

Module Riolering voor het HBO

maart 2009 / versie 2

Initiatief: Werkgroep waterbouw KIVI-NIRIA Afdeling docenten

Auteurs: ONRI-werkgroep riolering

Met steun van: Stichting RIONED

Het auteursrecht berust bij KIVI-NIRIA, Den Haag. Openbaarmaking en vermenigvuldiging door HBO-instellingen ten behoeve van onderwijsdoeleinden toegestaan onder naamsvermelding van de auteurs.

Inhoud

1 Inleiding	7
1.1 Verantwoording	7
1.2 Auteurs	8
1.3 Leeswijzer	8
1.4 Versie 2 - maart 2009	8
2 Historie en belang van riolering	9
2.1 Belang van riolering	9
2.1.1 Riolering en volksgezondheid	9
2.1.2 Riolering en milieu	11
2.1.3 Riolering en kwaliteit van de bebouwde omgeving	15
2.2 Geschiedenis	15
2.2.1 Geschiedenis, voor 1970	15
2.2.2 Geschiedenis, na 1970	18
2.3 Context van de riolering	19
2.3.1 Riolering als onderdeel van de waterketen	19
2.3.2 Riolering en het watersysteem	20
3 Ontwikkelingen	23
3.1 Ontwikkelingen in de context	23
3.1.1 Klimaatontwikkeling	23
3.1.2 Ontwikkeling inrichting bovengrondse ruimte	25
3.2 Beleidsontwikkelingen	26
3.2.1 Wet- en regelgeving	26
3.2.2 Beleid en plannen	32
3.2.3 Normering	40
3.2.4 Leidraad Riolering	41
3.3 Technische ontwikkelingen	42
4 Organisatie van de rioleringszorg	45
4.1 Taken en verantwoordelijkheden	45
4.2 Doelmatige rioleringszorg	45
4.3 Middelen bij de rioleringszorg	48
4.3.1 Personele middelen	48
4.3.2 Financiële middelen	53
4.4 Rioleringszorg in samenhang met andere gemeentelijke taken	59
4.5 Rioleringszorg in samenhang met de waterketen	60
5 Rioleringsberekeningen	63
5.1 Basisbegrippen	63
5.1.1 Kenmerken van rioolstelsels	63
5.1.2 Schematisering en modellering	64
5.2 Ontwerpgegevens	66
5.2.1 Randvoorwaarden	66
5.2.2 Belasting van het rioolstelsel	68

5.3	Stelselkeuze en lay-out	74
5.3.1	Stelseltype	74
5.3.2	Netwerkstructuur, diepteligging	75
5.3.3	Locatie van bijzondere voorzieningen	76
5.4	Hydraulica	77
5.4.1	Stroming van afvalwater	77
5.4.2	Sedimenttransport	82
5.4.3	Overstorten en rioolgemaal	84
5.5	Berekeningen	86
5.5.1	Handmatig	86
5.5.2	Computer: hydrodynamisch	87
5.5.3	Leidraad Riolerings: module C 2100	88
5.5.4	Berekening hydraulisch functioneren	89
5.5.5	Berekening milieutechnisch functioneren	90
5.5.6	Afvalwatersysteemberekeningen	94
6	Ontwerp en realisatie van rioolstelsels	97
6.1	Onderdelen van rioolstelsels	97
6.1.1	Rioolbuizen	98
6.1.2	Rioolputten	104
6.1.3	Kolken	112
6.1.4	Aansluitleidingen	113
6.1.5	Rioolgemaal	117
6.1.6	Overstorten	123
6.1.7	Bergings- en bergbezinkvoorzieningen	124
6.1.8	Infiltratierielen	127
6.2	Ontwerpen van rioolstelsels	128
6.2.1	Rioolstelselontwerp	129
6.2.2	Tracering en dwarsprofiel	130
6.2.3	Fundering en sterkte van de rioolbuizen	132
6.3	Realisatie van rioolstelsels	141
6.3.1	Aanleg van nieuwe rioolstelsels	141
6.3.2	Verbeteren van bestaande rioolstelsels	142
6.3.3	Uitvoeringstechnieken en -aspecten	147
7	Rioleringsbeheer	163
7.1	Begrippen en definities	163
7.2	Strategische en beleidsactiviteiten	165
7.3	Operationele activiteiten	167
7.4	Systeem- en objectbeheer	167
7.5	Operationeel beheer	168
7.5.1	Onderzoek	168
7.5.1.1	Onderzoeksdoel	168
7.5.1.2	Gegevens en informatie	169
7.5.1.3	Inventariseren van gegevens	169
7.5.1.4	Inspecteren	169
7.5.1.5	Metten	174
7.5.1.6	Berekenen	175
7.5.1.7	Controle vergunningen	176

7.5.2	Beoordelen	176
7.5.2.1	Beoordelingsproces op hoofdlijnen	176
7.5.2.2	Activiteiten in het beoordelingsproces	177
7.5.3	Beheermaatregelen	181
7.5.3.1	Maatregelkeuze	183
7.5.3.2	Onderhoud	183
7.5.3.3	Repareren	185
7.5.3.4	Renoveren	188
7.5.3.5	Vervangen	190
Trefwoorden		193
Websites (alfabetisch)		196
Adresgegevens en websites deelnemende Ingenieursbureaus		197

1 Inleiding

1.1 Verantwoording

De riolering in de stedelijke gebieden is een waardevol onderdeel van de stedelijke infrastructuur. Ze zorgt, meestal ondergronds, voor de inzameling en het transport van het stedelijke afvalwater van burgers en bedrijven, en voor de inzameling en de afvoer van een groot gedeelte van het regenwater. Volgens de lezers van het Britse blad "Medical Journal" heeft de aanleg van de riolering de grootste bijdrage geleverd aan de verbetering van de volksgezondheid.

De techniek voor het berekenen, aanleggen en beheren van de riolering wordt als onderdeel van de civiele techniek beschouwd. Ze is in de loop van de tijd uitgegroeid tot een belangrijk specialisme. Veel technici, werkzaam bij gemeenten, ingenieursbureaus en waterschappen, houden zich met de rioleringstechniek bezig. Zij hebben de rioleringstechniek ontwikkeld van een ervaringsdeskundigheid tot een moderne wetenschap.

Vandaag de dag vormen de te verwachten klimaatontwikkeling, de veranderende zienswijzen over de inrichting van de stedelijke infrastructuur, en de wens om te komen tot een duurzame inrichting van steden en dorpen, nieuwe uitdagingen binnen de rioleringstechniek. Er is een grote behoefte aan technici om in de nabije toekomst in de rioleringstechniek aan de slag te gaan. Ook Stichting RIONED, de koepelorganisatie voor de rioleringszorg waarin overheden, bedrijfsleven en onderwijs samenwerken, krijgt veel signalen dat er de komende jaren plaats is voor veel, jonge, goed opgeleide riooltechnici.

Om het onderwijs in de rioleringstechniek een nieuwe impuls te geven heeft een drietal belangenorganisaties het plan opgevat om voor het Hoger Beroeps Onderwijs de *Module Riolering voor het HBO* te ontwikkelen. De drie organisaties zijn: de afdeling docenten van KIVI/NIRIA, de Nederlandse beroepsvereniging van en voor ingenieurs, de vakgroep Riolering van ONRI¹, het samenwerkingsverband van de branchevereniging van advies- en ingenieursbureaus, en Stichting RIONED. De afdeling docenten van KIVI/NIRIA, waarbinnen alle hogescholen samenwerken, vormt de opdrachtgever van het project. De vakgroep Riolering van ONRI levert vanuit de ingenieursbureaus de actuele en deskundige kennis over de rioleringstechniek. Stichting RIONED faciliteert het project en slaat de brug naar de "gebruikers" van de rioleringstechniek: de burgers, de gemeenten en de waterschappen.

Samen hebben de organisaties zich ingespannen om de HBO-studenten een deskundig en actueel beeld te geven van de stand van zaken in de rioleringstechniek. Daarbij staat de techniek centraal, maar omwille van een goed begrip is de rioleringstechniek geplaatst in het kader van het waterbeheer in de stedelijke omgeving.

Met het bestuderen van de *Module Riolering voor het HBO* kunnen de HBO-studenten kennismaken met de uitdagende wereld van de rioleringstechniek. De samenwerkende organisaties hopen en verwachten dat de studenten er de inspiratie in vinden om in de rioleringsbranche aan de slag te gaan.

¹ De volgende advies- en ingenieursbureaus werken samen binnen de vakgroep Riolering van ONRI: Arcadis, DHV, Grontmij Nederland, MWH Global (voorheen Syncera), Ingenieursbureau Oranjewoud, Royal Haskoning, Snaterse Civiele Techniek & Management, TAUW, Ingenieursbureau Van Kleef en Witteveen+Bos. Voornoemde bedrijven, de hogescholen en Stichting RIONED hebben bijgedragen aan de totstandkoming van de *Module Riolering voor het HBO*.

1.2 Auteurs

De Module Riolering voor het HBO is geschreven door:

François Clemens (Witteveen+Bos en hoogleraar Riolering, TU Delft), Karst-Jan van Esch (Grontmij), Jibbe Poppen, Hans Stolker en Willem Brouwer (TAUW). Kees Snaterse (Snaterse Civiele Techniek & Management), Reinard de Jong (MWH Global) en Ad Wevers (oud-HTO-docent).

De groep is begeleid door een klankbordgroep bestaande uit terzake deskundige docenten. Vanuit de afdeling docenten van KIVI/NIRIA is het project geleid door Dirk van Ittersum, en vanuit de vakgroep Riolering van ONRI is het project gecoördineerd door Kees Snaterse.

1.3 Leeswijzer

Met het bestuderen van de Module Riolering voor het HBO bereikt de student de volgende leerdoelen:

- hij/zij krijgt kennis en inzicht in: de plaats-, de historie en het belang-, en de ontwikkelingen van de riolering bij het verzamelen en transporteren van het stedelijke afvalwater en de overtollige neerslag vanuit de stedelijke omgeving van Nederland;
- hij/zij krijgt kennis van de organisatie van de rioleringszorg en het rioleringsbeheer;
- hij/zij krijgt basiskennis die het mogelijk maakt een eenvoudig, onder vrijverval afstromend rioolstelsel te ontwerpen, dit rioolstelsel uit de diverse onderdelen samen te stellen en het in de praktijk te realiseren;
- hij/zij krijgt kennis en inzicht om de basisprincipes van het hydraulisch en milieutechnisch functioneren van een rioolstelsel te beoordelen;
- hij/zij krijgt de vaardigheid om eenvoudige hydraulische berekeningen uit te voeren ter bepaling van: de aanvoer, de berging en de afvoer van afvalwater en regenwater, en ter berekening van: de stroming in rioolstrengen en het optreden van afzettingen in de riolen.

De Module Riolering voor het HBO is opgezet als digitaal lesmateriaal, geschikt voor zelfstudie. De student kan via zelfstudie de vereiste kennis, het inzicht en de vaardigheid ontwikkelen. In de verschillende hoofdstukken wordt daartoe de benodigde leerstof aangedragen. Men heeft voldoende kennis, inzicht en vaardigheid verworven, indien de zelftoetsvragen aan het eind van elk hoofdstuk met voldoende resultaat beantwoord kunnen worden.

De leerstof sluit aan op het kennisniveau van een tweedejaars HTO-student civiele techniek.

De basiskennis van funderingstechniek, materiaalkunde, vloeistofmechanica en waterhuishouding wordt bekend verondersteld.

Om de leerstof te verlevendigen zijn activeringsvragen en –opdrachten opgenomen. Zij hebben tot doel om de studenten via internet of via een bezoek aan rioolprojecten de rioleringszorg inzichtelijker te maken. Bovendien wordt in grijze kaders (achtergrond)-informatie gegeven over de riolerings-situatie in Nederland. De antwoorden op de activeringsvragen en –opdrachten en de inhoud van de informatie-kaders behoren niet tot de leerstof. Zij zijn vooral bedoeld om de leerstof te verlevendigen en de rioleringszorg in beeld te brengen.

Het trefwoordenregister verwijst naar de pagina's, waar het desbetreffende trefwoord wordt gedefinieerd en uitgebreid wordt behandeld. Daarnaast kan het register gebruikt worden om zelf na te gaan wat onder de daarin genoemde begrippen wordt verstaan.

Onder de 'Websites' wordt een opsomming gegeven van, voor het bestuderen van de Module Riolering voor het HBO, belangrijke webadressen.

1.4 Versie 2 - maart 2009

De *Module Riolering voor het HBO* verscheen juni 2008. In versie 2 van maart 2009 is hoofdstuk 5 geheel herzien. De overige tekst is ongewijzigd.

2 Historie en belang van riolering

2.1 Belang van riolering

Anno 2008 is men geneigd om de riolering in Nederland als iets vanzelfsprekends te beschouwen. Toch is de inzameling en het transport van afvalwater door de riolering en vervolgens de zuivering van dat afvalwater van levensbelang. Zij zorgen ervoor dat het contact van de mens met het afvalwater, (met daarin onder andere de ziekmakende bacteriën van de fecaliën), minimaal is. Het hele proces van inzameling, transport en “zuivering” van het zwarte afvalwater met daarin de menselijke uitwerpselen wordt ook wel sanitatie genoemd. Om het belang van een goede sanitatie wereldwijd te benadrukken heeft de WHO (de World Health Organisation) het jaar 2008 uitgeroepen tot het ‘jaar van de sanitatie’.

2.1.1 Riolering en volksgezondheid

Het beperken van infectieziekten wordt, naast persoonlijke hygiëne, vooral gerealiseerd door de kans dat mensen in aanraking komen met afvalwater te beperken en ervoor te zorgen dat er voor een ieder toegang is tot betrouwbaar drinkwater. Het aanbrengen, en handhaven, van deze scheiding tussen mens en afvalwater en de zorg voor betrouwbaar drinkwater zijn onderdelen van het vakgebied Civiele Gezondheidstechniek.

Het is moeilijk te becijferen welke bijdrage riolering (inzameling en transport van afvalwater) en de beschikbaarheid van goed drinkwater levert aan onze huidige standaard van de volksgezondheid. Immers, naast de grootschalige aanleg van drinkwater- en rioleringssystemen in de westerse wereld zijn ook de vooruitgang in de medische techniek en de brede toegankelijkheid van de gezondheidszorg factoren die een belangrijke rol spelen. Om toch een beetje een idee te krijgen van de bijdrage zijn in tabel 2.1 enkele kerncijfers over de volksgezondheid van Mali en Nederland naast elkaar gezet.

	Mali	Nederland
Levensverwachting (mannen)	45 jaar	77 jaar
Levensverwachting vrouwen	47 jaar	81 jaar
Kindersterfte a.g.v. diarree	18.3 (%)	0 (%)
Toegang tot riolering (platteland)	42 %	100%
Toegang tot riolering (stedelijk gebied)	71 %	100%
Toegang tot goed drinkwater (platteland)	21 %	100%
Toegang tot goed drinkwater (stedelijk gebied)	3%	100%

Hier wil overigens niet de suggestie worden gewekt dat de aangegeven verschillen alleen zijn terug te voeren op de verschillen in sanitatie! De gegevens zijn afkomstig van de site van WHO (World Health Organisation). Het is de moeite waard om eens te kijken op www.who.int/whosis/database/core/core_select.cfm, hier kun je cijfermateriaal vinden over 100 indicatoren van de volksgezondheid van alle landen ter wereld.

Figuur 2.1 geeft een indruk hoe een riool er in Bamako (de hoofdstad van Mali) uit ziet; feitelijk een open riool dat, nogal eufemistisch gezegd, geen serieuze scheiding tussen mens, dier en afvalwater aanbrengt.

In de westerse wereld is het niet eens zo lang geleden dat water-gerelateerde ziekten nog endemisch waren: een ziekte als buiktyphus, gerelateerd aan contact met afvalwater, is in Nederland b.v. pas in 1970 ‘uitgerooid’. Een illustratie voor de snelheid waaraan men went aan luxe, en vergeet wat de reden achter de aanleg van riolering was, illustreert het voorbeeld in het kader.

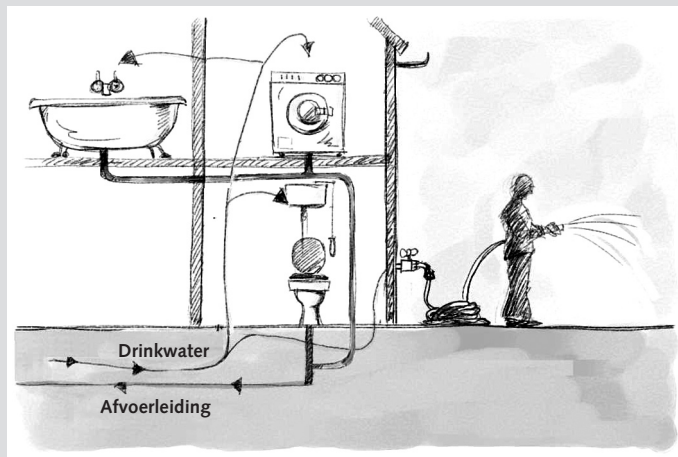
Tabel 2.1 Enkele cijfers t.a.v. volksgezondheid

ACTIVERINGSVRAAG:

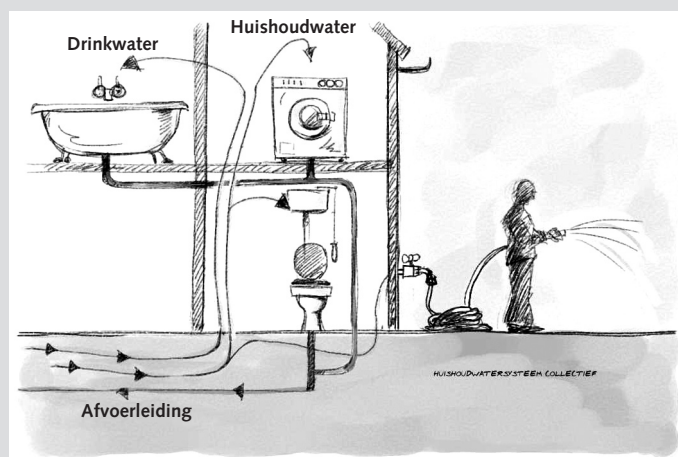
Ga voor je zelf na of je met behulp van de genoemde website kunt achterhalen welke factoren anders dan riolering en drinkwater echt onderscheidend zijn.

In augustus 2001 berichtte het Deventer Dagblad, dat in een huis in Deventer de wasmachine een aantal maanden werd gevoed door rioolwater. De oorzaak hiervan was een verkeerde aansluiting van de overstort van een hemelwatertank op het vuilwaterriool. Een hemelwatertank is onderdeel van een individueel huishoudwatersysteem en verzamelt regenwater, dat op het dak van het huis valt. Na filtratie is dit water geschikt voor het spoelen van het toilet en het wassen van de kleren.

De gevaren voor de volksgezondheid als gevolg van het gebruik van huishoudwatersystemen en de kans op verkeerd aansluiten van leidingen zijn niet bekend. Dit in tegenstelling tot bijvoorbeeld waterkeringen, waar de kans op overschrijding wel berekend is. Een vergelijking tussen een duurzame en een traditionele referentiesituatie (figuur 1) via een analyse van alle mogelijke foute aansluitingen liet zien dat de risico's van de eerste soort systemen significant hoger ligt dan die van een traditioneel systeem. Vooral bij huishoudwatersystemen zijn foute aansluitingen van belang, omdat er twee typen leidingssystemen zijn aangelegd voor de aanvoer van drink- en gebruikswater (figuur 1 en 2). Ook voor de afvoer van afval- en hemelwater kent de duurzame waterketen twee typen leidingstelsels, namelijk het vuilwaterriool en het hemelwaterriool.



Figuur 1 Traditioneel robuust systeem (enkel leidingstelsel voor aan- en afvoer van water) [RIZA, 2002]



Figuur 2 Huishoudwatersysteem (dubbel leidingstelsel voor toevoer water) [RIZA, 2002]



Figuur 2.1 Open riool
in Bamako, Mali
(foto: F. Clemens)

Naast het reduceren van de kans op infectieziekten heeft de riolering een belangrijke functie bij het drooghouden van de leefomgeving. Een vochtige leefomgeving heeft een negatief effect op de gezondheid (schimmels, astmatische aandoeningen, reumatoïde aandoeningen etc.). Daarom is, naast de afvoer van afvalwater, de afvoer van overtollige neerslag van groot belang om een gezonde leefomgeving te creëren en te handhaven.

2.1.2 Riolering en milieu

Riolering is een zeer effectief middel om afvalwater uit de directe leefomgeving van mens en dier te houden. Echter, het ingezamelde afvalwater is daarmee niet 'verdwenen'. In eerste instantie zorgde de riolering ervoor dat het afvalwater uit de bebouwde omgeving werd afgevoerd naar een plaats waar het minder kwaad kon.

In het algemeen hield dat in dat het afvalwater op oppervlaktewater in en vooral buiten de stad werd geloosd. Hiermee verminderde de overlast wel, maar werd de problematiek geconcentreerd in het ontvangende oppervlaktewater. Lozingen van ongezuiverd afvalwater komen tegenwoordig nauwelijks nog voor (en zijn ook bij wet verboden). Bovendien wordt vrijwel al het afvalwater uit de bebouwde omgeving tegenwoordig naar afvalwaterzuiveringsinrichtingen getransporteerd. Toch wil dat alles niet zeggen dat de riolering geen invloed op het milieu heeft, zoals blijkt uit het volgende.

Riolverstort op strand Egmond voorlopig open

DEN HAAG - De gemeenten Bergen en Beverwijk mogen hun riolverstorten op de stranden van Egmond aan Zee en Wijk aan Zee blijven gebruiken. Dat heeft de Raad van State beslist in de rechtszaak die de twee gemeentebesturen hebben gevoerd tegen minister Peijs van verkeer en waterstaat. De minister droeg de gemeenten vorig jaar op de lozing van rioolwater in het zwembad per april van dit jaar te beëindigen. De hoogste bestuursrechtbank vindt het lozingsverbod niet terecht omdat Bergen en Beverwijk in 2000 nog een nieuwe vergunning kregen om de riolverstort te kunnen gebruiken. De Raad van State wijst er verder op dat de overstorten maar enkele keren per jaar in werking zijn.

De meeste systemen in Nederland zijn van het gemengde type, dat wil zeggen dat afvalwater en hemelwater in één leidingsysteem worden ingezameld en getransporteerd. Zie figuur 2.2. Dus het afvalwater uit het toilet, uit de badkamer en uit de keuken, en het hemelwater dat op het dak en op straat valt komen in één rioolbuis terecht.

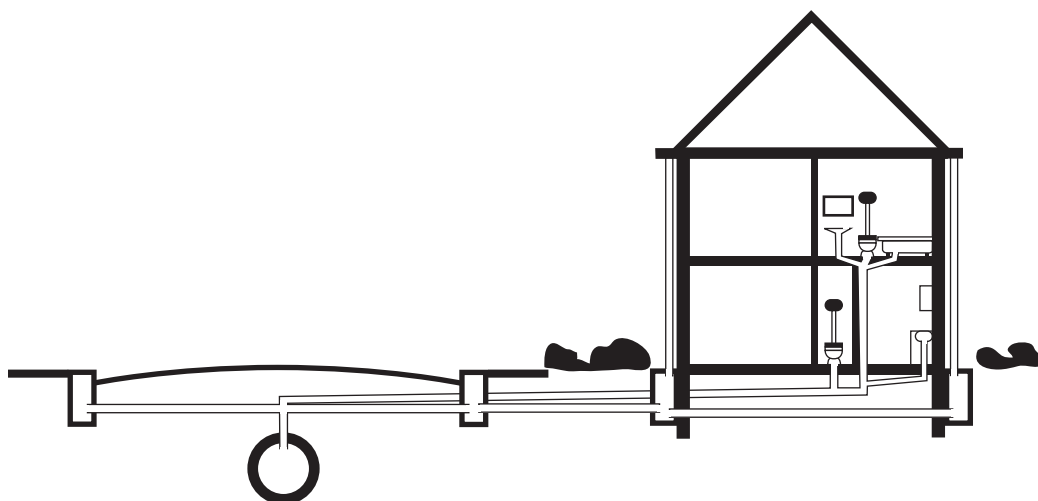
Nu is het economisch niet haalbaar om een systeem zo te dimensioneren dat het onder alle omstandigheden alle aangeboden neerslag kan afvoeren. Om die reden bevatten gemengde rioolstelsels 'nooduitlaten' beter bekend als: riolverstorten. Hierbij is eenvoudigweg de keuze gemaakt dat bij overbelasting men liever het overtollige water op oppervlaktewater loost dan het over straat te laten lopen. Het behoeft geen verdere uitleg dat dit geloosde water niet schoon is; het is immers een mengsel van afvalwater, neerslag en opgewerveld riolslib dat zich in het systeem bevindt. Moderne gemengde stelsels lozen gemiddeld ongeveer 5 tot 6 maal per jaar, een aanzienlijke verbetering t.a.v. een permanente lozing van afvalwater. Toch zijn de effecten op het oppervlaktewater onmiskenbaar:

- afhankelijk van het oppervlaktewater ontstaat tijdelijke zuurstofloosheid met als gevolg vissterfte;
- het water is niet bacteriologisch betrouwbaar en kan dus niet voor recreatie worden gebruikt;
- visuele verontreiniging (wc papier, slibafzettingen etc.);
- lozing van persistente stoffen zoals zware metalen en bestrijdingsmiddelen. Deze accumuleren in organismen en bodemslib en hebben langetermijneffecten op onder meer de biodiversiteit.

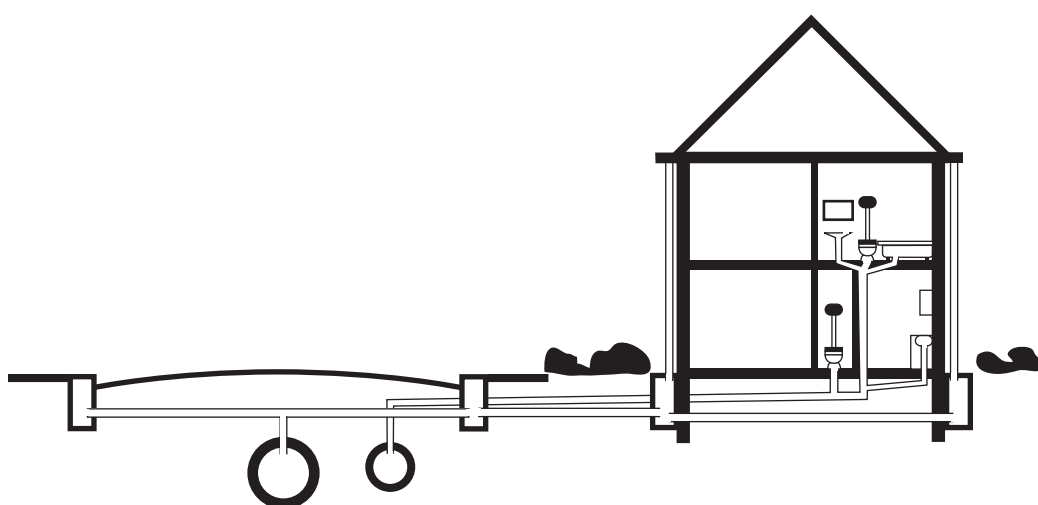
Deze nadelen werden al snel ingezien en men introduceerde het gescheiden systeem. In dit systeem worden afvalwater en neerslag in twee separate systemen ingezameld en afgevoerd. Bij de gescheiden riolering gaat het afvalwater uit het toilet, uit de badkamer en uit de keuken naar het afvalwaterriool (DroogWeerAfvoer, DWA) stelsel. Het hemelwater van het dak en van de straat gaat naar het (grote) hemelwaterriool (HemelWaterAfvoer, HWA).

Deze aanpak heeft evidente voordelen. Immers er vindt geen lozing van verdund afvalwater meer plaats en de afvalwaterzuiveringsinstallatie kan worden gedimensioneerd op een kleinere hydraulische

Figuur 2.2 Gemengde riolering



Figuur 2.3 Gescheiden riolering



sche capaciteit. Het gescheiden systeem omvat dus twee stelsels; een afvalwaterstelsel en een hemelwaterstelsel. Dit laatste stelsel loost direct naar het oppervlaktewater, of, indien mogelijk, kan het water deels worden geïnfiltreerd in de bodem. Hierbij is ervan uitgegaan dat afstromend hemelwater schoon of nagenoeg schoon is. In stedelijk gebied is dat zeker niet waar; olie, benzine, atmosferische depositie, bandenslijpsel, zware metalen, organisch materiaal etc. van het straatoppervlak worden meegevoerd en belanden in het oppervlaktewater of in de bodem.

Een andere zwakke plek in dit systeem is het ontstaan van zogenaamde foutieve aansluitingen; een lozing van neerslag op het afvalwatersysteem of vice versa. Beiden hebben hun risico's; een hydraulische overbelasting van een afvalwatersysteem kan leiden tot nogal onaangename situaties (afvalwater in woningen) terwijl een afvalwaterlozing op het hemelwatersysteem leidt tot een directe lozing van afvalwater op het oppervlaktewater; precies datgene wat men wilde voorkomen met de introductie van het gescheiden systeem. Om die redenen zijn dan ook zogenaamde verbeterd gescheiden systemen geïntroduceerd. Hierbij wordt de neerslag niet direct op het oppervlaktewater geloosd maar wordt de eerste hoeveelheid afstromende neerslag vermengd met afvalwater naar de afvalwaterzuiveringsinstallatie gevoerd.

Een verbeterd gescheiden rioolsysteem bestaat evenals het gescheiden systeem uit twee rioolstelsels, een afvalwaterstelsel en een hemelwaterstelsel. Maar bij het verbeterd gescheiden rioolsysteem zijn de twee stelsels, meestal in de rioolputten, zodanig met elkaar verbonden dat een deel van de neerslag wordt afgevoerd naar de awzi. Hiermee wordt eventueel afvalwater dat in het hemelwater-

systeem terecht is gekomen niet in het milieu geloosd. Tevens zal een deel van het afgevoerde straatvuil (ook wel bekend als de 'first flush') worden afgevoerd naar de awzi. Bij aanhoudende grote neerslag hoeveelheden gaat de rest van het hemelwater direct naar het oppervlaktewater. De 'verbetering' van de gescheiden riolering heeft wel tot gevolg dat ongeveer de helft van de totale jaarlijkse neerslag toch naar de awzi wordt getransporteerd.

Hiermee verdwijnt een belangrijk voordeel van het gescheiden systeem. Tegenwoordig wordt er steeds vaker voor gekozen om afvloeiend hemelwater te laten infiltreren in de bodem. Uiteraard dient men hierbij rekening te houden met de risico's op bodemverontreiniging, en de kans op het optreden van hoge grondwaterstanden.

Van 1983 tot 1990 is door de Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW) uitgebreid onderzoek verricht naar de vuiluitworp¹ vanuit rioolstelsels en de effecten daarvan op de kwaliteit van het oppervlaktewater.

ACTIVERINGSVRAAG:

Weet jij op wat voor soort riolering jouw woonhuis loost?

En heb je enig idee wat voor soort rioolstelsels in jouw woongemeente zijn?

Uit de Rioleringsatlas van Nederland van 2005, te raadplegen op www.riool.net, blijkt dat begin 2005 van alle rioolstelsels in Nederlands stedelijk gebied: 75% van het type 'gemengd', 18% van het type 'gescheiden' en 7% van het type 'verbeterd gescheiden' waren.

Enige nuancering van deze cijfers:

Gemiddeld is in de (oude) stadskern:	85% gemengde riolering; 15% gescheiden riolering.
Gemiddeld is in een oude stadswijk:	55% gemengde riolering; 25% gescheiden riolering; 20% verbeterd gescheiden riolering.
Gemiddeld is in een nieuwe woonwijk:	17% gemengde riolering; 18% gescheiden riolering; 65% verbeterd gescheiden riolering.
Gemiddeld is op bedrijventerreinen:	40% gemengde riolering; 30% gescheiden riolering; 30% verbeterd gescheiden riolering.

De NWRW heeft ten aanzien van de invloed van de stelselkeuze op de vuiluitworp enkele conclusies kunnen verbinden aan de uitkomsten van de onderzoeken. Een deel van de conclusies was reeds eerder getrokken, echter niet op grond van metingen doch op basis van berekeningen. De uitkomsten van de berekeningen werden deels bevestigd door de resultaten van de metingen.

Hoewel dit onderzoek al enige tijd oud is, zijn er de afgelopen jaren uit onderzoeken geen wezenlijk andere conclusies getrokken. Hierna worden de belangrijkste conclusies weergegeven:

- de vuiluitworp vanuit gemengde en gescheiden stelsels liggen op jaarbasis in dezelfde orde van grootte;
- het verbeterd gescheiden stelsel vertoont de laagste vuilemissie;
- bij voorkeur dient te worden geloosd op grotere, niet stagnerende wateren zoals rivieren of kanalen;
- uitsluitend het hemelwater vallend op verkeersarme woonwijken kan rechtstreeks op het oppervlaktewater worden geloosd;
- indien de hoeveelheid overstortend water dient te worden beperkt kan dit het meest effectief geschieden door een bergbezinkbassin tussen overstort en oppervlaktewater te plaatsen. Een

¹ Onder vuiluitworp wordt het totaal van ongewenste stoffen verstaan die via de riolering in het milieu terechtkomen: organisch afbreekbare stoffen, nutriënten, zware metalen, pesticiden etc. etc. etc.

bergbezinkbassin is bij een gemengd rioolstelsel een effectieve voorziening in de vermindering van de vuiluitwerp en de reductie van de hoeveelheid op het oppervlaktewater geloosde hoeveelheid afvalwater. Een bergbezinkbassin is een voorziening waarin hemelwater vermengd met afvalwater tijdelijk kan worden geborgen (tijdelijk opgeslagen) en waarin de meegevoerde afvalstoffen kunnen bezinken.

2.1.3 Riolering en kwaliteit van de bebouwde omgeving

De meeste steden en dorpen zijn ontstaan op hoogten in het terrein. Plaatsnamen waarin benamingen voor terreinhoogten zoals berg, dijk, enk, donk, horst etc. voorkomen worden in Nederland veel aangetroffen. Soms wierpen de inwoners kunstmatige hoogten op om daarop hun woningen te bouwen; de terpen zijn daarvan voorbeelden. De afvoer van het hemelwater vond op deze hoogten veelal op natuurlijke wijze plaats.

De groei van de bevolking en de daarmee gepaard gaande verstedelijking, veroorzaakte dat ten behoeve van de stadsuitbreiding gebieden bewoonbaar gemaakt moesten worden die daar van nature ongeschikt voor waren.

