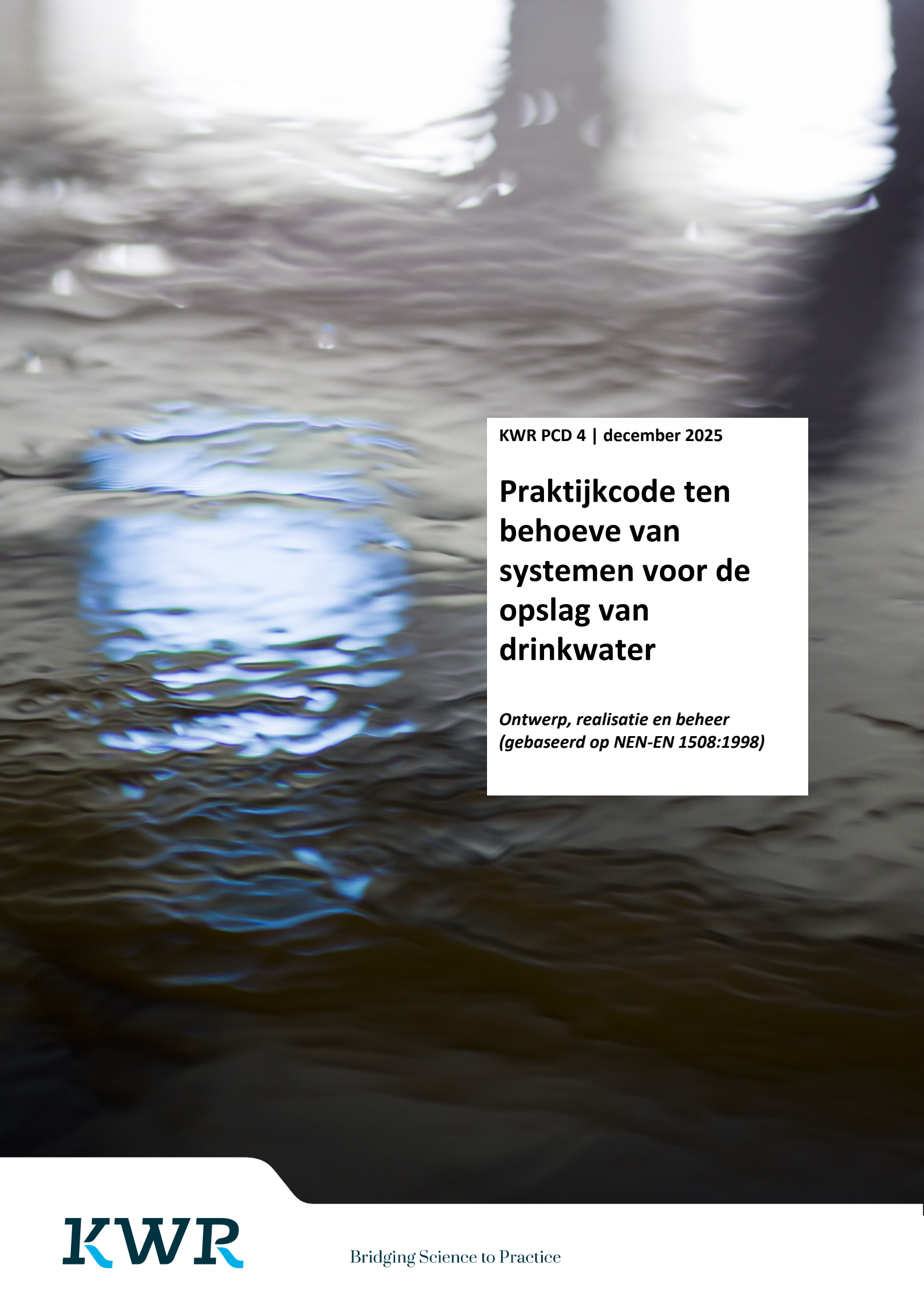




KWR PCD 4 | december 2025

Praktijkcode ten behoefte van systemen voor de opslag van drinkwater

*Ontwerp, realisatie en beheer
(gebaseerd op NEN-EN 1508:1998)*

Praktijkcode ten behoeve van systemen voor de opslag van drinkwater

Ontwerp, realisatie en beheer (gebaseerd op NEN-EN 1508:1998)

KWR | PCD 4 | december 2025

Opdrachtgever

Platform Bedrijfsvoering

Auteur

M.A. Meerkkerk (red.)

Jaar van publicatie
2026

Meer informatie
Martin Meerkkerk
T (030)60 69 566
E Martin.Meerkkerk@kwrwater.nl

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511
F +31 (0)30 60 61 165
E info@kwrwater.nl
I www.kwrwater.nl

KWR

KWR PCD 4 | december 2025 ©

Alle rechten voorbehouden aan KWR. Niets uit deze uitgave mag - zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van KWR - 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.

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 handelswijze' 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 doorgaans opgesteld in opdracht van het Platform Bedrijfsvoering, waarin vertegenwoordigers van alle Nederlandse drinkwaterbedrijven en het Vlaamse bedrijf Pidpa participeren. Ook in opdracht van andere gremia kunnen praktijkcodes worden opgesteld. 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 Water 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 Water 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 ingevuld door een vertegenwoordiger van de drinkwaterbedrijven; KWR Water Research Institute vervult het secretariaat en rapporteert de voortgang aan de Begeleidingsgroep Praktijkcodes. Soms maken drinkwaterbedrijven gebruik van de mogelijkheid om zich als agendalid van een projectgroep te laten registreren.

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

Openbaarheid

Praktijkcodes Drinkwater zijn openbaar. Een actueel overzicht van alle praktijkcodes is te vinden op 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 uitgangspunt. Als actualisatie niet gewenst of noodzakelijk blijkt te zijn, wordt een praktijkcode in principe opnieuw voor een periode van vijf jaar vastgesteld.

¹ Beide omschrijvingen zijn afkomstig uit 'Van Dale'.

Voorwoord

Editie

Dit is de zevende editie van deze praktijkcode. De volledige zesde editie daarvan [16] is (bij herhaling) kritisch doorgenomen en een en ander heeft geleid tot de volgende, belangrijkste wijzigingen.

- Diverse civieltechnische aspecten zijn aangevuld en/of verbeterd, mede op basis van ervaringen van drinkwaterbedrijven in de achterliggende jaren.
- Indien van toepassing is zowel de relevante publiek- als privaatrechtelijke regelgeving geactualiseerd, waaronder zaken op het gebied van leveringszekerheid.
- In plaats van het geven van een opsomming van de technische mogelijkheden zijn in deze editie zo veel mogelijk aanbevelingen gedaan voor een bepaalde aanpak.
- Met betrekking tot de constructie en inrichting van het dak van reservoirs zijn de verschillende mogelijkheden (al dan niet aangeaard en geïsoleerd) verduidelijkt.
- Er is aanvullend en/of verbeterd fotomateriaal opgenomen.
- In het algemeen zijn de puntjes op de i gezet.

De praktijkcode nu expliciet is gebaseerd op een bovenliggende Europese norm, wat ook in de subtitel is aangegeven. De 'overeenkomst' tussen de indeling van die norm en de praktijkcode blijkt ook uit de titels van hoofdstukken en paragrafen die een combinatie van de Engelse tekst volgens de Europese norm en Nederlandse tekst bevatten (gescheiden door een '/'). Extra paragrafen of onderdelen daarvan (dat wil zeggen paragrafen die in de Europese norm niet voorkomen) zijn uitsluitend in het Nederlands weergegeven. Niet nader uitgewerkte paragrafen (dat wil zeggen waarbij uitsluitend de titel is vermeld) zijn voor de Nederlandse en Vlaamse situatie als niet-relevant beschouwd. Verder begint ieder onderdeel van deze praktijkcode (hoofdstuk, paragraaf, et cetera) met de (grijs gemarkeerde) tekst uit de Europese norm, om de uitwerking van de Europese norm naar de nationale regelgeving expliciet te laten blijken.

Voor wat betreft de bovenliggende Europese norm gaat het om de norm NEN-EN 1508:1998

'Drinkwatervoorziening – Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water' van 1 november 1998.

Binnen het Europese normalisatie-instituut CEN is deze norm in de achterliggende circa twee jaar herzien en sinds 1 oktober 2025 is de norm NEN-EN 1508:2025 van kracht. De voorliggende praktijkcode kan op basis daarvan opnieuw worden herzien (in een volgend traject).

Begrippen

De in deze praktijkcode gehanteerde begrippen met hun bijbehorende omschrijving en afkortingen met de bijbehorende betekenis zijn opgenomen hoofdstuk 3 (overeenkomstig de Europese norm). Daarbij wordt in sommige gevallen geciteerd uit de vigerende wet- en regelgeving. In Bijlage I wordt uitleg gegeven aan enkele technische aspecten uit deze praktijkcode. Algemene begrippen op het gebied van drinkwater zijn (tevens) te vinden op de webpagina Begrippenlijst - Praktijkcodes Drinkwater van de website www.PraktijkcodesDrinkwater.nl²

Het 'voor de menselijke consumptie bestemde water' (doorgaans gehanteerd in de Europese en nationale regelgeving) is in deze praktijkcode gemakshalve omschreven als '(drink)water'.

² In dit document zijn enkelvoudig onderstreepte zaken van een hyperlink voorzien, bij dubbel onderstreepte zaken gaat het om het leggen van nadruk.

Regelgeving in Duitsland

Doorgaans is de Duitse regelgeving op het gebied van de drinkwatervoorziening van een gedegen kwaliteitsniveau, mede omdat daarin van de stand der techniek wordt uitgegaan. Daarom zijn die werkbladen of een of meer onderdelen daarvan ter informatie bij specifieke onderdelen van deze praktijkcode genoemd, zodat die desgewenst door drinkwaterbedrijven kunnen worden geëvalueerd op bruikbaarheid voor de Nederlandse of Vlaamse situatie. Reeds hier wordt het DVGW-werkblad W 316 [34] genoemd. Daarin zijn kwaliteitscriteria en –eisen vastgelegd waaraan bij reservoirs betrokken bouwondernemingen en ontwerp bureaus moeten voldoen. Iets dergelijks is voor de situatie in Nederland en Vlaanderen niet bekend.

Samenstelling projectgroep

De samenstelling van de projectgroep die de herziening van deze praktijkcode heeft begeleid, is hieronder weergegeven. De deelnemers zijn per bedrijf in alfabetische volgorde vermeld.

(Drinkwater)bedrijf

Brabant Water
Dunea
Evides Waterbedrijf

KWR Water Research Institute
Oasen
Pidpa
PWN

Vitens
Waterbedrijf Groningen
Waternet
WMD Drinkwater
WML

Vertegenwoordiger(s)

Iris Luijters
Anton Ammerlaan
Patrick de Braber
Saskia Frijns
Martin Meerkerk (secretaris)
Patrick van Keulen
Geert Callaert
Koos Schoenmaker (voorzitter)
Sunny Lam
Leonhard Schoot Uiterkamp
Feitse Krekt
Ewoud de Jong Posthumus
geen
Gerard Vaessen

Vaststelling praktijkcode

Deze praktijkcode is vastgesteld door de Begeleidingsgroep Praktijkcodes in de vergadering van 11 december 2025.

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 Water Research Institute: pcd@kwrwater.nl. Indien van toepassing zal een en ander worden gebruikt als input voor een volgende editie van het document.

Inhoud

Inhoud	6
1 Scope/Onderwerp	10
2 Normative references/Normatieve verwijzingen	12
3 Definitions/Begrippen en definities	13
3.1 Capacity/Capaciteit	13
3.2 Compartment/Compartiment	13
3.3 Control building/Controlegebouw	13
3.4 Designer/Ontwerper	13
3.5 Elevated reservoir/Hoogreservoir	14
3.6 Rehabilitation/Renovatie	14
3.7 Repair/Reparatie	14
3.8 Reservoir/Reservoir	14
3.9 Service reservoir/Drinkwaterreservoir	14
3.10 Water demand/Watervraag	15
3.11 Watertightness/Waterdichtheid	15
3.12 Overige relevante begrippen en afkortingen	18
4 Application of standards and regulations/Toepassing van normen en regelgeving	19
4.1 Leveringszekerheid	19
4.2 Producten ten behoeve van opslagsystemen voor (drink)water	19
4.2.1 Cementgebonden materialen (beton)	20
4.2.2 Metalen	21
4.2.3 Kunststoffen	22
4.2.4 Overig	23
4.3 Lozen van afvalwater	23
4.4 Waterkwaliteitsbeoordeling	23
4.5 Veilig werken	23
5 General requirements/Algemene eisen	24
5.1 General/Algemeen	24
5.1.1 Functions/Functies	24
5.1.2 Decision criteria and system configuration/Uitgangspunten en systeem configuratie	28
5.2 Functional requirements/Functionele eisen	32
5.2.1 Functional requirements – Water quality/Functionele eisen – Waterkwaliteit	32
5.2.2 Functional requirements – Operation/Functionele eisen – Bedrijfsvoering	37

6	Design requirements/Ontwerpeisen	52
6.1	Watertightness/Waterdichtheid	52
6.2	Structural design/Structureel ontwerp	56
6.2.1	General/Algemeen	56
6.2.2	Limit states/Grenstoestanden	57
6.2.3	Actions/Belastingen	57
6.3	Further provisions/Overige bepalingen	60
6.3.1	Stress analysis/Analyse van spanningen	60
6.3.2	Stress analysis – Construction/Analyse van spanningen – Constructie	61
6.3.3	Stress analysis – Water towers/Analyse van spanningen – Watertorens	61
6.3.4	Crack width/Scheurwijdte	61
7	General requirements for product standards/Algemene eisen voor normen voor producten	63
7.1	Introductie certificatie	63
7.1.1	Algemeen	63
7.1.2	Certificatie van producten en processen ten behoeve van de drinkwatervoorziening	64
7.1.3	Gezondheidskundige aspecten	64
7.2	Technische uitgangspunten voor beton	64
7.2.1	Grond- en hulpstoffen	64
7.2.2	Gespecificeerde betoneigenschappen	65
7.3	Betonnen constructies	67
7.3.1	Algemeen	67
7.3.2	Werkvloeren	67
7.3.3	Bekistingen en ondersteuning	67
7.3.4	Aanbrengen van wapening	68
7.3.5	Filterbodemplaten	68
7.3.6	Het verwerken van betonspecie	68
7.3.7	Onderbreken en hervatten van betonstorten	69
7.3.8	Afwerken van betonspecie	69
7.3.9	Ontkisten	70
7.3.10	Nabehandeling van beton	70
7.3.11	Afwerken van centerpengaten	70
7.3.12	Reparatie van gebreken in het beton	70
7.4	Metalen constructies	70
7.4.1	Staal	70
7.4.2	RVS	71
7.5	Panelen, folies en coatings	71
7.5.1	Panelen	71
7.5.2	Folies	71
7.5.3	Coatings	71
8	Checks, testing and commissioning/Controles, beproevingen en ingebruikneming	72
8.1	General considerations/Algemene overwegingen	72

8.1.1	General/Algemeen	72
8.1.2	Hygiene/Hygiëne	72
8.1.3	Safety of personnel/Veiligheid van personeel	73
8.2	Checks for movement/Controles op bewegingen	74
8.3	Watertightness tests/Beproeven op waterdichtheid	74
8.3.1	Principles/Principes	74
8.3.2	Walls and floors/Wanden en vloeren	74
8.3.3	Roofs/Daken	75
8.3.4	Test report/Beproeversrapport	77
8.4	Cleaning and disinfection/Reiniging en desinfectie	77
8.4.1	Cleaning/Reiniging	77
8.4.2	Disinfection/Desinfectie	78
8.4.3	Water quality clearance/Waterkwaliteitsbeoordeling	79
8.4.4	Record/Vastleggen van resultaten	80
8.5	Commissioning/Ingebruikneming	80
8.5.1	Water quality/Waterkwaliteit	80
8.5.2	Operations/Bedrijfsvoering	80
9	Operational requirements/Aan de bedrijfsvoering te stellen eisen	81
9.1	Introduction/Introductie	81
9.1.1	General/Algemeen	81
9.1.2	Monitoring/Monitoring	81
9.1.3	Inspection/Inspectie	82
9.1.4	Operating manual/Handleiding voor de bedrijfsvoering	89
9.2	Maintenance/Onderhoud	91
9.3	Cleaning and disinfection/Reiniging en desinfectie	92
10	Rehabilitation and repair requirements/Eisen voor renovatie en reparatie	93
10.1	Introduction/Introductie	93
10.2	Survey/Inspectie	93
10.3	Prevention of contamination/Preventie voor verontreiniging	93
10.4	Return to service/Opnieuw in gebruik nemen	94
11	Literatuur	95
I	Toelichting op enkele technische aspecten	99
II	Gebruiksaanwijzing Excel spreadsheet berekening capaciteit	101
III	Desinfectie van reservoirs	104
IV	Voorbeelden van alarmeringen	106
V	Voorbeeld van schematische weergave van reservoirs	112
VI	In deze praktijkcode genoemde en daarvoor relevante normen	114
VII	Voorbeeld van de realisatie van het dak van een reservoir zonder gronddek	119
VIII	Regelgeving lozen afvalwater	120
IX	Breekplaat	122

X	Toegangsluiken	123
XI	In deze praktijkcode genoemde en daarvoor relevante Kiwa-beoordelingsrichtlijnen	124
XII	In deze praktijkcode genoemde en daarvoor relevante CUR-Aanbevelingen en -rapporten	125
XIII	Filterbodemplaten	126
XIV	Overzicht van overige documenten/publicaties op het gebied van de opslag van drinkwater	130
XV	Beschrijving schadebeelden	132
XVI	Samenvatting van het beoordelings-, toelatings- en certificatiebeleid voor in situ beton ten behoeve van constructies voor de bereiding en opslag van drinkwater	141
XVII	Oppervlakteafwerking van beton voor watervoerende delen	143
XVIII	Centerpennen	144
XIX	Ontwerpgebieden toeslagmaterialen	145

1 Scope/Onderwerp

NEN-EN 1508

This standard specifies and gives guidance on:

- *General requirements for storage of water outside consumers' buildings, including service reservoirs for potable water and reservoirs containing water not for human consumption at intake works of within treatment works, excluding those that are part of the treatment process;*
- *Design;*
- *General requirements for product standards;*
- *Requirements for checks, testing and commissioning;*
- *Operational requirements;*
- *Requirements for rehabilitation and repair.*

The requirements of this standard are applicable to:

- *The design and construction of new reservoirs;*
- *The extension and modification of existing reservoirs;*
- *Significant rehabilitation of existing reservoirs.*

NOTE 1: It is not intended that existing reservoirs are to be altered to comply with this standard, provided that there are no significant detrimental effects on water quality.

NOTE 2: This standard does not apply to reservoirs formed by the building of dams or the use of lakes for water storage purposes.

Het gaat in deze praktijkcode om alle reservoirs die vallen onder de verantwoordelijkheid van een drinkwaterbedrijf en die zijn bedoeld voor de opslag van drinkwater of het daarvoor bestemde water. Het document is dus ook toepasbaar voor opslagsystemen van halffabricaat drinkwater.

Watertorens

In Nederland en Vlaanderen worden weliswaar geen nieuwe watertorens meer gebouwd (zie subparagraaf 6.3.3), maar nog in gebruik zijnde watertorens worden wel geëxploiteerd door de drinkwaterbedrijven.

Constructies in de drinkwaterbereiding

Deze praktijkcode kan ook worden toegepast voor andere constructies ten behoeve van de bereiding van drinkwater, bijvoorbeeld filterbakken en opslagsystemen voor spoelwater. Aan dergelijke (betonnen) constructies worden soms vergelijkbare eisen gesteld als aan die voor reservoirs voor (drink)water.

Nieuwe en bestaande reservoirs

De praktijkcode is primair bedoeld voor de nieuwbouw van reservoirs. In het geval van renovatie wordt geadviseerd om de praktijkcode te volgen waar dat mogelijk is.

Waterslagketels

Er bestaan ook 'waterslagketels' (ook aangeduid als 'windketels' of 'hydrofoorinstallaties'). Deze zijn opgesteld bij zogeheten reinwater- en distributiereservoirs (zie hoofdstuk 3), en zijn bedoeld voor het opvangen van waterslag [17, 29, 31]. In tegenstelling tot reservoirs voor drinkwater werden waterslagketels in het verleden niet (continu) doorstroomd. Nieuwe waterslagketels worden doorgaans wel doorstromend ontworpen en gebouwd, met het doel voortdurend te verversen en de stilstand van water te voorkomen. Omdat het bij waterslagketels gaat om een

‘voorraad’ drinkwater met een andere doelstelling dan die van reservoirs, zijn die in dit document niet meegenomen. Waterslagketels zijn onderdeel van de praktijkcode [PCD 1-4](#) [7]. Voor de bouw, de bedrijfsvoering en het beheer van waterslagketels wordt in die praktijkcode wel verwezen naar relevante onderdelen van de hoofdstukken 5 en 6 van een eerdere editie van de voorliggende praktijkcode (Deel 1 [31]), die betrekking hebben op de realisatie van reservoirs respectievelijk operationele aspecten.

2 Normative references/Normatieve verwijzingen

NEN-EN 1508

This European Standard incorporates by dated or undated reference, provisions from other publications. These normative references are cited at the appropriate places in the text and the publications are listed hereafter. For dated references, subsequent amendments to or revisions of any of these publications apply to this European Standard only when incorporated in it by amendment or revision. For undated references the latest edition of the publication referred to applies.

Een overzicht van de nationale, Europese en mondiale normen waarnaar in deze praktijkcode wordt verwezen, is opgenomen in Bijlage VI. Om die reden komen de normen niet voor in het onderdeel 'Literatuur' (hoofdstuk 11) en zijn er in de tekst (dus) geen verwijzingen opgenomen. Via hyperlinks naar de website van een van de normalisatie-instituten (NEN (nationaal), CEN of ISO (Europees respectievelijk mondiaal)) kan informatie over de betreffende normen worden ingezien.

3 Definitions/Begrippen en definities

NEN-EN 1508

For the purposes of this standard, the following definitions apply.

In de eerste elf paragrafen van dit hoofdstuk worden uitsluitend de begrippen gedefinieerd die ook als zodanig worden genoemd in hoofdstuk 3 van NEN-EN 1508. In § 3.12 worden de in Nederland en Vlaanderen toegepaste reservoirs voor drinkwater benoemd en beschreven. Voor de overige begrippen en ook afkortingen met bijbehorende omschrijvingen respectievelijk betekenissen wordt verwezen naar § 3.13. De begrippen zijn in dit hoofdstuk alfabetisch geordend. Daardoor worden sommige begrippen gebruikt, voordat ze (verderop) worden gedefinieerd.

3.1 Capacity/Capaciteit

NEN-EN 1508

The total volume of the compartment(s) which can be used for the operation of a reservoir.

Het totale netto of nuttig volume aan water van een compartiment dat kan worden gebruikt voor de bedrijfsvoering van een reservoir.

3.2 Compartment/Compartiment

NEN-EN 1508

Self-contained part of a reservoir which has separate inlet, outlet, overflow and washout arrangements, and can be operated independently from other compartments of the same reservoir (see figures 1 and 2).

Een deel van een reservoir met separate voorzieningen voor de toevoer, afvoer, overstort en reiniging (in verband met inspectie en onderhoud), en dat onafhankelijk van andere compartimenten van hetzelfde reservoir kan opereren.

3.3 Control building/Controlegebouw

NEN-EN 1508

Self-contained part of a reservoir used to accommodate the main valves, pumps, controls and monitoring equipment and which can provide the means of access to the water compartment(s).

Een deel van een reservoir als accommodatie voor de belangrijkste afsluiters, pompen, regelaars en meetuitrusting, en dat als toegang kan dienen tot het/de compartiment(en).

3.4 Designer/Ontwerper

NEN-EN 1508

The person responsible for establishing, with the purchaser or water company, the basic criteria to be used for the design, construction, commissioning and operation of the reservoir.

De persoon die verantwoordelijk is voor het bepalen van de uitgangspunten, die worden gehanteerd voor het ontwerp, de constructie, het beheer en de bedrijfsvoering van het reservoir.

3.5 Elevated reservoir/Hoogreservoir

NEN-EN 1508

A reservoir constructed with the compartment(s) at ground level, but at an elevation sufficient to provide water by gravity to the supply area.

Een reservoir waarvan het/de compartiment(en) zich op of onder maaiveld hoogte bevindt/bevinden, maar wel op een hoogte die voldoende is om door middel van zwaartekracht water te leveren aan het voorzieningsgebied.

3.6 Rehabilitation/Renovatie

NEN-EN 1508

Work necessary to upgrade or improve a reservoir to comply with this standard.

Een activiteit die noodzakelijk is om een reservoir op te waarderen of te verbeteren om aan deze norm te voldoen.

3.7 Repair/Reparatie

NEN-EN 1508

Work necessary to remedy a defect and restore a reservoir to satisfactory operation.

Een activiteit die noodzakelijk is om een defect dan wel functie te herstellen, zodat een goede bedrijfsvoering van een reservoir weer mogelijk is.

3.8 Reservoir/Reservoir

NEN-EN 1508

Storage facility for water.

Een faciliteit voor de opslag van water.

3.9 Service reservoir/Drinkwaterreservoir

NEN-EN 1508

Covered storage facility for potable water which includes water compartment(s), control building, operation equipment and access arrangements, providing reserve supplies and pressure stability, and balancing demand fluctuations (see figure 1)³.

Een overdekte faciliteit voor de opslag van drinkwater met inbegrip van een of meer compartimenten voor water, een controlegebouw, voorzieningen voor de bedrijfsvoering en voorzieningen voor de toegang, ten behoeve van de levering van reserve en drukstabiliteit en voor het opvangen van fluctuaties in de watervraag.

Voor reservoirs direct na de bereiding van het drinkwater wordt soms het begrip 'reinwaterreservoir' of 'reinwaterkelder' gehanteerd.

³ Deze figuur uit de Europese norm is niet in de praktijkcode opgenomen.

3.10 Water demand/Watervraag

NEN-EN 1508

Estimated quantity of water required per unit of time.

Geschatte hoeveelheid water, die per tijdseenheid nodig is.

3.11 Watertightness/Waterdichtheid

NEN-EN 1508

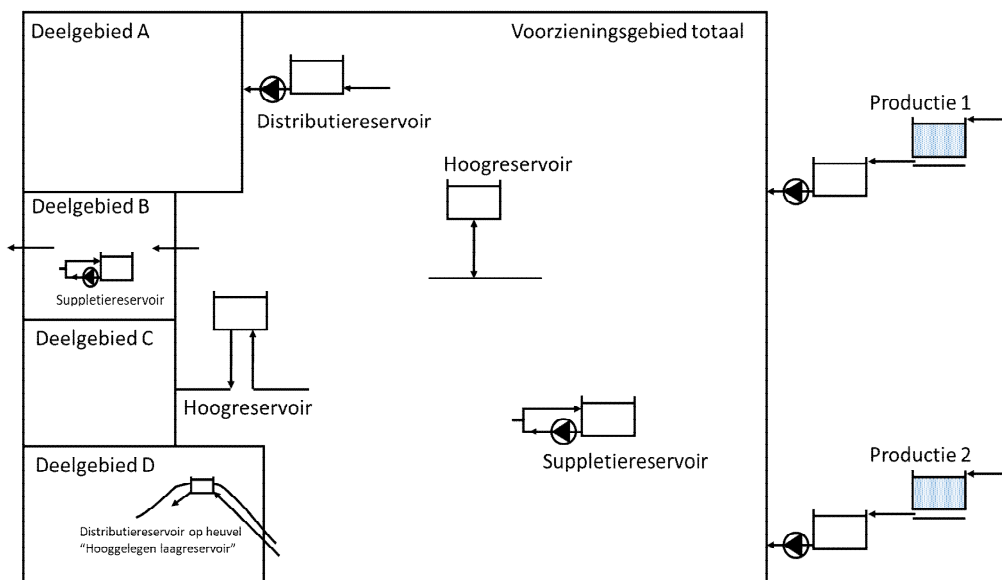
The characteristic quality of the structure that prevents the passage of water through the structure in excess of any permitted quantity.

Waterdichtheid is het vermogen van een constructie om water buiten te houden bij blootstelling aan regen, grondwater (vreemd water) et cetera of de kenmerkende kwaliteit van een constructie dat meer dan de toegestane hoeveelheid vreemd water door die constructie heen dringt.

Reservoirs in Nederland en Vlaanderen

Naar aanleiding van de bovenstaande begrippen en bijbehorende omschrijvingen volgens de paragrafen 3.8 'Reservoir', 3.9 'Drinkwaterreservoir' en 3.5 'Hoogreservoir' wordt het volgende opgemerkt over reservoirs voor drinkwater in Nederland en Vlaanderen.

Figuur 1 is een schematische weergave van een voorzieningsgebied waarin een aantal reservoirs met verschillende functies is opgenomen. De diverse functies worden in hoofdstuk 5 nader uitgewerkt.



Figuur 1 Mogelijke plaats en functie van reservoirs in een voorzieningsgebied.

Voor reservoirs ten behoeve van de opslag van drinkwater blijkt een diversiteit aan begrippen te worden gehanteerd, soms afhankelijk van de toepassing. De reservoirs vormen de schakel tussen een vlak proces (bijvoorbeeld de productie en/of het transport van drinkwater) en een in de tijd variërend proces (de distributie van drinkwater). De plaats van een reservoir is afhankelijk van het gekozen transport- en distributiesysteem: de

reservoirs kunnen zijn gesitueerd (i) bij de productie ('productiereservoirs'⁴), (ii) aan het eind van een transportsysteem in de buurt van verbruikskernen ('distributiereservoirs') of (iii) in het distributienet ('suppletiereservoirs'):

- **Productiereservoirs**
Productiereservoirs zijn over het algemeen gebouwd in de directe nabijheid van de drinkwaterproductie. De voornaamste functie is het mogelijk maken van een vlakke productie over de dag, het opvangen van een storing in de productie gedurende een beperkte tijd en het leveren van de vereiste hoeveelheid spoelwater voor het spoelproces op de productielocatie. Voor deze laatste functie wordt soms ook een apart spoelwaterreservoir gebruikt als de voorfilters niet met drinkwater, maar met halffabrikaat worden gespoeld.
- **Distributiereservoirs**
Een distributiereservoir is gebouwd in de buurt van een verbruikskern, waarbij het transport onder lage of beperkte druk plaatsvindt. Een distributiereservoir maakt het mogelijk om water gedurende de dag met een vlakke volumestroom te transporteren naar de zwaartepunten van verbruik om vanuit het reservoir de fluctuerende vraag in het voorzieningsgebied te dekken. De vulling van het reservoir en de levering vanuit het reservoir liggen in twee gescheiden drukgroepen. Het reservoir wordt gevuld en levert tegelijkertijd water. Een dergelijk reservoir kan ook dienen ten behoeve van het afvlakken van de productie.
- **Suppletiereservoirs**
Een suppletiereservoir is gebouwd in een verbruikskern. Het reservoir wordt gedurende de uren met laag verbruik gevuld (in de nacht) en suppleert water gedurende de uren met hoog verbruik (op de daguren). De vulling van het reservoir en de levering vanuit het reservoir liggen in dezelfde drukgroep. Vullen en leveren kunnen niet tegelijk plaatsvinden. Een dergelijk reservoir kan ook dienen ten behoeve van het afvlakken van de productie.
- **Hoogreservoirs**
Hoogreservoirs zijn reservoirs die functioneren onder de heersende druk in het leidingnet, de open waterspiegel is de heersende druk. Hoogreservoirs zijn in Nederland over het algemeen uitgevoerd als watertoren. In geaccidenteerd terrein zijn enkele hoogreservoirs uitgevoerd als 'grondreservoir' in de heuvels. Deze kunnen als distributie- of suppletiereservoir zijn uitgevoerd⁵.
- **Laagreservoirs**
Laagreservoirs worden (deels) onder- of bovengronds gebouwd. De open waterspiegel heeft geen relatie met de heersende druk in het leidingnet. De vulling van het reservoir vindt plaats via een geregelde afsluiter, waarbij de voordruk van de afsluiter wordt gehandhaafd. De levering vanuit het reservoir vindt plaats via pompen.

Bij de verschillende reservoirs wordt mede in verband met klimaatverandering en natuurverschijnselen in combinatie met de leveringszekerheid daarvan gewezen op de volgende aspecten:

1 Grondwaterstanden

- **Risico's:**
 - Opdrijving, opdrukken of vervorming van kelders door opwaartse waterdruk.
 - Doorslaand vocht en binnendringen van grondwater via openingen.
 - Schimmelvorming en hoge luchtvochtigheid in kelderruimtes (voorruimten).
- **Eisen:**

⁴ Wellicht ten overvloede: met name gaat het om reservoirs aan het einde van de productie ('reinwaterreservoir', opslag reinwater).

⁵ Strikt formeel gezien, moeten deze reservoirs niet worden verward met hoog of hoger gelegen en laag of lager gelegen hoog- en laagreservoirs. In de literatuur [6] wordt echter de volgende omschrijving gegeven: *'In heuvelachtige gebieden worden soms hoogreservoirs toegepast. Dit zijn reservoirs voor productieafvlakking, die vanwege hun hoogteligging functioneren als een zeer grote watertoren. De reservoirs zijn gebouwd op een heuvel en kunnen daardoor op relatief goedkope wijze toch een grote inhoud als hoogreservoir hebben, dit in tegenstelling tot watertorens die een beperkte inhoud hebben. De voeding van het reservoir vindt plaats via het distributienet.'*

- Drinkwaterkelders mogen bij maatgevende grondwaterstanden (bijvoorbeeld het W_H-scenario 2085⁶) geen structurele schade ondervinden, ook niet bij leegstand.
- Geen binnendringen van grondwater via openingen of afdichtingen.
- Constructie moet bestand zijn tegen opwaartse krachten bij verhoogde grondwaterstanden.
- Randvoorwaarden:
 - Gebruik van door het drinkwaterbedrijf gestelde grondwatermodellen en peilbuisdata.
 - Veiligheidsmarge in berekeningen vanwege onzekerheden in modellen.

2 Clusterbuien

- Risico's:
 - Inundatie (plaspvorming) op terrein en daken.
 - Water dat gebouwen binnendringt via gevels, ventilatieopeningen of drempels.
 - Schade aan dakconstructies door gewicht van water.
 - Verzakking van fundering door verzadigde bodem.
- Eisen:
 - Geen binnendringen van water in kritieke ruimtes bij 'maatgevende buien', zie Bijlage I (bijvoorbeeld T = 1000 in het W_H-scenario 2085).
 - Daken en gevels moeten bestand zijn tegen maatgevende neerslaghoeveelheden.
 - Geen plaspvorming > 20 cm op terrein en > 30 cm op losplaatsen/toegangswegen.
- Randvoorwaarden:
 - Buien worden gemodelleerd op basis van intensiteit en herhalingsstijd (bijvoorbeeld T = 250 en T = 1000).
 - Constructieve toetsing van daken en gevels op waterbelasting.
 - Toepassing van voldoende noodoverstorten (brievenbus, zie Foto 9) als dat mogelijk is binnen het ontwerp van het gebouw.

3 Brand door bomen (natuurbrand)

- Risico's:
 - Directe schade aan kelders en installaties door vuur en hitte (brandoverslag en vlieg vuur).
 - Indirecte schade door omvallende bomen.
- Eisen:
 - Als de afstand tussen gebouwen en bos minimaal 30 m bedraagt, behoeven er geen aanvullende maatregelen te worden genomen; deze afstand is zodanig groot dat er geen kans op brandoverslag is van vuurhaard naar gebouw.
 - In het geval de afstand tussen gebouwen en bos minimaal 15 m is, dienen er brandwerende dan wel brandvertragende materialen voor de dakbedekking, de isolatie, de dakconstructie, de gevels en eventuele gevelopeningen te worden toegepast.
- Randvoorwaarden:
 - Gebruik van brandgevoeligheidskaarten en Risico Index Natuurbranden (RIN)⁷.

Voor alle opslagsystemen geldt in beginsel dezelfde benadering. Mede om die reden worden in deze praktijkcode de begrippen 'reservoir' en 'drinkwaterreservoir' gehanteerd. Het gaat in dit document om alle reservoirs die vallen onder de verantwoordelijkheid van een drinkwaterbedrijf en die zijn bedoeld voor de opslag van water van drinkwaterkwaliteit.

⁶ Rekenkundig klimaatscenario voor het zichtjaar 2085, zie [27].

⁷ Zie de webpagina [Risico Index Natuurbranden \(RIN\) - Nederlands Instituut Publieke Veiligheid](#) van de website van het Nederlands Instituut Publieke Veiligheid (NIPV).

3.12 Overige relevante begrippen en afkortingen

BPP: Biomass Production Potential (biofilmvormingspotentie; mate van afgifte van groeibevorderende stoffen van materialen)

CE-markering (Conformité Européenne): *markering waaruit blijkt dat een product voldoet aan de daarvoor geldende regels binnen de EER, de Europese Economische Ruimte (= de EU, Zwitserland, Liechtenstein, Noorwegen en IJsland)*

(verloren) centerpen:

- (verloren = centerpen die in het werk achterblijft)
- ‘pen of staaf om de bekisting tijdens het betonstorten op zijn plaats te houden’ (www.BetonLexicon.nl)

Centerpennen zijn stalen staven of draadeinden die worden gebruikt om bekistingsdelen op de juiste afstand en in de juiste positie te houden tijdens het storten van beton. ‘Verloren’ wil zeggen dat deze pennen niet worden teruggehaald na het storten en verharden van het beton. Ze blijven dus achter in het beton als een soort verankeringsmateriaal.

curing compounds: *‘vloeistof die op een pas gestort betonoppervlak wordt aangebracht en het verdampen van water uit het oppervlak voorkomt dan wel vermindert’* (www.BetonLexicon.nl)

FMECA: Failure Mode Effect & Criticality Analysis; gestructureerde methode om mogelijke faaloorzaken systematisch op te sporen en te analyseren om de betrouwbaarheid, veiligheid en kosten van installaties te verbeteren.

haringgraatstaal: *een veel gebruikt materiaal om een goed hechtend vlak te maken bij verticale stortnaden* (zie de webpagina [Voegen en naden - Versie 2023.1](#))

MDOD: ‘Mean Dissolved Oxygen Depletion’

ontkistingsmiddel: *middel om de hechting van beton aan de bekisting te voorkomen* (www.BetonLexicon.nl)

RAM: Reliability, Availability, Maintainability

support of supportligger: *‘een gebogen stuk wapeningsstaal voor het op afstand houden van een boven- en onderwapeningsnet bij betonnen vloeren’* (subparagraaf 7.2.2 van ‘Basiskennis Beton Algemeen’ van [33])

TOC: Total Organic Carbon

VM: Vermehrung von Mikroorganismen

Kiwa Water Mark: het keurmerk of de kwaliteitsverklaring van certificatie-instelling Kiwa Nederland dat wordt gevoerd voor en op producten die in contact komen met voor de menselijke consumptie bestemd water, dat wil zeggen (i) voldoen aan de publiekrechtelijke regelgeving met betrekking tot gezondheidkundige aspecten (zie § 4.2) en (ii) voldoen aan de functionele of technische aspecten (privaatrechtelijk) volgens een van toepassing zijnde Kiwa-beoordelingsrichtlijn (zie de webpagina [Water Mark](#))

4 Application of standards and regulations/Toepassing van normen en regelgeving

NEN-EN 1508

In all aspects, including health and safety, the national standards, transposing European standards as available shall apply as well as the regulations valid at the place where the system is being constructed and/or operated.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de voor de opslag relevante publiekrechtelijke regelgeving in Nederland. Daarbij gaat het om diverse aspecten van de opslag, die uitgangspunt moeten zijn bij het ontwerp, de realisatie, de exploitatie, het onderhoud en/of de bedrijfsvoering van reservoirs voor drinkwater.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-4 [22], de hoofdstukken 5 'Hygienische Eignung' en 10 'Qualifikationsanforderungen'

4.1 Leveringszekerheid

Het begrip 'leveringszekerheid' wordt in de VEWIN-publicatie 'Aanbevelingen voor de leveringszekerheid van drinkwatersystemen' [26] nader omschreven. Hoofdstuk 5 'Leveringszekerheid en continuïteit' van het Drinkwaterbesluit [3] omvat de artikelen 45 tot en met 54. Volgens hoofdstuk 6 'Algemene toelichting per hoofdstuk' van de 'Nota van toelichting' bij de oorspronkelijke editie van het Drinkwaterbesluit (publicatie in het Staatsblad) heeft dit hoofdstuk 5 als doel de levering van drinkwater in kwantitatieve zin in alle omstandigheden zoveel mogelijk te waarborgen. Het begrip 'opslag' komt in de artikelen 45 tot en met 54 niet expliciet voor; er wordt uitsluitend gesproken van het bredere begrip 'watervoorzieningswerk'. In de definitie daarvan komt uitsluitend het begrip 'productie' voor en dat begrip is omschreven als '*Winning, bereiding en daarmee verband houdende opslag van drinkwater*' [1].

De betonnen (drinkwater)constructie dient te worden ontworpen en gerealiseerd met het oog op maximale leveringszekerheid van de drinkwatervoorziening. Dit betekent aantoonbare borging van:

- betrouwbaarheid: structurele veiligheid en bestendigheid tegen belasting, veroudering en milieufactoren;
 - beschikbaarheid: minimale kans op uitval of verstoring van de watervoorziening gedurende de levensduur;
 - onderhoudbaarheid: veilige, toegankelijke en efficiënte uitvoering van inspectie- en onderhoudswerkzaamheden, met minimale impact op de bedrijfsvoering;
 - veiligheid: naleving van constructieve veiligheidsnormen én veilige toegang en werkplekken voor personeel.
- Ontwerpkeuzes dienen te worden onderbouwd aan de hand van deze uitgangspunten.

4.2 Producten ten behoeve van opslagsystemen voor (drink)water

Op materialen en chemicaliën gebaseerde producten en ook 'middelen' die in contact (kunnen) komen met (drink)water mogen geen stoffen afgeven in hoeveelheden die schadelijk kunnen zijn voor de gezondheid van de consument of anderszins de drinkwaterkwaliteit aantasten. Daartoe dienen die producten te voldoen aan de

voorwaarden voor toxicologische, microbiologische en organoleptische aspecten⁸, die zijn vastgelegd in de van kracht zijnde ministeriële Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening [5]. Dit betekent dat de procedure voor het verkrijgen van een ‘erkende kwaliteitsverklaring’ volgens die Regeling met positief resultaat dient te zijn afgerond.

