt ook in het geval belastingcombinaties als compartimenten zijn aangeaard en de constructies wel of niet zijn gevuld.

3.3.4 Scheurvorming

Bij de toetsing op de scheurvorming volgens § 8.7 van NEN 6720 dient te worden uitgegaan van ten minste milieuklasse XC4 voor alle waterkerende onderdelen. Tevens mag de scheurwijdte in de gebruiksfase niet groter zijn dan 0,2 mm met een overschrijdingskans van 5% berekend conform CUR-rapport [AC85](#).

3.3.5 Betondekking

De betondekking dient te voldoen aan de eisen die in § 9.2 van NEN 6720 worden gesteld voor milieuklasse XA2.

3.4 Uitvoering van de constructies

3.4.1 Algemeen

De uitvoering van de constructie dient te voldoen aan de voorschriften uit NEN 6722 en de aanvullende eisen die in hoofdstuk 2 'Programma van eisen voor het ontwerp' zijn geformuleerd.

3.4.2 Werkvloeren

Zie hoofdstuk 7 van NEN 6722.

Werkvloeren dienen te worden uitgevoerd in beton van ten minste 50 mm dikte of in cementgebonden vloebeton van ten minste 30 mm dikte.

3.4.3 Bekistingen en ondersteuning

3.4.3.1 Ontwerp en berekeningen

Het ontwerp en de berekening van de bekistingconstructies dienen ter goedkeuring aan de opdrachtgever te worden voorgelegd.

3.4.3.2 Materialen

Bekistingmaterialen

De bekistingconstructies en het bekistingoppervlak voor de binnenkant van constructies (contact met drinkwater) dienen zodanig vlak te zijn dat een zeer glad en dicht betonoppervlak wordt verkregen. Het gebruik van een bekledingsmateriaal op de bekisting kan hieraan bijdragen. Er moet gebruik worden gemaakt van glad en onbeschadigd bekistingmateriaal.

Voor de bekisting van de buitenzijde van een betonconstructie (geen contact met drinkwater) en niet in het zicht blijft, kan eventueel ruwer bekistingmateriaal worden toegepast. Verder geldt daarvoor het volgende:

- Indien de toelaatbare hoeveelheid luchtbellen (volgens oppervlaktebeoordelingsklasse A van NEN 6722) wordt overschreden, dienen deze te worden dicht gepoetst met een daarvoor geëigend materiaal (zie § 3.4.7).

- Bij het gebruik van een bekledingssysteem op de bekisting dient extra aandacht te worden besteed aan eventuele plooivorming van het bekledingssysteem onder invloed van temperaturen.

In het geval gebruik wordt gemaakt van bekistingmateriaal zonder de toepassing van een ontkistingsmiddel moet voor iedere stort nieuw plaatmateriaal worden gebruikt.

Centerpennen

Het gebruik van centerpennen mag geen aanleiding geven tot lekkage. Er dienen bij voorkeur verloren centerpennen met keerflens (waterslot) te worden toegepast. In bijzondere gevallen kan hiervan worden afgeweken, voor zover er geen gevaar voor contaminatie bestaat.

Verankeringsmiddelen

Achterblijvende verankeringsmiddelen dienen te zijn vervaardigd van chroomnikkelmolybdeenstaal (bijvoorbeeld AISI 316/DIN 1.4401) en moeten worden voorzien van een bout van hetzelfde materiaal.

3.4.4 Aanbrengen van wapening

Dekkingsblokjes dienen van cementgebonden materiaal te zijn vervaardigd, met een kwaliteit en dichtheid die minimaal gelijk is aan de voorgeschreven sterkteklasse van de te storten betonconstructie.

De cementgebonden dekkingsblokjes dienen te worden geleverd onder een KOMO-certificaat op basis van [BRL 2817](#).

Het toepassen van kunststof dekkingsblokjes is niet toegestaan.

Voor de overige eisen aan het gebruik van afstandhouders en dekkingsblokjes wordt verwezen naar § 10.3 van NEN 6722.

3.4.5 Het verwerken van betonspecie

3.4.5.1 Stortplan

De wijze van storten en verdichten dient vooraf te zijn goedgekeurd door de opdrachtgever. Er dient hiertoe vooraf een stortplan conform Betoniek 8/10 [7] te worden opgesteld. In dit stortplan dient te worden beschreven welke maatregelen zullen worden genomen bij extreme weersomstandigheden zoals warmte, regen en lage temperaturen.

Bij een vrije valhoogte groter dan 1 m dienen stortkokers of gelijkwaardige hulpmiddelen te worden toegepast.

Verdichten van betonspecie dient te geschieden overeenkomstig bijlage A van NEN 6722.

3.4.5.2 Toezicht

Zie hoofdstuk 6 van NEN 6722.

3.4.6 Onderbreken en hervatten van betonstorten

3.4.6.1 Plaats van stornaden

De plaats en de uitvoering van stornaden dient vooraf met de constructeur te worden overeengekomen en op de werktekeningen te worden vermeld (zie § 9.4.3 van NEN 6722).

Vooraf dient te worden aangegeven welke maatregelen er worden genomen om te waarborgen dat de stortnaden waterdicht zijn.

Een stortonderbreking wordt als stortnaad gezien als de betonmortel bij het uitnemen van een trilnaald niet meer het ontstane gat uit zichzelf opvult.

3.4.6.2 Uitvoeren van stortnaden

Aansluiting wand-vloer en wand-wand

Er dienen geen aansluitingen met al of niet getande opstortingen en/of ingestorte stalen strippen, rubberprofielen of injectieslangen te worden toegepast.

Bij de uitvoering van stortnaden dienen in het bijzonder de volgende punten in acht te worden genomen:

- Aan beide zijden van een stortnaad dient extra aandacht te worden besteed aan het verdichten tussen de stekeinden.
- De stortnaad dient licht te worden opgeruwd door gritstralen of hoge drukwaterstralen, waarbij tevens de cementshuid wordt verwijderd.
- De stortnaad kan eveneens worden opgeruwd door het aanbrengen van een vertrager op de bekisting, waarna de betonshuid na ontkisten met behulp van hoge drukwaterstralen wordt verwijderd.
- Een stortnaad tussen twee wanddelen dient ruw te worden gemaakt. Als haringgraatstaal wordt toegepast, mag dit niet doorlopen in de dekkingzone van de wand.
- Voor het storten dient de stortnaad goed schoon te zijn (zie ook § 9.4.1 van NEN 6722) en eventueel te worden opgeruwd.
- Vet, vuil, ontkistingsmiddel (olie), binddraad en dergelijke dienen voor het storten te worden verwijderd (zie ook § 9.4.1 van NEN 6722).
- Voor het storten dient de stortnaad met water te worden bevochtigd (zie ook § 9.4.1 van NEN 6722).
- Kieren in de bekisting ter plaatse van de stortnaad dienen vooraf goed te worden afgedicht.
- Bij een hoge dichtheid van de wapening moet de grootste korreldiameter van het toeslagmateriaal in het beton worden aangepast aan de dichtheid van de wapening (zie ook § 3.2.3 en § 9.10 van NEN 6720). Het kan daarbij wenselijk zijn om de betondekking hiervoor te verhogen om ontmenging van de betonspecie te voorkomen (zie § 9.2 van NEN 6720).
- Het 'aanbranden' van stortnaden met cementrijke specie is niet toegestaan.
- Het gebruik van hechtmiddelen is niet toegestaan.

