



PCD 4-2:2019 | Mei 2019

Reservoirs en andere constructies voor drink- water(bereiding)

Deel 2: Beton

Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding)

Deel 2: Beton

KWR | PCD 4-2:2019 | Mei 2019

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

M.A. Meerkkerk (red.)

Jaar van publicatie
2019

Meer informatie

Martin Meerkkerk
T (030) 60 69 591
E Martin.Meerkkerk@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



Watercycle
Research
Institute

PCD 4-2:2019 | Mei 2019 © 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 en zijn te vinden op de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl

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.

Voorwoord

Editie

Dit is de tweede editie van deze praktijkcode. De belangrijkste wijzigingen ten opzichte van de eerste editie van 2017 [22] zijn als volgt. De eerste editie is tot stand gekomen in 2017 en ondanks het feit dat de daarin genoemde nationale normen al circa 10 jaar eerder waren ingetrokken, was die editie nog steeds op die nationale normen gebaseerd. Deze tweede editie (grosso modo alle hoofdstukken) is gebaseerd op de diverse, sindsdien van toepassing zijnde Europese normen ('Eurocodes'). Verder wordt opgemerkt dat in hoofdstuk 2 ('Programma van eisen voor het ontwerp') vooral wijzigingen zijn doorgevoerd ten aanzien van doorvoerstukken. Aan hoofdstuk 3 over de realisatie van betonnen constructies is het eerder in 2018 door de overheid vastgestelde beleid met betrekking tot in situ beton (gezondheidskundige aspecten, zie bijlage VII voor een samenvatting) toegevoegd en de receptuur voor dit 'drinkwaterbeton' is op basis van technische aspecten verder geconcretiseerd. Verder is in dit hoofdstuk meer aandacht gegeven aan centerpennen. Bij hoofdstuk 5 ('Technisch beheer') is een onderzoeksrapport opgenomen evenals een uitbreiding van het testen op waterdichtheid en kwaliteitsaspecten van reparaties. De hoofdstukken 1 en 4 zijn niet gewijzigd. Ten slotte zijn bijlagen toegevoegd op het gebied van de montage van doorvoerstukken, de oppervlakteafwerking voor beton in direct contact met (drink)water en centerpennen.

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

(Drinkwater)bedrijf of -laboratorium

Brabant Water
Dunea
Evides

Vertegenwoordiger(s)

Harm Kampen;
Jeroen Wesselink
Patrick de Braber;

² Drijvende constructies vormen geen onderdeel van deze praktijkcode.

KWR Watercycle Research Institute
Pidpa
PWN
Vitens

Waterbedrijf Groningen
Waternet
WMD Drinkwater
WML

Martin Meerkkerk (secretaris);
Bart Wils;
Koos Schoenmaker;
Geo Bakker (voorzitter);
Marc van Maanen;
Dick Sluiter;
Tom van Schaick;
Robert van der Kleij;
-
Paul Beckers;
Stefan Lemeer.

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 23 mei 2019.

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.Meerkkerk@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	16
3.1	Publiekrechtelijke regelgeving ten behoeve van constructies uit in situ beton	16
3.2	Privaatrechtelijke regelgeving (technische uitgangspunten) voor beton	17
3.3	Berekening van de constructie	20
3.4	Uitvoering van de constructies	21
3.5	Ingebruikneming nieuwe constructies	24
4	Operationele aspecten	27
4.1	Algemeen	27
4.2	Uit bedrijf nemen	27
4.3	Inspectie, reservoir buiten bedrijf	27
5	Technisch beheer	28
5.1	Introductie	28
5.2	Algemeen	28
5.3	Vorbereidingen op inspectie en schadeonderzoek	29
5.4	Inspectie en schadeonderzoek	30
5.5	Onderhoud	31
5.6	Maatregelen ter preventie van schade	31
5.7	Reparatie	32
5.8	Vastleggen van gegevens	33
6	Literatuur	34
	Bijlage I Bij deze praktijkcode betrokken normen	36
	Bijlage II Relevante Kiwa-beoordelingsrichtlijnen	41
	Bijlage III Relevante CUR-Aanbevelingen en -rapporten	42
	Bijlage IV Filterbodemplaten	43

Bijlage V Inhoudsopgave van een inspectierapport (voorbeeld constructies)	46
Bijlage VI Beschrijving schadebeelden	48
Algemeen	48
Schadebeelden	48
Bijlage VII Samenvatting van het beoordelings-, toelatings- en certificatiebeleid voor in situ beton t.b.v. constructies voor de bereiding en opslag van drinkwater	57
In situ beton	57
Overige materialen en middelen	58
Bijlage VIII Oppervlakteafwerking van beton voor watervoerende delen	59
Eisen betonoppervlak vanuit esthetisch oogpunt	59
Eisen betonoppervlak watervoerende delen vanuit hygiënisch perspectief (te gebruiken als afkeurnorm bij inspecties bestaande constructies)	59
Bijlage IX Centerpennen	61
Bijlage X Ontwerpgebieden toeslagmaterialen	63

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 materiaal-specifieke 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 (de parameters zuurgraad en/of Saturatie Index). 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:
 - o 8 ‘Auskleidungsprinzipien für wasserberührte Oberflächen, Systementscheidung’;
 - o 9 ‘Fugen’;
 - o 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 beton-specifieke 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 waterdichtheid van het beton worden gegarandeerd. Een goede waterdichtheid van zowel het beton als van de betonconstructie is relevant. Daarnaast vormt scheurvorming in het beton een risico. Bij die scheurvorming worden porositeit en onvolkomenheden (bijvoorbeeld grindnesten) onderscheiden. Voor de betonconstructie gaat het met name om doorvoeringen.

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-EN 1990+A1+A1/C2:2011](#) met nationale bijlage [NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011](#), normenserie NEN-EN 1991 met nationale bijlagen (zie bijlage I), normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie bijlage I) en [NEN-EN 206+NEN 8005:2017](#).

De detaillering van de constructies dient in overeenstemming te zijn met normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie bijlage I) 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 procestechnologie.

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 monolitisch 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 (bijvoorbeeld leidingwerk).

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 afhankelijk van de betonkwaliteit minimaal 250 mm te bedragen, rekening houdend met de norm [NEN-EN 1992-3:2006](#).

Als extra zekerheid op waterdichtheid kan het dek worden voorzien van een volledig verlijmd dakbedekking en eventueel isolatiemateriaal.

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

In deze subparagraaf worden de mogelijkheden en bijbehorende voorschriften, en aandachtspunten beschreven voor het realiseren van lekdichte leidingdoorvoeren door betonnen waterdichte constructies. Een en ander is primair gericht op leidingdoorvoeren, maar kan ook van toepassing zijn voor mangaten of serviceluiken, voor zover de ingestorte delen daarvan op een gelijkwaardige wijze zijn benaderd als bij leidingdoorvoeren.

2.3.9.1 In het beton gestorte doorvoerstukken

Eisen aan het doorvoerstuk

De doorvoerstukken zijn buisstukken waaraan, op het deel van de buis dat wordt ingestort een of meer lek- en verankeringsflenzen zijn gegoten of gelast. Deze flenzen dienen enerzijds als een waterkering tegen lekkages langs het contactoppervlak beton-buiswand en anderzijds vormen zij een mechanische verankering van het doorvoerstuk in het betonelement, in verband met de overdracht van eventuele krachten uit het leidingwerk en om beweging van het doorvoerstuk onder invloed van deze krachten te verhinderen.

Het aantal, de exacte positie, de vorm en de afmetingen van de flenzen moeten zijn aangepast aan:

- de eventueel van toepassing zijnde specifieke voorschriften van het drinkwaterbedrijf;
- de grootte van de door te voeren leidingen;
- de door de betonconstructie op te nemen krachten uit het leidingwerk;
- de verwachte waterdruk (waterhoogte in het reservoir) waaronder de waterkering zal moeten functioneren;
- het toegepaste plaatsingsconcept (zie het navolgende in dit onderdeel).

Voor gecoate leidingmaterialen (staal, nodulair gietijzer) dient de coating van het doorvoerstuk aan beide zijden in het betonelement te worden doorgetrokken tot een diepte die gelijk is aan de dikte van de betondekking. De diepere contactoppervlakken van het doorvoerstuk met het beton, inclusief de lek- en verankeringsflenzen, dienen vrij van coating en vuil te zijn om de goede aanhechting met het betonelement te garanderen.