Ook producten die zijn voorzien van een kwaliteitsverklaring⁹ die is afgegeven door bijvoorbeeld een buitenlandse certificatie-instelling mogen in Nederland worden toegepast, mits deze kwaliteitsverklaring door de Minister gelijkwaardig is verklaard aan de kwaliteitsverklaring zoals die wordt bedoeld in de Regeling.

Deze regelgeving is van toepassing op alle producten die in contact (kunnen) komen met (drink)water. Een en ander geldt dus ook voor alle bij (de realisatie en het onderhoud van) een reservoir behorende producten zoals leidingen en appendages, en middelen. De praktijkcode PCD 12 [41] is primair een toelichting op de Regeling voor ‘leidingmaterialen’ (onderdelen van leiding(nett)en), maar is ook bruikbaar voor onderdelen van opslagsystemen voor (drink)water.

Reservoirs worden vervaardigd van beton of staal en in afwijkende gevallen van kunststof. Bij kunststof reservoirs gaat het doorgaans om van beton of metaal geconstrueerde reservoirs, die aan de binnenkant zijn voorzien van een kunststof folie of panelen, of van een coating (bijvoorbeeld epoxy). Reservoirs van glasvezelversterkte kunststof (GVK, polyester en epoxy) zijn in Nederland en Vlaanderen niet bekend; wel komen die voor in de vorm van tanks (kleine(re) reservoirs) en maken dan deel uit van een installatie (na het leveringspunt dus). Mede op basis van genoemde praktijkcode worden de verschillende materialen ten aanzien van gezondheidkundige aspecten in de navolgende subparagrafen uitgewerkt.

Voor in België gecertificeerde producten, zie het bestand [goedgekeurde-materialen-nl.pdf](#) op de website www.belgaqua.be.

4.2.1 Cementgebonden materialen (beton)

Voor reservoirs ten behoeve van (drink)water kunnen met betrekking tot genoemde publiekrechtelijke regelgeving twee situaties worden onderscheiden: beton dat in direct contact komt met (drink)water en beton voorzien van een beschermende laag (coating).

De voorkeur gaat uit naar het toepassen van beton zonder beschermende laag. De reden hiervan is dat de technische levensduur van beton zonder coating hoog is (mits gedegen uitgevoerd), waardoor het onderhoud beperkt blijft en de kans op schade en daarmee de periode uit bedrijf klein is. De levensduur van een coating is relatief beperkt en die zal sowieso gedurende de levensduur van het beton meerdere keren moeten worden vervangen. Bovendien is er de kans op loslating met de bijbehorende periode uit bedrijf in verband met reparatie.

Bij het toepassen van beton waarbij er sprake is van direct contact tussen beton en (drink)water, is het navolgende onderdeel ‘**In situ beton**’ van toepassing.

⁸ Verder aan te duiden als ‘gezondheidkundige aspecten’. Binnen de Europese Unie is daarvoor ‘hygienic aspects’ gangbaar, maar de aanduiding ‘hygiënische aspecten’ zou voor de Nederlandse situatie verwarring (kunnen) geven met het ‘hygiënisch werken’ volgens de ‘Hygiëncode Drinkwater’ in verband met de winning, de bereiding, de opslag en het transport en de distributie van (drink)water zonder desinfectiemiddel.

⁹ Een kwaliteitsverklaring afgegeven door een onafhankelijke certificatie-instelling in een andere lidstaat van de Europese Unie dan Nederland of in een andere staat die partij is bij de Overeenkomst betreffende de Europese Economische Ruimte, is gelijkwaardig aan een erkende kwaliteitsverklaring, voor zover naar het oordeel van de Minister uit de eerstgenoemde kwaliteitsverklaring blijkt dat wordt voldaan aan ten minste gelijkwaardige eisen als bedoeld in de Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening.

In de afwijkende gevallen waarbij een coating gewenst is (bijvoorbeeld bij renovaties of toepassingen met (kalk)agressief water) en er dus direct contact zal ontstaan tussen het kunststof materiaal (coating) en het (drink)water, wordt ten aanzien van de gezondheidkundige aspecten verwezen naar subparagraaf 4.2.3.

In situ beton

Met ingang van 1 juli 2017 verwijst de Regeling [5] voor cementgebonden producten uitsluitend naar de ‘common approach’ [8], zoals die is opgesteld door de vier (oorspronkelijk) betrokken Europese lidstaten (‘4MSi’, ‘Four Member States initiative’) met inbegrip van een positieve lijst [11] 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 (drink)water in Nederland is door de Nederlandse drinkwatersector uitgewerkt [30] en is vervolgens door de Nederlandse overheid gekwalificeerd als ‘voorlopig beoordelingskader’ [24]. Dat beoordelingskader is vanuit de bijlage van die referentie opgenomen in Bijlage XVI van deze praktijkcode en de receptuur voor ‘drinkwaterbeton’ in verband met gezondheidkundige aspecten wordt als volgt samengevat (uitsluitend de volgende grond- en hulpstoffen mogen worden toegepast, waarbij de genoemde normen zijn geactualiseerd):

- Een cement volgens de Europese norm NEN-EN 197-1 (waarnaar de Europese norm NEN-EN 206 (beton) met de invulling daarvan op nationaal niveau volgens de Nederlandse norm NEN 8005 verwijst) als hydraulisch bindmiddel, waarbij portlandcement (CEM I) en hoogovencement (CEM III) de voorkeur hebben;
- Calciumcarbonaat (kalksteenmeel) volgens de Europese norm NEN-EN 459-1 als vulstof;
- Zand en grind volgens de Europese norm NEN-EN 12620 als toeslagmaterialen;
- Drinkwater of bronwater volgens de Europese norm NEN-EN 1008 als aanmaakwater;
- Hulpstoffen:
 - polycarboxylaat als superplastificeerder;
 - natriumgluconaat, tetrakaliumpyrofosfaat of polycarboxylaatethers als vertrager (eventueel).

De toegepaste hulpstof(fen) dient/dienen te zijn gecertificeerd op basis van de beoordelingsrichtlijn BRL 1803 van certificatie-instelling Kiwa Nederland (zie Bijlage XI). Voor zand en grind geldt hetzelfde, maar dan op basis van de beoordelingsrichtlijn BRL 2502.

Geopolymeerbeton (ook wel ‘alkalisch geactiveerd beton’ genoemd) is op basis van het bovengenoemde voorgeschreven voorlopig beoordelingskader sowieso uitgesloten voor toepassing in drinkwaterconstructies. Daarnaast zou nog kunnen worden aangevoerd, dat het recept van geopolymeerbeton niet is genormaliseerd, waardoor de exacte samenstelling en eigenschappen (constructieve eigenschappen en duurzaamheid) per toepassing zouden kunnen variëren. Dit betekent dat er geen zekerheid bestaat over de gebruikte grondstoffen, hulpstoffen en additieven, en dat zou risico’s voor de drinkwaterkwaliteit en voor de veiligheid van de constructie met zich meebrengen.

Overige materialen en middelen

Bij het vervaardigen van betonnen reservoirs mogen technologische hulpmiddelen (ontkistingsmiddelen en curing compounds) worden ingezet in het geval daarbij sprake zou zijn van contact met (drink)water. Daarvoor wordt verwezen naar de subparagrafen 7.3.3 respectievelijk 7.3.10. Dat geldt ook voor eventueel toe te passen betonreparatiemiddelen (bijvoorbeeld bij de afwerking) en voegmassa’s. Ook voor al deze (hulp)middelen is het in § 4.2 en subparagraaf 4.2.1 gestelde van toepassing.

4.2.2 Metalen

Voor een gedetailleerde beschrijving van de wet- en regelgeving voor metalen producten en materialen wordt verwezen naar de praktijkcode PCD 12 [41]. Het gaat om een toelichting op de Regeling voor onderdelen van leidingen en leidingnetten voor het transport en de distributie van (drink)water. De beoordeling en de toelaatbaarheid voor metalen materialen ten behoeve van de bereiding en de opslag van drinkwater zijn niet

wezenlijk anders en daarom wordt voor die aspecten naar dat document verwezen. De navolgende alinea's geven een samenvatting van de relevante onderdelen daarvan. Voor de vigerende editie van de positieve lijst van metallische materialen, zie [29].

De publiekrechtelijke regelgeving volgens § 4.2 heeft betrekking op alle materialen en daarop gebaseerde producten in contact met (drink)water, dat wil zeggen in het geval van metalen ook op bijvoorbeeld lasmiddelen.

Gegalvaniseerd staal wordt voor bepaalde watersamenstellingen toelaatbaar geacht, zie praktijkcode [PCD 12](#) [41]. Dit materiaal is in verband met de afgifte van (zware) metalen bij reservoirs en andere constructies ten behoeve van drinkwater geen optie.

Onderdelen van roestvaststaal

Alle RVS materialen volgens de Europese normen [NEN-EN 10088-1](#) en [NEN-EN 10283](#) zijn toelaatbaar voor constructies voor drinkwatertoepassingen [41]. De chemische samenstelling van enkele bij de drinkwatervoorziening gangbare RVS soorten is opgenomen in Bijlage I.

Volgens de regelgeving is voor producten uit deze RVS materialen een certificatie-traject door de erkende certificatie-instelling volgens de [Regeling](#) [5] vereist. De Nederlandse drinkwaterbedrijven zijn nog steeds niet overtuigd van nut en noodzaak van de certificatie van dergelijke producten¹⁰, omdat die materialen toelaatbaar zijn en producten daarvan zonder certificatie-traject (inter)nationaal grootschalig worden toegepast op het gebied van voedingsmiddelen. Daarop wordt vooralsnog door de Nederlandse overheid niet gehandhaafd.

4.2.3 Kunststoffen

In principe wordt geadviseerd grotere reservoirs of constructies voor de bereiding van drinkwater niet uit te voeren in een kunststof materiaal zoals elders in deze praktijkcode is beschreven. Desondanks kan het voorkomen dat onderdelen van de productie om procestechnische reden(en) toch in kunststof worden uitgevoerd. Daarbij valt te denken aan:

- glasvezelversterkte kunststof;
- (in situ aangebrachte) coatings;
- rubber afdichtingsmiddelen;
- leidingen en appendages;
- apparatuur.

In dat geval dient er een erkende kwaliteitsverklaring volgens de [Regeling](#) [5] op dergelijke kunststof producten en/of onderdelen [41] te worden verkregen en daarvoor wordt het volgende traject doorlopen:

- Vaststellen toelaatbaarheid:
 - grond- en hulpstoffen worden toxicologisch geëvalueerd, waarbij de Europese [positieve lijst voor 'organic materials'](#) [14] wordt gehanteerd;
 - de toelaatbaarheid moet worden aangetoond door middel van onderzoek (met proefstukken), dat bestaat uit:
 - toxicologische aspecten: onderzoek naar de migratie van TOC en stoffen in de receptuur met een 'MTC' (Maximaal Toelaatbare Concentratie);
 - organoleptische aspecten: onderzoek naar de migratie van stoffen in verband met geur en smaak, kleur en troebelingsgraad;
 - microbiologische aspecten: onderzoek naar de groei via een van de methoden BPP (Nederland), VM (Duitsland) of MDOD (Verenigd Koninkrijk) volgens de Europese norm [NEN-EN 16421](#).

¹⁰ Dit is het standpunt van de 'Contactgroep ATA Drinkwaterbedrijven' (CAD) en dat standpunt is als zodanig in de richting van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (mondeling) gecommuniceerd.

- Als de toelaatbaarheid van een kunststof product is aangetoond, wordt door de erkende certificatie-instelling volgens de Regeling een certificatietraject conform Artikel 14 daarvan uitgevoerd, waarbij onder meer het volgen van de opgegeven receptuur wordt gecontroleerd.

4.2.4 Overig

Van belang is ook hoofdstuk 3 ‘Inleiding chemische veiligheid’ van de praktijkcode PCD 1-1 [2] en dan vooral § 3.3 ‘Publiekrechtelijke regelgeving’. In subparagraaf 3.3.4 ‘Producten op basis van een of meer stoffen met een biocidewerking’ wordt ingegaan op de publiekrechtelijke regelgeving voor desinfectiemiddelen (onderscheiden van reinigingsmiddelen), die relevant zijn voor reservoirs. Voor het onderscheid tussen reinigings- en desinfectiemiddelen is het onderdeel ‘Reinigings- en desinfectiemiddelen’ van de webpagina <https://www.praktijkcodesdrinkwater.nl/certificatie/gecertificeerde-producten-en-processen/#middelen> beschikbaar.

4.3 Lozen van afvalwater

Afvalwater dat vrijkomt bij het reinigen (en desinfecteren) van middelen voor opslag, transport en distributie van drinkwater (reservoirs en leidingen) valt onder publiekrechtelijke regelgeving¹¹. Voor het lozen daarvan is sinds 1 januari 2024 het Overgangsrecht Besluit lozen buiten inrichtingen van toepassing. Voor een gedetailleerde beschrijving daarvan, zie Bijlage VIII van deze praktijkcode.

4.4 Waterkwaliteitsbeoordeling

In het Drinkwaterbesluit [3] is op slechts één plek iets vastgelegd over de frequentie en de inhoud van de waterkwaliteitsbeoordeling ‘af pompstation’ (dus op de zuig- of persleiding van een productiereservoir) in het kader van het periodieke wettelijke meetprogramma. Dat is het geval in ‘Tabel IIIb: Indicatoren – Organoleptische/esthetische parameters’ (Bijlage A): voor de parameter ‘troebelingsgraad’¹² is daarvoor een ‘maximum waarde’ van 1 FTE (Formazine TroebelingsEenheden) opgenomen, met daarbij de volgende noot. ‘*In aanvulling op de kwantitatieve eis geldt dat de troebelingsgraad aanvaardbaar voor de gebruikers dient te zijn en geen abnormale veranderingen mag vertonen.*’ Het tweede deel van deze noot impliceert een regelmatige en frequente bepaling van het uitgaande water van een productiereservoir.

4.5 Veilig werken

Bij werkzaamheden in een reservoir kan er sprake zijn van werken in een ‘besloten ruimte’ of ‘bijzondere ruimte’, zoals is beschreven in de alinea ‘**Besloten [40] en bijzondere ruimten**’ van de toelichtende Bijlage I. Een besloten ruimte kan ook worden aangeduid als VBVBE-ruimte (verstikking, bedwelmeling, vergiftiging, brand- en/of explosiegevaar). Op dergelijke ruimten is specifieke wet- en regelgeving van toepassing. Bij een besloten ruimte dient het Arbo-Informatieblad AI-05 [19] in acht te worden genomen. Dit impliceert onder meer dat een ‘veiligwerkvergunning’ of ‘werkopdracht’ is vereist. Verder moeten de betrokken partijen zich strikt houden aan de voorschriften op het gebied van hygiëne en veiligheid, die gelden voor het werken met chemische stoffen (reinigings- en desinfectiemiddelen), zie Arbo-Informatieblad AI-31 [20].

¹¹ Dit geldt ook voor afvalwater na het reinigen van ruwwaterleidingen.

¹² Dit is het begrip volgens de regelgeving. In deze praktijkcode wordt verder het meer gangbare begrip ‘troebelheid’ gehanteerd.

5 General requirements/Algemene eisen

5.1 General/Algemeen

NEN-EN 1508

This standard is written principally for application to service reservoirs. In the case of other reservoirs the designer or operator will determine which parts of the standard shall apply e.g. disinfection may not be required for reservoirs containing water not for human consumption.

5.1.1 Functions/Functies

NEN-EN 1508

(See also A.1).

The purpose of service reservoirs is to store the necessary amount of water required for water supply in the area concerned. To achieve this their functions include:

- *To equalize the difference between water intake and output and cover peaks in demand;*
- *To maintain the required pressure in the water distribution systems;*
- *To keep stocks in reserve in case of plant malfunctions and interruptions in the water distribution systems;*
- *To provide water for firefighting in accordance with local requirements.*

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.1

The capacity of the service reservoir and the time the water is stored in the reservoir depends upon the functions the service reservoir is required to fulfill and its operating regime within the water distribution system.

The capacity is based around the normal equalization (balancing) volume plus a safety reserve. The operation of a reservoir is normally based on the equalization of the water inflow and outflow over a set period of time.

Storage based on equalization over a twenty four hour period is typical but longer periods of time can be required. In order to ensure that the water quality does not deteriorate storage periods should be the minimum consistent with providing adequate continuity of supplies.

Safety reserves are based on the assessment of the risk and likely duration of operating malfunctions of the inlet main, the supply source works, pumping stations and control systems, and the consequences of such failures.

For service reservoir supplied by a single source through a long inlet main with minimal standby plant it is recommended to provide a larger safety reserve than a service reservoir supplied by several inlet mains within an inter-connected system with full standby plant.

Safety reserves should be increased if the water distribution system is used to provide water for firefighting. Such reserves may not be appropriate when there is already a large storage capacity. Temporary arrangements can often be made to meet emergency demands for firefighting.

De functies van een reservoir in het proces van zuivering en distributie van een drinkwaterbedrijf zijn:

- het afvlakken van een bovenstrooms proces (productie of transport) bij een fluctuerende vraag;
- voorraadvorming of reserve van een hoeveelheid voor bijzondere omstandigheden (passage uit [6]: 'een minimale bergingsinhoud voor onverwachte omstandigheden') om een periode van lagere productie of verhoogde vraag door calamiteiten te kunnen opvangen.

Deze functies kunnen worden gecombineerd in een reservoir, maar kunnen ook (deels) gescheiden worden aangelegd. Het is noodzakelijk dat de beide functies apart worden beschouwd om vervolgens over verschillende opslaglocaties te worden verdeeld. Hiervoor worden de volgende daarvan afgeleide deelfuncties beschouwd:

- afvlakken productie;

- afvlakken drinkwatertransport¹³;
- reservehoeveelheid bij storing aanvoer (productie of transport);
- reservehoeveelheid bij verhoogde vraag door leidingbreuk;
- voorraad voor spoelwater;
- veiligheidsmarges voor bedrijfsvoering (de niveaus laag-water en laag-laag-water, hoog-water en hoog-hoog-water¹⁴).

In de volgende alinea's worden de verschillende deelfuncties beschouwd met de bijbehorende randvoorwaarden en worden uitgangspunten voor de berekening van de daarbij benodigde volumes besproken. Vervolgens wordt ingegaan op volumes in verband met het bijzondere gebruik van een reservoir. Daarna wordt een samenvatting gegeven van de berekening van de capaciteit van een reservoir. Deze subparagraaf wordt afgesloten met een korte alinea over de totale inhoud van een reservoir op grond van de berekende capaciteit en de noodzakelijke bouwkundige marges.

De voor de deelfuncties benodigde volumes

De volumes ten behoeve van de verschillende deelfuncties van een reservoir hangen samen met de omvang van de verwachte verbruiken en de verbruikspatronen in het achterliggende voorzieningsgebied. Voor die volumes is het dan ook van belang dat die ook voor de toekomst goed kunnen worden ingeschat om een duurzame inzet van het reservoir te kunnen waarborgen. Ook afspraken omtrent doorleveringen of leveringen aan grootverbruikers (op jaarbasis, dagbasis of uurbasis) hangen hiermee samen.

Benodigd volume voor afvlakken aanvoer

Het voor het afvlakken benodigde volume wordt per voorzieningsgebied bepaald op basis van het afnamepatroon in het gebied. Idealiter wordt de productie/het transport bepaald op basis van de gemiddelde volumestroom over de dag. De overschotten in de nachturen (als de vraag kleiner is dan gemiddeld) worden in het reservoir opgeslagen om op de piekuren (als de vraag groter is dan gemiddeld) te kunnen worden geleverd. De rekenmethodiek hierachter wordt in de alinea '**Berekening capaciteit reservoir**' (zie verder) uitgewerkt. Voor een normaal dagpatroon is het benodigd volume voor het afvlakken van de aanvoer in een voorzieningsgebied ongeveer 20% van het dagverbruik in het betreffende gebied.

Benodigd volume bij storing aanvoer

Bij een storing in de aanvoer kan een bepaald volume in het reservoir de gevolgen van de storing opvangen. Een leveringszekerheidsanalyse van het systeem moet uitwijzen wat de gevolgen zijn van een storing. Bij productiereservoirs hangt het sterk af van de mogelijkheden van sectioneren van de productie en hiermee kan worden bepaald wat de resterende hoeveelheid is van de productie bij uitval van een productiesectie. Bij reservoirs in het voorzieningsgebied hangt het af van de mogelijkheden die overblijven na uitval van een transportleidingsectie. De tijd die moet worden gedekt, is arbitrair en moet worden gekozen. Het benodigde volume kan vervolgens worden bepaald.

Benodigd volume bij leidingbreuk

Bij een leidingbreuk wordt een volume gevraagd waarmee het leidingnet gedurende een bepaalde tijd onder druk kan worden gehouden om intrusie van 'buitenwater' (grondwater, lekwater) te voorkomen. De maximale vrije uitstroming in het leidingnet kan worden bepaald aan de hand van hydraulische berekeningen. De tijd die moet worden gedekt, hangt af van de tijd die nodig is om de uitstroming te stoppen (melding/vinden lekkage, aanrijtijd monteurs, dichtdraaien afsluiters) en moet worden bepaald. Bij het vaststellen van het benodigde volume moet worden nagegaan in hoeverre extra productie- en transportcapaciteit naar het reservoir een rol kan spelen bij de

¹³ Dit geldt ook voor grootverbruikers. Bij sterk wisselende verbruiken kan een grootverbruiker een reservoir volgens werkblad [WB 4.1](#) [46] in de installatie opnemen. Dergelijke reservoirs vallen niet onder de verantwoordelijkheid van het drinkwaterbedrijf (na het leveringspunt).

¹⁴ Voor deze begrippen op het gebied van meet- en regeltechniek, zie bijlage IV.

dekking van de volumestroom van het lek. Een hooggelegen reservoir loopt kans om bij een leidingbreuk 'leeg te lopen', waarbij de leidingen worden belucht. Om dit te voorkomen, kan het volume van het reservoir worden vergroot. Een en ander is sterk gebonden aan de plaats van het reservoir in het leidingnet.

Benodigd volume voor spoelwater

Voor het spoelen van filters op een drinkwaterproductielocatie is voor iedere spoelbeurt een bepaald volume nodig. Als dit niet in een aparte voorziening wordt opgeslagen (het zogenaamde spoelwaterreservoir), wordt dit uit het reservoir onttrokken. Het hiervoor te reserveren volume hangt af van de te spoelen filters en de gehanteerde frequentie. Een en ander is afhankelijk van de drinkwaterproductielocatie en het benodigde volume ligt vast in de bedrijfsvoering hiervan. Het benodigde volume is onafhankelijk van de tijd.

Naast spoelwater kan op een drinkwaterproductielocatie behoefte zijn aan een volume water voor andere doeleinden, bijvoorbeeld ondergrondse ontijzing. Het daarvoor benodigde volume hangt samen met de onttrekking en kan door de ontwerper van het systeem worden opgegeven.

Benodigd volume voor bedrijfsvoering

Tussen de niveaus laag-water en laag-laag-water (en tussen hoog-water en hoog-hoog-water) is een bepaald volume aanwezig dat samenhangt met de wijze van schakelen en de gewenste veiligheid. Een automatische sturing van de productie zal rekening houden met de geprognosticeerde vraag en deze hoeveelheid aanpassen aan de tijd van de dag en in het jaar.

Bluswatervolume

In een voorzieningsgebied kan een bluswatervraag bestaan die zo uitzonderlijk is ten opzichte van de normale bedrijfsvoering dat hiervoor een voorziening in de vorm van een extra voorraad noodzakelijk is. Deze voorraad kan in een reservoir worden gevonden. Over het algemeen wordt geen rekening gehouden met deze hoeveelheid, tenzij het reservoir hiervoor specifiek is aangelegd.

Berekening capaciteit reservoir

Voor de berekening van het maximum totale volume drinkwater in een reservoir (capaciteit) op basis van de bovengenoemde uitgangspunten is een Excel spreadsheet beschikbaar, zie [deze hyperlink](#) en Bijlage II. De input van die spreadsheet ziet er als volgt uit:

- set dagfactoren (mag ook één dagfactor zijn);
- set uurfactoren (24 factoren op uurbasis per dag) of set kwartierfactoren (96 factoren per dag);
- jaarvraag van het gebied (m^3/jaar);
- productiecapaciteit (m^3/h);
- benodigd volume spoelwater ($\text{m}^3/24 \text{ h}$);
- aantal uur productiecalamiteit (h);
- aantal uur distributiecalamiteit (h);
- volume bij distributiecalamiteit (m^3/h);
- volume voor bluswater (m^3);
- schakelvolumen.

De output bestaat uit het volume drinkwater in het reservoir over de dag voor de verschillende onderdelen, numeriek en in een grafiek:

- voor distributie beschikbaar volume;
- volumes als voorraad voor de dekking van spoelwater, een productiecalamiteit, een distributiecalamiteit en bluswater;
- en dus het totale volume – benodigde capaciteit van het reservoir.

Inhoud reservoir: capaciteit + bouwkundige marges

Naast de capaciteit van een reservoir die volgt uit de volumes volgens bovengenoemde deelfuncties zijn ook bouwkundige marges noodzakelijk:

- De vloer moet afwaterend zijn, er dient rekening te worden gehouden met benodigd afschot.
Om een volledige afvoer van water uit een (drink)waterreservoir en zuigkuil te waarborgen tijdens onderhoud, dient de vloer te worden uitgevoerd met een afschot van minimaal 5 mm per m in de richting van het laagste punt, waar een afvoerpunt is gesitueerd. Dit kan een lensput of een drain zijn. Het doel van dit afschot is om te garanderen dat water en eventueel aanwezig sediment makkelijk is te verwijderen zonder onnodig gebruik van materieel of gereedschap en relatief eenvoudig kan wegstromen naar het afvoerpunt.
- Een zuigkuil voor de zuigleiding van de pompen is noodzakelijk om luchtaanzuiging te voorkomen. Hiervoor wordt verwezen naar onderdeel 5.2.2.2.
Een zuigkuil is ook nodig om de juiste NPSH¹⁵ van pompen mogelijk te maken. Luchtaanzuiging is daarvan slechts een onderdeel.
- Aan de bovenzijde moet voldoende ruimte zijn om de overloop voor de volledige capaciteit te laten functioneren en de waterspiegel mag het plafond van het reservoir niet raken bij het overstorten in de overloop. Voor de ruimte tussen de overstort en het plafond) is daarom een bouwhoogte noodzakelijk. Afhankelijk van de capaciteit van de afvoer bij overstorten wordt daarvoor een ruimte van 30 – 50 cm toegepast.

Bijzonder gebruik van reservoirs

Overschot reservoirvolume als virtuele productie

Bij een aanwezig gevuld overschot van reservoirvolume binnen een voorzieningsgebied kan dat overschot worden ingezet als virtuele productie. Het aanwezige overschot wordt hierbij volledig gevuld en over de tijd dat dit noodzakelijk is (bij beperking productie of bij uitzonderlijke vraag), wordt hieruit geleverd.

Voorbeeld

Voor een beschikbaar overschot van het reservoir van 1.000 m³ betekent dit een mogelijke extra levering op het voorzieningsgebied van dit overschot gedurende de tijd dat dit noodzakelijk is. Over een volledige dag is hiermee 41,7 m³/h mogelijk en gedurende twee uur is 500 m³/h mogelijk. Uiteraard is dit volume uitsluitend inzetbaar zolang het gevuld aanwezig is.

Overschot productie als virtuele voorraad

Bij een overschot van de productie en een beperkte voorraad in het reservoir in een voorzieningsgebied kan de productie in meer of minder mate meegaan met de fluctuerende vraag.

Voorbeeld

Een productie met een overschot van 100 m³/h op de maximum dag kan op de maximum uurvraag 100 m³/h extra leveren. Afhankelijk van de te dekken hoeveelheid op dit maximum uur en het afnamepatroon over de dag is te bepalen met welk virtueel volume in het reservoir dit overeen komt. Voor een 'normaal' dagpatroon met een maximum uurfactor van 1,8 en een benodigde voorraad van 16% van de dagvraag voor een vlakke productie is dit equivalent aan een virtuele voorraad van ongeveer:

$$100 / (1,8 - 1) * 24 * 0,16 = 480 \text{ m}^3.$$

Omgekeerd kan onder de genoemde randvoorwaarden worden berekend dat bij een tekort van 1.000 m³ aan voorraad een extra productiecapaciteit noodzakelijk is van:

$$1000 / (24 * 0,16) * (1,8 - 1) = 208 \text{ m}^3/\text{h}.$$

¹⁵ 'Net Positive Suction Head': wordt gebruikt om cavitatie te analyseren en is een belangrijke parameter waarmee rekening wordt gehouden bij het dimensioneren van pompen.

5.1.2 Decision criteria and system configuration/Uitgangspunten en systeem configuratie

NEN-EN 1508

(See also A.2).

Important decision criteria are:

- Security of supply and water quality;
- Overall cost of construction, operation and maintenance;
- Integration into the water supply system;
- Town and landscape planning.

The above mentioned criteria can be achieved by elevated service reservoirs, water towers or by low level service reservoirs with pumping systems. Service reservoirs may be designed as buried, partially buried or above ground structures.

The construction of an elevated service reservoir is advisable if suitable high ground is available.

The construction of a water tower may be considered where the necessary ground elevation at a suitable point near the supply area is not available for an elevated service reservoir.

A pumping station with a low level service reservoir is a viable option if measures have been taken to ensure continuity of power supply.

Service reservoirs are mainly constructed from reinforced or pre-stressed concrete. They may also be constructed using steel, glass fiber reinforced plastic or other appropriate materials.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.2

A service reservoir comprises one or more water compartments, a control building and an external area.

One water compartment can suffice where another service reservoir is available for the same supply area or where the water supply can be maintained by other operational measures (e.g. pumping and/or temporary supply from a different area) to enable the service reservoir to be taken out of use for cleaning or maintenance work. Full height separation walls are preferable between compartments to prevent deterioration and contamination of the water in the operational compartment whilst cleaning or repair is carried out in the other compartment.

The control building should be sized to house all necessary operating equipment such as control valves, washout valves, control panels, sampling and monitoring equipment, switch gear etc. It may also contain forced ventilation equipment, disinfection plant, booster pumps and personnel facilities.

The ventilation of the water compartments should be separate from the ventilation of the control building.

The external area, which is normally enclosed, to a service reservoir can comprise valves, pumping stations, access roads, arials etc.

The service reservoir should be integrated into the landscape. Consideration should be given to embankments, the roof covering, tree and shrub planting and other landscaping measures but care should be exercised in the selection of species (root intrusion, irrigation requirements, maintenance). Maintenance requirements to the external areas should be kept to a minimum.

Consideration should be given to the phased extension of the reservoir as the water demand increases as an alternative to its initial construction at its ultimate capacity.

Service reservoirs are often positioned as near as possible to the area of water demand as this will provide greater safeguards against interruptions to supplies and reduce head losses.

The elevation of the service reservoir will be determined by the topographical conditions and the hydraulics of the water distribution system.

An adequate flow and pressure should be provided to all building within the supply area to be served. The head losses in the distribution system for peak demands and the lowest normal operating level in the service reservoir should be considered

For illustrations see figures A.1 to A.4.

Leveringszekerheid

Een reservoir is een 'element' dat kan uitvallen, bijvoorbeeld door een ernstige verontreiniging of een ander falen. Als een reservoir als één geheel is uitgevoerd, zal de opslagfunctie in zijn geheel wegvallen. In het geval van een uitvoering in meerdere compartimenten, zal het maatgevende (grootste) compartiment uitvallen. Volgens de definitie van leveringszekerheid wordt geen rekening gehouden met het optreden van meerdere calamiteiten tegelijkertijd.

Bij periodieke uitvoering van de leveringszekerheidsanalyse worden de aanwezige reservoirs in het gehele systeem of voorzieningsgebied (zie Figuur 1) getoetst op het effect van uitval. Tijdens de uitval van één reservoir dient het gehele systeem te voldoen aan de eisen die worden gesteld aan de leveringszekerheid. Uitgangspunt is voldoende voortzetting van de drinkwaterlevering binnen een periode van 24 uur (zie lid 1 van [Artikel 52 'Voortzetting levering'](#) uit [hoofdstuk 5 'Leveringszekerheid en continuïteit'](#) van het [Drinkwaterbesluit](#) [3]). De uitkomsten van deze analyse dienen als uitgangspunten te worden meegenomen in de ontwerpfase bij de nieuwbouw of de renovatie van reservoirs.

In veel gevallen speelt een reservoir geen bijzondere rol in de leveringszekerheidsanalyse, omdat de analyse plaatsvindt over 24 uur. De 'calamiteitenvoorraad' (in dit verband is dat eigenlijk een verkeerde term, formeel is het binnen het definitiekader van de publicatie over leveringszekerheid een 'storingenvoorraad') om uitval van productie op te vangen of om aan de extra vraag bij leidingbreuk te voldoen, vindt binnen die 24 uur plaats. De rol van reservoirs als tijdelijke opslag van drinkwater is in deze beperkt en wordt voornamelijk bepaald door de opgestelde productiecapaciteit.

Bedrijfszekerheid

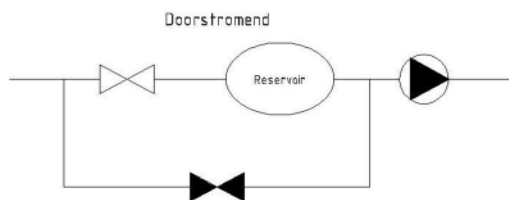
De integriteit van reservoirs is kritisch. Dat is gebleken uit een aantal incidenten in het verleden waarbij het binnendringen van verontreinigd regenwater een probleem was, zie bijvoorbeeld [39]. Bedrijfszekerheid kan worden uitgedrukt als de kans, de tijd en het effect dat een object niet beschikbaar is. In het ontwerp van reservoirs dient rekening te worden gehouden met beheer en onderhoud van onderdelen van het systeem om aan de vereiste bedrijfszekerheid te voldoen en veilig te kunnen werken. Hierbij moeten faalvormen en de kans daarop in ogenschouw worden genomen.

Een analyse van het ontwerp zal resulteren in een te voorspellen beschikbaarheid en 'onderhoudbaarheid'. Een beschikbare methode is het uitvoeren van een FMECA- en/of RAM-analyse.

Een resultaat van een dergelijke analyse kan zijn om opslagcapaciteit in de vorm van meerdere afzonderlijke reservoirs (ten minste twee) of compartimenten te realiseren, in verband met onderhoudswerk (geplande niet-beschikbaarheid) en eventuele calamiteiten (niet-geplande niet-beschikbaarheid). Ook kan worden gedacht aan dubbele afsluiters (of steekflenzen plaatsen in verband met veilig werken in een reservoir) en aan de mogelijkheid van het volledig kunnen scheiden van het be- en ontluchtingssysteem.

Bypass

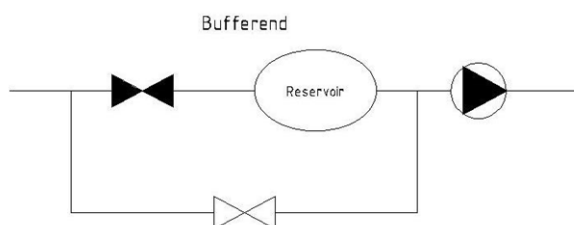
Ook een bypass over een reservoir verhoogt de bedrijfszekerheid van de levering van drinkwater (en niet van het reservoir, zie Figuur 2a en Figuur 2b). In bepaalde situaties kan hiervan gebruik worden gemaakt: normaliter wordt een reservoir 'doorstromend' gebruikt in verband met de waterkwaliteit, maar zo nodig kan dat 'bufferend' gebeuren.



Figuur 2a Het 'doorstromend' gebruik van een reservoir.

Legenda bij de figuren 2a en 2b:

- 'cirkel met driehoek daarin' = pomp;
- 'twee witte driehoekjes tegen elkaar' = geopende afsluiter;
- 'twee zwarte driehoekjes tegen elkaar' = gesloten afsluiter.



Figuur 2b Het 'bufferend' gebruik van een reservoir.

Omgeving

Rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) en vervuilde industriële omgevingen brengen aerosolen met micro-organismen in de lucht, vooral als de beluchting niet is overdekt. Voor nabijgelegen installaties voor drinkwater vormt dat een potentieel verontreinigingsrisico [32], zodat die situatie vanuit het oogpunt van bedrijfszekerheid ongewenst is. Het is echter mogelijk dat in de omgeving van een bestaand reservoir een RWZI wordt gevestigd. Gezien de ontwikkelingen op het gebied van de waterketen moet er rekening mee worden gehouden dat dergelijke combinaties in de toekomst steeds meer werkelijkheid gaan worden. Voor het tegenhouden van bacteriën en virussen wordt filtratie van de lucht als 'best practice' aanbevolen, zie onderdeel 5.2.1.4.

Locatie/NAP-hoogte

Door de (kelder) vloer van het reservoir op een zo hoog mogelijk niveau te bouwen, wordt de bedrijfszekerheid verhoogd, omdat de kans op hinder door eventuele overstromingen of binnendringend grondwater wordt gereduceerd. Tevens wordt daarmee onderdruk in het leidingnet voorkomen en is het evenwicht voor het opdrijven positiever.

Het laagste punt van de bovenzijde van de bodem van een betonnen constructie voor de bereiding of opslag van drinkwater (afgewerkt inclusief zuigkuil), wordt bij voorkeur boven de hoogst voorkomende grondwaterstand¹⁶ aangelegd en is dus het ideale uitgangspunt. Hierbij moet tevens worden gelet op mogelijke verhoging van deze grondwaterstand in de toekomst als gevolg van bijvoorbeeld klimaatverandering.

In sommige gevallen is het niet mogelijk om boven de hoogste grondwaterstand te bouwen als gevolg van een maximum bouwhoogte, verplichtingen ten gevolge van landelijke inpassing vanuit het omgevingsplan of het hydraulische profiel. Het resultaat is dat het reservoir deels in het grondwater komt te staan. Bij het afwijken van de voorkeur (reservoir onder grondwaterstand) dient meer aandacht uit te gaan naar maatregelen in de uitvoering en eindsituatie ten behoeve van de waterdichtheid.

Inundatie

Onder waterniveau geplaatste apparatuur vormt bij wateroverlast een risico voor de bedrijfszekerheid.

Voorkomen onderdruk

In een geaccidenteerd terrein ontstaan lage drukken (zelfs mogelijke onderdrukken) in delen van het leidingnet die in de hoge delen van het terrein liggen. Door juist op die hoge delen een reservoir op te nemen in het systeem wordt de kans op onderdruk voorkomen, zolang het reservoir gedeeltelijk is gevuld. De keuze voor een reservoir op deze plaats is een strategische keuze van het drinkwaterbedrijf.

Plaats van de benodigde capaciteit

De diverse functies van de capaciteit van een reservoir volgens subparagraaf 5.1.1 kunnen over de verschillende locaties worden verdeeld. Daarbij mogen de hydraulische mogelijkheden van het leidingnet in het voorzieningsgebied niet uit het oog worden verloren. Een groot reservoir aan het eind van een beperkte transportleiding kan niet alle functies vervullen, omdat de transportcapaciteit ontbreekt. In dergelijke gevallen is de hydraulische verbinding te klein. Eigenlijk ligt uitsluitend het spoelwaterreservoir vast in het systeem, namelijk op de drinkwaterproductielocatie. Alle andere functies kunnen in het voorzieningsgebied liggen, waarbij de hydraulische capaciteit van het transportleidingnet de randvoorwaarde vormt voor de plaats en de capaciteit van het reservoir. Een groot reservoir aan de rand van een voorzieningsgebied op een beperkte leidingdiameter kan onvoldoende worden gevuld of geleegd met een capaciteit die het aanwezige volume vraagt.

Bij een voldoende grote transportcapaciteit kunnen alle functies op iedere plaats in het voorzieningsgebied worden vervuld. Dit moet met hydraulische berekeningen worden onderbouwd.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-1 [43], de hoofdstukken:

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Normative Verweisungen
- 3 Begriffe, Symbole, Einheiten und Abkürzungen
- 4 Qualitätsanforderungen
- 5 Grundlagenermittlung
- 6 Variantenbetrachtung

¹⁶ De hoogst voorkomende grondwaterstand is de statistisch vastgestelde hoogste stand van het grondwater.

7 Planung

8 Tragwerksplanung und konstruktive Anforderungen an Beton, Stahlbeton und Spannbeton

Arbeitsblatt W 300-3 [45], de hoofdstukken 5 tot en met 13:

5 Grundlagenermittlung

6 Zustandsanalyse der Behälteranlage

7 Instandhaltung

8 Grundsätzliche Anforderungen

9 Instandsetzung von Trinkwasserbehältern

10 Riss- und Hohlraumbehandlung

11 Fugen

12 Qualifikationsanforderungen

13 Kontrollen, Prüfen und Wieder-Inbetriebnahme

Merkblatt W 300-6 [23], de hoofdstukken 4 'Grundsätze' en 5 'Planung und Vergabe'

5.2 Functional requirements/Functionele eisen

5.2.1 Functional requirements – Water quality/Functionele eisen – Waterkwaliteit

5.2.1.1 General/Algemeen

NEN-EN 1508

Service reservoirs shall be designed, constructed and operated to prevent contamination or other chemical, physical and biological changes that are detrimental to the water quality (Refer to water quality regulations).

Het gaat in dit onderdeel over voor de bedrijfsvoering relevante aspecten die reeds in de ontwerpfase van een reservoir van belang zijn, zodat de opslag van drinkwater (de eigenlijke opslag en alles wat daarmee samenhangt) onder hygiënische omstandigheden kan plaatsvinden en wordt voorkomen dat de samenstelling van het water bij de passage van een reservoir in ongunstige zin wordt gewijzigd.

In Bijlage V is een voorbeeld opgenomen van de schematische weergave van een reservoir. Voor andere voorbeelden wordt verwezen naar onderdeel 10.2 van werkblad WB 4.1 [46] en naar de figuren 1 en 2 van de Europese norm NEN-EN 1508.

Gezien de analogie met het ontwerpen van zuiveringsinstallaties wordt nadrukkelijk verwezen naar de praktijkcode PCD 1-8 [38] en dan met name hoofdstuk 2 'Algemene richtlijnen en functionele aspecten bij het ontwerp' en hoofdstuk 3 'Richtlijnen voor specifieke voor onderdelen van de zuivering'.