3.4.7 Afwerken van betonspecie

Bij vloeren moet het oppervlak door middel van vlieders (zonder gebruik te maken van een strooimiddel) zodanig worden nabewerkt dat een zeer gladde en dichte oppervlaktestructuur wordt verkregen. Het oppervlak van zowel vloeren, wanden als dek dient aan de watervoerende zijden te voldoen aan de eisen die worden gesteld in oppervlaktebeoordelingsklasse A volgens § 16.2 van NEN 6722.

Aanwezige open poriën dienen te worden gedicht met een daarvoor geëigend middel.

3.4.8 Ontkisten

De gestorte onderdelen mogen worden ontkist als wordt voldaan aan de navolgende voorwaarden:

- § 12.11 van NEN 6722

- De maximale temperatuur in de betonconstructie is gemeten en een berekening is gemaakt bij welk verschil tussen de heersende buitentemperatuur en de gemeten maximale temperatuur in de betonconstructie de constructie mag worden ontkist. Voor bepaling van de temperatuur in een betonconstructie dient per stort op minimaal twee representatieve plaatsen (te beoordelen door de constructeur) de temperatuur te worden gemeten met behulp van ingestorte thermokoppels en geregistreerd.

3.4.9 Nabehandeling van beton

Het betonoppervlak moet overeenkomstig § 12.9 van NEN 6722 en Stutech-rapport nummer 7 [14] worden nabehandeld. Vooraf dient aan de opdrachtgever een voorstel te worden overlegd voor de methode van nabehandelen.

Totdat de vereiste betondruksterkte is bereikt, dienen ontkiste onderdelen te worden beschermd tegen extreme condities, zoals temperatuur (zie ook § 3.3.3), zodat geen kwaliteitsverlies van het oppervlak kan plaatsvinden. Dit aspect is vooral van toepassing op wanden die in de gebruiksfase geen of nagenoeg geen temperatuurbelasting ondervinden, maar tijdens de bouwfase door de zon direct worden beschenen.

Het gebruik van curing compounds is toegestaan, ook voor de oppervlakken die met drinkwater in contact komen. De daarop toegepaste curing compounds moeten over een 'erkende kwaliteitsverklaring' beschikken (zie § 3.1).

3.4.10 Afwerken van centerpengaten

In het geval van verwijderbare centerpennen dienen de achterblijvende gaten volledig te worden afgedicht. Hiertoe dienen eerst alle kunststofdelen te worden verwijderd. Daarna dienen de gaten te worden opgevuld met een krimparme cementgebonden mortel zoals bedoeld in § 3.1.4. De krimparme cementgebonden mortel dient te voldoen aan CUR-Aanbeveling [24](#).

3.4.11 Reparatie van gebreken in het beton

Gebreken aan een constructie ten gevolge van een onjuiste of onzorgvuldige uitvoering dienen zo snel mogelijk te worden gerepareerd. De methode van reparatie, de materiaalkeuze en dergelijke dienen in overleg tussen de opdrachtgever, constructeur en aannemer te worden vastgesteld aan de hand van de CUR-rapporten [AC90](#), [AC91](#) en [AC110](#) en CUR-Aanbevelingen [24](#), [53](#), [54](#), [55](#) en 56⁷.

De materialen, die worden gebruikt, dienen te voldoen aan de eisen in § 3.1.4.

De reparaties moeten conform de CUR-Aanbevelingen [53](#), [54](#), [55](#) en 56 worden uitgevoerd. De bedrijven die reparaties uitvoeren, dienen te zijn gecertificeerd op basis van [BRL 3201](#).

3.5 Ingebruikneming nieuwe constructies

3.5.1 Algemeen

Voor de overdracht van nieuwbouw- en reparatiewerkzaamheden dient er een afnamekeuring plaats te vinden. Een afnamekeuring kan bestaan uit controle op aspecten overeenkomstig deze praktijkcode. In het bijzonder wordt hierbij gewezen op:

⁷ CUR-Aanbevelingen [53](#), [54](#), [55](#) en 56 zijn in principe vervangen door NEN-EN 1504 (normenserie), maar worden nog algemeen toegepast in verband met het feit dat die Europese norm nagenoeg alleen eisen aan het product stelt en de CUR-Aanbevelingen eveneens eisen aan de uitvoering.

- Controle op waterdichtheid van de constructie en/of het bekledingssysteem volgens § 3.5.2;
- Oppervlaktebeoordeling volgens § 16.2 van NEN 6722;
- Controle op de uitgevoerde betonreparaties.

3.5.2 Waterdichtheid

Ter controle van de waterdichtheid van een constructie dient deze volledig te worden gevuld met drinkwater. Voorafgaand hieraan dient de constructie bezemschoon te worden gemaakt zonder het gebruik van water. Bij constructies met verschillende compartimenten dienen deze voorafgaand aan de controle op waterdichtheid minimaal één keer onafhankelijk van elkaar te zijn gevuld. Het vullen dient geleidelijk te gebeuren. De stijghoogte bedraagt maximaal 250 mm/uur.

Er dienen maatregelen te worden genomen om extreme temperatuurverschillen tussen binnen- en buitenkant van wanden te voorkomen. Spanningen als gevolg van het vullen met water met een temperatuur van $< 10\text{ °C}$ mogen de in de berekening aangenomen waarden niet overschrijden.

De constructie moet minimaal 48 uur vóór inspectie zijn gevuld. De controle op waterdichtheid van de constructie dient hierna plaats te vinden⁸. De buitenkant van de betonwand mag hierbij op geen enkele plaats lekkage, vochtdoorslag of verkleuring door vochtdoorslag ten gevolge van lekkage vertonen. Als toch vochtdoorslag/lekkage optreedt, dient dit voorafgaand aan de ingebruikneming van de constructie te worden verholpen (zie § 3.1.4 en § 3.4.11). Daarbij dient te worden gerepareerd tegen de waterdruk in. Na herstel van de vochtdoorslag/lekkage dient de controle op waterdichtheid volledig te worden herhaald.

Een betondek dient eveneens van buitenaf op waterdichtheid te worden gecontroleerd.

3.5.3 Vastleggen van gegevens

In aanvulling op hoofdstuk 7 van PCD 4-1 [5] dienen voor betonnen constructies de muurdoorvoerstukken, wapeningstekeningen en betonkwaliteit te worden vastgelegd.