De lengte van de stukken is zodanig dat er na de plaatsing voldoende ruimte blijft tussen de aansluitflenzen en het betonvlak om het aandraaien van de bouten ergonomisch toe te laten.



Foto 1 Nog in te storten doorvoerstukken op de bouwterrein. De niet-gecoate delen van de buitenbuiswand en de lek- en verankeringsflenzen zijn nog zichtbaar (foto's Pidpa).

Wijzen van instorten

Er bestaan talloze uitvoeringsdetails voor het instorten van doorvoerstukken, maar in de basis zijn deze te herleiden tot twee van elkaar te onderscheiden wijzen:

- **Rechtstreeks instorten**
Hierbij wordt het doorvoerstuk gesteld in de bekisting van het te realiseren element, waarna het mee wordt ingestort tijdens de betonstort voor een hele stortmoot van het element.
- **Opgieten in een sparing**
Hierbij wordt vooraf een vierkante of veelhoekige sparing in het betonelement uitgekist waardoor in een latere fase als het betonelement reeds is gestort, het doorvoerstuk kan worden gevoerd. De sparing met doorvoerstuk wordt vervolgens dicht gegoten met een aangepast beton of een krimpgecompenseerde gietmortel.

Beide wijzen van instorten hebben hun specifieke voordelen en hun eigen moeilijkheden. De uitvoerende partij dient de nodige expertise in de vastgelegde wijze van instorten te hebben om tot een goed resultaat te kunnen komen.

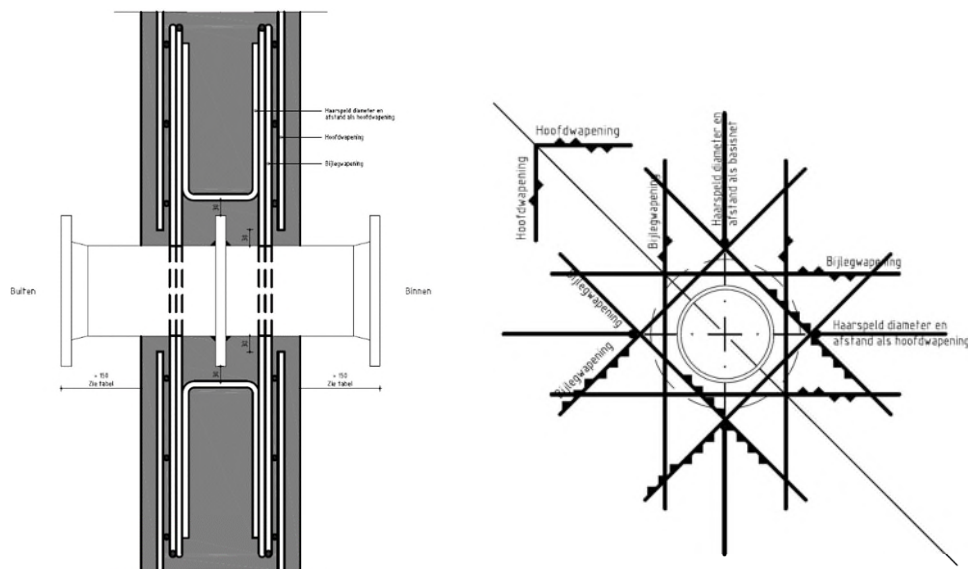
Het grote voordeel van rechtsreeks instorten is dat bij de doorvoer een gesloten wand- of plaatgeheel wordt gerealiseerd zonder bijkomende stornaden. Bij het naderhand opgieten van sparingen ontstaan die naden tussen het eerder gestorte betonelement en het opgieterwerk. Om zowel de lek dichtheid als de krachtsoverdracht ter hoogte van deze stortnaad te garanderen, zullen de nodige technische hulpmiddelen moeten worden ingebouwd in het 'dagvlak' van de sparing, bijvoorbeeld:

- strekijzers ter opruwing van het contactvlak;
- zwelbanden;
- geprofileerde dozen (tandverbinding) of stekkendozen (om het 'uitdrukken' van het opgegoten deel te verhinderen).

Een voordeel van opgieten in een sparing is dat de uitkisting van de sparing kan worden geplaatst binnen de systeembekisting van een te storten element, terwijl een rechtstreeks in te storten doorvoerstuk deels uit de bekistingspanelen zal steken. Dit vereist een relatief complexe stelwijze en additionele bekisting van het stuk (zie foto 2). Bij plaatsing achteraf kan de stelling van het doorvoerstuk eenvoudig en zeer nauwkeurig gebeuren, omdat de hoofdbekisting reeds is verwijderd. Het risico op scheefstand van het doorvoerstuk wordt hierdoor geminimaliseerd. De speling in de sparing kan bovendien worden gebruikt om lichte afwijkingen in de positie van het aan te sluiten leidingwerk op te vangen.



Foto 2 Wand van een drinkwaterreservoir in aanbouw, voor én na sluiting van de systeembekisting. Zowel rechtstreeks in te storten doorvoeren (witte ovale mangaten) als uitkistingen voor sparingen zijn toegepast. (foto's Pidpa).



Figuur 1 Technische detailtekening van een doorvoerstuk in een betonwand, rechtstreekse instortwijze (bron: Brabant Water).

2.3.9.2 Mechanische dichtingssystemen voor leidingdoorvoeren

Bij deze mogelijkheid wordt in het betonelement een ronde sparing voor de doorvoer van een buisstuk gecreëerd door middel van een boring of het instorten van een mantelbuis of mof. De waterdichte afdichting van de overblijvende vrije ruimte tussen de doorgevoerde buis en de sparing gebeurt door middel van een systeem dat op mechanische wijze (aanspannen, samendrukking) de afdichting realiseert.

Deze systemen zijn vooral nuttig als er bijkomende doorvoeren in bestaande betonconstructies dienen te worden gerealiseerd. Bij nieuwbouw genieten in het beton gestorte doorvoerstukken de voorkeur. In tegenstelling tot bij instorting wordt er geen dicht massief om de doorvoer gecreëerd. De lektheid hangt af van de blijvende integriteit van de mechanische afdichting gedurende de levensduur van het geheel. Het is dan ook aangewezen deze oplossing enkel toe te passen bij drinkwaterhoudende constructies als de afdichting van buitenaf visueel te inspecteren blijft. Een bijkomend aandachtspunt is dat deze systemen meestal niet in staat zijn om krachten uit het leidingwerk op te vangen en over te dragen op het beton. De toepassing van dergelijke systemen bij ingegraven leidingdoorvoeren is daarom af te raden.



Foto 3 Mechanische schakeldichting (foto Pidpa).

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 (zie bijlage VII van [PCD 4-1](#)).

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 gedimensioneerd op basis van de mogelijke opwarming of bevroering 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 [artikel 19](#) en [artikel 20](#) van het [Drinkwaterbesluit](#) [1] te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële ‘[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)’ (oorspronkelijke versie; vigerende versie: [Regeling](#)) [2], zie § 5.2 ‘Publiekrechtelijke regelgeving: gezondheidkundige 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 op het beton wordt toegepast en er dus sprake is van direct contact tussen beton en (drink)water, dan zijn de twee navolgende subparagrafen van toepassing. Voor het geval het beton wordt geapplianceerd 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. Het beoordelings-, toelatings- en certificatiebeleid voor in situ beton ten behoeve van constructies voor de bereiding en opslag van drinkwater in Nederland is in de achterliggende jaren uitgewerkt [23]. Een samenvatting daarvan is opgenomen in bijlage VII van deze praktijkcode. Volgens die bijlage bestaat de receptuur van ‘drinkwaterbeton’ in verband met gezondheidkundige aspecten uitsluitend uit de volgende grond- en hulpstoffen:

- Een cement volgens de norm [NEN-EN 197-1:2011](#) (waarnaar de norm [NEN-EN 206+NEN 8005:2017](#) verwijst) als hydraulisch bindmiddel, waarbij portlandcement (CEM I) en hoogovencement (CEM III) de voorkeur hebben;
- Calciumcarbonaat (kalksteenmeel) als vulstof;
- Zand en grind volgens de norm [NEN-EN 12620:2002+A1:2008](#) als toeslagmaterialen;
- Drinkwater of bronwater volgens de norm [NEN-EN 1008:2002](#) als aanmaakwater;
- Hulpstoffen:
 - o Polycarboxylaatsuperplastificeerder;
 - o natriumgluconaat, tetrakaliumpyrofosfaat of polycarboxylaatethers als vertrager (eventueel).