5.2.1.2 Materials/Materialen

NEN-EN 1508

Materials which meet appropriate test requirements and which will not cause the stored water to fail to comply with the requirements of appropriate EU Directives or EFTA Regulations shall be used in the structure of the water compartments and in the surfaces in contact with the stored water. Concrete and cement mortars generally satisfy this requirement but special care shall be taken if additives are used. In order to facilitate subsequent cleaning and to avoid bacterial growth, internal surfaces shall be as smooth and pore-free as possible. This can be achieved by high quality concrete finishes or by the application of suitable coatings or linings. All metallic parts vulnerable to corrosion shall be protected.

Reservoirs voor drinkwater kunnen (in theorie, enigszins afhankelijk van de capaciteit) worden vervaardigd van beton, metaal of kunststof. De voorkeur gaat uit naar een betonnen constructie. Redenen hiervoor zijn de

technische levensduur van het materiaal, de waterdichtheid, de kosten en de isolatiewaarde. Daarnaast zijn ook de beveiliging en robuustheid belangrijke aspecten ten opzichte van stalen of kunststof reservoirs.

Voor de materialen ten behoeve van reservoirs wordt primair verwezen naar § 4.2 'Producten ten behoeve van opslagsystemen voor (drink)water' van deze praktijkcode in het kader van de Nederlandse publiekrechtelijk regelgeving.

Voor materiaal-specifieke aspecten van reservoirs van (i) beton, (ii) metaal en (iii) kunststof wordt verwezen naar de subparagrafen 4.2.1 tot en met 4.2.3 van deze praktijkcode.

Stalen reservoirs dienen op basis van de publiekrechtelijke regelgeving altijd te zijn voorzien van een beschermende laag. Voor reservoirs van roestvaststaal is dat niet het geval: een breed spectrum aan RVS materialen mag volgens die regelgeving worden ingezet in direct contact met (drink)water. Betonnen reservoirs kunnen worden voorzien van een coating, maar dat is geen vereiste: onder de randvoorwaarden zoals die zijn beschreven in subparagraaf 4.2.1 is er ook de mogelijkheid van direct contact tussen beton en (drink)water.

Stalen constructies kunnen worden beschermd door middel van kathodische bescherming (KB). Dit leidt tot beperking van het onderhoud van de coating aan de binnenzijde. Het ontwerp, de realisatie en het beheer van de KB wordt uitbesteed aan gespecialiseerde bedrijven.

De keuze voor de toepassing van een coating op een betonnen of op een stalen ondergrond impliceert op termijn periodiek onderhoud met bijbehorende kosten, in verband met reparatie van op enige wijze aangetaste delen. Zelfs volledige renovatie zal periodiek noodzakelijk zijn.

Met de toepassing van kunststof panelen zijn binnen de drinkwatersector nauwelijks ervaringen en in verband met de kans op stagnant water met microbiologische nagroei achter die panelen als gevolg en het feit dat dit niet controleerbaar is, wordt die mogelijkheid sterk ontraden.

Voor de toepassing van materialen in reservoirs geldt het navolgende:

- Hout mag onder geen beding worden toegepast, in verband met microbiologische nagroei (bron en hechting). Bovendien kunnen in nieuw hout organismen aanwezig zijn.
- Het is beter om geen RVS kokermateriaal in te zetten en geen boutverbindingen te gebruiken, in verband met de microbiologische waterkwaliteit. Het gebruik van gelast massief RVS materiaal wordt aanbevolen (opmerking: Foto 5 laat een ongewenste situatie zien).

5.2.1.3 Water circulation/Circulatie van water

NEN-EN 1508

Stagnant zones shall be minimized. This can be achieved by suitable design of the physical shape of the water compartments and the arrangement of inlet and outlet pipework for the particular storage capacity.

Met 'hydraulisch vormgeven' wordt bedoeld dat ieder uitvoeringsdetail zou moeten worden gecontroleerd op het volgen van hydraulische stroomlijnen. In principe is iedere inwendig rechte hoek kleiner dan 90 graden) in een watervoerende constructie een potentiële verzamelplaats van sediment met daaraan gekoppelde mogelijke problemen op het gebied van de nagroei. Het voorkómen van hydraulisch 'dode' hoeken dient te worden voorkómen ('hygiënisch ontwerpen').

Ook om een reservoir hygiënisch te kunnen onderhouden, moet de vorm bij voorkeur zo worden ontworpen dat moeilijk bereikbare kieren, naden en hoeken worden voorkomen. De tijdsduur dat drinkwater in een reservoir verblijft, moet zo veel mogelijk worden beperkt, omdat de kwaliteit in de tijd achteruit kan gaan door

microbiologische groei¹⁷. De gemiddelde en ook de maximale verblijftijd van het water in een reservoir kunnen worden geminimaliseerd door een uitvoeringsvorm te kiezen waarbij een goede doorstroming en daarmee verversing optreedt of door middel van bouwkundige voorzieningen. Een goede doorstroming wil zeggen dat er geen plaatsen zijn, waarin het water onvoldoende deelneemt aan die doorstroming. Om een zo goed mogelijke verversing van het drinkwater in het reservoir te verkrijgen, moet de zuigleiding:

- op een zo laag mogelijk punt in het reservoir zijn aangesloten;
- op een zo groot mogelijke afstand van de toevoerleiding worden aangebracht.

Een goede doorstroming begint bij een turbulente vulling. Het voordeel van die wijze van vulling is een betere verdeling van het water en als nevenopbrengst extra beluchting. Soms wordt er zelfs voor gekozen het water op een plaat te laten vallen of te vullen via een goot.

Ook kunnen er keerschotten of stromingswanden worden toegepast voor het bewerkstelligen van een goede doorstroming en daardoor het zoveel mogelijk beperken van de maximale verblijftijd. Dode hoeken dienen te allen tijde te worden voorkomen.

Om extra verblijftijd uit te sluiten, dient het reservoir zo te zijn ontworpen dat er sprake is van propstroming (dit is afhankelijk van het vloeroppervlak en de hoogte).

5.2.1.4 Ventilation/Natuurlijke en geforceerde luchtstroming ('ademen' respectievelijk mechanische ventilatie) **NEN-EN 1508**

Ventilation facilities are required in the water compartments in order to permit air movement caused by changing water levels. This may be achieved by natural or forced ventilation. If specified by the designer measures shall be taken to safeguard and control the quality of the air entering or leaving the service reservoir.

Een reservoir moet kunnen 'ademen': bij het vullen zal lucht moeten kunnen verdwijnen en bij het onttrekken van water zal lucht moeten kunnen toetreden. In het laatste geval is er de dringende aanbeveling dat niet rechtstreeks, maar via filtratie te laten gebeuren. Stofdeeltjes kunnen namelijk bij gebruik van het reservoir voor microbiologische verontreiniging van het drinkwater zorgen. De be- en ontluchtingen van reservoirs zijn daarom bij voorkeur voorzien van filters, die zo zijn geconstrueerd dat onder alle omstandigheden de atmosferische druk in het reservoir wordt gehandhaafd. Voor die (veelal speciale) luchtfilters gelden de navolgende randvoorwaarden.

- De filters moeten bestand zijn tegen voortdurend contact met vochtige lucht.
- Een filter moet van voldoende capaciteit zijn, zodat voldoende lucht kan toestromen en kan worden afgevoerd, en er nagenoeg geen over- of onderdruk in het reservoir kan optreden. Bij wateronttrekking uit het reservoir of bij vulling hiervan met de maximale volumestroom mag het drukverschil tussen reservoir en buitenlucht niet meer dan 400 Pa (4 cm waterkolom) bedragen.
- Het verdient aanbeveling om een signalering aan te brengen bij een te grote filterweerstand, omdat rekening moet worden gehouden met de mogelijkheid dat filters in winterse periodes dicht kunnen vriezen.
- Luchtfilters moeten bijvoorbeeld via een extra inbraakschil worden beveiligd tegen het al dan niet opzettelijk verontreinigen van het drinkwater in het reservoir.
- In verband met de mogelijkheid tot vervanging bevinden de filters zich niet in de buitenlucht direct boven het drinkwater, maar boven de overstort of in een voorruimte. De voorruimte heeft de voorkeur, zodat er geen rechtstreeks contact is met de buitenlucht.

¹⁷ Er is soms discussie over de vraag hoe lang drinkwater in een reservoir kan blijven staan in verband met de achteruitgang van de waterkwaliteit (met name microbiologisch). Het antwoord op die vraag blijkt in de drinkwatersector niet bekend te zijn, maar wordt wel verondersteld afhankelijk te zijn van de kwaliteit van het drinkwater.

- Filters zijn voorzien van een breekplaat inclusief breuksignalering of –alarmering met een ‘vacuum relief valve’ (onderdrukklep)¹⁸.
- Eventuele leidingen in het reservoir ten behoeve van de ont- en beluchting moeten worden uitgevoerd in chroomnikkelmolybdeenstaal (bijvoorbeeld AISI 316/DIN 1.4401);
- Voor wat betreft het filtertype wordt verwezen naar de praktijkcode PCD 16 [9].
- De openingen voor be- en ontluuchting in het reservoir moeten hoger dan de vulleiding zijn aangebracht.
- Filters moeten veilig en eenvoudig kunnen worden verwisseld.

5.2.1.5 Prevention of contamination/Preventieve maatregelen tegen verontreiniging

NEN-EN 1508

Service reservoirs shall be designed to prevent the ingress of external water or other contaminant either through the structure of any opening, entrance or pipework. Permanent exposure of the water to daylight shall be avoided. Entrances and ventilation equipment shall also be designed so that the water cannot be contaminated (e.g. by polluted air, dust, insects and other animals).

Design may specify that openings shall not be positioned directly above the free water surface. Wherever positioned they shall be arranged in such a way that no extraneous matter is able to enter the compartment and that all external interference is impeded.

Reservoirs dienen goed te zijn afgesloten in verband met:

- weersinvloeden (vooral licht en neerslag);
- het binnendringen van verontreinigingen door water van buitenaf (hemel-, grond- en/of oppervlaktewater);
- het binnendringen van verontreinigde lucht;
- het binnendringen van verontreinigingen door plaatselijke fauna zoals kleine zoogdieren (muizen, ratten), vogels, insecten en ander ongedierte.

Voor de laatste twee punten is het afsluiten van de voor de bedrijfsvoering noodzakelijke openingen als overstorten, be- en ontluuchtingskanalen, leegloopriolen en overstorten van belang.

Licht

In verband met het effect op de microbiologie in het drinkwater moet een reservoir gevrijwaard zijn van lichtinval.

Dakconstructie

Voor de inrichting van daken van reservoirs voor drinkwater worden de volgende drie varianten toegepast.

1 Niet-aangeaard:

- Het dak wordt afgewerkt met achtereenvolgens een dampremmende bitumineuze laag, cellulair glas op afschot, bitumen afsmeerlaag en dubbellaagse bitumineuze APP dakbedekking, een type dakbedekking waarbij bitumen wordt gemodificeerd met Atactisch PolyPropyleen (compactdak, volledig verkleefd).
- De vloer-/wandaansluiting wordt afgewerkt met een waterdichte bitumineuze laag tot een 0,5 m vanaf bovenzijde betondek gemeten op de buitenwanden.
- In het geval zonnepanelen zullen worden geplaatst, dient het dak als ‘compactdak’ te worden ontworpen en geheel te worden voorzien van groot formaat betontegels op tegeldraggers.

2 Aangeaard:

- Het dak wordt afgewerkt met achtereenvolgens een waterdichte laag van naadloos gespoten wortelwerende bitumenemulsie, drainagemat, substraatlaag of gronddek¹⁹ met ondiep wortelende beplanting (gras, heide of sedum).

¹⁸ Een dergelijke klep is beter dan een alarmcontact, omdat de standaarddeviatie op breekplaten te groot is (informatie van leveranciers).

¹⁹ Toepassingswaarde voor PFAS in grondwaterbeschermingsgebieden, zie

<https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2021/12/13/2021335279-1-geactualiseerde-versie-handelingskader-pfas>

- De vloer-/wandaansluiting wordt afgewerkt met een waterdichte bitumineuze laag tot een 0,5 m vanaf bovenzijde betondek gemeten op de buitenwanden.
 - De dakconstructie moet zodanig zijn ontworpen dat werkzaamheden van een hovenier op het dakvlak machinaal kunnen plaatsvinden.
- 3 Het dak boven een drinkwaterkelder of open zuiveringsstap:
- Daken (dakvloeren) van reservoirs (voor drinkwater) en gebouwen boven open water (open zuiveringsstappen) bestaan uit een monoliet gestort waterdicht dak (dit is de eerste waterdichte barrière) voorzien van afwerklaag (smeerlaag) waarin mantelbuizen zijn aangebracht voor het aanbrengen van bekabeling voor beveiligingssysteem van toegangsluiken en voorzieningen van beluchtingsfilters. Hierop dubbellaags 'vol en zat'²⁰ geplakt APP bitumen dakbedekking, waarbij de eerste en tweede laag kruislings ten opzichte van elkaar worden aangebracht (dit is de tweede waterdichte barrière). De eerste laag wordt aangebracht volgens de gietmethode, de tweede laag wordt gebrand (deze tweede laag is wortelbestendig). Hierop worden 100 mm XPS isolatieplaten (roofmate) aangebracht. Een en ander wordt afgewerkt met betonnen draintegels afmeting 50 cm x 50 cm (kleur grijs) op gegranuleerde rubberen voetplaten van minimaal 1 cm dik.

De dakconstructie dient zo te worden ontworpen dat er geen vorming van plassen kan optreden in verband met de kans op eventueel binnendringen van verontreinigd regenwater. Verder is afschot van het dak noodzakelijk voor daken boven maaiveld en zonder gronddek om overtollig hemelwater af te voeren.

Inspectiegaten en toegangsluiken in de dakconstructie vanaf de buitenkant van een reservoir dienen zo te worden uitgevoerd dat bij het openen of sluiten er geen vuil in het reservoir terecht kan komen. Er mag geen direct contact met de buitenlucht zijn bij het openen van het luik. Dit is mogelijk door het creëren van een af te sluiten compartiment vóór de toegang.

Het toepassen van inspectiegaten, toegangsluiken of be-/ontluchtingsopeningen in de dakconstructie is niet gewenst. Bij het openen of sluiten mag er geen enkele verontreiniging in het reservoir terecht komen. Dit is mogelijk door het creëren van een af te sluiten compartiment vóór de toegang, een voorruimte of dakopbouw aan het reservoir. De voorkeur gaat uit naar één centrale voor- of opbouwconstructie die voorziet in een veilige toegang voor personeel, adequate ventilatie, mogelijkheid tot bemonstering en inzet van inspectiemiddelen zoals een onderwaterdrone (zie tevens onderdeel 5.2.2.1 en dan de alinea **Toegankelijkheid reservoir**).

De minimale afmeting van toegangsluiken bedraagt 800 x 800 mm, conform de eisen uit de Arboret [19]. Voor inspectiegaten gelden geen vaste maatvoeringen; een klein luik voor visuele controle kan volstaan. In het geval inspectie met een onderwaterdrone wordt voorzien, dient de toegangsvoorziening hierop expliciet te zijn afgestemd. Daarbij moet worden gedacht aan afmetingen voor veilige inbrenging en bediening, positionering buiten de directe waterstroom en hygiënisch ontwerp conform privaatrechtelijke regelgeving, zie subparagraaf 9.1.3 voor aanvullende eisen en aanbevelingen met betrekking tot onderwaterinspectie.

Hemelwaterafvoer

De toepassing van in pandige hemelwaterafvoeren is niet toegestaan.

5.2.1.6 Temperature effects/Temperatuureffecten

NEN-EN 1508

There shall be no unacceptable alteration to the stored water caused by heat or cold. Thermal insulation measures can need to be taken to avoid adverse effects on the stored water, the structure and the associated equipment. The thermal insulation measures for service reservoirs shall be appropriate for the local climatic conditions, the operating requirements and in order to minimize condensation within the water compartments.

²⁰ Deze term wordt gebruikt in de wereld van de dakdekkers. Dit betekent dat de dakbaan over het gehele oppervlak in een laag warme bitumen wordt aangebracht, zodat er een 100% hechting ontstaat tussen de ondergrond en de dakbedekking.

De uitvoering van een reservoir moet zodanig zijn dat de temperatuur van het water tijdens de opslag niet te veel toeneemt, dat wil zeggen in ieder geval niet hoger wordt dan 25°C (maximale temperatuur voor drinkwater volgens [Bijlage A](#) van het [Drinkwaterbesluit](#) [3]). Verhoogde temperaturen van de lucht boven het wateroppervlak in combinatie met een stoflaagje op het water vormen ideale omstandigheden voor een explosieve bacteriegroei, met vermindering van de waterkwaliteit als gevolg.

Vooraf in het geval van metalen reservoirs, de grondstof oppervlaktewater en zomerse perioden is er kans op overschrijding van de maximale temperatuur. In verband met het niet te veel laten toenemen van de watertemperatuur wordt de aanbeveling gedaan voor het toepassen van een lichte kleur aan de buitenkant van metalen reservoirs. Er zijn weliswaar geen kleurvoorschriften voor de buitenkant van reservoirs, maar de toepassing van een lichte kleur wordt aanbevolen (wat overigens wel weer leidt tot hogere onderhoudskosten in verband met regelmatige reiniging).

Daarnaast is er de mogelijkheid van het isoleren van een reservoir (door middel van aanaarden of het toepassen van isolatiemateriaal). Een temperatuur overschrijdingsberekening (TO-berekening) kan uitsluitsel geven of een betonnen reservoir wel of niet geïsoleerd dient te worden, om te voorkomen dat de temperatuur van het in het reservoir opgeslagen water in de zomerse periodes de 25°C binnen 24 uur overschrijdt. Het opstellen van een TO-berekening is project-specifiek. Input voor deze berekening is onder meer de temperatuur van het inkomende water, de inhoud van het reservoir, de verblijftijd van het water in het reservoir, klimaatjaar, oriëntatie, reflectie, beschaduwing, absorptie, emissie, convectie en afmetingen van de betonnen bouwkundige constructie. De berekening dient te zijn gebaseerd op 365 dagen en 24 uur per dag.

Het isoleren van metalen reservoirs voor drinkwater heeft ook zijn nut in winterse periodes in verband met de minimale watertemperatuur (juist ook weer in het geval van de grondstof oppervlaktewater). Het reservoir moet zijn gevrijwaard van bevriezing; watertemperaturen lager dan 2°C moeten worden voorkomen.

Ook het zo veel mogelijk beperken van de verblijftijd is een optie.

5.2.1.7 Maintaining water quality/Handhaven van de waterkwaliteit

NEN-EN 1508

Prior to commissioning, the service reservoir and the associated equipment shall be carefully checked, cleaned and disinfected. Inspections shall be carried out before initial commissioning, during operation and as part of regular maintenance. Facilities to allow the sampling of water, without entry by personnel, shall be provided for each compartment, and if specified by the designer for the inlet and outlet pipes.

Monsterneming

Reservoirs moeten zijn voorzien van monsterpunten ten behoeve van waterkwaliteitsbeoordeling. Via deze monsterpunten dienen representatieve monsternemingen mogelijk te zijn. In de mondiale norm [NEN-ISO 5667-5](#) wordt ingegaan op monsterkranen en dan met name in § 5.2 'Service reservoirs (including water towers)'. Ook wordt gewezen op § 2.5 'Maatregelen in verband met monsterneming' en Bijlage II 'Eisen ten aanzien van het monsterpunt' van de praktijkcode [PCD 1-8](#) [38], die op deze norm zijn gebaseerd. Monsterpunten op het reservoir kunnen worden gerealiseerd via een muurdoorvoer, maar die dienen zo veel mogelijk in aantal te worden beperkt. In het geval van ondergrondse reservoirs zijn de kranen van monsterpunten in de voorruimte dringend gewenst; in de andere gevallen wordt dat aanbevolen.

Bij voorkeur zijn in ieder geval de vul- of toevoerleiding en de zuig- of persleiding van een reservoir voorzien van een monsterpunt. Vooral in verband met keuring (na inspectie) en calamiteiten is het handig om een reservoir op meerdere punten te kunnen bemonsteren.

5.2.2 Functional requirements – Operation/Functionele eisen – Bedrijfsvoering

5.2.2.1 Access and security/Toegang en beveiliging

NEN-EN 1508

(See also A.3).

Service reservoir sites shall be provided with access for routine visits and repair work. Facilities shall be provided to permit cleaning of each compartment independently.

Access to the water compartments, control buildings and all functional equipment shall be designed for safety, including that of personnel, and for ease of operation. Openings shall be dimensioned so as to permit entry for materials and equipment for cleaning, maintenance and repair.

Access to the reservoirs shall always be restricted and controlled. Arrangements shall be such that the minimum number of openings are provided into the water compartments. The compartments may be accessed from the control building or, subject to suitable safeguards, from the roof.

Due regard shall be paid to the security of service reservoirs with respect to acts of terrorism, vandalism and other unlawful activity. Measures shall be taken to deter, detect and delay intruders.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.3

Demarcating fencing around the service reservoir will deter entry in low risk areas. Where risks are high the provision of security fencing and monitoring systems should be considered.

Unmanned service reservoirs should be visited frequently and consideration should be given to intruder detection systems, camera surveillance, audible alarms and high intensity lighting.

The joint use of service reservoir sites with third parties and/or the general public should only be considered in exceptional circumstances.

Het terrein waarop een reservoir zich bevindt, is bij voorkeur niet openbaar toegankelijk. Het omheinen van locaties is vanuit gemeenten echter steeds minder gewenst, zodat het gaat om beveiliging met toegangsvertraging. De poort en toegangshekken van het terrein, en alle toegangsdeuren (van de gebouwen) en –luiken moeten worden voorzien van deugdelijk hang- en sluitwerk. Hiervoor wordt verwezen naar de nationale norm [NEN 5096](#). Er kan voor worden gekozen het terrein en de verschillende ruimten van de gebouwen elektronisch te bewaken, waardoor de gevolgen van vandalisme en wellicht ook terrorisme zo veel mogelijk kunnen worden beperkt. Ieder drinkwaterbedrijf heeft een eigen beveiligingsbeleid, dat kan zijn gebaseerd op het VEWIN-rapport ‘Aanbevelingen “Goed Huisvaderschap”’ [10] naar aanleiding van het project ‘Benewater’. In het beveiligingsbeleid van het drinkwaterbedrijf is vastgelegd welke beveiligingsmaatregelen zijn vereist (zie ter illustratie Foto 1).

Maatregelen in verband met terrorisme zijn niet bedoeld om een mogelijke aanslag te voorkomen, maar om het effect ervan te beperken (tijdige signalering, automatische afschakeling pompen en dergelijke).

In de nabijheid van een reservoir moeten voorzieningen worden getroffen ten behoeve van het reinigen en het verrichten van onderhoudswerkzaamheden, zoals voldoende aansluitmogelijkheden voor reinigingsgereedschappen (bijvoorbeeld elektra en drinkwater) waaronder een reinigingssysteem met verhoogde druk (ordegrootte 8 bar) en/of bedrijfswater. De grootte van de druk is relevant in verband met mogelijke effecten op het oppervlak: Foto 2 laat het effect zien op betonnen oppervlakken bij het toepassen van een te hoge druk.



Foto 1 Voorbeeld van een primair luik voorzien van een secundair luik als inbraakschil, inclusief detectie en slot (foto drinkwaterbedrijf).



Foto 2 Beschadiging van de betonnen wanden van de chloorcontactkelder van drinkwaterproductielocatie Weesperkaspel als gevolg van te hoge druk (foto Waternet).

Bewuste verontreiniging

Er moeten maatregelen worden genomen ter voorkoming van het binnendringen van verontreinigingen van buitenaf als gevolg van vandalisme, terrorisme, inbraak, oorlogshandelingen en van nucleaire en chemische rampen.

In verband met mogelijke handelingen tot bewuste verontreiniging en rampen is het goed dat er bypasses worden aangelegd, zodat reservoirs zo nodig buiten bedrijf kunnen worden gesteld (zie Figuur 2b).

Toegankelijkheid reservoir

Een reservoir moet adequaat, veilig en hygiënisch toegankelijk zijn ten behoeve van inspectie, reiniging en bemonstering. Om microbiologische risico's te minimaliseren, mag de toegang niet worden gesitueerd boven de zuigmond of de vulleiding.

De voorkeur gaat uit naar toegang via waterdichte deuren, die bereikbaar zijn via een constructie die externe invloeden uitsluit. Dit kan worden gerealiseerd door een voorruimte tegen of op het reservoir, met een vaste trap naar het kelderniveau (indien van toepassing). Een oplossing met deuren en vaste trappen is veiliger dan een toegang via een toegangsluik²¹ in combinatie met een ladder.

Toegang via het dak is uitsluitend toegestaan als die is uitgevoerd als dakopbouw, waarbij een voorruimte wordt gecreëerd rond het toegangsluik. Dit waarborgt de hygiëne en voorkomt directe blootstelling aan atmosferische invloeden. Toegangsluiken zonder dakopbouw hebben niet de voorkeur, vanwege verhoogde kans op verontreiniging en beperkte hygiënische controle.

De aanwezigheid bij een toegang van een schone ruimte waar betrokken personen zich kunnen omkleden, schoenen en gereedschap kunnen worden gedesinfecteerd en waar materieel kan worden opgeslagen, heeft de voorkeur.

De positionering van toegangsdeuren verdient aandacht in verband met bedrijfsvoering en/of onderhoud, bijvoorbeeld op vloerniveau of juist boven het waterniveau. Er wordt gebruik gemaakt van waterdichte deuren van chroomnikkelmolybdeenstaal (bijvoorbeeld AISI 316/DIN 1.4401, zie Bijlage I en [21]), die tegen de waterdruk in worden geopend (Foto 3).

Ten behoeve van onderhoudsvoorzieningen zoals slangen, kabels en leidingen kan een doorvoerstuk met blindflens worden geïntegreerd in het ontwerp.

Bij het ontwerp van constructies moet voldoende ruimte tussen onderdelen worden voorzien om reiniging, inspectie en reparatie mogelijk te maken.

De dakconstructie van een reservoir moet voldoende sterk zijn dat onderhoudswerkzaamheden op of vanaf het dakvlak machinaal kunnen plaatsvinden.

²¹ Luiken komen nog voor in bestaande reservoirs, maar bij nieuwbouw en renovatie worden die vrijwel en bij voorkeur niet meer toegepast.



Foto 3 Waterdichte deur in een reservoir (foto Vitens).

Dakluik (in voorruimte)

Voor het naar binnen brengen van onderhoudsmateriaal zoals compressoren en beluchtingsapparatuur is een (hij)sdakluik in de voorruimte erg praktisch. Het toepassen van dergelijke luiken in de eigenlijke reservoirs wordt afgeraden, tenzij er speciale luiken worden toegepast die volledig afsluitbaar (100% luchtdicht) zijn, zie Foto 4.



Foto 4 Volledig afsluitbaar RVS toegangsluik (foto Evides Waterbedrijf).

In het geval een vaste trap met bordes in het reservoir nodig is, dient die trap eveneens van chroomnikkelmolybdeenstaal te zijn (Foto 5).



Foto 5 Roestvaststalen trap in een reservoir (foto Vitens)²².

5.2.2.2 General arrangement/Algemene indeling

NEN-EN 1508

Service reservoirs shall normally comprise at least two compartments (see figure 2).

Inlet, outlet, overflow and washout pipework, the necessary valves, and if specified by the designer, flow meters and level measuring devices, shall be provided for each water compartment. A bypass pipework arrangement to connect inlet and outlet pipework shall be provided for all reservoirs. The type and arrangement of the valves will depend upon the configuration of the water distribution system. If necessary, underfloor and perimeter drains shall be provided.

Vul- of toevoerleiding

Vanuit het oogpunt van waterkwaliteit dient de toevoerleiding (vulleiding) voor het vullen van het reservoir boven het hoogst mogelijke waterniveau in het reservoir uit te monden. Hierdoor wordt voorkomen dat water vanuit het reservoir in de toevoerleiding kan terugstromen. In die gevallen waarbij de toetreding van lucht het kalk/koolzuur-evenwicht in het water verstoort, wordt hiervan afgeweken.

De plaats van de vul- of toevoerleiding kan op twee manieren worden benaderd:

- de toevoerleiding wordt niet door het in het reservoir aanwezige water gevoerd;
- in verband met het voorkomen van eventuele terugstroming is de aanwezigheid van een onderbreking in de vorm van een stijgbuis gewenst.

Vooral voor ondergrondse reservoirs kan het eerste punt een probleem zijn in verband met ontbrekende fysieke ruimte buiten het reservoir. Bij hoogwaterreservoirs is het niet door het reservoir voeren van de toevoerleiding betrekkelijk eenvoudig te realiseren. In het geval er om bepaalde redenen wel wordt gekozen voor obstakels (bijvoorbeeld de toevoerleiding) door een reservoir, dan moet een en ander ‘hydraulisch vloeiend’ worden afgewerkt (bijvoorbeeld met ronde kanten).

²² Zie opmerking in onderdeel 5.2.1.2: het gebruik van buis- of kokerprofiel is niet gewenst.

De vulinrichting en de uitstroomopening van de toevoerleiding in het reservoir moeten voor inspectie en reparatie gemakkelijk bereikbaar zijn. De toevoerleiding mag niet uitmonden in de nabijheid van de zuigmond van de zuigleiding naar de pompinstallatie, om te voorkomen dat tijdens het vullen lucht wordt meegevoerd met de pompen waardoor die onbruikbaar zouden kunnen worden. Bij de constructie en plaats van de uitloop van de toevoerleiding en die van de zuigmond van de zuigleiding moet ervoor worden gezorgd, dat een 'goede' doorstroming van het water in het reservoir wordt verkregen.

Aanzuigconstructie

Het ontwerp van constructies voor de op een reservoir aangesloten pompen wordt behandeld in de vakliteratuur over centrifugaalpompen, bijvoorbeeld [50]. Voor zowel de constructie in het reservoir (wandinlaten, zuigkuilen en verdiepingen, aanzuigbochten, splitters) als het leidingwerk tussen reservoir en pompen bestaan ontwerprichtlijnen. De richtlijnen hebben als doel kolkvorming met aanzuig van lucht, cavitatie van de waaier of abnormale mechanische belasting van de pompas te vermijden.

De minimale afstand tussen het niveau LLW (laag-laag-water) en het begin van de zuigleiding van de pomp dient zodanig te worden berekend (door een deskundige) dat er geen vortex kan ontstaan. Het gaat daarbij om de 'onttrekkingskracht', waarbij de diameter en vorm van de zuigleiding een rol spelen. Ook de snelheid van opstarten van de pomp is hierbij van invloed.

Voor de ontwerper is het van belang een evenwicht te vinden tussen deze hydraulische randvoorwaarden en de andere gestelde eisen. Een geslaagd innameontwerp biedt naast een goede pompwerking ook de nodige garanties op het gebied van de praktische uitvoerbaarheid, het waterdicht krijgen van de constructie, de arbeidsveiligheid bij onderhoud, enzovoort.

Een veelgebruikte toepassing is de zuigkuil (Foto 6 en Foto 8), een lokale verdieping van de bodem van een reservoir waaruit de pomp aanzuigt. Door het verlagen van de zuigleiding en aanzuigmond in een kuil verlaagt ook de minimale bovenwaterstand die dient te worden gerespecteerd om kolkvorming met aanzuiging van lucht te vermijden. Hierdoor kan het in het reservoir beschikbare volume beter worden gebruikt. Verdere optimalisatie is mogelijk door positionering van de aanzuigmond en door toepassing van anti-vortex maatregelen zoals splitters (Foto 7).

In het geval meerdere pompen in elkaars nabijheid aanzuigen, wordt het creëren van een of meer 'pompvakken' door het plaatsen van wanden of schotten langs elke aanzuigkuil of -zone aanbevolen. De bedoeling daarvan is de waterstroom naar een pomp te isoleren van mogelijke verstorende invloeden in de rest van het reservoir.



Foto 6 Zuigkuil met niveaumetingen (foto Vitens).



Foto 7 Aanzuigbocht met splitter (foto Pidpa).



Foto 8 Zuigkuil in aanbouw (links) en afgewerkt (rechts) (foto's Pidpa).

Afvoer afvalwater

In verband met een snelle en volledige afvoer van afvalwater van een reservoir in het kader van het normale schoonmaakprogramma of na onderhoudswerkzaamheden wordt de vloer onder voldoende afschot gelegd, met afschot in de richting van de zuigkuil. Het afschot van de vloer dient minimaal 15 mm per strekkende meter te bedragen. In de praktijk wordt 20 mm per strekkende meter gehanteerd om uitvoeringsfouten te kunnen corrigeren en daarmee voldoende afschot te garanderen.

De combinatie van afschot en afwerkingskwaliteit is van belang. De vloer wordt monolitisch vlak gevinderd. 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.

Cementdekvloeren worden bij reservoirs voor drinkwater niet toegepast in verband met (i) water tussen het beton en de dekvloer, en (ii) de kans op afbrokkeling.

In het geval dat de vloer (toch) vlak wordt aangelegd, zal het lastiger zijn deze tijdens en na onderhoudswerkzaamheden droog te 'trekken'. Dit is een aandachtspunt bij vooral het schoonmaken (na onderhoudswerkzaamheden).

De aanbeveling wordt gedaan om keerschotten aan de onderkant van openingen te voorzien (sleuven op het niveau van de vloer), zodat afvalwater vrij gemakkelijk kan worden afgevoerd in de richting van de zuigkuil.

De voor afvoer van het afvalwater bestemde leiding die is aangesloten op de zuigkuil mag niet rechtstreeks met een afvoersysteem zijn verbonden. In het geval deze spui- of leegloopleiding op een riolering wordt aangesloten, moet er een zichtbare onderbreking aanwezig zijn. Als het gaat om een leiding onder vrij verval dan dient het lozingspunt zich boven het hoogste oppervlaktewaterpeil te bevinden.

De middellijn van de spui- of leegloopleiding moet voldoende groot zijn en bij voorkeur een gelijke middellijn hebben als de overloopleiding.

5.2.2.3 Overflow/Overloop of -stort

NEN-EN 1508

The overflow of each compartment shall be of adequate dimensions to permit the free escape of excess water and shall normally allow for the discharge of the maximum inflow capable of being delivered to the service reservoir.

There shall be no isolation valves on the overflow system. In certain cases where overflow pipe capacity cannot be provided for maximum inflow, emergency inlet control measures shall be provided. The overflow arrangements shall not permit the contamination of the stored water. The overflow should not be permanently connected to a sewer except where this is unavoidable, in which case special attention shall be given to checking the capacity of the sewer, and preventing the backflow of foul water and gases from the sewer.

Reservoirs zijn voorzien van een overloop of overstort die te allen tijde moet voorkomen dat het water tegen het dak van het reservoir komt (Foto 9), zodat verslechtering van de waterkwaliteit wordt voorkomen en wordt vermeden dat de constructie kapot gaat door onder- of overdruk (zie Foto 10). Het niveau van de overstort moet zich daarom juist beneden de uitstroomopening van de toevoerleiding bevinden.

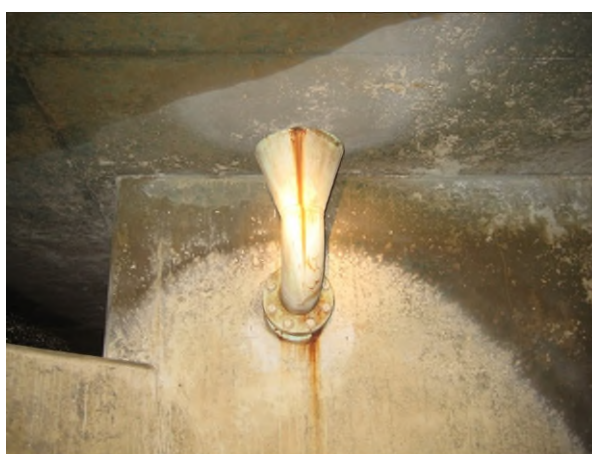


Foto 9 Praktijkvoorbeelden van een overloop van een reservoir (met hoogniveaumeting) (foto's van respectievelijk Vitens, Waternet en PWN).



Foto 10 De gevolgen van het opdrukken van het dak van een reservoir (foto's PWN).

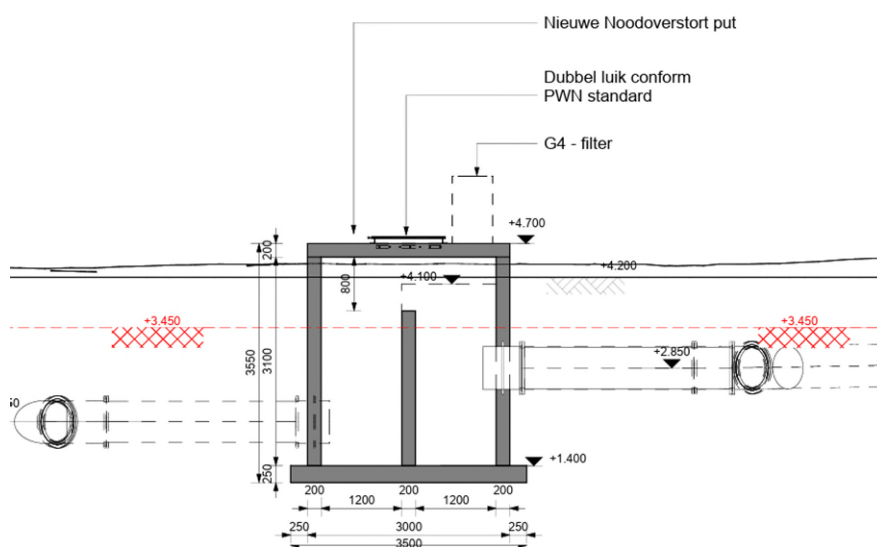
Als een reservoir is voorzien van draagbalken onder het dak en het waterniveau tot de onderzijde van die balken kan stijgen, dienen de draagbalken te zijn voorzien van sparingen van voldoende grootte om compartimentering te voorkomen.

De overloop of overstort moet een zodanige afvoermogelijkheid bezitten, dat als het reservoir met de maximale volumestroom met water wordt gevuld en het water uitsluitend door de overloop of overstort wordt afgevoerd, het waterniveau in het reservoir beneden de uitstroomopening van de toevoerleiding blijft. Een reservoir moet dus zijn voorzien van een zodanige afvoer, dat de afvoervolumestroom groter is dan de grootst mogelijke toevoer.

De overstortleiding moet onder vrij verval uitkomen op een lager punt, bijvoorbeeld in een lager gelegen overstortput of op open water (boven het hoogste oppervlaktewaterpeil). Hierbij is onderscheid te maken tussen productie- en distributiereservoirs: productiereservoirs zijn doorgaans reinwaterreservoirs en dus laaggelegen, terwijl distributiereservoirs doorgaans hoger/hog zijn geplaatst. Distributiereservoirs kunnen dus overstorten op het oppervlaktewater. Productiereservoirs storten (via de zuivering) over naar een lageregelegen gedeelte van het omliggende terrein.

De overstortleiding mag niet rechtstreeks met een afvoersysteem zijn verbonden. De leiding zou zonder bijzondere voorzieningen een rechtstreekse verbinding vormen met de buitenlucht direct boven het open water waarop wordt geloosd. Daarom is er een dubbele beveiliging nodig, namelijk een waterslot (gevuld met drinkwater) of een breekplaat (voor een voorbeeld, zie Bijlage IX) aan het begin en een inklimbeveiliging of een scharnierende klep ('rattenklep') aan het eind. Het gebruik van een inspecteerbaar waterslot wordt aanbevolen en het dient periodiek te kunnen worden vervast of permanent met behulp van een waterstroom te worden doorstroomd. Een overstortput moet zijn voorzien van een deksel met een slot en eventueel een elektronische signalering.

De overstortleiding moet zelfontluchtend zijn en zijn voorzien van een beluchtingsfilter in dezelfde gradatie als toegepast in het reservoir. Voor (een tekening van) een externe betonnen overstortconstructie (met waterslot) van een reservoir, zie Figuur 3 en Foto 11 In het reservoir zelf wordt een overstortbuis toegepast (staande buis met kelk).



Figuur 3 Betonnen overstortconstructie in een kelder met extra inkruipbeveiliging (ratten en ander ongedierte). Het luik is voorzien van een slot (tekening PWN).



Foto 11 Betonnen overstortconstructie in een kelder met extra inkruipbeveiliging (ratten en ander ongedierte). Het luik is voorzien van een slot (foto PWN).

Het via de overloop of overstort wegstromende water moet visueel kunnen worden waargenomen en/of elektronisch worden gesignaleerd. Een overstort is vrij van obstructies (bijvoorbeeld afsluiters), zodat die nooit kan worden afgesloten.

5.2.2.4 Monitoring/ Monitoring

NEN-EN 1508

(See also A.4).

Service reservoirs shall be monitored and controlled. All necessary operational data shall be recorded. The designer shall specify if visual inspection facilities are required to observe the water in each compartment.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.4

The water level of every compartment should be measured with appropriate instruments, displayed and if possible transmitted to a central location. Other data such as flow, pressure and quality parameters can also be transmitted. These data links can provide remote control facilities.

Reservoirs moeten zijn voorzien van apparatuur voor het meten en regelen van waterstanden zonder de toetreding van licht (zie onderdeel 5.2.1.5). Deze apparatuur moet buiten een reservoir worden aangebracht, bij voorkeur in een afsluitbare niveauloom. Als de apparatuur in een niveauloom wordt ondergebracht, moet deze kolom afsluitbaar en aftapbaar zijn. Alle op het reservoir zelf aangesloten meet- en regelapparatuur moet afzonderlijk afsluitbaar en aftapbaar zijn. Een te hoge en te lage waterstand moeten worden gesignaleerd. Voor een te lage stand moet een beveiliging worden aangebracht die de transport- of distributiepomp automatisch uitschakelt (laagreservoir). Een hoogreservoir (zonder pompen) wordt in dat geval niet afgesloten, zodat geen onderdruk kan ontstaan in de toevoerleiding, waardoor via mofverbindingen of lekkages verontreinigingen kunnen worden aangezogen.

Reservoirs mogen tijdens de bedrijfsperiode nooit volledig leeglopen, omdat anders eventueel bezinksel vanaf de

bodem kan opwoelen. In de praktijk wordt een minimale waterstand van circa 0,5 m aangehouden, in het geval een zuigkuil wordt toegepast.

Voorbeelden van de verschillende niveaus en alarmeringen zijn opgenomen in Bijlage IV van deze praktijkcode.