⁸ Afhankelijk van de weersomstandigheden kan deze uitgesteld worden. De wanden van enkelwandige betonnen drinkwaterconstructies dienen bij deze controle nog niet aangeaard te zijn.

4 Operationele aspecten

4.1 Algemeen

Hoofdstuk 6 'Operationele aspecten' van PCD 4-1 [5] gaat in op de bedrijfsvoering van reservoirs voor drinkwater in het algemeen. In de navolgende paragrafen gebeurt dat aanvullend specifiek voor het materiaal beton.

4.2 Uit bedrijf nemen

In PCD 4-1 [5] wordt de aanbeveling gedaan om een eerste inspectie van het reservoir voor het verstrijken van de garantietermijn uit te voeren en daarna een frequentie te hanteren die materiaal- en situatieafhankelijk (drinkwaterkwaliteit) is. Voor beton waarop geen coating is toegepast, kan een frequentie ten minste één keer per tien jaar als algemeen uitgangspunt worden genomen. Als er wel een coating is toegepast, is dat eens per vijf jaar.

4.3 Inspectie, reservoir buiten bedrijf

Het dak van een betonnen reservoir wordt tijdens de onderhoudsperiode gecontroleerd op waterdichtheid (zie § 3.7.2).

RVS en gecoate onderdelen van reservoirs die in contact komen met drinkwater en/of condens (bijvoorbeeld mangaten) moeten worden gecontroleerd op de aanwezigheid van putcorrosie.

5 Technisch beheer

5.1 Introductie

Dit hoofdstuk beschrijft de inhoud van inspecties aan betonnen constructies in brede zin. De onderdelen inspectie, schadeonderzoek, onderhoud, het nemen van preventieve maatregelen, reparatie, registratie en nazorg zijn hierin uitgewerkt. Ook wordt kort ingegaan op de kwaliteitscontrole door middel van het voorafgaand aan de reparatiewerkzaamheden op te stellen keuringsplan. Het hoofdstuk dient als handleiding voor de eenduidige wijze van inspecteren en rapporteren, en behandelt de voorwaarden voor de verschillende reparatiemethoden.

In het verleden vond het technisch beheer van betonnen constructies (inspectie, onderhoud met inbegrip van eventuele reparatie, en documentatie van alle relevante zaken) niet op een eenduidige wijze plaats. Afhankelijk van de uitvoerende partij werden inspecties ad-hoc uitgevoerd en de resultaten daarvan en van uitgevoerd schadeonderzoek werden op verschillende wijze vastgelegd. In dit hoofdstuk zijn handvatten opgenomen voor het technisch beheer van betonnen constructies. Daarmee kan een en ander dienen als basis voor het uitvoeren van inspecties en schadeonderzoek, en aansluitend voor het opstellen van een meerjaren-onderhoudsplan.

5.2 Algemeen

Uit onderzoek aan betonnen constructies is gebleken dat het overgrote deel daarvan geen schades vertoont. Hierbij is wel vastgesteld dat bij het resterende deel incidentele schade is opgetreden dan wel alsnog schade zou kunnen optreden binnen de gestelde levensduur van de constructies of onderdelen daarvan. Een constructie 'waarschuwt' vrijwel altijd zelf tijdig. Dat wil zeggen dat in een stadium waarbij nog slechts plaatselijk schade optreedt eventuele schade in de rest van de constructie kan worden voorkomen door het nemen van maatregelen. Dit houdt in dat uitgebreid onderzoek bij constructies zonder schade niet noodzakelijk is en dat met het treffen van maatregelen kan worden gewacht tot de eerste schade-verschijnselen zich voordoen. Voorwaarde hierbij is wel dat de conditie van de constructies van met name de meest kwetsbare onderdelen nauwgezet moet worden geïnspecteerd. De op deze wijze vastgestelde conditie van een constructie kan middels een score worden vastgelegd. In het geval relevante gegevens met betrekking tot het technisch beheer van de constructie ontbreken, moeten deze vooraf of tijdens het uitvoeren van inspecties worden verkregen door middel van inmeting en registratie (zie § 3.5.3). Relevante gegevens zijn onder meer de aard van de constructie (voorgespannen of gewapend beton), de toegepaste bouwmethode (in het werk gestort, prefab of een combinatie hiervan), gebruikte materialen en eventueel uitgevoerde reparaties.

De kwetsbaarheid van een constructie of de bij een inspectie vastgestelde conditiescore kan eveneens aanleiding zijn tot het uitvoeren van aanvullend schadeonderzoek dan wel een verhoogde frequentie voor het uitvoeren van inspecties⁹. [NEN 2767-1](#) en [NEN 2767-2](#) geven voor het vaststellen van de conditie van betonnen constructies een goede methode weer. Daarnaast geeft CUR-Aanbeveling [72](#) een onderverdeling in klassen van inspectie en schadeonderzoek, een en ander afhankelijk van de conditie van een betonnen constructie.

⁹ Met kwetsbare constructies worden b.v. bedoeld voor- en/of nagespannen constructies en constructies welke zijn opgebouwd uit prefab onderdelen of voorzien zijn van dakbedekking vanuit het aspect waterdichtheid.

Met het oog op het vaststellen van de conditie van een constructie en/of onderdelen daarvan, wordt onderscheid gemaakt tussen 'inspectie' en 'onderzoek'. Normaliter zullen in eerste instantie reguliere dan wel ad-hoc inspecties plaatsvinden. Afhankelijk van de bevindingen (vastgestelde conditie) en de kwetsbaarheid van een constructie kan worden overgegaan tot aanvullend schadeonderzoek, zoals wordt aangegeven in CUR-Aanbeveling 72. In het geval na inspectie wordt besloten om aanvullend schadeonderzoek in te stellen naar aanwezig verborgen en/of toekomstige schade, wordt het uitvoeren van metingen¹⁰ aan de constructie aanbevolen. Deze metingen moeten zijn gericht op het achterhalen van de (mogelijke) oorzaak van de schade. Het schadeonderzoek moet resulteren in een rapportage van de uitgevoerde metingen met inbegrip van een interpretatie plus aanbevelingen met betrekking tot de concrete uitvoering van het herstel van de schade. Dit geldt ook als de metingen niet op ondubbelzinnige wijze de oorzaak van de schade hebben kunnen uitwijzen.

Doel van het geheel is om op deze wijze tot een verantwoorde meerjaren onderhoudsplanning te komen.

5.3 Voorbereidingen op inspectie en schadeonderzoek

Inspectie is bedoeld om schade en ongewenste verschijnselen zo vroeg mogelijk te signaleren. Hiertoe dient een regelmatige visuele inspectie te worden uitgevoerd.

Schadeonderzoek moet worden uitgevoerd door een of meer deskundigen op het gebied van beton (constructieve, fysische en chemische aspecten) en waterkwaliteit, in relatie tot beton (chemische, fysische en microbiologische aspecten). Eventueel kan dit onderzoek ook worden uitgevoerd door de beheerder, in het geval deze beschikt over voldoende meetfaciliteiten alsmede kennis om de metingen uit te voeren en de resultaten te interpreteren.