In deze stadsuitbreidinggebieden is de riolering natuurlijk van belang voor de afvoer van afvalwater. Maar daarnaast is de riolering een belangrijke rol gaan spelen bij een snelle afvoer van het hemelwater uit het gebied en bij de effectieve ontwatering van de (van nature natte) gebieden.

Zonder de aanleg van riolering en waterpartijen waarop vanuit deze riolering water kon worden geloosd, zouden deze laag gelegen terreinen niet kunnen worden bewoond.

Duidelijk is dat zonder riolering Nederland onbewoonbaar zou zijn. De aanleg en het in stand houden van de riolering verdient om die reden alle aandacht. De kosten van aanleg van riolering, drainage en open waterpartijen vergt tussen de 20 en 40% van de totale kosten van bouw- en woonrijp maken

2.2 Geschiedenis

2.2.1 Geschiedenis, voor 1970

De geschiedenis van de riolering gaat letterlijk terug tot mensenheugenis. Zo is bekend dat in Mesopotamië enkele duizenden jaren voor Christus reeds rioolsystemen werden gebruikt, ook op Knossos (Kreta) zijn restanten van riolering daterend van 1500 v Chr. gevonden. Meestal wordt echter vooral verwezen naar de prestaties van de Romeinen op dit gebied, niet in de laatste plaats omdat deze op een aantal plaatsen goed bewaard zijn gebleven. Dikwijls wordt in dergelijke gevallen de Cloaca Maxima, een nog gedeeltelijk bestaand riool dat in de Oudheid in Rome werd aangelegd met de bedoeling afvalwater en hemelwater naar de rivier de Tiber af te leiden, ten tonele gevoerd. Met name de duurzaamheid van de constructie wordt veelvuldig belicht. De Cloaca Maxima is weliswaar een uiting van de kennis en kunde van de Romeinen op het gebied van het ontwerpen en bouwen van grote waterbouwkundige werken, doch geeft onvoldoende het niveau weer waarop de Romeinen omgingen met de civiele gezondheidstechniek. Opgravingen, in het bijzonder die welke zijn verricht in Herculaneum en Pompeji, hebben informatie verschaft over de hoogte van de stand van die techniek.

De in Herculaneum en Pompeji verrichte opgravingen (Jansen, 2001 "Water in de Romeinse Stad. Pompeji - Herculaneum - Ostia.", Uitgeverij Peeters, Leuven (België), 249 p., ISBN 90-429-1118-2) hebben aangetoond dat de inwoners aanvankelijk in de behoefte aan water voorzagen door dit te onttrekken aan riviertjes. Daarnaast werd grondwater en opgevangen hemelwater gebruikt. Bovendien werd water uit de bergen aangevoerd met behulp van een aquaduct. Deze laatste mogelijkheid ontstond vermoedelijk eerst nadat in de eerste eeuw voor Christus de Romeinen het bestuur over de steden hadden overgenomen.

Figuur 2.4 Straat met openbaar watertappunt in Pompeji.
(foto: F. Clemens)



Het op de daken vallende hemelwater werd opgevangen in een impluvium dat zich in de bodem van het atrium bevond. Het water werd vervolgens naar een cisterne gevoerd. Berekeningen laten zien dat de opgevangen hoeveelheid voldoende was om de jaarlijkse behoefte aan drinkwater van 5 tot 6 personen te dekken. Overigens bezaten slechts de huizen van de rijken, naast een put waaraan grondwater werd onttrokken, een impluvium. De overige inwoners gebruikten in hoofdzaak grondwater.

Met de bouw van het aquaduct veranderde de situatie grondig. Grote hoeveelheden water kwamen ter beschikking. Het aangevoerde water werd met behulp van watertorens over de stad verdeeld. De toevoer naar de woningen geschiedde met behulp van loden leidingen. Diegenen die een aansluiting op de waterleiding niet konden bekostigen haalden water bij openbare fonteinen.

De verschillende wijzen van watervoorziening bestonden naast elkaar, zeer waarschijnlijk om droge perioden en wisselende aanvoer via het aquaduct op te kunnen vangen. Zeker is dat het aquaduct op gezette tijden diende te worden schoongemaakt zodat de watertoevoer geheel stakte. Voorraden, om deze onderhoudsperiode te overbruggen, werden vermoedelijk niet aangelegd. Ostia, de toenmalige havenstad van Rome, die in de derde eeuw na Christus in verval raakte, kende reinwaterkelders (cisternes) die waarschijnlijk werden gebruikt om perioden van geringe watertoevoer te overbruggen.

Vrijwel elk huis in de Romeinse steden was voorzien van een toilet, niet alleen op de begane grond doch eveneens op de bovenverdiepingen. Sommige huizen telden meerdere toiletten terwijl de grotere huizen soms meerpersoonstoiletten bezaten. De afvalstoffen werden naar beerputten afgevoerd; na de aanleg van de openbare drinkwatervoorziening soms naar de riolering. De huizen welke waren aangesloten op de openbare watervoorziening bezaten toiletten waar naartoe een waterleiding was gelegd. Met het aangevoerde water werden de toiletten gespoeld en de persoonlijke hygiëne verzorgd. Van dit laatste type waren ook de openbare toiletten.

De fecaliën en de urine werden ingezameld omdat ze handelswaarde hadden. De fecaliën werden gebruikt als meststof en de urine werd gebruikt bij de productie van leer en bij het verven van wol. Onder vrijwel elke straat lag een riool dat primair diende voor de afvoer van het afvalwater afkom-

stig van toiletten en keukens en van het overloopwater afkomstig van impluvii en fonteinen. Het hemelwater werd zowel bovengronds, via de straat, als ondergronds afgevoerd. De afvoer van hemelwater via de straat is een hoogst praktische en economische oplossing!

Aan de behandeling van het afvalwater werd, voorzover bekend, geen aandacht geschonken. De noodzaak daartoe was waarschijnlijk niet aanwezig. Met uitzondering van Rome, waren de steden voor huidige begrippen, van een geringe omvang. Daarnaast waren de afvalstromen, vergeleken met de huidige situatie, van geringe betekenis. In Rome werd het afvalwater rechtstreeks op de Tiber geloosd. De Tiber is een betrekkelijk grote rivier die vermoedelijk de afvalwaterstroom zonder al te grote problemen kon verwerken.

Het beheer van de openbare watervoorziening en de riolering evenals alle sanitaire voorzieningen die zich op openbaar terrein bevonden was in handen van het stadsbestuur. De burgers waren verantwoordelijk voor het beheer van de voorzieningen aanwezig op privé terrein. De Romeinen en hun voorgangers bouwden en onderhielden voorzieningen die er voor zorgden dat het in de steden uitstekend wonen en werken was.

De voorzieningen die bij de opgravingen in de steden Herculaneum, Pompeji en Ostia werden aangetroffen kenden een niveau dat in vele moderne steden slechts wordt geëvenaard. De conclusie is dat de Romeinen de civiele gezondheidstechniek tot grote volmaaktheid hebben gebracht. Waren op grond van onvoldoende kennis van hydrologie, hydraulica en de constructieleer geen kans zag een leidingstelsel te ontwerpen dat voldeed, werden praktische oplossingen geïntroduceerd. Het enige minpuntje dat de Romeinen niet wisten en wij inmiddels wel is, dat de aanvoer van drinkwater door loden buizen, en het drinken van wijn uit loden bekertjes, naar alle waarschijnlijkheid tot loodvergiftiging heeft geleid.

De omverwerping van het Romeinse Rijk door de inval van de Germanen had op de waterbeschaving van die tijd een desastreuze uitwerking. De verworven vakkennis en vaardigheden werden niet overgedragen. De door de Romeinen opgerichte bouwwerken werden allengs tot ruïnes, de systemen van watervoorziening raakten in verval. De sanitaire voorzieningen werden gereduceerd tot de meest primitieve vorm.

En vervolgens bleef het in het middeleeuwse Europa donker. In die tijd kenden de steden geen openbare drinkwatervoorziening, afgezien van enkele openbare waterputten. Spoeltoiletten vonden geen toepassing. De persoonlijke hygiëne stond op een laag peil.

Het gevolg was dat er een grote kans was dat men via het drinkwater de ziektekiemen van het afvalwater tot zich nam. Dat leidde tot grote cholera-, tyfus- en pestepidemieën.

In sommige steden heersten nog middeleeuwse toestanden in het begin van de twintigste eeuw. De riolering, indien aanwezig, was zeer rudimentair. Amsterdamse decreten bevalen de inwoners herhaaldelijk het uit de woningen stromende water niet op straat te lozen doch via een riool onder de straat door te leiden naar de gracht.

Vanaf ca. 1600 geraakt de ontwikkeling van de theoretische kennis van vloeistofmechanica en hydrologie in een ware stroomversnelling. In het midden van de 19^e eeuw was de theorie voldoende ontwikkeld om rioolstelsels te kunnen ontwerpen op basis van rationele overwegingen.

In de vorige eeuw werd begonnen met de aanleg van riolering om economische redenen en om straatvuil te kunnen wegspoelen. De aanleiding was de ontdekking dat arbeiders productiever waren als zij gezond waren en in een omgeving woonden waaruit het vuil werd verwijderd.

In midden Engeland, de bakermat van de industriële revolutie, bouwden fabriekseigenaren modelwijken, voorzien van riolering, voor hun arbeiders. Deze investering betaalde zich dik terug in een verhoogde arbeidsproductiviteit. Kortom; gezondheid was geld waard!

De echt grootschalige aanleg van riolering in de openbare ruimte is pas goed van start gegaan in het midden van de negentiende eeuw, echter niet overal zonder slag of stoot. In Londen werd pas begonnen met de aanleg toen de stank in het centrum van de stad dermate onhoudbaar was dat het parlement zijn beraadslagingen moest staken als gevolg van wat nu wordt genoemd 'The great Stink'. Grote steden als Parijs volgden snel daarna met de aanleg. Ook in Nederland is rond die tijd in verschillende steden een aanvang gemaakt met de aanleg van riolering (b.v. in Arnhem en Amsterdam).

In die tijd hadden fecaliën, evenals in de Romeinse tijd, handelswaarde. In vele steden werd de meststof met behulp van het tonnetjes-systeem ingezameld en verkocht aan boeren en tuinders. Teneinde het inzamelen te vergemakkelijken werden soms in de dichtbevolkte stadscentra rioolstelsels aangelegd.

Het heeft nog lang geduurd voordat in de laatste binnensteden het tonnetjes-systeem werd afgeschaft. Zo heeft het in Delft nog tot de jaren 1960 geduurd voordat de hele binnenstad was voorzien van riolering. Vanaf de jaren 1930 is men begonnen met op grote schaal te rioleren, in die tijd waren het veelal arbeidsverschaffingsprojecten die in de crisistijd werden uitgevoerd. De riolering uit die tijd is nu ofwel reeds vervangen of aan vervanging toe.

2.2.2 Geschiedenis, na 1970

1970 is een belangrijk jaar voor de riolering. In 1970 werd namelijk de Wet verontreiniging oppervlaktewater van kracht. Deze wet heeft een aantal ontwikkelingen in gang gezet:

- de grootschalige bouw van afvalwaterzuiveringsinstallaties;
- het ontstaan van zuiveringsschappen (nu allen gefuseerd in all-inwaterschappen);
- een vergunningen systeem, waaronder ook de lozingen vanuit de riolering op het oppervlaktewater vielen.

De introductie van de Wvo heeft geleid tot een aanzienlijke verbetering van de kwaliteit van het oppervlaktewater. Ongeveer rond 1980 waren de meeste permanente afvalwaterlozingen gesaneerd en werd duidelijk dat de lozingen uit de riooloverstorten lokaal een belangrijke bijdrage aan de verontreiniging leverden. Het eerder aangehaalde NWRW onderzoek leverde inzichten op aan de hand waarvan sedert 1990 tot heden een grootschalige sanering van de ongeveer 15.000 riooloverstorten van gemengde rioolstelsels is uitgevoerd. Inmiddels is deze operatie vrijwel afgerond. Een in dat verband belangrijk begrip, dat sinds de NWRW geïntroduceerd werd, was: de zogenaamde "basisinspanning". De "basisinspanning" is door de CUWVO werkgroep VI gedefinieerd als een noodzakelijke aanpassing van het gemengde rioolsysteem, zodanig dat de maximaal toelaatbare vuiluitworp vanuit het rioolstelsel zeker niet groter was dan de vuiluitworp vanuit een 'referentie' gemengd rioolstelsel. Gemeenten moe(s)ten toetsen of hun systeem aan deze norm voldeed.

Indien dat niet het geval was moesten maatregelen genomen om aan de norm te voldoen.

De volgende maatregelen komen in aanmerking om aan de zogenaamde basisinspanning te voldoen:

- de vergroting van de berging (opslagcapaciteit) van het rioolsysteem, te bereiken via grotere rioolbuizen of via bergingsbassins;
- de vergroting van de afvoercapaciteit van de rioolgemalen, waardoor er meer water naar de awzi wordt getransporteerd;
- het plaatsen van randvoorzieningen direct achter de riooloverstort, die de vuiluitworp en de hoeveelheid overstortend water reduceren, bijvoorbeeld: bergbezinkbassin;

- door "afkoppelen", afkoppelen is de techniek die ervoor zorgt dat schoon hemelwater niet meer naar het afvalwaterstelsel afvloeit, maar oppervlakkig afvloeit naar bijvoorbeeld wadi's en/of in de bodem wordt geïnfiltreerd.

Een ander grootschalig project is de sanering van het buitengebied geweest. Via diverse regelingen (b.v. de zogenaamde verfijningsregeling) zijn in de periode 1984-2000 zogenaamde 'niet-rendabele aansluitingen' (denk aan afgelegen woningen, boerderijen, en recreatieterreinen) gerealiseerd. Hiermee werd een aansluitingspercentage van bijna 100% gerealiseerd. Hierbij werd geen rioolstelsel aangelegd, zoals in de stedelijke gebieden (met gedeeltelijk gevulde buizen onder verhang, waardoor het water onder invloed van de zwaartekracht, onder vrij verval, stroomde) maar werd druk- of vacuümriolering aangelegd. Bij de drukriolering, tegenwoordig het meest toegepaste systeem, wordt enkel het afvalwater bij de woning of de boerderij ingezameld in een pompput. Vanuit de pompput pompt een vuilwaterpomp het afvalwater onder druk in een geheel gevulde leiding (de persleiding). Via deze persleiding wordt het afvalwater naar het "gewone" gemeentelijke afvalwaterstelsel getransporteerd.

Medio negentiger jaren van de vorige eeuw groeide het inzicht dat het afvoeren van schoon hemelwater naar het afvalwaterstelsel en vervolgens naar de awzi niet wenselijk is, en beter kan worden afgekoppeld. Het afkoppelen wordt de laatste tijd door de overheid gestimuleerd op grond van de volgende overwegingen:

- 1 door het afkoppelen gaat er minder water naar de awzi en neemt de hydraulische belasting van de awzi af;
- 2 men tracht het schone hemelwater zoveel als mogelijk gescheiden te houden van het afvalwater. Immers, na vermenging en zuivering is het hemelwater viezer geworden;
- 3 men probeert het hemelwater dat vroeger snel uit het stedelijk gebied werd afgevoerd vast te houden, opdat het ten goede kan komen aan de natuurlijke begroeiing (en in tijden van droogte, verdroging kan tegengaan).

Echter inmiddels is er ook een aantal redenen die ertoe leiden dat afkoppelen niet altijd wenselijk is. Deze redenen zijn:

- afkoppelen is duur, en de afkoppelvoorzieningen moeten goed onderhouden worden, om goed te blijven functioneren;
- infiltratie mag niet leiden tot te hoge grondwaterstanden;
- via de infiltratievoorzieningen mogen geen milieuverontreinigende stoffen in de bodem geraken.

Dus afkoppelen vraagt om maatwerk, en het is de gemeente die de afweging en de uiteindelijke keuze maakt.

2.3 Context van de riolering

2.3.1 Riolering als onderdeel van de waterketen

De waterketen is gedefinieerd als het geheel van systemen die zorgdagen voor de productie en distributie van drinkwater en de systemen voor de inzameling, het transport en de behandeling van afvalwater. Vrijwel al het verbruikte drinkwater verwordt tot afvalwater. Daarom is het goed om te weten hoe groot het drinkwater verbruik in Nederland is en waar het voor wordt gebruikt: het huidige verbruik van drinkwater ligt in Nederland op gemiddeld 128 liter/dag.persoon, Deze 128 liter wordt gemiddeld voor de volgende doelen gebruikt: voor de douche: 45 liter, voor de toiletspoeling: 32 liter, voor het wassen met de wasmachine: 20 liter, voor de wastafel: 6 liter, voor het bad: 5 liter, voor de afwas van de vaat met de hand: 3,0 liter, voor de afwas van de vaat met de vaatwasmachine: 3,5 liter, voor de voedselbereiding: 3 liter, voor drinkwater, thee en koffie: 1,5 liter, en diversen, waaronder autowassen en tuin besproeien: 9 liter.

ACTIVERINGSVRAAG:

Zoek via www.riool.net in het productenoverzicht afkoppelen op wat een wadi is?

De riolering maakt deel uit van het zogeheten afvalwatersysteem. Dit systeem bestaat uit de volgende onderdelen:

- de binnenriolering;
- de buitenriolering;
- gemalen en persleidingen;
- de afvalwaterzuiveringsinrichting, awzi.

De binnenriolering bestaat uit sanitaire toestellen en overige toestellen die water verbruiken (vaatwasmachines, wasmachines etc.), uit standleidingen, liggende leidingen, grondleidingen en in- en uitpandige hemelwater afvoerleidingen. In Nederland is het zo dat de binnenhuisriolering onder verantwoordelijkheid van de eigenaar van het pand valt. Op de erfgrans gaat de verantwoordelijkheid over naar de gemeente. Veelal is op de erfgrans een zogenaamd ontstoppingsstuk aangebracht. Via dat ontstoppingsstuk kan in geval van een verstopping worden nagegaan in welke deel van de riolering de verstopping aanwezig is (particulier of gemeente), en daarmee wie voor de kosten van ontstopping kan opdraaien!

De buitenriolering omvat het eigenlijke stelsel waarmee het afvalwater wordt afgevoerd. Dit stelsel bevat naast ondergrondse leidingen en putten, huisaansluitingen waarmee het afvalwater en het hemelwater naar de riolering wordt geleid, straatkolken en aansluitleidingen van deze op de riolering, overstorten, stuwputten, gemalen, bergbassins en bergbezinkbassins. Daarnaast kunnen, met name in hellende gebieden, beken of overluisde watergangen deel uitmaken van de riolering. In het oosten en het zuiden van Nederland komt deze situatie op enkele plaatsen voor.

2.3.2 Riolering en het watersysteem

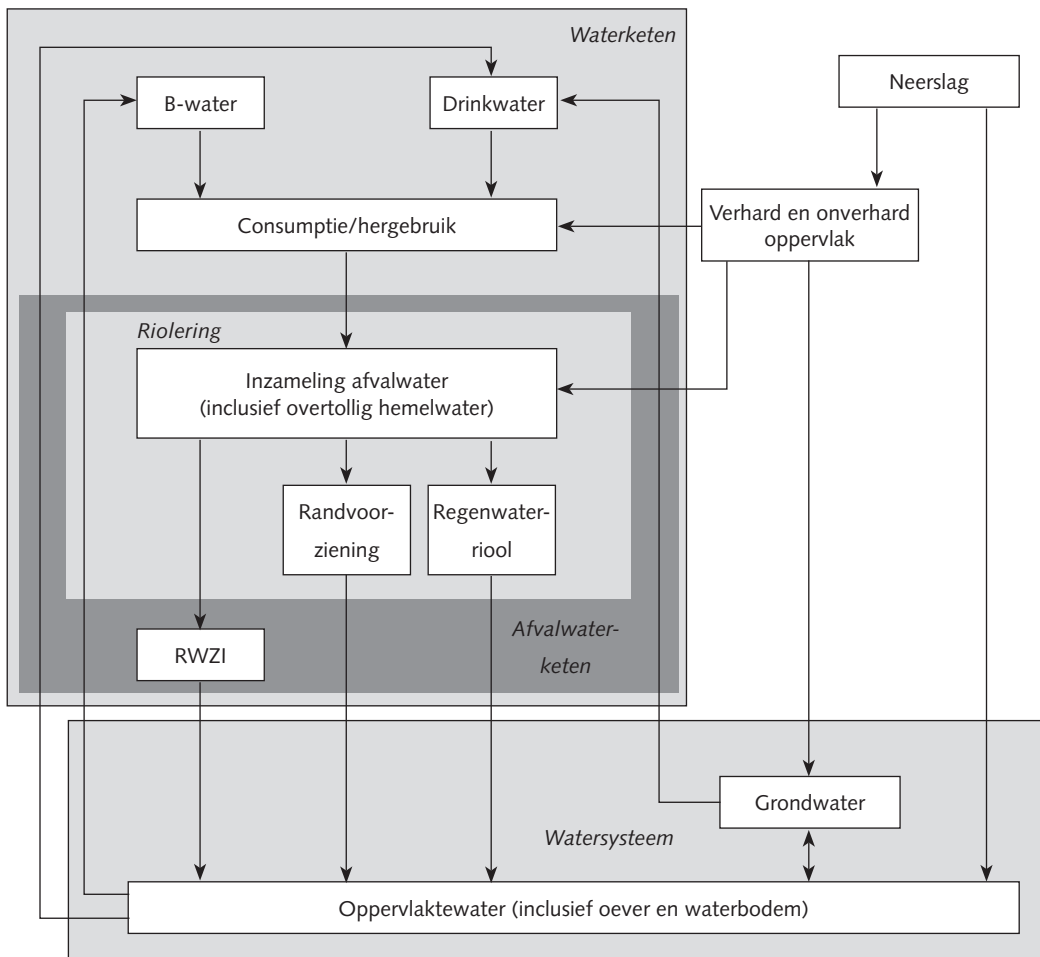
Naast de waterketen (zie 2.3.1) bestaat het watersysteem. Het watersysteem omvat de 'natuurlijke' watersystemen (oppervlaktewater en ondiep grondwater).

De riolering heeft op diverse punten raakvlakken met het watersysteem:

In de eerste plaats is er een wederzijdse beïnvloeding tussen de riolering en het grondwater, immers riolering kan nooit volledig waterdicht worden aangelegd. Hierdoor zal in gevallen waarin de riolering beneden de grondwaterspiegel ligt grondwater het riool instromen. In Nederland is dat veelal het geval en kan op een droge dag grondwater tot wel 50% van de hoeveelheid afgevoerd water uitmaken. Deze drainerende werking zorgt voor een daling van de grondwaterstand die kan leiden tot funderingsschade. Vooral bij funderingen die bestaan uit houten palen kan dit ernstige effecten hebben. Als de paalkoppen droog komen te staan kan het hout gaan rotten met verzakking van de gebouwen tot gevolg. Op www.platformfundering.nl is hierover meer informatie te vinden. Vooral oude riolering (korte buizen, slecht voegmateriaal) is hier debet aan. Het is daarom te verwachten dat dit probleem zich de komende tijd oplost door de grootschalige vervanging die nu wordt doorgevoerd. Wel kan het voorkomen dat bij vervanging van lekkende riolen de drainerende werking van het riool komt te vervallen, en hogere grondwaterstanden tot gevolg heeft.

Is de grondwaterstand over het algemeen lager gelegen dan de rioolbuis, dan kan bij lekkende riolen het afvalwater naar het grondwater lekken en mogelijk tot grondwaterverontreiniging leiden.

Een andere interactie is die tussen riolering en oppervlaktewater. We hebben al gezien dat er incidenteel tijdens hevige neerslag lozingen van (verdund) afvalwater op oppervlaktewater plaatsvinden. Dit heeft effecten op de waterkwaliteit. Maar als op klein water wordt geloosd zijn er ook effecten op de waterkwantiteit en kunnen mogelijk zelfs problemen met de afvoercapaciteit van het oppervlaktewater ontstaan. Andersom komt het, zeker in het westen van Nederland, vaak voor dat er a.g.v. verzakkingen of het handhaven van een te hoog oppervlaktewaterpeil er oppervlaktewater via een overstort het riool instroomt. Dit is uiteraard ongewenst. De riolering voert dit oppervlaktewater af naar de awzi die daardoor aan efficiëntie verliest. Bovendien neemt het oppervlakte-



Figuur 2.5 Riolering als onderdeel van de Waterketen en de relaties met het watersysteem

water ruimte in het rioolstelsel waardoor deze een kleinere bergingscapaciteit heeft. Daardoor zal tijdens neerslag eerder lozing van afvalwater naar het oppervlaktewater plaatsvinden. Kortom, de (afval)waterketen en het watersysteem hebben veel raakvlakken, het ontwerp en het beheer van riolering moeten dan ook steeds in dat besef worden aangepakt.

Zelftoetsvragen voor hoofdstuk 2

1. Wat is in Nederland het belang van de riolering voor de volksgezondheid? Geef vervolgens kort aan, hoe in Nederland een goede sanitatie is bereikt.
2. Via de riolering bereiken een aantal milieuverontreinigende stoffen het milieu. Noem de belangrijkste stoffen, de bijbehorende verspreidingswegen, en de mogelijke milieueffecten.
3. Schets (via een karakteristieke doorsnede) en beschrijf een verbeterd gescheiden rioolsysteem. Geef met name aan hoe dit systeem werkt.
4. Riolovertorten en gemengde riolering zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Beschrijf wat riolovertorten inhouden en geef aan waarom het verband onlosmakelijk is.
5. Hoe, denk je, komt het dat de vuiluitwerp vanuit gemengde – en vanuit gescheiden rioolsystemen, op jaarbasis, ongeveer gelijk is?
6. Hadden de oude Romeinen al afvalwaterzuiveringsinstallaties? Zo niet, waar lieten zij dan het afvalwater met de fecaliën en de urine?
7. Wat gebeurde er zo rond het jaar 1970, omdat er in de geschiedenis van de riolering onderscheid wordt gemaakt in de periode vóór, en de periode na 1970.
8. Wat verstaat men bij een bestaand gemengd rioolsysteem onder: “Het voldoen aan de basisinspanning”. Noem verschillende maatregelen die “het voldoen aan de basisinspanning” dichterbij brengen.
9. Wat verstaat men onder afkoppelen? Noem een aantal argumenten vóór en tegen afkoppelen.
10. Beschrijf de waterketen en de afvalwaterketen van begin- tot eindpunt, en benoem de leidingsystemen die daarbij worden doorlopen.
11. In oude binnensteden kan, in relatie tot de riolering, sprake zijn van grondwateronderlast (d.i. een ontoelaatbare verlaging van de grondwaterstand) en van grondwateroverlast (d.i. een ontoelaatbare verhoging van de grondwaterstand). Benoem de voornaamste oorzaken, in relatie tot de riolering, die tot deze grondwaterproblemen kunnen leiden, en beschrijf mogelijke gevolgen.

3 Ontwikkelingen

In dit hoofdstuk is ingegaan op ontwikkelingen in de rioleringszorg. In paragraaf 3.1 worden eerst ontwikkelingen “in de context” gegeven. Dit zijn ontwikkelingen in de “buitenwereld” die wel directe invloed op de riolering hebben. Daarna wordt ingegaan op beleidsontwikkelingen, zowel Europees als nationaal. Het gaat dan om wet- en regelgeving, beleid en plannen. Tot slot wordt kort ingegaan op een aantal technische ontwikkelingen.

3.1 Ontwikkelingen in de context

3.1.1 Klimaatontwikkeling

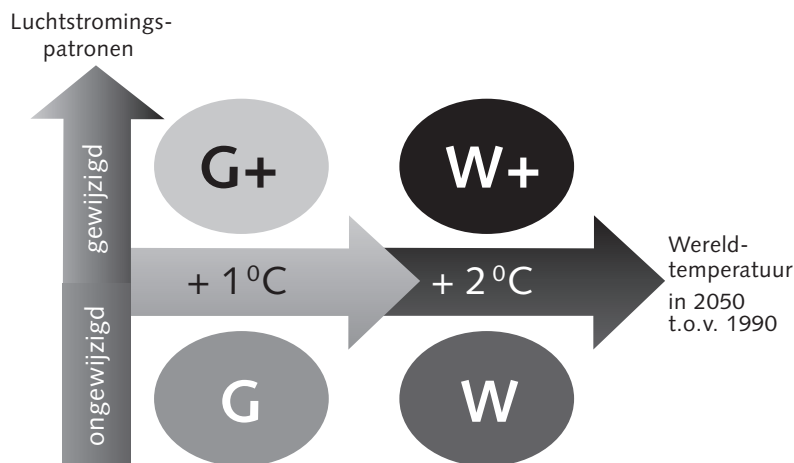
Klimaat kun je omschrijven als het gemiddelde weer in een bepaald gebied, in een bepaalde periode. Het klimaat vertelt je wat je van het weer mag verwachten. Hoe vaak het regent en hoe hard, hoe vaak het droog is en wanneer, zijn zaken die ook voor het functioneren van de riolering belangrijk zijn. In het verleden is riolering aangelegd vanuit een bepaalde wetenschap over het klimaat: welke buien moeten verwerkt kunnen worden zonder dat er water op straat voorkomt en hoeveel water mag er dan overstorten op het oppervlaktewater. Dit zijn vragen die bij het beoordelen van het functioneren moeten worden gesteld.

De afgelopen jaren is de verandering van het klimaat een hot issue. Onder andere het broeikaseffect zorgt voor veranderingen. Als de buien zwaarder worden, zal er meer en vaker water op straat optreden. Ook zal de vuiluitwerp vanuit overstorten toe kunnen nemen.

Internationaal houdt het IPCC¹ zich bezig met de gevolgen van klimaatverandering. Eén keer in de vijf a zes jaar beoordeelt het IPCC de kennis op het gebied van klimaat en klimaatverandering, en de menselijke invloed op het klimaat. Daarover wordt dan een rapport uitgebracht. Het KNMI vertaalt dit voor de Nederlandse situatie. Het KNMI heeft voor Nederland een viertal klimaatscenario's gedefinieerd:

¹ IPCC = Intergovernmental Panel on Climate Change (niet te verwarren met het IPPC: Integrated Pollution Prevention and Control)

Figuur 3.1 Klimaatscenario's



G	Gematigd	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
G+	Gematigd +	1°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind
W	Warm	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 geen verandering in luchtstromingspatronen in West Europa
W+	Warm +	2°C temperatuurstijging op aarde in 2050 ten opzichte van 1990 + winters zachter en natter door meer westenwind + zomers warmer en droger door meer oostenwind

Deze klimaatscenario's vormen een denkkader voor verdergaand onderzoek en discussie.

Voor ons is belangrijk om na te gaan wat deze veranderingen voor de riolering tot gevolg hebben. Riolering is primair aangelegd voor de inzameling en het transport van (stedelijk) afvalwater en voor de inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater. Maatstaven waaraan de riolering moet voldoen (onder andere hoe vaak we water op straat accepteren) zijn vastgelegd in het Gemeentelijk Rioleringsplan.

Het KNMI voorziet voor Noord-Europa een toename van de winterneerslag van 5 tot 20%, weliswaar vooral in Scandinavië, maar ook de zuidelijkere gebieden zullen hiervan een staartje meekrijgen. De verwachting is dat vooral de neerslag extremen in intensiteit en aantal zullen toenemen. Dat heeft weer invloed op de stedelijke waterhuishouding en de riolering

Stichting RIONED heeft in 2007 een visie ontwikkeld getiteld: "Klimaatverandering, hevige buien en riolering". Belangrijkste conclusie is dat het ondoelmatig is om de omvang van de riolering te baseren op de grootst denkbare piek. Riolering wordt ontworpen op de maatstaven die de gemeente vaststelt in haar Gemeentelijk Rioleringsplan. Het onderhoud moet in orde zijn zodat de riolering doet wat hij moet doen. Vergroting van de riolering is maar een deel van de oplossing. Om de gevolgen van klimaatverandering goed aan te kunnen, zijn ook maatregelen in de openbare ruimte onontbeerlijk, bijvoorbeeld: herinvoering van stoepranden en straatpeilverlaging, zodat daar in geval van nood water kan worden geborgen, meer waterberging in de openbare ruimte, ondergrondse regenwaterberging, meer open water, etc.

“Visie van Stichting RIONED: Klimaatverandering, hevige buien en riolering”

Door de klimaatverandering zullen zeer zware regenbuien vaker en heftiger optreden. In alle KNMI-scenario's nemen de buien toe. Het traditionele rioolstelsel kan deze grote hoeveelheden neerslag niet meteen op alle plaatsen verwerken. Daarvoor is het niet ontworpen. De riolering is bedoeld om bij normale regen het water van wegen en daken af te voeren. Om bij grote hoosbuien schade te voorkomen, zijn aanvullende maatregelen nodig. Bijvoorbeeld infiltratie in de bodem, afvoer naar open water en kortdurende berging op straat of in de openbare ruimte.

Hier volgt enige informatie over de extreme neerslaghoeveelheden uit de KNMI-publicatie 'De nieuwe statistiek voor extreme neerslag' (Wijngaard et al., 2005).

In de Tabel 3.1 zijn de neerslaghoeveelheden en de overschrijdingsfrequenties van de neerslaghoeveelheden, gebaseerd op de volledige regenwaarnemingsreeks van De Bilt, weergegeven.

	uren				dagen			
	4	8	12	24	2	4	8	9
10x per jaar	9	12	13	15	19	-	-	-
5x per jaar	12	15	17	21	26	33	43	45
2x per jaar	16	20	23	28	35	45	61	64
1x per jaar	21	24	27	33	41	52	71	75
1x per 2 jaar	25	29	32	39	48	60	81	86
1x per 5 jaar	31	36	40	47	58	71	94	99
1x per 10 jaar	36	41	46	54	65	80	103	109
1x per 20 jaar	41	47	52	61	73	89	113	118
1x per 25 jaar	43	49	54	63	75	91	115	121
1x per 50 jaar	49	56	61	71	84	100	124	130
1x per 100 jaar	55	62	68	79	92	109	133	138
1x per 200 jaar	61	69	75	87	101	118	141	146
1x per 500 jaar	71	79	86	98	113	130	152	156
1x per 1000 jaar	78	88	95	108	123	140	159	163

Belangrijke websites met informatie over klimaat en water/riolering:

- www.uvw.nl
- www.knmi.nl
- www.riool.info

3.1.2 Ontwikkeling inrichting bovengrondse ruimte

De zorg voor de riolering krijgt steeds meer raakvlakken met de inrichting van de bovengrondse ruimte. Van oudsher is er de relatie met het wegbeheer. Je moet door het wegdek heen om bij de riolering te komen, als die onder de weg is gelegen. Daarnaast voeren de meeste wegen en pleinen de daarop vallende neerslag af naar de riolering.