3.1.2 Overige materialen en middelen

Bij het vervaardigen van betonconstructies mogen technologische hulpmiddelen (ontkistingsmiddelen en curing compounds) worden ingezet, zie bijlage VII. Dat geldt ook voor eventueel toe te passen betonreparatiemiddelen (bijvoorbeeld bij de afwerking) en voegmassa's.

3.2 Privaatrechtelijke regelgeving (technische uitgangspunten) voor beton

Het ontwerp en de berekening van de betonconstructies moeten voldoen aan de normenserie [NEN-EN 1992](#) met nationale bijlagen. De uitvoering van het betonwerk voor wat betreft in situ beton, gebeurt volgens [NEN-EN 13670:2009](#). De vervaardiging, specificatie en eigenschappen van het toegepaste beton en de controle op de productie daarvan moeten voldoen aan de eisen volgens [NEN-EN 206+NEN 8005:2017](#).

Onderstaande voorschriften op basis van deze drie normen zijn in de eerste plaats gericht op in het werk gestort beton, maar kunnen ook zo veel mogelijk worden toegepast voor geprefabriceerde betonconstructies. Waar nodig worden die voorschriften aangepast aan de gangbare praktijk en het normatieve kader bij prefab vervaardiging.

3.2.1 Gespecificeerde betoneigenschappen

Druksterkteklasse

De aanbevolen druksterkteklasse van het beton is ten minste C30/37.

Milieuklasse

Voor alle drinkwatervoerende constructies wordt uitgegaan van:

- een milieuklasse XC4 voor corrosie geïnitieerd door carbonatatie;
- een milieuklasse XA2 voor chemische aantasting. Waar nodig (bijvoorbeeld bij stappen in het zuiveringsproces die leiden tot agressieve omgevingen zoals beluchters) wordt een verhoging tot milieuklasse XA3 aanbevolen.

In situaties waarbij de drinkwatervoerende constructie tevens is blootgesteld aan andere milieuomstandigheden (bijvoorbeeld blootstelling aan chloriden of blootstelling aan vorst- en dooicycli), behoort bovendien aan de overeenkomstige milieuklassen te worden voldaan.

Consistentieklasse

Het consistentiegebied wordt voorgesteld door de uitvoerende partij, maar moet worden goedgekeurd door de opdrachtgever.

Korrelverdeling en maximale nominale korrelmaat

De korrelverdeling van het toeslagmateriaal is van invloed op de kwaliteit en verwerkingseigenschappen van het mengsel. Iedere 'korrelgroep' (bijvoorbeeld 0 – 31,5) heeft een specifiek ontwerpgebied. De verschillende ontwerpgebieden zijn vastgelegd in de grafieken volgens bijlage X. Voor een goede verwerkbaarheid, juiste pakking en lage waterbehoefte dient de verdeling in ontwerpgebied I te liggen.

De grootste korrelafmeting D_{max} is 31,5 mm of kleiner als dit nodig wordt geacht voor de goede verwerking (bijvoorbeeld de omhulling van en verdichting rond de wapeningslagen). In ieder geval mag de grootste korrelmaat de maximumwaarden in verhouding tot de kleinste afmeting van het element, de betondekking en de vrije afstand tussen de wapeningsstaven zoals die zijn vastgelegd in [NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016](#) niet worden overschreden.

Wapening

De kwaliteit van het wapeningsstaal is B500A, B500B of B500C volgens [NEN 6008:2008](#) (die is gerelateerd aan de Europese norm [NEN-EN 10080:2005](#)).

Betondekking

De betondekking dient te voldoen aan de eisen die in normenserie NEN-EN 1992 met

bijbehorende nationale bijlagen worden gesteld, rekening houdend met de opgelegde milieuklassen (zie hierboven).

Waterdichtheidsklasse

De watervoerende onderdelen van een constructie hebben een waterdichtheidsklasse 2 volgens [NEN-EN 1992-3:2006/NB:2011](#).

Scheurwijdte

De berekende scheurwijdte dient te worden beperkt, zodat wordt voldaan aan zowel de algemene eisen die worden gesteld op basis van de milieuklasse volgens § 7.3 'Scheurbeheersing' van de [NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016](#) als de specifieke eisen die worden gesteld vanuit de waterdichtheid volgens § 7.3 'Scheurbeheersing' van de [NEN-EN 1992-3:2006/NB:2011](#). [NEN-EN 1992-3:2006/NB:2011](#) definieert de maximaal toegelaten karakteristieke scheurwijdte in functie van de verhouding van de hydrostatische druk tot de dikte van een constructie-element, met het doel de scheurwijdtes te begrenzen tot waarden die een effectief 'zelfheling' van de scheuren mogelijk maken.

Bovenop (of ter vervanging van) deze normatieve waarden stelt het drinkwaterbedrijf eisen, uitgaande van praktijkervaringen en bedrijfsstandaarden. Een maximale scheurwijdte van 0,1 mm voor alle watervoerende delen van een constructie is het aanbevolen criterium.

3.2.2 Grond- en hulpstoffen

In § 3.1.1 is de publiekrechtelijke regelgeving beschreven voor grond- en hulpstoffen van beton in verband met gezondheidkundige aspecten. Op technische gronden is daarover het volgende op te merken.

3.2.2.1 Cement

Met het oog op het beperken van de optredende hydratatiewarmte in het verhardende beton en dus het risico op scheurvorming en bijbehorende lekken in een drinkwatervoerende constructie en dan in het bijzonder bij dikke elementen en lange wand- en vloerconstructies, kunnen de volgende overwegingen worden gemaakt bij het kiezen van het toe te passen cement:

- Het cementgehalte van de betonspecie en de druksterkteklasse van het cement worden gelimiteerd tot het niveau dat strikt noodzakelijk is om de gespecificeerde druksterkteklasse van het beton te verkrijgen;
- De toepassing van hoogovencement (CEM III) geniet de voorkeur in verband met de poriëndichtheid en de relatief beperkte hydratatiewarmte. Naarmate de hoeveelheid hoogovenslak in het cement groter is, neemt de hydratatiewarmte af. Met dit gegeven verdient het toepassen van CEM III/B (66 - 80 % (m/m) hoogovenslak) in ieder geval de voorkeur ten opzichte van CEM III/A (36 - 65 % (m/m) hoogovenslak) bij een elementdikte ≥ 500 mm ('dikke constructies' of 'massabeton');
- Het gebruik van een cement met een lage warmteontwikkeling ('Low Heat - LH') volgens de norm [NEN-EN 197-1:2011](#) wordt aangeraden;
- Het gebruik van snelle cementen ('Rapid - R') en cementen met hoge aanvangssterkte ('High Early Strength - HES') volgens de norm [NEN-EN 197-1:2011](#) is af te raden vanwege de warmtepiek die deze cementen veroorzaken in het verhardende beton.

Bij de bovenstaande overwegingen moet rekening worden gehouden met de langere duur van de bekistingsperiode en nabehandeling als gevolg van het tragere hydratatieproces (verhardingsproces), en ook met de haalbaarheid ervan bij het storten in de winter (acceptabele aanvangssterkte van het beton).

Bij constructies voor drinkwater(bereiding) die in contact komen met bepaalde gronden of watertypes kan het gebruik van een cement met een weerstand tegen sulfaten ('Sulfate Resisting - SR') volgens de norm [NEN-EN 197-1:2011](#) nodig zijn.

3.2.2.2 Kalksteen

Producten op basis van kalksteen worden veelvuldig toegepast als grond- of hulpstof in betonmengsels, onder andere:

- kalksteenmeel als vulstof;
- kalksteen als fijn (breekzand) of grof toeslagmateriaal.

Vanuit gezondheidskundig oogpunt vormt het gebruik van deze producten ten behoeve van constructies voor drinkwater geen enkel probleem (zie § 3.1.1. en de receptuur 'drinkwaterbeton' in bijlage VII). Voor wat betreft de duurzaamheid van de betonconstructie dient de geschiktheid van kalksteen voor een specifieke toepassing te worden onderzocht. Met name in het zuiveringsproces kan tijdens bepaalde behandelingsstappen het water te agressief zijn (te hoog kalkoplossend vermogen, weinig gebufferd) en zo de constructie aantasten door de oplossing van kalk uit het beton. Zowel fijne als grotere stukken toeslagmateriaal kunnen vervolgens uit de betonmatrix loskomen. Bovendien kan de aanwezigheid van bijkomende belastende omstandigheden zoals wisselend nat en droge oppervlakken of erosief hoge stroomsnelheden in geulen of kanalen dit aantastingsproces versnellen. In bijlage VI is het bijbehorende schadebeeld opgenomen.