Ter voorbereiding op een inspectie is het van belang inzicht te hebben in de bewuste constructie. Dit kan onder meer betrekking hebben op de toegepaste materialen, op tekeningen en berekeningen waaruit blijkt hoe de constructie is gebouwd (as built-tekeningen) en op gegevens over in het verleden uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden en inspecties.

5.3.1 Vooraf vast te leggen gegevens

Voorafgaand aan de uitvoering van een inspectie en/of schadeonderzoek dienen de volgende zaken te worden vastgelegd:

- welke constructies of onderdelen daarvan moeten worden geïnspecteerd respectievelijk worden onderzocht;
- de wijze van inspectie;
- de wijze van schadeonderzoek inclusief eventueel uit te voeren metingen;
- de wijze van rapportage.

Deze gegevens dienen samen in een onderzoeksplan te worden opgenomen.

5.3.2 Voorbereidende werkzaamheden en aspecten

Ten behoeve van de werkzaamheden die dienen te worden verricht tijdens een inspectie of schadeonderzoek, moeten de te inspecteren en/of te onderzoeken ruimten worden leeggemaakt en gereinigd.

¹⁰ Met metingen worden bedoeld betondekkingsmetingen, carbonatatiemetingen, potentiaalmetingen aan de wapening, chloridemetingen aan het beton en eventueel ultrasoonmetingen

Om voortschrijding van eventuele schademechanismen te kunnen vaststellen, is het van belang dat tijdens inspecties en/of onderzoeken op een zelfde manier wordt gewerkt als voorgaande keren.

5.3.3 Wijze van inspectie

Ten behoeve van het definiëren en omschrijven van de wijze van inspectie dient het volgende vooraf te worden vastgelegd:

- de waarnemingsafstand bij het uitvoeren van een visuele inspectie, mede om de resultaten van voorafgaande inspecties te kunnen vergelijken;
- kwantificering en kwalificatie van hulpmateriaal;
- kwantificering en kwalificatie van eventueel benodigd veiligheidsmateriaal.

Tevens dient te worden aangegeven met welke nauwkeurigheid de opname van de schade zal plaatsvinden en op welke wijze de plaatsbepaling van de schade zal worden aangegeven.

5.3.4 Wijze van onderzoek

In de plannen met betrekking tot het onderzoek moet worden aangegeven op welke schadetypen (zie bijlage VI) het onderzoek zal worden gericht, welk soort en aantal metingen zal worden uitgevoerd en op welke wijze de plaatsbepaling van de meetplaatsen zal worden aangegeven. Hierbij dient eveneens de toe te passen meetapparatuur met bijbehorende meetnauwkeurigheid te worden vastgelegd.

5.4 Inspectie en schadeonderzoek

5.4.1 Inspectie

De aanbeveling wordt gedaan om bij een nieuwe constructie de eerste visuele inspectie na 1 jaar uit te voeren¹¹ en daarna een frequentie van ten minste eens per 5 jaar te hanteren. Een frequentie van eens per 2 jaar heeft de voorkeur.

In het geval het zuiveringsproces wordt aangepast, dient tevens een tussentijdse visuele inspectie plaats te vinden. Tussentijdse visuele inspecties dienen eveneens plaats te vinden in het geval waterkwaliteitsbeoordeling hiertoe aanleiding geeft en/of een constructie door omstandigheden inspecteerbaar is. Hierbij verdienen filterbodems als kritische constructie extra aandacht. Dergelijke constructies dienen regelmatig te worden gecontroleerd in verband met mogelijke schade conform bijlage VI.

Bij een inspectie dient de desbetreffende constructie in zijn geheel te worden geïnspecteerd. Het zwaartepunt dient te liggen bij de kwetsbare plaatsen zoals stornaden, dilatatievoegen, krimpstroken (tijdvoegen), dekvloeren, bevestigingen en afdichtingen van prefab onderdelen, eerder uitgevoerde reparaties en doorvoeringen¹². Hierbij dient vooral aandacht te zijn voor lekkages, roestplekken, scheurvorming, scholvorming, aangetaste betonhuid, eventuele biofilmvorming (schimmels en dergelijke), wortelgroei en de hoedanigheid van eventueel aanwezige dakbedekking.

De resultaten van een visuele inspectie dienen eenduidig te worden vastgelegd (zie § 5.13). Een visuele inspectie dient zowel de binnen- als de buitenkant (daar waar zichtbaar) van een constructie te omvatten.

¹¹ De eerste visuele inspectie is van belang, omdat eventueel aanwezige verborgen gebreken zich na enige tijd na ingebruikneming openbaren.

¹² Onder doorvoeringen worden verstaan het inspectieluik (inclusief opstand), doorvoeringen voor beluchting en ontluchting, doorvoeringen ten behoeve van de overstort en inlaat- en afvoerleidingen.

De resultaten van een inspectie dienen te worden vergeleken met die van de vorige. Als daarbij een toename van schade en/of nadelige verschijnselen wordt geconstateerd, wordt aanbevolen aanvullend onderzoek uit te voeren naar de oorzaak daarvan.

5.4.2 Schadeonderzoek

Onderzoek dient zich te concentreren op die plaatsen waar schade en nadelige verschijnselen zijn geconstateerd (voor de beoordeling van schadebeelden: zie bijlage VI). Hierbij dient te worden gedacht aan meer dan incidenteel voorkomende roestplekken en eventueel optredende scheurvorming. Daarvoor zijn een wapeningsdetector, fenoltaleïne ten behoeve van carbonatatie-metingen en eventueel een scheurenloep nodig. De resultaten van het voortgezette onderzoek alsmede aanbevelingen voor reparatie en nodig geacht verder onderzoek dienen te worden vastgelegd, zie § 5.13. Het eventueel niet doorvoeren van reparaties en/of verder onderzoek dient hierbij verantwoord te worden onderbouwd.

Onderzoek kan zich eveneens richten op schade in gedeelten van een constructie die (nog) niet visueel zichtbaar zijn, zogenaamde niet-zichtbare schade.

5.5 Onderhoud

Na het vaststellen van aard en omvang van al aanwezige schade en in de toekomst te verwachten schade moet een advies worden opgesteld ten aanzien van reparatie en preventie van verdere schade. Dit dient te gebeuren door een of meer deskundigen die een onafhankelijk advies moeten uitbrengen. Deze deskundigen zullen zich baseren op overwegingen van technische (constructief, fysisch, chemisch en microbiologisch) en economische aard. Hiertoe dient onder meer te worden vastgesteld:

- de noodzaak van het nemen van maatregelen;
- de resterende economische levensduur van de constructie;
- de resterende technische levensduur van de constructie
Daartoe dient het totale installatieonderdeel en dus ook de andere aanwezige materialen en installaties, in beschouwing te worden genomen;
- de oorzaak, aard en omvang van de schade;
- de kosten en duurzaamheid van de voor reparatie en preventie te gebruiken materialen;
- de gevoeligheid in verband met de uitvoering van de reparaties en preventieve maatregelen;
- de noodzakelijkheid en kosten van de reparatie en de preventieve maatregelen;
- de benodigde tijdsduur voor het uitvoeren van de reparatie, inclusief eventuele uithardingstijd, veiligheidsklasse, belastingfactoren en referentieperiode.