Maar er komen steeds meer raakvlakken: als we hemelwater bovengronds gaan afvoeren, is het noodzaak om dat goed met de afdeling Ruimtelijke Ordening te overleggen. De hemelwatergoten die bovengronds zorgen voor de afvoer van hemelwater moeten wel zodanig worden uitgevoerd dat ze geen obstakels vormen voor bijvoorbeeld rollators. Het kan immers lastig zijn om met een rollator een goot te passeren.

Drempels in wegen kunnen invloed hebben op de afstroming van hemelwater. Ook de komst van wadi's heeft zijn invloed op de bovengrondse ruimte: boven een wadi moet je geen speelplaats projecteren. Een wadi is een laagte in het maaiveld waarin het regenwater zich kan verzamelen en

Tabel 3.1 Neerslaghoeveelheden in millimeters voor verschillende uren (van vier uur tot negen dagen) en de overschrijdingsfrequenties

Bron: (Wijngaard, J., KNMI, Kok, M., HKV Lijn in water, Smits, I., KNMI, Talsma, M., STOWA, 2005, Nieuwe statistiek voor extreme neerslag, H₂O, Tijdschrift voor watervoorziening en waterbeheer, 38ste jaargang no 6, 25 maart 2005.)

ACTIVERINGSVRAAG:

Ga in je eigen gemeente na of en zo ja hoe er wordt geanticipeerd op klimaat (bekijk de website van je gemeente, bel op naar een informatiebalie...)

in de bodem kan infiltreren. Meestal is een wadi beplant met gras of biezen. Een wadi helpt verdroging van de bodem tegen te gaan, vormt een buffer bij overvloedige regenval, en draagt bij aan de zuivering van het water.

Hoe de bovengrondse ruimte wordt ingericht, heeft zijn invloed op het kunnen bergen en vasthouden van hemelwater. Veel aaneengesloten verhard oppervlak zorgt voor een snelle afvoer van hemelwater, veel groen maakt het mogelijk om hemelwater vertraagd af te voeren. De inrichting van de bovengrondse ruimte heeft dus behoorlijke invloed op het functioneren van de riolering. Bij het ontwerp en bij het beheer moet je daar rekening mee houden.

Al jarenlang zien we een toename van de hoeveelheid verhard oppervlak. Dat leidt tot een zwaardere belasting van de riolering.

Ook zien we dat het toegankelijk maken van winkels en andere gebouwen voor minder validen, zorgt voor een groter risico voor wateroverlast. Veel drempels en stoepanden zijn verdwenen, de openbare ruimte is "platgeslagen". Hierdoor stroomt bij hevige regen het water makkelijker de winkels binnen dan voorheen. De riolering krijgt dan vaak de "schuld", maar het eigenlijke probleem ligt in de inrichting van de openbare ruimte.

3.2 Beleidsontwikkelingen

In deze paragraaf beginnen we met Europese regelgeving, omdat veel van onze nationale wet- en regelgeving uit Europa afkomstig is. Hiërarchisch gezien staat Europese regelgeving ook boven nationale en lokale regelgeving.

Na de Europese regelgeving komt een aantal voor de riolering belangrijke nationale en lokale wetten aan de orde en wordt gekeken naar beleidsontwikkelingen, planvormen en normering.

3.2.1 Wet- en regelgeving

Europese richtlijn Stedelijk Afvalwater

Het doel van de richtlijn stedelijk afvalwater (91/271/EEG, 21 mei 2001) is het beschermen van het milieu tegen de nadelige gevolgen van het opvangen, de behandeling en de lozing van stedelijk afvalwater (huishoudelijk, deels industrieel afvalwater en afvloeiend hemelwater) en de behandeling en lozing van afvalwater van bepaalde bedrijfstakken. Ook riooloverstorten vallen onder de werking van de richtlijn.

De hoofdlijnen zijn:

- alle agglomeraties zijn verplicht voorzien van een opvangsysteem voor stedelijk afvalwater. Voor 31 december 2000 voor agglomeraties met meer dan 15.000 i.e.² en voor 31 december 2005 voor agglomeraties met 2000 tot 15.000 i.e. Kwetsbare gebieden eerder (1998);
- eisen aan opvangsysteem zijn vastgelegd in een bijlage van de richtlijn;
- het opvangen stedelijke afvalwater moet voor lozing worden onderworpen aan een secundaire behandeling of gelijkwaardig proces. De hiervoor gebruikte waterzuiveringsinstallaties moeten voldoen aan de eisen in de bijlage van de richtlijn;
- indien mogelijk dient gezuiverd afvalwater te worden hergebruikt. Nadelige gevolgen daarvan voor het milieu moeten minimaal zijn.

De implementatie van deze richtlijn is voornamelijk gebeurd in de Wet verontreiniging oppervlaktewateren en de Wet milieubeheer (d.i. de verankering van de Europese richtlijn in het Nederlandse wet- en regelsysteem).

² i.e. staat voor inwonerequivalent.

Europese Kaderrichtlijn Water

Een goede waterkwaliteit vinden we belangrijk in Nederland. Omdat water zich weinig aantrekt van landsgrenzen, zijn internationale afspraken nodig.

Daarom is sinds eind 2000 de Europese Kaderrichtlijn Water van kracht (Richtlijn nr. 2000/60/EG van het Europees Parlement en de Raad van de Europese Unie van 23 oktober 2000 tot vaststelling van een kader voor communautaire maatregelen betreffende het waterbeleid (PbEG L 327) (zie ook www.kaderrichtlijnwater.nl). Die moet ervoor zorgen dat de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater in Europa in 2015 op orde is.

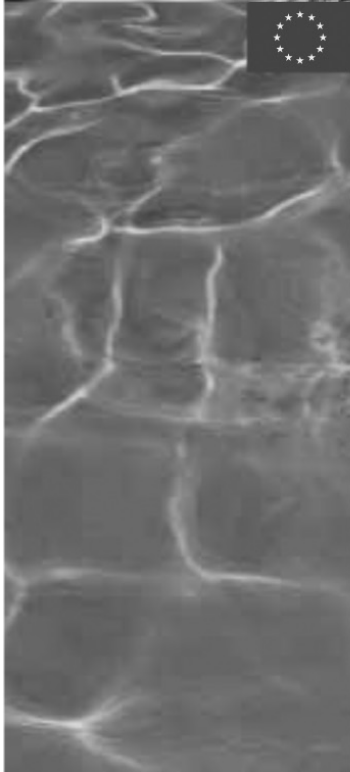


De kaderrichtlijn Water

In ieders belang!



Europese Commissie



Figuur 3.2 Brochure KRW

Kernelementen van de wetgeving zijn:

- de bescherming van alle wateren – rivieren, meren, kustwateren en grondwateren;
- het stellen van ambitieuze doelen, om ervoor te zorgen dat alle wateren in het jaar 2015 de 'goede toestand' hebben bereikt;
- de verplichting tot grensoverschrijdende samenwerking tussen landen en tussen alle betrokken partijen;
- ervoor zorgen dat alle belanghebbenden, met inbegrip van Niet Gouvernementele Organisaties en lokale gemeenschappen, actief deelnemen aan activiteiten op het gebied van waterbeheer;
- de verplichting van het voeren van een waterprijsbeleid en ervoor zorgen dat de vervuiler betaalt;
- het in evenwicht houden van de milieubelangen en de belangen van zij die afhankelijk zijn van het milieu.

De Kaderrichtlijn heeft niet direct gevolgen voor de rioleringszorg, maar wel indirect. Per stroomgebied zal een visie worden opgesteld en zal een aanpak worden geformuleerd voor het op orde brengen van het watersysteem. De waterschappen werken dit weer uit in deelstroomgebiedvisies. Om aan de eisen voor waterkwaliteit te kunnen voldoen, worden eisen gesteld aan de lozingen op de water- en grondwaterlichamen. Ook vanuit riolering wordt op de waterlichamen geloosd. Een belangrijk punt is de lozing vanuit "diffuse" bronnen. Dit zijn lozingen die zeer verspreid over een gebied plaatsvinden, zoals de uitloging van bouwmaterialen, de afspoeling van onkruidbestrijdingsmiddelen, etc. Omdat het transport van deze verontreiniging veelal via de (hemel)waterriolering plaatsvindt, hebben we ook daarmee te maken.

Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken

Een belangrijke ontwikkeling in nationale wet- en regelgeving is het per 1-1-2008 van kracht worden van de Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken (Tweede Kamerdossier 30578). Deze wet blijft niet als zelfstandige wet bestaan, maar is de titel van een wet tot wijziging van drie bestaande wetten: de gemeentewet, de wet milieubeheer en de wet op de waterhuishouding.

Kenmerken:

- een nieuwe rioolheffing in de Gemeentewet die een belasting is en geen retributie meer. Een retributie is de vergoeding van een dienst die de overheid presteert ten voordele van de heffingsplichtige. Op dit punt verschilt zij van een belasting, waar geen onmiddellijke concrete tegenprestatie tegenover staat. Dit is juridisch steviger waardoor er naar verwachting minder juridische procedures zullen worden gevoerd. Gemeenten hebben hierdoor de mogelijkheid om ook de kosten van collectieve voorzieningen voor de zorgplichten te verhalen op de burgers en bedrijven in de gemeente;
- mogelijkheid om één (voor afvalwater, hemelwater en grondwater gezamenlijk) of twee heffingen voor a) afvalwater en b) hemelwater en grondwater (in de Gemeentewet);
- zorgplicht voor stedelijk afvalwater (in de Wet milieubeheer);
- zorgplichten voor afvloeiend hemelwater en voor het treffen van maatregelen om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken (in de Wet op de waterhuishouding);
- een voorkeursvolgorde voor het omgaan met afvalwater (in de Wet milieubeheer);
- de mogelijkheid voor de gemeenteraad om bij verordening regels te stellen voor het omgaan met hemelwater en grondwater (in de Wet milieubeheer);
- de mogelijkheid om onder voorwaarden in plaats van riolering, gebruik te maken van IBA's³ (in de Wet milieubeheer).

³ IBA d.i. een inrichting voor individuele behandeling van afvalwater.

Zorgplicht voor stedelijk afvalwater

Artikel 10.33

1. De gemeenteraad of burgemeester en wethouders dragen zorg voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater dat vrijkomt bij de binnen het grondgebied van de gemeente gelegen percelen, door middel van een openbaar vuilwaterriool naar een inrichting als bedoeld in artikel 15a van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren.
2. In plaats van een openbaar vuilwaterriool en een inrichting als bedoeld in het eerste lid kunnen afzonderlijke systemen of andere passende systemen in beheer bij een gemeente, waterschap of een rechtspersoon die door een gemeente of waterschap met het beheer is belast, worden toegepast, indien met die systemen blijkens het gemeentelijk rioleringsplan eenzelfde graad van bescherming van het milieu wordt bereikt.
3. Op verzoek van burgemeester en wethouders kunnen gedeputeerde staten in het belang van de bescherming van het milieu ontheffing verlenen van de verplichting, bedoeld in het eerste lid, voor:
 - a. een gedeelte van het grondgebied van een gemeente, dat gelegen is buiten de bebouwde kom, en
 - b. een bebouwde kom van waaruit stedelijk afvalwater met een vervuilingswaarde van minder dan 2000 inwonerequivalenten wordt geloosd.
4. De ontheffing bedoeld in het derde lid kan, indien de ontwikkelingen in het gebied waarvoor de ontheffing is verleend daartoe aanleiding geven, door gedeputeerde staten worden ingetrokken. Bij de intrekking wordt aangegeven binnen welke termijn in inzameling en transport van stedelijk afvalwater wordt voorzien.

Zorgplicht voor afvloeiend hemelwater en grondwatermaatregelen

Wet op de waterhuishouding artikel 9a

1. De gemeenteraad of het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor een doelmatige inzameling van het afvloeiend hemelwater, voor zover van degene die zich daarvan ontdoet, voornemens is zich te ontdoen of zich moet ontdoen, redelijkerwijs niet kan worden gevergd het afvloeiend hemelwater op of in de bodem of in het oppervlaktewater te brengen
2. De gemeenteraad en het college van burgemeester en wethouders dragen tevens zorg voor een doelmatige verwerking van het ingezamelde hemelwater. Onder het verwerken van hemelwater kunnen in ieder geval de volgende maatregelen worden begrepen: de berging, het transport, de nuttige toepassing, het, al dan niet na zuivering, terugbrengen op of in de bodem of in het oppervlaktewater van ingezameld hemelwater, en het afvoeren naar een inrichting als bedoeld in artikel 15a van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren.

Wet op de waterhuishouding artikel 9b

1. De gemeenteraad of het college van burgemeester en wethouders dragen zorg voor het in het openbaar gemeentelijke gebied treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover het treffen van die maatregelen doelmatig is en niet tot de zorg van het waterschap of de provincie behoort.
2. De maatregelen, bedoeld in het eerste lid, omvatten mede de verwerking van het ingezamelde grondwater, waaronder in ieder geval worden begrepen de berging, het transport, de nuttige toepassing en het, al dan niet na zuivering, op of in de bodem of in het oppervlaktewater brengen van ingezameld grondwater, en het afvoeren naar een inrichting als bedoeld in artikel 15a van de Wet verontreiniging oppervlaktewateren.

Uit de Wet verankering en
bekostiging gemeentelijke
watertaken

Uit de Wet verankering en
bekostiging gemeentelijke
watertaken

Uiterlijk binnen vijf jaar na tijdstip inwerkingtreding (dus voor 2013), stelt de gemeenteraad een GRP vast waarin naast stedelijk afvalwater, ook hemelwater en grondwater hun plaats hebben.

(Veel) meer informatie is te vinden in de het tweede Kamerdossier over deze wet, op de site van Stichting RIONED, en in informatie van de VNG, zie "Van rioleringszaak naar gemeentelijke watertaak", www.vng.nl – beleidsvelden – milieu en water – water en riolering – in de praktijk – handreikingen/publicaties.

Waterwet

Een andere belangrijke ontwikkeling is de totstandkoming van de **Waterwet** (Tweede Kamerdossier 30818). De Waterwet regelt straks het beheer van oppervlaktewater en grondwater, en verbetert ook de samenhang tussen waterbeleid en ruimtelijke ordening. Daarnaast levert de Waterwet een flinke bijdrage aan kabinetsdoelstellingen zoals vermindering van regels, vergunningstelsels en administratieve lasten.

De Waterwet vervangt de bestaande wetten voor het waterbeheer in Nederland:

- wet op de waterhuishouding;
- wet op de waterkering;
- grondwaterwet;
- wet verontreiniging oppervlaktewateren;
- wet verontreiniging zeewater;
- wet droogmakerijen en indijkingen (Wet van 14 juli 1904);
- wet beheer rijkswaterstaatswerken (het zogenaamde 'natte gedeelte');
- waterstaatswet 1900;
- wrakkenwet (via invoeringswetgeving wordt ook deze mogelijk geïntegreerd).

Ook verhuist de saneringsregeling voor waterbodems van de Wet bodembescherming naar de Waterwet. Meer informatie is te vinden via www.waterwet.nl of www.helpdeskwater.nl.

Wet Informatievoorziening Ondergrondse Netwerken (WION)

Netbeheerders en grondroerders moeten wettelijk gaan voldoen aan het nieuwe stelsel van verplichte kabel- en leidingeninformatieregistratie en liggingconsultatie bij voorgenomen graafwerkzaamheden. Dit heeft behoorlijke consequenties voor beheerders van kabel- of leidingnetwerken en dus ook voor rioleringsbeheerders. De gegevens van de riolering moeten op orde zijn.

Lozingen

De overheid is bezig met het vervangen van individuele voorschriften met vergunningen door zoveel mogelijk algemene regels.

De algemene regels voor lozingen zijn of worden opgenomen in een drietal regelingen:

- 1 besluit lozing afvalwater huishoudens (1-1-2008);
- 2 activiteitenbesluit voor lozingen vanuit inrichtingen (1-1-2008);
- 3 besluit lozingen vanuit niet-inrichtingen (in ontwikkeling).



Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden



Jaargang 2007

468

Besluit van 15 november 2007, houdende regels met betrekking tot het lozen vanuit particuliere huishoudens (Besluit lozing afvalwater huishoudens)

Wij Beatrix, bij de gratie Gods, Koningin der Nederlanden, Prinses van Oranje-Nassau, enz. enz. enz.

Op de voordracht van de Staatssecretaris van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer van 21 maart 2006.

1 Het Besluit lozing afvalwater huishoudens richt zich op de lozingen van huishoudelijk afvalwater. Het besluit vervangt onder meer het oude Lozingenbesluit bodembescherming en het Lozingenbesluit Wvo huishoudelijk afvalwater.

Het besluit bevat algemene regels voor het lozen van afvalwater door particulieren. Dat betekent dat huishoudens geen vergunning of ontheffing nodig hebben om hun afvalwater te lozen. Het gaat dan over bijvoorbeeld het afvalwater van de wc, keuken en badkamer, hemelwater (regen, sneeuw, hagel), water dat gebruikt wordt voor het wassen van de auto of het schoonspoelen van de vuilcontainer, grondwater dat wordt verzameld en geloosd om grondwateroverlast te voorkomen, water uit een zwembad in de tuin, dat ververst moet worden etc.

Voor het lozen van de meeste gebruikelijke afvalwaterstromen stelt het besluit geen concrete voorschriften. Wel geldt een zogenaamde zorgplichtbepaling. Die geeft aan dat bij de lozing de nadelige gevolgen voor de kwaliteit van de bodem en het oppervlaktewater zoveel mogelijk moeten worden beperkt. Ook mag de doelmatige werking van de riolering en afvalwaterzuivering niet worden belemmerd. Zo mogen bijvoorbeeld verfstoffen niet worden geloosd, maar moeten deze als klein chemisch afval worden afgevoerd.

Het bevoegd gezag (gemeente of waterschap, afhankelijk of de lozing op riolering, bodem of oppervlaktewater plaatsvindt) dat verantwoordelijk is voor de kwaliteit van het oppervlaktewater, kan maatwerkvoorschriften stellen om de vangnetbepaling te concretiseren. Neem bijvoorbeeld een huis waarvan het dak gemaakt is van onbehandeld metaal. Door uitloging kan dan bij regen milieuschade ontstaan. Het waterschap kan in een dergelijk geval een maatregel voorschrijven waardoor ofwel de uitloging beperkt wordt, ofwel de uitgeloopte stoffen worden tegengehouden.

2 Het Activiteitenbesluit richt zich vooral op lozingen vanuit bedrijven.

Alle lozingen vanuit bedrijven in oppervlaktewater, bodem en rioolstelsels worden met dit besluit geregeld. Daarbij zijn de regels geordend vanuit het gezichtspunt van het bedrijf en niet meer vanuit het gezichtspunt van de overheid. Het besluit is gebaseerd op de Wet milieubeheer en de Wvo, die vervangen gaan worden door de Waterwet. Bovendien is in het Activiteitenbesluit een gedeelte van het hemelwaterbeleid verankerd, zoals dat in 2004 is vastgesteld.

Het Activiteitenbesluit maakt onderscheid tussen directe en indirecte lozingen.

Bij directe lozingen wordt het afvalwater direct in het milieu (oppervlaktewater of bodem) geloosd.

Indirecte lozingen zijn onder te verdelen in lozingen in een schoonwaterriool en een vuilwaterriool. Zie voor meer informatie www.infomil.nl dossier Activiteitenbesluit.

3 In 2008 wordt het Besluit lozing afvalwater vanuit niet-inrichtingen opgesteld. Deze algemene regels zijn onder andere belangrijk voor lozingen uit overstorten en regenwateruitlaten.

Meer informatie vind je op www.minvrom.nl –onderwerp water-afvalwater.

Waterschap: De Keur

Het waterschap heeft de mogelijkheid om voor haar gebied lokale regels vast te stellen (binnen het kader van de nationale en provinciale regels). Deze regels worden vastgelegd in een verordening. Bij het waterschap is de Keur een belangrijke verordening waarin regels staan voor werken op en langs het water. De Keur heeft een wettelijke status, vergelijkbaar met bijvoorbeeld de Algemene Plaatselijke Verordening van een gemeente. Voor de riolering is de Keur belangrijk omdat riolering via overstorten en regenwateruitlaten op het oppervlaktewater loost. Daarbij moet worden voldaan aan regels uit de Keur.

Gemeente: Verordeningen

De gemeente heeft een Algemene Plaatselijke Verordening, de APV. Hierin staan regels waaraan iedereen binnen de gemeente zich moet houden. Sommige gemeenten hebben regels opgenomen over wat je wel en niet mag doen in gebieden met gescheiden riolering (bijvoorbeeld een autowasverbod).

Met ingang van 1-1-2008 hebben de gemeenten de mogelijkheid om op basis van de Wet milieubeheer artikel 10.32a bij verordening regels te stellen aan het lozen van hemel- en grondwater. Dit kan belangrijk zijn voor gebieden waar veel wordt afgekoppeld. Ook kan in de verordening een termijn worden opgenomen waarbinnen lozingen van hemelwater op vuilwaterriool (gemengde riolering) moeten worden beëindigd.

Voor de aansluiting van woningen en bedrijven op riolering kan een gemeente een "aansluitverordening" opstellen. Zie hiervoor de Leidraad Riolering, module aansluiting op riolering.

In de gemeentelijke bouwverordening zijn bepalingen opgenomen over het aanwezig zijn van riolering in bouwwerken.

ACTIVERINGSVRAAG:

Kijk welke verordeningen jouw gemeente heeft en wat er in staat met betrekking tot riolering.

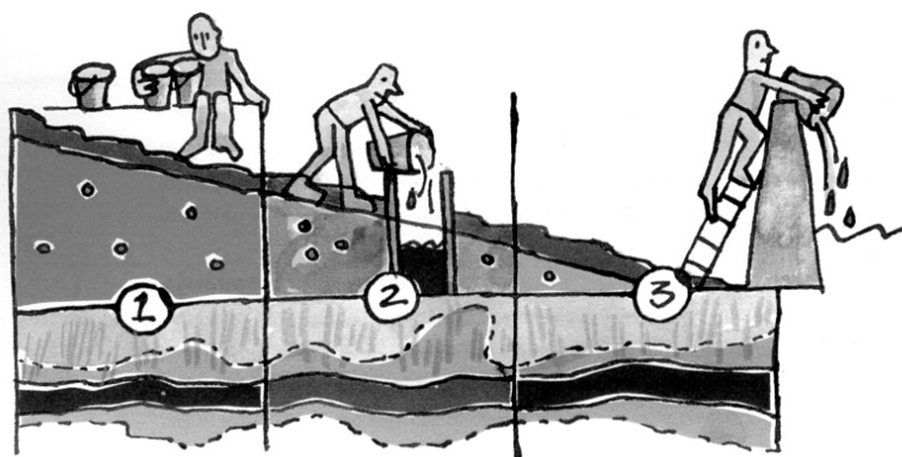
Tot slot kan een gemeente een rioolrechtverordening hebben op basis van artikel 229 Gemeentewet (tot 1-1-2010) of 228a Gemeentewet (vanaf 1-1-2008). In deze verordening staat wie rioolrecht moet betalen en hoeveel.

3.2.2 Beleid en plannen

In 1995 stegen de rivierwaterstanden door hevige regenval en erg snelle afvoer van die neerslagpieken tot gevaarlijke hoogten. Grote gebieden werden toen geëvacueerd. De waterhuishouding in Nederland bleek niet op orde. In de toekomst moet toegewerkt worden naar een natuurlijker en veerkrachtiger watersysteem (Waterbeheer 21e eeuw).

Mede daardoor is de gedachte ontstaan dat we het regenwater eerst moeten vasthouden, daarna moeten bergen en pas als laatste mogen afvoeren. Dit zorgt voor een vertraagde afvoer van vallende neerslag en voor een uitdemping van neerslagpieken.

Figuur 3.3 Trits Vasthouden-Bergen-Afvoeren



Nationaal Bestuursakkoord Water

In 2003 is het *Nationaal Bestuursakkoord Water* gesloten tussen het Rijk, het Samenwerkingsverband Interprovinciaal Overleg, de VNG en de Unie van Waterschappen. Met het NBW leggen de overheden vast op welke wijze, met welke middelen en langs wel tijdspad zij gezamenlijk de grote wateropgave voor Nederland in de 21^e eeuw willen aanpakken.

Het NBW heeft tot doel om in 2015 het watersysteem op orde te hebben en daarna op orde te houden anticiperend op veranderende omstandigheden, zoals onder andere de verwachte klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en toename van verhard oppervlak.

Openingszinnen NBW:

“In de aard en omvang van de nationale waterproblematiek doen zich structurele veranderingen voor. Klimaatveranderingen, zeespiegelstijging, bodemdaling en verstedelijking maken een nieuwe aanpak in het waterbeleid noodzakelijk. In februari 2001 sloten daarom Rijk, Interprovinciaal Overleg, Unie van Waterschappen en Vereniging van Nederlandse Gemeenten de Startovereenkomst Waterbeleid 21^e eeuw. Daarmee werd de eerste stap gezet in het tot stand brengen van de noodzakelijke gemeenschappelijke aanpak. Twee jaar later worden de resultaten van die samenwerking en van voortschrijdende kennis en inzicht neergelegd in dit Nationaal Bestuursakkoord Water, hierna te noemen NBW”.

Slotzinnen:

Tot slot

“Met de opstelling van dit NBW onderstrepen de ondertekende partijen het belang van een gezamenlijke en integrale aanpak van water en het bieden van meer ruimte voor water. Dit NBW levert een belangrijke bijdrage aan het bewust worden van de oorzaken, van de omvang en de urgentie van de waterproblematiek. Partijen hebben er alle vertrouwen in dat de uitvoering van dit akkoord voortvarend wordt aangepakt. Ondertekening van dit akkoord is een belangrijke stap richting een Nederland dat leeft met water!!!”

Voor riolering is vooral de Stedelijke Wateropgave van belang, gericht op het voorkomen van wateroverlast, onder andere door een te beperkte afvoer van regenwater.

Artikel 4 Stedelijke wateropgave

Wateroverlast kan ontstaan vanuit oppervlaktewater dat buiten de oevers treedt, alsook door een te beperkte afvoer van regenwater van verharde oppervlakten en vanuit het grondwater. Partijen onderkennen de noodzaak om dit in beeld te brengen:

- Gemeenten en waterschappen stellen vóór de eerste helft van 2006 gemeentelijke waterplannen op (incl. de basisinspanning riolering, mogelijke optimalisaties en de grondwaterproblematiek), voor zover dit uit oogpunt van tenminste de wateroverlastproblematiek door partijen noodzakelijk wordt gevonden. Bij het opstellen van de plannen zal overleg met de provincie worden gevoerd. Partijen houden daarbij rekening met de ruimteclaim voortvloeiend uit de toepassing van de (werk)normen en geven de samenhang met de deelstroomgebiedsvisie aan. UvW en VNG stellen hiervoor een format op.
- Door de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) wordt in 2003 een advies voorbereid voor de verdeling van de verantwoordelijkheden en bevoegdheden met betrekking tot grondwater. Het Rijk zal dit advies betrekken bij de opstelling van betreffende wet- en regelgeving. VNG en UvW stellen uiterlijk in 2005 bestuurlijke spelregels vast met betrekking tot de aanpak van de stedelijke grondwaterproblematiek.

In artikel 4 van het NBW over de Stedelijke Wateropgave wordt gesproken over het indien gewenst opstellen van Waterplannen, waarin ook het functioneren van de riolering een plek heeft. In artikel 16 over Communicatie is het volgende afgesproken:

“Provincies, gemeenten, waterschappen en het Rijk spannen zich in de burgers en bedrijven duidelijk te informeren over de mogelijkheden van beperking van wateroverlast als gevolg van inundatie uit het oppervlaktewater, hemelwater, de riolering en het grondwater, wat ter zake van

ACTIVERINGSVRAAG:

Heeft jouw gemeente een gemeentelijk waterplan en zo ja, wat wordt daar zo al in behandeld?

hen wordt verwacht, welke schaderegelingen er bestaan en hoe de verantwoordelijkheden van burgers, bedrijven en overheden zijn verdeeld. Organisatorisch wordt gestreefd naar één loket per regio. "

Herijking regenwaterbeleid ministerie van VROM

In het Tweede Kamerdossier 29866 (zie www.overheid.nl -officiële publicaties) is op 21 juni 2004 de brief over de herijking van het regenwaterbeleid aan de Kamer gezonden. In deze beleidsbrief wordt aangegeven dat in het nieuwe regenwaterbeleid vier pijlers centraal staan:

- 1 aanpak bij de bron: het voorkomen van verontreiniging van regenwater;
- 2 regenwater vasthouden en bergen;
- 3 regenwater gescheiden van afvalwater afvoeren;
- 4 integrale afweging op lokaal niveau.

Naast deze pijlers zijn drie bestuurlijke uitgangspunten aangegeven:

- 1 doelmatigheid van maatregelen;
- 2 de verantwoordelijkheden van de verschillende partijen worden duidelijk geformuleerd;
- 3 gemeente is regisseur.

Bestuursakkoord Waterketen

In juli 2007 is het Bestuursakkoord Waterketen gesloten. Dit akkoord bevat afspraken die leiden tot versterking en verdere stimulering van het bottom-up samenwerkingsproces tussen gemeenten (rioleringszorg), drinkwaterbedrijven en waterschappen (afvalwaterzuivering). Resultaat van deze afspraken moet zijn dat de doelmatigheid en transparantie van de uitvoering van de genoemde taken wordt vergroot. In het bestuursakkoord wordt onderkend dat lastenstijgingen als gevolg van met name investeringen ter vermindering van het risico op wateroverlast en verbetering van de waterkwaliteit nodig zullen zijn. Het gezamenlijk streven dient er echter op gericht te zijn deze lastenstijging zoveel mogelijk te beperken (*minder* meer-kosten) door doelmatiger te werken. Een besparing van 10-20% in tien jaar zou haalbaar moeten zijn.



Bestuursakkoord Waterketen 2007 ('BWK-2007')



Den Haag
5 juli 2007

Plannen

Riolering is onderdeel van de gemeentelijke infrastructuur en daarmee van de gemeentelijke leefomgeving.

Voor de beleidsvelden water, ruimtelijke ordening en milieu bestaan veel plannen. Een aantal hiervan is wettelijk geregeld. Daarnaast wordt in de praktijk gebruik gemaakt van een veelheid aan vrijwillige plannen en nota's. In onderstaand overzicht zijn de belangrijkste planvormen aangegeven. Hierna zal apart worden ingegaan op een aantal "plannen" (cursief aangegeven) uit deze tabel die voor de rioleringszorg een speciale betekenis hebben.

Tabel 3.2 Planvormen voor de beleidsvelden ruimtelijke ordening, water en milieu

Plantype	→ Ruimtelijke Ordening	→ Waterbeheer	→ Milieubeheer
Nationaal Strategisch	Nota Ruimtelijke Ordening Planologische Kern Beslissing (PKB)	Nota waterhuis-houding	Nationaal Milieubeleidsplan
Nationaal Operationeel		Beheersplan Rijkswateren	Nationaal Milieuprogramma
Provinciaal Strategisch	Streekplan	Provinciaal Waterhuishoudingsplan	Provinciaal Milieubeleidsplan
Provinciaal Operationeel		Grondwaterplan	Provinciaal milieuprogramma Grondwaterbeschermingsplan
Regionaal Strategisch (waterschap)		Deelstroomgebiedplan Waterbeheersplan Watersysteemvisie Waterketenvisie	
Regionaal Operationeel (waterschap)		<i>Optimalisatie Afvalwatersysteem (OAS)</i>	
Gemeentelijk Strategisch	Structuurplan Bestemmingsplan	<i>Gemeentelijk Rioleringsplan Waterplan</i>	Gemeentelijk milieubeleidsplan
Gemeentelijk Operationeel		Rioleringsplan buitengebied <i>Afkoppelplan, Afkoppelkansenkaart Basisrioleringsplan Baggerplan Afalwaterakkoord</i>	

Gemeentelijk Rioleringsplan

Het gemeentelijk rioleringsplan is wettelijk verplicht op grond van de Wet milieubeheer.

Bij het begin van de planverplichting in 1993 is in de Leidraad Riolering een voorbeeld inhoudsopgave met voorbeeld GRP opgenomen. Omdat verreweg de meeste gemeenten nu al een aantal keer een GRP hebben gemaakt, kan het GRP ook een écht gemeentelijk plan worden. In de laatste wijziging van de GRP-module in de Leidraad Rioleringsplan is daarom geen voorbeeld inhoud meer gegeven, maar is veel meer vanuit de functies die planvorming (en dus een GRP) kan hebben, geredeneerd.

De volgende functies worden daarbij aangegeven:

- 1 het kader voor invulling van de rioleringszorg; Hoe gaan we het als gemeente de komende planperiode doen;
- 2 interne afstemming van rioleringsbeleid met overige gemeentelijke beleidsvelden en taken (bouwen woningtoezicht, milieu, openbare ruimte, financiën);
- 3 externe afstemming van het rioleringsbeleid met andere overheden (waterbeheerder, provincie);
- 4 continuïteit in rioleringsbeleid in het algemeen en voortgangsbewaking in het bijzonder; hoe ver zijn we nu met het bereiken van onze doelen.

Artikel 4.22

1. De gemeenteraad stelt telkens voor een daarbij vast te stellen periode een gemeentelijk rioleringsplan vast.
2. Het plan bevat ten minste:
 - a. een overzicht van de in de gemeente aanwezige voorzieningen voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater als bedoeld in artikel 10.33, alsmede de inzameling en verdere verwerking van afvloeiend hemelwater als bedoeld in artikel 9a van de Wet op de waterhuishouding, en maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, als bedoeld in artikel 9b van laatstgenoemde wet en een aanduiding van het tijdstip waarop die voorzieningen naar verwachting aan vervanging toe zijn;
 - b. een overzicht van de in de door het plan bestreken periode aan te leggen of te vervangen voorzieningen als bedoeld onder a;
 - c. een overzicht van de wijze waarop de voorzieningen, bedoeld onder a en b, worden of zullen worden beheerd;
 - d. de gevolgen voor het milieu van de aanwezige voorzieningen als bedoeld onder a en van de in het plan aangekondigde activiteiten;
 - e. een overzicht van de financiële gevolgen van de in het plan aangekondigde activiteiten.
3. Indien in de gemeente een gemeentelijk milieubeleidsplan geldt, houdt de gemeenteraad met dat plan rekening bij de vaststelling van een gemeentelijk rioleringsplan.