5.2.2.5 Power supplies/Energievoorziening

NEN-EN 1508

Consideration shall be given to providing permanent and emergency power supplies to service reservoir site.

Een noodvoorziening voor elektriciteit is op een drinkwaterproductielocatie op basis van publiekrechtelijke regelgeving altijd aanwezig [12]. Bij een reservoir dat zich niet op een dergelijke locatie bevindt, kan een dergelijke voorziening worden overwogen.

5.2.2.6 Lightning protection/Bescherming tegen bliksem

NEN-EN 1508

Lightning protection arrangements shall be provided for all water towers, and shall be considered for all service reservoirs.

Een betonnen constructie voor de bereiding of de opslag van drinkwater dient te zijn voorzien van een aardingsinstallatie ten behoeve van bliksembeveiliging, veiligheidsaarde, potentiaalvereffening en inductieafscherming, die conform de nationale norm NEN 1010 en de mondiale normenserie NEN-EN-IEC 62305 is ontworpen. Bij de aardingsinstallatie dient rekening te worden gehouden met de volgende toepassingen, die moeten worden aangebracht voorafgaand aan het aanbrengen van funderingspalen of het storten van een betonconstructie.

- Funderingspalen
Voor de aarding moet in een aantal palen een aparte staaf worden opgenomen van glad en lasbaar staal, en van voldoende diameter.
- Betonconstructie
Er wordt voor de aarding een maasvormig aardingsnet opgenomen, dat bestaat uit een separaat net en aardingsplaten (aardaansluitpunten). Het net moet worden gerealiseerd van een glad en lasbaar staal (voldoende diameter) en moet op een aantal plaatsen worden bevestigd aan het net door middel van lassen (laslengte minimaal 100 mm). Een en ander moet onderdeel uitmaken van de hoofddraagconstructie.

6 Design requirements/Ontwerpeisen

6.1 Watertightness/Waterdichtheid

NEN-EN 1508

Reservoirs shall be designed to be watertight. This can be achieved using various methods, either singly or in various combinations as described below:

- *Structures where watertightness is obtained by the nature of the structure itself, which is typically achieved by reinforced or pre stressed concrete structures. In addition it is possible to improve the impermeability of the concrete by the inclusion of additives or the application of surface treatments;*
- *Structures where watertightness is achieved by the structure itself, to which a coating has been added;*
- *Structures where watertightness is achieved by the addition of a waterproof coating, or lining which may either be bonded to or independent from the supporting structure.*

For structures using prefabricated component parts, watertightness may be achieved using the above techniques. Special attention shall be paid to construction and movement joints, pipes or ducts passing through structural elements and other features subject to water pressure. This shall include the use of appropriate waterstops and sealants.

Algemeen

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.

In de wijze van uitvoering (uitvoeringswijze, mengselkeuze, et cetera) is het van groot belang om daarvoor voldoende aandacht te hebben. Daarnaast zijn doorvoeringen voor de betonconstructie een belangrijk aandachtspunt. De watervoerende onderdelen van een constructie hebben een vloeistofdichtheidsklasse 2 volgens de nationale bijlage NEN-EN 1992-3/NB.

Ook het verlies van opgeslagen drinkwater (van binnen naar buiten dus) moet worden verhinderd.

Vloer

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

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.

Voor tussenwanden die fungeren als keerschotten in verband met het stromingsprofiel in een reservoir is de waterdichtheid niet relevant (aandacht voor kieren en naden in verband met ophoping van microbiologische verontreiniging en de verwijderbaarheid daarvan is wel van belang).

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.

In verband met waterdichtheid dient de dikte van het dek afhankelijk van de betonkwaliteit minimaal 250 mm te bedragen, rekening houdend met de Europese norm NEN-EN 1992-3 ('Eurocode 2').

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

Doorvoerstukken

In dit onderdeel worden de mogelijkheden met bijbehorende voorschriften en aandachtspunten beschreven voor het realiseren van lekdichte leidingdoorvoeren door waterdichte constructies van beton. 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.

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. Dezeflenzen 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 deflenzen 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 (Foto 12).

De lengte van de stukken is zodanig dat er na de plaatsing tussen de aansluitflenzen en het betonvlak voldoende ruimte blijft om de bouten op een ergonomisch verantwoorde wijze te kunnen aandraaien.



Foto 12 Nog in te storten doorvoerstukken op de bouwterrein. Het niet-gecoate deel aan de buitenkant is zichtbaar (foto PWN).

Wijzen van instorten

Er bestaan talloze uitvoeringsdetails voor het instorten²³ van doorvoerstukken, maar in de basis zijn deze te herleiden tot twee van elkaar te onderscheiden wijzen (Foto 13):

- **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 gietmortel met specifieke thixotropische²⁴ eigenschappen ten aanzien van krimp.

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.

Rechtstreeks instorten

Het grote voordeel van rechtstreeks instorten is dat bij de doorvoer een gesloten wand- of plaat geheel wordt gerealiseerd zonder bijkomende stortnaden (Figuur 4). Bij het naderhand opgieten van sparingen kunnen er naden ontstaan tussen het eerder gestorte betonelement en het opgietswerk. Om zowel de lek dichtheid als de krachtsoverdracht ter hoogte van de stortnaad te garanderen, kunnen er technische hulpmiddelen worden ingebouwd in het 'dagvlak' van de sparing, bijvoorbeeld:

- materialen voor het op enige wijze opruwen van het contactvlak;
- zwelstrippen;

²³ Met 'instorten' wordt in deze praktijkcode bedoeld 'meestorten' of in 'het beton opnemen'.

²⁴ Thixotropie = pseudo-elasticiteit

- geprofileerde dozen (tandverbinding) of stekkenbakken (om het 'uitdrukken' van het opgegoten deel te verhinderen).

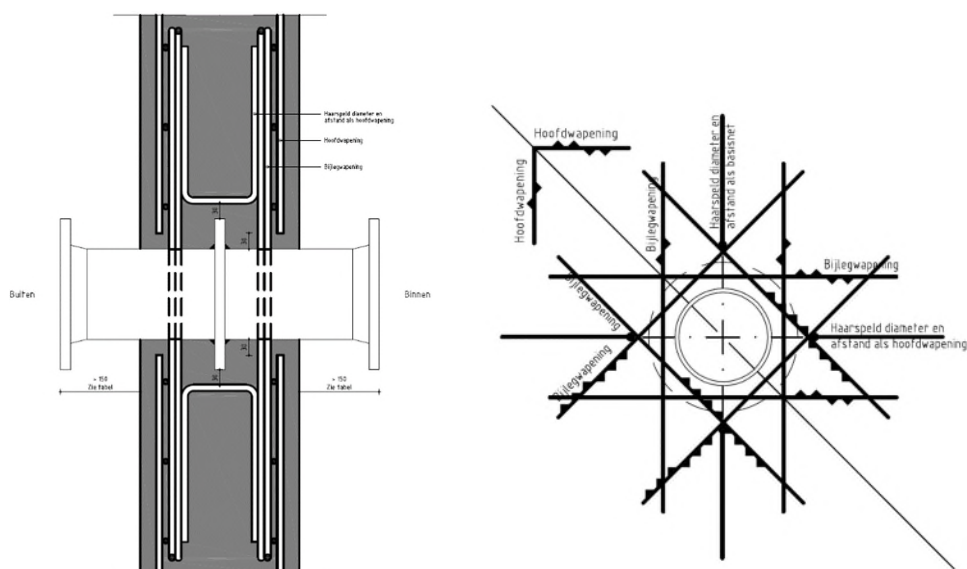
Het niet-toepassen van deze hulpmiddelen geniet echter de voorkeur, waarbij de uitvoerende partij verantwoordelijk is voor een juiste en correcte uitvoering op basis van goed vakmanschap.

Opgieten in een sparing

Een voordeel van opgieten in een sparing is dat de bekisting 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 13). 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 13 Wand van een drinkwaterreservoir in aanbouw, voor én na sluiting van de systeembekisting. Zowel rechtstreeks in te storten doorvoeren (witte ovale mangaten) als bekistingen voor sparingen zijn toegepast (foto's Pidpa).



Figuur 4 Technische detailtekening van een doorvoerstuk in een betonwand, rechtstreekse instortwijze (bron Brabant Water).

Met mechanische dichtingssystemen voor leidingdoorvoeren (zie [16]) zijn slechte ervaringen bij de drinkwaterbedrijven en die worden derhalve niet meer toegepast.

6.2 Structural design/Structureel ontwerp

6.2.1 General/Algemeen

NEN-EN 1508

In all aspects, including health and safety, the valid national design and construction standards and requirements at the place where the reservoir is proposed to be constructed shall apply until such time as the implementation of the relevant structural Eurocode. These shall be based on the acceptable probability that the structure will remain fit for the use for which it is intended throughout its design life. This involves calculation at limit states.

Het ontwerp van een betonnen drinkwaterconstructie moet in overeenstemming zijn met de algemeen geldende Europese norm NEN-EN 1990 ('Eurocode') met nationale bijlage NEN-EN 1990/NB, normenserie NEN-EN 1991 ('Eurocode 1') met nationale bijlagen (zie Bijlage VI), normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie Bijlage VI) en de Europese norm NEN-EN 206 (beton) met de invulling daarvan op nationaal niveau volgens de Nederlandse norm NEN 8005.

De detaillering van de constructies dient in overeenstemming te zijn met normenserie NEN-EN 1992 met nationale bijlagen (zie Bijlage VI) en de in deze praktijkcode vermelde aanvullende of afwijkende eisen.

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.

De toepassing van dilatatievoegen in het eigenlijke reservoir wordt afgeraden in verband met de microbiologische risico's, die aan voegmassa's zijn verbonden.

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 vooral 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) en/of breedplaatvloeren worden toegepast. Er moet uitsluitend monolithisch worden gebouwd, zodat er geen holle delen in de betonconstructie aanwezig zijn. Het toepassen van stekkenbakken in betonnen constructies die vloeistofdicht moeten zijn, is niet toegestaan. Bij het toepassen van stekkenbakken is de kans op het ontstaan van kieren en naden zeer reëel, waarmee niet aan de eis voor een waterdichte constructie kan worden voldaan. Bovendien ontstaan er lastig uitvoerbare details voor het aanbrengen van bijvoorbeeld dakbedekking als tweede waterdichte barrière.

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).

Filterbodemplaten

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

Het toepassen van krimpstroken is toegestaan.

Kolommen

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

Metalen constructies

De API Standard 650 'Welded Tanks for Oil Storage' [15] en de Europese Richtlijn Drukapparatuur (PED, 'Pressure Equipment Directive') [28] vormen het uitgangspunt voor het ontwerpen van metalen constructies. De PED is van toepassing boven de 0,5 bar overdruk.

6.2.2 Limit states/Grenstoestanden

NEN-EN 1508

Ultimate limit states which may require consideration include:

- *loss of equilibrium of the structure or any part of it, considered as a rigid body;*
- *Failure by excessive deformation, rupture, or loss of stability of the structure or any part of it, including supports and foundations.*

Serviceability limit states which may require consideration include:

- *deformations or deflections which affect the appearance or effective use of the structure (including the malfunction of machines or services) or cause damage to finishes or nonstructural elements;*
- *cracking which is likely to affect adversely the appearance, durability or watertightness of the structure;*
- *vibration which causes discomfort to people, damage to the service reservoir or to its components, or which limits its functional effectiveness;*
- *Excessive stress which is likely to lead to loss of durability.*

De uiterste grenstoestanden die in acht kunnen worden genomen, zijn:

- het verlies van evenwicht van de constructie of een onderdeel daarvan, die als vaste (niet-verplaatsbare) constructie of onderdeel daarvan dienen;
- falen door extreme vervorming, scheurvorming of verlies van stabiliteit van de constructie of een onderdeel daarvan, inclusief ondersteuning en fundaties.

De bruikbaarheid van grenstoestanden die in acht kunnen worden genomen, zijn:

- vervormingen of afwijkingen die een negatieve invloed hebben op het aanzien of de functionaliteit van de constructie (inclusief de zich daarin bevindende machines of diensten) of die schade veroorzaken aan de afwerkingen van niet-constructieve elementen;
- scheurvorming die een negatieve invloed heeft op het aanzien, de duurzaamheid of de waterdichtheid van de constructie of onderdelen daarvan;
- trillingen die leiden tot een oncomfortabele situatie voor personen, schade kunnen toebrengen aan de constructie of onderdelen daarvan, of die de functionaliteit van de constructie negatief beïnvloeden;
- extreme krachten die de duurzaamheid van de constructie of onderdelen daarvan negatief beïnvloeden.

6.2.3 Actions/Belastingen

6.2.3.1 General/Algemeen

NEN-EN 1508

The structural design shall take into account the effects of permanent, variable and accidental actions. The reservoir and its compartments shall be designed for both the full and empty conditions.

Bij het structurele ontwerp dient rekening te worden gehouden met de effecten van permanente, variabele en incidentele belastingen. Een reservoir met compartimenten moet worden ontworpen voor zowel gevulde als lege omstandigheden.

6.2.3.2 Permanent actions/Permanente belastingen

NEN-EN 1508

These include:

- *the dead load of the structure;*
- *the load of the operational equipment and plant (e.g. pumps and pipework);*
- *the load of any additional installations,*
and, where applicable:
 - *the prestressing load;*
 - *the earth load and earth pressure;*
 - *the load and pressure of the groundwater at its lowest assumed level;*
 - *any imposed displacement;*
 - *shrinkage;*
 - *creep.*

Zettingseisen

Gelijkmatige zettingen van een betonnen drinkwaterconstructie zijn toelaatbaar, mits hiervoor voorzieningen zijn getroffen voor de aansluitende constructies. De constructie mag hierbij niet zijn functionaliteit verliezen en de bedrijfsvoering (bijvoorbeeld het hydraulisch schema) mag niet in het geding komen.

Dakinrichting

Soms wordt aarde gezien als geschikt afdek materiaal voor afdekconstructies (functioneel bedoeld in verband met isolatie en tegen opdrijven) als daarin geen diepwortelende planten²⁵ en/of bomen aanwezig zijn.

Cellulair/foamglas wordt daarbij als geschikt materiaal tegen wortelgroei genoemd. Er blijken ook goede ervaringen te zijn met de combinatie van kunststof dakbedekking met daarop worteldoek en een laag zand (zie Foto 15) met vegetatie (bijvoorbeeld sedum, kruiden of gras). Dergelijke daken hebben enerzijds een isolerende werking en beschermen de dakbedekking tegen UV. Anderzijds zijn deze daken niet inspecteerbaar en kunnen eventuele lekkages niet worden opgespoord, waarmee het een bedreiging is voor de waterkwaliteit en daarmee voor de bedrijfszekerheid.

Een andere benadering voor de inrichting van daken van reservoirs is dat daarop juist geen gronddek wordt aangebracht, zodat het dak te allen tijde inspecteerbaar is. In Bijlage VII is een beschrijving opgenomen van een dak zonder dek, waarmee positieve ervaringen zijn.

Beide benaderingen hebben voor- en nadelen. De keuze voor een van de twee benaderingen kan situatie- of omgevingsafhankelijk zijn. Het gaat met name om de inspecteerbaarheid van de dakconstructie. Als juist wel wordt gekozen voor een gronddek van een reservoir is 'wortelgroei bestendigheid' heel belangrijk.

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).

²⁵ 'Engels gras' wortelt niet diep en wordt hierbij als voorbeeld genoemd (zie de webpagina [Flora van Nederland: Engels gras - Armeria maritima](#)).

Isolatiemateriaal mag geen water kunnen opnemen en moet ten aanzien van voorkomende belastingen voldoende drukvast zijn. Door isolatiemateriaal te combineren met aanaarden (zie onderdeel ‘**Dakconstructie**’ van onderdeel 5.2.1.5), kunnen de voordelen van beide methoden worden gecombineerd. Isolatie dient te worden gedimensioneerd op basis van de mogelijke opwarming of bevrozing van het water in de constructie.



Foto 15 Dak van een reservoir bestaande uit dakbedekking (zand en grond moeten nog worden aangebracht) (foto Vitens).

6.2.3.3 Variable actions/Variabele belastingen

NEN-EN 1508

These include:

- *the load and pressure of the water in the reservoir;*
 - *the snow and wind loads;*
 - *the loads due to operation of the reservoir;*
 - *the loads due to maintenance,*
- and, where applicable:*
- *the load and pressure of the groundwater at its highest assumed level;*
 - *transient loads in the vicinity of the structure;*
 - *the loads at the time of construction;*
 - *temperature variations both inside and outside the reservoir, taking into account climatic extremes and seasonal or operational variations in the temperature of the stored water;*
 - *the thermal gradient between parts of the structure exposed to differing climatic conditions.*

Variable actions not defined by this standard shall be specified by the designer.

Opdrijven

In subparagraaf 5.1.2 is beschreven dat reservoirs bij voorkeur boven de hoogste grondwaterstand worden gebouwd. Voor betonnen reservoirs waarbij de (kelder) vloer toch onder maaiveld is aangelegd en in het

grondwater staat, dient een evenwichtsberekening te worden gemaakt tegen het opdrijven van het reservoir. Hierbij geldt de meest ongunstige situatie, dat wil zeggen waarbij er zich geen drinkwater in het reservoir bevindt, maar er wel sprake is van de hoogste grondwaterstand. Bij de uitgangspunten moet rekening worden gehouden met eventueel verhoogde grondwaterstanden in de toekomst als gevolg van klimaatverandering.

In het geval het eigengewicht van de betonnen drinkwaterconstructie voldoende is tegen opdrijven, zijn er geen aanvullende voorzieningen benodigd. Als dit niet het geval is, zal het ontwerp moeten worden aangepast door de kelder te voorzien van bijvoorbeeld meer massa, een verbrede betonteen of trekpalen/ankers. Een andere mogelijkheid is een gronddek bovenop de kelder aan te brengen.

6.2.3.4 Accidental actions/Incidentele belastingen

NEN-EN 1508

These include, where applicable, earthquakes and other accidental actions such as avalanches, forest fires, vehicle and aircraft impact etc. The technical data to be taken into account shall be defined by the designer.

Bij het ontwerp van een reservoir moet rekening worden gehouden met factoren die specifiek zijn voor een omgeving. Voor Nederland en Vlaanderen worden daarbij de volgende voorbeeldsituaties genoemd:

- ongevallen met auto's in de nabijheid van een of meer auto(snel)wegen en dan vooral tank- en vrachtauto's;
- ongevallen met vliegtuigen in de nabijheid van een vliegveld of vliegroutes;
- bosbranden in het geval van een bosrijke omgeving;
- aardbevingen.

6.3 Further provisions/Overige bepalingen

6.3.1 Stress analysis/Analyse van spanningen

NEN-EN 1508

The stresses shall be calculated under the relevant load combinations using appropriate structural design methods.

For those parts of the structure designed to retain water and for serviceability limit state verifications the calculations are normally carried out using the assumption of linear elastic behavior of materials.

Where necessary shell and plate effects and the interaction of the reservoir with the subsoil shall be taken into account.

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 ('Eurocode 1') met nationale bijlagen (zie Bijlage VI) en normenserie NEN-EN 1992 ('Eurocode 2') met nationale bijlagen (zie Bijlage VI) 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 ('Eurocode 7') van ten minste GC2m, afhankelijk van locatie en risico's.
- Met betrekking tot opgelegde vervormingen (normenserie NEN-EN 1992 ('Eurocode 2') met nationale bijlagen, zie Bijlage VI) geldt het volgende:
 - Zettingsverschillen van de fundering
Aan het ontwerp moet een geotechnisch advies ten grondslag liggen met daarin opgenomen een voorspelling van het zettingsgedrag van de gekozen funderingsconstructie en dan met name zettingsverschillen.
 - Krimp en uitzetting ten gevolge van temperatuurbelastingen
Ontwerpen op de bouw-, test-²⁶ en gebruiksfase (zie normenserie NEN-EN 1991 ('Eurocode 1') met nationale bijlagen, zie Bijlage VI). Hierbij dient rekening te worden gehouden met extreme temperaturen

²⁶ De testfase wordt als onderdeel van de bouwfase beschouwd.

zoals is aangegeven in normenserie NEN-EN 1991 met nationale bijlagen (zie Bijlage VI), tenzij hiervoor speciale voorzieningen (bijvoorbeeld het aanbrengen van een koelsysteem) zijn/worden getroffen.

- Kruip en krimp als gevolg van verharding
Er dient rekening te worden gehouden met normenserie NEN-EN 1992 ('Eurocode 2') met nationale bijlagen (zie Bijlage VI). In verband met methodes voor de berekening van scheurwijdte wordt daarbij gewezen op het CUR-rapport AC 85 (zie Bijlage XII).
- Filterbodemplaten
Bij de dimensionering van filterbodemplaten (zie Bijlage XIII) 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 § 8.3.
- In de berekening dienen belastingcombinaties te worden meegenomen, die voortvloeien uit § 8.3. Dat geldt ook in het geval belastingcombinaties als compartimenten zijn aangeaard en de constructies wel of niet zijn gevuld met water.

6.3.2 Stress analysis – Construction/Analyse van spanningen – Constructie

NEN-EN 1508

When the execution methods include construction phases, during which the stability and resistance conditions can be different from those of the completed structure, the appropriate limit states shall be checked.

De constructie moet worden berekend volgens normenserie NEN-EN 1992 ('Eurocode 2') met nationale bijlagen (zie Bijlage VI) (met inachtneming van normenserie NEN-EN 1991 ('Eurocode 1') met nationale bijlagen (zie Bijlage VI)) en de in § 2.3 van de voorliggende praktijkcode vermelde aanvullende of afwijkende eisen.

De constructies betreffen primaire nutsvoorzieningen en zijn daarmee ingedeeld in gevolgklasse CC2 ('Consequence Class') zoals is bedoeld in de norm NEN-EN-1990 ('Eurocode') met nationale bijlage (zie Bijlage VI). Bij de berekening van de constructies moet volgens die norm worden uitgegaan van een referentieperiode van 50 jaar en de belastingfactoren volgens die behoren bij die gevolgklasse CC2.

6.3.3 Stress analysis – Water towers/Analyse van spanningen – Watertorens

NEN-EN 1508

For water towers, the effects of deformation of the supporting structure shall be considered. For tall, slender towers, and for calculating dynamic stresses due to wind or earthquakes, the transitional and rotational inertia of the structure shall be considered. The effect of the movement of the stored water on the structure, if significant, shall also be considered.

Nieuwe watertorens worden in Nederland en Vlaanderen niet meer gebouwd, zodat dit niet (meer) van toepassing is.

6.3.4 Crack width/Scheurwijdte

NEN-EN 1508

To ensure durability and watertightness of concrete the crack width shall be limited to the extent required by local conditions and its location in the structure, and through suitable selection of reinforcement content, steel stress and bar diameter.

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 nationale bijlage bij de Europese norm NEN-EN 1992-1-2/NB als de specifieke eisen die worden gesteld vanuit de waterdichtheid volgens § 7.3 'Scheurbeheersing' van de nationale bijlage bij de Europese norm NEN-EN 1992-3/NB. Laatstgenoemd document 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 kan het drinkwaterbedrijf eisen stellen, uitgaande van praktijkervaringen en bedrijfsstandaarden. Een maximale scheurwijdte van 0,1 mm voor alle watervoerende delen van een constructie is het aanbevolen criterium.

7 General requirements for product standards/Algemene eisen voor normen voor producten

NEN-EN 1508

Service reservoirs, their components and all materials used in their manufacture shall comply with the relevant requirements of 8.1 and 8.2 of prEN 805:1996²⁷.

NEN-EN 805, § 9.1

Water supply components shall be capable of withstanding all conditions for which they have been designed, when used in water supply systems as defined in clauses 3 to 8.

All components shall conform with the relevant national product standards, transposing ENs as available, or with European Technical Approvals. The components shall be marked accordingly, including where appropriate the CE marking of conformity with the essential requirements of the Construction Products Directive or EFTA regulations where applicable.

The product standard and technical approvals shall at least include the requirements specified in clause 9 and any other requirement necessary to ensure fitness for purpose in the field of water supply. The product standards shall also specify the appropriate test methods (type tests and/or quality tests) to ensure compliance with these requirements.

Product standards shall specify any further relevant information not given in this standard regarding transport, storage, installation and maintenance.

Product standards shall be used for evaluating a product. In the absence of a product standard, this standard shall be used as a reference for the establishment of a specification (e.g. for European Technical Approval).

This standard applies equally to components which are factory made and to those constructed in situ.

The properties of the materials and components and their durability shall be defined and tested including their time-dependent degradation (see also 9.9).

Product standards shall give sufficient information to enable verification of fitness for purpose of the components.

7.1 Introductie certificatie

7.1.1 Algemeen

Certificatie van een product, een proces of een dienst door een onafhankelijke derde partij (een certificatie-instelling) kan worden gezien als een hoge mate van kwaliteitsborging. Het betreft een privaatrechtelijke activiteit. Een certificatie-instelling certificeert op basis van een van toepassing zijnde en van kracht zijnde 'beoordelingsrichtlijn', een BRL. In zo'n product-, proces- of dienst-specifiek document zijn alle relevante functionele of technische eisen (criteria of parameters en eventueel bijbehorende beproevingsmethodes met eisen of grenswaarden) vastgelegd. Doorgaans wordt daarbij gerefereerd aan relevante (inter)nationale normen. In het

²⁷ Het concept van deze Europese norm uit 1996 is niet zonder meer te achterhalen. Sinds 2000 was de norm [NEN-EN 805](#) (definitieve versie en sindsdien diverse keren ongewijzigd vastgesteld bij de vijfjaarsrevisie) vigerend en daarvan blijkt wel een ontwerp van 1992 te bestaan, zie [NEN-EN 805:1992 Ontw.](#) (inmiddels is de editie van 2025 van die norm van kracht, zie [NEN-EN 805](#)). Hoofdstuk 8 van die norm (editie 2000) gaat over het ontwerpen van leidingnetten. Het lijkt aannemelijk dat daarop hier niet wordt gedomd, maar op de paragrafen 9.1 'General' en 9.2 'Materials' van hoofdstuk 9 'General requirements for product standards' (titel identiek aan de titel van dit hoofdstuk). Om die reden zijn de teksten uit die paragrafen van de genoemde norm direct hierna weergegeven. Zie ook hoofdstuk 9 van de praktijkcode [PCD 3-1](#) [4].

uiterste geval is een beoordelingsrichtlijn volledig gebaseerd op een of meer normen. Bij het aantoonbaar voldoen aan alle eisen volgens een beoordelingsrichtlijn wordt het/de product, proces of dienst gecertificeerd (een kwaliteitsverklaring afgegeven), mede door toezicht van de certificatie-instelling op de kwaliteitsborging daarvan (bijvoorbeeld bij de vervaardiging van een product).

7.1.2 Certificatie van producten en processen ten behoeve van de drinkwatervoorziening

De certificatie van producten in contact met en processen ten behoeve van drinkwater in Nederland maakt om historische redenen onderdeel uit van de activiteiten van de certificatie-instelling Kiwa Nederland. Deze certificatie-instelling beheert circa 125 BRL's voor producten in contact met (drink)water (waarvan een belangrijk deel over een RvA-accreditatie (Raad voor Accreditatie) beschikt). Ook bestaan er enkele BRL's ten behoeve van processen voor drinkwatertoepassingen, bijvoorbeeld voor het aanbrengen van coatings. Deze beoordelingsrichtlijnen zijn gebaseerd op relevante (inter)nationale productnormen, aangevuld met (nationale) sectorspecifieke aspecten. Ook voor alle onderdelen van opslagsystemen wordt de aanbeveling gedaan om op basis van deze BRL's gecertificeerde producten toe te passen. Een overzicht van alle Kiwa-beoordelingsrichtlijnen ten behoeve van drinkwatertoepassingen is in te zien via de hyperlink

<https://www.praktijkcodesdrinkwater.nl/certificatie/beoordelingsrichtlijnen/> Voor de op basis daarvan gecertificeerde bedrijven en producten wordt verwezen naar het onderdeel direct hierna.

7.1.3 Gezondheidskundige aspecten

NEN-EN 805, § 9.2

All materials used for components, including linings, coatings and seals, intended for water supply systems shall be suitable for such an application. They shall not cause any unacceptable deterioration of the quality of the water with which they come into contact.

Conform § 4.2 van deze praktijkcode dienen producten in contact met voor de menselijke consumptie bestemd water te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening [5]. Bedrijven en producten met een dergelijke kwaliteitsverklaring zijn via de hyperlink <https://www.praktijkcodesdrinkwater.nl/certificatie/gecertificeerde-producten-en-processen/overzicht/> te vinden op de website van de 'erkende certificatie-instelling' Kiwa Nederland. Een belangrijk deel van die producten is tevens voor technische of functionele aspecten gecertificeerd op basis van een beoordelingsrichtlijn.

7.2 Technische uitgangspunten voor beton

De uitvoering van het betonwerk voor wat betreft in situ beton, gebeurt volgens de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670. De vervaardiging, specificatie en eigenschappen van het toegepaste beton en de controle op de productie daarvan moeten voldoen aan de eisen volgens de Europese norm NEN-EN 206 met de invulling daarvan op nationaal niveau volgens de Nederlandse norm NEN 8005.

7.2.1 Grond- en hulpstoffen

In subparagraaf 4.2.1 is de publiekrechtelijke regelgeving beschreven voor grond- en hulpstoffen van beton in verband met gezondheidskundige aspecten. Op technische gronden is daarover het volgende op te merken.

Cement

Met het oog op het beperken van de optredende hydratatiewarmte in het verhardende beton en dus het risico op scheurvorming met bijbehorende lekken in een drinkwater-voerende 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. Daarnaast heeft hoogovencement (CEM III) ook een lagere CO₂-footprint dan portlandcement (CEM I). De beperkte hydratatiewarmte is wenselijk ten behoeve van een goede uitharding van het beton. 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 Europese norm NEN-EN 197-1 wordt ten behoeve van een goede uitharding van het beton aangeraden.
- Het gebruik van snelle cementen ('Rapid – R') en cementen met hoge aanvangssterkte ('High Early Strength – HES') volgens de Europese norm NEN-EN 197-1 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 (de bereiding van) drinkwater 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 Europese norm NEN-EN 197-1 nodig zijn.

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 gezondheidkundig oogpunt vormt het gebruik van deze producten ten behoeve van constructies voor drinkwater geen enkel probleem (zie subparagraaf 4.2.1 en de receptuur van drinkwaterbeton in Bijlage XVI). Voor wat betreft de duurzaamheid van de betonconstructie dient de geschiktheid van kalksteen voor een specifieke toepassing te worden onderzocht. Vooral 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 XV 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.

7.2.2 Gespecificeerde betoneigenschappen

Druksterkteklasse

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

Milieuklasse

Voor alle drinkwater-voerende constructies wordt uitgegaan van (algemeen geldend en niet drinkwater-specifiek):

- 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 drinkwater-voerende 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 mm) heeft een specifiek ontwerpgebied. De verschillende ontwerpgebieden zijn vastgelegd in de grafieken volgens Bijlage XIX. 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 de nationale bijlage NEN-EN 1992-1-1/NB niet worden overschreden.

Bij het instorten van waterdichte deuren wordt geadviseerd te storten met een kleinere korreldiameter (bijvoorbeeld 16 mm) onder de sparing van de waterdichte deur, om ervoor te zorgen dat het beton hieronder goed verdicht. Ook aan muurdoorvoerstukken dicht bij de kim dient in dit verband de nodige aandacht te worden gegeven.

Wapening

De kwaliteit van het wapeningsstaal is B500A, B500B of B500C volgens de nationale norm NEN 6008 (die is gerelateerd aan de Europese norm NEN-EN 10080). Wapeningsstaal B500B is geschikt in verband met een lagere gevoeligheid voor vermoeiing ten gevolge van vullen en legen van systemen voor de opslag van drinkwater; wapeningsstaal B500A is minder geschikt voor deze dynamische krachten in verband met lagere ductiliteit (B500C wordt toegepast in constructies in aardbevingsgebieden).

Betonspecie

De betonspecie moet worden geleverd onder KOMO-productcertificaat (Nederland) volgens de beoordelingsrichtlijn BRL 1801 van certificatie-instelling Kiwa Nederland (zie Bijlage XI) of BENOR-certificaat (België) 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).

Betondekking

De betondekking dient te voldoen aan de eisen die in de Europese normenserie NEN-EN 1992 ('Eurocode 2') met bijbehorende nationale bijlagen worden gesteld, rekening houdend met de opgelegde milieuklassen (zie hierboven).

Afwerking beton

Zonder bekledingsstelsel (coating)

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

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 beoordelingsrichtlijn [BRL-K19002](#) van certificatie-instelling Kiwa Nederland, met inbegrip van de vereiste erkende kwaliteitsverklaring (zie boven).

Verder wordt aanbevolen dat de applicateur van de beschermende laag beschikt over een procescertificaat op basis van Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K19004](#) (zie Bijlage XI). 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.

7.3 Betonnen constructies

7.3.1 Algemeen

De uitvoering van de constructie dient te voldoen aan de voorschriften uit de Europese norm [NEN-EN 13670](#) met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm [NEN 8670](#) en de aanvullende eisen die in hoofdstuk 6 'Ontwerpeisen' van de voorliggende praktijkcode zijn geformuleerd.

7.3.2 Werkvloeren

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

7.3.3 Bekistingen en ondersteuning

Ontwerp en berekeningen

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

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 en glad 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. De aanbeveling wordt gedaan om vooraf bij de aannemer aan te geven aan de 'drinkwaterzijde' van het reservoir gebruik te maken van nieuw bekistingmateriaal (zodat dat niet is vervuild door andere werken), dat vervolgens in het kader van het project na visuele goedkeuring bij herhaling mag worden ingezet.

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

- In het geval de toelaatbare hoeveelheid luchtballen (volgens onderdeel 8.8 van de informatieve Bijlage F 'Richtlijnen voor betonstorten' van de Europese norm [NEN-EN 13670](#)) 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.

Het gebruik van ontkistingsmiddelen is toegestaan, ook voor de oppervlakken die met drinkwater in contact komen. De daarop toegepaste ontkistingsmiddelen moeten over een erkende kwaliteitsverklaring beschikken (zie subparagraaf 4.2.1).

Centerpennen (zie Bijlage XVIII)

Het gebruik van centerpennen voor het stellen van wandbekistingen mag niet leiden tot lekkage. Er worden centerpennen met verwijderbare (kunststof) conussen toegepast. Bij het gebruik van centerpennen wordt er een waterslot (waterkering) in de vorm van een metalen keerplaat toegepast. De grootte en het type van waterslot wordt daarbij aangepast aan de verwachte waterdruk.

Bij het ontkisten dienen alle kunststof delen te worden verwijderd. Daarna dienen de gaten te worden opgevuld met een krimparme cementgebonden mortel. Die mortel dient te voldoen aan CROW-CUR-Aanbeveling 024. De vlakheid van het afgewerkte conusgat dient een gelijkwaardige vlakheid te hebben als het overige wandoppervlakte van het beton.

Verankeringsmiddelen

Achterblijvende verankeringsmiddelen (bijvoorbeeld bevestigingspunten voor de werktuigbouwkundige installaties) dienen te zijn vervaardigd van chroomnikkelmolybdeenstaal (bijvoorbeeld AISI 316/DIN 1.4401/A4) en moeten worden voorzien van een bout/moer/volgplaat van hetzelfde materiaal (in verband met het voorkómen van galvanische corrosie).

7.3.4 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 'Materialen' van hoofdstuk 6 'Wapening' en onderdeel 6.2 van de informatieve Bijlage D 'Richtlijnen voor wapening' van de Europese norm NEN-EN 13670.

7.3.5 Filterbodemplaten

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

Het toepassen van krimpstroken is toegestaan.

7.3.6 Het verwerken van betonspecie

Vet, vuil, resterend ontkistingsmiddel (olie), binddraad en dergelijke op het stortvlak dienen voor het storten te worden verwijderd in verband met de waterdichtheid (zie ook onderdeel 5.4 van de informatieve Bijlage C 'Richtlijnen voor ondersteuningsconstructies en bekisting' van de Europese norm NEN-EN 13670).

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 [47] 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 de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670.

Toezicht

Zie hoofdstuk 4 'Uitvoeringsmanagement' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670. In dit hoofdstuk wordt gesproken van uitvoeringsklassen volgens 'EN 1990+A1+A2/C2:2011'. Voor Nederland is dat de norm NEN-EN 1990 met nationale bijlage NEN-EN 1990/NB.

7.3.7 Onderbreken en hervatten van betonstorten

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 onderdeel 8.2 van de informatieve Bijlage F 'Richtlijnen voor betonstorten' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670). 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.

Uitvoeren van stornaden, aansluiting wand-vloer en wand-wand

Afhankelijk van de uitvoeringsmethode kan worden gekozen voor aansluitingen met al dan 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.

- De stornaad dient licht te worden opgeruwd door uitsluitend gritstralen of hoge drukwaterstralen (zonder toevoegingen van chemicaliën), waarbij tevens de cementhuid wordt verwijderd. De stornaad kan eveneens worden opgeruwd door het aanbrengen van een vertrager op de bekisting, waarna de betonhuid 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 dekkingszone van de wand.
- Kieren in de bekisting ter plaatse van de stornaad dienen voorafgaand aan het storten goed te worden afgedicht.
- Voor het storten dient de stornaad goed schoon te zijn (zie ook § 8.2 'Werkzaamheden voorafgaand aan het betonstorten' van hoofdstuk 8 'Betonstorten' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670: 'vrij van cementhuid') en eventueel te worden opgeruwd.
- Voor het storten dient de stornaad met water te worden bevochtigd (zie ook § 8.2 'Werkzaamheden voorafgaand aan het betonstorten' van hoofdstuk 8 'Betonstorten' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670). Het 'aanbranden' van stornaden met cementrijke specie is niet toegestaan en ook het gebruik van hechtmiddelen is niet toegestaan.
- 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.
- Aan beide zijden van een stornaad dient extra aandacht te worden besteed aan het verdichten tussen de stekeinden.

7.3.8 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 'Oppervlaktafwerking' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de

Nederlandse norm NEN 8670. In het geval de toelaatbare hoeveelheid luchtbellen (volgens onderdeel 8.8 van de informatieve Bijlage F 'Richtlijnen voor betonstorten' van die norm) wordt overschreden, dienen deze te worden dicht gepoetst met een daarvoor geëigend materiaal. Dat laatste geldt ook voor aanwezige open poriën.

7.3.9 Ontkisten

De gestorte onderdelen mogen worden ontkist onder de navolgende voorwaarden:

- Er wordt voldaan aan § 5.7 'Verwijdering van bekisting en ondersteuningsconstructies' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670.
- 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 met behulp van ingestorte thermokoppels te worden gemeten en geregistreerd.

7.3.10 Nabehandeling van beton

Het betonoppervlak moet overeenkomstig § 8.5 'Nabehandeling en bescherming' van de Europese norm NEN-EN 13670 met de aanvullende voorschriften volgens de Nederlandse norm NEN 8670 en Stutech-rapport nummer 7 [42] 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 subparagraaf 6.3.1), 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 subparagraaf 4.2.1).

7.3.11 Afwerken van centerpengaten

Hiervoor wordt verwezen naar subparagraaf 7.3.3, onderdeel *Centerpennen*.

7.3.12 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 (CROW-)CUR-Aanbevelingen 024, 118 en 119.

De materialen die worden gebruikt, dienen te voldoen aan de eisen in subparagraaf 4.2.1.

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 van certificatie-instelling Kiwa Nederland (zie Bijlage XI).

7.4 Metalen constructies

7.4.1 Staal

Net als bij het ontwerp wordt de realisatie van kathodische bescherming in het geval van stalen constructies uitbesteed aan gespecialiseerde bedrijven.

7.4.2 RVS

Ten aanzien van de productie van RVS reservoirs ('kant-en-klaar') kan het volgende worden opgemerkt. Alle grotere reservoirs worden 'in situ' vervaardigd en altijd binnen een 'omhulling' (gebouw), zodat het lassen onder redelijk geconditioneerde omstandigheden (onafhankelijk van weersinvloeden) kan plaatsvinden. Deze werkwijze draagt bij aan het verkrijgen van kwalitatief hoogwaardig laswerk, dat een vereiste is bij het werken met RVS soorten. Tijdens de vervaardiging wordt de opbouw van de mantel als het ware omhoog geschroefd door de continue aanvoer van bandstaal (vanaf de zogeheten coil) aan de onderzijde, om op die wijze zoveel mogelijk verticale lassen (in verband met problematische 'las kruisingen') te voorkomen.

De materialen die worden gebruikt, dienen te voldoen aan de eisen in subparagraaf 4.2.2.

7.5 Panelen, folies en coatings

Voor alle onderdelen van een of meer kunststof materialen is een erkende kwaliteitsverklaring een vereiste, zie subparagraaf 4.2.2.

7.5.1 Panelen

Eerder in deze praktijkcode zijn kunststof panelen (genoemd ten behoeve van de bekleding van verouderde (betonnen) reservoirs) sterk ontraden. Voor dit product heeft certificatie-instelling Kiwa Nederland geen beoordelingsrichtlijn. Kunststof producten met een erkende kwaliteitsverklaring ten behoeve van de bekleding van (betonnen) reservoirs zijn in te zien op de Kiwa-website ([deze hyperlink](#)).

Voor het lassen van kunststof panelen moeten de voorschriften van de producent worden gevolgd.

7.5.2 Folies

Folies van PE en weekgemaakt PVC kunnen volgens de paragraaf 'Toepassingsgebied' uit de betreffende Kiwa-beoordelingsrichtlijnen worden ingezet voor de opslag van (drink)water. Het gaat om de beoordelingsrichtlijnen [BRL-K519](#) voor weekgemaakt PVC en om [BRL-K538](#) en [BRL-K546](#) voor PE respectievelijk andere polyolefinen (zie Bijlage XI, waarin ook hyperlinks naar op basis van deze beoordelingsrichtlijnen gecertificeerde bedrijven en producten zijn opgenomen).

7.5.3 Coatings

Constructies van koolstofstaal en eventueel gegalvaniseerd staal zullen normaliter door middel van een kunststof coating (bijvoorbeeld epoxy) worden beschermd. De aanbeveling wordt gedaan om op metallische materialen die niet in direct contact met (drink)water mogen komen, een op basis van Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K759](#) gecertificeerd product toe te passen. In verband met de geschiktheid van een coating voor het aanbrengen op een metalen ondergrond is daarbij tevens de [BRL-K758](#) van toepassing. Daarnaast wordt voor het aanbrengen ervan een op basis van Kiwa-beoordelingsrichtlijn [BRL-K746](#) gecertificeerde applicateur aanbevolen. 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. Voor de genoemde Kiwa-beoordelingsrichtlijnen, zie Bijlage XI.