5.6 Maatregelen ter preventie van schade

In het geval een coating is toegepast, moeten de volgende aspecten in acht worden genomen (zie ook [NEN-EN 1504-10](#), methode 1.3 (tabel 1)):

- voorbehandelen van de ondergrond, bijvoorbeeld stralen;
- egaliseren van de ondergrond, bijvoorbeeld plamuren;
- aanbrengen van de coating, bijvoorbeeld door middel van een heetspuitproces;
- de coating dient te beschikken over een Kiwa-productcertificaat en voor de applicatie over een Kiwa-procescertificaat (zie PCD 4-3 [6]).

Tijdens de uitvoering van eventuele herstelwerkzaamheden dient toezicht te worden gehouden door een ter zake deskundige.

5.7 Reparatie

Tijdens het onderhoud van een constructie dienen zo mogelijk en gewenst aanwezige (on)zichtbare schades en nadelige invloeden te worden weggenomen. Reparaties aan de betonconstructies dienen te worden uitgevoerd door bedrijven die in het bezit zijn van een certificaat afgegeven op basis van de [BRL 3201](#) (zie bijlage II) met bijbehorende uitvoeringsrichtlijnen ([URL 3201-1](#), [URL 3201-2](#) en [URL 3201-3](#)) of gelijkwaardig. Deze beoordelingsrichtlijn verwijst naar de CUR-Aanbevelingen [53](#) voor spuitbeton, [54](#) voor kunsthars-gebonden mortels, [55](#) voor cementgebonden mortels en [56](#) voor injecteren. Reparaties kunnen ook worden uitgevoerd op basis van de NEN-EN 1504 (tien delen, zie bijlage I).

Ook gerepareerde delen dienen glad (en vlak) te zijn (zie § 3.2.4).

Na reparatiewerkzaamheden en voor de ingebruikneming van een constructie vindt reiniging en desinfectie plaats, zie PCD 4-1 [5] en dan met name de subparagrafen 6.4.4 en 6.4.5..

Voorafgaand aan de reparatie dient door de hersteller (in- of externe opdrachtnemer) een werkplan aan de opdrachtgever ter goedkeuring te worden voorgelegd met daarin:

- Het bij de reparatie te verwerken materiaal;
- afwijkingen van bestek of technische omschrijving;
- inrichting van de werkplek;
- sanering/voorbehandeling van de ondergrond;
- te gebruiken materieel;
- nabehandeling van de reparatie;
- in te zetten personeel;
- kwaliteitsniveau van de reparatie.

Voorafgaand aan de reparatiewerkzaamheden dient een keuringsplan te worden opgesteld op basis waarvan de kwaliteitscontrole van de reparatiewerkzaamheden plaatsvindt.

De bij reparaties van een constructie toe te passen materialen dienen te voldoen aan de paragrafen 3.1 en 3.2 van deze praktijkcode.

5.8 Reparatiemethoden

5.8.1 Handmatig repareren

De reparaties dienen bij voorkeur te worden uitgevoerd conform CUR-Aanbeveling [54](#) of [55](#), of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 3.1 (tabel 1) en [NEN-EN 1504-3](#).

5.8.2 Spuitbeton

Afhankelijk van de situatie kan spuitbeton worden aangebracht door middel van de natte of droge methode. Spuitbeton dient bij voorkeur te worden aangebracht conform CUR-Aanbeveling [53](#) of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 3.3 (tabel 1). In aanvulling hierop dient de watercementfactor van de spuitbeton < 0,5 en het luchtgehalte < 5% te zijn.

5.8.3 Injecteren

Reparaties dienen bij voorkeur uitgevoerd te worden conform CUR-Aanbeveling [56](#) of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 1.5 (tabel 1) en [NEN-EN 1504-5](#).

5.8.4 Aangieten

Het aangieten dient bij voorkeur te gebeuren conform CUR-Aanbeveling [54](#) of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 3.2 (tabel 1).

5.8.5 Andere reparatiemethoden

Reparatiemethoden anders dan de bovenstaande behoeven vooraf de goedkeuring van de opdrachtgever.

5.9 Kwaliteitscontrole van reparaties

In het hierboven genoemde keuringsplan dient het volgende te worden vastgelegd:

- methode en frequentie van beproeven;
- toetsingswaarden;
- wijze van vastlegging van de opbrengsten van de beproevingen;
- corrigerende maatregelen.

De toetsingswaarden dienen overeen te komen met de besteisen. Indien deze niet in het bestek zijn vermeld, dan moeten deze vooraf door de aannemer ter goedkeuring aan de opdrachtgever worden voorgelegd.

5.10 Vastleggen van gegevens

Iedere uitgevoerde inspectie- en onderzoeksfase van een constructie dient te worden afgesloten met het vastleggen van de opbrengsten daarvan (zie hoofdstuk 7 van PCD 4-1 [5]). Het moet daarbij minimaal gaan om een schriftelijke verslaglegging van de geïnspecteerde en eventueel onderzochte constructie, met inbegrip van de in beschouwing genomen aspecten waarop is onderzocht. Per aspect moeten de toegepaste inspectie- en onderzoeksmiddelen en methoden worden vermeld. De resultaten van inspectie en onderzoek moeten op een dusdanige wijze zijn beschreven, dat eventueel toekomstige inspecties en onderzoeken kunnen worden vergeleken. Bovendien kunnen de opbrengsten van een inspectie en onderzoek als input dienen voor een eerstvolgende inspectie of onderzoek. De aanbeveling wordt gedaan de bevindingen vast te leggen in een gestandaardiseerd inspectierapport, waardoor een goede onderlinge vergelijking mogelijk is. Een voorbeeld van de inhoudsopgave van een dergelijk rapport is opgenomen in bijlage V. Tevens wordt aanbevolen gegevens vast te leggen door middel van video en/of foto's en dergelijke, in combinatie met tekeningen en geschreven tekst.