Artikel 4.23

1. Het gemeentelijke rioleringsplan wordt voorbereid door burgemeester en wethouders. Zij betrekken bij de voorbereiding van het plan in elk geval:
 - a. gedeputeerde staten,
 - b. de beheerders van de zuiveringstechnische werken waarnaar het ingezamelde afvalwater wordt getransporteerd, en
 - c. de beheerders van de oppervlaktewateren waarop het ingezamelde water wordt geloosd.
2. Zodra het plan is vastgesteld, doen burgemeester en wethouders hiervan mededeling door toezending van het plan aan de in het eerste lid, onder a tot en met c, genoemde instanties, en Onze Minister.
3. Burgemeester en wethouders maken de vaststelling bekend in één of meer dag- of nieuwsbladen die in de gemeente verspreid worden. Hierbij geven zij aan op welke wijze kennis kan worden gekregen van de inhoud van het plan.

In het GRP is het rioleringsbeleid voor de planperiode (die door de gemeenteraad wordt vastgesteld) weergegeven. Voor de beschrijving wordt de aanpak uit de Nederlandse Praktijkrichtlijn Buitenriolering Beheer (NPR 3220, zie par. 3.2.3) gehanteerd. Dat houdt ondermeer in dat beschreven wordt:

- wat is de gewenste situatie voor de riolering (welke doelen dient de riolering en welke eisen kunnen daaruit worden afgeleid);
- wat is er nu aan riolering aanwezig en hoe ziet dat eruit, hoe functioneert dat (in hoeverre worden de doelen nu gehaald);
- wat moet er nog worden gedaan om de gestelde doelen te kunnen bereiken;
- wat kost dat (welke middelen zijn er met het behalen van de doelen gemoeid).

Om een indruk te krijgen van wat er in een GRP aan de orde komt, is aansluitend een voorbeeld van de inhoudsopgave van een GRP gegeven.

ACTIVERINGSVRAAG:

Vraag in je eigen gemeente eens het GRP op en lees dat eens door. Kun je antwoord geven op de hierboven gegeven "w-vragen"?

Samenvatting

1 Inleiding

- 1.1 Aanleiding
- 1.2 Geldigheidsduur
- 1.3 Procedures
- 1.4 Leeswijzer en opbouwrapport

2 Evaluatie

3 Gewenste situatie

- 3.1 Inleiding
- 3.2 Verkenning omgeving en relatie met andere plannen
- 3.3 Beleidskeuzen stedelijk afvalwater, hemelwater en grondwater
- 3.4 Doelen voor de planperiode
- 3.5 Functionele eisen en maatstaven
- 3.6 Meetmethoden
- 3.7 Voorwaarden voor effectief rioleringsbeheer

4 Huidige situatie en toetsing

- 4.1 Inleiding
- 4.2 Stedelijk afvalwater
 - 4.2.1 Nog niet aangesloten bestaande bebouwing
 - 4.2.2 Afvoer en behandeling van stedelijk afvalwater
 - 4.2.3 Overzicht reeds aangelegde voorzieningen
 - 4.2.4 Toestand van de objecten
 - 4.2.5 Functioneren van de voorzieningen
- 4.3 Hemelwater
 - 4.3.1 Verwerking van hemelwater
 - 4.3.2 Overzicht van reeds aanwezige voorzieningen
 - 4.3.3 Toestand van de objecten
 - 4.3.4 Functioneren van de voorzieningen
- 4.4 Grondwater
 - 4.4.1 Inzicht grondwaterregime
 - 4.4.2 Overzicht van reeds aanwezige voorzieningen
 - 4.4.3 Klachten
 - 4.4.4 Overlast
 - 4.4.5 Gebruik van de voorzieningen

5 De opgave

- 5.1 Aanleg van voorzieningen
 - 5.1.1 Bij bestaande bebouwing
 - 5.1.2 Bij nieuwbouw
- 5.2 Beheer van bestaande voorzieningen
 - 5.2.1 Stedelijk afvalwater
 - 5.2.2 Hemelwater
 - 5.2.3 Grondwater

6 Organisatie en financiën

- 6.1 Personele middelen: te leveren arbeidsinspanning
- 6.2 Financiële middelen: kosten
- 6.3 Kostendekking

7 Conclusies en besluit

Ontwikkelingen in het GRP

Door de Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken, is de rioleringszorg verbreed. Dit zie je ook terug in het Gemeentelijk Rioleringsplan. Gemeenten hebben tot 2013 de tijd om een verbreed GRP op te stellen, waarin het stedelijk afvalwater, het afvloeiende hemelwater en grondwater een herkenbare plaats hebben.

Waterplan

De toegenomen aandacht voor water (*Waterbeheer 21^e eeuw, Nationaal Bestuursakkoord Water*) leidt tot veel waterplannen. In een waterplan leggen gemeenten en waterschappen hun gezamenlijke visie op de gewenste ontwikkeling van het water binnen de gemeente vast, zowel op korte (4 jaar) als langere termijn (> 15 jaar). Soms participeren de provincie of het waterleidingbedrijf ook. In tegenstelling tot het GRP is het waterplan niet wettelijk verplicht. Wel is in het Nationaal Bestuursakkoord Water in artikel 4 afgesproken dat als gemeenten en waterschappen het noodzakelijk vinden er een waterplan wordt opgesteld.

De VNG en de Unie van Waterschappen hebben in 2004 een "handreiking stedelijk waterplan" uitgebracht.

In deze handreiking wordt ingegaan op de uitgangspunten (doel, inhoud), op aandachtspunten voor het proces, en op de verschillende onderwerpen die aan bod kunnen komen (de modules waterkwantiteit, waterkwaliteit, water in de bebouwde omgeving, stedelijk grondwater, afvalwater en afkoppelen regenwater en beheer en onderhoud stedelijk water).

Het doel van een waterplan kan volgens deze handreiking zijn:

- *het verkrijgen van een gezamenlijke visie op het stedelijk waterbeheer, inclusief de plaats van het stedelijk water binnen de inrichting van het stedelijk gebied (strategische functie);*
- *het afstemmen van waterbeleid binnen de gemeente, tussen de gemeente en het waterschap en met andere partijen, zodat de stedelijke wateropgaven (inclusief de WB21- en KRW-beleidsuitgangspunten) gehaald worden tegen de laagst maatschappelijke kosten (tactische functie);*
- *het maken van concrete afspraken over ambities, maatregelen, de bekostiging daarvan en de doorwerking in de ruimtelijke ordening (operationele functie). Hiertoe kunnen operationele plannen onderdeel uitmaken van het waterplan.*

Op het lokale niveau dient het uiteindelijke accent gemaakt te worden. De VNG en UvW beschouwen het waterplan primair als strategisch document. Het bereiken van de laagst maatschappelijke kosten is een centraal uitgangspunt

Een waterplan is niet verplicht. In het Nationaal Bestuursakkoord Water is opgenomen dat een waterplan wordt opgesteld voor zover dit uit oogpunt van tenminste de wateroverlastproblematiek door partijen noodzakelijk wordt gevonden. In een waterplan kunnen ook afspraken worden vastgelegd hoe er binnen het stedelijke gebied met regenwater wordt omgegaan. Een aantal van de afgesproken maatregelen kunnen op riolering betrekking hebben. Die moeten dan worden opgenomen in het GRP.

Basisrioleringsplan

Volgens NEN 3300 "Buitenriolering – termen en definities" is een basisrioleringsplan een "Voor een vergunningaanvraag opgesteld document (tekening, toelichting en berekening) met de huidige situatie van de riolering en de uit te voeren verbeteringsmaatregelen". Vaak wordt ook nog een toekomstige situatie beschreven.

Het basisrioleringsplan vindt zijn formele rechtvaardiging in de Wvvo, waarin staat dat voor het lozen op oppervlaktewater een vergunning nodig is en dat aan die vergunning voorwaarden kunnen

worden verbonden. Om zo'n vergunning te verkrijgen, moet een gemeente een basisrioleringsplan opstellen. Er is geen vast format. Het is een belangrijk plan om grip te krijgen op het hydraulisch en milieutechnisch functioneren.

Onderdelen die aan de orde moeten komen zijn:

- toetsingskader;
- beschrijving huidige situatie;
- verbeteringsmaatregelen;
- beschrijving functioneren na verbeteringsmaatregelen.

Daarnaast worden door individuele waterschappen vaak aanvullende eisen gesteld, zoals:

- pompcapaciteiten nu en over 25 jaar;
- prognose aantal inwoners en bedrijven;
- af te voeren hoeveelheden afvalwater in de toekomst.

In 2008 komt een module Basisrioleringsplan in de Leidraad Riolering (zie ook par. 3.2.4) beschikbaar.

In het BRP kunnen maatregelen zijn afgesproken om het functioneren van de riolering te verbeteren. Deze maatregelen komen weer terug in het GRP. In het GRP kan ook de onderzoeksinspanning "het opstellen van een BRP" zijn opgenomen. Met de komst van de Waterwet zullen waarschijnlijk de overstortvergunningen worden vervangen door algemene regels. Het basisrioleringsplan zal nodig blijven om aan te tonen dat aan de algemene regels wordt voldaan.

Afkoppelplan / Afkoppelkansenkaart

Met afkoppelen wordt bedoeld: het ongedaan maken van een situatie waarin regenwater dat op verhard oppervlak (daken, wegen, trottoirs) valt wordt afgevoerd naar de gemengde riolering. Door af te koppelen wordt er minder (schoon) water naar de afvalwaterzuiveringsinrichting afgevoerd en zal er minder water overstorten naar oppervlaktewater.

Een afkoppelplan is niet verplicht. Het plan is gericht op het afkoppelen van regenwater en eventueel gebronneerd grondwater van de awzi. In een afkoppelplan worden de ins- en outs van afkoppelen beschreven. Dat betekent dat er aandacht is voor verontreiniging van regenwater door diffuse (verspreide) bronnen, voor de lozingsmogelijkheden van het afgekoppelde water, maar ook voor mogelijke uitvoeringsaspecten en de mogelijkheden om deelname en betrokkenheid bij de burgers te realiseren.

Een afkoppelkansenkaart heeft eveneens geen wettelijke status. Het is een tekening waarop is aangegeven in welke delen van de gemeente eenvoudig of minder eenvoudig kan worden afgekoppeld. Hierbij is er aandacht voor de geologische situatie en de ruimtelijke inrichting

Optimalisatie Afvalwatersysteem Studie (OAS)

Een Optimalisatie Afvalwatersysteem Studie is niet wettelijk verplicht. Bij een Optimalisatie Afvalwatersysteem Studie (O.A.S.) kijkt het waterschap (als beheerder van de afvalwaterzuiveringsinrichting) samen met de gemeente (of meerdere gemeenten) naar een verantwoorde opzet voor het rioolstelsel en de rioolwaterzuivering voor de laagste kosten. Het doelgebied van zo'n studie is het gebied dat een awzi "bestrijkt".

Bij het optimaliseren van een deel van de waterketen: het afvalwatersysteem, geldt een tweeledig doel:

- een optimaal afvalwatersysteem tegen de laagst maatschappelijke kosten;
- een totale minimale vuiluitworp naar het oppervlaktewater door de gemeentelijke rioolwateroverstorten en effluentlozing van de rioolwaterzuivering samen.

Bij een OAS kan worden onderzocht:

- of door centrale sturing met een systeem van regelbare kleppen de ruimte in het rioolstelsel optimaal is te benutten;
- of regenwater van 'verhard oppervlak' afgekoppeld kan worden? Hierdoor komt er minder regenwater in het systeem en hoeft dit schone regenwater niet gezuiverd te worden;
- of het 'pompregime' aangepast moet worden? Bij gescheiden rioolstelsels vermengt het regenwater zich niet met rioolwater, maar wordt het schone regenwater naar oppervlaktewater geleid;
- of er retentiemogelijkheden zijn. Door het afvalwater tijdelijk op te slaan en het op een gunstiger moment terug te leiden naar de rioolwaterzuivering worden piekafvoeren opgevangen.

Afvalwaterakkoord

"Het afvalwaterakkoord is een proces dat leidt tot een concreet en bestuurlijk gedragen uitkomst, waarin de afspraken over de afvalwaterketen zijn vastgelegd. Het akkoord kent vooralsnog geen wettelijke verplichting als basis. Indien het afvalwaterakkoord leidt tot nieuw beleid bovenop de wettelijk verplichte plannen (te weten het gemeentelijk rioleringsplan en het waterbeheersplan van het waterschap), dan moet dit beleid – net als deze wettelijk verplichte plannen – op lokaal democratische wijze (dus goedgekeurd door het algemeen bestuur) tot stand komen" (handreiking VNG/ UvW Afvalwaterakkoord).

Een afvalwaterakkoord is vaak de (bestuurlijke) bekrachtiging van een Optimalisatie Afvalwatersysteem Studie (OAS). Het heeft geen wettelijke status, maar is wel in de Rijksvisie op de Waterketen genoemd als een belangrijk instrument om afstemming tussen watersysteem en waterketen vast te leggen.

3.2.3 Normering

Met betrekking tot de riolering geldt in Nederland een aantal normen die worden uitgegeven door het Nederlands Normalisatie Instituut. Hieronder volgt een opsomming van de normen voor de buitenriolering die de afgelopen jaren ontwikkeld of doorontwikkeld zijn:

NEN 3300 – Buitenriolering termen en definities. Deze norm bevat een woordenlijst met definities over de buitenriolering.

NEN-EN 13508-1 en 2: 2003 nl (Toestand van de buitenriolering. Deel 1: Algemene eisen en deel 2: Coderingssysteem bij visuele inspectie). Deze norm regelt de codering van de waarnemingen die bij een inspectie worden gedaan.

NEN 3398: 2004 nl (Buitenriolering. Onderzoek en toestandsbeoordeling van objecten). Deze norm geeft eisen over onderzoek dat aan riolering wordt uitgevoerd en aan de beoordeling van de toestand van rioleringsonderdelen.

NEN 3399: 2004 nl (Classificatiesysteem bij visuele inspectie van objecten). Deze norm regelt welke codes uit NEN-EN13508 voor de Nederlandse situatie gelden en welke niet. Dat is belangrijk omdat dan elke inspecteur dezelfde taal spreekt.

Regels met betrekking tot de afval- en hemelwaterafvoer in gebouwen zijn opgenomen in het Bouwbesluit en de gemeentelijke bouwverordening.

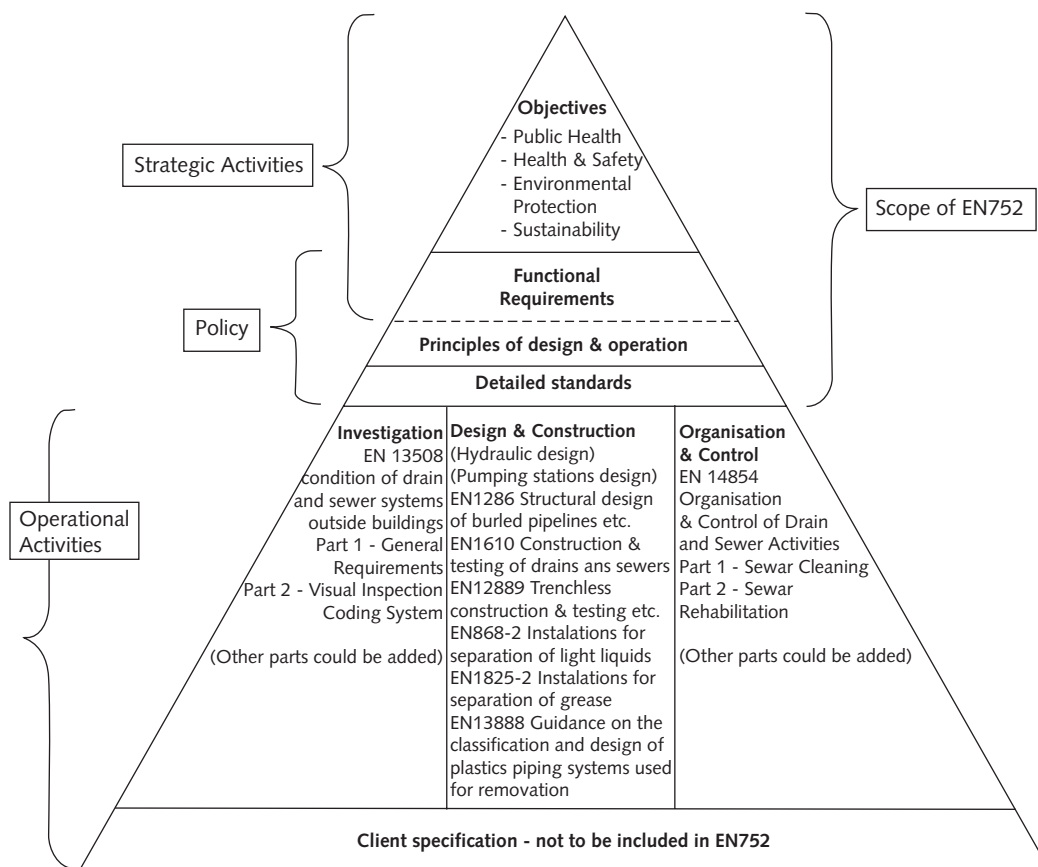
Vanaf 1987 kent de rioleringssector een praktijkrichtlijn (NPR 3220) voor het beheer van de riolering. De richtlijn is in 1994 geactualiseerd. Deze praktijkrichtlijn regelt de gemeentelijke rioleringszorg, geeft aanwijzingen hoe de beheerder met de riolering behoort om te gaan, hoe hij deze zorg organiseert, welke processen hij moet volgen, welke plannen er moeten worden gemaakt en hoe besluiten worden genomen. De richtlijn geeft ook aanwijzingen voor goed gegevensbeheer en de uitgangspunten voor software voor beheersystemen. Op deze richtlijn is de Leidraad Riolering mede gebaseerd, maar ook de systematiek van RAW en de overige Nederlandse normering.

NPR 3220 levert een kader voor het beheer van de riolering.

Al vanaf eind jaren negentig bestaat er voor de buitenriolering de Europese norm EN 752. Dit zeven-delige boekwerk omvat tenminste de inhoud van NPR 3220. Echter de norm is bij de regelgevende overheid, bij de rioleringsbeheerder en de ingenieursbureaus nauwelijks bekend. Laat staan dat volgens deze norm wordt gewerkt. EN 752 sloot bovendien weinig aan bij de Nederlandse praktijk. Daarom heeft Nederland het initiatief genomen om deze norm meer naar de Nederlandse situatie aan te passen.

NEN EN-752 is een **norm** en geen praktijkrichtlijn en geeft net als NPR 3220 een kader: alle normering op rioleringsgebied in Nederland en Europa valt in beginsel hieronder. De norm gaat daarmee veel verder dan de huidige NPR 3220. Vandaar dat het belang groot is.

Een belangrijk denkkader in deze norm is uitgedrukt in het zogenaamde piramidediagram.



Figuur 3.5 Denkkader NEN-EN 752

Het diagram schetst de verschillende rioleringsactiviteiten en geeft ook aan dat de basis van beheer het werken met doelen, functionele eisen en maatstaven is. Hierop wordt in hoofdstuk zeven nader ingegaan.

3.2.4 Leidraad Riolering

De Leidraad Riolering is een omvangrijk boekwerk waarin heel veel informatie over de rioleringszorg staat. De Leidraad Riolering is ontstaan in 1991 in de Rijksnotitie "Riolering - Naar een in het milieu-beheer functioneel inzamel en transportsysteem" (Vergaderjaar 1991-1992, TK 19826 nr. 18). Dit is de beleidsnotitie die ten grondslag heeft gelegen aan de planverplichting voor het GRP. In het plan van aanpak bij de notitie wordt de Leidraad toegezegd als hulpmiddel voor de gemeenten.

De Leidraad is bedoeld om technische en financieel/organisatorische aspecten van het rioleringsbeheer in brede zin te harmoniseren en afstemming voor lopende problemen te bewerkstelligen. Dit betekent dat de Leidraad moet worden gezien als een consensusrichtlijn.

Primair is de inhoud afgestemd op rol, taken en verantwoordelijkheden van gemeenten en waterbeheerders op operationeel niveau.

De Leidraad Riolering kent vier hoofdcategorieën:

- A: Bestuurlijke en juridische aspecten;
- B: Ontwerpgrondslagen;
- C: Operationeel Beheer;
- D: Middelen.

De vier categorieën geven een eerste ordening aan de onderwerpen van de modules.

Voorafgaand aan de moduleteksten is een wegwijzer opgenomen. Aan het eind van de Leidraad is een cumulatief trefwoordenregister opgenomen. Beide zijn bruikbare hulpmiddelen bij het zoeken naar een bepaald onderwerp.

De Leidraad Riolering wordt uitgegeven door Stichting RIONED, zie ook www.riool.net.

3.3 Technische ontwikkelingen

Naast de context- en beleidsontwikkelingen, zijn er natuurlijk ook technische ontwikkelingen die belangrijk zijn voor de riolering. Op het gebied van riolering vindt veel onderzoek plaats. Doorgaand onderzoek is nodig, omdat veel processen die in de riolering plaatsvinden, nog onbekend zijn. Omdat het beheer van riolering veel maatschappelijk geld kost, is doorgaand onderzoek nodig om dat geld ook zo efficiënt mogelijk te besteden.

Sinds een aantal jaren wordt er gemeten in de riolering. Op basis van de resultaten van de metingen en de analyse ervan zullen nieuwe ontwikkelingen plaatsvinden.

Belangrijk om te noemen is het CAPWAT onderzoek. Veel persleidingen blijken hun ontwerpafvoercapaciteit niet te halen ten gevolge van verhoogde weerstand in het systeem. Hieraan kunnen diverse oorzaken ten grondslag liggen. Een uitgebreide inventarisatie bracht aan het licht dat lucht en/of gasinsluitingen een belangrijk aandeel van deze extra verliezen voor hun rekening nemen. De huidige toegepaste formules voor gasbellen in transportleidingen zijn maar beperkt toepasbaar en geven geen antwoord op diverse ontwerp vragen. Het in 2003 gestarte onderzoeksprogramma CAPWAT richt zich op het gedrag en de invloed van gasbellen op de afvoercapaciteit en het energieverlies met als doel te komen tot betere ontwerpregels en een effectievere bedrijfsvoering.

Ook belangrijk zijn de ontwikkelingen op materiaalgebied: nieuwe materialen leveren vaak ook nieuwe toepassingen op. Zo maakte de opkomst van de kunststof leidingen onder andere drukriolering mogelijk.

Een andere belangrijke ontwikkeling is die van urinescheiding. Urine bevat het overgrote deel van de hormoonverstorende stoffen en medicijnresten. Door urine apart op te vangen is aparte behandeling van deze afvalwaterstroom mogelijk. Daardoor komen er veel minder schadelijke stoffen in het milieu.



Figuur 3.5 Urinescheidings-toilet

Ook ontwikkelingen op het gebied van ICT zijn belangrijk. Moest vroeger de riolering worden ingemeten op een landmeetkundige manier, tegenwoordig maken GPS toepassingen de dienst uit. Ook GIS-toepassingen rukken op in het rioleringsbeheer.

De wens om af te koppelen heeft geleid tot de ontwikkeling van een diversiteit aan afkoppelproducten. Zie hiervoor de database afkoppelen van Stichting RIONED.

Veel technische innovaties zijn productinnovaties van een bepaalde fabrikant van rioleringsonderdelen. Daarom wordt hier ook in zijn algemeenheid verwezen naar de vakliteratuur en sites van fabrikanten van rioleringsonderdelen.

Zelftoetsvragen voor hoofdstuk 3

1. Wat zijn, voor de riolering in het stedelijk gebied, de belangrijkste gevolgen van de te verwachten klimaatontwikkeling en wat betekent dit voor de inrichting van de bovengrondse ruimte?
2. Uit tabel 3.1 blijkt dat er gemiddeld in Nederland gedurende een etmaal (24 uur) éénmaal per 10 jaar een hoeveelheid neerslag valt van 54 mm. Indien de regenhoeveelheid met 20% toeneemt valt er in 24 uur: 65 mm. Gevraagd: Hoe vaak wordt nu, anno 2008, de regenhoeveelheid van 65 mm in 24 uur bereikt dan wel overschreden?
3. Noem een aantal oorzaken waarom het aandeel 'verhard oppervlak' in de stedelijke gebieden in Nederland voortdurend toeneemt. Wat zijn de gevolgen voor de riolering?
4. De Wet 'verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken' maakt het mogelijk dat de rioolheffing voor meerdere gemeentelijke zorgplichten kan worden ingezet. Welke zorgplichten zijn dat, en wat houden deze zorgplichten in?
De gemeente zal de kosten voor deze zorgplichten verhalen op de burgers en de bedrijven via het opleggen van een rioolheffing (rioolbelasting). Wat is het verschil tussen de rioolheffing en de rioolretributie (rioolrecht), zoals die voor de invoering van de Wet 'verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken' gold?
5. In het Nationaal Bestuursakkoord Water hebben de overheden afspraken gemaakt over de 'stedelijke wateropgave'. Wat houdt de 'stedelijke wateropgave' in?
Het waterplan is een planvorm waarin de 'stedelijke wateropgave' kan worden uitgewerkt. Wat kan er zoal in een stedelijk waterplan aan waterbeleid worden opgenomen? Is het stedelijk waterplan een wettelijk verplichte planvorm, net zoals het gemeentelijk rioleringsplan?
6. Het gemeentelijk rioleringsplan, GRP, is de wettelijk verplichte planvorm voor de zorgplichten van de gemeente op het gebied van water. Gevraagd:
 - Wat zijn de functies van het GRP?
 - Wat houdt een 'verbreed-GRP' in?
 - Wat zijn de verplichte onderdelen van het GRP?
7. Wat is een basisrioleringsplan? Moet de gemeente, na de komende invoering van de "nieuwe" Waterwet, het basisrioleringsplan nog wel opstellen?
8. De norm NEN-EN 572 vormt een denkkader voor de rioleringszorg. Benoem de belangrijkste elementen en activiteiten uit deze norm.
9. Welke onderdelen van de rioleringszorg zijn in de Leidraad Riolering beschreven?
10. Wat is urinescheiding? Wat is het nut van urinescheiding? Waar, d.w.z. op welke plaats, is, denk je, urinescheiding het meest efficiënt ?

4 Organisatie van de rioleringszorg

In dit hoofdstuk komt de organisatie van de rioleringszorg aan de orde. Daarvoor wordt eerst ingegaan op de taken en verantwoordelijkheden. Daarna wordt ingegaan op doelen, functionele eisen en maatstaven als toetsingskader voor de rioleringszorg: doen we de goede dingen en doen we die goed? In paragraaf 4.3 komen de middelen voor de rioleringszorg aan de orde: personeel en financiën. Rioleringszorg staat niet op zichzelf. Daarom wordt tot slot kort ingegaan op de relatie van de rioleringszorg met andere gemeentelijke taken en met de andere componenten van de waterketen.

4.1 Taken en verantwoordelijkheden

De Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken geeft gemeenten:

- de zorg voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater;
- de zorg voor een doelmatige inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater;
- de zorg voor het in openbaar gemeentelijk gebied treffen van maatregelen om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voorzover doelmatig en voorzover dit niet tot de taak van het waterschap of de provincie behoort.

De zorgplicht voor het stedelijke afvalwater wordt al lang door gemeenten uitgevoerd. De regenwatertaak werd ook al door gemeenten ingevuld maar is nu expliciet gemaakt. De grondwatertaak is nieuw en zal bij veel gemeenten tot extra activiteiten leiden. De gemeente is verantwoordelijk voor een goede uitvoering van de hierboven genoemde watertaken binnen haar grondgebied. De waterbeheerder (Rijkswaterstaat, waterschappen) zijn verantwoordelijk voor het watersysteem (oppervlaktewater- en grondwaterlichamen) en de zuivering van afvalwater.

Sinds 2008 zijn de gemeenten ook verantwoordelijk voor de lozingen op oppervlaktewater via de riolering, de zogenaamde "indirecte lozingen". Tot 1-1-2008 viel een 20-tal categorieën van deze lozingen onder de verantwoordelijkheid van de waterbeheerder. De waterbeheerder heeft sinds 1-1-2008 wel een zware adviesrol, omdat zij de deskundigheid over deze materie bezit. Samenwerking met het waterschap wordt steeds belangrijker. In het Bestuursakkoord Waterketen is opgenomen dat waterschap en gemeente de afvalwaterketen (riolering + zuivering) beheren als ware er sprake van één systeem en één verantwoordelijke partij. In de toekomstige Waterwet wordt in artikel 3.5a opgenomen: Waterschappen en gemeenten dragen zorg voor de, met het oog op een doelmatig en samenhangend waterbeheer, benodigde afstemming van taken en bevoegdheden. Gemeenten en waterschappen zullen dus afspraken moeten maken over wie wat doet en wie waarvoor bevoegd is. Dit kan bijvoorbeeld in een afvalwaterakkoord of in een andere bestuursovereenkomst worden vastgelegd.

4.2 Doelmatige rioleringszorg

Riolering heeft een doel. In 1952 werd dit doel omschreven als: "het regenwater, het afvalwater en eventuele afvalstoffen, die schadelijk zijn voor de algemene gezondheid van mens en dier, zo volledig mogelijk uit de bebouwing te verwijderen en af te voeren naar plaatsen, waar deze minder schadelijk zijn, onschadelijk kunnen worden gemaakt en waar deze zo mogelijk tot nuttige stoffen kunnen worden omgewerkt (Imhoff in Van den Akker, 1952)". Het doel van riolering kent hierin twee aspecten (functies): inzamelen en transporteren.

Bescherming van de volksgezondheid, droge voeten en een goede leefomgeving, dat zijn de hoofddoelen van de riolering. In de Leidraad Riolering, module A1100, zijn deze uitgewerkt voor de rioleringzorg zoals die sinds 1-1-2008 is vastgelegd in de Wet milieubeheer en de Wet op de waterhuishouding.

De doelen kunnen worden omschreven als:

- 1 zorgdragen voor inzameling van stedelijk afvalwater;
- 2 zorgdragen voor transport van stedelijk afvalwater;
- 3 zorgdragen voor inzameling van hemelwater;
- 4 zorgdragen voor verwerking van hemelwater;
- 5 zorgdragen voor een grondwaterstand die de bestemming van een gebied niet belemmert.

Om deze doelen te bereiken, moeten eisen worden gesteld aan de toestand en het functioneren van de riolering. Het stellen van eisen heeft alleen maar zin als het effect van deze eisen meetbaar is. Dit betekent het aangeven van maatstaven met de daarbij behorende methode van meten. De doelen, functionele eisen en maatstaven vormen de basis waarop in een Gemeentelijk Rioleringsplan (GRP) het gemeentebestuur voor een langere periode besluiten neemt over het rioleringsbeleid.

De aanpak met doelen, functionele eisen en maatstaven is in Nederland bijna vijftien jaar gemeengoed (en heeft een breed draagvlak verworven). Ook in de Europese norm Buitenriolering NEN-EN752 (ontwerp), wordt deze aanpak aangehouden.

Twintig jaar geleden was het nog geen gemeengoed om te denken in een kader van doelen, eisen en maatstaven. Elke rioleringsbeheerder deed stinkend zijn best, maar waarom hij deed wat hij deed was vaak aan de politiek niet goed uit te leggen. Het was alsof hij in een bootje rondvoer, zonder dat vasteland of steiger als doel zichtbaar was. Als je goed definieert waar je heen wilt, is het ook mogelijk om te zeggen wanneer je daar wilt zijn en wat daarvoor nodig is. In onderstaand voorbeeld van het bootje betekent dat: dat je kunt aangeven dat je om binnen een bepaalde tijd bij de steiger te zijn, je extra roeiers of een buitenboordmotor nodig hebt. Er is een relatie tussen wat je vraagt aan middelen en het doel wat je wilt bereiken.

Figuur 4.1 Werken met het begrip "doel"



Doelen zijn dus de beschrijving van de gewenste (ideale) situatie met betrekking tot de toestand en het functioneren van de voorzieningen, in relatie tot de omgeving. Dit geldt voor alle drie de gemeentelijke watertaken/zorgplichten: stedelijk afvalwater, hemelwater en grondwater.

Ze geven aan wat men wil bereiken. De functionele eisen geven aan: aan welke voorwaarden moeten worden voldaan en hoe de voorzieningen moeten functioneren om de gestelde doelen te kunnen bereiken. (Let op: functionele eisen zijn geen maatregelen!).

Functionele eisen worden in het algemeen uitgedrukt in een kwalitatieve (dus nog niet gekwantificeerde) maat zoals "voldoende", "acceptabel", "adequaat".

Maatstaven zijn de getalsmatige invulling van de functionele eisen: wat is acceptabel. Wat is voldoende, wat is adequaat. Ze zijn nodig om te kunnen bepalen of aan de functionele eisen wordt voldaan. Maatstaven maken de functionele eisen in kwantitatieve zin toetsbaar. Maatstaven zijn sterk lokaal gebonden, de gemeente bepaalt in overleg met bijvoorbeeld de waterbeheerder, welke maatstaven zij hanteert als het gaat om de emissie naar oppervlaktewater.

Laten we dit verduidelijken met een voorbeeld;

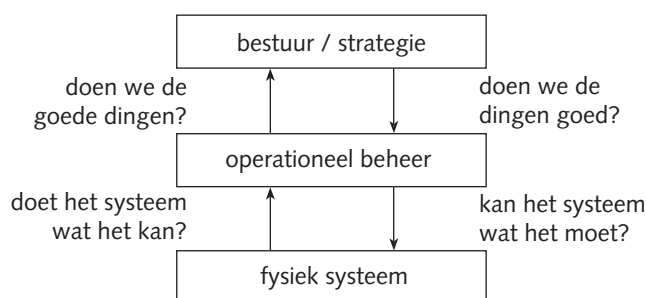
We voorzien het doel "zorgdragen voor inzameling van stedelijk afvalwater" van een functionele eis en maatstaf:

Functionele eis: de objecten (buizen, putten etc.) moeten in goede staat zijn

Maatstaf: bij inspectie mag er geen aantasting groter dan klasse drie worden aangetroffen.

Als er bij inspectie aantasting klasse 4 wordt aangetroffen, voldoe je niet aan de eis en zul je maatregelen moeten treffen.

Het bereiken van de doelen moet gebeuren zonder dat er te veel overlast optreedt, zowel naar oppervlaktewater, als bodem, als naar de burgers toe. We moeten zó inzamelen en transporteren dat er niet te vaak wateroverlast optreedt, maar ook niet te veel vuil water op het oppervlaktewater wordt geloosd. Op deze manier zijn alle doelen te voorzien van één of meer functionele eisen en maatstaven. Daarmee is de hele rioleringszorg ingekaderd.