Een vergelijkbare aantasting kan zich voordoen in drinkwaterleidingen met cementliner of bij buiswanden van een cementgebonden materiaal. Hiervoor is in de publiekrechtelijke regelgeving de parameter saturatie index (SI) opgenomen als een maat voor de agressiviteit van het water ten opzichte van het leidingmateriaal. Afwijking van de SI kan ook bij betonnen constructies een overweging zijn om kalksteenproducten in het betonmengsel te weren of eventueel zelfs om bekleding van de betrokken betonoppervlakken toe te passen.

3.2.2.3 Certificatie van materialen

Voor zover verkrijgbaar dienen er producten en materialen met een kwaliteitsverklaring (productcertificaat), zoals een KOMO- en/of Kiwa-certificaat⁵ te worden toegepast. Daar waar van toepassing dienen de materialen van een CE-markering te zijn voorzien. De betonspecie moet worden geleverd onder KOMO-productcertificaat volgens de beoordelingsrichtlijn [BRL 1801](#) en dient aantoonbaar te voldoen aan CUR-Aanbeveling [089](#) in het kader van alkali-silica reacties. Een register van bedrijven die materialen met een kwaliteitsverklaring leveren, is inzichtelijk via de website van Stichting Bouwkwiteit www.bouwkwiteit.nl

Alle producten en materialen dienen te worden goedgekeurd door de opdrachtgever.

3.2.3 Afwerking

Zonder bekledingsysteem (coating)

Voor de afwerking van betonnen oppervlakken voor direct contact met (drink)water wordt verwezen naar bijlage VIII.

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

⁵ KOMO- en Kiwa-kwaliteitsverklaringen worden afgegeven door certificatie-instelling Kiwa Nederland.

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 normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie bijlage I) (met inachtneming van normenserie NEN-EN 1991 met nationale bijlagen (zie bijlage I)) 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 gevolgklasse CC2 ('Consequence Class') zoals is bedoeld in de norm NEN-EN 1990 met nationale bijlage (zie bijlage I). Bij de berekening van de constructies moet volgens die norm worden uitgegaan van een referentieperiode van 15 jaar en de belastingfactoren volgens die behoren bij die gevolgklasse CC2.

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 normenserie NEN-EN 1991 met nationale bijlagen (zie bijlage I) en normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie bijlage I) 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.
- De fundering van constructies dient te worden ingedeeld in een geotechnische categorie volgens NEN-EN 1997-1 van ten minste 2, afhankelijk van locatie en risico's.
- Met betrekking tot opgelegde vervormingen (normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen, zie bijlage I) geldt het volgende:
 - o 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 casu quo constructie en dan met name zettingsverschillen.
 - o Krimp en uitzetting ten gevolge van temperatuurbelastingen
Ontwerpen op de bouw-, test-⁶ en gebruiksfase (zie normenserie NEN-EN 1991 met nationale bijlagen (zie bijlage I)). Hierbij dient rekening te worden gehouden met extreme temperaturen zoals is aangegeven in normenserie NEN-EN 1991 met nationale bijlagen (zie bijlage I), tenzij hiervoor speciale voorzieningen (bijvoorbeeld het aanbrengen van een koelsysteem) zijn/worden getroffen.
 - o Kruip en krimp als gevolg van verharding
Er dient rekening te worden gehouden met normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie bijlage I). In verband met methodes voor de berekening van scheurwijdte wordt daarbij gewezen op het CUR-rapport AC 85.

⁶ De testfase wordt als onderdeel van de bouwphase beschouwd.

- o 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.

3.4 Uitvoering van de constructies

3.4.1 Algemeen

De uitvoering van de constructie dient te voldoen aan de voorschriften uit [NEN-EN 13670:2009](#) en de aanvullende eisen die in hoofdstuk 2 'Programma van eisen voor het ontwerp' zijn geformuleerd.

3.4.2 Werkvloeren

Werkvloeren dienen te worden uitgevoerd in beton van ten minste 50 mm dikte of in cementgebonden vloieibeton 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 (waarbij in een later stadium sprake zal zijn van contact met (drink)water) 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:

- In het geval de toelaatbare hoeveelheid luchtbellen (volgens F.8.8 van [NEN-EN 13670:2009](#)) wordt overschreden, dienen deze te worden dicht gepoetst met een daarvoor geëigend materiaal;
- 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 (zie bijlage IX)

Het gebruik van centerpennen voor het stellen van wandbekistingen mag niet leiden tot lekkage. Er worden bij voorkeur verloren centerpennen met bij voorkeur betonnen conussen toegepast. In bijzondere gevallen kan hiervan worden afgeweken, voor zover er geen kans

op contaminatie bestaat. Bij het gebruik van centerpennen (verloren of herwinbaar) zal er in ieder geval een waterslot (waterkering) in de vorm van een metalen keerplaat of dichtingsring uit zwelmateriaal worden toegepast. De grootte en het type van waterslot wordt daarbij aangepast aan de verwachte waterdruk.

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 [024](#).

Verankeringsmiddelen

Achterblijvende verankeringsmiddelen (bijvoorbeeld bevestigingspunten voor de werktuigbouwkundige installaties) dienen te zijn vervaardigd van chroomnikkelmolybdeenstaal (bijvoorbeeld AISI 316/DIN 1.4401) en moeten worden voorzien van een bout van hetzelfde materiaal (in verband met het voorkómen van galvanische corrosie).

3.4.4 Aanbrengen van wapening

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

Het toepassen van kunststof afstandhouders is niet toegestaan.

Voor de overige eisen aan het gebruik van supporten en afstandhouders wordt verwezen naar § 6.2 en D.6.2 van [NEN-EN 13670:2009](#).

3.4.5 Het verwerken van betonspecie

Vet, vuil, ontkistingsmiddel (olie), binddraad en dergelijke dienen voor het storten te worden verwijderd (zie ook C.5.4 van [NEN-EN 13670:2009](#)).

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 plaats te vinden overeenkomstig § 8.4 'Storten en verdichten' van [NEN-EN 13670:2009](#).

3.4.5.2 Toezicht

Zie hoofdstuk 4 van [NEN-EN 13670:2009](#). In dit hoofdstuk wordt gesproken van uitvoeringsklassen volgens 'EN 1990+A1+A2/C2:2011'. Voor Nederland is dat de norm [NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011](#) met nationale bijlage [NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2011/NB:2011](#).

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. Er behoren geen stornaden op kritieke plaatsen te worden aangebracht (zie F.8.2 van [NEN-EN 13670:2009](#)). Vooraf dient te worden aangegeven welke maatregelen er worden genomen om te waarborgen dat de stornaden waterdicht zijn.

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

3.4.6.2 Uitvoeren van stornaden

Aansluiting wand-vloer en wand-wand

Afhankelijk van de uitvoeringsmethode kan worden gekozen voor aansluitingen met al of niet getande opstortingen en/of ingestorte stalen strippen, rubberprofielen of injectieslangen.

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

- Aan beide zijden van een stornaad dient extra aandacht te worden besteed aan het verdichten tussen de stekeinden.
- De stornaad dient licht te worden opgeruwd door gritstralen of hoge drukwaterstralen, waarbij tevens de cementshuid wordt verwijderd.
- De stornaad 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 stornaad 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 stornaad goed schoon te zijn (zie ook §8.2 van [NEN-EN 13670:2009](#) 'vrij van cementshuid') en eventueel te worden opgeruwd.
- Voor het storten dient de stornaad met water te worden bevochtigd (zie ook §8.2 van [NEN-EN 13670:2009](#)).
- Kieren in de bekisting ter plaatse van de stornaad dienen voorafgaand aan het storten 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 (. Het kan daarbij wenselijk zijn om de betondekking hiervoor te verhogen om ontmenging van de betonspecie te voorkomen.
- Het 'aanbranden' van stornaden 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 vlinderen (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 § 8.8 'Oppervlakteafwerking' van [NEN-EN 13670:2009](#). In het geval de toelaatbare hoeveelheid luchtbellen (volgens F8.8 van [NEN-EN 13670:2009](#)) wordt overschreden, dienen deze te worden dicht gepoetst met een daarvoor geëigend materiaal.