6 Literatuur

- [1] Staatsblad 2011: '[Drinkwaterbesluit](#)' van 23 mei 2011, nummer 293, 21 juni 2011
- [2] Staatscourant van 29 juni 2011: '[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)', nr. 11911, 18 juli 2011
Staatscourant van 21 april 2017: '[technische aanpassingen 2017](#)', 1 juli 2017
- [3] 4MS Common Approach (2012): '[Assessment of Cementitious Products in Contact with Drinking Water](#)', april 2012, <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/distributing-drinking-water/approval-harmonization-4ms-initiative>
- [4] 4MS Common Approach (2016): '[Cementitious Products in Contact with Drinking Water; Admixture Positive List](#)', 24 november 2016, <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/distributing-drinking-water/approval-harmonization-4ms-initiative>
- [5] Meerkerk, M.A., red. (2017): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 1: Algemeen*', Praktijkcode Drinkwater PCD 4-1:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [6] Meerkerk, M.A., red. (2017): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 3: Metalen en kunststoffen*', Praktijkcode Drinkwater PCD 4-3:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [7] Vereniging Nederlandse Cementindustrie (VNC): 'Het stortplan', Betoniek 8/10, november/december 1989, 's-Hertogenbosch
- [8] Meerkerk, M.A. (2004): 'Toxicologische, organoleptische en hygiënische aspecten van cementgebonden producten in contact met leidingwater; OAS 2004 Grondslagen en criteria beoordeling; activiteit 17', stuk OAS 04-017, Kiwa Certificatie en Keuringen, Rijswijk
- [9] Meijnhardt, R. e.a. (2011): 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterconstructies', 3^e editie, Kiwa Nederland B.V., Rijswijk
- [10] Kiwa Nederland B.V. (2012): 'Richtlijn voor het technisch beheer van betonnen drinkwaterconstructies', 2^e editie, 1 juli 2012, Rijswijk
- [11] Meerkerk, M.A. (2016): 'Reservoirs voor drinkwater; *Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer*', Praktijkcode Drinkwater PCD 4:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [12] NEN (2017): '[Commissieplan 2017](#)' van de Normsubcommissie 349 163 03 'Invloed van materialen op de drinkwaterkwaliteit / waterbehandeling met chemicaliën' van 30 maart 2017, NEN, Delft
- [13] Meerkerk, M.A. (2016): 'Omgang met 'kleine contactoppervlak producten' (van bron tot leveringspunt)', vergaderstuk van de Contactgroep ATA Drinkwaterbedrijven (CAD), 15 september 2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

[14] Studiegroep nummer 20 (1987): 'Nabehandeling', rapport nummer 7, november 1987, Stutech, Gouda

[15] Arbeitsblatt [DVGW W 347](#) (2006): 'Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich – Prüfung und Bewertung', Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

[16] Merkblatt [DVGW W 398](#) (2013): 'Praxishinweise zur hygienischen Eignung von Ortbeton und vor Ort hergestellten zementgebundenen Werkstoffen zur Trinkwasserspeicherung', Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

[17] Arbeitsblatt [DVGW W 300-1](#) (2014): 'Trinkwasserbehälter; Teil 1: Planung und Bau', Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

[18] Arbeitsblatt [DVGW 300-3](#) (2014): 'Trinkwasserbehälter; Teil 3: Instandsetzung und Verbesserung', Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

[19] Arbeitsblatt [DVGW W 300-4](#) (2014): 'Trinkwasserbehälter; Teil 4: Werkstoffe, Auskleidungs- und Beschichtungssysteme - Grundsätze und Qualitätssicherung auf der Baustelle', Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

[20] Merkblatt [DVGW W 300-6](#) (2016): 'Trinkwasserbehälter; Planung, Bau, Betrieb und Instandhaltung von System- und Fertigteilbehältern', Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn

[21] Meerkerk, M.A., en Beuken, R.H.S. (2017): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 805:2000)*', PCD 3:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

Bijlage I Bij deze praktijkcode betrokken normen

Hieronder is een overzicht opgenomen van (inter)nationale normen waarnaar in deze praktijkcode wordt verwezen, met als peildatum 1 juli 2017. De normen zijn op nummer geordend.

Nummer norm	Titel norm	Opmerking(en)
NEN-EN 197-1:2011	Cement – Deel 1: Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten	
NEN-EN 1008:2002	Aanmaakwater voor beton – Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton	
NEN-EN 1504 normenserie	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling	
NEN-EN 1504-1:2005	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 1: Definities	
NEN-EN 1504-2:2004	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsbeheersing en conformiteitsbeoordeling – Deel 2: Oppervlaktebeschermingssystemen voor beton	

NEN-EN 1504-3:2005	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 3: Constructieve en niet-constructieve reparatie	
NEN-EN 1504-4:2004	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 4: Constructieve hechting	
NEN-EN 1504-5:2013	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 5: Injecteren van beton	
NEN-EN 1504-6:2006	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsbeheersing en conformiteitsbeoordeling – Deel 6: Verankeren van betonstaal	
NEN-EN 1504-7:2006	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 7: Bescherming tegen wapeningscorrosie	
NEN-EN 1504-8:2016	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 8: Kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling	

NEN-EN 1504-9:2008	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 9: Algemene principes voor het gebruik van de producten en systemen	
NEN-EN 1504-10:2015	Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities – Eisen – Kwaliteitsbeheersing en conformiteitsbeoordeling – Deel 10: Gebruik van producten en systemen op de bouwplaats en kwaliteitsbeheersing van het werk	
NEN-EN 1622:2006	Water – Bepaling van de drempelwaarden voor geur (TON) en smaak (TFN) (preview)	
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011	Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp	
NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1+A1/C2: Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp	
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	
NEN-EN 1991-1-1+C1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen	
NEN-EN 1991-1-2+C1:2011	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand	
NEN-EN 1991-1-2+C1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-2+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies	

	- Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand	
NEN-EN 1991-1-3+C1:2011	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting	
NEN-EN 1991-1-3+C1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting	
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	
NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting	
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting	
NEN-EN 1991-1-5+C1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting	
NEN-EN 1991-1-6:2005	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering	
NEN-EN 1991-1-6:2005/C3:2013	idem	
NEN-EN 1991-1-6:2005/NB:2013	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering	
NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen: Stootbelastingen en ontploffingen	
NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015/NB:2011	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen: Stootbelastingen en ontploffingen	