8 Checks, testing and commissioning/Controles, beproevingen en ingebruikneming

8.1 General considerations/Algemene overwegingen

8.1.1 General/Algemeen

NEN-EN 1508

The stages leading to the commissioning of new service reservoirs are the satisfactory completion of the following:

- *checks for movement;*
- *watertightness tests;*
- *cleaning and disinfection;*
- *putting into service.*

Dit hoofdstuk heeft betrekking op de controle, de beproeving en de ingebruikneming van nieuwe reservoirs.

Voorafgaand aan 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 § 8.3 van de voorliggende praktijkcode;
- oppervlaktebeoordeling volgens § 8.8 'Oppervlakteafwerking' van de Europese norm NEN-EN 13670;
- controle op de uitgevoerde betonreparaties.

Na reparatiewerkzaamheden en controle op waterdichtheid vindt reiniging en desinfectie gevolgd door waterkwaliteitsbeoordeling plaats, zie § 8.4.

8.1.2 Hygiene/Hygiëne

NEN-EN 1508

(See also A.5).

Entering a compartment of a service reservoir can constitute direct contact with water intended for human consumption. All personnel engaged on work described in this standard shall be instructed on the need for the maintenance of a high standard of cleanliness, hygiene and safety. Attention shall be drawn to the dangers of contamination of the water supply, e.g. at entry to a service reservoir personnel shall be required to clean footwear in a tray of strong disinfectant solution.

It shall be established that all personnel meet appropriate health requirements, particularly with regard to water-borne diseases.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.5

Care should be taken to ensure that plant, tools, instrumentation and other equipment are free from contamination before use. Such items should be stored separately from equipment used for other purposes and preferably color coded.

Protective clothing to be used in service reservoirs should be clean. It should be stored apart from the other protective clothing, kept free from contamination and its purpose clearly identified. Color coding or alternative marking is recommended.

Service reservoirs should be considered as spaces where entry is only permitted in accordance with an appropriate permit to work or safe working procedure.

Emergency procedures should be laid down and all personnel should be properly trained.
Appropriate telemetry, control systems, pumps and control valves should be isolated and locked off to prevent an unplanned inflow of water whilst personnel can be inside the compartment.
Compartments should be adequately ventilated by natural or assisted means. Internal combustion engines should never be operated within a service reservoir or adjacent to any access or ventilation openings. Care should be exercised with the use of temporary electrical equipment inside reservoir compartments.
The atmosphere in each compartment should be checked for oxygen deficiency, explosive or toxic conditions and certified safe before entry and continuously monitored while occupied. Devices for indicating and measuring gases should be tested and calibrated before use in accordance with the manufacturer's requirements.
The attention of operators should be drawn to the need for emergency evacuation. Where necessary a manhole winch should be erected at one access point for emergency use.

Voor het volledige pakket aan voorschriften ten aanzien van hygiënisch werken aan en in reservoirs op verschillende momenten wordt verwezen naar de praktijkcodes [PCD 1-1](#) [2] en [PCD 1-3](#) [37]. Bij voorkeur wordt voor het onderhoud van reservoirs uitsluitend gebruikgemaakt van speciaal daarvoor bestemd materiaal, materieel en gereedschap. Voordat die in het reservoir worden gebracht, dienen deze in ieder geval met een reinigingsmiddel en een desinfectiemiddel te zijn behandeld (ILT-publicatie [36] biedt een leidraad bij het bepalen van de grens tussen beide middelen).

8.1.3 Safety of personnel/Veiligheid van personeel

NEN-EN 1508

(See also A.5).

Prior to commencement of operations a check shall be made that appropriate safety equipment is available and that all personnel wear the correct protective clothing.
Consideration shall be given to the use of appropriate permit to work or safe working procedure systems.
A safe means of access and egress shall be provided.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.5

Care should be taken to ensure that plant, tools, instrumentation and other equipment are free from contamination before use. Such items should be stored separately from equipment used for other purposes and preferably color coded.
Protective clothing to be used in service reservoirs should be clean. It should be stored apart from the other protective clothing, kept free from contamination and its purpose clearly identified. Color coding or alternative marking is recommended.
Service reservoirs should be considered as spaces where entry is only permitted in accordance with an appropriate permit to work or safe working procedure.
Emergency procedures should be laid down and all personnel should be properly trained.
Appropriate telemetry, control systems, pumps and control valves should be isolated and locked off to prevent an unplanned inflow of water whilst personnel can be inside the compartment.
Compartments should be adequately ventilated by natural or assisted means. Internal combustion engines should never be operated within a service reservoir or adjacent to any access or ventilation openings. Care should be exercised with the use of temporary electrical equipment inside reservoir compartments.
The atmosphere in each compartment should be checked for oxygen deficiency, explosive or toxic conditions and certified safe before entry and continuously monitored while occupied. Devices for indicating and measuring gases should be tested and calibrated before use in accordance with the manufacturer's requirements.
The attention of operators should be drawn to the need for emergency evacuation. Where necessary a manhole winch should be erected at one access point for emergency use.

Bij alle werkzaamheden aan en in reservoirs is veilig werken het uitgangspunt, conform de publiekrechtelijke regelgeving volgens § 4.5 van de voorliggende praktijkcode, met inbegrip van een verwijzing naar Bijlage I en dan met name het onderdeel ‘Besloten en bijzondere ruimten’. Daarnaast komen in praktijkcode PCD 1-1 [2] veiligheidsaspecten aan de orde voor wat betreft de omgang met desinfectiemiddelen. Per drinkwaterbedrijf kunnen er aanvullende eisen van toepassing zijn, waarvan kennis moet worden genomen.

8.2 Checks for movement/Controles op bewegingen

NEN-EN 1508

In appropriate cases the designer shall require checks for movement (e.g., settlement, rotation or displacement) during the commissioning process.

Op onderdelen waar de mate van beweging (zoals zetting, rotatie en verplaatsingen) van belang is, zal de ontwerper controles voorschrijven die nodig zijn tijdens het proces van ingebruikneming. Hierbij gaat het onder meer over het (testen van het) vullen van de constructie met water, het (proef)belasten van het dak van een reservoir of het anderszins (proef)belasten van de constructie of een onderdeel daarvan.

8.3 Watertightness tests/Beproeven op waterdichtheid

8.3.1 Principles/Principes

NEN-EN 1508

Before commissioning of the service reservoir watertightness tests of each compartment are required in accordance with the designed requirements, as given in 6.1. These watertightness tests shall take place while the walls and roof are freely accessible prior to backfilling. The procedure for testing the walls and floors and any permitted drop in water level shall be specified by the designer. The roof of the service reservoir shall be watertight. The designer may specify the testing of the roof by either continuous wetting or flooding with water. In either case the test shall be considered satisfactory if no leaks are evident on the underside of the roof. Any moisture evident at joints or through the structure shall be assessed to determine whether a long term risk of water loss exists. If either test fails remedial work shall be carried out following which the relevant test shall be repeated.

Reservoirs worden beproefd op waterdichtheid door het dak continu nat te maken of dat onder water te zetten. In het geval van betonnen reservoirs waarvan het beton niet in direct contact zal komen met drinkwater dient dit beproeven plaats te vinden voorafgaand aan het appliceren van de coating of het aanbrengen van de kunststof bekleding en nog niet te zijn aangeaard of afgewerkt.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-1 [43], § 10.2 ‘Wasserdichtheitsprüfung’

8.3.2 Walls and floors/Wanden en vloeren

NEN-EN 1508

The test procedure shall, as a minimum, include the following steps.

8.3.2.1 Preparation/Voorbereiding

NEN-EN 1508

On completion of construction:

- *ensure that adequate discharge arrangements are available;*
- *isolate and secure all inlet and outlet pipework;*
- *slowly fill the compartment with water up to the overflow level, which can require temporary filling arrangements. For service reservoirs, potable water should be used;*

- *allow a soaking period, where appropriate, to achieve saturation of the wetted surfaces and if necessary top up with water at the end of the period.*

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 constante stijgsnelheid bedraagt maximaal 250 mm/h.

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°C mogen de in de berekening aangenomen waarden niet overschrijden.

8.3.2.2 Test procedure/Procedure voor beproeving

NEN-EN 1508

- *Measure by reference to a fixed datum point and record the water level at the start of the test;*
- *observe and if necessary measure the flow in the underfloor drains;*
- *at intervals monitor the water level during the test period;*
- *monitor the condition of external surfaces, including dividing walls, for signs of leakage;*
- *at the end of the test period measure the final water level;*
- *calculate water loss;*
- *complete test report.*

De constructie moet minimaal 48 uur vóór inspectie zijn gevuld. De controle op waterdichtheid van de constructie dient hierna plaats te vinden²⁸. 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 subparagraaf 7.3.12). Daarbij dient te worden gerepareerd tegen de waterdruk in. Na herstel van de vochtdoorslag/lekkage dient de controle op waterdichtheid volledig te worden herhaald.

8.3.3 Roofs/Daken

NEN-EN 1508

The test procedure shall include, as a minimum, the following steps.

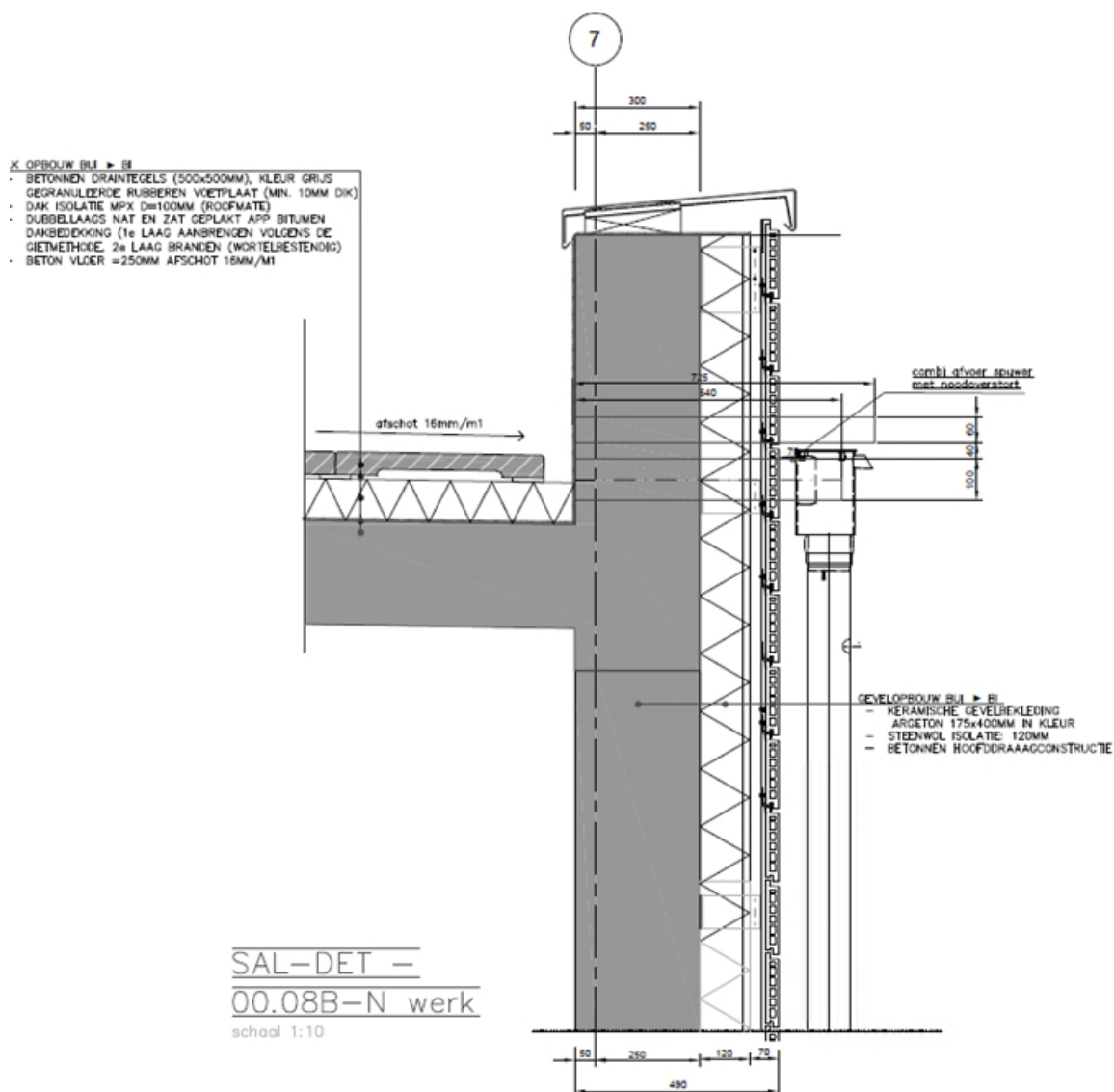
8.3.3.1 Preparation/Voorbereiding

NEN-EN 1508

- *Ensure the compartment is empty of water;*
- *in the case of a flat roof make temporary provision to seal any roof drainage;*
- *where necessary make any temporary arrangements to achieve the depth of water on the roof specified by the designer.*

Na de controle of het te testen compartiment leeg is, moet in het geval van een plat dak een tijdelijke voorziening worden gemaakt om de hemelwaterafvoer af te dichten. Waar dat nodig is, wordt vervolgens een tijdelijke assemblage aangebracht om een door de ontwerper gespecificeerde waterhoogte te kunnen realiseren.

²⁸ Afhankelijk van de weersomstandigheden kan deze worden uitgesteld. De wanden van enkelwandige betonnen drinkwaterconstructies dienen bij deze controle nog niet te zijn aangeaard.



Figuur 5 De dak/wand-aansluiting (dit betreft een kelder waarvan het oorspronkelijke dak is verwijderd en opnieuw is omgestort, waardoor de stortnaad iets lager ligt) (figuur PWN).

8.3.3.2 Procedure/Procedure

NEN-EN 1508

- Flood or wet the roof as specified by the designer;
- where wetting is specified spray the roof continuously with water over the entire area;
- observe the soffit of the roof for signs of leakage;
- complete the test report.

Een betondek dient eveneens van buitenaf op waterdichtheid te worden gecontroleerd (zie Foto 16).



Foto 16 Testen waterdichtheid van het dak van een drinkwaterreservoir (foto Evides Waterbedrijf).

8.3.4 Test report/Beproeversrapport

NEN-EN 1508

The test report shall be recorded and retained in a suitable format (see A.6).

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.6

Example of a test procedure report

Bij het vastleggen van de bevindingen kan gebruik worden gemaakt van een testrapport waarvan in Bijlage A.6 van de Europese norm NEN-EN 1508 voor (onderdelen van) opslagsystemen voor drinkwater een voorbeeld is opgenomen. Het rapport van de beproeving wordt gedocumenteerd en opgeslagen in een hanteerbaar formaat.

8.4 Cleaning and disinfection/Reiniging en desinfectie

NEN-EN 1508

Before putting into service the empty reservoir shall be cleaned in all cases and disinfected unless otherwise specified.

De subparagrafen 8.4.1 tot en met 8.4.3 kunnen worden gevolgd in verband met respectievelijk reiniging, desinfectie en inbedrijfneming. Over het algemeen (maar niet altijd) zal een combinatie van mechanisch en chemisch reinigen, en desinfecteren worden toegepast om een reservoir schoon en hygiënisch betrouwbaar te maken. Desinfectie van reservoirs wordt dus altijd voorafgegaan door mechanische (en chemische) reiniging.

8.4.1 Cleaning/Reiniging

NEN-EN 1508

Before putting into service the empty reservoir shall be cleaned. In the course of basic cleaning all inner surfaces of the reservoir shall be sprayed copiously with water, which for service reservoirs should be potable water, under adequate pressure. All pipelines shall be flushed. The conditions of cleaning shall be such that no damage is caused to the service reservoir surfaces.

The use of chemical cleaning agents shall be minimized, but when employed the designer shall specify the use of appropriate products, taking account of local legislation or other mandatory requirements. Any effluent or material resulting from the cleaning process shall be deposited of safely after use, and in an environmentally suitable manner.

De volgende reinigingsmethoden worden toegepast:

- Mechanisch reinigen:
 - Mechanische reiniging bestaat uit het onder verhoogde druk (ordegrootte 8 bar) schoonspuiten van de binnenwanden en de overige inwendige onderdelen met drinkwater. Het afvalwater wordt afgevoerd, waarna de vloer van het reservoir wordt nagespoeld met drinkwater onder verhoogde druk. Waar nodig kunnen (kunststof) borstels worden gebruikt voor onderdelen en plaatsen die niet mogen worden behandeld met of onbereikbaar zijn voor een hogedruksput.
 - Deze procedure wordt gevolgd door chemische reiniging (zie onder) of door desinfectie (zie volgende paragraaf).
 - Het reservoir wordt mechanisch gereinigd met behulp van een hogedruksput in de volgorde plafond, wanden en vloer.
 - Hierbij wordt geen chemische reiniging en/of desinfectie toegepast.
- Chemisch reinigen
Ter verwijdering van eventuele minerale afzettingen (ijzer, mangaan en calcium) kan een reinigingsmiddel²⁹ (voor gecertificeerde reinigingsmiddelen, zie [deze hyperlink](#)) op basis van een zuur worden aangebracht op de binnenwanden en alle andere onderdelen van het reservoir, die met drinkwater in contact komen. Hierbij wordt een contacttijd van circa 15 min aangehouden om het reinigingsmiddel op de afzettingen te laten inwerken. Ter voorkoming van schade aan het beton en/of het beschermingssysteem wordt het reinigingsmiddel bij voorkeur uitsluitend lokaal toegepast. Als onderdeel van de werkvergunning moeten hierbij zo nodig de nodige veiligheidsmaatregelen met betrekking tot ademlucht worden getroffen.

Deze procedure wordt gevolgd door desinfectie (zie subparagraaf 8.4.2).

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt [W 300-1](#) [43], de paragrafen 10.4 'Reinigung und Desinfektion' en 10.5 'Freigabe'

Arbeitsblatt [W 300-2](#) [44], hoofdstuk 10 'Reinigung von Trinkwasserbehältern' (zie ook DVGW-Arbeitsblatt W 300-2 Entwurf: Trinkwasserbehälter)

Arbeitsblatt [W 291](#) [35]

8.4.2 Disinfection/Desinfectie

8.4.2.1 Selection of disinfectant/Keuze van een desinfectiemiddel

NEN-EN 1508

The use of disinfectants shall be in accordance with the relevant EU directives or EFTA regulations where applicable and national and local regulations shall be complied with.

The choice shall be made in accordance with the contact time required and water quality considerations e.g. pH, and in the case of calcium hypochlorite, the hardness of the water. Moreover, the choice of the disinfectants shall be made according to factors such as shelf life, ease of handling, and the likelihood of accidents to personnel or to the environment.

Recommendations for suitable disinfectants, maximum concentrations, limitations of use and neutralizing agents are given in prEN 805.

Voor de regelgeving en keuze van desinfectiemiddelen³⁰ (producten (handelskwaliteiten) op basis van een of meer stoffen met een biocidewerking) wordt verwezen naar subparagraaf 3.3.4 respectievelijk § 4.4 van de praktijkcode [PCD 1-1](#) [2]. Voor gecertificeerde producten, zie [deze hyperlink](#)

8.4.2.2 Disinfection procedure/Procedure voor desinfectie

NEN-EN 1508

²⁹ Reinigingsmiddelen dienen over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling te beschikken, zie hoofdstuk 4 van de voorliggende praktijkcode.

³⁰ Desinfectiemiddelen dienen over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling te beschikken, zie hoofdstuk 4 van deze praktijkcode. Daaraan voorafgaand dient een product over een Ctgb-toelating (College voor de toelating van gewasbeschermingsmiddelen en biociden) te beschikken.

All internal surfaces of the reservoir and associated pipework shall be washed (generally by spraying) with a disinfectant and subsequently rinsed with potable water. The designer or operator shall specify the concentration of the disinfectant solution and the minimum and any maximum contact time. The disinfectant shall be drained from the reservoir and disposed of carefully, using an appropriate neutralizing agent where necessary, to avoid harm to the environment or personnel. The method of disinfection shall be such that no damage is caused to the reservoir surfaces.

The reservoir shall then be filled to the specified water level with potable water having a disinfectant residual of less than or equal to that normally encountered in the potable water supplying the reservoir.

All associated pipework and components shall be disinfected as specified in prEN 805.

Vooraf moet worden geverifieerd of het juiste middel wordt gebruikt.

Aanbevolen wordt uitsluitend nieuwe en gesloten jerrycans te gebruiken. Bij gebruik van eerder geopende vaten dienen de aard en het gehalte van de werkzame stof vooraf te worden gecontroleerd.

Met beperkte desinfectie

Na reiniging wordt de vloer gedesinfecteerd met een natriumhypochloriet-oplossing of een oplossing van waterstofperoxide. De concentratie hiervan moet regelmatig worden gecontroleerd door middel van meten.

Met volledige desinfectie

Na reiniging wordt het gehele reservoir gedesinfecteerd volgens een van de vijf in Bijlage III beschreven methoden. Daarbij wordt aangetekend dat de desinfectie van reservoirs situationeel gebeurt en bedrijfsafhankelijk kan zijn.

Lozen afvalwater

Na reiniging wordt nagespoeld met drinkwater, waarbij het afvalwater wordt geloosd. De eventueel voorafgaande neutralisatie van het afvalwater komt in Bijlage III aan de orde.

8.4.3 Water quality clearance/Waterkwaliteitsbeoordeling

NEN-EN 1508

Following completion of filling, and after a period specified by the designer, samples shall be taken for bacteriological analysis.

Microbiological clearance is achieved if the sample results received comply with national requirements. If any sample fails to comply the designer or operator shall specify the remedial actions to be taken in order to obtain microbiological clearance.

Samples shall also satisfy national requirements in all other water quality aspects.

Na het vullen van het reservoir met drinkwater wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. Onder waterkwaliteitsbeoordeling wordt verstaan het traject van monsterneming, bepaling van een of meer parameters in het genomen watermonster en het vergelijken van de uitkomst(en) daarvan met van toepassing zijnde grenswaarde(n) dat leidt tot 'goedkeuring' of 'afkeuring' (zie de praktijkcodes [PCD 1-1](#) [2] en [PCD 1-4](#) [7]).

In het geval van goedkeuring wordt het reservoir in gebruik genomen. Als er afwijkingen in de waterkwaliteit worden gevonden, kan dit aanleiding zijn om aanvullende waterkwaliteitsbeoordeling uit te voeren op de vulleiding en extra monsterpunten van het reservoir. Situationeel kunnen aanvullende correctieve maatregelen worden getroffen.

Als productiereservoirs onderdeel zijn van de keten tussen de zuiveringsstappen en de pompen van het uitgaande water kan de waterkwaliteitsbeoordeling op het monsterpunt van het uitgaande water plaatsvinden. Aanvullend onderzoek van het productiereservoir is optioneel. Zo veel mogelijk kunnen hierbij de adviezen volgens de praktijkcode [PCD 1-3](#) [37] worden gevolgd.

Aanvullend

Afhankelijk van de functie van het betreffende reservoir (productie- of distributiereservoir) wordt aanbevolen om het drinkwater aan extra waterkwaliteitsbeoordeling te onderwerpen. Dit onderzoek zou zich minimaal moeten richten op microbiologische parameters om vast te stellen of er indicatoren voor fecale verontreiniging en nagroei aanwezig zijn.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-1 [43], § 10.6 'Inbetriebnahme des Behälters und Anbindung ans Versorgungsnetz'

Arbeitsblatt W 300-3 [45], hoofdstuk 13 'Kontrollen, Prüfen und Wieder- Inbetriebnahme'

8.4.4 Record/Vastleggen van resultaten

NEN-EN 1508

(See also A.6).

The results of the disinfection procedure shall be recorded and retained in a suitable format for a period of time specified by the operator.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.6

Example of a test procedure report

De resultaten van de desinfectie worden gedurende een door de operator te bepalen periode vastgelegd en opgeslagen in een hanteerbaar formaat.

8.5 Commissioning/Ingebruikneming

NEN-EN 1508

The reservoir shall not be taken into service until the following conditions have been fulfilled.

Voordat het reservoir in gebruik wordt genomen, moet aan de navolgende voorwaarden worden voldaan.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-2 [44], hoofdstuk 8 'Inbetriebnahme und Ausserbetriebnahme des Trinkwasserbehälters' (zie ook DVGW-Arbeitsblatt W 300-2 Entwurf: Trinkwasserbehälter)

8.5.1 Water quality/Waterkwaliteit

NEN-EN 1508

Immediately prior to putting the reservoir into service it shall be confirmed that the water quality in the reservoir, and the associated pipework and components, is satisfactory in accordance with 8.4.3.

Kort voor de ingebruikneming van het reservoir moet worden bevestigd dat de waterkwaliteit in het reservoir met inbegrip van het bijbehorende leidingwerk en onderdelen bevredigend is, overeenkomstig subparagraaf 8.4.3.

8.5.2 Operations/Bedrijfsvoering

NEN-EN 1508

All apparatus and equipment of the reservoir shall be checked for correct operation, and operating instructions shall be written down in an operating manual.

Voorafgaand aan de bedrijfsvoering wordt alle apparatuur en uitrusting van het reservoir gecontroleerd en alle instructies ten behoeve van de bedrijfsvoering worden vastgelegd in een handleiding ('constructiedossier', zie subparagraaf 9.1.4). Een en ander dient te worden opgeleverd als een compleet werkend en veilig systeem.

9 Operational requirements/Aan de bedrijfsvoering te stellen eisen

9.1 Introduction/Introductie

9.1.1 General/Algemeen

NEN-EN 1508

In order to secure a regular water supply and to avoid adverse public health and environmental effects, service reservoirs shall be systematically monitored, inspected, maintained and cleaned during their operational life. All personnel involved with these tasks shall comply with 8.1.2 and 8.1.3 of this standard.

Reservoirs voor drinkwater worden periodiek gecontroleerd, bijvoorbeeld maandelijks. Een dergelijke controle omvat onder meer:

- uitwendige controle van de overstortleiding met de ingebouwde rattenklep en het waterslot of de breekplaat;
- het functioneren van het luchtfilter;
- onregelmatigheden op dak en taluds.

Door het reservoir regelmatig te laten overstorten (een keer per maand tot een keer per jaar), wordt de eventuele drijfslag van stof en vuil (het zogeheten drijvende vlies) verwijderd (door middel van 'afromen')³¹. Tevens wordt dan het water in het waterslot van de overstortleiding ververs en wordt de afvoerleiding getest, zo mogelijk op maximale capaciteit. Bij dit laatste worden ook de 'omgevingsfactoren' meegenomen, dat wil zeggen de afvoer van water in het geval van een lozing.

Omdat de kans op verontreiniging sterk toeneemt bij het openen, wordt een reservoir zo min mogelijk geopend.

Verblijftijd in verband met waterkwaliteit

Er is vastgesteld [13] dat de verblijftijdspreiding in reservoirs onafhankelijk is van het ontwerp en dat de verkorting van de verblijftijd moet worden gezocht in de bedrijfsvoering. De beste doorstroming van reservoirs wordt daarom bereikt via de bedrijfsvoering en niet door de vorm.

De opgeslagen hoeveelheid drinkwater moet steeds zijn afgestemd op het verbruik op enig moment (zie subparagraaf 5.1.1), zodat een reservoir regelmatig (gedeeltelijk) wordt gelege. Deze randvoorwaarde moet zorgvuldig worden ingebouwd in het productiealgoritme met voorspellingen van het dag- en uurverbruik. In dat verband wordt de toepassing van 'water prognose software' genoemd, die de mogelijkheid heeft voor het gebruik van historische gegevens en seizoensafhankelijkheid.

Het beperken van de verblijftijd beperkt tevens de opwarming van het drinkwater (zie onderdeel 5.2.1.3).

9.1.2 Monitoring/Monitoring

NEN-EN 1508

The monitoring of service reservoirs shall include the analysis of water samples in compliance with all relevant health requirements (e.g. frequency and numbers of samples, parameters checked and methods to be followed). The operator may also require the regular collection and verification of data such as reservoir levels, inflow, outflow, pressures and under-drain flows.

³¹ Voor zover dit mogelijk is: veel reservoirs beschikken niet over een inspectieluik.

Vanuit publiekrechtelijke regelgeving is een regelmatige en frequente bepaling van de troebelheid vereist (zie hoofdstuk 4). Met de op dit moment beschikbare meetmiddelen wordt continue of periodieke monitoring van de troebelheid in het reinwater ('af pompstation') aanbevolen.

Vanwege de kwetsbaarheid worden distributiereservoirs frequenter aan waterkwaliteitsbeoordeling onderworpen. Dat varieert van enkele keren per jaar tot eens in de twee weken. De Waterwerkbladen (WB 4.1, 'Drinkwaterreservoirs' [46]) stellen dat water in reservoirs (distributiereservoirs bij de gebruiker) afhankelijk van het gebruik ten minste een keer per jaar moet worden beoordeeld op indicatororganismen voor fecale verontreiniging en nagroei [2].

In het geval er sprake blijkt te zijn van een microbiologische verontreiniging van het drinkwater in een reservoir (als gevolg van fecale parameters en bacteriën van de coligroep; een verhoogd koloniegetal bij 22°C wordt niet als verontreiniging beschouwd) worden vijf methoden voor de desinfectie daarvan gehanteerd, die zijn beschreven in Bijlage III.

Na het gedeeltelijk³² vullen van het reservoir met drinkwater wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. In het geval van 'goedkeuring' (dat wil zeggen dat de uitkomsten van de bepalingen van de verschillende parameters ten hoogste gelijk zijn aan de grenswaarden) wordt het reservoir in gebruik genomen; bij 'afkeuring' worden er situationeel aanvullende correctieve maatregelen getroffen.

Opmerking

In 2010 is door de projectgroep voor de herziening van de eerste editie van de 'Hygiëncode Drinkwater; Opslag, transport en distributie' [18] gediscussieerd over de vraag of twee waterkwaliteitsbeoordelingen noodzakelijk zijn voor de vrijgave van een reservoir. Omdat er (i) bij de drinkwaterbedrijven goede ervaringen blijken te zijn met één waterkwaliteitsbeoordeling en (ii) het wachten op de uitkomsten van een tweede beoordeling extra stilstandtijd van het drinkwater inhoudt (met afnemende waterkwaliteit als gevolg), is er geen aanbeveling voor een tweede waterkwaliteitsbeoordeling.

9.1.2.3 Calamiteitenvoorraad

In subparagraaf 5.1.1 is toegelicht hoe de voorraadvorming in een reservoir zich moet ontwikkelen om zowel de productieafvlakking te realiseren als de voorraad die noodzakelijk is om vooraf vastgestelde calamiteiten te overbruggen. Het werkelijke reservoirniveau moet nauwkeurig worden gemeten om vast te stellen in hoeverre dit het voorspelde niveau volgt. Bij grote afwijkingen dient zo snel mogelijk een analyse te worden gedaan om de oorzaak vast te stellen en eventueel het productievolume aan te passen. Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als een distributiecalamiteit langer lijkt te duren dan de aanname of dat de calamiteit meer water vraagt dan was ingeschat.

9.1.3 Inspection/Inspectie

NEN-EN 1508

The inspection of service reservoirs shall, as a minimum, include:

- *periodic checking to confirm the satisfactory operation of all parts and equipment while in service;*
- *periodic and scheduled removal from service to check the internal condition of the water compartments, parts and equipment.*

If any defect becomes apparent at any time, consideration shall be given to removing the reservoir from service for inspection.

³² In het geval een reservoir volledig wordt gevuld en de waterkwaliteitsbeoordeling vervolgens niet leidt tot 'goedkeuring', moet er veel water worden geloosd. Bij het gedeeltelijk vullen is dat minder.

Inspectie met het reservoir in gebruik

In meerdere onderdelen van hoofdstuk 5 is de voorkeur voor een schone voorruimte voor de toegang tot een reservoir aangegeven. Als er werkzaamheden worden verricht aan een reservoir waarbij er geen contact is met drinkwater, behoeven er geen strikte eisen ten aanzien van de hygiëne te worden gesteld. Om een zware verontreiniging van de ruimten grenzend aan het reservoir te voorkomen, dient een bepaalde basishygiëne in acht te worden genomen als het reservoir in gebruik is. Het betreden van die ruimten met schone schoenen via een ontsmettingsmat of een bak met een desinfectiemiddel (doorgaans een natriumhypochloriet-oplossing) zorgt er in ieder geval voor dat de zwaarste bron van verontreiniging (de schoenzolen) wordt weggenomen.

In het geval van in gebruik zijnde reservoirs is het mogelijk onderwaterdrones toe te passen. Onderwaterdrones kunnen worden ingezet voor inspecties van drinkwaterreservoirs zonder onderbreking van de watervoorziening. Ze kunnen worden ingezet als eerste verkennende inspectie of een tussentijdse inspectie om risico's vroegtijdig te detecteren. Droege inspecties blijven echter altijd onderdeel van het inspectieprogramma. Strikte hygiëneprotocollen zijn essentieel voor de veilige toepassing van onderwaterdrones in omgevingen met drinkwater.

Inspectie met het reservoir buiten gebruik

Elk reservoir dient periodiek uit bedrijf te worden genomen in verband met inspectie (zie onder). De inspectie heeft tot doel een indruk te verkrijgen van de conditie van alle onderdelen van het reservoir: de coating op de bodem, de wanden en het dak van een constructie. In de conclusies naar aanleiding van de inspectie moet een passage zijn opgenomen over de verwachte levensduur van de coating.

Er kan een geo-elektrisch onderzoek worden uitgevoerd om de vloeistofdichtheid van een betonconstructie te onderzoeken door het plaatsen van elektroden en het meten van spanningsverschillen. Dit onderzoek kan op twee manieren worden uitgevoerd voor een watervoerende ruimte, namelijk van buiten naar binnen en van binnen naar buiten. Hiermee kunnen lekkages en afwijkingen worden geconstateerd in een betonconstructie. Vervolgens kunnen er gericht reparatiewerkzaamheden worden uitgevoerd op de aangegeven locaties.

Voordat een reservoir wordt betreden in verband met schoonmaak- en onderhoudswerkzaamheden, moet waterkwaliteitsbeoordeling worden uitgevoerd ten aanzien van eventuele aanwezige (ongeoorloofde) organismen. Voorafgaand aan een bouwkundige en werktuigbouwkundige inspectie wordt een reservoir met behulp van drogers inwendig gedroogd, zodat lekkages via scheuren en/of gebreken in het beton zichtbaar kunnen worden gemaakt (op een natte wand is dat niet mogelijk). Na het drogen wordt het dak op de volgende wijze bevochtigd. Met behulp van een brandslang wordt het dak vol water gezet vanaf de 'hoge kant' van het reservoir, zodat het water zichtbaar aan de 'lage kant' afvloeit. Dit gebeurt stapsgewijs voor het gehele dak.

Frequentie

De aanbeveling wordt 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). Ook in het geval een coating op een metallisch materiaal is toegepast, is het uitgangspunt hierbij een frequentie van een keer per vijf jaar.

Vervolgens worden periodieke inspecties aanbevolen met een frequentie die afhankelijk is van het materiaal en toegepaste uitvoering (betrouwbaarheid en integriteit van de constructie), lees faalkans. In het geval de zuiveringstechniek tussentijds wordt aangepast, dient tevens een tussentijdse inspectie plaats te vinden. Dat kan eveneens als de uitkomsten van waterkwaliteitsbeoordeling daartoe aanleiding geven en/of als het reservoir door omstandigheden inspecteerbaar is.

Ook het (uitsluitend) schoonmaken van een reservoir kan reden zijn tot het uit bedrijf nemen. Reservoirs moeten tussen twee inspecties worden schoongemaakt als dat noodzakelijk blijkt te zijn, bijvoorbeeld naar aanleiding van de gemonitorde troebelheid. De frequentie zal afhankelijk zijn van de waterkwaliteit en de aard van een zuiveringsproces.

Tijdstip

Voor wat betreft het tijdstip in het jaar waarop een reservoir uit bedrijf wordt genomen, dient bedrijfsbeleid te worden ontwikkeld, zodanig dat er geen moeilijkheden zijn te verwachten met de capaciteit in (een deel van) het voorzieningsgebied en een reservoir in het proces kan worden gemist. Een periode in het jaar met een lager verbruik (bij lagere buitentemperaturen) kan de voorkeur hebben.

Eigenlijke inspectie

Inspecties kunnen door het drinkwaterbedrijf in eigen beheer worden uitgevoerd of door een daarin gespecialiseerd (en daarvoor gecertificeerd) bedrijf. De inspectie met het eventuele onderhoud van reservoirs voor drinkwater is materiaal specifiek.

Het dak van een betonnen reservoir wordt tijdens de onderhoudsperiode gecontroleerd op waterdichtheid (zie subparagraaf 8.3.3).

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

Inspectie, onderzoek en onderhoud van betonnen constructies

Introductie

Dit onderdeel 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 onderdeel 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 meerjarenonderhoudsplan.

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 schadeverschijnselen 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. 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 inspecties³³. De nationale normen NEN 2767-1 en NEN 2767-2 geven voor het vaststellen van de conditie van betonnen constructies een goede methode weer. Daarnaast geeft CUR-Aanbeveling 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 aanwezige verborgen en/of toekomstige schade, wordt het uitvoeren van metingen³⁴ 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 een beeld te krijgen van de conditie en restlevensduur van de verschillende onderdelen van een reservoir en om op basis daarvan tot een verantwoorde meerjarenonderhoudsplanung te komen.

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, microbiologische en werktuigbouwkundige 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, tekeningen en berekeningen waaruit blijkt hoe de constructie is gebouwd (as built-tekeningen), en op gegevens over in het verleden uitgevoerde onderhoudswerkzaamheden en inspecties.

Vooraf vast te leggen gegevens

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

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

³³ Met kwetsbare constructies worden bijvoorbeeld bedoeld voor- en/of nagespannen constructies en constructies die zijn opgebouwd uit prefab onderdelen of zijn voorzien van dakbedekking vanuit het aspect waterdichtheid.

³⁴ Met metingen worden bedoeld betondekkingsmetingen, carbonatatiemetingen, potentiaalmetingen aan de wapening, chloridemetingen aan het beton en eventueel ultrasoonmetingen.

- de wijze van rapportage.

Deze gegevens dienen samen in een onderzoeksplan te worden opgenomen.

Voorbereidende werkzaamheden en aspecten

Met betrekking tot de in het kader van een inspectie of een schadeonderzoek te verrichten werkzaamheden, moeten de te inspecteren en/of te onderzoeken ruimten daaraan voorafgaand worden leeggemaakt en gereinigd.

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

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 eerder uitgevoerde 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.

Wijze van onderzoek

In de plannen met betrekking tot het onderzoek moet worden aangegeven op welke schadetypen (zie Bijlage XV) het onderzoek zal worden gericht, welke soort metingen zal worden uitgevoerd, het aantal metingen dat 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.

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 XV.

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 de buitenzijde van het dak en de wanden nat te sproeien om eventuele lekkage sneller te identificeren.



Foto 17 Toegangsvoorziening tijdens onderhoud boven het luik van een aangeaarde kelder (foto PWN). Tevens zijn hier het uitwendig natspuiten van de constructie en inwendig drogen toegepast om lekkages te kunnen 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 doorvoeringen³⁵. Hierbij dient vooral aandacht te zijn voor lekkages, roestplekken, scheurvorming, scholvorming, aangetaste betonhuid, eventuele biofilmvorming (schimmels en dergelijke), worteldoorgroei en de hoedanigheid van eventueel aanwezige dakbedekking.

De resultaten van een visuele inspectie dienen eenduidig te worden vastgelegd (zie subparagraaf 9.1.4). 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.

Schadeonderzoek

Het doel van het onderzoek is om de oorzaak van de gebreken te achterhalen (en vervolgens weg te nemen, zie § 9.2). Onderzoek dient zich te concentreren op die plaatsen waar schade en nadelige verschijnselen zijn geconstateerd (voor de beoordeling van schadebeelden, zie Bijlage XV). Hierbij dient te worden gedacht aan meer dan incidenteel voorkomende roestplekken en eventueel optredende scheurvorming. Daarvoor zijn een wapeningsdetector, indicatievloeistof (indicator) ten behoeve van carbonatatie-metingen en eventueel een scheurenloep nodig. De resultaten van het voortgezette onderzoek alsmede aanbevelingen voor reparatie en nodig geacht verder onderzoek dienen te worden vastgelegd, zie subparagraaf 9.1.4. Het eventueel niet-uitvoeren 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.

³⁵ Onder doorvoeringen worden verstaan het inspectieluik (inclusief opstand), doorvoeringen voor beluchting en ontluuchting, doorvoeringen ten behoeve van de overstort en inlaat- en afvoerleidingen.

Onderhoud (beton, zonder coating)

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 constructie³⁶;
- 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.

Onderhoud (metaal, met coating)

Zonder kathodische bescherming moet de coating aan de binnenzijde regelmatig worden bijgewerkt. De gemiddelde levensduur van die coating bedraagt 20 jaar; voor een coating op de buitenzijde van een stalen constructie is dat 15 jaar.

Net als bij het ontwerp en bij de realisatie wordt het onderhoud van kathodische bescherming in het geval van stalen constructies uitbesteed aan gespecialiseerde bedrijven.

Maatregelen ter preventie van schade

In het geval een coating is toegepast, moeten de volgende aspecten in acht worden genomen (zie ook de Europese norm 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 subparagraaf 7.5.3).

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

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 van certificatie-instelling Kiwa Nederland (zie Bijlage XI) of gelijkwaardig. Deze beoordelingsrichtlijn verwijst naar de CUR-aanbevelingen 118 en 119. Reparaties kunnen ook worden uitgevoerd op basis van de tiendelige Europese normenserie NEN-EN 1504, zie Bijlage VI.

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

³⁶ Daartoe dient het totale installatieonderdeel en dus ook de andere aanwezige materialen en installaties, in beschouwing te worden genomen.

Ook gerepareerde delen dienen glad (en vlak) te zijn (zie subparagraaf 7.2.2).

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;
- klimaatbeheersing van de werkomgeving (met name temperatuur).