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:

- § 5.7 'Verwijdering van bekisting en ondersteuningsconstructies' van [NEN-EN 13670:2009](#)
- 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 § 8.5 'Nabehandeling en bescherming' van [NEN-EN 13670:2009](#) 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. Die mortel dient te voldoen aan CUR-Aanbeveling [024](#).

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 AC 90, AC 91 en AC 110 en CUR-Aanbevelingen [024](#), [118](#) en [119](#).

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

De reparaties moeten conform de CUR-Aanbevelingen [118](#) en [119](#) 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:

- Controle op waterdichtheid van de constructie en/of het bekledingssysteem volgens § 3.5.2;
- Oppervlaktebeoordeling volgens § 8.8 'Oppervlakteafwerking' van [NEN-EN 13670:2009](#);
- 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 $< 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 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 vinden⁷. 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 (zie foto 4).



Foto 4 Testen waterdichtheid van het dak van een drinkwaterreservoir (foto Evides).

⁷ Afhankelijk van de weersomstandigheden kan deze uitgesteld worden. De wanden van enkelwandige betonnen drinkwaterconstructies dienen bij deze controle nog niet aangeaard te zijn.

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.

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 van ten minste een keer per tien jaar als algemeen uitgangspunt worden genomen. Als er wel een coating is toegepast, is die frequentie ten minste een keer per vijf jaar (een frequentie van een keer per twee jaar heeft de voorkeur).

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. In het geval van schades blijkt het doorgaans te gaan om lokaal optredende gebreken.

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 inspecties⁸. [NEN 2767-1](#) en [NEN 2767-2](#) geven voor het vaststellen van de conditie van betonnen constructies een goede methode weer.

⁸ 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.

Daarnaast geeft CUR-Aanbeveling [072](#) een onderverdeling in klassen van inspectie en schadeonderzoek, een en ander afhankelijk van de conditie van een betonnen constructie.

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 [072](#). In het geval na inspectie wordt besloten om aanvullend schadeonderzoek in te stellen naar aanwezig verborgen en/of toekomstige schade, wordt het uitvoeren van metingen⁹ 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.

⁹ Met metingen worden bedoeld betondekkingsmetingen, carbonatatiemetingen, potentiaalmetingen aan de wapening, chloridemetingen aan het beton en eventueel ultrasoonmetingen

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.

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 meetonnauwkeurigheid te worden vastgelegd.

5.4 Inspectie en schadeonderzoek

5.4.1 Inspectie

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.

Om de waterdichtheid aantoonbaar te kunnen inspecteren, kan de inwendige constructie worden gedroogd door toepassing van drogers en ventilatie. Als de betonconstructie handdroog is, kunnen de drogers worden uitgeschakeld en na een aantal dagen kan een visuele inspectie worden uitgevoerd op natte plekken. Aanvullend kan ervoor worden gekozen het dak en de wanden nat te sproeien om eventuele lekkage sneller te identificeren.

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 doorvoeringen¹⁰. Hierbij dient vooral aandacht te zijn voor lekkages, roestplekken, scheurvorming, scholvorming, aangetaste betonhuid, eventuele

¹⁰ Onder doorvoeringen worden verstaan het inspectieluik (inclusief opstand), doorvoeringen voor beluchting en ontluchting, doorvoeringen ten behoeve van de overstort en inlaat- en afvoerleidingen.

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.

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

Het doel van het onderzoek is om de oorzaak van de gebreken te achterhalen (en vervolgens weg te nemen, zie volgende paragraaf). 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, indicatievloeistof (indicator) ten behoeve van carbonatie-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

5.7.1 Kwaliteitsaspecten van de reparatie

Tijdens het onderhoud van een constructie dienen zo mogelijk en gewenst aanwezige (on)zichtbare schades en nadelige invloeden te worden weggenomen. In verband met de kwaliteit van het werk dienen reparaties aan de betonconstructies te worden uitgevoerd door bedrijven die in het bezit zijn van een certificaat afgegeven op basis van de [BRL 3201](#) (zie bijlage II) of gelijkwaardig. Deze Kiwa-beoordelingsrichtlijn verwijst naar de inmiddels vervallen CUR-Aanbevelingen 53, 54, 55 en 56. De CUR-aanbeveling [118](#) is daarvoor in de plaats gekomen. Reparaties kunnen ook worden uitgevoerd op basis van de normenserie NEN-EN 1504 (tien delen, zie bijlage I).

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

Ook gerepareerde delen dienen glad (en vlak) te zijn (zie § 3.2.3).

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.

5.7.2 Eigenlijke reparatie

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

5.7.2.1 Handmatig repareren

De reparaties dienen bij voorkeur te worden uitgevoerd conform CUR-Aanbeveling [118](#), of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 3.1 (tabel 1) en [NEN-EN 1504-3](#).

5.7.2.2 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 [118](#) 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.

5.7.2.3 Injecteren

Reparaties dienen bij voorkeur uitgevoerd te worden conform CUR-Aanbeveling [119](#) of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 1.5 (tabel 1) en [NEN-EN 1504-5](#).

5.7.2.4 Aangieten

Het aangieten dient bij voorkeur te gebeuren conform CUR-Aanbeveling [118](#) of conform [NEN-EN 1504-10](#) methode 3.2 (tabel 1).

5.7.2.5 Andere reparatiemethoden

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

5.7.3 Na reparatie

Na reparatiewerkzaamheden en voor de ingebruikneming van een constructie vindt opnieuw controle op lekkage en vervolgens reiniging en desinfectie plaats, zie [PCD 4-1](#) [5] en dan met name de subparagrafen 6.4.4 en 6.4.5.

5.7.4 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.

5.8 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 (oorspronkelijke editie)
Geldend vanaf 1 juli 2018: [Drinkwaterbesluit](#)
- [2] Staatscourant van 29 juni 2011: '[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)', nr. 11911, 18 juli 2011 (oorspronkelijke editie)
Staatscourant van 21 april 2017: '[technische aanpassingen 2017](#)', 1 juli 2017
Geldend vanaf 1 juli 2017: [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)
- [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. (2018): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 1: Algemeen*, Praktijkcode Drinkwater [PCD 4-1:2018](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein
- [6] Meerkerk, M.A., red. (2018): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 3: Metalen en kunststoffen*', Praktijkcode Drinkwater PCD 4-3:2018, 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

[22] Meerkerk, M.A. (2017): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 2: Beton*, Praktijkcode Drinkwater [PCD 4-2:2017](#), KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein

[23] Meerkerk, M.A., en Woerdt, D. van der (2018): 'Beoordelings-, toelatings- en certificatiebeleid voor in situ beton t.b.v. constructies voor de bereiding en opslag van drinkwater, vastgesteld in de vergadering van de Commissie van Deskundigen van 13 september 2018', KWR notitie over in situ beton namens de Contactgroep ATA Drinkwaterbedrijven (CAD), 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 december 2018. 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 206+NEN 8005:2017	Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit + Nederlandse invulling van NEN-EN 206	
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 1504-10:2017	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)	
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 normenserie met nationale bijlagen	Eurocode 1: Belastingen op constructies	Uitsluitend de relevante delen worden genoemd (delen die betrekking hebben op bijvoorbeeld verkeersbelastingen zijn buiten beschouwing gelaten).
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/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+A1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen: Stootbelastingen en ontploffingen	
NEN-EN 1991-3:2006	Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 3: Belastingen veroorzaakt door kranen en machines	Voor situaties waarin reservoirs met een ruimte voor de pompen (met daarin centrifugaalpompen en een kraanbaan) zijn geïntegreerd, is mogelijk ook deze norm relevant.
NEN-EN 1991-3:2006/C1:2012	idem	
NEN-EN 1991-3:2006/NB:2013	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-3 Eurocode 1 Belastingen op constructies – Deel 3: Belastingen veroorzaakt door kranen en machines	
NEN-EN 1991-4:2006	Eurocode 1 – Belastingen op constructies – Deel 4 : Silo's en opslagtanks	Deze norm is nuttig en belangrijk gebleken voor bepaalde specifieke berekeningen voor de waterdichtheid van en scheurvorming in reservoirs.
NEN-EN 1991-4:2006/C1:2012	idem	
NEN-EN 1991-4:2006/NB:2013	Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-4:2006 Eurocode 1 Belastingen op constructies – Deel 4: Silo's en opslagtanks	
NEN-EN 1992 normenserie met nationale bijlagen	Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies	Deel 2 van de normenserie heeft betrekking op bruggen en is in dit overzicht dus niet opgenomen.
NEN-EN 1992-1-1:2005	Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011	idem	