NEN-EN 1991-2+C1:2015	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen	
NEN-EN 1991-2+C1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-2: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen	
NEN 2767-1:2017	Conditiemeting gebouwde omgeving – Deel 1: Methodiek	
NEN 2767-2:2008	Conditiemeting van bouwen en installatiedelen – Deel 2: Gebrekenlijsten	
NEN 5996:1999	Beton – Bepaling van agressiviteit van waterige oplossingen, gronden en gassen	Deze norm is sinds 23 november 2010 ingetrokken.
NEN 6700:2005/A1:2008	Technische grondslagen voor bouwconstructies - TGB 1990 – Algemene basiseisen	Deze norm is sinds 12 augustus 2010 ingetrokken.
NEN 6702:2007	Technische grondslagen voor bouwconstructies – TGB 1990 –Belastingen en vervormingen	Deze norm is sinds 6 april 2010 ingetrokken.
NEN 6720:1995/A4:2007	Voorschriften Beton – TGB 1990 – Constructieve eisen en rekenmethoden (VBC 1995)	Deze norm is sinds 12 augustus 2010 ingetrokken.
NEN 6722:2002	Voorschriften beton - Uitvoering	Deze norm is sinds 25 september 2013 ingetrokken.
NEN 6740:2006	Geotechniek – TGB 1990 – Basiseisen en belastingen	Deze norm is sinds 8 oktober 2012 ingetrokken.
NEN 6743-1:2006	Geotechniek – Berekeningsmethode voor funderingen op palen – Drukpalen	Deze norm is sinds 8 oktober 2012 ingetrokken.
NEN 6744:2007	Geotechniek – Berekeningsmethode voor funderingen op staal	Deze norm is sinds 30 januari 2013 ingetrokken.
NEN-EN-ISO 7027-1:2016	Water – Bepaling van de troebelheid (preview)	
NEN-EN-ISO 7887:2012	Water – Onderzoek en bepaling van de kleur (preview)	
NEN-EN 206+NEN 8005:2016	Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit + Nederlandse invulling van NEN-EN 206	
NEN-EN 12620:2002+A1:200	Toeslagmateriaal voor beton	

8		
NEN-EN14944-2 (in voorbereiding)	Invloed van cementgebonden producten op water bestemd voor menselijke consumptie - Test methode - Deel 2: Invloed van de migratie van op locatie toegepaste cementgebonden materialen en bijbehorende niet-cementgebonden producten/materialen op organoleptische parameters	
NEN-EN 14944-3:2015	Invloed van cementeuse producten op water bestemd voor menselijke consumptie - Beproevingmethoden - Deel 3: Migratie van bestanddelen uit fabrieksmatig vervaardigde cementeuse producten (preview)	
NEN-EN 14944-4:2015 Ontw.	Invloed van cementgebonden producten op water bestemd voor menselijke consumptie - Test methode - Deel 4: Migratie van stoffen uit op locatie toegepaste cementgebonden materialen en bijbehorende niet-cementgebonden producten/materialen	
NEN-EN 16421:2014	Invloed van materialen op water voor menselijke consumptie - Bevordering van de microbiële groei (EMG)	

Bijlage II Bij deze praktijkcode betrokken Kiwa-beoordelings- en -uitvoeringsrichtlijnen inclusief hyperlinks naar op basis daarvan gecertificeerde bedrijven

Hieronder is een overzicht opgenomen van beoordelings- en uitvoeringsrichtlijnen (BRL's respectievelijk URL's) van certificatie-instelling Kiwa Nederland B.V. waarnaar in deze praktijkcode wordt verwezen, met als peildatum 1 juli 2017. De richtlijnen zijn op nummer geordend.

Nummer beoordelings- of uitvoeringsrichtlijn (BRL of URL)	Titel beoordelings- of uitvoeringsrichtlijn (BRL of URL)	Onderliggende certificaten
BRL 1801	Betonmortel	gecertificeerde bedrijven 1801
BRL 1803 wijzigingsblad	Hulpstoffen voor beton, mortels of injectiemortel	gecertificeerde bedrijven 1803
BRL 2502	Korrelvormige materialen met een volumieke massa van ten minste 2000 kg/m ³	gecertificeerde bedrijven 2502
BRL 2817	Cementgebonden afstandhouders	gecertificeerde bedrijven 2817
BRL 3201	Het technisch repareren en beschermen van beton	gecertificeerde bedrijven 3201
BRL-K19002	Beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drinkwatertoepassingen	gecertificeerde bedrijven 19002
BRL-K19004	Het appliceren van beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drink- en afvalwatertoepassingen	gecertificeerde bedrijven 19004
URL 3201-1	Handmatig verwerken van mortels	n.v.t.
URL 3201-2	Injecteren van beton	n.v.t.
URL 3201-3	Spuiten van beton	n.v.t.

Bijlage III Bij deze praktijkcode betrokken CUR-Aanbevelingen en - rapporten

CUR-Aanbeveling of -rapport, nummer (hyperlink)	CUR-Aanbeveling, titel
24	Krimparme cementgebonden mortels
53	Spuitbeton en gespoten cementgebonden mortels
54	Betonreparatie met handmatig aangebrachte of gegoten cementgebonden mortels
55	Betonreparatie met kunstharsgebonden mortels
56	Injecteren van scheuren in betonconstructies met kunsthars injectievloeistoffen
72	Inspectie en onderzoek van betonconstructies
89	Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silica reactie (ASR)
AC85	Scheurvorming door krimp en temperatuurwisseling in wanden
AC90	Reparaties van betonconstructies; Deel 1: Vervangen of repareren van beschadigde constructies
AC91	Reparaties van betonconstructies; Deel 2: Pleisteren, aanstorten, spuiten
AC110	Reparaties van betonconstructies; Deel 3: Reparatie en bescherming door middel van kunstharsen

Bijlage IV Filterbodemplaten

Voorbeelden van bevestigingsmogelijkheden van betonnen filterbodemplaten.

Verankering filterbodemplaat:

Bijlage V Inhoudsopgave van een inspectierapport (voorbeeld constructies)

1. Inleiding
2. Uitvoering inspectie/onderzoek
 - 2.1 Reden/oorzaak van inspectie/onderzoek
 - 2.2 Partijen betrokken bij de/het inspectie/onderzoek
 - 2.3 Omvang van de/het inspectie/onderzoek
3. Onderliggende documenten
 - 3.1 Bestekomschrijving beton en wapening
 - 3.2 Bouwkundige tekeningen
 - 3.3 Constructieve tekeningen
 - 3.4 Detailleringen
 - 3.5 Eerdere reparaties
4. Beschrijving schadebeelden
 - 4.1 Lekkage
 - 4.2 Scheurvorming
 - 4.3 Scholvorming
 - 4.4 Aantasting betonoppervlak
 - 4.5 Wapeningscorrosie
 - 4.6 Pop-outs
 - 4.7 Kalkuitbloeiingen
 - 4.8 Onvlakheden
 - 4.9 Oppervlakte-ruwheid

- 4.10 Biofilmvorming
- 4.11 Schade aan filterbodems
- 4.12 Schade aan coatings
- 4.13 Schade aan doorvoeren
- 4.14 Schade aan dakluiken
- 4.15 Schade vanuit prefab constructies
- 4.16 Overige schadebeelden
- 5. Ontwerpfouten
 - 5.1 Toegang
- 6. Reparatie en aanpassingen naar aanleiding van de inspectie/onderzoek
 - 6.1 Algemeen
 - 6.2 Reparatiematerialen
 - 6.3 Advies inzake aantasting betonoppervlak
 - 6.4 Advies inzake roestplekken
 - 6.5 Advies overige schadebeelden
 - 6.6 Advies inzake de ontwerpfouten
- 7. Tijd, geld en kwaliteit
 - 7.1 Tijd
 - 7.2 Schoonmaken en desinfecteren
 - 7.3 Betonreparatie
 - 7.4 Geld
 - 7.5 Kwaliteit
- 8. Volgende inspectie
- 9. Bijlage 1: bestekomschrijving beton en wapening
- 10. Bijlage 2: bestekomschrijvingen
- 11. Bijlage 3: bouwkundige tekeningen