Figuur 4.2 "Het riolerings-achtje"

Naast de doelen zijn er ook voorwaarden voor doelmatig beheer. De beheerder van de riolering moet hieraan voldoen om op een goede manier de doelen te kunnen halen. Je moet dan denken aan:

- het rioleringsbeheer dient zo goed mogelijk te worden afgestemd met andere gemeentelijke taken (gestructureerd overleg met afdelingen wegen, groen, ruimtelijke ordening,);
- het rioleringsbeheer dient zo goed mogelijk te worden afgestemd met taken en verantwoordelijkheden van andere overheden en belanghebbenden (gestructureerd overleg met waterschap, provincie, woningbouwvereniging,);

- de gebruikers van en lozingen op de riolering dienen bekend te zijn (goed aansluitingenbestand);
- er dient inzicht te bestaan in de toestand en het functioneren van de riolering (inspectie eenmaal per x jaar, actuele herberekening).

Het gaat er uiteindelijk om dat we als rioleringsbeheerder de goede dingen doen en die dingen ook goed doen.

Doelen, functionele eisen en maatstaven maken dit transparant en bespreekbaar. Ze vormen de verbinding tussen het bestuur dat een strategie vaststelt en het operationeel beheer dat het fysieke systeem (de riolering) tot onderwerp van handelen heeft.

4.3 Middelen bij de rioleringszorg

In dit onderdeel van de reader wordt ingegaan op wat er nodig is voor de doelmatige (brede) rioleringszorg in de zin van personele inzet en financiën. Politiek gezien is hier altijd veel aandacht voor. Daarom is het goed voor het begrip om ook hiervan de achtergronden te kennen.

In de Nederlandse bodem ligt voor zo'n 100.000 kilometer riolering met een waarde van 58 miljard euro (Riool in cijfers 2005-2006, Stichting RIONED). Dit kapitaal verdient het om goed te worden beheerd!

Hiervoor zijn middelen nodig, zowel personele middelen als financiële middelen. Personele middelen zijn belangrijk. In de meeste gemeenten echter is de voor de rioleringszorg beschikbare formatie de laatste jaren op zijn best gelijk gebleven. Regelmatig blijkt, bijvoorbeeld bij de in 2003 uitgevoerde Beleidsevaluatie voor het ministerie van VROM, dat de voorgenomen activiteiten wegens personele onderbezetting niet volgens planning kunnen worden gerealiseerd (Rijksrioleringsbeleid en realisatie dichterbij!? Beleidsevaluatie rioleringszorg, Ministerie VROM, 2003). Sinds 2003 is die situatie niet zichtbaar verbeterd.

Hier bovenop komen de extra taken die door de Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken nu formeel hun plek krijgen: de zorg voor afvloeiend hemelwater en de zorg voor grondwatermaatregelen.

Volgende en goed gekwalificeerd personeel is een noodzakelijke voorwaarde om de voornemens uit het GRP te kunnen verwezenlijken.

4.3.1 Personele middelen

In de Leidraad Riolering van Stichting RIONED is de module D2000 "Personele aspecten gemeentelijke rioleringszorg" opgenomen. Deze module is een hulpmiddel om voor de eigen gemeentelijke situatie de personele aspecten van alles wat met de gemeentelijke watertaken te maken heeft in kaart te brengen. Omdat je met deze module zelf goed een eerste inschatting van de benodigde personele inzet kan berekenen, wordt hier uitvoerig op ingegaan.

Taken en activiteiten

De Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken geeft gemeenten:

- de zorg voor de inzameling en het transport van stedelijk afvalwater;
- de zorg voor een doelmatige inzameling en verwerking van afvloeiend hemelwater;
- de zorg voor het in openbaar gemeentelijk gebied treffen van maatregelen om structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken, voor zover doelmatig en voor zover dit niet tot de taak van het waterschap of de provincie behoort.

De gemeentelijke watertaken zijn onder te verdelen in de volgende vijf deeltaken:

Planvorming

- (verbreed) GRP
- afstemming andere plannen (waterplan,..)
- jaarprogramma's

Onderzoek

- inventarisatie
- inspectie/controler
- meten
- berekenen

Onderhoud

- riolen/kolken
- gemalen/mechanische riolering
- infiltratievoorzieningen/lokale zuiveringen
- grondwatervoorzieningen

Maatregelen

- aanleg
- reparatie
- renovatie/vervanging
- verbetering

Facilitair (gegevensbeheer, vergunningen, klachten, (grond)waterloket)

Deze deeltaken zijn de kapstok om alles wat er aan gemeentelijke watertaken moet gebeuren, aan op te hangen. Dit maakt een gestructureerde analyse mogelijk.

De deeltaken zijn in de Leidraad Riolering module D2000 verder uitgewerkt.

Raming benodigde formatie

De benodigde formatie voor het adequaat kunnen uitvoeren van de voornemens zoals die in het GRP zijn opgenomen (hoofdstuk "de opgave"), is van veel factoren afhankelijk. Het is daarom niet zinvol algemene richtlijnen te geven voor de kwantitatieve en kwalitatieve personele invulling van de gemeentelijke watertaken. Zaken als complexiteit, politieke voorkeuren in het uitbestedingsbeleid en uitwisselbaarheid van taken verschillen van gemeente tot gemeente.

Wel is het mogelijk om globaal een tijdsbesteding aan te geven voor de meest voorkomende activiteiten binnen de gemeentelijke watertaken.

Door deze algemene richtlijnen toe te spitsen op de lokale situatie kan voor elke gemeente een globale raming worden gemaakt van de benodigde formatie, om de voornemens uit het GRP op een goede manier uit te kunnen voeren.

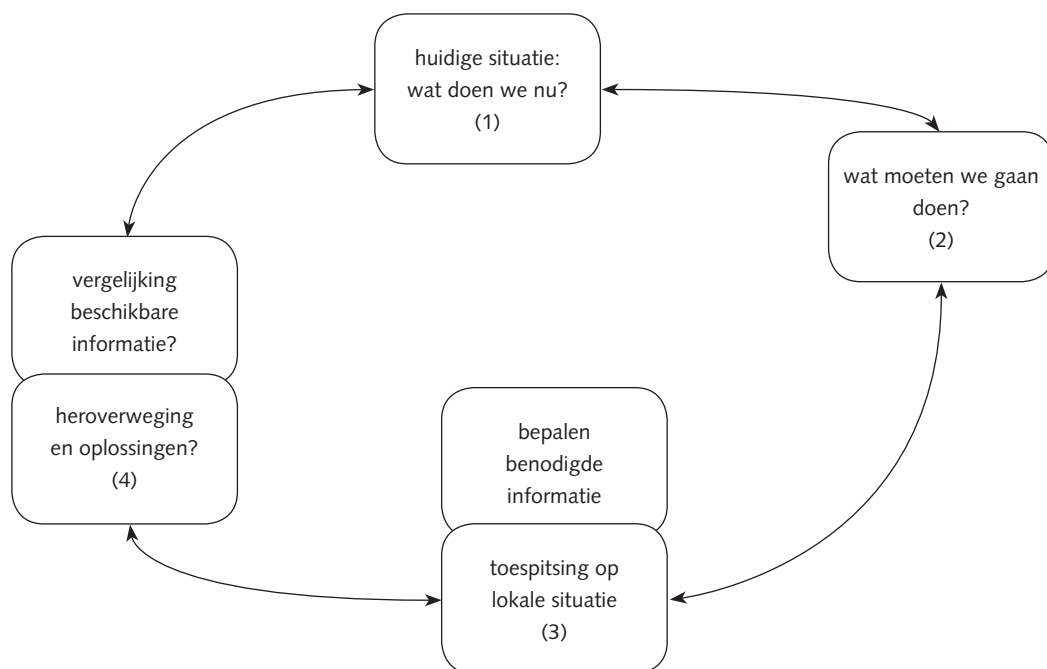
In de Leidraad Riolering module D2000 is de in dit hoofdstuk beschreven methodiek in detail uitgewerkt. De methodiek bestaat op hoofdlijnen uit de volgende stappen;

Deze stappen leiden tot een goede indicatie van wat er aan personele middelen nodig is, zowel in kwantitatief als in kwalitatief opzicht. Door deze stappen achtereenvolgens te doorlopen, komt de benodigde personele inzet gestructureerd aan de orde.

Stap 1 is een analyse van de urenbesteding in de huidige situatie: wie doet wat en hoeveel tijd wordt daaraan besteed?

Stap 2 volgt uit het Gemeentelijk Rioleringsplan waarin staat wat er in de planperiode wordt gedaan. Daarna volgt stap 3.

Figuur 4.3 Stappen onderzoek personeel



Hoeveel personeel is er nodig (stap 3)?

In de Leidraad Riolering is een drietal gemeentegroottes onderscheiden waarvoor een kwantitatieve invulling is gegeven:

- Minder dan 20.000 inwoners,
- 20.000 tot 50.000 inwoners,
- Meer dan 50.000 inwoners.

Voor planvorming, onderzoek en de facilitaire taken zijn kengetallen aangegeven afhankelijk van gemeentegrootte en mate van uitbesteding. Onderhoud is afhankelijk gesteld van het aanwezige areaal aan voorzieningen (wat hebben we liggen). De inzet voor maatregelen wordt bepaald aan de hand van de in het GRP opgenomen investeringen. Er is via de website van Stichting RIONED een hulpmodel aanwezig voor de inschatting van de benodigde personele middelen.

In onderstaand overzicht voor een gemeente tot 20.000 inwoners is in de kolommen achtereenvolgens aangegeven de activiteit, het kengetal voor de tijdsbesteding, het percentage dat maximaal uit te besteden is, het uitbestedingspercentage dat voor de voorbeeldgemeente wordt gehanteerd en tot slot de benodigde tijdsbesteding in dagen per jaar.

Tabel 4.1 Hulpmodel personele middelen planvorming, onderzoek en facilitair

gemeente 20.000 inwoners					
	tijdbesteding dagen/jaar	max. uit te besteden	uitbesteding uw situatie	tijdbesteding dagen/jaar	regie
planvorming					
(verbreed)GRP	45	70%	70%	14	terugkoppeling binnen gemeente, overleg, strategie en middelen
afstemming en overleg	20	–		20	eigen taak organisatie
jaarprogramma's	70	40%	40%	42	overleg en afstemming andere beheerders, jaarbegroting
onderzoek					
inventarisatie	5	–		5	eigen taak organisatie
inspectie/controle	90	80%	80%	18	plan, uitbesteding, finan. afwikkeling
meten	30	50%	50%	15	verwerking en verantwoording
begeleiding functioneren (berekenen, afkoppelen, OAS)	20	–		20	eigen taak organisatie
facitair					
verwerken revisiegegevens	10	90%	90%	1	
vergunningen en voorlichting gebruik	15	–		15	eigen taak organisatie
klachtenanalyse en -verwerking	20	–		20	eigen taak organisatie
			tijdsbesteding	170	dagen/jaar
			fte (175 dagen/jaar)	0,97	

Hieruit volgt dat in deze situatie bijna 1 fte nodig is om, met uitbesteding, deze deeltaken goed in te vullen.

Voor het onderhoud is de hoeveelheid aan voorzieningen (voor stedelijk afvalwater, regenwater en grondwater) bepalend. De lokale situatie kan worden ingevuld in termen van lengte riolering, aantal gemalen, aantal pompunits drukriolering en aantal voorzieningen voor regenwater en grondwater. Ook hier kan weer worden aangegeven welk percentage van de werkzaamheden wordt uitbesteed. Voor grondwatervoorzieningen (i.c. drainage) ontbreken vooralsnog landelijke kengetallen. Hier kan direct vanuit de lokale situatie worden ingevuld hoeveel dagen per jaar er nu aan wordt besteed. Hierna is de invulling weergegeven voor de voorbeeldgemeente van 20.000 inwoners.

Tabel 4.2 Hulpmodel personele middelen onderhoud

type stelsel	lengte km	aantal voorzieningen	opmerkingen
gemengd	60		
gescheiden	5		DWA+RWA!
verbeterd gescheiden	5		DWA+RWA!
aantal gemalen		3	
aantal pompunits drukriolering		45	
aantal bijzondere voorzieningen regenwater		1	aantal wadi's, aantal locaties met kratten, doorlatende verharding,...
drainage	0		

onderdeel	dagen/jaar	% uitbesteed	dagen gemeente
riolen/kolken	229	10	206
gemalen/mechanische riolering	150	50	75
infiltratievoorzieningen/lokale zuiveringen	6	0	6
drainage	0	0	0
planning en begeleiding	15		15
	400		302

onderdeel	fte	% uitbesteed	fte gemeente
riolen/kolken	1,3	10	1,2
gemalen/mechanische riolering	0,9	50	0,4
infiltratievoorzieningen/lokale zuiveringen	0,0	0	0,0
drainage	0,0	0	0,0
planning en begeleiding	0,1		0,1
	2,3		1,7

Belangrijk is dus om voor een inschatting voor de onderhoudsinspanning het areaal goed in te vullen.

Maatregelen

Aanleg, vervanging of verbetering moet worden voorbereid en worden begeleid. Hiervoor wordt een percentage van de kostprijs aangehouden (Voorbereiding en Toezicht). Samen met een uur- of dagtarief voor personeel kan dan de benodigde personele inzet worden berekend. Voorbeeld: er is voor volgend jaar een investering met een aanneemsom van 1 miljoen euro opgenomen. Het V&T percentage binnen de gemeente is 12%. Dat betekent dat er € 120.000 aan voorbereiding en toezicht kan/zal worden besteed. Met een dagtarief van 600 euro betekent dit een personele inspanning van 200 dagen. Uitgaande van een bepaalde mate van uitbesteding kan dan worden afgeleid wat de gemeentelijke inzet nog moet zijn. Op deze manier kunnen alle in het GRP opgenomen investeringen van een personele inzet worden voorzien.

In het hierna gegeven overzicht is daarvan een voorbeeld opgenomen.

Tabel 4.3 Hulpmodel personele middelen investeringswerken

	investeringen 'kale' kostprijs	perc V+T	kosten personeel	maximaal uit te besteden	uitbesteding uw situatie	personeelsinzet dagen
aanleg						
nieuwbouw		12%	–	60%	35%	–
bestaande bebouwing		15%	–	60%	10%	–
drainage	10.000	10%	1.000	60%	0%	3
reparatie	80.000	15%	12.000	60%	50%	15
renovatie	350.000	12%	42.000	60%	35%	68
vervanging	1.400.000	12%	168.000	60%	10%	378
verbetering		15%	–	60%	20%	–
				totaal		464
				fte (175 dagen/jaar)		2,7

Tarief inzet personeel: 40 euro/uur.

Wat voor personeel is er nodig?

Een adequate personeelsbezetting is niet alleen afhankelijk van het aantal mensen maar ook van hun kennis en vaardigheden. In de Leidraad Rioleringsmodule D2000 is een onderscheid gemaakt naar het opleidingsniveau: achtereenvolgens Academisch, HBO of MBO. Vaak zijn daarnaast nog vakspecifieke (vervolg)opleidingen gewenst. Ervaring kan het gemis aan opleiding soms (deels) compenseren. Dit is aangegeven door toevoeging van een plusje (bijv. Acad./HBO+ voor het opstellen van een GRP).

Uiteindelijk kan zo een overzicht worden gemaakt van de gewenste formatie en kan deze worden vergeleken met de huidige personeelsbezetting. De verschillen hierin kunnen op meerdere wijzen worden opgelost (uitgaande van een tekort):

- aantrekken nieuw personeel;
- tijdelijk inhuren (detachering) van arbeidskrachten;
- opleiden/trainen eigen personeel;
- uitbesteden van taken/activiteiten;
- verdergaande samenwerking;
- en tenslotte: niet uitvoeren van bepaalde taken/activiteiten.

Voordat je de meest geschikte oplossing gaat zoeken, zal echter eerst nog eens goed naar de lokale factoren gekeken moeten worden. Dat is stap 4 uit Figuur 4.3. Dit is nodig omdat op de eerste plaats de Leidraad Rioleringsmodule D2000 is gebaseerd op een landelijk gemiddelde situatie en op de tweede plaats omdat een goede onderbouwing richting management en bestuur nodig is voor het realiseren van de oplossing.

Het maakt voor de benodigde personeelsomvang uit of je een compacte gemeente met één, stedelijke kern hebt of een gemeente met twaalf kernen en veel buitengebied met drukriolerings. Ook het ambitieniveau van de gemeente kan verschillen, net als de beschikbaarheid van adequate gegevens en organisatiekenmerken.

4.3.2 Financiële middelen

In het GRP worden de benodigde middelen voor het uitvoeren van de gekozen strategie vastgelegd. Dit betreffen zowel financiële als personele middelen.

Ten aanzien van de financiën is in de paragraaf 'organisatie en financiën' van het GRP vastgelegd hoe de uitgaven en inkomsten verbonden aan de rioleringszorg (op termijn) met elkaar in evenwicht komen. (zie de Leidraad Rioleringsmodule A1050). Belangrijk hierbij is het Besluit Begroting en

Verantwoording Provincies en Gemeenten, dat in het Staatsblad 27-2003 is gepubliceerd. Dit besluit geeft aan hoe een begroting moet worden ingericht.

De eerste stap is het opstellen van een meerjarig overzicht van alle kosten verbonden aan de rioleringszorg. Het voorliggende hoofdstuk gaat in op begrippen die daarbij een rol spelen. Aan de ene kant hebben we daarbij de "kosten", aan de andere kant de "inkomsten".

Het meerjarig kostenoverzicht is de basis voor de kostendekkingsparagraaf in het GRP.

Eerst wordt uiteengezet wat wordt verstaan onder 'kosten' en wat het verschil is met 'uitgaven'.

Uitgaven, kosten en kostensoorten

Hoewel in de praktijk de begrippen kosten en uitgaven vaak door elkaar worden gebruikt, is er wel een kenmerkend verschil.

Uitgaven zijn bedragen die voor een product of dienst worden betaald op het moment dat het product of de dienst worden geleverd.

Kosten zijn in de tijd toegerekende uitgaven. Hiertoe gaat men van gedane of nog te verrichten uitgaven na op welke periode of perioden zij betrekking hebben. Aan die periode(n) worden de betreffende uitgaven toegerekend en aangemerkt als (jaarlijkse) kosten (kapitaallasten).

Voorbeeld:

Vergelijk het met de aanschaf van een huis: de uitgave is het bedrag dat wordt betaald aan degene van wie het huis wordt gekocht, stel € 200.000,-. De kosten zijn vervolgens de (maandelijkse) hypotheekbetalingen aan de bank die het bedrag heeft verstrekt, bijvoorbeeld gedurende 30 jaar € 1.100,- per maand.

Een rioleringsvoorbeeld: Een gemeente moet een rioolgemaal vervangen. De uitgave is 1 miljoen euro. De gemeente leent het geld bij de Nederlandse Bank tegen 4% rente. Zij betaalt het bedrag in vijf jaar terug. Het eerste jaar bedragen de kosten € 240.000.

Investeringskosten

Een belangrijk deel van de bemoeienissen voor de gemeentelijke watertaken heeft betrekking op het aanleggen, vervangen en verbeteren van riolen, gemalen en andere voorzieningen. De uitgaven voor deze activiteiten worden aangeduid met investeringsuitgaven. De investeringsuitgaven worden vertaald naar investeringskosten, die vervolgens op de begroting verschijnen, zie het voorbeeld hierboven.

Opgemerkt wordt dat de aanleg in nieuwbouwsituaties veelal wordt betaald uit de grondexploitatie. In de grondprijs zit een bedrag voor de aanleg van riolering. Deze investeringen worden dan direct betaald en niet omgezet in kapitaallasten.

Onderhoudskosten

Het onderhoud aan het rioelstelsel zal voornamelijk bestaan uit het reinigen van de riolen en uit het onderhoud aan pompen en gemalen. Veelal zijn dit jaarlijkse kosten die in de gemeentelijke praktijk niet al te veel zullen schommelen. Bepaalde grote onderhoudswerkzaamheden kunnen als vervangingsinvesteringen gezien worden, en worden dan ook als zodanig financieel behandeld.

Voorziening en reserve

Een *voorziening* is een verplichting die men nu voorziet maar waarvoor de daarmee corresponderende uitgaven eerst in de toekomst zullen plaatsvinden. Je gaat sparen om over een bepaalde tijd een uitgave te kunnen doen. Je legt elk jaar een bepaald bedrag opzij.

ACTIVERINGSVRAAG:

Wat zijn de kosten in de jaren 2 t/m 5?

Antwoord: 232.000, 224.000, 216.000 en 208.000.

Een *reserve* is een meer algemene buffer voor toekomstige risico's. Een reserve is het gevolg van wat er in een bepaald jaar gebeurt. Als een werk goedkoper is dan geraamd, hou je geld over. Dat kun je in een reserve storten.

Directe en indirecte kosten

Directe kosten zijn kosten voor activiteiten die direct verband houden met de taken genoemd in Gemeentewet artikel 228a (zie kader)

Artikel 228a

1. Onder de naam rioolheffing kan een belasting worden geheven ter bestrijding van de kosten die voor de gemeente verbonden zijn aan:
 - a. de inzameling en het transport van huishoudelijk afvalwater en bedrijfsafvalwater, alsmede de zuivering van huishoudelijk afvalwater en
 - b. de inzameling van afvloeiend hemelwater en de verwerking van het ingezamelde hemelwater, alsmede het treffen van maatregelen teneinde structureel nadelige gevolgen van de grondwaterstand voor de aan de grond gegeven bestemming zoveel mogelijk te voorkomen of te beperken.
2. Ter zake van de kosten, bedoeld in het eerste lid, onderdelen a en b, kunnen twee afzonderlijke belastingen worden geheven.
3. Onder de kosten bedoeld in het eerste lid, wordt mede verstaan de omzetbelasting die als gevolg van de Wet op het BTW-compensatiefonds recht geeft op een bijdrage uit dat fonds.

Voorbeelden van directe kosten van de riolering zijn:

- kapitaallasten van investeringen;
- personeelskosten van ambtenaren belast met de zorg voor de riolering;
- kosten van onderhoudsmateriaal en -materieel;
- uitvoeringskosten ten gevolge van uitvoering van de heffing.

Indirecte kosten zijn kosten voor activiteiten die indirect verband houden met de brede rioleringstaken. Deze kosten worden voor een deel toegerekend aan de rioleringszorg.

Voorbeelden van indirecte kosten van de riolering zijn:

- een deel van de loonkosten van beleidsambtenaren;
- een deel van de kosten van het voeren van de (salaris)administratie;
- een deel van de huisvestingskosten van de gemeente;
- een deel van kosten als portokosten, reprokosten, literatuurkosten, etc.;
- een deel van kosten zoals straatvegen, kolken zuigen, etc.

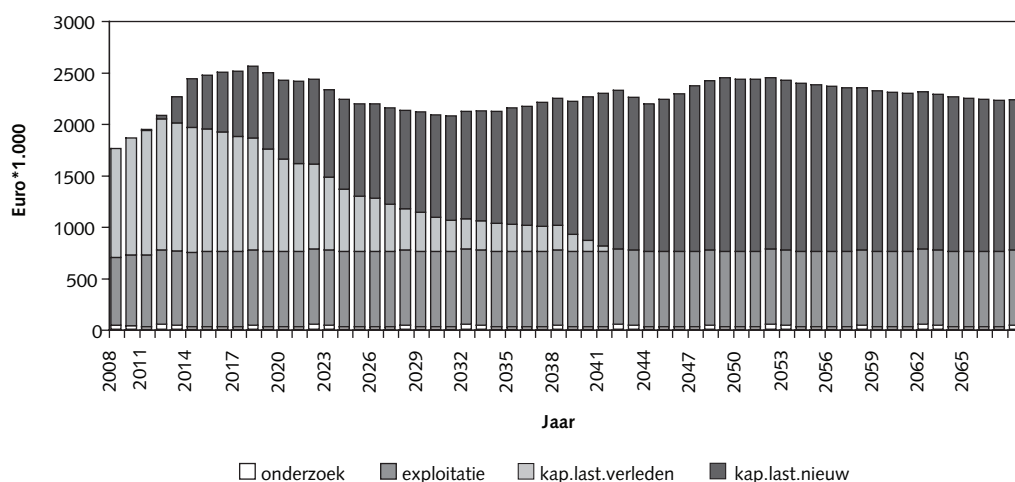
Meerjarenkostenoverzicht

Uiteindelijk moet worden gekomen tot een meerjarig perspectief van alle kosten die op de begroting drukken.

Opgemerkt wordt dat de planperiode (over het algemeen zo'n vijf jaar) daarbij het meest belangrijk is omdat daar concreet besluitvorming over plaatsvindt. Omdat de riolering 40-60 jaar meegaat, beslaat het meerjarenkostenoverzicht vaak ook die periode.

Met het meerjarenkostenoverzicht is de eerste pijler van de kostendeckingsparagraaf voor het GRP gereed.

Figuur 4.4 Meerjarenkosten-overzicht



Inkomsten

De tweede pijler van de kostendekkingssparagraaf bestaat uit het meerjarig overzicht van de te verwachten inkomsten. Voor het in evenwicht brengen van de geplande kosten voor de rioleringszorg met de benodigde inkomsten staan meerdere inkomstenbronnen ter beschikking. Door combinatie van inkomstenbronnen kan een overzicht worden gemaakt van alle inkomsten die zullen worden aangewend om de kosten te dekken.

Dekking wil in dit verband zeggen dat in de beschouwde periode het totaal van de inkomsten in evenwicht is met het totaal van de kosten.

Mogelijke inkomstenbronnen zijn de algemene middelen van een gemeente, subsidies van derden, verfijningsuitkeringen gemeentefonds, bijdragen van derden, reserves of voorzieningen, baatbelastingen, aansluitrechten en natuurlijk de rioolheffing op basis van de Gemeentewet artikel 228a. Het huidige rioolrecht is gebaseerd op artikel 229 van dezelfde wet.

Hierna wordt de tot nu toe meest gebruikte inkomstenbron, het rioolrecht, uitgediept.

Opgemerkt wordt dat aan het waterschap apart moet worden betaald voor de zuivering van afvalwater, voor de hoogwaterbescherming en voor het verbeteren van de waterkwaliteit.

Rioolheffing

Grondslag rioolrecht

De rioolheffing nieuwe stijl is een periodieke gemeentelijke belasting. De hoogte wordt bepaald door de heffingsmaatstaf (de grondslag) en het tarief (het te betalen bedrag per eenheid van de maatstaf). De heffingsmaatstaf bepaalt de wijze waarop de rioolheffing over de aangeslotenen wordt verdeeld. De heffing kan voor alle aangeslotenen gelijk zijn maar ook is het mogelijk dat op basis van de heffingsmaatstaf verschillen in de hoogte van het rioolrecht ontstaan (bijvoorbeeld op basis van het drinkwaterverbruik).

Het rioolrecht nieuwe stijl is een gemeentelijke belasting waarvoor geldt dat het bedrag niet afhankelijk mag worden gesteld van het inkomen, de winst of het vermogen van de heffingsplichtige.

Basis van het huidige rioolrecht (dat na inwerkingtreding per 1-1-2008 van de Wet verankering... nog twee jaar mag worden geheven), is artikel 229 Gemeentewet. Voor de volledigheid wordt de tekst hiervan hieronder weergegeven, zie kader Artikel 229.

Het rioolrecht op basis van Gemeentewet artikel 229 is geen algemene belasting maar een *retributie*. Dit houdt in dat er sprake moet zijn van een individuele tegenprestatie: de betaler moet zijn aangesloten op de gemeentelijke riolering. Ook moet er een duidelijke relatie zijn tussen de hoogte van het rioolrecht en het profijt dat de heffingsplichtige heeft.

Gemeentewet

Artikel 229

1. Rechten kunnen worden geheven ter zake van:
 - a. het gebruik overeenkomstig de bestemming van voor de openbare dienst bestemde gemeentebezittingen of van voor de openbare dienst bestemde werken of inrichtingen die bij de gemeente in beheer of in onderhoud zijn;
 - b. het genot van door of vanwege het gemeentebestuur verstrekte diensten;
 - c. het geven van gemakkelikheden waarbij gebruik wordt gemaakt van door of met medewerking van het gemeentebestuur tot stand gebrachte of in stand gehouden voorzieningen of waarbij een bijzondere voorziening in de vorm van toezicht of anderszins van de zijde van het gemeentebestuur getroffen wordt.
2. Voor de toepassing van deze paragraaf en de eerste en vierde paragraaf van dit hoofdstuk worden de in het eerste lid bedoelde rechten aangemerkt als gemeentelijke belastingen.

Artikel 229a

De rechten, bedoeld in artikel 229, eerste lid, onder a en b, kunnen worden geheven door de gemeente die het gebruik van de bezittingen, werken of inrichtingen toestaat of de diensten verleent, ongeacht of het belastbare feit zich binnen of buiten het grondgebied van de gemeente voordoet.

Artikel 229b

1. In verordeningen op grond waarvan rechten als bedoeld in artikel 229, eerste lid, onder a en b, worden geheven, worden de tarieven zodanig vastgesteld dat de geraamde baten van de rechten niet uitgaan boven de geraamde lasten ter zake.
2. Onder de in het eerste lid bedoelde lasten worden mede verstaan:
 - a. bijdragen aan bestemmingsreserves en voorzieningen voor noodzakelijke vervanging van de betrokken activa;
 - b. de omzetbelasting die ingevolge de Wet op het BTW-compensatiefonds recht geeft op een bijdrage uit het fonds.

Ook is het van belang dat met het rioolrecht geen winst mag worden gemaakt en dat zal ook met de nieuwe rioolheffing niet mogen! Dit betekent dat de geraamde totale opbrengst van het rioolrecht nooit hoger mag zijn dan de geraamde totale kosten voor de rioleringszorg.

Meer informatie over toerekening van kosten is opgenomen in de Leidraad Riolering, module D1300 "Toerekening en dekking van kosten". Medio 2007 is een "Handreiking Kostentoerekening leges en tarieven" gepubliceerd (ontwikkeld door het Ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties), waarin is beschreven "hoe en welke kosten kunnen worden toegerekend aan rechten, heffingen en tarieven die maximaal 100% kostendekkend mogen zijn".

Heffingsmaatstaven

Het rioolrecht en ook de rioolheffing wordt aan de aangeslotenen burgers en bedrijven opgelegd volgens een bepaalde heffingsmaatstaf. Hiervoor zijn er diverse mogelijkheden, die echter wel aan regels zijn gebonden. Voorbeelden zijn: vast bedrag per aansluiting, drinkwaterverbruik (prijs per m³), drinkwaterverbruik met een bepaald "forfait" (tot 150 m³, 150-500m³, 500-1000 m³, enz.), bedrag per lengte riool voor het perceel, bedrag afhankelijk van de waarde in het economisch verkeer (WOZ-waarde.)

ACTIVERINGSVRAAG:

Ga na hoe dit in jouw gemeente is geregeld. Is jouw woonhuis aangesloten op de riolering? Zo ja, wat is de heffingsgrondslag en hoeveel rioolrecht betaal je?

Kostentoedeling

Op basis van de Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken, kan een gemeente ervoor kiezen één of twee heffingen in te stellen (Gemeentewet artikel 228a, lid 2). Indien een gemeente twee heffingen instelt, zullen ook de kosten moeten worden toegeedeeld aan elk van de afzonderlijke heffingen. Hiervoor is in 2005 een onderzoek uitgevoerd hoe dat eenvoudig kan worden ingevoerd (Bron: Voorstel toerekeningssystematiek kosten voor vuilwater- en hemelwaterafvoer, Grontmij, 31 oktober 2005; www.minvrom.nl - water - afvalwater - kamerstukken – waterketenrapportage).

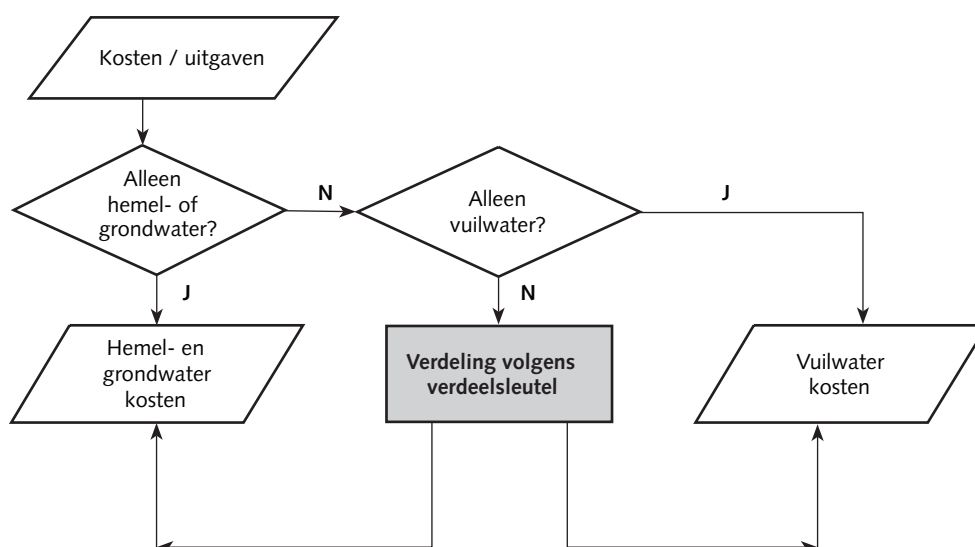
Bij de invoering van twee heffingen worden direct alle kosten verdeeld over vuilwater en regenwater. Hiervoor is in het rapport een voorstel opgenomen.

Tabel 4.4 Toedeling kosten

	regenwater cq grondwater	vuilwater	mix (via sleutel)
object/onderdeel			
afkoppelen	X		
bergbezinkvoorziening	X		
drainage	X		
drukriolering		X	
DWA-stelsel		X	
gemengd rioelstelsel			X
IBA		X	
infiltratievoorziening	X		
oppervlaktewatersysteem (berging regenwater)	X		
regenwaterzuivering	X		
RWA-stelsel	X		
verbeterd gescheiden rioelstelsel			X
vervanging gemengd rioelstelsel met aanleg regenwaterriool			X
wadi	X		

Voor die kosten, die bij de start nog niet direct aan vuilwater of regenwater zijn toe te rekenen, of die volgens bovenstaande tabel in de categorie "mix" zijn geplaatst, wordt een verdeelsleutel toegepast.