NEN-EN 1992-1-1:2005/A1:2015	idem	
NEN-EN-1992-1-1:2005/C2:2010	idem	
NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1+C2 Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen	
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011	Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand	
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/C11:2017	idem	
NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-1-1 Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-2: Algemene regels – Ontwerp en berekening van constructies bij brand	
NEN-EN 1992-3:2006	Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen	Deze norm is nuttig en belangrijk gebleken voor bepaalde specifieke berekeningen voor de waterdichtheid van en scheurvorming in reservoirs.
NEN-EN 1992-3:2006/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-3 Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen	
NEN-EN 1997 normenserie met nationale bijlagen	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp	
NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels	NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016 bevat de vertaling in het Nederlands van NEN-EN 1997-1:2005 waarin het correctieblad C1:2009 en het wijzigingsblad A1:2013 zijn verwerkt, en heeft dezelfde status als de officiële versies (Duits, Engels en Frans)
NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016/NB+C1:2018	Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels	
NEN-EN 1997-2:2007	Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving	
NEN-EN 1997-2:2007/C1:2010	idem	
NEN-EN 1997-2:2007/NB:2011	Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-2 Eurocode 7 Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving (inclusief C1:2010)	
NEN 2767-1:2017	Conditiemeting gebouwde omgeving – Deel 1: Methodiek	
NEN 2767-2:2008	Conditiemeting van bouw- en installatiedelen – Deel 2: Gebrekenlijsten	

NEN-EN-ISO 7027-1:2016	Water – Bepaling van de troebelheid	
NEN-EN-ISO 7887:2012	Water – Onderzoek en bepaling van de kleur	
NEN 8670:2018 Ontw.	Aanvullende voorschriften bij NEN-EN 13670: Het vervaardigen van betonconstructies	Vooralsnog is er uitsluitend het ontwerp van een norm.
NEN 9997-1+C2:2017	Geotechnisch ontwerp van constructies – Deel 1: Algemene regels	
NEN-EN 12620:2002+A1:2008	Toeslagmateriaal voor beton	
NEN-EN 13670:2009	Het vervaardigen van betonconstructies	
NEN-EN 14944-2 (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 14944-3:2007	Invloed van cementeuse producten op water bestemd voor menselijke consumptie – Beproevingsmethoden – Deel 3: Migratie van bestanddelen uit fabrieksmatig vervaardigde cementeuse producten	
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 Relevante Kiwa-beoordelingsrichtlijnen

Hieronder is een overzicht opgenomen van beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van certificatie-instelling Kiwa Nederland B.V. waarnaar in deze praktijkcode wordt verwezen, met als peildatum 1 april 2019. De richtlijnen zijn op nummer geordend. In de laatste kolom van dit overzicht zijn hyperlinks opgenomen naar op basis van een BRL gecertificeerde bedrijven.

Nummer beoordelings- of uitvoeringsrichtlijn (BRL of URL)	Titel beoordelings- of uitvoeringsrichtlijn (BRL of URL)	Onderliggende certificaten
BRL 1801	Betonmortel	gecertificeerde bedrijven 1801
BRL 1803	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 en producten 19002
BRL-K19004	Het appliceren van beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drink- en afvalwatertoepassingen	gecertificeerde bedrijven 19004

Bijlage III Relevante CUR-Aanbevelingen en -rapporten

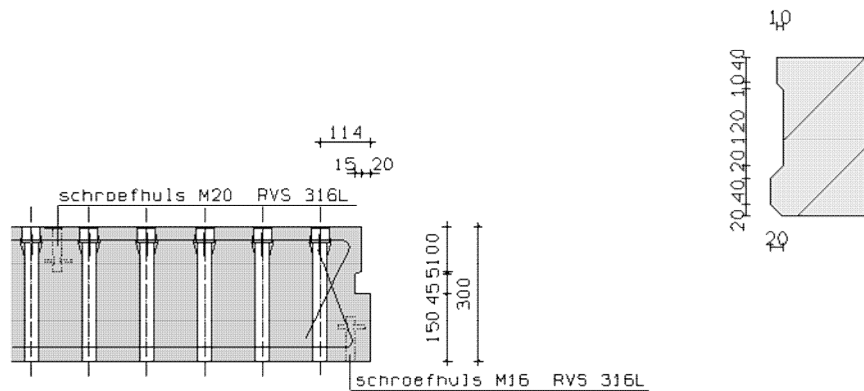
De navolgende CUR-Aanbevelingen en -rapporten zijn bij deze praktijkcode betrokken:

CUR-Aanbeveling of -rapport ¹¹ , nummer (hyperlink)	Titel
024	Krimparme cementgebonden mortels
072	Inspectie en onderzoek van betonconstructies
089	Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silica reactie (ASR)
100	Schoonbeton – Specificatie, uitvoering en beoordeling van betonoppervlakken waaraan esthetische eisen worden gesteld
118	Specialistische instandhoudingstechnieken – repareren van beton
119	Specialistische instandhoudingstechnieken –Vullen en injecteren van scheuren, naden en holle ruimten in beton
AC 85	Scheurvorming door krimp en temperatuurwisseling in wanden
AC 90	Reparaties van betonconstructies; Deel 1: Vervangen of repareren van beschadigde constructies
AC 91	Reparaties van betonconstructies; Deel 2: Pleisteren, aanstorten, spuiten
AC 110	Reparaties van betonconstructies; Deel 3: Reparatie en bescherming door middel van kunstharsen

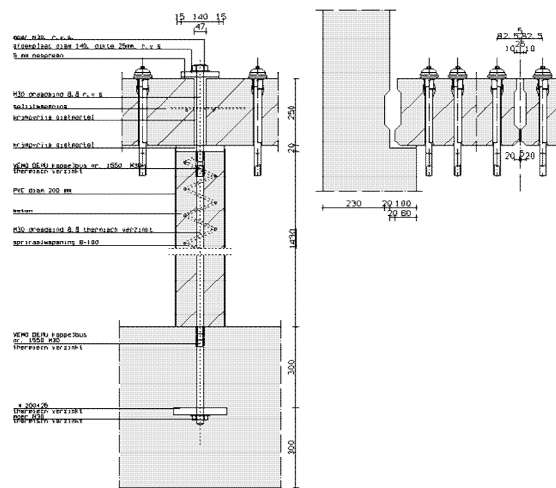
¹¹ Rapporten kunnen worden besteld bij Stichting CURNET, Postbus 420, 2800 AK GOUDA.

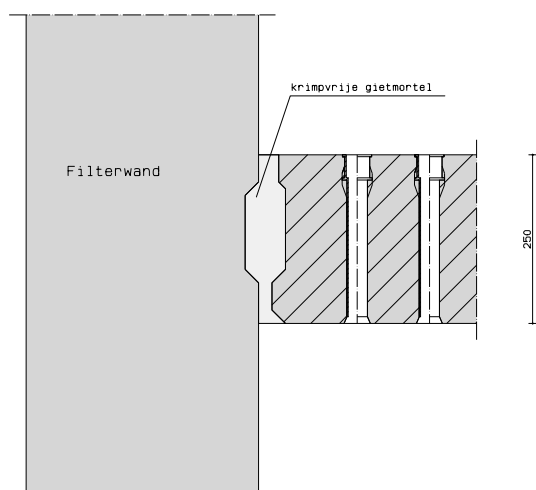
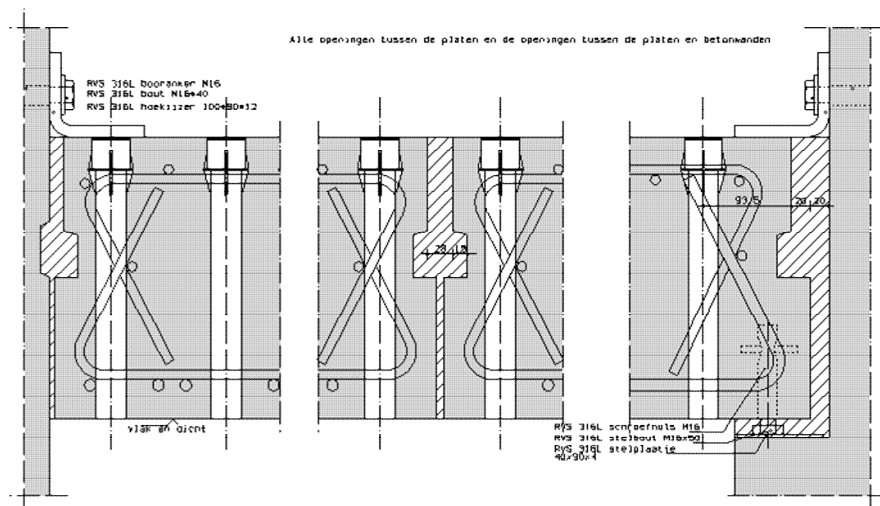
Bijlage IV Filterbodemplaten

Voorbeelden van bevestigingsmogelijkheden van betonnen filterbodemplaten.