Eigenlijke reparatie

De bij reparaties van een constructie toe te passen materialen dienen te voldoen aan de eisen volgens § 4.2 van de voorliggende praktijkcode. De navolgende reparatiemethoden kunnen worden toegepast:

- Handmatig repareren
De reparaties dienen bij voorkeur te worden uitgevoerd conform CUR-Aanbeveling 118 of conform methode 3.1 (Tabel 1) van de Europese normen NEN-EN 1504-10 en NEN-EN 1504-3.
- 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 methode 3.3 (Tabel 1) van de Europese norm NEN-EN 1504-10. In aanvulling hierop dient de watercementfactor van de spuitbeton $< 0,5$ en het luchtgehalte $< 5\%$ te zijn.
- Injecteren
Reparaties dienen bij voorkeur te worden uitgevoerd conform CUR-Aanbeveling 119 of conform methode 1.5 (Tabel 1) van de Europese normen NEN-EN 1504-10 en NEN-EN 1504-5.
- Aangieten
Het aangieten dient bij voorkeur te gebeuren conform CUR-Aanbeveling 118 of conform methode 3.2 (Tabel 1) van de Europese norm NEN-EN 1504-10.
- Andere reparatiemethoden
Reparatiemethoden anders dan de bovenstaande behoeven vooraf de goedkeuring van de opdrachtgever.

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. In het geval die eisen niet in het bestek zijn vermeld, moeten deze vooraf door de aannemer ter goedkeuring aan de opdrachtgever worden voorgelegd.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-2 [44], de hoofdstukken 6 'Hygiene', 8 'Inbetriebnahme und Ausserbetriebnahme des Trinkwasserbehälters' en 9 'Wartung und Inspektion von Trinkwasserbehältern' (zie ook DVGW-Arbeitsblatt W 300-2 Entwurf: Trinkwasserbehälter)

9.1.4 Operating manual/Handleiding voor de bedrijfsvoering

NEN-EN 1508

(See also A.7).

An operating manual shall be provided for each service reservoir, which shall include all instructions and procedures to be followed. All instructions and procedures given in the operating manual for each service reservoir shall be followed. Records of inspections of all maintenance work shall be kept for a period of time specified by the operator. In the event of significant alterations during the working life of the reservoir the operating manual shall be updated.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.7

Examples of the requirements of an operating manual are:

- *general arrangement drawings and loading limitations;*
- *special measures for operational events and/or major fires in the supply area;*
- *procedures for taking the reservoir out of service;*
- *instructions for cleaning and disinfection prior to return to service;*
- *instructions for the operation of valves and their maintenance;*
- *instructions for the maintenance of all other components of the reservoir including electrical and hydraulic equipment and transmission devices;*
- *details of materials used in joints, linings, coatings etc.;*
- *reports on inspections, maintenance, and any unusual events.*

Gegevens van reservoirs dienen te worden vastgelegd in een daarvoor bedoeld boekwerk ('logboek') of systeem ('constructiedossier').

- De reguliere grondwaterstanden, opdrijvingsberekening en daaruit voortvloeiende kritische grondwaterstand. Dit is van belang bij uitvoeren van onderhoud waarbij het reservoir in zijn geheel wordt leeggepompt.
- Gegevens over de nieuwbouw, de vastlegging van de vorm en afmetingen van een reservoir zoals dat is ontworpen en gebouwd:
 - de tekeningen;
 - een situatietekening met de opstellingsplaats van het reservoir met toebehoren;
 - bouwjaar (de periode waarin de bouw heeft plaatsgevonden);
 - maatvoering van het reservoir met de daarbij behorende onderdelen, zo nodig aangevuld met details, doorsneden of beschrijvingen;
 - de toegepaste materialen en eventuele beschermingsmethoden;
 - plaats en afmetingen van de voorzieningen, zoals inspectieluik en overige doorvoeringen;
 - een gedetailleerde opgave en de constructie en/of werking van de volgende onderdelen: de toegang tot het reservoir, de be- en ontluchting(en), de vulleiding met vulafsluiter, de overloop, de wijze van niveaumeting en signalering, de zuigleiding(en) met eventuele zuigkuil en de leegloopleiding;
 - de wijze van creëren van propstroming: een labirint door middel van muren of 'lamellengordijnen';
 - situering van het reservoir (boven- of ondergronds of combinatie);
 - gegevens met betrekking tot de eventueel aanwezige dakbedekking;
 - gegevens met betrekking tot de gebruikte bouwstoffen (technische specificaties);
 - uitgangspunten van het ontwerp.

Recente grondwaterstanden (wijzigingen ten opzichte van ontwerpuitgangspunten vanuit klimaat effecten):

- Gegevens van schoonmaken, inspectie en onderhoud
Iedere uitgevoerde inspectie- en onderzoeksfase moet worden afgesloten met registratie van de verkregen informatie. De registratie moet minimaal bestaan uit 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 duidelijke wijze zijn beschreven, dat eventueel toekomstig(e) inspectie en onderzoek kunnen worden vergeleken met eerder uitgevoerd onderzoek.
- Aanvullende registratie
Het betreft de registratie van maatregelen of werkzaamheden die voortvloeien uit inspectie, onderzoek naar

de oorzaak van schade, onderzoek naar aanwezige niet-zichtbare schade en onderzoek naar mogelijke toekomstige schade:

- o de aanwezige schade
De plaats van de schade dient hierbij op ondubbelzinnig wijze te zijn bepaald en vastgelegd.
- o de eventueel aanwezige niet-zichtbare schade
De schade dient hierbij op ondubbelzinnig wijze te zijn bepaald en vastgelegd.
- o de eventuele toekomstige schade
De verwachte toekomstige schade dient hierbij zo goed mogelijk te worden ingeschat in combinatie met de verwachte plaats van de toekomstige schade.
- o resultaten van eventueel uitgevoerde metingen;
- o eventueel uitgevoerde reparaties, inclusief periode van uitvoering en toegepaste materialen en methoden.

Het vastleggen van de gegevens kan door middel van foto- en/of videomateriaal in combinatie met tekeningen en geschreven tekst.

Voor betonnen constructies dienen de muurdoorvoerstukken, wapeningstekeningen en betonkwaliteit te worden vastgelegd.

Iedere uitgevoerde inspectie- en onderzoeksfase van een constructie dient te worden afgesloten met het vastleggen van de opbrengsten daarvan. 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 eerstvolgend(e) inspectie of onderzoek. De aanbeveling wordt gedaan de bevindingen vast te leggen in een gestandaardiseerd inspectierapport, waardoor een goede onderlinge vergelijking mogelijk is. Tevens wordt aanbevolen gegevens vast te leggen door middel van video en/of foto's en dergelijke, in combinatie met tekeningen en geschreven tekst.

DVGW-werkbladen

Arbeitsblatt W 300-1 [43], hoofdstuk 11 'Dokumentation'

9.2 Maintenance/Onderhoud

NEN-EN 1508

Routine and preventive maintenance programs shall be considered for each service reservoir, including all components such as pumps, valves, and electrical equipment.

Defects identified as a result of routine or other inspections, in accordance with 9.1.3, shall be repaired as necessary.

Preventieve maatregelen

Bij werkzaamheden in een reservoir dient altijd door het drinkwaterbedrijf toezicht te worden gehouden. Met het oog op de veiligheid dienen de vooraf te treffen veiligheidsmaatregelen met de locatieverantwoordelijke persoon te worden doorgenomen. Iemand buiten het reservoir wordt verantwoordelijk gesteld voor het welzijn van de betrokken persoon of personen in het reservoir (veiligheidswacht).

De daartoe aangewezen personen moeten bij het betreden van reservoirs schone geplastificeerde kleding en schone, uitsluitend voor het reinigen van reservoirs bedoelde laarzen dragen. Uitsluitend deze kleding of wegwerpkleding mag worden gebruikt voor werkzaamheden. Laarzen, handschoenen, gereedschap en hulpmiddelen worden iedere keer bij het betreden van respectievelijk inbrengen in het reservoir gedesinfecteerd. Van al het benodigde materieel moet het eerdere gebruik daarvan bekend zijn (bijvoorbeeld eerder gebruik bij een

rioolwaterzuivering). Bij de ingang van het reservoir behoort daarom een plastic bak met een desinfecterende oplossing (75 mg Cl₂/l, sterkte van de oplossing regelmatig controleren) te staan. Deze bak moet bij voorkeur op een gedesinfecteerd zeil staan waarmee de vloer rond de bak is afgedekt. De betrokken personen dienen ook daadwerkelijk in een dergelijke bak te gaan staan bij het betreden van de ruimten.

Er moet in het reservoir worden gezorgd voor een goede ventilatie. Eten, drinken en/of roken in het reservoir zijn te allen tijde verboden.

De aanbeveling wordt gedaan om de periode van buiten bedrijf zijn en onderhoud te benutten voor het kalibreren en zo nodig justeren van de niveaumetingen in een reservoir.

9.3 Cleaning and disinfection/Reiniging en desinfectie

NEN-EN 1508

Cleaning, disinfection and the return to service of reservoirs emptied for inspection or maintenance shall comply with 8.4 and 8.5 of this standard.

Voor de reiniging, desinfectie en ingebruikneming van reservoirs na inspectie of onderhoud worden de in § 8.4 van de voorliggende praktijkcode beschreven procedures gevolgd.

10 Rehabilitation and repair requirements/Eisen voor renovatie en reparatie

10.1 Introduction/Introductie

NEN-EN 1508

If a reservoir becomes unfit for its purpose measures shall be taken to restore it to an acceptable condition or to take the reservoir out of use, including the disconnection of all pipework from the distribution system.

Consideration shall be given to upgrading the reservoir to meet the requirements for a new reservoir as far as economically and technically possible. The future of the reservoir within the overall distribution system shall be taken into account.

Bij de nieuwbouwprojecten zijn er meestal geen activiteiten die de bedrijfsvoering belemmeren. Als er nieuwbouw plaatsvindt naast een bestaand reservoir (uitbreiding) is van belemmering pas in de laatste fase sprake. De reguliere activiteiten dienen tijdens een uitbreiding zorgvuldig en hygiënisch plaats te vinden, in ieder geval zodanig dat de kwaliteit van het te leveren drinkwater niet in gevaar kan komen. In het geval van renovatie van een bestaand reservoir dient dit reservoir in principe (zie § 10.3) volledig uit bedrijf te worden genomen, inclusief de loskoppeling van al het leidingwerk.

10.2 Survey/Inspectie

NEN-EN 1508

Prior to carrying out repair or rehabilitation work a survey of the reservoir shall be carried out to identify any problems and to compare the condition of the reservoir with the requirements set out in this standard for a new reservoir. Where possible the cause of any defects shall be identified.

Voorafgaand aan de reparatie of renovatie van een reservoir wordt het reservoir aan een inspectie onderworpen en worden alle problemen, aandachtspunten en voorziene modificaties geïnventariseerd, inclusief een vergelijking van alle randvoorwaarden voor een nieuw reservoir volgens de voorliggende praktijkcode.

10.3 Prevention of contamination/Preventie voor verontreiniging

NEN-EN 1508

(See also A.2).

If it is necessary for a service reservoir to be kept in operation while repair or rehabilitation work is carried out special attention shall be paid to ensure that no contamination of the water takes place. In addition to the measures specified in clause 8 of this standard other appropriate protection measures shall be taken. These may include more frequent sampling of the water or additional precautionary disinfection. The methods and a program of work shall both be agreed with the operator: see A.2.

NEN-EN 1508, Annex A (informative), A.2

A service reservoir comprises one or more water compartments, a control building and an external area.

One water compartment can suffice where another service reservoir is available for the same supply area or where the water supply can be maintained by other operational measures (e.g. pumping and/or temporary supply from a different area) to enable the service reservoir to be taken out of use for cleaning or maintenance work. Full height separation walls are preferable between compartments to prevent deterioration and contamination of the water in

the operational compartment whilst cleaning or repair is carried out in the other compartment.

The control building should be sized to house all necessary operating equipment such as control valves, washout valves, control panels, sampling and monitoring equipment, switch gear etc. It may also contain forced ventilation equipment, disinfection plant, booster pumps and personnel facilities.

The ventilation of the water compartments should be separate from the ventilation of the control building.

The external area, which is normally enclosed, to a service reservoir can comprise valves, pumping stations, access roads, aerials etc.

The service reservoir should be integrated into the landscape. Consideration should be given to embankments, the roof covering, tree and shrub planting and other landscaping measures but care should be exercised in the selection of species (root intrusion, irrigation requirements, maintenance). Maintenance requirements to the external areas should be kept to a minimum.

Consideration should be given to the phased extension of the reservoir as the water demand increases as an alternative to its initial construction at its ultimate capacity.

Service reservoirs are often positioned as near as possible to the area of water demand as this will provide greater safeguards against interruptions to supplies and reduce head losses.

The elevation of the service reservoir will be determined by the topographical conditions and the hydraulics of the water distribution system.

An adequate flow and pressure should be provided to all building within the supply area to be served. The head losses in the distribution system for peak demands and the lowest normal operating level in the service reservoir should be considered

For illustrations see figures A.1 to A.4.

Als een bestaand reservoir in het geval van renovatie onverhoopt niet volledig buiten bedrijf zou kunnen worden genomen, dient de kwaliteit van het te leveren drinkwater niet in gevaar te komen. Alle noodzakelijke voorzorgsmaatregelen moeten worden getroffen en de bedrijfsvoering wordt tijdens de renovatie zorgvuldig en hygiënisch gecontinueerd.

10.4 Return to service/Opnieuw in gebruik nemen

NEN-EN 1508

Prior to returning a reservoir to service the water compartments that have been taken out of use to enable the repair and rehabilitation work to be carried out shall be cleaned, disinfected and then put into service as set out in clause 8 of this standard.

Voorafgaand aan de ingebruikneming worden na de reparatie of de renovatie van een reservoir de procedures volgens hoofdstuk 8 van dit document ten aanzien van controles, beproevingen en ingebruikneming gevolgd.

11 Literatuur

Dit hoofdstuk bevat de literatuur waaraan in de hoofdtekst en/of een of meer bijlagen wordt gerefereerd. Een overzicht met literatuur waaraan weliswaar niet wordt gerefereerd maar die in verband met reservoirs wel relevant en/of interessant kan zijn, is te vinden in Bijlage XIV.

[1] Staatsblad (2009): Drinkwaterwet van 18 juli 2009, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2009, nummer 370, 3 september 2009 (oorspronkelijke editie).

vigerend vanaf 1 januari 2024: Drinkwaterwet

[2] Meerkerk, M.A. (2024): 'Hygiëncode Drinkwater; *Deel 1: Algemeen*', praktijkcode PCD 1-1:2024, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[3] Staatsblad (2011): Drinkwaterbesluit van 23 mei 2011, nummer 293, 21 juni 2011 (oorspronkelijke editie).

vigerend vanaf 1 januari 2024: Drinkwaterbesluit

[4] Meerkerk, M.A., Beuken, R.H.S., en Brand, T.P.H. van den (2024): 'Richtlijn drinkwaterleidingen buiten gebouwen (gebaseerd op de norm NEN-EN 805:2000); *Deel 1: Algemeen en uitgangspunten*', praktijkcode PCD 3-1:2023, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[5] Staatscourant (2011): 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening' van 29 juni 2011, nr. 11911, 18 juli 2011 (oorspronkelijke editie).

vigerend vanaf 24 oktober 2025: Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening

[6] Moel, P.J. de, Verberk, J.Q.J.C., en Dijk, J.C. van (2004): 'Drinkwater – principes en praktijk', Sdu Uitgevers bv, Den Haag.

[7] Meerkerk, M.A. (red.) (2024): 'Hygiëncode Drinkwater; *Deel 4: Opslag, transport en distributie*', praktijkcode PCD 1-4:2024, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[8] 4MS Initiative Common Approach (2018): 'Assessment of Cementitious Products in Contact with Drinking Water', September 2018, <https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/water/drinking-water/distributing-drinking-water/approval-harmonization-4ms-initiative>

[9] Meerkerk, M.A. (2020): 'Luchtfiltratie ten behoeve van de drinkwatervoorziening', praktijkcode PCD 16:2020, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[10] VEWIN (2003): 'Aanbevelingen "Goed Huisvaderschap"', rapport van de projectgroep Benewater, Rijswijk.

[11] 4MS Initiative 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>

[12] Agudelo-Vera, C., Mesman, G., Blokker, M. en Adamse, E. (2017): 'Drinkwaterverbruik tijdens een grootschalige en langdurige elektriciteitsuitval', H₂O-Online, 6 november 2017.
[H2O-Online_171106_Verbruik_bij_stroomstoring.pdf](#)

[13] Timmer, H. e.a. (2009): 'CFD-modellering: spreiding verblijftijd in reservoir ongevoelig voor ontwerp', H₂O', nummer 20.

[14] 4MS Initiative (2024): '[4MSI Common Approach on Organic Materials in Contact with Drinking Water; Part B – Positive Lists](#)', 16 december 2024.

[Approval and Harmonization – 4MS Initiative | Umweltbundesamt](#)

[15] American Petroleum Institute (2021): 'Welded Tanks for Oil Storage', API Standard 650, 13th edition van maart 2020 inclusief errata 1 van januari 2021.

[API | API Standard 650, 13th Ed. en previews 2106344_pre.pdf](#)

[16] Meerkerk, M.A. (red.) (2020): 'Richtlijn voor systemen voor de opslag van drinkwater; *Ontwerp, aanleg en beheer (gebaseerd op NEN-EN 1508:1998)*', praktijkcode [PCD 4:2020](#), KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[17] Ens, F.J. (2010): 'Onderzoek waterkwaliteit in waterslagketels', rapportnummer 201015, Het Waterlaboratorium/N.V. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Haarlem.

[18] Lieverloo, J.H.M. van, Mesman, G.A.M., Nobel, P.J., en Kroesbergen, J. (2002): 'Hygiëncode Drinkwater; *Opslag, transport en distributie*', rapport [BTO 2001.175](#), Kiwa Water Research, Nieuwegein.

[19] Sdu Uitgevers (2016): 'AI-05: Veilig werken in besloten ruimten', 6^e druk.

[HSE onderwerpen op nummer | HSE](#)

[20] Visser, R. (2014): 'AI-31: Gezondheidsrisico's van gevaarlijke stoffen', 5^e druk, Sdu Uitgevers.

[AI-31 Gevaarlijke stoffen 5e druk door Remco Visser - Managementboek.nl](#)

[21] Meerkerk, M.A., en Slaats, P.G.G. (2004): 'Beoordeling van toxicologische, organoleptische en hygiënische aspecten van metalen producten in contact met leidingwater; OAS 2004 Grondslagen en criteria beoordeling; activiteiten 6 en 17', rapport OAS 04-019, Kiwa Certificatie en Keuringen, Rijswijk.

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

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

[24] Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2020): 'Beoordelingssystematiek in-situ beton', brief met kenmerk 'IenW/BSK-2020/183440', 24 september 2020, Den Haag.

[Beoordelingssystematiek-in-situ-beton-Brief-Ministerie-Infrastructuur-en-Waterstaat-\(2020\)24-september.pdf](#)

[25] Bakker, M. (2007): 'Definities en ontwerprichtlijnen reinwaterberging', versie 5, WML-rapport met kenmerk 07-01-MBA, Waterleiding Maatschappij Limburg, Maastricht.

[26] Poortema, K.H., en Vreeburg, J.H.G. (1994): 'Aanbevelingen voor de leveringszekerheid van drinkwatersystemen; Gereviseerd eindrapport van de Commissie Leveringszekerheid', VEWIN, Rijswijk/Nieuwegein.

[27] KNMI (2015): 'KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie', herziene uitgave 2015, Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut, De Bilt.

[28] Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie (2014): 'Richtlijn Drukapparatuur', richtlijn 2014/68/EU, 15 mei 2014.

https://ec.europa.eu/growth/sectors/pressure-gas/pressure-equipment/directive_en

[29] 4MS Initiative (2024): 'Acceptance of metallic materials used for products in contact with drinking water; Part B – Positive list of compositions for metallic materials', 21^e revisie, 27 november 2024.

[Approval and Harmonization – 4MS Initiative | Umweltbundesamt](#)

[30] Meerkerk, M.A., en Woerd, 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.

[31] Meerkerk, M.A., red. (2019): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 1: Algemeen*, praktijkcode PCD 4-1:2019, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[32] Woerd, D. van der, Heijden, B. van der, Medema, G., en Sterkenburg, R. (1999): 'Reinwaterbergingen en RWZI's: (g)een goede combinatie?!', H₂O', nummer 14/15.

[33] Betonvereniging (2018): 'Basiskennis Beton Algemeen', dictaat, Gouda.

[Betonvereniging | Basiskennis Beton Algemeen Online](#)

[34] DVGW (2018): 'Qualifikationsanforderungen an Fachunternehmen für Planung, Bau, Instandhaltung und Verbesserung von Trinkwasserbehältern; Fachinhalte', Arbeitsblatt W 316, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

[35] DVGW (2021): 'Reinigung und Desinfektion von Wasserverteilungsanlagen', Arbeitsblatt W 291, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

[36] Inspectie Leefomgeving en Transport (2017): 'Leidraad voor de bepaling van de grens tussen reinigingsmiddelen en desinfecteermiddelen (biociden)', notitie van 1 augustus 2017.

[Leidraad+voor+de+bepaling+van+de+grens+tussen+reinigingsmiddelen+en+desinfecteermiddelen+\(biociden\)\(7\).pdf](#)

[37] Oosterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2024): 'Hygiëncode Drinkwater; *Deel 3: Bereiding*', praktijkcode PCD 1-3:2024, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[38] Oosterholt, F.I.M.H., en Meerkerk, M.A. (2023): 'Hygiëncode Drinkwater; *Deel 8: Hygiënerichtlijnen ontwerp, bouw en renovatie van installaties voor de bereiding van drinkwater*', praktijkcode PCD 1-8:2023, KWR Water Research Institute, Nieuwegein.

[39] Smeets, P.W.M.H., Vreeburg, J.H.M., en Hofman, J.A.M.H. (2007): 'Evaluatie E. coli besmettingen PWN mei 2007', rapport KWR 07.099, Kiwa Water Research, Nieuwegein.

[40] Arbouw (2018): Arbocatalogus Bouw en Infra: <http://www.arbocatalogus-bouweninfra.nl/index.htm>

[41] Meerkerk, M.A. (2018): 'Wet- en regelgeving in Nederland voor onderdelen van drinkwaterleiding(netten); *Een toelichting op de 'Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening' (versie 1 juli 2017)*', praktijkcode PCD 12:2018, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

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

[43] DVGW (2024): 'Trinkwasserbehälter; Teil 1: Planung und Konstruktion', Arbeitsblatt W 300-1, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

[44] DVGW (2025): 'Trinkwasserbehälter; Teil 2: Betrieb, Wartung und Inspektion', Arbeitsblatt W 300-2, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

[45] DVGW (2024): 'Trinkwasserbehälter; Teil 3: Instandsetzung und Verbesserung', Arbeitsblatt W 300-3, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

[46] Commissie Werkbladen (2023): 'Drinkwaterreservoirs', Waterwerkblad WB 4.1, Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.

Zie webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl

[47] Vereniging Nederlandse Cementindustrie (VNC): 'Het stortplan', Betoniek 8/10, november/december 1989, 's-Hertogenbosch.

[48] Meerkerk, M.A., red. (2018): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 3: Metalen en kunststoffen*', praktijkcode PCD 4-3:2018, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

[49] Staatsblad (2011): 'Besluit lozen buiten inrichtingen' van 16 maart 2011, Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, jaargang 2011, nummer 153 (oorspronkelijke editie).

Tot en met 31 december 2023 was het Besluit lozen buiten inrichtingen vigerend; met de inwerkingtreding van de Omgevingswet per 1 januari 2024 geldt het overgangsrecht, zie de webpagina Overgangsrecht Besluit lozen buiten inrichtingen | Informatiepunt Leefomgeving (iplo.nl)

[50] Sulzer Pumps Ltd. (2010): 'Centrifugal Pump Handbook', third edition, ISBN-13: 978-0-75-068612-9, Butterworth-Heinemann.

[51] Commissie Werkbladen (2021): 'Ingebruikstelling, reiniging en desinfectie', Waterwerkblad WB 2.4, Kiwa Nederland (in opdracht van de 'Samenwerkende drinkwaterbedrijven'), Rijswijk.

Zie webpagina Waterwerkbladen - InfoDWI van de website www.infodwi.nl

I Toelichting op enkele technische aspecten

Roestvaststaal

Chemische samenstelling van enkele bij de drinkwatervoorziening gangbare RVS soorten, zie de Europese norm NEN-EN 10088-1 en [21]:

Materiaal		Gehalte (% (m/m))								
DIN	AISI	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo	Ni	Overige
1.4301	304	≤ 0,07	≤ 1,00	≤ 2,00	≤ 0,045	≤ 0,030	17,00-19,50	-	8,00-10,50	N ≤ 0,11
1.4401	316	≤ 0,08	≤ 1,00	≤ 2,00	≤ 0,045	≤ 0,030	16,50-18,50	2,00-2,50	10,00-13,00	N ≤ 0,11
1.4404	316L ³⁷	≤ 0,030	≤ 1,00	≤ 2,00	≤ 0,045	≤ 0,030	16,50-18,50	2,00-2,50	10,00-13,00	N ≤ 0,11
1.4571	316Ti	≤ 0,08	≤ 1,00	≤ 2,00	≤ 0,045	≤ 0,030	16,50-18,50	2,00-2,50	10,50-13,50	Ti: 5 * C tot 0,70

Bij structureel direct contact met drinkwater wordt in verband met de corrosie-eigenschappen van de verschillende materialen een van de drie '316-soorten' (zie tweede kolom) aanbevolen.

Besloten [40] en bijzondere ruimten

'Onder besloten ruimten worden ruimten verstaan die onder normale omstandigheden van de omgeving zijn afgesloten. Veel besloten ruimten moeten regelmatig worden betreden, bijvoorbeeld voor inspecties, reparaties, of schoonmaak- en onderhoudswerkzaamheden (onder andere lassen, snijden).

Besloten ruimten worden vaak gekenmerkt door: beperkte bewegingsruimte, geen of weinig daglicht en slechte verlichting, geen of weinig ventilatie, kans op zuurstoftekort, mogelijke aanwezigheid gevaarlijke stoffen, beperkte toegankelijkheid en weinig vluchtmogelijkheden.

In besloten ruimten kan een gevaarlijke atmosfeer aanwezig zijn of door werkzaamheden ontstaan. De gevaren die daarbij optreden zijn verstikking, bedwelmeling, vergiftiging en brand- en explosiegevaar.

Voorbeelden van besloten ruimten zijn: kelders, installatieruimten, kruipruimten onder vloeren, ketels en opslagreservoirs, rioolstelsels en pijpleidingen.'

Met betrekking tot een bijzondere ruimte is de volgende omschrijving op internet gevonden: *'Een bijzondere ruimte is een besloten ruimte waarbij de omstandigheden en risico's dusdanig zijn beheerst dat er minder zware veiligheidsmaatregelen kunnen worden genomen dan bij besloten ruimtes het geval is'*

Kathodische bescherming (KB) volgens onderdeel 3.16 van de nationale norm NEN 3654

'methode om ondergrondse of ondergedompelde stalen buizen, leidingen, tanks en constructies te beschermen tegen uitwendige corrosie door verschuiving van de potentiaal in negatieve richting met behulp van een gelijkstroom'

Maatgevende buien

Voor wateroverlast in bebouwd gebied zijn vaak de korte, hevige buien maatgevend. Dit zijn onweersbuien in de lente of in de zomer die de capaciteit van het riool- en oppervlaktewaterstelsel te boven gaan en kunnen leiden tot water-op-straat, overlast en schade aan gebouwen en andere objecten. Het gaat om scenario's die door het KNMI

³⁷ De 'L' staat niet voor 'lasbaar', maar voor 'low carbon' (laag koolstofgehalte). Daardoor is 316L een zachter en gemakkelijker lasbaar materiaal dan 316 en is het materiaal na lassen minder corrosiegevoelig.

worden gedefinieerd en ten behoeve van blootstellingsanalyses voor assets worden gebruikt, zie (bron www.meteobase.nl).

Maatgevende bui, T=250	Initiële grondwater conditie	2014	WH2030	WH2050	WH2085
T=250, zomerbui (lokaal)	NVT	75mm/1u	80mm/1u	90mm/1u <i>Ter info: eis vanuit landelijke maatlat klimaatadaptatie is dat vitale en kwetsbare functies klimaatbestendig zijn tegen een T=250 piekbui in WH2050</i>	~105mm/1u
T=1000, zomerbui (lokaal)	NVT	111mm/1u	119mm/1u	134mm/1u	~156mm/1u
T=1000, "winter" bui (regionaal)	Natte initiële grondwater conditie (GHG + klimaatbuffer, bepaald door GW model tijdreeks als initiële grondwaterstand).	157 mm/48u	166 mm/48u	~180mm/48u	~200mm/48u

Zwelstrip

'De zwelstrip is de band van bijvoorbeeld hydrofiele bentoniet-butylerubber of polyurethaan die wordt toegepast voor de afdichting van o.m. stornaden in beton om watertoetreding in de toekomst te vermijden' (zie de webpagina <https://www.joostdevree.nl/shtmls/zwelstrip.shtml>)

II Gebruiksaanwijzing Excel spreadsheet berekening capaciteit

In de Excel spreadsheet wordt de benodigde capaciteit van een reservoir berekend op basis van de door de gebruiker van de sheet aangenomen uitgangspunten voor berekening. Die uitgangspunten komen in de spreadsheet voor in de vorm van **geel gemarkeerde cellen**. Dit zijn de cellen die door de gebruiker moeten worden ingevuld (in twee tabbladen!) voor de berekening.

Noodzakelijke gegevens

- ontwerpdagpatroon
- ontwerpdagfactor
- bedrijfsvoering productie / aanvoer

Eisen aan totaal volume drinkwater in het reservoir

volume op basis van het afnamepatroon	m ³
vereiste spoelwatervoorraad	m ³
calamiteiten voorraad	m ³
duur uitval productie / aanvoer	uur
duur calamiteit leidingnet	uur
volumestroom open leidingbreuk	m ³ /h
bluswatervolume	m ³
schakelvolumen tussen LW en LLW	m ³
schakelvolumen tussen HW en HHW	m ³

Van de bovengenoemde eisen aan het volume drinkwater in het reservoir wordt het volume op basis van het afnamepatroon bepaald door 'externe' factoren. De rest van de genoemde volumes worden bepaald door aannames en beslissingen over de bedrijfsvoering van het systeem.

Volume op basis van het afnamepatroon voor het voorzieningsgebied

Hiervoor wordt uitgegaan van een vlakke productie ter grootte van de gemiddelde vraag op de betreffende dag. De dagfactor en het dagpatroon zijn daarvoor noodzakelijk. De dagfactor is de verhouding tussen de optredende dag en de gemiddelde dag op jaarbasis. Het uurpatroon wordt bepaald door een set factoren die de verhouding tussen het optredende verbruik en het gemiddelde verbruik op die dag weergeven. Het overschot tussen de momentane vraag en de gemiddelde productie wordt opgeslagen in het reservoir en de tekorten worden daaruit gesuppleerd aan het leidingnet. In de spreadsheet wordt in het blad 'Gebiedskenmerken' de hoeveelheid bepaald. Deze hoeveelheid is een netto hoeveelheid.

Vereiste spoelwatervoorraad (voorbeeld)

De benodigde hoeveelheid spoelwater per filter is gesteld op 2,5% van de capaciteit van een filter tussen twee spoelingen (vuistregel). De capaciteit tussen twee spoelingen is in dit voorbeeld per filter gesteld op 15.000 m³. Het aantal filters is in dit voorbeeld gesteld op drie stuks. Bij een bepaalde vraag over de dag volgt een dagelijkse spoelwaterbehoefte. Dit komt overeen met $0,025 \cdot (\text{dagfactor} \cdot \text{gem. dag}) \cdot (\text{m}^3)$.

Omdat een filter op een dag wel of niet gespoeld wordt, is het niet zeker of het berekende spoelwatervolume daadwerkelijk zal worden gebruikt op die dag. De berekening moet dan ook als een benadering worden gezien.

Duur uitval productie / aanvoer

Een deel van de productie kan uitvallen. Uit een analyse van de betreffende productie kan worden bepaald hoe groot een dergelijke uitval kan zijn. Afhankelijk van de plaats en de mogelijkheden van de verschillende drink- en leidingwaterinstallaties in het voorzieningsgebied wordt vastgesteld in hoeverre voor een dergelijke uitval een

bepaalde hoeveelheid in het reservoir noodzakelijk is. Ook de duur van een dergelijke calamiteit moet worden vastgesteld. Bij een uitvoering in drie straten van de genoemde zes filters valt $600 \text{ m}^3/\text{h}$ weg bij een calamiteit op de productie. Als de bedrijfsvoering een periode van twee uur nodig heeft om de calamiteit op te heffen, is een reservestelling van $2 * 600 = 1.200 \text{ m}^3$ noodzakelijk.

Op een 'niet maximum' dag (lagere dagfactor) wordt berekend in hoeverre bij een dergelijke calamiteit een voorraad moet worden aangehouden.

Voor een distributie- of suppletiereservoir geldt dat de aanvoer kan verminderen of wegvallen gedurende een calamiteit. Een analyse van het leidingnet moet bepalen in hoeverre dit tot problemen leidt en hiervoor elders in een reservoir een voorziening noodzakelijk is of een voorraad in het betreffende reservoir.

Duur calamiteit leidingnet

Als er in het leidingnet een leidingbreuk optreedt, ontstaat er gedurende de lekkage (dus voor de afsluiters gesloten zijn) een extra volumestroom die uit een reservoir of een vergrote productie moet worden gedekt. De periode van de calamiteit kan oplopen tot enkele uren als het lek slecht vindbaar is.

Capaciteit open leidingbreuk

De extra volumestroom als gevolg van een breuk wordt met een leidingnetanalyse bepaald. Hiermee kan ook worden vastgesteld in hoeverre de extra vraag uit een reservoir of van elders kan worden gedekt.

Bluswatervolume

In een voorzieningsgebied kan een bluswatervraag bestaan die zo uitzonderlijk is ten opzichte de normale bedrijfsvoering dat hiervoor een voorziening noodzakelijk is in de vorm van een extra voorraad. Deze voorraad kan in een reservoir worden gevonden. Over het algemeen wordt geen rekening gehouden met deze hoeveelheid, tenzij het reservoir hiervoor specifiek is aangelegd.

Schakelvolumen LW en LLW

Als het LW-alarm (laag-water) wordt bereikt, zal de uitgaande volumestroom stoppen om te voorkomen dat er lucht door de pompen wordt aangezogen en in het leidingnet terecht komt (LLW = laag-laag-water). Om verschijnselen van waterslag te voorkomen, wordt het pompbedrijf met een beperkte snelheid stilgezet. Een vuistregel hiervoor is afschakelen met $5 \text{ m}^3/\text{h/s}$. Een volumestroom van $1.800 \text{ m}^3/\text{h}$ wordt dan in 360 seconden teruggebracht. Dit levert een benodigd volume op van 90 m^3 .

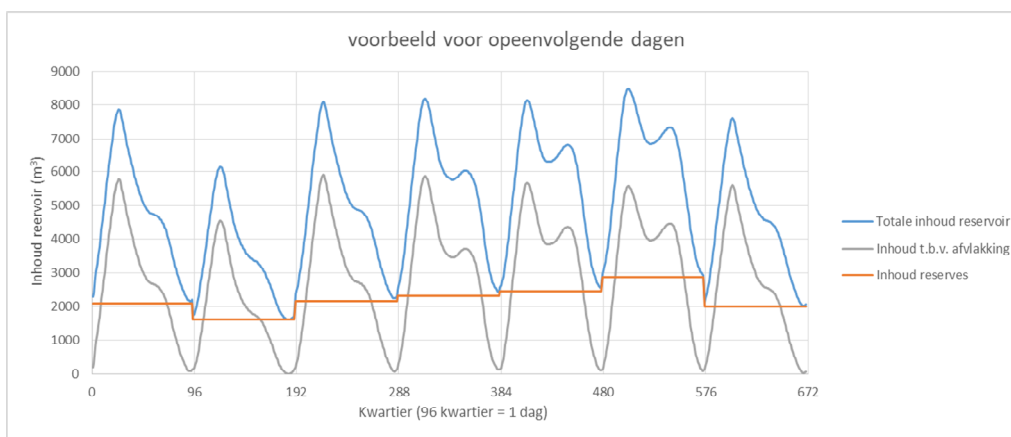
Schakelvolumen tussen HW en HHW

Als het HW-alarm (hoog-water) wordt bereikt, zal de productie gaan stoppen (HHW = hoog-hoog-water). De wijze van stoppen wordt bepaald door de regeling op de combinatie van de aanwezige zuivering of aanvoer en het reservoir. Het benodigde volume wordt op vergelijkbare wijze als bij LW-alarm (laag-water) berekend.

Bepaling van de capaciteit uit de verschillende volumes

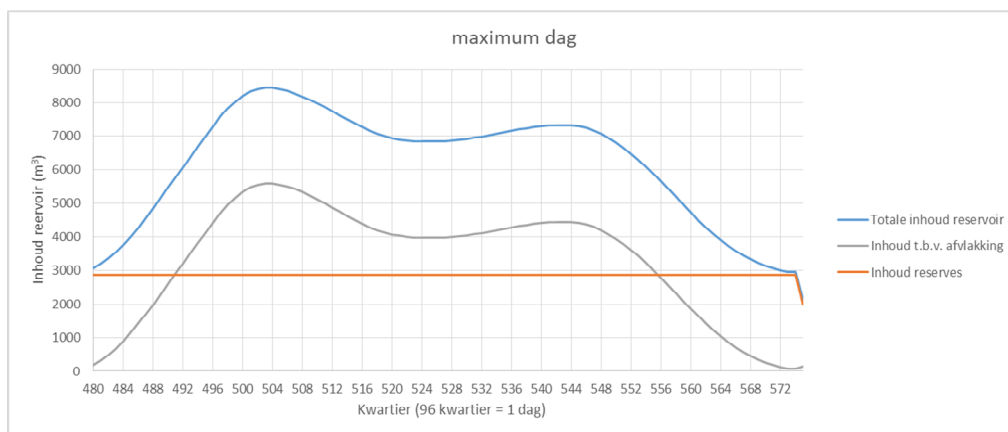
Als in het voorzieningsgebied verschillende reservoirs aanwezig zijn, moeten de verschillende volumes worden verdeeld naar plaats en functie daarvan. In de spreadsheet is hiervoor de mogelijkheid aanwezig. Of de opgelegde volumes hydraulisch ook mogelijk zijn, moet worden onderzocht met een leidingnetanalyse. Er moet worden onderzocht of het reservoir met de vereiste volumestroom kan worden gevuld en met de maximum benodigde volumestroom (maximum uur) kan worden geleegd, zonder een te hoge druk te veroorzaken.

In Figuur 6 is de benodigde voorraad in het reservoir over de tijd gegeven voor zeven opeenvolgende dagen. De grijze lijn geeft benodigde voorraad weer om de vraag in het voorzieningsgebied af te vlakken. De oranje lijn geeft de dagreserves weer die volgens de gestelde randvoorwaarden ontstaan. In blauw is de totale benodigde voorraad weergegeven.



Figuur 6 Verloop voorraad in een reservoir voor zeven opeenvolgende dagen.

In Figuur 7 is de benodigde voorraad in de tijd in het reservoir gegeven voor de maximum dag in de opeenvolgende dagen.



Figuur 7 Verloop voorraad in een reservoir voor de maximum dag in de serie.

III Desinfectie van reservoirs

Methode A

- De wanden, het plafond en de inwendige onderdelen van het reservoir worden besproeid met een natriumhypochloriet-oplossing met 20 mg/l aan vrij beschikbaar chloor.
- Na een contacttijd van een half uur worden de behandelde oppervlakken afgespoten met drinkwater.
- Ter verwijdering van eventuele resten verontreiniging wordt de vloer van het reservoir nagespoeld met drinkwater. Het chloorhoudende water wordt afgevoerd. Indien nodig wordt vóór het lozen (zie onder) een neutralisatie met natriumthiosulfaat toegepast.
- Vervolgens wordt het reservoir met drinkwater opgevuld tot ten minste 10 cm boven het hoogste punt van de vloer met een natriumhypochloriet-oplossing met 20 mg/l aan vrij beschikbaar chloor.
- Na een contacttijd van 24 uur wordt het chloorhoudende water afgevoerd en zo nodig geneutraliseerd met natriumthiosulfaat (zie onder).
- Het reservoir wordt nagespoeld met drinkwater, totdat in het afgevoerde water een concentratie van minder dan 0,4 mg/l aan vrij beschikbaar chloor wordt aangetoond.
- Het reservoir wordt geleidelijk geheel met drinkwater gevuld via de toevoerleiding.

Methode B

- In het reservoir worden de oppervlakken met een desinfectiemiddel op basis van waterstofperoxide behandeld door middel van vernevelen volgens de voorschriften van de leverancier (sterktes en contacttijden).
- Na de behandeling wordt de vernevelapparatuur uit het reservoir getrokken zonder dat een werknemer in het reservoir hoeft te zijn.
- Na ongeveer één uur wordt de bodem schoongespoeld via de leegloop. Daarna wordt het reservoir gevuld tot circa 30 cm boven het monsterpunt.
- Zowel na 12 – 24 uur als na 36 – 48 uur wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. Dat gebeurt ook voor de aanvoer. Bij de monsterneming wordt de afwezigheid van waterstofperoxide vastgesteld.
- Bij 'goedkeur' wordt het reservoir in bedrijf genomen en verder gevuld; bij 'afkeur' worden er correctieve maatregelen getroffen. In het geval van een hardnekkige verontreiniging wordt overgegaan op het gebruik van een natriumhypochloriet-oplossing (dit ter beoordeling van de aannemer).

Methode C

- Het reservoir wordt gevuld met water tot minimaal 50 cm boven het hoogste punt van de vloer.
- Er wordt natriumhypochloriet-oplossing toegevoegd totdat het water 0,25 mg/l aan vrij beschikbaar chloor bevat (berekende hoeveelheid).
- Aansluitend wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd.
- Bij 'goedkeur' wordt het reservoir in gebruik genomen.