Figuur 4.5 Principe kosten-toedeling



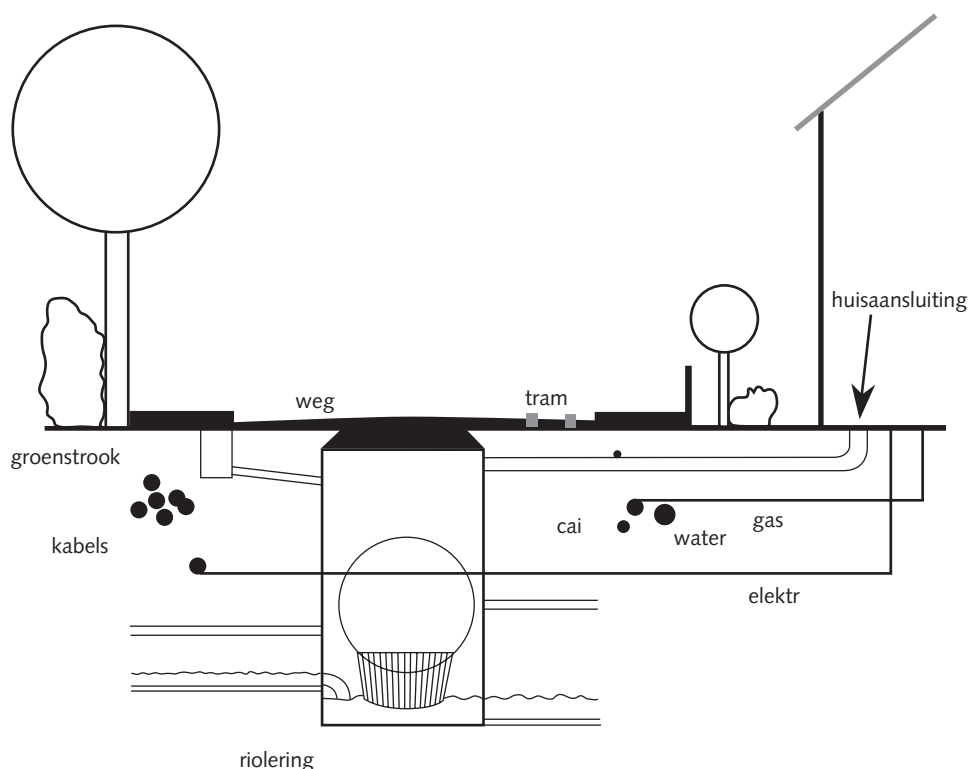
Omwille van de eenvoud en transparantie is voorgesteld uit te gaan van één verdeelsleutel gebaseerd op de "vervangingswaarde van de riolering". Voor de invulling van de sleutel wordt uitgegaan van landelijke kengetallen aangevuld met lokale lengtes voor de riolering en het aantal drukrioleringsunits.

Sleutel 1a	vervangingswaarde: landelijke kengetallen				
		regenwater (deel) prijs per m	vuilwater (deel) prijs per m	regenwater prijs per m	vuilwater prijs per m
gemengd	500,0 km	€ 370	€ 280	€ 185.000.000	€ 140.000.000
DWA	100,0 km		€ 410		€ 41.000.000
RWA	100,0 km	€ 550		€ 55.000.000	
	aantal woningen		prijs per woning		
drukriolering	2500		€ 4.900		€ 12.250.000
				€ 240.000.000	€ 193.250.000
				55%	45%

Tabel 4.5 Opzet berekening van de sleutel

4.4 Rioleringszorg in samenhang met andere gemeentelijke taken

Riolering is onderdeel van de stedelijke infrastructuur. Rioleringszorg heeft daarom ook relaties met die zorg voor de overige stedelijke infrastructuur, zoals drainage, wegen, ruimtelijke ordening, groenvoorzieningen, openbaar vervoer, stedelijk water en overige nutsvoorzieningen, zoals weergegeven in figuur 4.6.



Figuur 4.6 Relaties riolering - overige stedelijke infrastructuur

Het is belangrijk dat de genoemde relaties bekend zijn, omdat ze van grote invloed kunnen zijn op het gemeentelijke rioleringsbeleid. Als bekend is welke relaties er zijn, kan afstemming plaatsvinden van (gemeentelijk) rioleringsbeleid op andere beleidsterreinen en beleid van andere overheden.

Met de verbreding van de rioleringszorg, wordt dit aspect steeds belangrijker. De relaties met de andere afdelingen worden sterker:

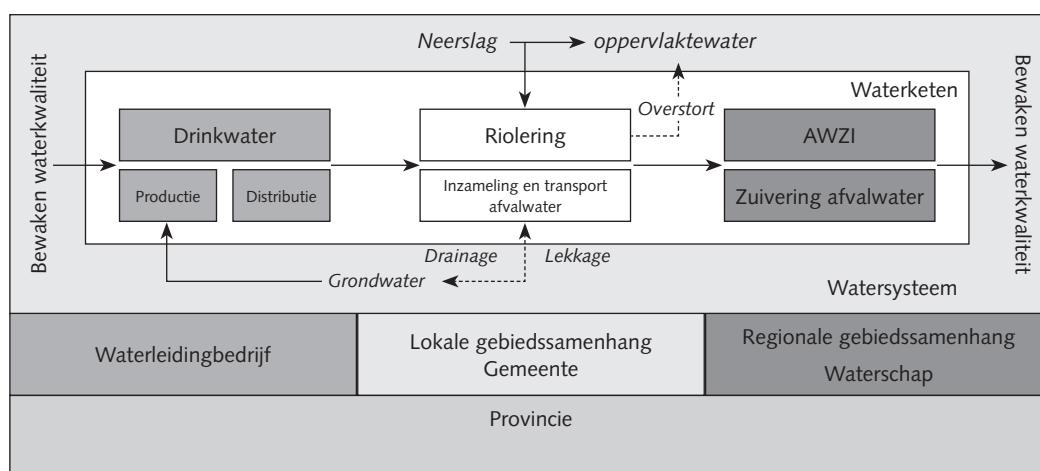
- met de afdeling Bouw en woningtoezicht, omdat bij het scheiden van vuil- en schoon water ook maatregelen in de gebouwen nodig zijn. Als de waterstromen niet apart worden aangeboden, kan de gemeente ook niet gescheiden inzamelen;
- met de afdeling Groen, omdat bij het toepassen van bijvoorbeeld Wadi's het belangrijk is dat er goed met de bovengrond wordt omgegaan: geen speeltuintjes of crossveld, bepaalde soort beplanting, etc;
- met de afdeling Ruimtelijke Inrichting, omdat de inrichting van de bovengrond belangrijk is voor het omgaan met regenwater en de overlast die daaruit kan ontstaan bij extreme situaties;
- met de afdeling Wegen, omdat afstemming van wegwerkzaamheden en rioleringswerk erg voor de hand ligt om dubbele uitgaven te voorkomen. Het is slordig om een pas geasfalteerde weg weer open te breken om het riool te vervangen.

4.5 Rioleringszorg in samenhang met de waterketen

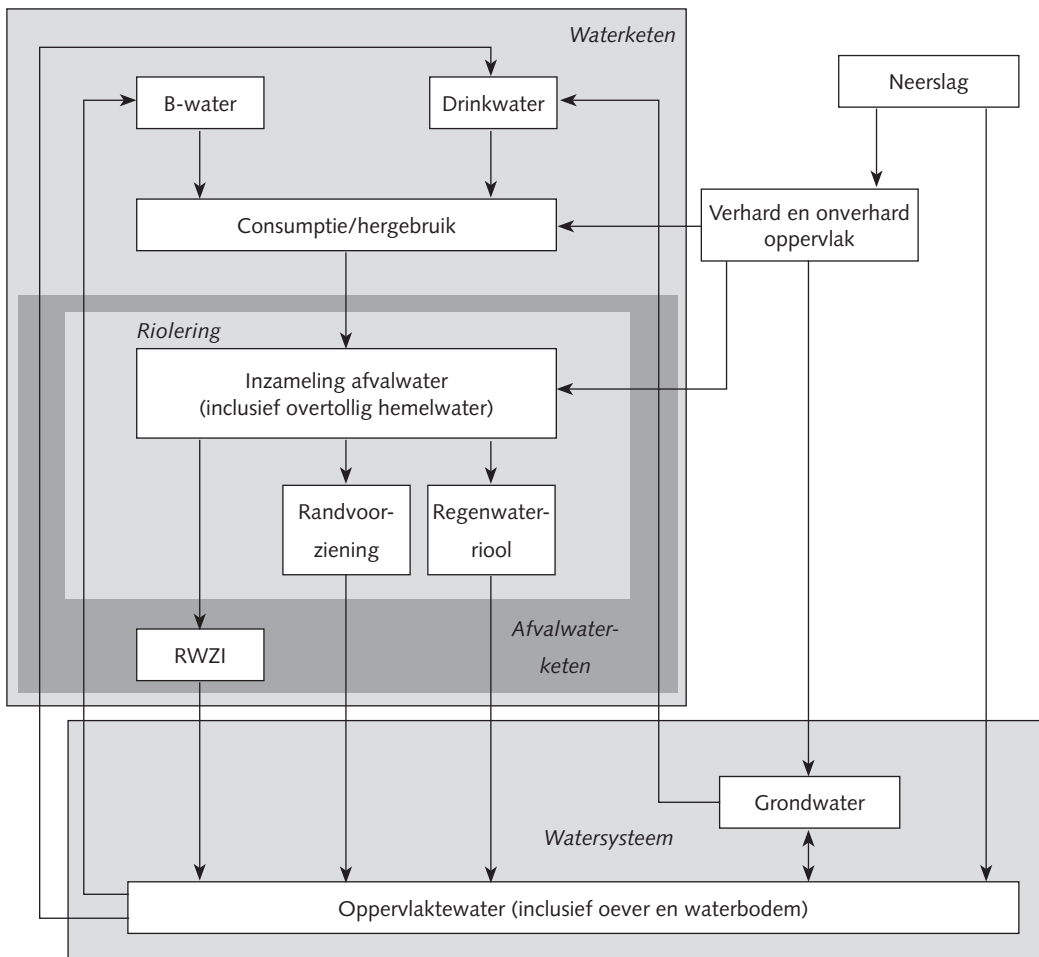
Er circuleren in het land verschillende figuren om de plaats van de rioleringszorg in de waterketen weer te geven. Hieronder is een tweetal figuren weergegeven.

In figuur 4.7 is de samenhang weergegeven met daaronder de verantwoordelijke partijen.

Figuur 4.7 Samenhang Waterketen - watersysteem



In onderstaande figuur is ook nog onderscheid gemaakt tussen de afvalwaterketen en de waterketen. Riolering en AWZI (Afvalwaterzuiveringsinrichting) zijn de afvalwaterketen. Met drinkwater erbij wordt het de waterketen.



Figuur 4.8 Waterketen en watersysteem (Leidraad Riolering module A1100 2003, Stichting RIONED)

Beide plaatjes geven aan dat er talloze relaties zijn tussen de verschillende onderdelen van de waterketen en van het watersysteem. Dat betekent dat ingrepen in het ene onderdeel, hun invloed zullen hebben op de andere onderdelen. Daarom is samenwerking zo belangrijk. In hoofdstuk drie is al aangegeven dat samenwerking ook is opgenomen in het Bestuursakkoord Waterketen en in de Waterwet zal worden verankerd.

Zelftoetsvragen voor hoofdstuk 4

1. Noem de gemeentelijke watertaken en verantwoordelijkheden op het gebied van water.
2. Wat houdt doelmatige rioleringszorg in? Geef, in het kader van de gemeentelijke rioleringszorg, een paar voorbeelden van doelen, met bijbehorende (mogelijke) functionele eisen, en met daarbij horende (mogelijke) maatstaven.
3. Beschrijf in eigen bewoordingen het "riolerings-achtje", figuur 4.3, dat wordt doorlopen met het oog op doelmatige gemeentelijke rioleringszorg.
4. Welke middelen zijn er nodig om in een gemeente doelmatige rioleringszorg te kunnen realiseren, en waarom?
5. Welke deeltaken, in het kader van de gemeentelijke rioleringszorg, moeten in belangrijke mate door personeel in dienst van de gemeente worden uitgeoefend? Geef in je antwoord aan, waarom!
6. Het kostendekkingsplan in het GRP voorziet erin dat alle kosten uit het meerjarenoverzicht gedekt worden door de inkomsten. Noem de belangrijkste kostensoorten en de belangrijkste bronnen van inkomsten.
7. Bij de rioolheffing nieuwe stijl kan de gemeente ervoor kiezen om twee afzonderlijke heffingen, één voor de zorg voor het afvalwater, en één voor de zorg voor het hemelwater en het grondwater. Kun je iets zeggen over de verdeling van de kosten voor deze zorgplichten over de twee heffingen?
8. Rioleringszorg is geen op zichzelf staande zorgplicht. Met wie, c.q. over welke andere gemeentelijke beleidsterreinen en taken dient binnen de gemeentelijke organisatie (intern) overleg en afstemming plaats te vinden?

5 Rioleringsberekeningen

In dit hoofdstuk staan de rioleringsberekeningen aan rioolstelsels onder vrijverval centraal. In par. 5.1 worden de basisbegrippen gedefinieerd. In par. 5.2 worden de ontwerpgegevens die bekend moeten zijn om een rioleringsberekening te kunnen uitvoeren, systematisch behandeld. In par. 5.3 staan de overwegingen centraal, die de stelselkeuze en de lay-out van het afvalwatersysteem bepalen. In par. 5.4 tref je de benodigde hydrauliekennis aan, waarmee een globale inschatting gemaakt kan worden van de stroming in de rioolsystemen. In par. 5.5, tenslotte, is globaal aangegeven hoe de rioolberekeningen in de praktijk worden uitgevoerd, en welke toetsen en criteria er gelden.

5.1 Basisbegrippen

Voor een goed begrip van de belangrijkste kenmerken van een rioolstelsel, moet je een rioolstelsel zien als een ondergrondse ruimte, waar afvalwater en overtollig regenwater naar toe worden gevoerd. De rioolbuizen voeren het water, normaliter onder vrij verval, naar de rioolgemalen. De pompen in de rioolgemalen onttrekken het afvalwater uit de rioolgemalen en transporteren het naar de afvalwaterzuiveringsinrichting (AWZI). De afvoer naar de zuivering bestaat uit de lozing van afvalwater (droog weer afvoer) DWA, en in veel gevallen uit regenwaterafvoer (RWA), ook wel aangeduid als HWA, Hemelwaterafvoer.

Raakt het rioolstelsel door de aanvoer van regenwater vanaf de afvoerende oppervlakken geheel gevuld, dan verlaat het water, (voornamelijk regenwater met mogelijk ook afvalwater), het stelsel via overstorten. Uit deze procesbeschrijving volgen de belangrijke kenmerken van rioolstelsels.

5.1.1 Kenmerken van rioolstelsels

Een rioolstelsel onder vrijverval wordt gekenmerkt door:

- stelseltype (gemengd, gescheiden of de verbeterde versies);
- de hoeveelheid berging;
- de pompoevercapaciteit;
- de grootte van het afvoerend oppervlak.

In de rioleringsstechniek is het gebruikelijk om de berging uit te drukken in mm en de pompoevercapaciteit in mm/h. De achterliggende reden is dat de neerslagbelasting normaliter wordt uitgedrukt in de neerslaghoeveelheid in mm, en de neerslagintensiteit in mm/h. Indien de berging in mm en de pompoevercapaciteit bekend zijn, kan de ledigingstijd worden bepaald. De ledigingstijd moet bij voorkeur kort zijn (maximaal circa 20 uur) omdat:

- bij lange ledigingstijden de berging niet voldoende snel beschikbaar komt indien een volgende regenbui optreedt;
- bij lange ledigingstijden ontstaat de kans dat het rioolwater zuurstofloos wordt, hetgeen tot stank en corrosie kan leiden.

Om de berging en de pompoevercapaciteit te kunnen bepalen is het van belang de omvang van het afvoerend oppervlak te kennen. Met afvoerend oppervlak wordt alle verharde oppervlak in stedelijk gebied bedoeld dat de neerslag die erop valt afvoert naar de riolering.

Pompoevercapaciteit: het deel van de pompcapaciteit (gemaalcapaciteit) dat beschikbaar is voor de regenwaterafvoer uitgedrukt in m³/h of in mm/h ten opzichte van het verhard oppervlak:

$$q_{poc} = \frac{Q_{gemaal} - Q_{DWA}}{10 * F_v} \quad (5.1)$$

Waarin

q_{poc} = pompoevercapaciteit in mm/h

Q_p = pompcapaciteit in m³/h

Q_{DWA} = droogweerafvoer in m³/h

F_v = afvoerend oppervlak in ha

Berging: inhoud van de riolering uitgedrukt in m³ of in mm ten opzichte van het verhard oppervlak, in formulevorm:

$$B = \frac{V_s}{10 * F_v} \quad (5.2)$$

B = onderdrempelberging in mm,

V_s = inhoud stelsel in m³

F_v = afvoerend oppervlak in ha

Ledigingstijd: de tijd die nodig is om een rioelstelsel dat geheel gevuld is, leeg te pompen.

$$T_l = \frac{B}{q_{poc}} \quad (5.3)$$

T_l = ledigingstijd in uren

B = onderdrempelberging in mm

q_{poc} = pompoevercapaciteit in mm/h

5.1.2 Schematisering en modellering

Om te kunnen rekenen aan een rioelstelsel is een schematisering van de werkelijkheid noodzakelijk. Dit valt uiteen in twee delen:

- schematisering van het rioelstelsel (het schema of het rioleringsmodel);
- beschrijving van de waterbeweging (rekenmodel).

Afhankelijk van het doel kan een meer of minder vergaande vereenvoudiging worden toegepast. Hierbij is het van belang om een evenwicht te handhaven tussen beide delen van de schematisering. Zo heeft het niet veel zin om met een zeer verfijnde beschrijving van de waterbeweging te gaan reken met een zeer sterk vereenvoudigde beschrijving van een rioelstelsel.

In het meest eenvoudige geval wordt gewerkt met een zogeheten 'bakjesmodel'. In een bakjesmodel is de beschrijving van het rioelstelsel vereenvoudigd tot een bak met een overloop (de rioeloverstort) en een afvoer (het gemaal). De waterbeweging wordt alleen beschreven aan de hand van de wet van behoud van massa, ook wel de waterbalans genoemd:

$In = uit + berging$

Rekenvoorbeeld:

Op het verharde oppervlak valt in twee uur 21 mm neerslag. Het rioelstelsel heeft een berging van 7 mm en de pompoevercapaciteit bedraagt 0,75 mm/h. Gevraagd wordt om de overstortingshoeveelheid te berekenen.

Oplossing: Van de 21 mm neerslag zal $21 - 7 - (2 \times 0,75) = 12,5$ mm overstorten.

ACTIVERINGSVRAAG:

Controleer de formule voor de berekening van de berging B in mm op de eenheden, en ontdek dat de 10 in de noemer noodzakelijk is om de formule in eenheden sluitend te krijgen.

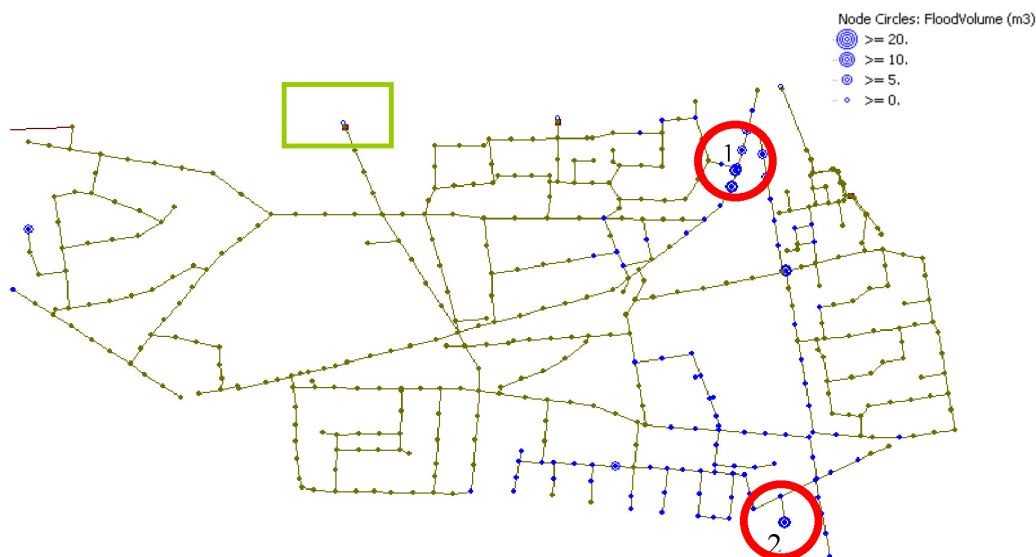
Het nut van een dergelijk model is beperkt. Zo kan er niets worden gezegd over wateroverlastlocaties of stroomsnelheden in leidingen. Wel kan men met een dergelijk eenvoudig model, voor vlakke gebieden, iets zeggen over de frequentie waarmee de overstort in werking treedt en kan een redelijke schatting worden gemaakt van de geloosde hoeveelheden afvalwater tijdens overstorten.

De meest gedetailleerde combinatie die momenteel in de praktijk wordt gebruikt is een 'volledig' rioleringsmodel in combinatie met een ééndimensionale dynamische beschrijving van de waterbeweging. Een volledig rioleringsmodel bevat als elementen:

- alle rioolputten;
- alle riolen (geschematiseerd tot een prismatisch buiselement tussen twee putten);
- alle overstorten;
- alle gemalen.

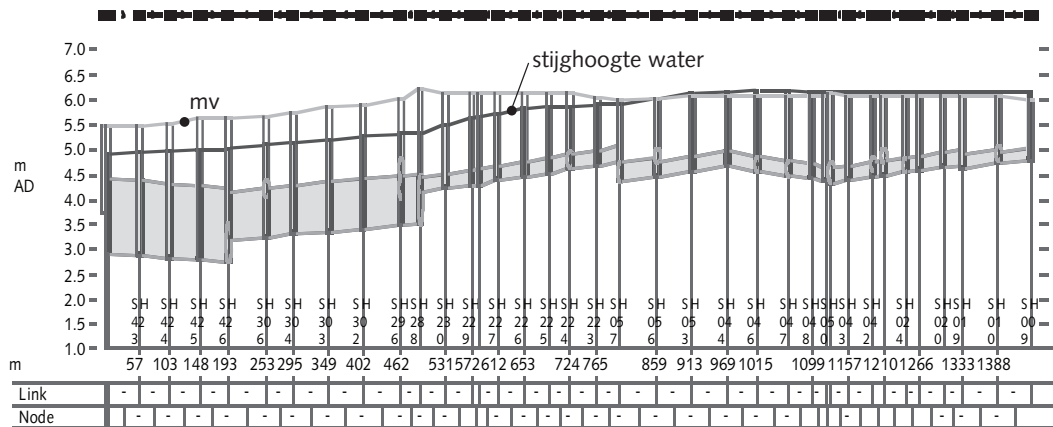
Vanwege de tijdsafhankelijke beschrijving van de stroming is het van belang dat echt alle elementen in het rioleringsmodel aanwezig, omdat dan de bergingsvariatie in de tijd juist wordt beschreven. Dit stelt zeer hoge eisen aan de kwaliteit (juistheid, volledigheid) van de gebruikte basisgegevens.

Een tot voor enkele jaren veel gebruikte tussenvorm is die van een vereenvoudigd model in combinatie met een stationaire beschrijving van de waterbeweging. Er wordt dan geen variatie in de tijd in beschouwing genomen. Het rioolstelsel wordt in het rioleringsmodel vereenvoudigd tot de hoofdafvoerroutes in combinatie met alle afvoerende elementen (overstorten en gemalen). Aan de hand van een stationair model kan iets worden gezegd over de afvoercapaciteit van een rioolstelsel. Afhankelijk van de gedetailleerdheid van het rioleringsmodel kan worden aangegeven op welke locaties risico op overbelasting (vaak als 'water op straat' aangeduid) bestaat. De figuren 5.1, 5.2 en 5.3 geven een beeld van de verschillende vormen van schematisering die zijn en worden gebruikt.

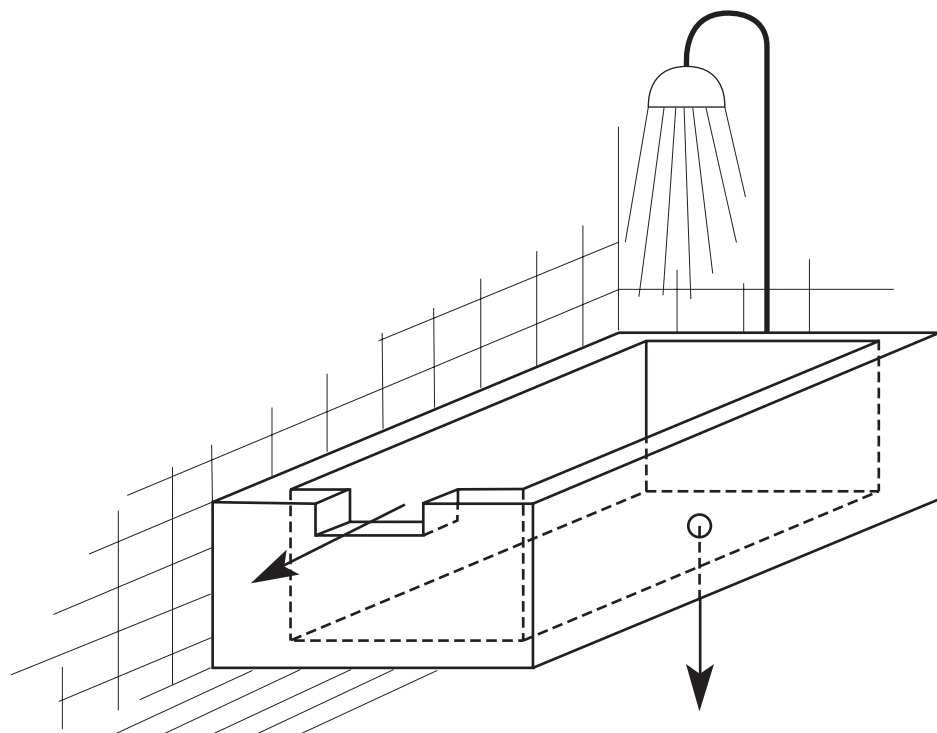


Figuur 5.1 Voorbeeld van een 'volledig rioleringsmodel', elke put en elk riool (streng) is in het model opgenomen, de blauwe cirkels geven de plaatsen aan waar overbelasting optreedt en 'water op straat' ontstaat.

Figuur 5.2 Voorbeeld van een schematisering van een hoofd-afvoerroute in een stationair model. De blauwe lijn geeft het piezometrisch niveau aan, de groene lijn is het maaiveld. Hier is te zien dat aan de rechterzijde van de figuur sprake is van overbelasting van de riolering, met als gevolg 'water op straat'.



Figuur 5.3 Een rioelstelsel gemodelleerd als 'badkuip', ofwel, het bakjesmodel. De douche is de 'rekenbui', het afvoerputje is het rioelgemaal, de veiligheid tegen overlopen is de rioeloverstort, de badkuip zelf is de bergende inhoud van het rioelstelsel.



5.2 Ontwerpgegevens

5.2.1 Randvoorwaarden

Als randvoorwaarden worden beschouwd: de omstandigheden die door de aard van de locatie als gegeven moeten worden beschouwd.

De randvoorwaarden bij een hydraulisch ontwerp van een rioelstelsel worden gevormd door:

- het stratenplan (stedenbouwkundig ontwerp);
- maaiveldpeilen;
- de aanwezigheid, de locatie en het peil van oppervlaktewater;
- het bestemmingsplan;
- de gewenste bescherming tegen hydraulische overbelasting ('water op straat');
- de toelaatbare belasting van het milieu (met name lozingen op oppervlaktewater vanuit rioeloverstorten).

Daarnaast gelden de volgende eisen:

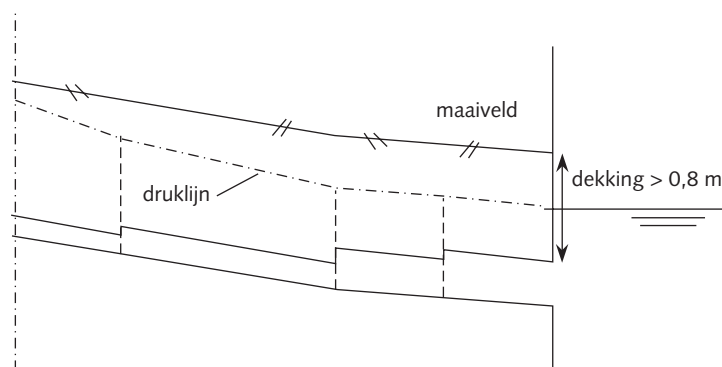
- minimale diameter;
- minimale dekking;
- ontwerp vullingsgraad;
- minimale schuifspanning;
- maximale snelheid.

Minimale diameter

Een minimale diameter voor riolen is noodzakelijk om de volgende redenen:

- het beperken van het gevaar op verstoppingen;
- het mogelijk maken van aansluitingen;
- reinigings- en inspectiemogelijkheden.

Als minimale diameter wordt voor regenwaterriolen en gemengde riolen veelal 300 mm en voor vuilwaterriolen doorgaans 250 mm aangehouden.



Figuur 5.4 Dekking op riolen

Minimale dekking

Riolen moeten op een zodanige diepte worden gelegd dat de kans op bevriezing van het rioolwater of beschadiging door verkeersbelasting zo klein mogelijk is. In Nederland geldt een minimale dekking van 0,8 m, zie figuur 5.4.

Ontwerp vullingsgraad

De vullingsgraad wordt gedefinieerd als h/D , waarin h de waterstand in het riool is en D de diameter. Bij het ontwerp van het vuilwaterstelsel bij gescheiden riolering bedraagt de vullingsgraad 30 tot 50%. De werkelijke capaciteit van de riolen is bij volle vulling, uitgaande van een vullingsgraad van 50%, het dubbele van de ontwerpcapaciteit. Deze ruime marge wordt aangehouden om eventualiteiten het hoofd te kunnen bieden. Daarbij moet worden gedacht aan een aanvankelijk niet voorziene uitbreiding van de wijk die naar het stelsel afwatert en in het bijzonder het opvangen van regenwater dat als gevolg van een foute aansluiting op het vuilwaterstelsel wordt geloosd.

Een andere zeer belangrijke reden de vullingsgraad tussen 30 en 50% te kiezen, heeft te maken met het gegeven dat, onder condities waarbij het afvalwater zuurstofloos is geworden (anaërobie), de mogelijkheid ontstaat dat cementgebonden leidingmaterialen worden aangetast. Bij een te hoge vullingsgraad is er een relatief klein wateroppervlak t.o.v. het watervolume. Hierdoor is de mogelijkheid voor gasuitwisseling tussen water en de riool atmosfeer beperkt, met een grotere kans op anaërobie tot gevolg.

Zelfreinigend vermogen

De afvoer van neerslag is zowel voor een gemengd stelsel als voor het regenwaterstelsel van een gescheiden stelsel maatgevend voor de afmetingen van de riolen en overige onderdelen van de stelsels.

ACTIVERINGSVRAAG:

Beredeneer waarom dit zo is, uitgaande van een evenwichtsstroming en de volgende relatie voor de schuifspanning $\tau = \rho g R_h i_b$ (τ is de schuifspanning, R_h is de hydraulische straal, g de zwaartekrachtversnelling, i_b de bodemhelling en ρ de dichtheid van water) en de volgende vuistregel voor de bodemhelling $i_b = \frac{1}{D}$, met D de diameter van de leiding in mm (dus een 'rond 400' ligt onder een helling van 1:400).

Het gemengde stelsel voert echter tevens het huishoudelijk en industrieel afvalwater af. De vulling van de riolen tijdens DWA zal aanzienlijk geringer zijn dan tijdens neerslag van enige omvang. De snelheid in het riool moet bij DWA zodanig groot zijn dat vaste deeltjes die in het afvalwater worden aangetroffen, met de stroom worden meegevoerd. In de Engelstalige literatuur wordt in dat geval gesproken van de "self cleansing velocity", de zelfreinigende snelheid. Indien de snelheid in het riool 0,60 m/s bedraagt wordt in de Angelsaksische landen aangenomen dat bezinking niet optreedt. Strikt genomen is het beter om uit te gaan van een bepaalde minimale schuifspanning (0,5 tot 1,5 N/m²) omdat dit meer raakt aan het wezen van het probleem: sedimenttransport. Echter, het is niet duidelijk welke waarde aangehouden dient te worden omdat uit onderzoek is gebleken dat de kritische schuifspanning voor rioolslib een enorme variatie te zien geeft. Toch is in de Nederlandse praktijk een vuistregel opgesteld voor het minimale bodemverhang, die is gebaseerd op een constante waarde voor de schuifspanning. Deze vuistregel luidt: het minimale bodemverhang is: $i_{\min} = 1/D$, waarbij D is de buisdiameter in mm.

Maximale snelheid

De maximaal toegestane stroomsnelheid in riolen is afhankelijk van:

- De erosiegevoeligheid van het leidingmateriaal. Een gresbuis is nauwelijks gevoelig voor erosie, terwijl een betonnen buis niet erodeert zolang de stroomsnelheid lager ligt dan 12 m/s voor zuiver water of 2 tot 3 m/s voor water dat zand of vaste deeltjes bevat.
- De duur van de belasting. Een vuilwaterriool wordt vrijwel continu belast, waardoor de toegestane stroomsnelheid wordt beperkt tot 4 m/s. Een regenwaterriool heeft te maken met kortdurende piekbelastingen, waarbij tijdelijk hoge stroomsnelheden toegestaan kunnen worden.

Op de toetsing van de ontwerpeisen wordt in de paragrafen 5.5.4 en 5.5.5 dieper ingegaan.

5.2.2 Belasting van het rioolstelsel

De belasting op een rioolstelsel bestaat uit twee componenten:

- DWA belasting (huishoudelijke en industrieel afvalwater, drainwater, lekwater)
- RWA belasting (neerslag)

Hierna zal worden ingegaan op de wijze waarop deze belastingen ten behoeve van ontwerpdoel-einden worden bepaald.

DWA belasting

De DWA (droogweerafvoer) belasting wordt gevormd door: het huishoudelijk afvalwater, het industrieel afvalwater, het lekwater, en het drainagewater.

De dagelijkse hoeveelheid huishoudelijk afvalwater is afhankelijk van het drinkwaterverbruik per persoon, de optredende verliezen en het aantal personen. Bij het ontwerpen van rioolstelsels moet rekening worden gehouden met toekomstige ontwikkelingen, zoals een mogelijke bevolkingsgroei of veranderingen in het drinkwaterverbruik per persoon. Daarnaast zijn de schommelingen van de hoeveelheid afvalwater gedurende de dag van belang.

Drinkwaterverbruik per persoon

Het drinkwaterverbruik is afhankelijk van de welstand en de klimatologische omstandigheden.