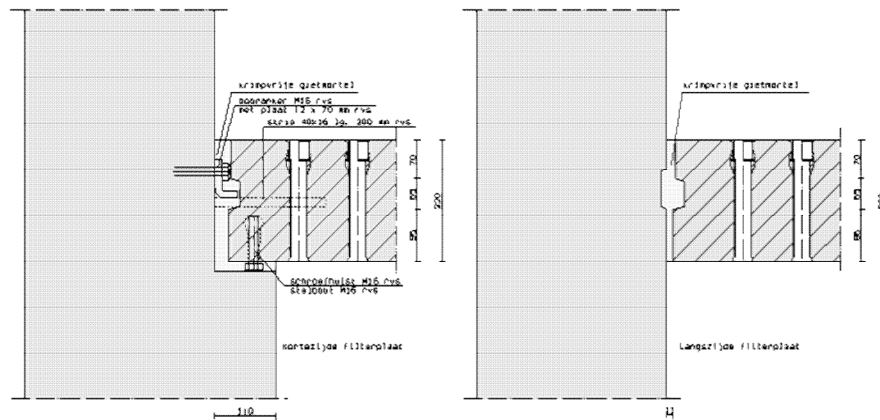
Verankering filterbodemplaat:





20

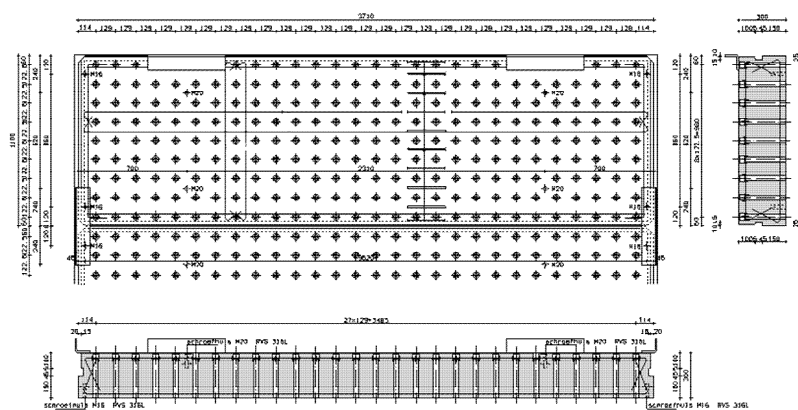
Filterbodemplaten alleen op de kolommen verankeren, niet aan wanden.
Filterbodemplaten zijn zelfdragend. Lengte plaat, filter lengte.
Breedte tussen de 1000 en 1700 mm.



filterbodemolaten op de talonnen verankeren

Filterbodemplaten aan de langzijde alleen dichtzetten

Falsterbodemplaten zijn zelfdragend, langte plaat, falster lengte, Breedte tussen de 1980 en 1700 mm.



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

Bijlage 1 Bestekomschrijving beton en wapening

Bijlage 2 Bestekomschrijvingen

Bijlage 3 Bouwkundige tekeningen

Bijlage 4 Constructietekeningen

Bijlage 5 Overzichtstekening schades drinkwaterberging

Bijlage 6 Reactie PAD

Bijlage 7 Correspondentie met PAD en KIWA inzake KIWA-ATA

Bijlage 8 Rapport werken in gebouwen en/of ruimtes

Bijlage 9 Rapport GMB (Garantie Certificaat Drinkwaterbergingen)

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. Het fotomateriaal in deze bijlage is bedoeld als voorbeeld en/of referentiemateriaal bij het beschrijven van schadebeelden.

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 5 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 6 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, de mate daarvan en zo mogelijk de oorzaak;
- of er sprake is van egale roestvorming of putcorrosie;
- aanwezigheid van roestplekken in het beton of aanwezigheid van roest alleen op de wapening.



Foto 7 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 8 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 9 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 (zie ook bijlage VIII).



Foto 10 Oppervlakteruwheid beton.

Biofilmvorming

Bij biofilmvorming¹² 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 11 Biofilmvorming ter plaatse van vloer-wand aansluiting.

¹² 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 12 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 13 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 14 Beschadigde coating en corrosie aan ingestorte stalen doorvoer.



Foto 15 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.

Schade door oplossing van kalksteen uit het beton (aantasting door agressief water)

Bij aantasting door agressief water dient ten minste het volgende te worden bepaald:

- de plaats van de schade;
- de parameters ter hoogte van de plaats van de schade;
- de omschrijving van het schadebeeld;
- de afmetingen van de schade (diepte van de aantasting);
- de stevigheid (hechting, al dan niet start van verzanding) van de nog niet aangetaste vlakken.



Foto 16 Aangetaste beluchtingstrap.

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.

Bijlage VII Samenvatting van het beoordelings-, toelatings- en certificatiebeleid voor in situ beton t.b.v. constructies voor de bereiding en opslag van drinkwater

Producten, materialen en middelen die in contact (kunnen) komen met drinkwater of het daarvoor bestemde water dienen conform [artikel 19 en artikel 20 van het Drinkwaterbesluit](#) [1] te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële ‘[Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#)’ [2]. De publiekrechtelijke regelgeving ten behoeve van constructies uit in situ beton voor (drink)water kan volgens de onderstaande tekst worden samengevat. Voor een gedetailleerde onderbouwing dan wel uitwerking daarvan wordt verwezen naar de betreffende notitie van de Commissie van Deskundigen.

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 regulators 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. Op basis daarvan is door de Nederlandse drinkwatersector het bijgaande voorstel geschreven, dat als volgt kan worden samengevat.

- De receptuur van ‘drinkwaterbeton’ bestaat uitsluitend uit in de common approach geaccepteerde stoffen (volgens de [positieve lijst](#), zonder MTC, de ‘Maximum Tolerable Concentration’):
 - o Cementen volgens de norm [NEN-EN 197-1:2011](#) ‘Cement – Deel 1: Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten’ (waarnaar de norm [NEN-EN 206+NEN 8005:2017](#) ‘Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit + Nederlandse invulling van NEN-EN 206’ verwijst), waarbij portlandcement (CEM I) en hoogovencement (CEM III) de voorkeur hebben. Het zou de voorkeur hebben om bij de productie van het cement geen maalhulpmiddel toe te passen, maar doorgaans gebeurt dit wel. De bewuste stof(fen) dient/dienen voor te komen op de [positieve lijst](#), bij voorkeur zonder MTC.
 - o Calciumcarbonaat (kalksteenmeel) als vulstof
 - o Zand en grind volgens de norm [NEN-EN 12620:2002+A1:2008](#) ‘Toeslagmateriaal voor beton’
 - o Drinkwater of bronwater volgens de norm [NEN-EN 1008:2002](#) ‘Aanmaakwater voor beton – Specificatie voor monsterneming, beproeving en beoordeling van de geschiktheid van water, inclusief spoelwater van reinigingsinstallaties in de betonindustrie, als aanmaakwater voor beton’

- o Hulpstoffen:
 - Polycarboxylaat als superplastificeerder;
 - natriumgluconaat, tetrakaliumpyrofosfaat of polycarboxylaatethers als vertrager.
- o Vaststellen toelaatbaarheid:

De toelaatbaarheid van het drinkwaterbeton is geborgd door (i) de toepassing van de bovenstaande receptuur die geheel voldoet aan de common approach waarnaar de Regeling verwijst of (ii) moet worden aangetoond door middel van onderzoek (met door de beton fabrikant te vervaardigen proefstukken¹³), dat bestaat uit:

 - organoleptische aspecten: onderzoek naar de migratie van stoffen in verband met geur, smaak, kleur, troebelingsgraad en foaming;
 - toxicologische aspecten: onderzoek naar de migratie van 10 zware metalen en TOC, en eventueel een of meer stoffen van het maalhulpmiddel (bij een gehalte vanaf 0,2% maalhulpmiddel in het cement);
 - Ten aanzien van microbiologische aspecten heeft de Commissie van Deskundigen het standpunt ingenomen in situ beton vooralsnog vrij te stellen van testen.
- De toelaatbaarheid van de bovenstaande receptuur zal worden aangetoond door middel van een eenmalig laboratoriumonderzoek met proefstukken in een praktijksituatie qua samenstelling.
- Als de toelaatbaarheid is aangetoond, wordt een certificatie-traject door de erkende certificatie-instelling volgens de [Regeling](#) uitgevoerd, waarbij onder meer de toepassing van de receptuur wordt gecontroleerd.