Methode D

- De wanden, het plafond en de inwendige onderdelen van het reservoir worden besproeid met een met een natriumhypochloriet-oplossing. De concentratie en de hoeveelheid van die oplossing dienen zodanig te zijn dat de concentratie aan vrij beschikbaar chloor na volledig vullen van het reservoir < 0,2 mg/l bedraagt en er voldoende oplossing is om het gehele vloer- en wandoppervlak te behandelen.
- Het reservoir wordt met water gevuld tot minimaal 10 cm boven het hoogste punt van de vloer.
- Na een stilstandperiode van 16 – 24 uur (sommige drinkwaterbedrijven 2 uur) wordt het reservoir maximaal gevuld. Er wordt gecontroleerd of de concentratie aan vrij beschikbaar chloor daadwerkelijk circa 0,2 mg/l

bedraagt. Bij grote afwijkingen wordt van de natriumhypochloriet-oplossing toegevoegd, totdat de gewenste concentratie aan vrij beschikbaar chloor is bereikt.

- Na een stilstandperiode van 12 – 24 uur wordt gecontroleerd of de concentratie aan vrij beschikbaar chloor in het drinkwater < 0,2 mg/l is. In het geval van directe distributie is de concentratie aan vrij beschikbaar chloor bij voorkeur < 0,1 mg/l.
- Er wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd.
- Bij 'goedkeur' wordt een reservoir direct in bedrijf genomen, bij 'afkeur' worden er correctieve maatregelen getroffen.
- Het chloorhoudende water wordt geloosd (zie Bijlage VIII).

Methode E

- In het reservoir worden de oppervlakken met een natriumhypochloriet-oplossing met 1 mg/l aan vrij beschikbaar chloor of 75 mg/l waterstofperoxide behandeld door middel van vernevelen.
- Na de behandeling wordt de daarbij gebruikte apparatuur uit het reservoir verwijderd zonder aanwezigheid van een betrokken persoon in het reservoir.
- Na een contacttijd van 3 uur wordt het reservoir tot een hoogte van minimaal 50 cm boven de bodem gevuld met drinkwater.
- Na een stilstandperiode van 24 uur met het deels gevulde reservoir wordt een waterkwaliteitsbeoordeling uitgevoerd. Na weer 24 uur volgt een tweede waterkwaliteitsbeoordeling (optioneel). Restconcentraties chloor of waterstofperoxide blijken verwaarloosbaar te zijn; eventuele sporen aan chloor worden direct geneutraliseerd bij de monsterneming met in de monsterflessen aanwezig natriumthiosulfaat.
- Bij 'goedkeur' wordt een reservoir volledig gevuld en direct in bedrijf genomen, bij 'afkeur' worden er correctieve maatregelen getroffen.

Opmerking

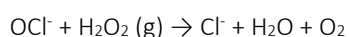
Bij de desinfectie van drinkwaterreservoirs met natriumhypochloriet waarbij het drinkwater niet wordt geloosd maar direct gedistribueerd, zal de concentratie chloor doorgaans heel laag en soms zelfs beneden de aantoonbaarheidsgrens zijn. Een en ander impliceert dat er voor die situaties geen sprake is van waterkwaliteitsbeoordeling van chloorhoudend water.

Neutralisatie van afvalwater met desinfectiemiddel

Afvalwater kan zoveel desinfectiemiddel bevatten dat het moet worden geneutraliseerd, voordat het op het riool of oppervlaktewater wordt geloosd. Waterstofperoxide ontleedt in water en zuurstof, en hoeft daarom niet te worden geneutraliseerd. Waterstofperoxide kan wel zilver of andere stabilisatoren bevatten. Het is daarom verstandig afspraken te maken met de rioolbeheerder of oppervlaktewaterbeheerder over de lozing van dit water, zie Bijlage VIII.

Chloorhoudend afvalwater moet worden geneutraliseerd, voordat het wordt geloosd. Neutraliseren kan met natriumthiosulfaat of waterstofperoxide. Voor neutralisatie van chloor is 3,5 kg technisch natriumthiosulfaat nodig per kg vrij beschikbaar chloor in het afvalwater.

Bij neutralisatie van chloor met waterstofperoxide reageert waterstofperoxide met hypochloriet:



De reactie tussen waterstofperoxide en hypochloriet vindt zo snel plaats, dat geen andere organische of anorganische stof(fen) met hypochloriet kunnen reageren. Na de reactie vervalt het resterende waterstofperoxide tot water en zuurstof.

IV Voorbeelden van alarmeringen

De inhoud van een productiereservoir met alarmeringen kan op meerdere manieren worden geformuleerd (zie ook de figuur hieronder). Hieronder is een aantal van drinkwaterbedrijven afkomstige voorbeelden uitgewerkt met daarin de belangrijkste aspecten.

Drinkwaterbedrijf Vitens

Bij het bepalen van de inhoud van een reservoir spelen verschillende factoren een rol en worden diverse niveaus gehanteerd.

Voor de inhoudsbepaling wordt rekening gehouden met verschillende volumes die bijdragen aan de beschikbare inhoud en die worden bepaald door verschillende functies.

Voor de beschikbare inhoud (netto capaciteit) wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende volumes:

- Reguliere leveringscapaciteit
Hoeveel capaciteit (per reservoir) moet inzetbaar zijn onder reguliere bedrijfsomstandigheden.
- IJzeren voorraad
Een ijzeren voorraad kan noodzakelijk zijn om extra water te kunnen leveren in het kader van bedrijfszekerheid bij (ver)storingen.
- Bedrijfs-/proceswatervoorraad
Voorraad voor bedrijfswater en proceswater
- Spoelwatervoorraad
Benodigde capaciteit voor filterspoelen.

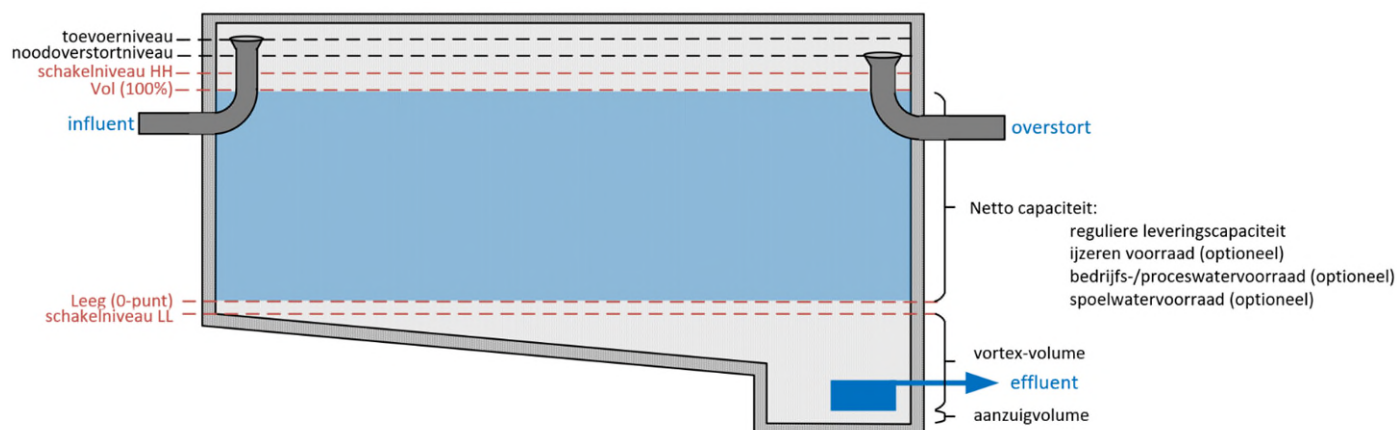
Naast de beschikbare inhoud is er volume noodzakelijk voor de functionele werking:

- Aanzuigdiepte en vortexdiepte
Deze bepalen de diepte van de zuigkuil en zorgen voor een juiste werking van het aanzuigen van drinkwater.
- Bovenwaterstandvolume
Het volume tussen het overstortniveau en de onderzijde van het dek. Hierin bevinden zich de overstort, toevoer en de be- en ontluchting.

Deze volumes samen vormen de bouwkundige inhoud: het aantal m³ dat daadwerkelijk gebouwd wordt.

Er worden de volgende niveaus onderscheiden:

- Toevoerniveau
Het niveau waarop het reservoir gevuld wordt.
- Noodoverstortniveau
Het niveau waarbij het reservoir overstort.
- Schakelniveau (HH)
Het hoogste operationele niveau (hoog-hoog niveau). Bij het bereiken van dit punt worden pompen uitgeschakeld.
- Vol
100%-punt capaciteitsberekening.
- Leeg
0-punt capaciteitsberekening.
- Schakelniveau (LL)
Het laagste operationele niveau (laag-laag niveau). Bij het bereiken van dit punt worden pompen uitgeschakeld.



Drinkwaterbedrijf WML [25]

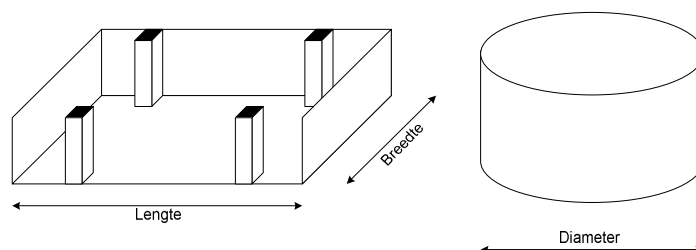
Bepalende eenheden

De opslagsystemen voor reinwater van WML hebben altijd een “balk” of een “cilinder” vorm. De inhoud is daardoor gelijk aan Oppervlak [m²] x Hoogte [m].

Oppervlak

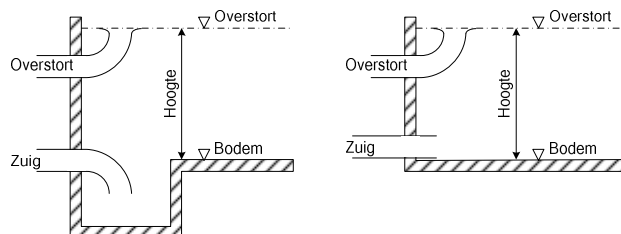
Ten aanzien van het oppervlak geldt de volgende definitie:

- **Bruto oppervlak [m²]**: Inwendige bruto oppervlak van het opslagsysteem (bijvoorbeeld Lengte x Breedte bij een “balk” vorm, of $\frac{1}{4}\pi D^2$ bij een “cilinder” vorm);
- **Netto oppervlak [m²]**: Bruto oppervlak minus de oppervlak van aanwezige obstakels, zoals constructieve kolommen.



Hoogte

De **Hoogte [m]** wordt gedefinieerd als het niveauverschil tussen het bodemniveau en het niveau van de overstort. Dit wordt **altijd** aangehouden, ook wanneer geen zuigkelder aanwezig is.



Let op

- Een zuigkelder (kleine plaatselijke verdieping in de vloer waarin de zuigleiding hangt) wordt genegeerd bij de bepaling van het bodemniveau;
- Wanneer de bodem een (klein) afschot heeft wordt het bodemniveau gedefinieerd als het hoogste bodemniveau;

- Wanneer het bodemniveau bepaald wordt van meerdere gekoppelde reservoirs, dan moet het hoogste bodemniveau voor alle reservoirs aangehouden worden.

Te onderscheiden niveaus

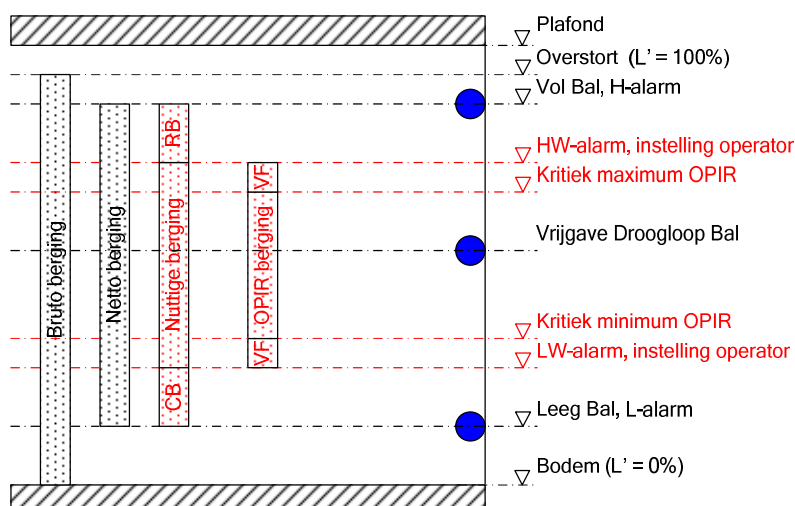
De belangrijkste niveaus die bij (vrijwel) elk reservoir onderscheiden worden zijn de volgende:

- Bodem niveau
Per definitie komt het bodemniveau overeen met 0%.
- Leeg Bal niveau (L-alarm)
Dit is het niveau waarop de Leeg Bal schakelt en actief wordt.
- LaagWater alarm (LW-alarm)
Dit is een instelbaar niveau. Het alarm wordt actief als het niveau lager komt dan de ingestelde waarde.
- HoogWater alarm (HW-alarm)
Dit is een instelbaar niveau. Het alarm wordt actief als het niveau hoger komt dan de ingestelde waarde.
- Vol Bal niveau (H-alarm)
Dit is het niveau waarop de Vol Bal schakelt en actief wordt;
- Overstort. Als het niveau in het reservoir hoger wordt dan dit niveau, dan stort het over. De niveaumeting moet zodanig geijkt worden dat deze 100% aangeeft bij dit niveau.
- Plafond.

Bij opslagsystemen waarvan het niveau wordt gestuurd door ‘water prognose software’ worden ook de volgende niveaus onderscheiden³⁸:

- Kritiek maximum
Dit is een instelbaar niveau binnen de software. De water prognose software stuurt erop om (in de voorspelling) onder dit niveau te blijven. Let op: bij een afwijking van de voorspelling kan dit niveau wel worden overschreden.
- Kritiek minimum
Dit is een instelbaar niveau binnen de software. De water prognose software stuurt erop om (in de voorspelling) boven dit niveau te blijven. Let op: bij een afwijking van de voorspelling kan dit niveau wel worden overschreden.

In onderstaande afbeelding worden deze niveaus weergegeven.



³⁸ Het extreem maximum en extreem minimum niveau van de water prognose software worden hier voor het overzicht even buiten beschouwing gelaten.

Het extreme niveau ligt tussen het kritieke niveau en het alarmniveau.

Drinkwaterbedrijf PWN

Functie en werking

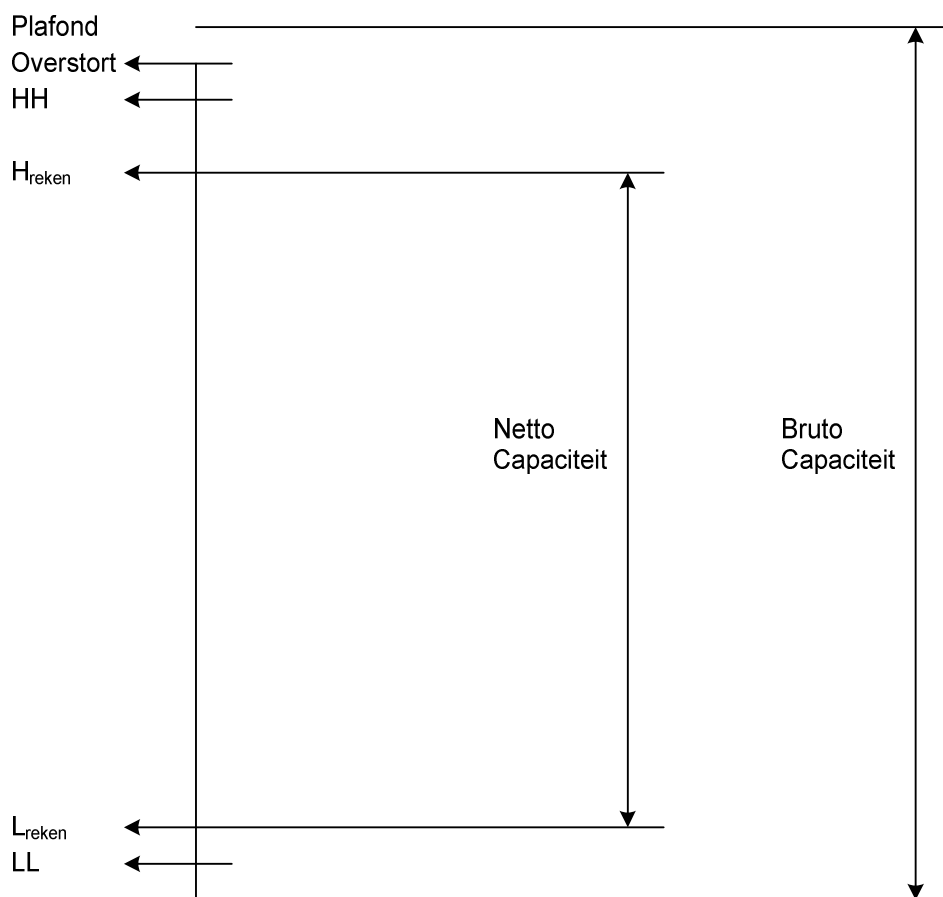
Een drinkwaterreservoir is een buffer tussen de drinkwaterproductie/drinkwaterinname en de drinkwaterlevering. De functie van een drinkwaterreservoir is tweeledig:

- Het mogelijk maken van een zo constant mogelijke productie van drinkwater bij een over de dag variërende levering naar onze klanten, om zo een constante kwaliteit van het gezuiverde/ingenomen drinkwater te verkrijgen.
- Voorraadvorming om een calamiteit of een periode van lagere productie op te kunnen vangen.

Het gevolg hiervan is dat het niveau van een drinkwaterreservoir over de dag genomen moduleert (overdag dalend en 's nachts stijgend).

Niveau en volume

In onderstaande figuur is schematisch het verschil tussen bruto- en nettocapaciteit weergegeven. De in de figuur weergegeven H_{reken} en L_{reken} zijn instellingen per drinkwaterreservoir om de netto capaciteit te berekenen. De bruto capaciteit is de bouwkundig bepaalde maximale capaciteit.



Een drinkwaterreservoir kent de volgende niveaus en opbouw:

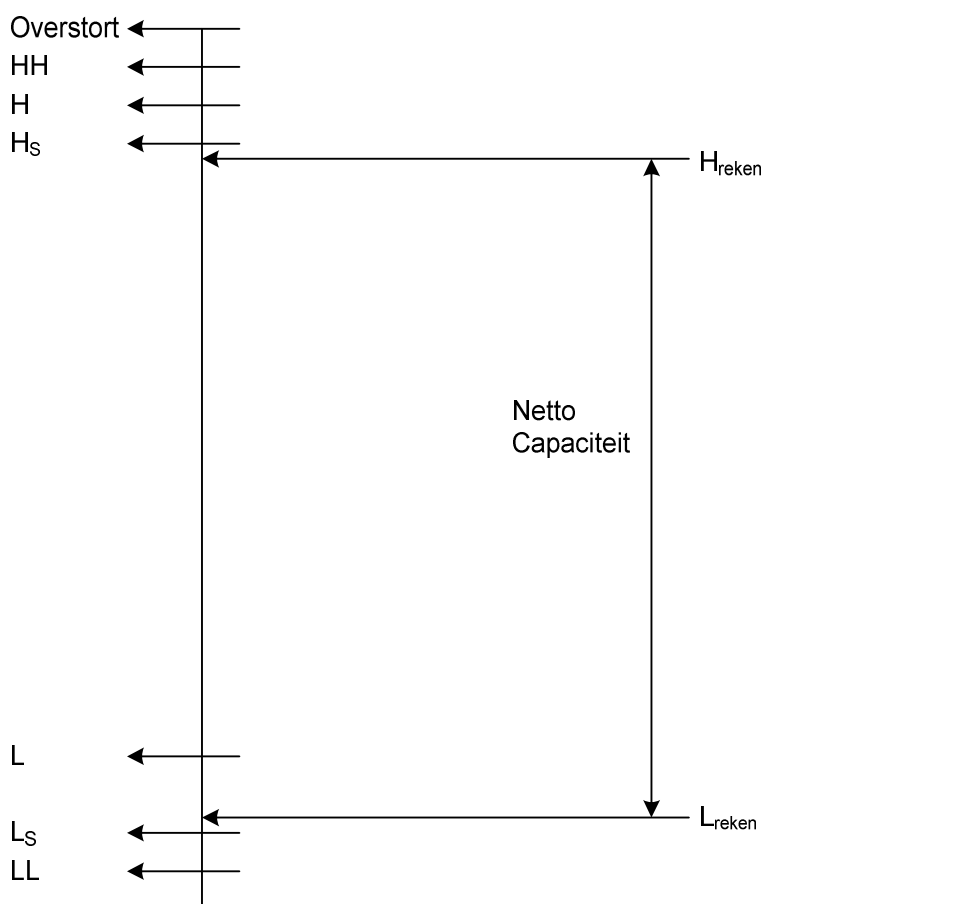
- Gebied onder LL om aanzuiging van vuil en lucht in de pompen te voorkomen.
- LL niveau welke hardwarematig is uitgevoerd t.b.v. de beveiliging van de pompen. Dit signaal gaat naar de zogenaamde beveiligings-PLC, die de eventuele uitschakeling van de pompen verzorgt.
- L_{reken} en H_{reken} bepalen, in combinatie met de vormfactor van de DWK, het werkelijke volume [m^3] en de netto capaciteit [m^3] van de drinkwaterreservoir.
- HH niveau welke softwarematig wordt bepaald t.b.v. van eventuele beperking van de inname.
- Gebied tussen HH niveau en de bovenkant van de noodoverstort. In de praktijk is dit circa 10 cm.

- De noodzakelijke luchtlaag tussen het niveau van overstorten en de onderzijde van de dakconstructie.

Bij meerdere drinkwaterreservoirs wordt ervan uitgegaan dat de aanvoer gelijkmatig wordt verdeeld over de beschikbare reservoirs. Alle drinkwaterreservoirs worden communicerend bedreven en gezamenlijk gezien als 1 totaal opslagsysteem voor drinkwater van een locatie. Regulier wordt een nieuw drinkwaterreservoir communicerend gebouwd met een bestaande drinkwaterkelder en moeten de niveaus gelijk zijn (zoals de overstort, vulschacht en de zuigput) vanwege het hydraulische verhang.

Elke drinkwaterreservoir draagt regulier bij aan het totale volume en netto capaciteit van de opslag van drinkwater. Derhalve wordt hierbij gesproken over het resulterend niveau. Op basis van het resulterend niveau ontstaat het volgende beeld van de totale opslag van drinkwater van een locatie:

[Y-as] Resultierend niveau (Som van alle beschikbare drinkwaterkelders)



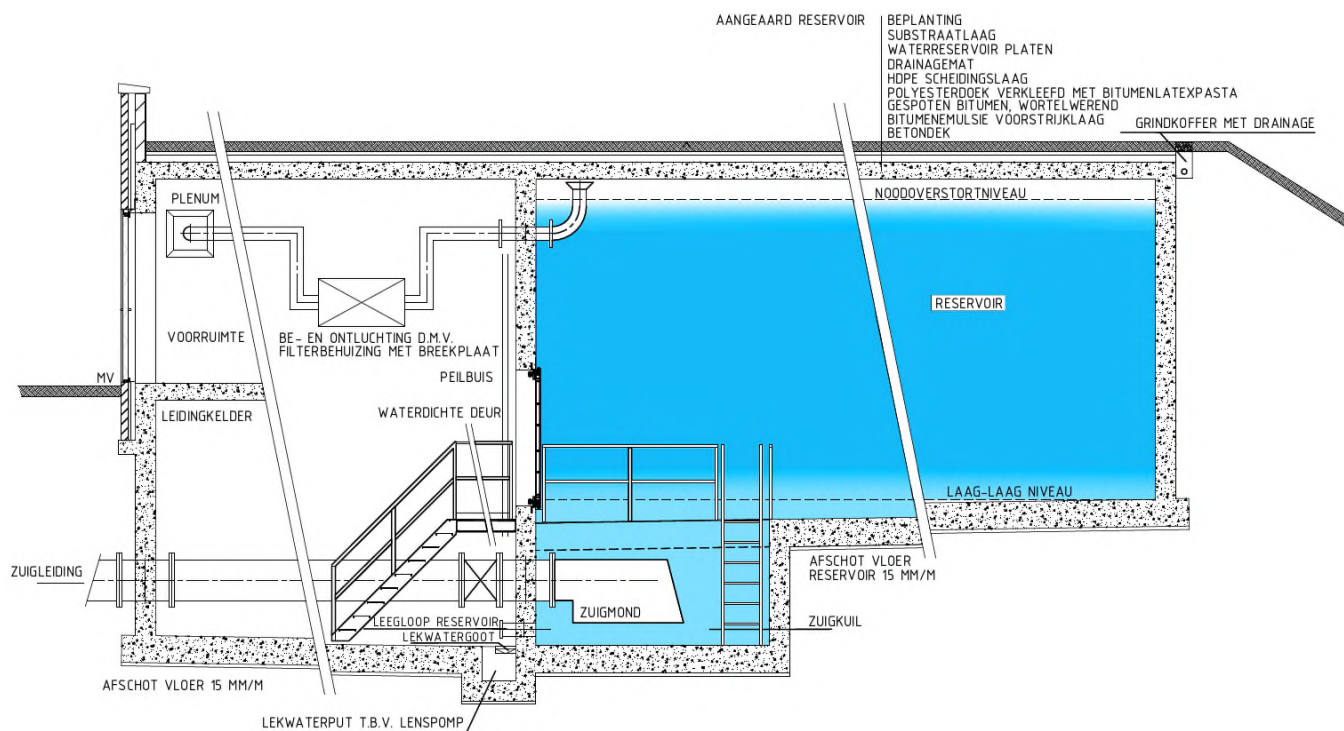
De totale opslag van drinkwater kent de volgende niveaus en opbouw:

- Gebied onder LL om aanzuiging van vuil en lucht in de pompen te voorkomen.
- LL niveau: Wanneer 2 of meer beschikbare drinkwaterreservoirs een LL-niveau hebben bereikt worden de achterliggende pompen door de beveiligings-PLC uitgeschakeld.
- Afstand tussen LL en L_s (Laag schakelniveau) is het gebied waarbinnen op basis van L_s geregeld wordt, zodat het LL niveau niet wordt bereikt. Als de L_s override-regeling goed functioneert, zal dit gebied zelden of nooit bereikt worden.
- Afstand tussen L_s en L is het gebied waarbinnen op basis van L_s gereageerd wordt bij het naderen van L_s . Middels een $Q_{\text{uit}} = Q_{\text{in}}$ regeling wordt bereikt dat het niveau niet lager dan L_s kan worden.
- L-niveau waarbij de bedrijfsvoerder wordt gealarmeerd. Als deze er niet in slaagt om het niveau omhoog te krijgen, zal de $Q_{\text{uit}} = Q_{\text{in}}$ regeling op basis van L_s langzaam actiever worden.
- Afstand tussen L en H_s is het reguliere werkgebied.

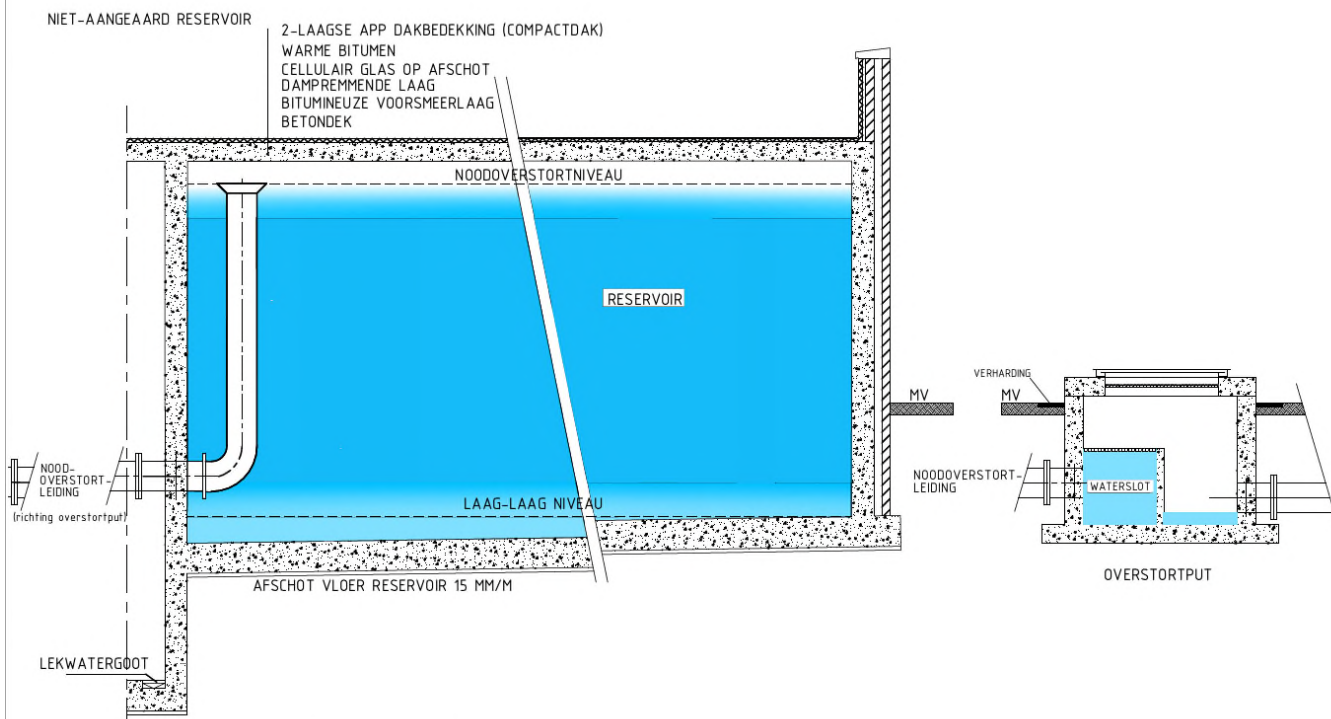
- Hs-niveau is het Hoog schakelniveau. Bij het naderen van dit niveau kunnen diverse acties plaatsvinden.
 - Niet reageren
 - De inname sluiten
 - Qin = Quit regeling bij het naderen van H_s. Bij het bereiken van H_s is de inname van water geheel gestopt. Dit kan via het sluiten van een innameafsluiter, maar ook door terugtoeren van pompen aan de leverende kant gerealiseerd zijn.
- HH niveau waarbij de inname direct gestopt wordt.
- Overstort

V Voorbeeld van schematische weergave van reservoirs

De voorbeelden van een aangeaard respectievelijk niet-aangeaard (zie volgende pagina) zijn afkomstig van drinkwaterbedrijf Vitens.



ONDERHOUDSDOORVOER(EN): POSITIE, AANTAL EN AFMETINGEN NADER TE BEPALEN



TOEVOERLEIDING NIET GETEKEND, DEZE POSITIONEREN OP GROTE STROMINGSAFSTAND VAN NOODOVERSTORTLEIDING EN ZUIGLEIDING, MEDE AFHANKELIJK VAN TOEPASSING STROMINGSWANDEN

VI In deze praktijkcode genoemde en daarvoor relevante normen

Hieronder is een overzicht opgenomen van (inter)nationale normen waarnaar in deze praktijkcode wordt verwezen, met als peildatum 1 april 2025. De normen zijn op het nummer van de codering geordend.

NEN-EN 197-1:2011: 'Cement – Deel 1: Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 oktober 2011, Delft.

NEN-EN 206:2014+A2:2021: 'Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit', 1 april 2021, Delft.

NEN-EN 459-1:2015: 'Bouwkalk – Deel 1: Definities, specificaties en conformiteitscriteria', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 mei 2015, Delft.

NEN-EN 805:2000: 'Watervoorziening – Eisen aan distributiesystemen buitenshuis', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 februari 2000, Delft (sinds 1 februari 2025 is de volgende editie van kracht: de NEN-EN 805:2025).

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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 augustus 2002, Delft.

NEN 1010:2020+C1:2024: 'Elektrische installaties voor laagspanning – Nederlandse implementatie van de HD-IEC 60364-reeks', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juli 2024, Delft.

Tiendelige normenserie NEN-EN 1504 (uitsluitend de drie delen waaraan in de voorliggende praktijkcode wordt gerefereerd, worden genoemd):

- NEN-EN 1504-3:2015: 'Producten en systemen voor de bescherming en reparatie van betonconstructies – Definities, eisen, kwaliteitsborging en conformiteitsbeoordeling – Deel 3: Constructieve en niet-constructieve reparatie', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2005, Delft.
- 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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 mei 2013, Delft.
- 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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 oktober 2017, Delft.

NEN-EN 1508:1998: 'Drinkwatervoorziening – Eisen voor systemen en onderdelen voor de opslag van water', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 1998, Delft (zie ook NEN-EN 1508:2024 Ontw. van 1 juni 2024).

Norm NEN-EN 1990 (Eurocode 'Grondslagen van het constructief ontwerp') met nationale bijlage:

- NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019: 'Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.

- NEN-EN 1990+A1+A1/C2:2019/NB:2019: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1990+A1:2006+A1:2006/C2:2019: Eurocode: Grondslagen van het constructief ontwerp', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.

Normenserie NEN-EN 1991 (Eurocode 1: Belastingen op constructies)³⁹ met nationale bijlagen:

- NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-1+C1+C11:2019/NB:2019: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-1+C1+C11: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-2+C3:2019: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-2+C3:2019/NB:2019: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-2+C3: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-2: Algemene belastingen – Belasting bij brand', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-3+C1+A1:2019: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-3+C1+A1:2019/NB:2019: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-3+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-3: Algemene belastingen – Sneeuwbelasting', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-4+A1+C2:2011: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2011, Delft (zie ook NEN-EN 1991-1-4:2024 Ontw.).
- NEN-EN 1991-1-4:2011+A1+C2:2011/NB:2019+C2:2023: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-4+A1+C2: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-4: Algemene belastingen – Windbelasting', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 maart 2023, Delft.
- NEN-EN 1991-1-5+C1:2011: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2011, Delft.
- NEN-EN 1991-1-5+C1:2011/NB:2019: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-5+C1: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-5: Algemene belastingen – Thermische belasting', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- NEN-EN 1991-1-6:2005: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2005, Delft (zie ook NEN-EN 1991-1-6:2024 Ontw.).
- NEN-EN 1991-1-6:2005/C3:2013: 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 februari 2013, Delft.

³⁹ Uitsluitend de relevante delen worden genoemd (delen die betrekking hebben op bijvoorbeeld verkeersbelastingen (Deel 2) zijn buiten beschouwing gelaten).

- [NEN-EN 1991-1-6:2005/NB:2013](#): 'Nationale bijlage bij Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-6: Algemene belastingen – Belastingen tijdens uitvoering', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2013, Delft.
- [NEN-EN 1991-1-7+C1+A1:2015](#): 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen: Stootbelastingen en ontploffingen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 oktober 2015, Delft (zie ook [NEN-EN 1991-1-7:2023 Ontw.](#)).
- [NEN-EN 1991-1-7:2015/NB:2019](#): 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1991-1-7+C1+A1: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-7: Algemene belastingen: Stootbelastingen en ontploffingen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2019, Delft.
- [NEN-EN 1991-3:2006](#): 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 3: Belastingen veroorzaakt door kranen en machines'⁴⁰, Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2006, Delft (zie ook [NEN-EN 1991-3:2024 Ontw.](#)).
- [NEN-EN 1991-3:2006/C1:2012](#): 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 3: Belastingen veroorzaakt door kranen en machines', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2013, Delft.
- [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'⁴¹, Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2013, Delft.
- [NEN-EN 1991-4:2006](#): 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 4 : Silo's en opslagtanks', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 augustus 2006, Delft (zie ook [NEN-EN 1991-4:2024 Ontw.](#)).
- [NEN-EN 1991-4:2006/C1:2012](#): 'Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 4 : Silo's en opslagtanks', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2012, Delft.
- [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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2013, Delft.

Normenserie NEN-EN 1992 (Eurocode 2 – Ontwerp en berekening van betonconstructies)⁴² met nationale bijlagen:

- [NEN-EN 1992-1-1:2005+C2:2011+A1:2015](#): 'Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2024, Delft.
- [NEN-EN 1992-1-1+C2:2011/NB:2016+A1:2020](#): '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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 februari 2020, Delft (zie ook [NEN-EN 1992-1-1:2011/NB:2016+A1:2020/Ontw. A2:2024 Ontw.](#)).
- [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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2011, Delft (zie ook [NEN-EN 1992-1-2:2021 Ontw.](#)).

⁴⁰ Voor situaties waarin reservoirs met een ruimte voor de pompen (met daarin centrifugaalpompen en een kraanbaan) zijn geïntegreerd, is mogelijk ook deze norm relevant.

⁴¹ Deze norm is nuttig en belangrijk gebleken voor bepaalde specifieke berekeningen voor de waterdichtheid van en scheurvorming in reservoirs.

⁴² Deel 2 van de normenserie heeft betrekking op bruggen en is derhalve niet in dit overzicht opgenomen.

- NEN-EN 1992-1-2+C1:2011/C11:2017: 'Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2018, Delft.
- 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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2011, Delft.
- NEN-EN 1992-3:2006: 'Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 3: Constructies voor keren en opslaan van stoffen'⁴³, Nederlands Normalisatie-instituut, 1 augustus 2006, Delft.
- 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', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2011, Delft.
- NEN-EN 1992-4:2018: 'Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 4: Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2018, Delft.
- NEN-EN 1992-4:2018/NB:2019: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1992-4: Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 4: Ontwerp en berekening van bevestigingsmiddelen voor gebruik in beton', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2019, Delft.

Normenserie NEN-EN 1997 (Eurocode 7 'Geotechnisch ontwerp') met nationale bijlagen:

- NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016: 'Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2016, Delft.
- NEN-EN 1997-1+C1+A1:2016/NB:2019 nl: 'Nationale bijlage bij NEN-EN 1997-1 Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 1: Algemene regels', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juli 2019, Delft.
- NEN-EN 1997-2:2007: 'Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 augustus 2007, Delft.
- NEN-EN 1997-2:2007/C1:2010: 'Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp – Deel 2: Grondonderzoek en beproeving', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juli 2010, Delft.
- 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)', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2011, Delft.

NEN 2767-1+C1:2019: 'Conditie­meting gebouwde omgeving – Deel 1: Methodiek', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 mei 2019, Delft.

NEN 2767-2:2008: 'Conditie­meting van bouw- en installatiedelen – Deel 2: Gebrekenlijsten', Nederlands Normalisatie-instituut, juni 2008, Delft.

NEN 3654:2023: 'Wederzijdse beïnvloeding van buisleidingen en hoogspanningssystemen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2023, Delft.

⁴³ Deze norm is nuttig en belangrijk gebleken voor bepaalde specifieke berekeningen voor de waterdichtheid van en scheurvorming in reservoirs.

NEN 5096:2022: 'Inbraakwerendheid – Dak- of gevelelementen met deuren, ramen, luiken en vaste vullingen – Eisen, classificatie en beproevingsmethoden', 1 december 2022, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.

NEN-ISO 5667-5:2007: 'Water – Monsterneming – Deel 5: Richtlijn voor monsterneming van drinkwater van waterproductiebedrijven en pijpleiding-distributiesystemen', 1 mei 2007, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.

NEN 6008:2008/A1:2020: 'Betonstaal', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 februari 2020, Delft.

NEN 8005:2022: 'Nederlandse invulling van NEN-EN 206: Beton – Specificatie, eigenschappen, vervaardiging en conformiteit', 1 december 2022, Nederlands Normalisatie-instituut, Delft.

NEN 8670:2021: 'Aanvullende voorschriften bij NEN-EN 13670: Het vervaardigen van betonconstructies', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 mei 2021, Delft.

NEN-EN 10080:2005: 'Staal voor het wapenen van beton – Lasbaar betonstaal – Algemeen', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 juni 2005, Delft. NEN-EN 10088-1:2024: 'Roestvaste staalsoorten – Deel 1: Lijst van roestvaste staalsoorten', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2024, Delft.

NEN-EN 10283:2019: 'Corrosievast gietstaal', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 april 2019, Delft.

NEN-EN 12620:2002+A1:2008: 'Toeslagmateriaal voor beton', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 april 2008, Delft.

NEN-EN 13670:2009: 'Het vervaardigen van betonconstructies', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 december 2009, Delft.

NEN-EN 16421:2014: 'Invloed van materialen op water voor menselijke consumptie – Bevordering van de microbiële groei (EMG)', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 januari 2015, Delft.

Vierdelige normenserie NEN-EN-IEC 62305:

- NEN-EN-IEC 62305-1:2024: 'Bliksembeveiliging – Deel 1: Algemene principes', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 november 2024, Delft.
- IEC 62305-2:2024: 'Bliksembeveiliging – Deel 2: Risicomanagement', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2024, Delft.
- IEC 62305-3:2024: 'Bliksembeveiliging – Deel 3: Fysieke schade aan objecten en letsel aan mens en dier', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2024, Delft.
- IEC 62305-4:2024: 'Bliksembeveiliging – Deel 4: Elektrische en elektronische systemen in objecten', Nederlands Normalisatie-instituut, 1 september 2024, Delft.

VII Voorbeeld van de realisatie van het dak van een reservoir zonder gronddek

Zie onderdeel 6.2.3.2, onderdeel 'Dakinrichting'

Ten aanzien van de afwerking van het dak van een reservoir met foamglas en dakbedekking wordt gesuggereerd dat die constructie minder goed is, omdat niet kan worden vastgesteld waar een lekkage vandaan komt. Er kan echter juist bewust voor zo'n oplossing worden gekozen vanwege de betrouwbaarheid van de constructie. Het type foamglas dat moet worden toegepast, wordt na het aanbrengen van een primerlaag vol en zit volledig verkleefd met vloeibare bitumen op het beton. De naden worden vervolgens helemaal volgegoten en de bovenzijde van het isolatiepakket afgesmeerd met vloeibare bitumen. Op zich is er dan al een constructie ontstaan die volledig waterdicht is. Voor de bescherming en drukverdeling wordt op het foamglas nog een tweelaagse bedekking aangebracht van SBS of APP gemodificeerde bitumineuze dakrollen.

Mocht er een beschadiging in de dakbedekking optreden en zelfs door het foamglas heen worden geprikt, dan zal er uitsluitend water in het beschadigde deel komen. Het kan alleen maar in het reservoir komen als er vervolgens op dezelfde plek ook een gat of scheur in het beton aanwezig is (een heel kleine kans). Mocht dat het geval zijn dan is met 100% zekerheid bekend dat de beschadiging van het pakket van isolatie en dakbedekking recht boven het beschadigde beton zitten. Bij dit type dak is het onmogelijk dat er vocht of watertransport plaats vindt in horizontale of verticale zin anders dan door een beschadiging.