Bij een lage welstand zijn bijvoorbeeld toiletspoelingen afwezig. Bij een hoge welstand wordt in de tropen en vooral in de subtropen en aride gebieden, veel drinkwater gebruikt om tuinen te sproeien en zwembaden te vullen, terwijl bovendien veel water wordt gebruikt om te baden.

In Nederland bedraagt het drinkwaterverbruik ongeveer 128 liter per persoon per dag. Het drinkwaterverbruik per persoon kan worden onderverdeeld naar de verschillende huishoudelijke activiteiten, zoals wassen, koken, baden, doorspoelen van toiletten en afwassen. Van het toegevoerde

drinkwater wordt slechts circa 40% gebruikt ten behoeve van de persoonlijke hygiëne, het laven van de dorst en het koken. De overige 60% van het drinkwater wordt gebruikt voor doeleinden waartoe ook water van geringere kwaliteit benut zou kunnen worden. Dit heeft ertoe geleid dat veel aandacht is besteed aan mogelijkheden om water met een lagere kwaliteit dan drinkwater in te zetten voor dergelijke doeleinden.

De milieuwinst van dergelijke systemen blijkt echter beperkt. Tevens is er een reëel risico op kruisverbindingen, waarbij water uit het huishoudwatersnet (met onvoldoende kwaliteit) als drinkwater gebruikt wordt, met ziekteverschijnselen als gevolg. Deze problemen leidden er toe dat onder meer een experiment met een huishoudwatersnet in de Utrechtse VINEX-wijk Leidsche Rijn is gestaakt.

Verliezen

Een deel van het aangevoerde drinkwater gaat verloren en komt niet tot afvoer naar de riolering. Verliezen zijn bijvoorbeeld lekkage uit het distributienetwerk, sproeiwater voor de tuin, of water dat verdampt uit wasgoed. In Nederland bedragen de totale verliezen ongeveer 5% van het drinkwaterverbruik, zodat de dagelijks geproduceerde hoeveelheid afvalwater ongeveer 120 liter per persoon bedraagt.

Het verschil tussen afvalwaterafvoer en drinkwaterproductie wordt niet uitsluitend bepaald door klimatologische omstandigheden en hoogte van de welvaart. Lekverliezen die optreden in het distributienetwerk kunnen een belangrijk deel van het verschil verklaren. Deze verliezen kunnen in sommige landen tussen 10 en 50% van de drinkwaterproductie uitmaken. In Nederland bedragen de lekverliezen minder dan 5% van de productie. In tabel 5.1 is voor een aantal plaatsen de drinkwatertoevoer (lees: drinkwaterproductie) en de af te voeren hoeveelheid afvalwater weergegeven.

plaats	toevoer (lpppd)	afvoer (lpppd)
Las Vegas (VS)	1.560	760
Little Rock (VS)	190	190
Wyoming (VS)	570	300
Boston (VS)	550	530
Caïro (Egypte)	800	150
Amsterdam (deel van de stad)	130	209
Grand Rapids (VS)	670	720

Tabel 5.1. Toevoer drinkwater en afvoer afvalwater (in liters per persoon per dag)

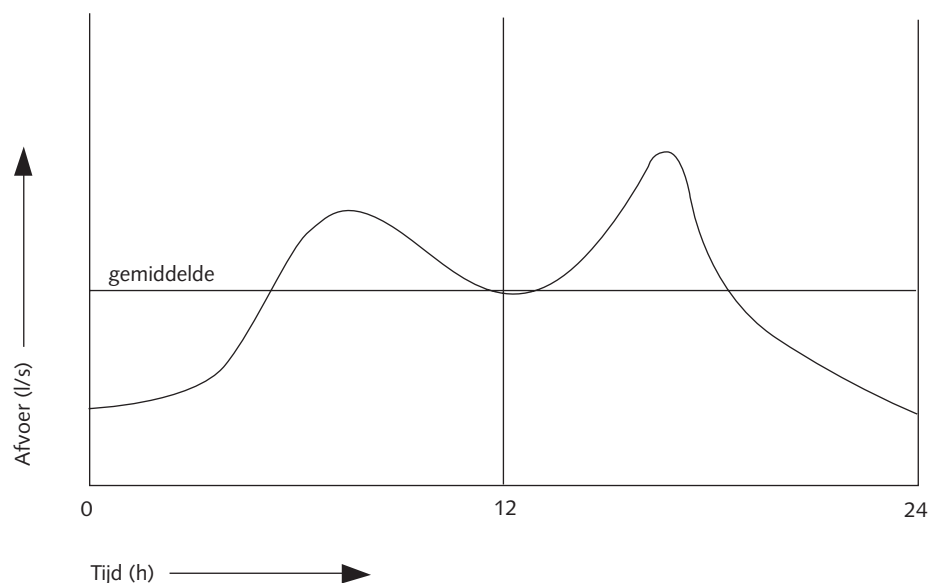
In veel plaatsen blijkt de afvoer aanzienlijk kleiner te zijn dan de aanvoer. In Amsterdam en Grand Rapids is de afvoer echter groter dan de toevoer. In het geval van Amsterdam moet dit worden toegeschreven aan infiltratie van grondwater in de riolering. Vermoedelijk is in Grand Rapids iets vergelijkbaars aan de hand.

Uit het voorgaande blijkt dat uitgaan van de drinkwaterproductie bij het dimensioneren van gescheiden rioolstelsels aanleiding kan geven tot zowel over- als onderdimensionering van de vuilwaterriolen!

Spreiding over de dag

Het afvalwater wordt niet gelijkmatig verdeeld over de dag afgevoerd. Gedurende de nacht is de afvoer gering. Het grootste deel van het afvalwater wordt gedurende circa 10 uur van de dag afgevoerd. De afvoer vertoont verder een ochtend- en een avondpiek (zie figuur 5.5).

Figuur 5.5. Dagelijkse schommelingen in droogweerafvoer



Het is in Nederland gebruikelijk bij het ontwerpen van rioolstelsels rekening te houden met een afvoer van huishoudelijk afvalwater van 12 l/(inw.h). Hierbij wordt aangenomen dat de totale hoeveelheid huishoudelijk afvalwater van 120 l/(inw.dag) in 10 h wordt afgevoerd. De in Nederland gehanteerde zogeheten piekfactor wordt daarmee:

- piekafvoer is: $120/10 = 12 \text{ l/(inw.h)}$
- gemiddelde afvoer is: $120/24 = 5 \text{ l/(inw.h)}$
- piekfactor is: $12/5 = 2,4$

Het blijkt dat de grootte van de toegepaste piekfactoren van land tot land verschilt, meestal om onduidelijke redenen. Van veel groter belang voor een goede werking van het afvalwatersysteem is het risico van het aansluiten van regenwaterafvoeren op de vuilwaterriolering met mogelijke overbelasting tot gevolg. Een en ander blijkt uit de volgende toelichting.

Toelichting

De piekafvoer per inwoner bedraagt in Nederland 12 l/h. Bij een afvoerend oppervlak van 60 m² per persoon komt dit neer op een DWA van 0,2 mm/h. Vuilwaterriolen worden ontworpen op een vullingsgraad van 50%. De vullingsgraad is gelijk aan de waterdiepte in het riool gedeeld door de diameter. De werkelijke capaciteit van de riolen is bij volle vulling, uitgaande van een vullingsgraad van 50%, ongeveer het dubbele van de ontwerpcapaciteit. Deze ruime marge wordt aangehouden met het oog op mogelijke uitbreiding van de wijk die naar het stelsel afwatert en in het bijzonder het opvangen van regenwater dat door foute aansluitingen op het vuilwaterstelsel wordt geloosd. Een aantal keren per jaar komen regenintensiteiten voor van 20 mm/h. Hieruit volgt dat indien 0,2/20 is 1/100ste deel van het verharde oppervlak naar het vuilwater stelsel afwatert, de volle capaciteit van het stelsel reeds is bereikt. Bij een groter deel dat naar de vuilwater riolering afwatert bestaat zelfs de kans dat het afvalwater via schrobputjes de woningen binnenstroomt of via de putdeksels op straat komt te staan.

Industrieel afvalwater

De door de industrie geloosde hoeveelheid afvalwater verschilt aanzienlijk per type bedrijf. Indien een rioolstelsel moet worden ontworpen voor een nieuwe wijk is dikwijls niet bekend welke bedrijven zich daar zullen vestigen. Bij het ontwerp wordt in een dergelijk geval uitgegaan van een belasting met 2 l/(s.ha). Deze belasting wordt betrokken op het bruto oppervlak, aangezien het afvoerend verhard oppervlak op het moment van ontwerpen nog niet bekend is.

Gaat het om een bestaande wijk, dan kan de hoeveelheid afvalwater worden berekend aan de hand van de gegevens van het drinkwaterbedrijf dat het water levert. Let op: sommige industrieën voorzien in de eigen waterbehoefte door grondwater te gebruiken. In dat geval moet door het bevoegde gezag (voor industriële onttrekkingen boven een bepaalde grens is dat de provincie, anders het waterschap) een onttrekkingsvergunning worden afgegeven. Het waterverbruik van de betreffende industrie kan aan de tekst van de vergunning worden ontleend, waarna de riolering daarop kan worden gedimensioneerd. Echter, steeds vaker komt het voor dat bepaalde industrieën (frisdrankindustrie, brouwerijen) het gebruikte water deels hergebruiken of zelf behandelen en niet op de riolering lozen.

Lekwater

Rioolstelsels behoren waterdicht te zijn. Oudere stelsels, vooral gelegen in gebieden met een slechte bodemgesteldheid, zijn dit echter in veel gevallen niet. Bij hoge grondwaterstanden dringt dan grondwater het riool binnen, het zogenaamde lekwater, en wordt als afvalwater afgevoerd. Bij het ontwerpen van rioolstelsels wordt met een lekdebiet van $0,2 \text{ m}^3/\text{per kilometer riool per uur}$ rekening gehouden.

Hierbij moet het volgende worden aangetekend: het onverharde oppervlak van een gerioleerd gebied bedraagt gemiddeld 140 m^2 per woning. Daarbij hoort een lengte van het riool van ca 7 m^1 per woning. Hiermee rekening houdende betekent een lekdebiet van $0,2 \text{ m}^3/(\text{km.h})$ dat ca $87,6 \text{ mm}$ van de jaarlijkse neerslag die op het onverharde oppervlak valt, via lekkende riolen wordt afgevoerd. Uit recent onderzoek is gebleken dat bij riolering gelegen in grond met geringe draagkracht lekdebieten in de orde van grootte van $1 \text{ m}^3/(\text{km.h})$ kunnen voorkomen. Dit betekent dat in die gevallen circa 440 mm van de neerslag vallende op het onverharde oppervlak via de riolering wordt afgevoerd. Deze 440 mm komt ongeveer overeen met de effectieve neerslag, die gemiddeld jaarlijks aan het grondwater wordt toegevoegd. De effectieve neerslag is de totale jaarlijkse neerslagsom minus de totale jaarlijkse verdamping. Hieruit volgt dat de grondwaterstanden zullen stijgen wanneer lekkende riolen worden gedicht. Dit houdt in dat het dichten van lekkende riolen met omzichtigheid dient te geschieden. Wordt dit niet gedaan dan kunnen kelders van woningen onderlopen en woningen ontoelaatbaar vochtig worden.

Drainagewater

Drainagewater is grondwater dat via drains aan de bodem onttrokken wordt, teneinde de grondwaterstand te beheersen.

Waterbeheerders hebben in het algemeen bezwaar tegen de afvoer van het naar verhouding schone drainwater naar de afvalwaterzuiveringsinrichting. In bepaalde gevallen waar afvoer naar waterlopen niet mogelijk is, wordt vergunning verleend om het drainagewater op het rioolstelsel te lozen.

Bij het ontwerpen van stelsel en bij het uitvoeren een controleberekening naar de werking van stelsels wordt met de afvoer van drainagewater geen rekening gehouden, tenzij de hoeveelheden bekend zijn. Zo niet, dan wordt aangenomen dat de hoeveelheid drainagewater zit verdisconteerd in de hoeveelheid lekwater.

Neerslag

In Nederland wordt een belangrijk deel van de neerslag via de riolering afgevoerd (regenwater-afvoer).

Een deel van de neerslag komt niet tot afstroming en draagt daardoor niet bij aan de belasting van de riolering. Het nauwkeurig inschatten van de hoeveelheid neerslag die daadwerkelijk tot afstroming komt is zeer belangrijk, aangezien een foute inschatting zowel een onder- als overdimensionering van het rioolstelsel tot gevolg kan hebben.

ACTIVERINGSVRAAG:

Kun je controleren of een lekdebiet van $0,2 \text{ m}^3/\text{per kilometer riool}$ overeenkomt met een neerslaghoeveelheid van $87,6 \text{ mm}$ op een onverhard oppervlak van 140 m^2 dat gemiddeld bij elke woning hoort? Van belang is nog dat gemiddeld een rioollengte van 7 m^1 bij elke woning hoort.

Het afvloeingsgedrag is afhankelijk van de omvang van de volgende verschijnselen:

- interceptie
- evapotranspiratie
- infiltratie
- berging door plasvorming

Onder interceptie (= bevochtigingsverliezen) wordt het gedeelte van de neerslag verstaan dat zodanig aan het oppervlak wordt geabsorbeerd dat het niet tot afstroming komt.

De evapotranspiratie is het regenwater dat direct verdampt op de grond, op planten en op gebouwen en het water dat indirect via planten verdampt wordt.

Onder infiltratie wordt de hoeveelheid water verstaan die door het (on)verharde oppervlak heen de bodem in zakt.

De berging door plasvorming ontstaat doordat de eerste neerslag die afstroomt langs het oppervlak wordt geborgen in laagten.

Bij het ontwerp van de riolering wordt het afvloeingsgedrag doorgaans in rekening gebracht met behulp van een afvloeingscoëfficiënt. De afvloeingscoëfficiënt geeft het aandeel weer van de totale neerslag dat daadwerkelijk tot afvloeiing (afstroming) komt. In tabel 5.3 zijn enkele kenmerkende waarden weergegeven.

Tabel 5.3 Afvloeingscoëfficiënt

aard oppervlak	afvloeingscoëfficiënt
leisteendaken	0,95
pannedaken	0,90
platte daken	0,50 - 0,70
asfaltwegen	0,85 - 0,90
tegelpaden	0,75 - 0,85
keibestrating	0,25 - 0,60
grindwegen	0,15 - 0,30
onbegroeide oppervlakken	0,10 - 0,20
parken, groenstroken	0,05 - 0,10

In Nederland wordt veelal bij het ontwerpen voor het verharde gebied (daken en wegen) de afvloeingscoëfficiënt $C = 1$ en voor het onverharde gebied (parken, tuinen) $C = 0$ genomen. Bij de dimensionering van rioelstelsels in Nederland wordt in die ruwe benadering alleen het verhard oppervlak meegenomen. Hoewel in bepaalde situaties ook het onverharde terrein kan bijdragen tot de belasting van rioelstelsels, wordt hiermee in ons land veelal geen rekening gehouden. Dat is als volgt te beredeneren.

Veelal bestaat 50% van het bebouwde oppervlak uit verhard oppervlak. Daarvan is 60% wegen, pleinen en trottoirs en 40% daken. Van de wegen is 75% voorzien van een asfaltverharding en 25% van een klinkerbestrating. De daken moeten worden onderverdeeld in platte en schuine daken. Ruwweg 50% van de daken zijn plat. Het onverharde deel bestaat uit tuinen en groenstroken. Gemiddeld is het zo dat circa de helft van dit onverharde oppervlak bij hevige neerslag deels via trottoirs en de straten kan afwateren naar de riolering. Wordt het totale bebouwde oppervlak op 100% gesteld, dan ontstaat het beeld uit tabel 5.4.

	Aandeel	Afvoeiingscoëfficiënt	Relatief aandeel
Asfaltwegen	22,5%	0,90	0,20
Klinkerwegen	7,5%	0,50	0,08
Schuine daken	10,0%	0,90	0,09
Platte daken	10,0%	0,70	0,07
Afvoerend onverhard	25,0%	0,15	0,04
Niet afvoerend onverhard	25,0%	0,00	0,00
Totaal	100		0,48

Tabel 5.4 Bepaling samengestelde afvoercoëfficiënt

De afvoercoëfficiënt geeft aan welk deel van de neerslag van het betreffende oppervlak tot afstroming naar de riolering komt. Uit de tabel blijkt dat de afvoercoëfficiënt voor het totale bebouwde oppervlak 48% bedraagt. Dit is slechts 2% minder dan het percentage verhard oppervlak dat binnen het bebouwde gebied aanwezig is. Dit is in vrijwel elk bebouwd gebied het geval. Het is om die reden dat bij het beoordelen van de werking van rioolstelsels wordt uitgegaan van de afvoer van uitsluitend het verharde oppervlak. De afvoercoëfficiënt die in dat geval wordt gebruikt heeft dan uiteraard de waarde 1.

Op grond van jarenlange ervaring worden Nederlandse rioolstelsels ontworpen op het kunnen verwerken van een continue regenintensiteit van 60 l/s/ha. Voor hellende gebieden wordt, ter bevordering van de meerdere veiligheid, soms 90 l/s/ha gekozen. De in rekening te brengen hectares betreffen die van het totale verharde oppervlak.

De vermelde ontwerpregenintensiteiten houden in dat de werkelijkheid in zeer belangrijke mate wordt geschematiseerd.

Regenduurlijnen

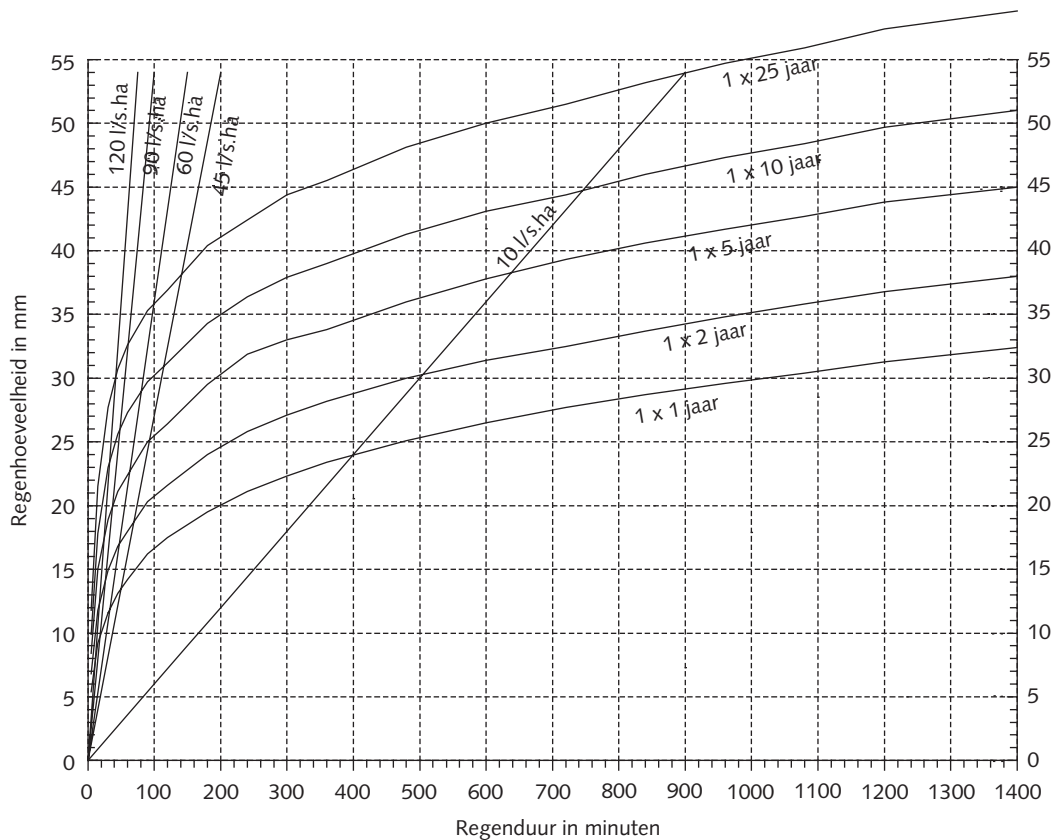
Zoals bekend is de regenintensiteit in Nederland niet continu gelijk; een hevige onweersbui aan het eind van de zomer wordt in het algemeen gekenmerkt door een zeer hoge regenintensiteit gedurende een korte periode (van een half uur tot een aantal uren). In de winter, wanneer depressie na depressie over het land trekt, kan het dagen achtereen flink regenen, maar de regenintensiteit is dan niet zo hoog als bij de onweersbui. De regenduurlijnen geven een beeld van de variabiliteit van de neerslagintensiteit. De regenduurlijnen worden samengesteld aan de hand van de regenwaarnemingen uit het verleden. Regenduurlijnen geven aan welke totale neerslag(som) er in de loop van een zekere tijd (bijv. een half uur, een uur, 4 uren, 8 uren enz.), met een bepaalde kans van optreden verwacht mag worden.

Bij het ontwerpen en analyseren van rioolstelsels, open waterlopen, retentiebekkens en bergbezinkbassins wordt veelvuldig gebruik gemaakt van regenduurlijnen. Deze lijnen geven de kans weer dat neerslag optreedt van een bepaalde hoeveelheid gedurende een bepaalde tijd. In hoofdstuk 3 zijn al, voor verschillende herhalings tijden, de neerslaghoeveelheden weergegeven voor regenduren van 4 uren, 8 uren, 1 dag tot en met 9 dagen. In figuur 5.5 is de regenduurlijn uit de publicatie van de Heidemij/LD weergegeven. Voor een aantal herhalings tijden, aangeduid met $T = X$ jaar, is de neerslagsom (verticale as) weergegeven die in de loop van de regenduur (horizontale as) verwacht wordt.

ACTIVERINGSVRAAG:

Reken de continue regenintensiteit van 60 l/s/ha om naar een continue regenintensiteit in mm/h.

Figuur 5.6. Regenduurlijnen



Uit figuur 5.6 blijkt dat er gemiddeld eens in de 5 jaar ($T = 5$) op gerekend moet worden dat er gedurende een regenduur van één uur een regenhoeveelheid valt van 21,6 mm. Overigens blijkt deze regenintensiteit met de regenduur af te nemen. Zo valt er met dezelfde herhalingstijd (eens in de 5 jaren) een regenhoeveelheid van 31 mm in 4 uren. Het is van belang dat men zich goed realiseert dat de regenduurlijnen geen werkelijk beeld geven van de neerslag in opgetreden buien. De regenduurlijnen geven de neerslagsom in een bepaalde periode, ook al is het in die periode tijdelijk droog geweest.

5.3 Stelselkeuze en lay-out

5.3.1 Stelseltype

De stedenbouwkundige vormgeving van een wijk is van rechtstreekse invloed op de stelselkeuze en de kosten van aanleg van het afvalwatersysteem. Deze invloed is het sterkst in de laag gelegen delen van Nederland. Daarbij is de aanwezigheid c.q. de noodzaak tot de aanleg van open waterpartijen van groot belang.

Ten behoeve van de afvoer van regen- en afvalwater kan worden gekozen tussen een gemengd en een gescheiden stelsel. De kosten van aanleg van een gescheiden stelsel worden in belangrijke mate bepaald door de aanwezigheid van open water waarop het regenwaterstelsel kan lozen. In de laaggelegen delen van Nederland is dit open water dikwijls in oorsprong reeds aanwezig of dient te worden aangelegd ter handhaving van het gewenste grondwaterpeil. In de hoger gelegen delen van het land is, ter handhaving van het gewenste grondwaterpeil, de aanleg van open water meestal geen noodzaak. In die gevallen is een gescheiden rioolstelsel qua aanleg en onderhoud duurder dan een gemengd stelsel. Het regenwater moet immers worden afgevoerd door riolen die, in benedenstroomse richting, in afmetingen toenemen. Het kiezen van een gemengd stelsel ligt dan voor de hand. Wel moet hier de kanttekening bij worden gemaakt, dat in de hoger gelegen delen van

Nederland te overwegen valt om het regenwater vanuit de regenwaterriolen te laten infiltreren, althans als de doorlatendheid van de ondergrond en de grondwatersituatie dit mogelijk maken.

Ook voor de gemengde stelsels is de aanwezigheid en beschikbaarheid van open water gunstig met betrekking tot de aanlegkosten. Dit stelsel wordt qua aanleg goedkoper naarmate meer punten aanwezig zijn waar, bij hevige neerslag, het stelsel via overstorten kan worden ontlast. Een aspect dat niet over het hoofd moet worden gezien is dat het lozen van water vanuit de riolering tijdens overstortingen een nadelige invloed kan hebben op de kwaliteit van het stadswater. Bij het opstellen van het stedenbouwkundig plan moet met dit aspect rekening worden gehouden.

Ten aanzien van de keuze voor een verbeterd gescheiden stelsel gelden geen andere overwegingen dan hiervoor met betrekking tot het gescheiden stelsel zijn vermeld. Dit ligt anders voor een verbeterd gemengd stelsel. Het bergbezinkbassin of een soortgelijke voorziening, dat onderdeel uitmaakt van een dergelijk stelsel, moet op een plaats worden aangebracht waar het zich kan vullen tijdens een neerslag die aanleiding geeft tot een overstorting. In het algemeen zal de voorziening op het laagste punt in het stelsel worden aangebracht, bovenstrooms van dit punt is echter ook mogelijk. In alle gevallen zal, vanwege het ruimtebeslag dat een dergelijke voorziening vergt, met de locatie tijdens het opzetten van het stedenbouwkundig plan rekening moeten worden gehouden. Ook hier is vroegtijdig overleg tussen stedenbouwkundige en rioleringsdeskundige noodzakelijk.

In geaccidenteerde gebieden kan het economisch aantrekkelijk zijn om ten dele een gemengd en ten dele een gescheiden stelsel aan te leggen. Wanneer in het hooggelegen deel een gemengd stelsel wordt aangelegd bestaat de kans dat bij hevige regenval ernstige wateroverlast ontstaat in het laaggelegen deel. Een oplossing kan zijn om in het hooggelegen deel van het gebied een gescheiden stelsel aan te leggen, zodat alleen het afvalwater naar het laaggelegen gemengde stelsel hoeft te worden afgevoerd en wateroverlast kan worden voorkomen. Een andere oplossing is het vergroten van het stamriool in het laaggelegen gemengde stelsel.

Met name bij stadsuitbreidingen kan de bestaande infrastructuur van invloed zijn op de stelselkeuze. Wanneer een stadsuitbreiding afwatert op een bestaand gemengd stelsel, kan het noodzakelijk zijn om een gescheiden stelsel aan te leggen en slechts de DWA naar het bestaand gemengde stelsel af te voeren om overbelasting van het bestaand gemengde stelsel te voorkomen.

Wanneer een stadsuitbreiding afwatert op een bestaand gescheiden stelsel is het vanwege de beperkte hydraulische capaciteit van het afvalwaterstelsel in veel gevallen niet mogelijk om de extra hoeveelheid afvalwater via het bestaand stelsel naar de zuivering te leiden. In een dergelijk geval zal de aanleg van een persleiding of een transportleiding uitkomst kunnen bieden, om het afvalwater vanuit het rioalgemaal naar de AWZI te kunnen transporteren.

5.3.2 Netwerkstructuur, diepteligging

Voor de hydraulische berekening van rioolstelsels is de structuur van het netwerk van groot belang. Het netwerk kan een vertakte of een vermaasde structuur hebben. Bij een vertakte structuur ligt de loop van het water vast. Bij een vermaasde structuur zijn er meerdere mogelijkheden voor het water om tot afstroming te komen.

Beide typen hebben voor- en nadelen. In een vertakt systeem kan het falen van een leiding (instorten, overbelast raken) er toe leiden dat het hele gebied bovenstrooms van deze leiding daarvan de gevolgen ondervindt. In een vermaasd systeem kan het water een alternatieve route volgen. In die zin is een vermaasd systeem dus robuuster dan een vertakt systeem. Aan de andere kant kan het in een vermaasd systeem voorkomen dat in een aantal leidingen bijna geen doorstroming plaatsvindt, waardoor zeker in DWA omstandigheden aanrotting van afvalwater kan plaatsvinden

met stankklachten en corrosie van het buismateriaal tot gevolg. In Nederland zijn nagenoeg alle systemen vermaasd aangelegd.

Voor wat betreft de diepteligging geldt het volgende: er wordt uitgegaan van minimaal 0,8 m dekking boven de kruin van de leiding. Dit heeft te maken met de verdeling van de grond- en bovenbelasting (verkeer) en met de vorstvrije ligging van de riolering. Het bodemverhang van de buizen zou formeel volgen uit een berekening van de noodzakelijk schuifspanning en/of vullingsgraad bij vuilwaterriolen. Als vuistregel kan men voor een eerste layout ontwerp uitgaan van een bodemhelling die gelijk is aan 1 gedeeld door de leidingdiameter in mm, dus een ronde buis met een diameter van 400 mm krijgt dan een bodemverhang van 1:400. De achtergrond van deze regel is dat men op deze manier bij een gegeven vullingsgraad een nagenoeg constante waarde voor de bodemschuifspanning krijgt ongeacht de diameter van de leiding.

5.3.3 Locatie van bijzondere voorzieningen

Als een ontwerp van een nog te bouwen systeem moet worden gemaakt is het van belang de locaties van gemalen, overstorten en uitlaten zorgvuldig te kiezen.

Bij overstorten gelden de volgende overwegingen

- Niet te ver weg van oppervlaktewater. Als het niet anders kan is het mogelijk om achter een overstort een zogeheten overstortleiding aan te leggen. Dit is echter kostbaar en voegt niets toe aan de bergingscapaciteit van de riolering. In bestaande systemen komen dit soort oplossingen wel voor i.v.m. veranderingen in de opzet van wijken of andere wijzigende omstandigheden.
- De kwetsbaarheid van het water waarop geloosd gaat worden (locatiekeuze in nauw overleg met de waterkwaliteitsbeheerder).
- De kans op hinder (stank, visuele verontreiniging).
- De kans op volksgezondheidsproblemen (recreatie, veedrenking).

De meeste rioolgemalen zijn betrekkelijk klein van omvang en kunnen volledig ondergronds worden gebouwd. In dergelijke gevallen is het bij de keuze van de locatie van belang te letten op:

- Toegankelijkheid en bereikbaarheid voor onderhoud zonder dat er gevaar voor onderhoudspersoneel of verkeerstechnische problemen ontstaat.
- Afstand tot de bebouwing (i.v.m. stank en eventueel lawaai, hoewel dat laatste zelden een probleem is bij ondergrondse gemalen)

Voor grote gemalen, meestal de zogenaamde eindgemalen van waaruit grote hoeveelheden afvalwater naar de AWZI worden gepompt, is vaak sprake van een bovengronds bouwwerk. In dat geval gelden de volgende overwegingen:

- welke locaties zijn mogelijk gezien de functietoekenningen in het bestemmingsplan
- eisen gesteld vanuit de bouwverordening
- kans op stankoverlast
- kans op lawaai-overlast
- toegankelijkheid en bereikbaarheid

Rioleringstechnisch kan men de locaties min of meer vrij kiezen. Wel is het handig (indien mogelijk gezien alle andere eisen) om het verhang van het maaiveld te volgen: gemaal op het laagste punt, overstorten op de hoogste punten. Op die manier kan wat worden bespaard op grondverzet.

5.4 Hydraulica

5.4.1 Stroming van afvalwater

Stationaire stroming in geheel gevulde leidingen

De stroming van afvalwater door een rioelstelsel is een vrij gecompliceerd proces. De stroming wordt beschreven door een stelsel van partiële differentiaalvergelijking waarmee een driedimensionaal dynamisch stromingsveld wordt beschreven. Deze vergelijkingen zijn bekend onder de naam Navier-Stokes vergelijkingen. In dit lesmateriaal wordt een aantal belangrijke vereenvoudigingen doorgevoerd:

- we beschouwen de stroming als eendimensionaal (er wordt alleen gewerkt met een snelheidscomponent in de lengterichting van de buis);
- we veronderstellen een stationaire situatie (constant in de tijd)

Hiermee wordt de berekening van de stroming in een rioelstelsel gereduceerd tot het oplossen van een tweetal vergelijkingen, te weten:

- een stationaire massabalans (vgl. 5.4), in de vloeistofmechanica ook wel continuïteitsvergelijking genoemd;
- een vereenvoudigde bewegingsvergelijking (vgl. 5.5).

Stationaire massabalans:

$$\sum_{i=1}^{i=n} Q_i + Q_B - Q_p = 0 \quad (5.4)$$

Waarin:

- Q_i = aanvoerdebiet uit streng i
- Q_B = debiet dat op de knoop wordt geloosd (hydraulische belasting)
- Q_p = debiet dat aan de knoop wordt onttrokken (pompdebiet)

Bij de bewegingsvergelijking is het van belang of er sprake is van geheel gevulde leidingen of van gedeeltelijk gevulde leidingen met een vrije (afval)waterspiegel. We behandelen eerst de bewegingsvergelijking bij een geheel gevulde leiding.

Geheel gevulde leidingen

De bewegingsvergelijking in een stationaire situatie met geheel gevulde leidingen geeft aan dat er een energieverlies ΔH (in m) over een doorstroomde lengte L (in m) optreedt van:

$$\Delta H = L \frac{Q|Q|}{C^2 R_h A_s^2} \quad (5.5)$$

Waarin:

- Q = debiet door de leiding in m^3/s
- L = lengte van de leiding in m
- C = Chézy-coëfficiënt in $m^{1/2}/s$
- R_h = hydraulische straal in m
- A_s = stroomvoerend oppervlak in m^2

De waarde van de Chézy-coëfficiënt kan eenvoudig worden berekend aan de hand van:

$$C = 18 \log \left[\frac{12R_h}{k_n} \right] \quad (5.6)$$

Waarin

C = Chézy-coëfficiënt

R_h = hydraulische straal

k_n = equivalente wandruwheid volgens Nikuradse

De hydraulische straal is gedefinieerd als het quotiënt van het stroomvoerende oppervlak gedeeld door de natte omtrek. Voor een geheel gevulde ronde buisleiding komt dat neer op:

$$R_h = \frac{\frac{1}{4}\pi D^2}{\pi D} = \frac{1}{4}D \quad (5.7)$$

Voorbeeld berekening:

Een leiding heeft een diameter van 1 m en een lengte van 100 m, het debiet door de leiding is $1\text{ m}^3/\text{s}$, de ruwheid van de wand is 2 mm. Hoe groot is het energieverlies in mwk over de leiding, ervan uitgaande dat de leiding geheel gevuld is?