12. Bijlage 4: constructietekeningen
13. Bijlage 5: overzichtstekening schades drinkwaterberging
14. Bijlage 6: reactie PAD
15. Bijlage 7: correspondentie met PAD en KIWA inzake KIWA-ATA
16. Bijlage 8: Rapport werken in gebouwen en/of ruimtes
17. Bijlage 9: Rapport GMB (Garantie Certificaat Drinkwaterbergingen)
18. Bijlage 10: Onderzoek en aanbeveling

Bijlage VI Beschrijving schadebeelden

Algemeen

In deze bijlage wordt aangegeven op welke wijze de meest voorkomende schadebeelden moeten worden beschreven. Deze beschrijvingen dienen per schadebeeld te worden uitgevoerd voor een representatief aantal schadeplekken met een minimum van zes (zo mogelijk). De beschrijving dient te worden verduidelijkt met behulp van foto's en/of tekeningen, een en ander voorzien van een duidelijke maatvoering. In aanvulling hierop dient een indicatie te worden gegeven van de mate waarin de betreffende schadebeelden in de rest van de constructie optreden.

Schadebeelden

In dit verband worden eveneens onvolkomenheden van de constructie begrepen. Waar 'afmetingen' staat, worden de grootste afmetingen bedoeld.

Lekkage

Bij lekkage dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de lekkage;
- de mate van lekkage;
- de oorzaak van de lekkage.

Scheurvorming

Bij scheurvorming dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de scheurvorming;
- het patroon van de scheurvorming, met name oriëntatierichting, verloop, lengte en eventueel diepte;
- de scheurwijdte;
- of de scheurvorming zich bevindt ter plaatse van wapening dan wel voorspanning;
- of ter plaatse van de scheurvorming sprake is van roestplekken;
- of de scheuren watervoerend zijn;
- de hart op hart afstand van de scheuren.



Foto 1 *Scheurvorming in wandconstructie.*

Scholvorming

Bij scholvorming dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de scholvorming;
- de afmetingen (lengte en breedte) en dikte van de scholvorming;
- of de schollen zich ter plaatse van de wapening bevinden;
- eventuele aantasting van aanwezige wapening;
- of de schollen bestaan uit beton of afwijkend materiaal, bijvoorbeeld reparatiemortel.



Foto 2 *Afgedrukte betondekking (scholvorming) als gevolg van corrosie door onvoldoende betondekking.*

Aantasting betonoppervlak

Bij aantasting van het betonoppervlak dient het volgende te worden bepaald:

- locatie van het aangetaste betonoppervlak;
- de afmetingen (lengte en breedte) van het aangetaste betonoppervlak;
- de mate van aantasting (diepte).

Wapeningscorrosie

Bij de visuele beoordeling van de wapening dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de blootliggende wapening;
- de oriëntatierichting van de wapening (horizontaal en verticaal) en eventuele functie (hoofd- of verdeelwapening) ervan;
- de kenmiddellijn (diameter) van de wapeningstaven;
- of er sprake is van roestvorming en zo ja, een indicatie van de mate van roestvorming;
- of er sprake is van egale roestvorming of putcorrosie;
- aanwezigheid van roestplekken in het beton of aanwezigheid van roest alleen op de wapening.



Foto 3 Plaatselijk corroderende wapening als gevolg van onvoldoende betondekking.

Pop-outs

Bij pop-outs dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de pop-outs;
- de afmetingen (lengte x breedte x diepte) van de pop-outs.

Kalkuitbloeiingen

Bij kalkuitbloeiingen dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de kalkuitbloeiing;
- de afmetingen (lengte x breedte) van de kalkuitbloeiing.



Foto 4 Kalkuitbloeiingen ter plaatse van scheurvorming in een dek.

Onvlakheden

Bij onvlakheden dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de onvlakheden;
- de afmetingen (lengte x breedte x dikte) van de onvlakheden.



Foto 5 Onvlakheid ter plaatse van aangeheelde vloer.

Oppervlakteruwheid

Bij oppervlakteruwheid dient het volgende te worden bepaald:

- de locatie van de ruwheid;
- de afmetingen (lengte x breedte x diepte) van de ruwheid;
- de mate van ruwheid.



Foto 6 Oppervlakteruwheid beton.

Biofilmvorming

Bij biofilmvorming¹³ dient ten minste het volgende te worden bepaald:

- de locatie van biofilmvorming;
- omvang van de biofilmvorming (lengte x breedte);
- de consequenties voor de waterkwaliteit (voor het beoordelen van de waterkwaliteit dient hierbij een laboratorium te worden betrokken).



Foto 7 Biofilmvorming ter plaatse van vloer-wand aansluiting.

¹³ Het schadebeeld biofilmvorming heeft vaak een oorzaak die buiten de betonconstructie ligt.

Schade aan filterbodems

Bij schade aan filterbodems dient ten minste het volgende te worden bepaald:

- de mate van schade;
- schade aan bevestigingsmiddelen;
- aanwezigheid van filtermateriaal onder filterbodems.



Foto 8 Beschadigde filterbodem.

Schade aan coatings

Bij schade aan coatings dient het volgende te worden bepaald:

- de soort schade (blazen, scheurvorming, erosie);
- de afmetingen van de schade;
- de plaats van de schade;
- de mogelijke oorzaak van de schade (mechanisch, slijtage enzovoorts).



Foto 9 Beschadigde coating op wandconstructie als gevolg van erosie.

Schade aan doorvoeren

Bij schade aan doorvoeringen dient het volgende te worden bepaald:

- de soort schade (corrosie, schade aan coating enzovoorts);
- de mate van schade;
- de oorzaak van de schade.



Foto 10 Beschadigde coating en corrosie aan ingestorte stalen doorvoer.



Foto 11 Corrosie van ingestort muurdoorvoerstuk.

Schade aan dakluiken (aansluiting/sluiting)

Bij schade aan dakluiken dient ten minste het volgende te worden bepaald:

- de positie van het dakluik;
- de omschrijving van het schadebeeld;
- sluiting/afdichting.

Schade vanuit prefab constructies

Bij schade aan of als gevolg van prefab constructies dient ten minste het volgende te worden bepaald:

- Soort schade (bijvoorbeeld wortelgroei of lekkage);
- De locatie van het schadebeeld;
- Een omschrijving van het schadebeeld.

Overige schadebeelden

Van de overige schadebeelden dient ten minste het volgende te worden bepaald:

- de locatie van het schadebeeld;
- een omschrijving van het schadebeeld;
- de afmetingen (lengte x breedte x diepte) van het schadebeeld.