Er is tevens ervaring opgedaan met een gespoten dakbedekking. Het resultaat van een dergelijke bedekking is nagenoeg hetzelfde als bij het foamglasdak. Ook hier zijn lekkages uitsluitend te vinden rechtstreeks onder een beschadiging in het vlak. Nadeel van de gespoten bedekking is dat de oplossing iets kwetsbaarder is. Als voordeel staat daar een gunstig kostenplaatje tegenover.

VIII Regelgeving lozen afvalwater

Voor deze regelgeving wordt verwezen naar de webpagina [Overgangsrecht Besluit lozen buiten inrichtingen | Informatiepunt Leefomgeving](#) van de website van het 'Informatiepunt Leefomgeving'. De eerste alinea van deze webpagina luidt: 'Voor het Besluit lozen buiten inrichtingen geldt overgangsrecht voor de instrumenten melding, verstrekken gegevens, gelijkwaardige maatregel, maatwerkvoorschrift en uitzondering of voorwaarde.' Het daarbij genoemde [Besluit lozen buiten inrichtingen](#) [49] was tot 1 januari 2024 van toepassing. Voor drinkwater wordt verwezen naar het eveneens genoemde kopje 'Maatwerkvoorschrift' en daaronder dan de elfde bullet: 'lozen van afvalwater dat vrijkomt bij het schoonmaken en gebruiken van de middelen voor opslag, transport en distributie van drinkwater of warm tapwater (artikel 3.22)'. De integrale tekst van 'artikel 3.22' van het [Besluit lozen buiten inrichtingen](#) luidt als volgt:

1. Dit artikel is van toepassing op het lozen van afvalwater dat vrijkomt bij het schoonmaken en in gebruik nemen van de middelen voor opslag, transport en distributie van drinkwater of warm tapwater als bedoeld in artikel 1 van de Drinkwaterwet, of van huishoudwater als bedoeld in [artikel 1 van het Drinkwaterbesluit](#). Bij het lozen wordt ten minste voldaan aan het tweede tot en met het vierde lid.
2. Het lozen op of in de bodem is toegestaan indien aan het drinkwater, warm tapwater of huishoudwater geen chemicaliën zijn toegevoegd en als gevolg van het lozen geen wateroverlast ontstaat.
3. Het lozen in een oppervlaktewaterlichaam of in een voorziening voor de inzameling en het transport van afvalwater, niet zijnde een vuilwaterriool, is toegestaan, indien aan het drinkwater, warm tapwater of huishoudwater geen chemicaliën zijn toegevoegd.
4. Het lozen vindt slechts dan in een vuilwaterriool plaats, indien het lozen bedoeld in het tweede en het derde lid redelijkerwijs niet mogelijk is.
5. In afwijking van het tweede en het derde lid kan het bevoegd gezag het lozen van afvalwater, bedoeld in het eerste lid, met geringe concentraties chemicaliën bij maatwerkvoorschrift toestaan, indien het belang van de bescherming van het milieu zich daartegen niet verzet.

Op pagina 100 is in het onderdeel 'Nota van toelichting' van de [oorspronkelijke editie](#) van genoemd Besluit (publicatie in het Staatsblad) de volgende toelichting bij dit artikel opgenomen:

Bij het schoonmaken van drinkwaterleidingen kan onderscheid gemaakt worden tussen afvalwater afkomstig van leidingen uit het transportnet en afvalwater afkomstig van leidingen uit het distributienet. Vanuit de productiestations wordt het drinkwater via transportleidingen naar het distributienet gepompt. Het transportnet kenmerkt zich door een grotere leidingdiameter en het geringe aantal vertakkingen en aansluitingen. Het distributienet verdeelt de hoofdstroom naar de vele eindgebruikers en kenmerkt zich door de vele vertakkingen en het verloop van grotere naar kleinere diameters. In grote lijnen zal het schoonmaken van leidingen uit het transportnet lozingen opleveren van 100 m³ of meer, terwijl lozingen van afvalwater afkomstig van distributieleidingen daar onder blijven. Ook het schoonmaken van de aanvoerleiding valt onder dit besluit.

Tegen lozingen van dit afvalwater bestaat, voor zover het geen desinfecteermiddelen of andere chemicaliën bevat, geen bezwaar, anders dan dat het geen overlast mag veroorzaken. In dit geval heeft het direct terugvoeren van dit water in het milieu de voorkeur. Het lozen op of in de bodem, in een oppervlaktewaterlichaam of in schoonwaterstelsels wordt daarom zonder beperkingen toegestaan (tweede en derde lid). Bij het schoonmaken van leidingen van het distributienet kan het water veelal direct ter plaatse in de bodem worden geloosd zonder overlast te veroorzaken. Bij het schoonmaken van leidingen van het transportnet zal gezocht moeten worden naar een geschikte locatie en ligt lozing op oppervlaktewaterlichaam meer voor de hand. Het lozen op het vuilwaterriool is minder gewenst vanwege de verminderde werking van de zuivering bij de toevoeging van een relatief grote hoeveelheid schoon water. Dit is alleen een optie als anders lozen niet in redelijkheid mogelijk is (vierde lid).

Als er desinfectiemiddelen zijn gebruikt is overleg met het bevoegd gezag noodzakelijk om de meest geschikte oplossing voor het lozen te vinden. Het bevoegd gezag kan het lozen op grond van het vijfde lid toestaan, indien het belang van de bescherming van het milieu zich daartegen niet verzet.

Samenvatting

Lozen op of in de bodem, op het oppervlaktewater of in een hemelwaterstelsel is toegestaan als er geen desinfectiemiddelen of andere chemicaliën zijn toegevoegd en als het geen overlast veroorzaakt. Als dat in redelijkheid niet mogelijk is, mag dat in een vuilwaterriool. Dat is echter minder gewenst vanwege de verminderde werking van de zuivering bij de toevoeging van een relatief grote hoeveelheid schoon water.

Als desinfectiemiddelen zijn gebruikt, is overleg met het bevoegd gezag noodzakelijk om de meest geschikte oplossing voor het lozen te vinden. Het bevoegd gezag kan lozen met geringe concentraties chemicaliën bij maatwerkvoorschrift toestaan als het belang van de bescherming van het milieu zich daartegen niet verzet.

Waterwerkbladen

Ook wordt hierbij gewezen op het onderdeel 6 'Neutralisatie van het desinfectiemiddel en de lozing ervan' van Waterwerkblad WB 2.4 'Ingebruikstelling, reiniging en desinfectie' [51] (integraal):

Voordat het desinfectiemiddel wordt geloosd, kan het nodig zijn het desinfectiemiddel te neutraliseren. De daarvoor geschikte stof aangegeven in het gebruiksvoorschrift van de fabrikant moet overeenkomstig worden toegepast. Bij lozing van grote hoeveelheden wordt aanbevolen contact op te nemen met de gemeente, de beheerder van de rioolwaterzuivering en/of het waterschap. De algemene regels met betrekking tot lozingen zijn geregeld in het Besluit Lozen buiten inrichtingen van 1 juli 2011. Zie ook bijlage VIII van PCD 4:2020

In dit citaat wordt verwezen naar de oorspronkelijke editie van 1 juli 2011 van genoemd Besluit. Het Waterwerkblad WB 2.4 [51] is van april 2021. In dit citaat had moeten worden verwezen naar de editie van 1 juli 2018 die op dat moment vigerend was.

IX Breekplaat



Foto 18 Een beluchtungsfilter met een secundaire (anti-inbraak)schil, met daarbinnen het filter en de bypass voorzien van een breekplaat met een koperdraad (de koperdraad is uitbedraad naar een meetkastje aan de buitenkant van de buitenschil, die het mogelijk maakt de eventuele breuk met een multimeter door te meten) (foto's PWN).

X Toegangsluiken

In het geval van een dakopbouw bij een reservoir wordt de toepassing van kunststof toegangsluiken als tweede barrière aanbevolen. Daarbij worden als voorbeeld de volgende technische aspecten genoemd:

- Fabricaat: Van der Rest, Kats (of gelijkwaardig)
- Type: Polyester toegangsluik
- Afmetingen (mm): zoals aangegeven op tekening
- Toebehoren: hoeklijn als kader
- ondersabeling ten behoeve van vlakstellen hoeklijn
- knevels om luiken te sluiten
- scharnieren
- rubber afsluiting
- Voorzien van gasdempers (geen vloeistoffen toegestaan in de dempers)
- Afsluitbaar d.m.v. hangslot zonder specifieke weerstandsklasse
- Hangslot leveren volgens sluitplan van het drinkwaterbedrijf

Een en ander uitvoeren conform (detail)tekeningen en voorschriften leverancier. Het stellen van de hoeklijn en het sluitingsmechanisme dient te worden uitgevoerd door de leverancier van de luiken.

XI In deze praktijkcode genoemde en daarvoor relevante Kiwa-beoordelingsrichtlijnen

Hieronder is een overzicht opgenomen van beoordelingsrichtlijnen (BRL's) van certificatie-instelling Kiwa Nederland B.V. voor achtereenvolgens beton, kunststoffen en metalen, waarnaar in deze praktijkcode wordt verwezen. De peildatum is 1 april 2025. Ook zijn hyperlinks opgenomen naar op basis van die beoordelingsrichtlijnen gecertificeerde producten of processen. De richtlijnen zijn steeds op nummer geordend.

XI.I Beton

- [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/m³' gecertificeerde bedrijven 2502](#)
- [BRL 2817: 'Cementgebonden afstandhouders' gecertificeerde bedrijven 2817](#)
- [BRL 3201: 'Het technisch repareren en beschermen van beton' gecertificeerde bedrijven 3201](#)
- [BRL-K19004: 'Het appliceren van beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drink- en afvalwatertoepassingen' gecertificeerde bedrijven K19004](#)

XI.II Kunststoffen: folies en coatings

- [BRL-K519: 'Afdichtingsfolie van weekgemaakt polyvinylchloride \(PVC-P\), met of zonder versterking' gecertificeerde bedrijven en producten K519](#)
- [BRL-K538: 'Polyethleen afdichtingsfolie zonder versterking voor hoog risico toepassingen' gecertificeerde bedrijven en producten K538](#)
- [BRL-K546: 'Polyolefine afdichtingsfolie met of zonder versterking voor algemene toepassingen' gecertificeerde bedrijven en producten K546](#)
- [BRL-K746: 'Het appliceren van coatingsystemen op metalen ondergronden ten behoeve van drinkwatertoepassingen' gecertificeerde bedrijven K746](#)
- [BRL-K759: 'Coatingsystemen ten behoeve van drinkwatertoepassingen' gecertificeerde bedrijven en producten K759](#)
- [BRL-K19002: 'Beschermingssystemen op minerale ondergrond ten behoeve van drinkwatertoepassingen' gecertificeerde bedrijven en producten K19002](#)

XI.III Metalen

- [BRL-K758: 'Coatinggeschiktheid van te bekleden metalen producten' gecertificeerde bedrijven K758](#)

XII In deze praktijkcode genoemde en daarvoor relevante CUR-Aanbevelingen en -rapporten

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

CUR-Aanbeveling of -rapport ⁴⁴ , nummer	Titel
<u>024:2021</u>	Krimparme cementgebonden mortels
<u>072:2011</u>	Inspectie en onderzoek van betonconstructies
<u>089:2017</u>	Maatregelen ter voorkoming van betonschade door alkali-silicareactie (ASR)
<u>100:2013</u>	Schoonbeton – Specificatie, uitvoering en beoordeling van betonoppervlakken waaraan esthetische eisen worden gesteld
<u>118:2015</u>	Specialistische instandhoudingstechnieken – Repareren van beton
<u>119:2016</u>	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

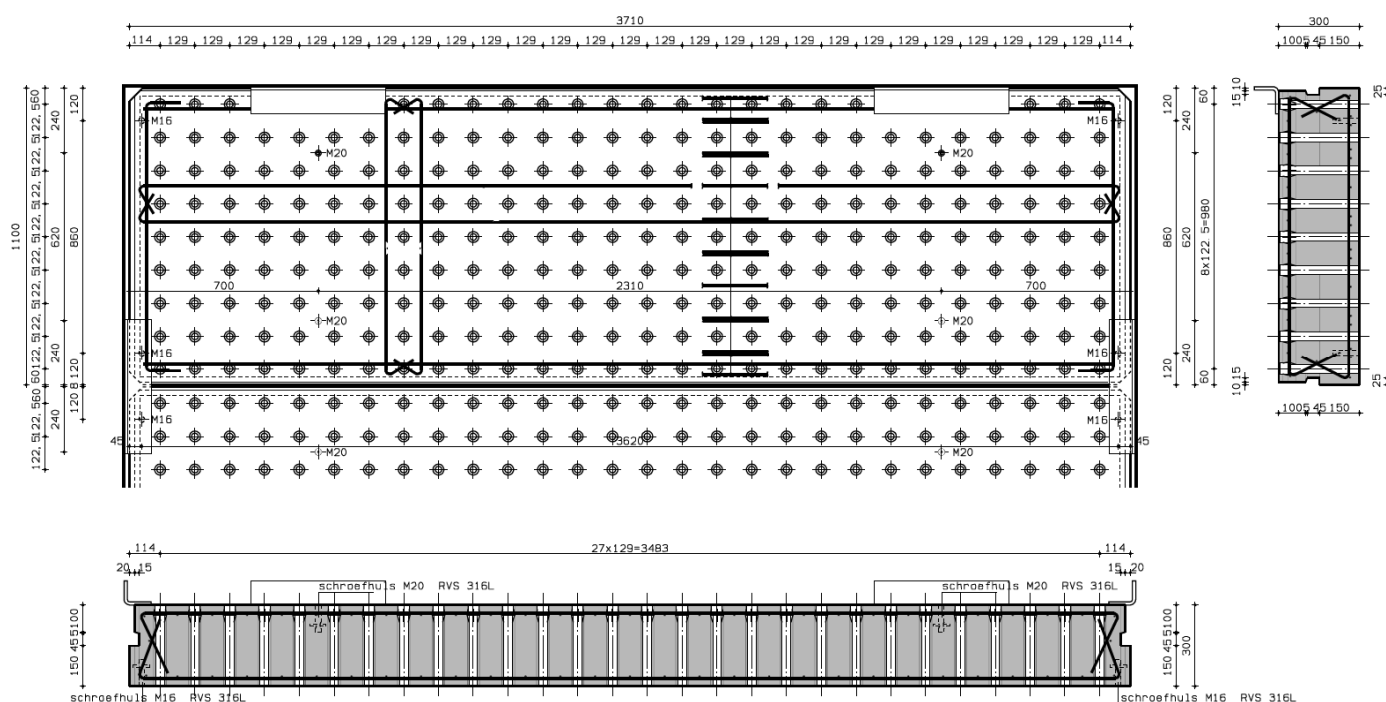
<https://www.cur-aanbevelingen.nl/cur-aanbeveling-118>

⁴⁴ Rapporten zijn verkrijgbaar via Stichting CURNET, Postbus 420, 2800 AK GOUDA.

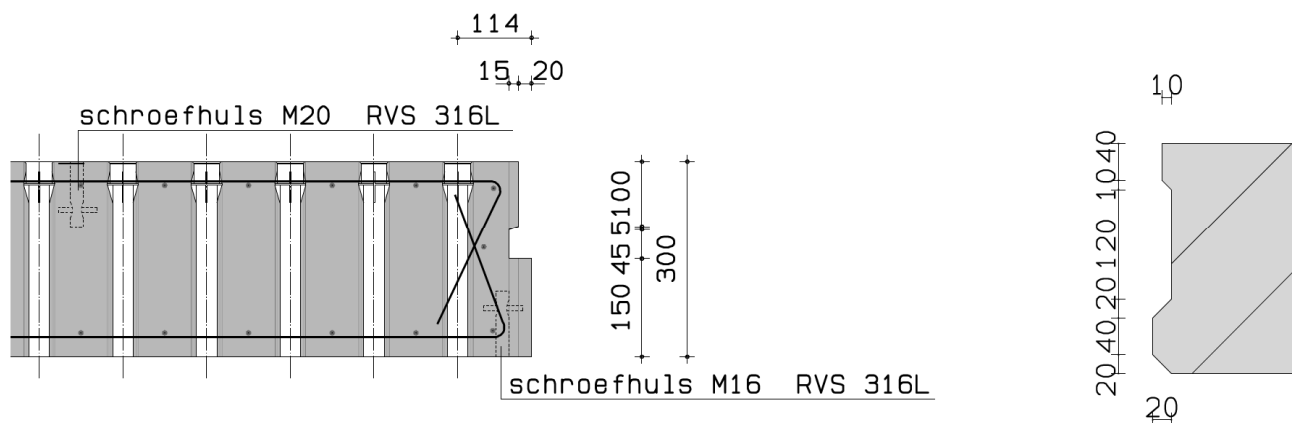
XIII Filterbodememplaten

In het onderstaande zijn voorbeelden opgenomen van bevestigingsmogelijkheden van betonnen filterbodememplaten. Daarbij zijn twee principes van verankering beschreven: (i) inklemming door middel van ankers (nagespannen) en (ii) inklemming door middel van RVS hoeklijn.

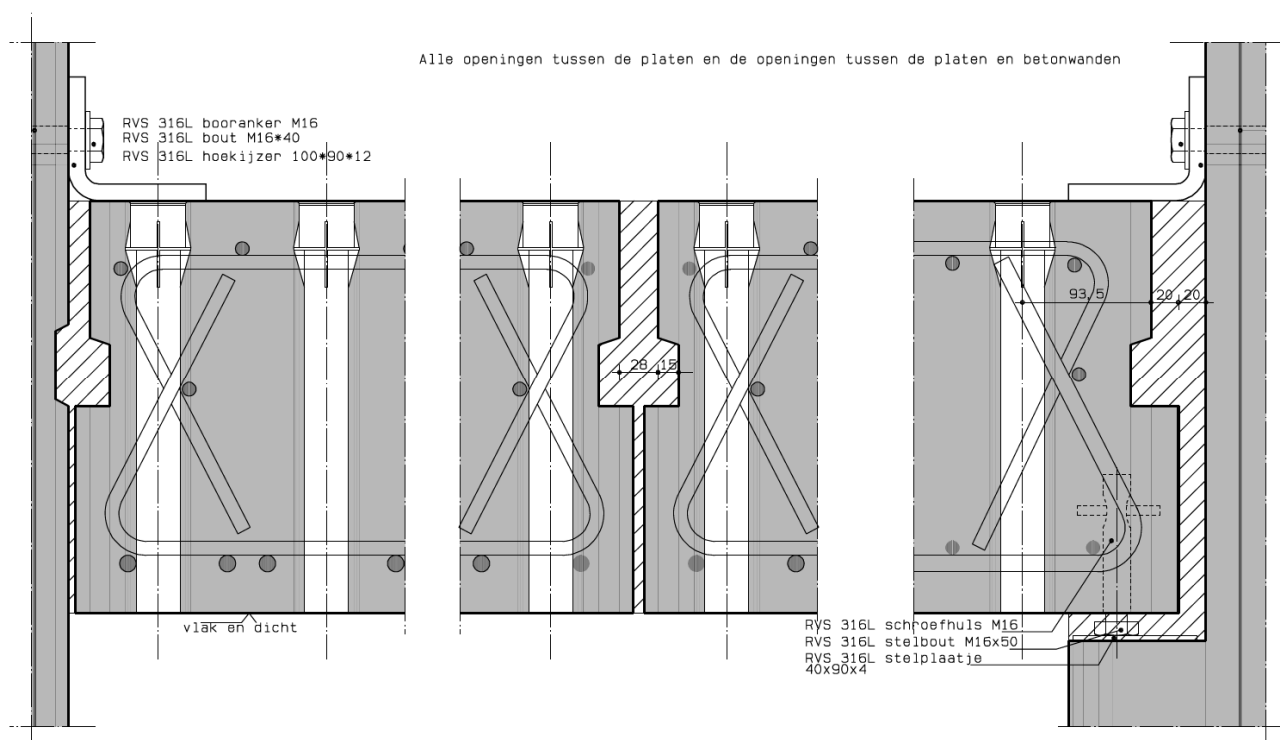
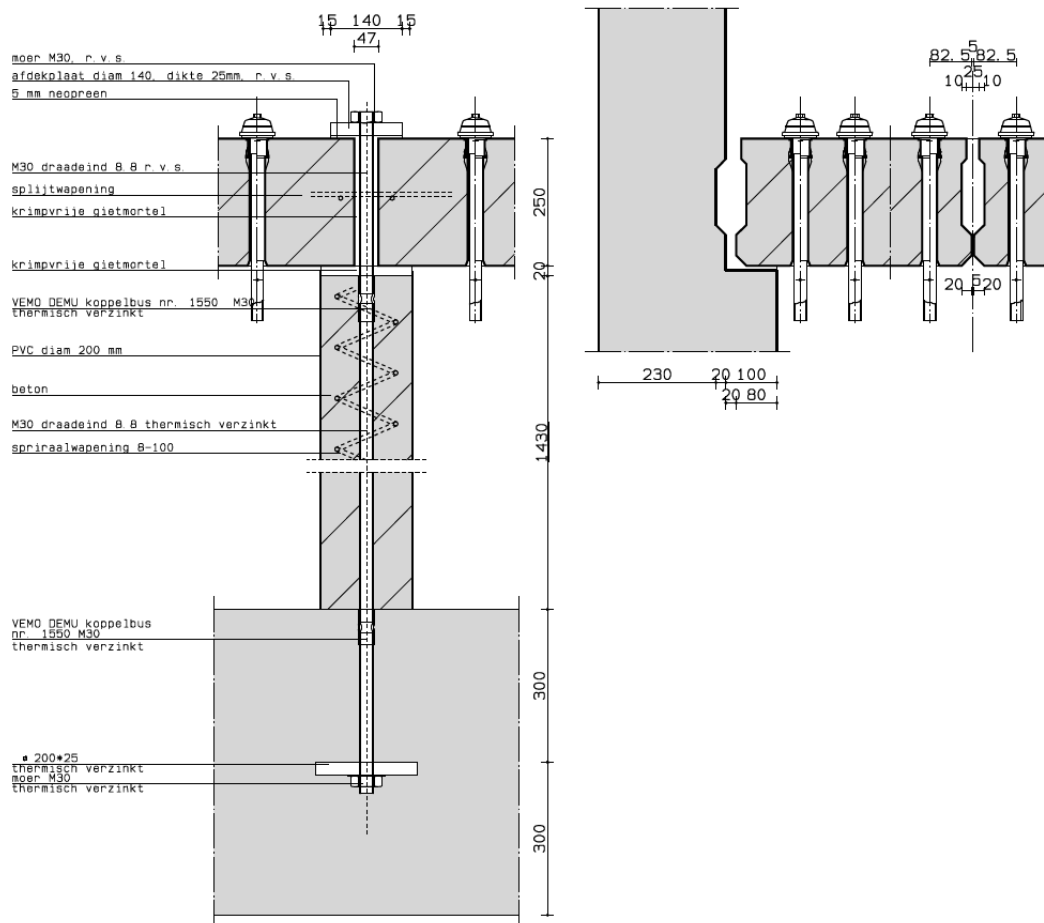
Filterbodemplaat

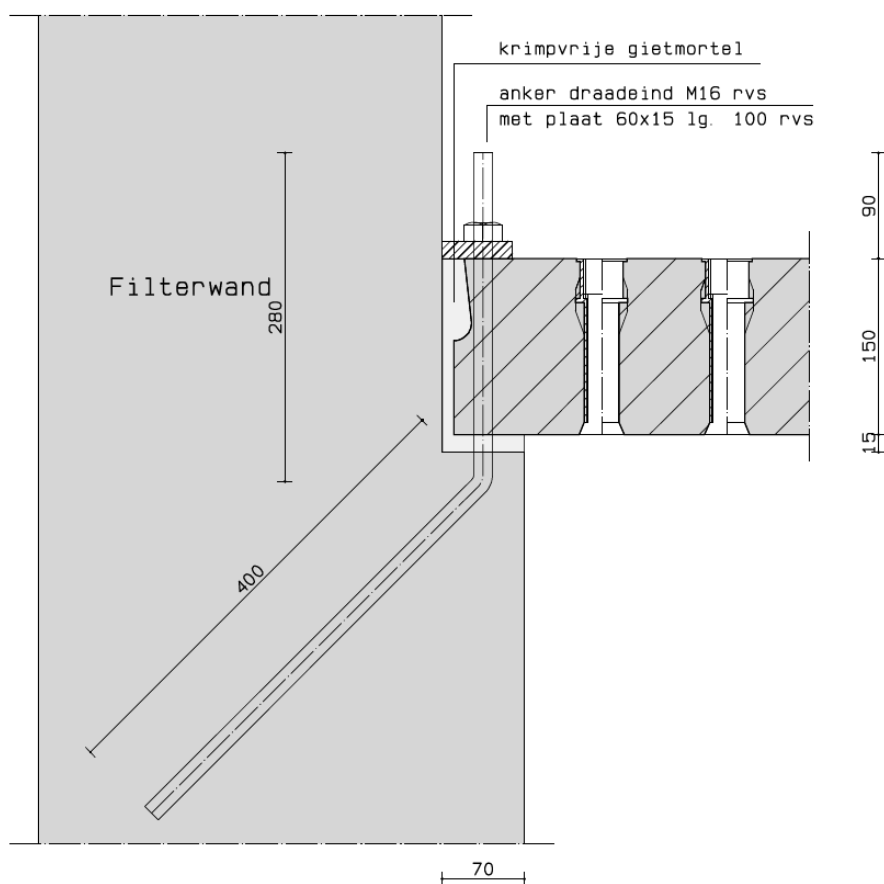


Details filterbodemplaat

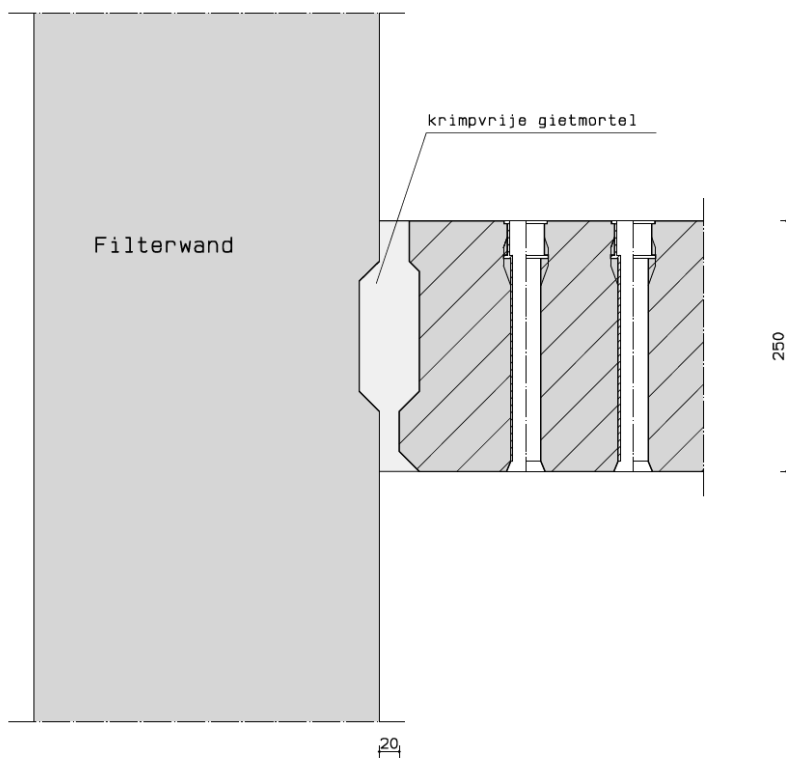


Verankering filterbodemplaat

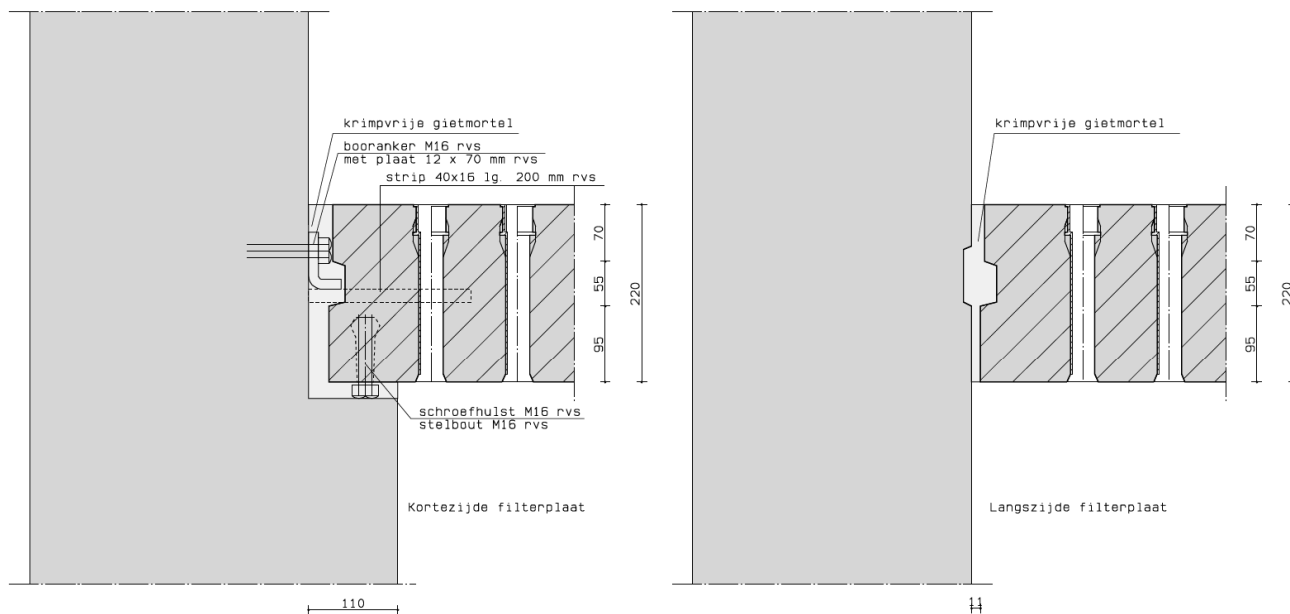




Filterbodemplaten op wand en kolommen of balk opleggen en verankeren
Filterbodemplaten vierkant 1000x1000 tot 1500x1500 mm



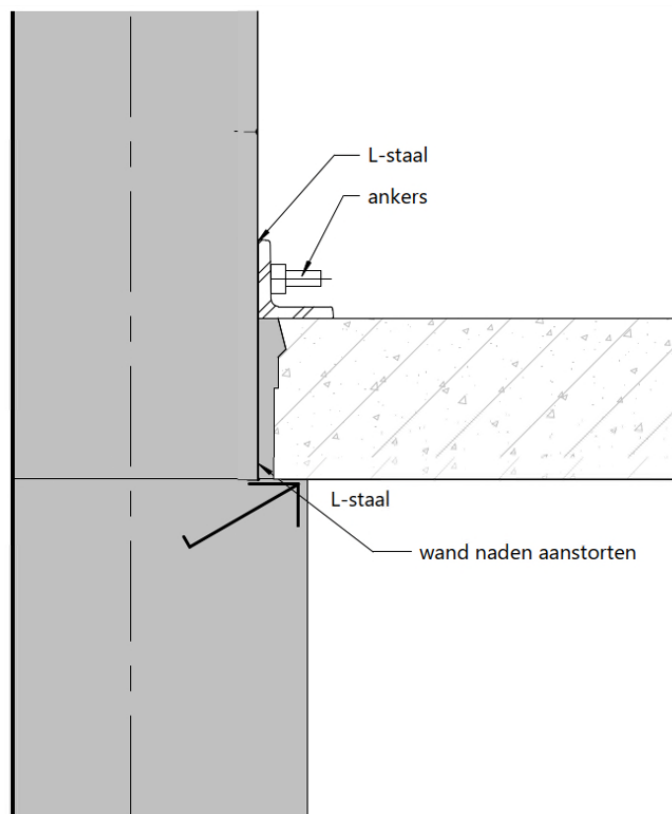
Filterbodemplaten alleen op de kolommen verankeren, niet aan wanden.
Filterbodemplaten zijn zelfdragend. Lengte plaat, filter lengte.
Breedte tussen de 1000 en 1700 mm.



Filterbodemplaten op de kolommen verankeren

Filterbodemplaten aan de langszijde alleen dichten

Filterbodemplaten zijn zelfdragend. Lengte plaat, filter lengte. Breedte tussen de 1000 en 1700 mm.



XIV Overzicht van overige documenten/publicaties op het gebied van de opslag van drinkwater

In deze bijlage zijn de betreffende referentie op alfabetische volgorde van de achternaam van de (eerste) auteur geplaatst.

Anoniem (2000): 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterreservoirs', 2^e editie, Kiwa in opdracht van VEWIN, Rijswijk.

Dijk, A. van, (2005): 'Richtlijn voor het technisch beheer van betonnen drinkwaterconstructies', versie 1, rapportnummer 2005/59/4252, VEWIN, Rijswijk.

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

DVGW (2023): 'Hygienische Anforderungen an zementgebundene Werkstoffe im Trinkwasserbereich', Arbeitsblatt W 347, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

DVGW (2023): 'Innenbeschichtung und Auskleidung von Stahlbehältern in Wasserwerken', Arbeitsblatt W 628, Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V., Bonn.

Jong, R., Pol, E. van der, Rietman, B., Sjoerdsma, P., en Wuestman, R. (2015): 'Functionele standaard waterslagketel', versie 1, 13 augustus 2015, kenmerk AM-ST-TC17, archiefcode AM-ST-TC17 v1, Vitens, Zwolle.

Keuringsinstituut voor Waterleidingartikelen KIWA N.V. (1975): 'Plaats en capaciteit reinwaterkelders', Kiwa-Mededeling 36, Rijswijk.

Kiwa Nederland B.V. (2012): 'Richtlijn voor het technisch beheer van betonnen drinkwaterconstructies', 2^e editie, 1 juli 2012, Rijswijk.

Masmeijer, W., en Velde, P. van de (2008): 'Ontwerprichtlijnen – criteria en componenten PvE', Vitens Watertechnologie.

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.

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.

Meerkerk, M.A. (2016): 'Reservoirs voor drinkwater; *Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer*', praktijkcode PCD 4:2016, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meerkerk, M.A., red. (2017): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 1: Algemeen*', praktijkcode PCD 4-1:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meerkerk, M.A., red. (2017): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 2: Beton*', praktijkcode PCD 4-2:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meerkerk, M.A., red. (2017): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 3: Metalen en kunststoffen*', praktijkcode PCD 4-3:2017, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meerkerk, M.A., red. (2018): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 1: Algemeen*', praktijkcode PCD 4-1:2018, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meerkerk, M.A., red. (2019): 'Reservoirs en andere constructies voor drinkwater(bereiding); *Deel 2: Beton*', praktijkcode PCD 4-2:2019, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meerkerk, M.A., en Vreeburg, J.H.G. (2011): 'Richtlijnen ten behoeve van reservoirs voor drinkwater; *Ontwerp, realisatie, bedrijfsvoering en beheer*', rapport KWR 2022.046, KWR Watercycle Research Institute, Nieuwegein.

Meijnhardt, R. e.a. (2011): 'Richtlijn voor de realisatie van betonnen drinkwaterconstructies', 3^e editie, Kiwa Nederland B.V., Rijswijk.

Projectteam standaardisatie Bouwkunde (2010): 'Ontwerprichtlijnen en standaard eisen Bouwkunde/Civil', versie 1.1, Vitens Watertechnologie.

Urbanus, J.F.X., en Biemans, R.A.G. (1992): 'DWL Rotterdam optimaliseert bedrijfsvoering productiebedrijven', H₂O, 25^e jaargang, nummer 3.

Vereniging van Exploitanten van Waterleidingbedrijven in Nederland: 'Reinwaterberging', syllabus van de voormalige HWT- en MWT-cursus.

Wassink, G., en Kraaijvanger, H. (2008): 'Waterkwaliteit hydrofoorinstallaties', Vitens.

Wit, S. de, en Kint, J. (2010): 'Onderzoek luchtkwaliteit ten behoeve van waterslagvoorziening', N.V. PWN Waterleidingbedrijf Noord-Holland, Haarlem.

XV Beschrijving schadebeelden

XV.I 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.

XV.II 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 19 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 20 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 21 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 22 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 23 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 XVII).



Foto 24 Oppervlakteruwheid beton.

Biofilmvorming

Bij biofilmvorming⁴⁵ 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 25 Biofilmvorming ter plaatse van vloer-wand aansluiting.

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.

⁴⁵ Het schadebeeld biofilmvorming heeft vaak een oorzaak die buiten de betonconstructie ligt.



Foto 26 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 27 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 28 Beschadigde coating en corrosie aan ingestorte stalen doorvoer.



Foto 29 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 30 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.

XVI Samenvatting van het beoordelings-, toelatings- en certificatiebeleid voor in situ beton ten behoeve van 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](#) [3] te beschikken over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de ministeriële [Regeling materialen en chemicaliën drink- en warm tapwatervoorziening](#) [5]. 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 Materialen en Chemicaliën (CvD MC).

XVI.I In situ beton

Met ingang van 1 juli 2017 verwijst de [Regeling](#) [5] voor cementgebonden producten uitsluitend naar de ‘common approach’, zoals die is opgesteld door vier oorspronkelijk betrokken Europese lidstaten (‘4MSI’, ‘Four Member States Initiative’; zie de webpagina [Approval and Harmonization – 4MS Initiative | Umweltbundesamt](#) van de UBA-website) met inbegrip van een positieve lijst voor stoffen [11] ten behoeve van die producten. Vooral nog 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. In het op die common approach gebaseerde ‘voorlopig beoordelingskader’ voor in situ beton ten behoeve van drinkwatertoepassingen [24] is het volgende vastgelegd (integraal en ongewijzigd):

‘De receptuur van in situ beton voor drinkwatertoepassingen bevat uitsluitend de volgende grond- en hulpstoffen:

- *Een cement volgens de norm [NEN-EN 197-1:2011](#) ‘Cement – Deel 1: Samenstelling, specificaties en conformiteitscriteria voor gewone cementsoorten’ als hydraulisch bindmiddel; Portlandcement (CEM I) en hoogovencement (CEM III) hebben hierbij de voorkeur. Bij de productie van het cement wordt bij voorkeur geen maalhulpmiddel toegepast, maar als dat wel het geval is dan dient/dienen de bewuste stof(fen) voor te komen op de van toepassing zijnde [positieve lijst](#), bij voorkeur zonder MTC.*
- *Calciumcarbonaat (kalksteenmeel) volgens [NEN-EN 459-1:2015](#) ‘Bouw kalk – Deel 1: Definities, specificaties en conformiteitscriteria’ als vulstof;*
- *Zand en grind volgens de norm [NEN-EN 12620:2002+A1:2008](#) ‘Toeslagmateriaal voor beton’ als toeslagmaterialen;*
- *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’ als aanmaakwater;*
- *Hulpstoffen:*
 - *polycarboxylaat als superplastificeerder;*

- *natriumgluconaat, tetrakaliumpyrofosfaat of polycarboxylaateethers als vertrager (eventueel⁴⁶).*

De toelaatbaarheid van het in situ beton voor drinkwatertoepassingen wordt geborgd door de toepassing van de bovenstaande receptuur. In het geval een andere receptuur wordt toegepast, wordt er onderzoek uitgevoerd met door de betonfabrikant te vervaardigen proefstukken 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 (antimoon, arseen, cadmium, chroom, kwik, nikkel, lood, seleen, thallium, vanadium) en TOC, en eventueel een of meer stoffen van het maalhulpmiddel (bij een gehalte vanaf 0,2% maalhulpmiddel in het cement).*

In situ beton wordt niet onderzocht ten aanzien van microbiologische aspecten.'

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 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 deze 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.

XVI.II Overige materialen en middelen

Bij het vervaardigen van betonconstructies mogen technologische hulpstoffen (ontkistingsmiddelen en curing compounds) worden ingezet. Ook deze middelen dienen over een erkende kwaliteitsverklaring volgens de Regeling [5] te beschikken. Dat geldt ook voor eventueel toe te passen betonreparatiemiddelen (bijvoorbeeld bij de afwerking) en voegmassa's.

⁴⁶ Uitgangspunt is dat er geen dosering plaatsheeft van hulpstoffen tijdens het transport van de betoncentrale naar de bouwlocatie. In Nederland is het niet toegestaan om hulpstoffen na te doseren, behalve in geval van een calamiteit (bijvoorbeeld transport vertraging waardoor beton in de betonwagen gaat uitharden). De 'open tijd' (de tijdsduur tussen de vervaardiging van het in situ beton op de betoncentrale (zonder vertragers) en het storten daarvan) bedraagt 1,5 uur.

XVII 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.

XVII.I Eisen betonoppervlak vanuit esthetisch oogpunt

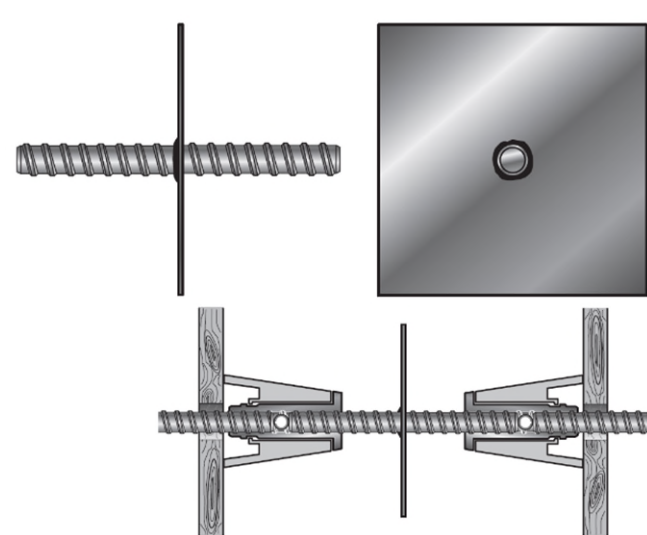
CUR-Aanbeveling 100, klasse B en NEN-EN 13670 (NEN 8670, klasse B) worden als leidraad gebruikt. Minimaal gelden de volgende eisen:

- 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:
 - Onder 0,4 m lange rei: < 2 mm;
 - Onder 2 m lange rei: < 3 mm;
 - Bij grote onderdelen per m¹: < 1,5 mm;
 - Maximum over totale oppervlak: 10 mm;
 - 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.

XVII.II 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.

XVIII Centerpenen



Figuur XVIII.1 Verloren centerpen met opgelaste waterkering (bron: firma Hakron).

XIX Ontwerpgebieden toeslagmaterialen

Ontwerpgebieden zijn opgenomen in de 'Betonpocket online - Editie 2016', zie

https://www.mebin.nl/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