Hiermee ontstaat het zogenaamde drinkwaterbeton met een gedefinieerde samenstelling, dat kan worden toegepast als in situ beton bij een specifiek project. In het kader van het certificatie-traject van een toelaatbaar geacht drinkwaterbeton in het kader van een specifiek project zal de betoncentrale worden ge-audit. Daarbij worden proefstukken geprepareerd, die in beginsel niet worden onderzocht. Zij worden geparkeerd voor het geval er bij of na de ingebruikneming van een constructie problemen zouden blijken te zijn ten aanzien van de waterkwaliteit.

Met de voorgestelde aanpak kan wellicht worden voorkomen dat tijdens een bouwtraject onder tijdsdruk in situ beton zonder die vereiste kwaliteitsverklaring wordt gestort. Mocht bij een project worden besloten om een andere samenstelling te kiezen dan het genoemde drinkwaterbeton, dan dient het volledige traject van toelaatbaarheid en certificatie volgens de [Regeling](#) te worden gegaan voordat beton mag worden gestort.

Overige materialen en middelen

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

¹³ Wellicht moet hierbij de erkende certificatie-instelling als onafhankelijke partij een (toezichthoudende) rol spelen.

Bijlage VIII Oppervlakteafwerking van beton voor watervoerende delen

Hieronder zijn eisen benoemd vanuit zowel esthetisch als hygiënische oogpunt. Daar waar die met elkaar in tegenspraak zijn, is de strengste eis van toepassing.

Eisen betonoppervlak vanuit esthetisch oogpunt

CUR-Aanbeveling [100](#), klasse B en [NEN-EN 13670:2009](#) ([NEN 8670:2018 Ontw.](#), klasse B) worden als leidraad gebruikt. Minimaal gelden de volgende eisen:

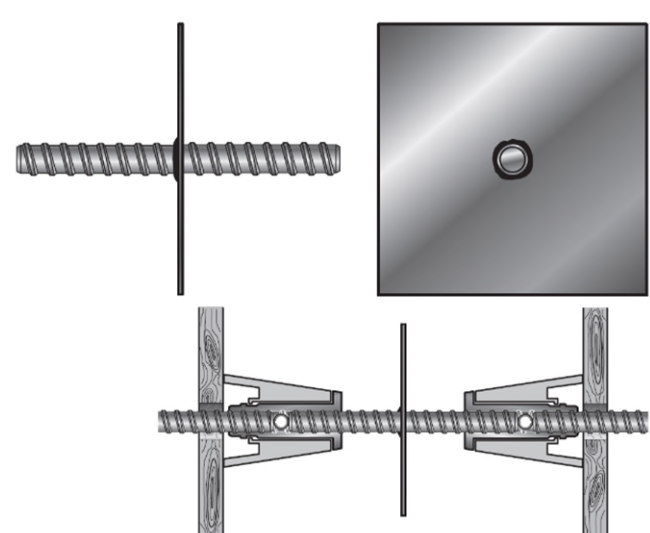
- Kleurconstantheid: maximaal één grijs tint verschil volgens bijlage A van CUR-Aanbeveling [100](#) 'Schoonbeton';
- Oppervlakteafwerking: glad zonder nabewerking met gelijkheid van oppervlak;
- Aftekening grindnesten: niet acceptabel;
- Aftekening stortlagen: niet acceptabel;
- Aftekening zandstrepen: niet acceptabel;
- Aftekening stortresten: niet acceptabel;
- Aftekening roeststrepen: niet acceptabel;
- Aftekening structuur bekisting: niet acceptabel;
- Aftekening patroon wapening: niet acceptabel;
- Aftekening dekking standhouder: niet acceptabel;
- Patroon spijkers/schroeven: niet acceptabel;
- Plaatselijke oneffenheden door bekisting: < 2 mm;
- Wisseling in bekistingsmateriaal: < 1 mm;
- Afwijkingen van de vlakheid van gehele oppervlakken in mm:
 - o Onder 0,4 m lange rei: < 2 mm;
 - o Onder 2 m lange rei: < 3 mm;
 - o Bij grote onderdelen per m²: < 1,5 mm;
 - o Maximum over totale oppervlak: 10 mm;
 - o Maatafwijkingen bij hoeken: < 2 mm (zodanig dat geen nadere bewerking van de profilering nodig is);
- Luchtbellen: gedeelten van meer dan 1000 mm²/m² zijn niet toelaatbaar en gedeelten van 3000 mm²/10 m² zijn niet toelaatbaar.

Eisen betonoppervlak watervoerende delen vanuit hygiënisch perspectief (te gebruiken als afkeurnorm bij inspecties bestaande constructies)

- Holtes zijn maximaal 0,5 cm³;
- De diepte van de holte is kleiner dan 5 keer de diameter van de holte;
- Geen grindnesten;
- Geen holtes door corrosie van wapening;
- Geen holtes door corrosie van ingestorte muurstukken en appendages;
- Geen overmatig grind en/of zandafgifte uit het beton;
- Geen structurele uitwassing van het betonoppervlak meer dan 5 mm met kans op loskomen van toeslagmaterialen (grind);
- Geen loskomende delen van beton en/of corrosiedeeltjes door corrosie van de wapening en/of kistvervuiling;
- Geen onafgewerkte of zachte poreuze conusvullingen;

- Geen afwijkingen waar vuil achterblijft;
- Geen vervuild betonoppervlak door achtergebleven houten bekistingdelen;
- Geen watervoerende scheuren.

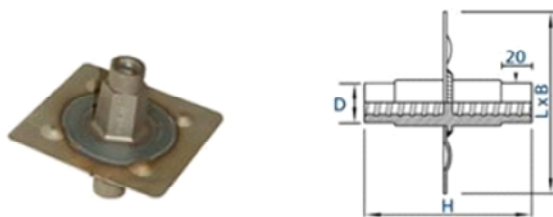
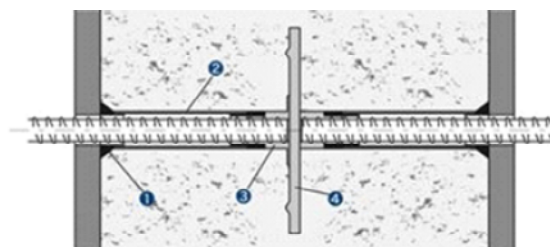
Bijlage IX Centerpennen



Figuur 2 Verloren centerpen met opgelaste waterkering (bron: firma Hakron).

1. Voorzetconus 22/10
2. PVC of vezelbetonbuis Ø 22 inwendig
3. PE-verloopstuk Ø 26 naar Ø 22
4. Waterslot type S

(Samenstelling voor een centerpen CP 15)



Figuur 3 Waterslot voor herwinbare centerpen (bron: Plakagroep).



Foto 17 Dichtingsring uit zwelmateriaal op centerpenhuls (foto Pidpa).

Bijlage X Ontwerpgebieden toeslagmaterialen

Ontwerpgebieden zijn opgenomen in de 'Betonpocket online - Editie 2016', zie https://www.mebin.nl/system/files_force/assets/document/betonspecie_en_verhardend_beton.pdf?download=1, pagina 130 tot en met 132, en ook http://www.betonlexicon.nl/library/beton_lexicon_files/216.jpg

Ontwerpgebieden voor 0/8; 0/11; 0/16; 0/22 en 0/32