De hydraulische straal is 0,25 m (immers $0,25 * D$)

De waarde van de Chézy-coëfficiënt is

$$C = 18 \log \left[\frac{12R_h}{k_n} \right] = 18 \log \left[\frac{12 * 0,25}{0,002} \right] = 18 \log 1500 = 57,17 \text{ m}^{\frac{1}{2}}/\text{s}$$

$$\text{Het natte oppervlak is } A_h = \frac{1}{4}\pi D^2 = \frac{1}{4}\pi 1^2 = 0,785 \text{ m}^2$$

Nu is het drukverschil in mwk uit te rekenen:

$$\Delta H = L \frac{Q|Q|}{C^2 R_h A_h^2} = 100 * \frac{1|1|}{57,17^2 * 0,25 * 0,785^2} = 0,198 \text{ m}$$

$$\text{Het energieverhang, gedefinieerd als } i_e = \frac{\Delta H}{L} = \frac{0,198}{100} = 0,00198, \text{ ofwel ongeveer 1 op 500.}$$

Als eerste indicatie van de wandruwheid van rioolleidingen kan het volgende dienen:

materiaal	wandruwheid k_n (mm)
beton	3,0
PVC	0,4
gres	0,5
gietijzer	2,0
metselwerk	5,0
PE	0,4
HPDE	0,4
staal	1,5

Tabel 5.5 ruwheidswaarden voor enkele materialen

Deels gevulde leidingen

Een stationaire uniforme stroming in een deels gevulde leiding wordt gekenmerkt door het feit dat het verhang van de waterspiegel gelijk is aan het buisverhang, en gelijk is aan het energieverhang. Dit houdt in dat de zwaartekrachtcomponent in de stroomrichting gelijk is aan de wrijvingskracht ondervonden door het stromende water.

Deze situatie treedt onder meer op tijdens DWA. Het is van belang hieraan te kunnen rekenen omdat onder DWA condities bekend moet zijn wat de optredende waterdiepte is (om na te gaan of drijvende objecten kunnen worden afgevoerd) en om te kunnen rekenen aan de schuifspanning i.v.m. de zelfreiniging van de riolen.

De bewegingsvergelijking wordt nu:

$$i_b = i_e = \frac{\Delta H}{L} = \frac{Q|Q|}{C(h)^2 R_h(h) A(h)^2} \quad (5.8)$$

De moeilijkheid zit er in dat het stroomvoerend oppervlak, de Chézy-coëfficiënt en de hydraulische straal afhankelijk zijn geworden van de waterstand:

$$A_s(h) = \frac{1}{4} D^2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right) - \left(\frac{D}{2} - h\right) \sqrt{hD - h^2} \quad (5.9)$$

$$R_h(h) = \frac{\frac{1}{4} D^2 \arccos\left(1 - \frac{2h}{D}\right)}{2\sqrt{hD - h^2}} - \left(\frac{D}{2} - h\right) \quad (5.10)$$

Door uit te gaan van een initiële aanname en itereren kan men een oplossing vinden, een alternatief is het gebruik van vullingsgrafieken. De berekening van de waarden van R_h , A_h en C is nu vrij ingewikkeld, maar voor $h = \frac{1}{2}D$ (50 % vullingsgraad) zijn de waarden van R_h , A_h en C makkelijk te bepalen. Vullingsgrafieken (zie bijv. figuur 5.7) geven het verband weer tussen evenwichtsstroming in een geheel gevulde leiding en een deels gevulde leiding.

Rekenvoorbeeld:

Door een riool met een diameter van 400 mm moet een debiet van 0,050 m³/s worden afgevoerd, Als ontwerpnorm geldt een maximale vullingsgraad van 0,6. De wandruwheid van de buis is 1 mm. De vraag is wat de benodigde bodemhelling is.

Het stroomvoerende oppervlak in de gevulde situatie is

$$A_v = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} 0,4^2 = 0,125 \text{ m}^2$$

De hydraulische straal in de gevulde situatie is $R_{hv} = 0,25 D = 0,100 \text{ m}$

Uit de grafiek (figuur 5.7) volgt:

$$h / D = 0,60 \rightarrow Q_{\text{gedeeltelijk}} / Q_v = 0,66 \rightarrow Q_v = 0,050 / 0,66 = 0,076 \text{ m}^3/\text{s}$$

Daarmee wordt de waarde voor de Chézy-coëfficiënt:

$$C_v = 18 \log \left[\frac{12 R_{hv}}{k_n} \right] = 18 \log \left[\frac{12 * 0,100}{0,001} \right] = 55,42 \text{ m}^{1/2}/\text{s}$$

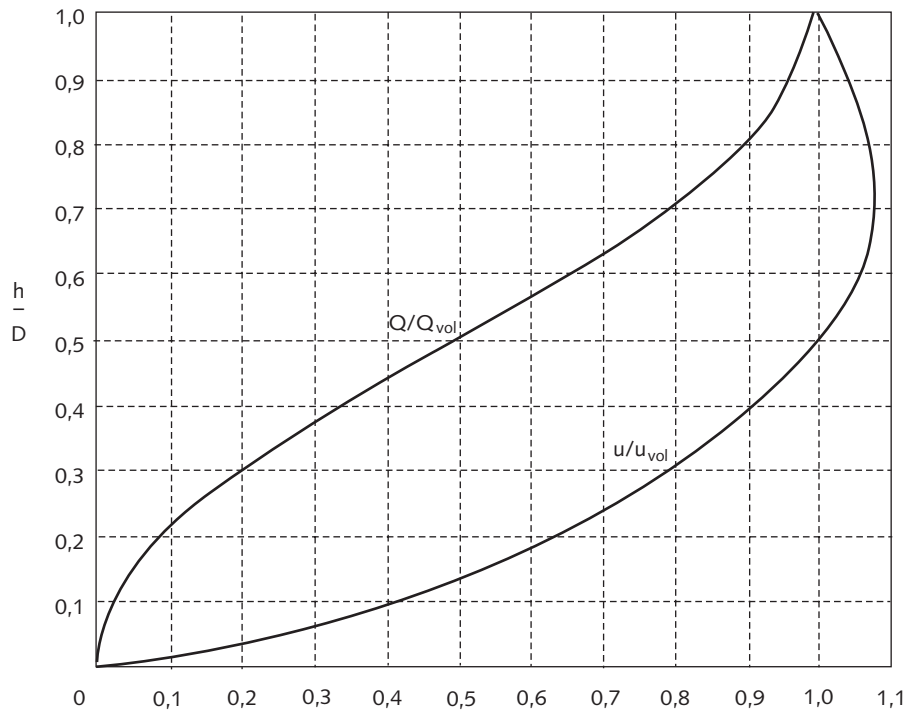
Het gevraagde bodemverhang is dan

$$i_b = \frac{Q_v |Q_v|}{C_v^2 R_{hv} A_v^2} = \frac{0,076^2}{55,42^2 * 0,100 * 0,125^2} = 0,001199, \text{ ofwel } 1 \text{ op } 834$$

De schuifspanning volgt uit $\tau = \rho g R_h i_e = \rho g R_h i_b$, waarbij de waarde voor de hydraulische straal volgt uit formule 5.10 $R_h = 0,1409 \text{ m}$, dus de schuifspanning is dan:

$$\tau = \rho g R_h i_e = 1000 * 9,8134 * 0,1409 * 0,001199 = 1,55 \text{ N/m}^2$$

Figuur 5.7 Vullingsgrafiek



Locale verliezen

Naast wrijvingsverliezen door de ruwheid van de buiswand, treedt ook energieverlies op door zogenaamde locale verliezen. Locale verliezen ontstaan bij bochten, uitlaatconstructies, inlaatconstructies etc. Zonder er al te diep op in te gaan wordt opgemerkt dat het rekenen met locale verliezen de consequentie is van de aanname dat het stromingsveld ééndimensionaal is. Op plaatsen waar het evident is dat er een complex stromingsveld ontstaat, zoals in een bocht, zorgen de twee verwaarloosde snelheidscomponenten voor extra wrijvingsverliezen. In het algemeen wordt het locale verlies als volgt berekend:

$$\Delta H_{\text{locaal}} = \xi \frac{u^2}{2g} \quad (5.11)$$

Waarin:

u = stroomsnelheid in de leiding in m/s

g = zwaartekrachtversnelling in m/s²

ξ = verliescoëfficiënt

ΔH_{locaal} = lokaal energieverlies in m

De waarde voor ξ is sterk afhankelijk van de geometrie van de constructie. Hierna zullen enkele in de riolering vaak voorkomende locale verliezen worden besproken.

Putverliezen

Een put kent een in- en uitstroomverlies. Afhankelijk van de vormgeving worden de volgende maximale waarden aangehouden:

- Instroomverlies coëfficiënt 0,5 tot 0,6
- Uitstroomverlies coëfficiënt 1,0

Het totale verlies over een put zou dan maximaal 1,5 tot 1,6 keer de snelheidshoogte van de hoofdstroom zijn.

Door een riool met lengte van 100 m en een diameter van 400 mm moet een debiet van 0,050 m³/s worden afgevoerd, de leiding is geheel gevuld, de wandruwheid is 1 mm, er bevinden zich twee putten in de leiding, Hoeveel energieverlies treedt er op?

Het stroomvoerende oppervlak is de gevulde situatie is

$$A_v = \frac{\pi}{4} D^2 = \frac{\pi}{4} 0,4^2 = 0,125 m^2$$

De hydraulische straal in de gevulde situatie is $R_{hv} = 0,25D = 0,100 m$

Daarmee wordt de waarde voor de Chézy-coëfficiënt:

$$C_v = 18 \log \left[\frac{12 R_{hv}}{k_n} \right] = 18 \log \left[\frac{12 * 0,100}{0,001} \right] = 55,42 m^{2/3}/s$$

Het gevraagde bodemverhang is dan, waarmee het wrijvingsverlies wordt

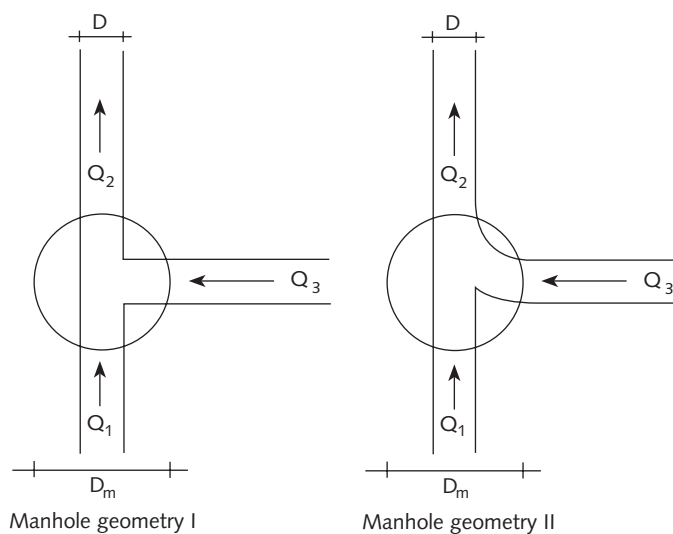
$$\Delta H = i_\epsilon * L = 0,000519 * 100 = 0,0519 m$$

Het locale verlies in de put is:

$$\Delta H_{put} = \xi \frac{u^2}{2g} = 1,5 \frac{0,05^2}{2 * 9,813 * 0,125^2} = 0,012 m \text{ per put, dus totaal } 0,024 m, \text{ al met al dus ongeveer}$$

50% van het wrijvingsverlies langs de buiswand.

Voor sommige geometrieën is in detail uitgezocht hoe de verliescoëfficiënt er uitziet (uit Clemens (2001)):

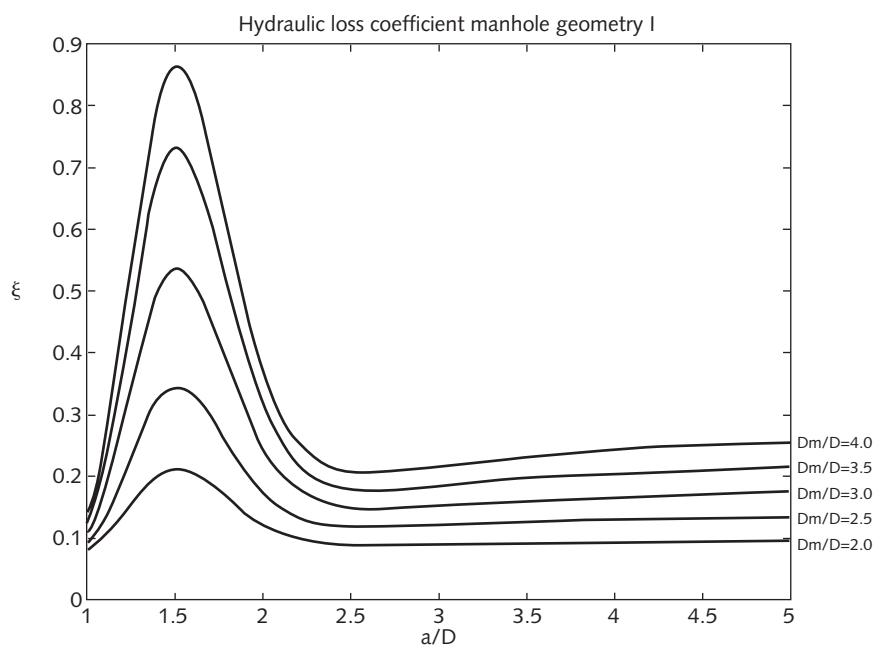


ACTIVERINGSVRAAG:

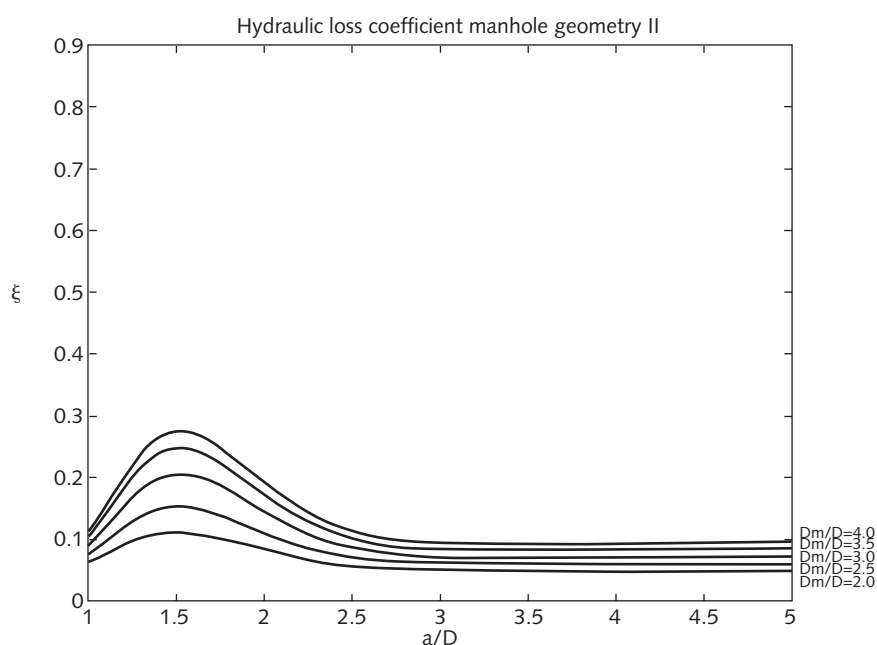
Leg uit waarom een locale verliescoëfficiënt nooit groter dan 1,0 kan zijn.

Figuur 5.8 Twee voorbeelden van in detail doorgemeten putgeometrieën

Figuur 5.9 verloop van putverliescoëfficiënten voor geometrie I uit figuur 5.8, a/D is de verhouding tussen waterdiepte en buisdiameter. D_m/D is de verhouding tussen putdiameter en buisdiameter.



Figuur 5.10 Verloop putverliescoëfficiënten voor geometrie II uit figuur 5.8



Uit deze figuren blijkt duidelijk dat de verliescoëfficiënt bepaald niet constant is en sterk afhankelijk van de vullingsgraad. Indien in een ontwerp het van groot belang is de exacte waarde van de verliescoëfficiënt te kennen, moet ofwel een schaalproef worden gedaan of kan worden geprobeerd of de betreffende constructie is beschreven in bestaande gedetailleerde tabellenboeken. Een van de meest gebruikte naslagwerken in dit verband is IdelChik (2001).

5.4.2 Sedimenttransport

Het is onvermijdelijk dat er sedimenten in de riolering terecht komen. Denk bijv. aan meegevoerd zand en ander materiaal van straat tijdens neerslagafvoer. De samenstelling van sediment in de riolering kan zeer sterk variëren per plaats en in de tijd. In de Nederlandse rioolstelsels is het gezien het geringe beschikbare bodemverhang vrijwel niet mogelijk om een zogenoemde zelfreinigende situatie te creëren. Daarom zal men vrijwel altijd lagen vast materiaal in de riolering aantreffen.

In de afgelopen decennia is in internationaal verband¹ zeer veel onderzoek verricht naar riool-sedimenten, omdat het een belangrijke bron van problemen is zoals:

- reductie van de afvoercapaciteit van de riolering;
- het vormt een reservoir van verontreinigingen die tijdens neerslag wordt opgewoeld en via overstorten wordt geloosd;
- mogelijk draagt de aanwezigheid van sediment bij aan de vorming van corrosieve stoffen.

Al met al reden genoeg om nader in te gaan op rioolsediment. Het sediment varieert tussen korrelig materiaal (zand) en een soort dikke vloeistof, en alle mengvormen die daartussen denkbaar zijn. In het geval van een dikke vloeistof ontstaan dichtheidsstromingen (vergelijkbaar met zout/zoet interacties in bijv. de Nieuwe Waterweg). Tijdens neerslagafvoer zal dit soort materiaal als een suspensie worden getransporteerd.

Voor korrelig materiaal (vooral zand) is in de kust- en riviermorfologie een veelheid aan relaties tussen stroomsnelheid/schuifspanning, sedimentkarakteristieken en de geometrie van het probleem afgeleid uit praktijkonderzoek. Uit onderzoek (Kleywegt (1992)) is gebleken dat deze formules niet zondermeer kunnen worden doorvertaald naar de riolering:

- de geometrie van een buis is niet die van een rivier;
- de stromingspatronen in een buis zijn heel anders dan in een rivier;
- er kan 'uitputting' van sediment plaatsvinden in een buis;
- de karakteristieken van rioolslib variëren sterk.

Dit alles leidt ertoe dan de bekende formules uit de morfologie niet kunnen en mogen worden toegepast op rioleringsproblemen.

In een recent proefschrift (Schellart 2007), wordt de conclusie getrokken dat met de huidige stand van de kennis het niet mogelijk is om bruikbare voorspellingen te doen over het sedimenttransport in de praktijk. Wel is het mogelijk om locaties te voorspellen waar sedimentatie ontstaat.

Daar waar het niet mogelijk is om zinvol te rekenen aan sedimenttransport kan wel het volgende gedaan:

- voorkomen dat er onnodig sedimentafzetting ontstaat door in ontwerp en uitvoering hiermee rekening te houden;
- een gericht reinigingsbeleid te voeren.

In het ontwerp kan op de volgende manier rekening worden gehouden met sediment:

- probeer in de DWA situatie te voorkomen dat er locaties met (bijna) stagnant water ontstaan;
- zorg ervoor dat tijdens DWA de waterdiepte niet gedurende langere perioden kleiner wordt dan circa 10 cm, zodat wordt voorkomen dat drijvend materiaal zich ophoopt, uiteenvalt en een cohesieve sedimentlaag vormt.

¹ De IWA (International Water Association) heeft in 2004 een boek uitgegeven met daarin een samenvatting van de onderzoeksresultaten over de afgelopen 20 jaar: (Eds. R.M.Ashley, J.-L. Bertrand-Krajewski, T.Hvitved-Jacobsen, M.Verbanck.), *Scientific and Technical Report No. 14*, IWA Publishing.

5.4.3 Overstorten en rioolgemaal

Overstorten

De overstorten kunnen als korte volkomen overlagen worden beschouwd. Het debiet over de overstort kan worden berekend met:

$$Q_o = mBh^{\frac{3}{2}} \quad (5.12)$$

Waarin:

h = hoogte van de overstortende straal in m

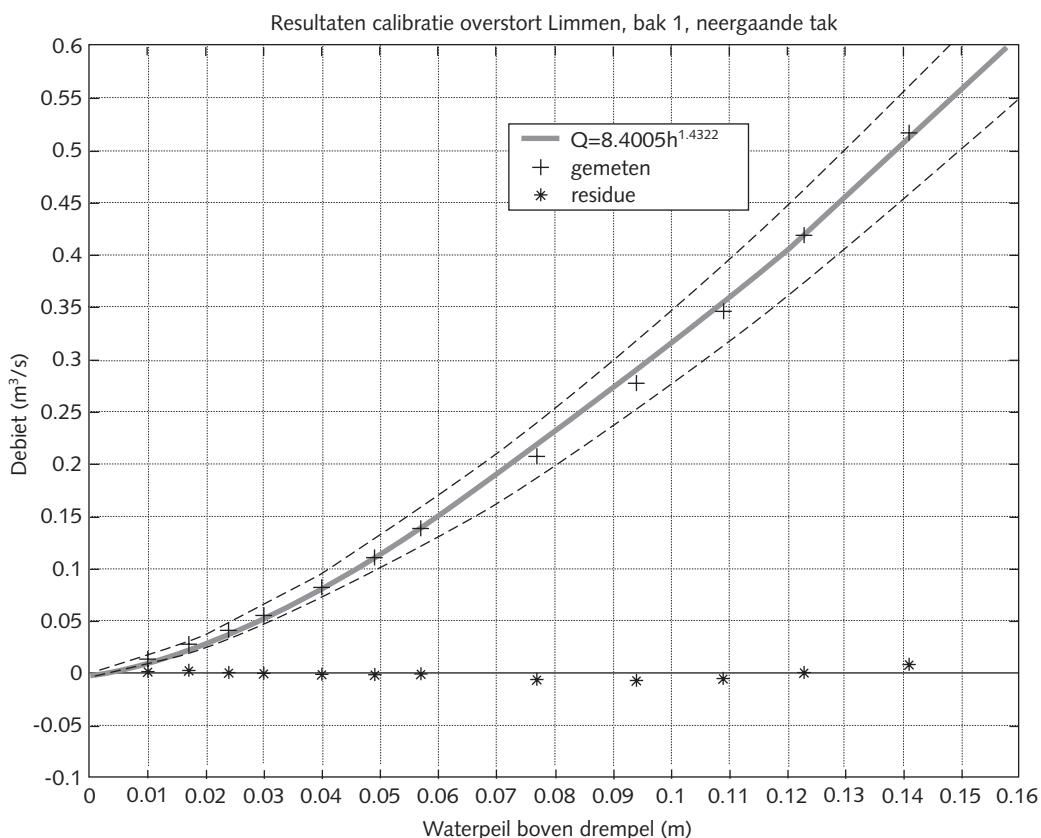
Q_o = debiet over de overstort in m^3/s

m = afvoercoëfficiënt in $m^{1/2}/s$

B = lengte van de overstortrand in m

Opgemerkt wordt dat in de afvoercoëfficiënt m de wortel van g verwerkt is, vandaar de SI-eenheid [$m^{1/2}/s$]. Voor h moet formeel H , de energiehoogte, worden ingevuld. In praktische gevallen is H echter ongeveer gelijk aan h . In de meeste gevallen is het raadzaam m gelijk aan 1,5 te stellen. In het algemeen zal de hoogte van de overstortrand zodanig worden gekozen dat deze is gelegen boven de waterstand van het oppervlaktewater waarop wordt geloosd. In praktische situaties kan het echter voorkomen dat een verdrongen overlaat (ook wel bekend als gestuwde of onvolkomen overlaat) ontstaat. Bij het uitvoeren van berekeningen ter controle op de werking van bestaande stelsels moet daarmee rekening worden gehouden.

Figuur 5.11: Gemeten Q-H relatie van een overstort. De rode lijn geeft de Q-H relatie van de overstort weer, de gestippelde lijnen het 95% betrouwbaarheidsinterval (d.w.z. bij een bepaalde waarde van het waterpeil ligt de waarde van het debiet met 95% zekerheid binnen dat begrensde gebied).



Indien het om wat voor reden dan ook van belang is om een zeer exacte relatie te kennen tussen de waterhoogte h en het overstortingsdebiet, moet een in-situ ijking worden uitgevoerd. In figuur 5.11 is het resultaat van een dergelijke ijking getoond. Uit de figuur blijkt, dat de gemeten resultaten afwijken van de theorie, vooral bij de kleinere debieten. Dit heeft te maken met de aanstroomwijze van de overstortrand.

De afwijkingen t.o.v. standaardformule nemen toe naarmate de debieten kleiner zijn. Tabel 5.6 geeft enkele waarden.

overstorthoogte, h m	Q (ijking) m^3/h	Q (standaard) m^3/h	afwijking %
0,02	111,5	94,7	-15,0
0,05	414	374	-9,7
0,10	1118	1059	-5,3
0,24	3917	3936	+0,5

Tabel 5.6 Calibratie overstort-Limmen

Rioolgemalen

In de rioolgemalen bevinden zich de pompen die het ingezamelde afvalwater verpompen. In het verleden werden de pompen via in- en uitslagpeilen geregeld. De peilen werden dan zo gekozen dat de pomp niet meer dan 4 á 5 keer per uur aansloeg. Dit om schade aan de motoren te voorkomen door te frequent schakelen. Een dergelijke bedrijfsvoering vraagt om een zekere berging in de rioolgemalen, de zogenaamde pendelberging. De pendelberging, het volume dat tussen in- en uitslagpeil aanwezig moet zijn, kan als volgt worden bepaald:

$$V_p = \frac{0,9Q_p}{A} \quad (5.13)$$

Waarin:

V_p = pendelberging in m^3

Q_p = pompcapaciteit in l/s

A = aantal schakelingen per uur

Voorbeeld: welk oppervlak moet de pompkelder hebben voor een pompcapaciteit van 100 l/s, bij een maximaal aantal schakelingen van 5 en een verschil tussen in- en uitslagpeil van 0,3 m?

De noodzakelijke pendelberging is $V_p = \frac{0,9 * 100}{5} = 18m^3$,

dat houdt dus in dat het oppervlak van de pompkelder $18 / 0,3 = 60 m^2$ zou moeten zijn.

In de kleine rioolgemalen wordt nog gebruik gemaakt van pendelende pompen. Tegenwoordig worden de meeste rioolgemalen uitgerust met toeren(tal) geregelde pompen. Deze pompen gaan afhankelijk van de aanvoer van het afvalwater meer of minder verpompen op een zodanige manier dat het waterpeil in het rioolgemaal nagenoeg constant blijft. Daarmee wordt er voor gezorgd dat de pompen continu blijven draaien, en het aan- en afslaan vervalt.

Het vormgeven van pompkelders vraagt bijzondere aandacht. Er moet worden voorkomen dat de aanzuigmond van de pomp te dicht bij het wateroppervlak komt waardoor een vortex ontstaat. Hierdoor kan lucht de persleiding worden ingezogen hetgeen er uiteindelijk toe kan leiden dat er praktisch geen waterafvoer meer mogelijk is. Het detailleren van gemaalkelders is specialistenwerk. Daarom wordt hier niet verder op ingegaan. Wel wordt nog opgemerkt dat aan de TU Delft en

WL Delft sedert 2003 een onderzoeksprogramma CAPWAT (Capaciteit afvalwater persleidingen) loopt naar het ontstaan van gasinsluitingen in persleidingen en de effecten daarvan (zie onder meer Lubbers (2007) en www.wldelft.nl/rnd/intro/topic/2004-capwat).

5.5 Berekeningen

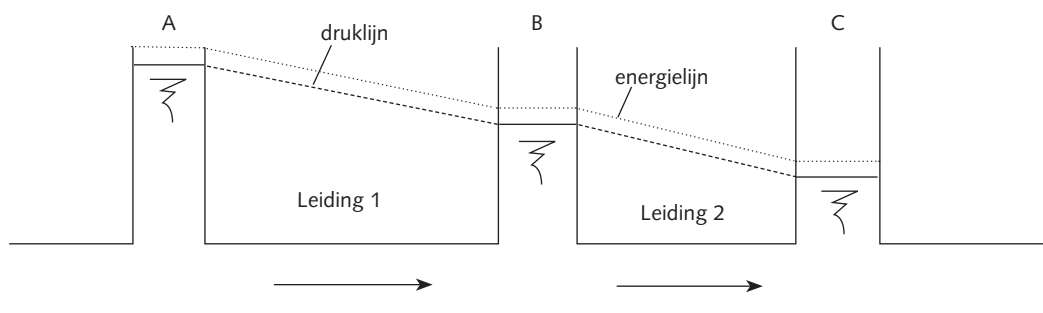
5.5.1 Handmatig

Vertakte structuur

Vertakte rioolssystemen, waarbij de stroomrichting en debietverdeling eenduidig vast liggen, kunnen met de hand berekend worden. Het maken van een hydraulische berekening aan een vertakt systeem omvat de volgende stappen:

- Bepaal de plaats waar het stelsel op het oppervlaktewater loost.
- Bepaal het naar de riolering afwaterende verharde oppervlak door dit van tekeningen af te leiden of op te meten;
- Bepaal de maatgevende (neerslag)belasting. In ons land wordt meestal uitgegaan van een constante neerslagintensiteit van 60 l/(s.ha) of, in hellende gebieden, van 90 l/(s.ha);
- Bepaal de afvoer naar de strengen. Het debiet dat door de meest benedenstroomse leiding stroomt is gelijk aan de som van alle debieten in de strengen;
- Schat de diameters van de leidingen. Hierbij wordt uitgegaan van een stroomsnelheid van 1 m/s in alle leidingen, een k-waarde van 1 mm en het geheel gevuld zijn van de leidingen;
- Bepaal het verval, hetgeen in dit geval gelijk is aan het weerstandsverlies over de leiding. Het verval kan worden berekend met behulp van de in paragraaf 5.4 aangegeven formules. Uitgaande van een bepaalde drukhoogte in put A kan met het berekende verval over leiding 1 de drukhoogte in put B worden bepaald.
- Het verval over de leiding 2 kan vervolgens worden berekend door uit te gaan van de som van de debieten die naar streng 2 afwateren (zie figuur 5.12). Vervolgens worden deze vervallen opgeteld bij het verval over leiding 1. De procedure kan worden vervolgd totdat is vastgesteld welke drukhoogten optreden in alle knopen van het net;
- Toets of de drukhoogtes voldoen aan de eisen. Indien de waterstand binnen de leiding is gelegen of wanneer deze boven straat is gelegen dienen de diameters van de leidingen te worden aangepast en de berekening te worden herhaald.

Figuur 5.12: Schematische weergave van de afwatering door leidingen 1 en 2.



Vermaasde structuur

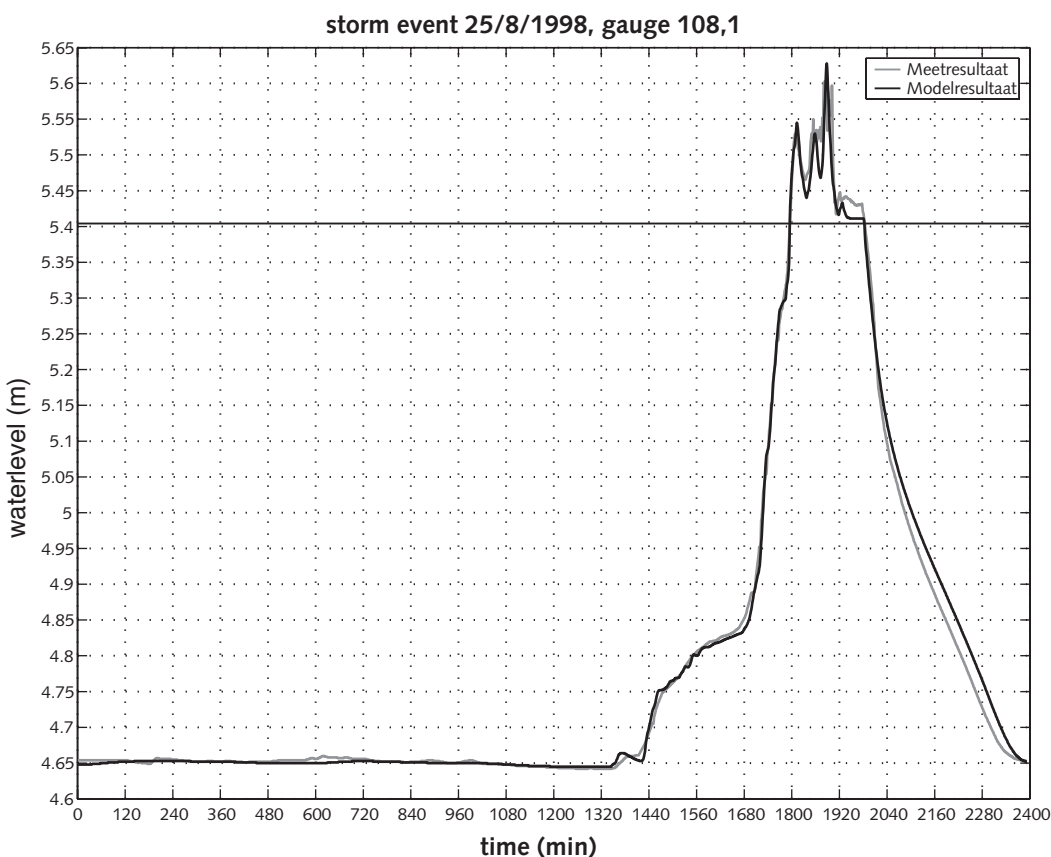
In een vermaasd rioolstelsel kan niet vooraf worden aangegeven hoe de stroming en de debietverdeling in het systeem zullen zijn. Het water kan verschillende wegen kiezen en de uiteindelijke verdeling wordt bepaald door de energieverliezen die bij de stroming ontstaan. Simpel gezegd: het water zal de makkelijkste weg kiezen.

In een vermaasd systeem kan niet zoals in een vertakt systeem zonder meer worden aangegeven welke stroomrichting in een willekeurige leiding ontstaat. Ook is niet zonder meer duidelijk hoe het water zich verdeelt over een maas. Het doorrekenen van grote vermaasde netwerken is handmatig niet mogelijk. Daarvoor worden altijd computerprogramma's gebruikt.

5.5.2 Computer: hydrodynamisch

Sinds medio negentiger jaren van de twintigste eeuw wordt gebruik gemaakt van computerprogrammatuur voor niet-stationaire hydraulische berekeningen. Hierbij wordt uitgegaan van de De Saint-Venant vergelijkingen, beter bekend als de lange golfvergelijkingen. Hiermee is het mogelijk om een redelijk waarheidsgetrouw beeld van het verloop van waterstanden in alle putten en het verloop van het debiet in alle leidingen in een rioelstelsel te verkrijgen.

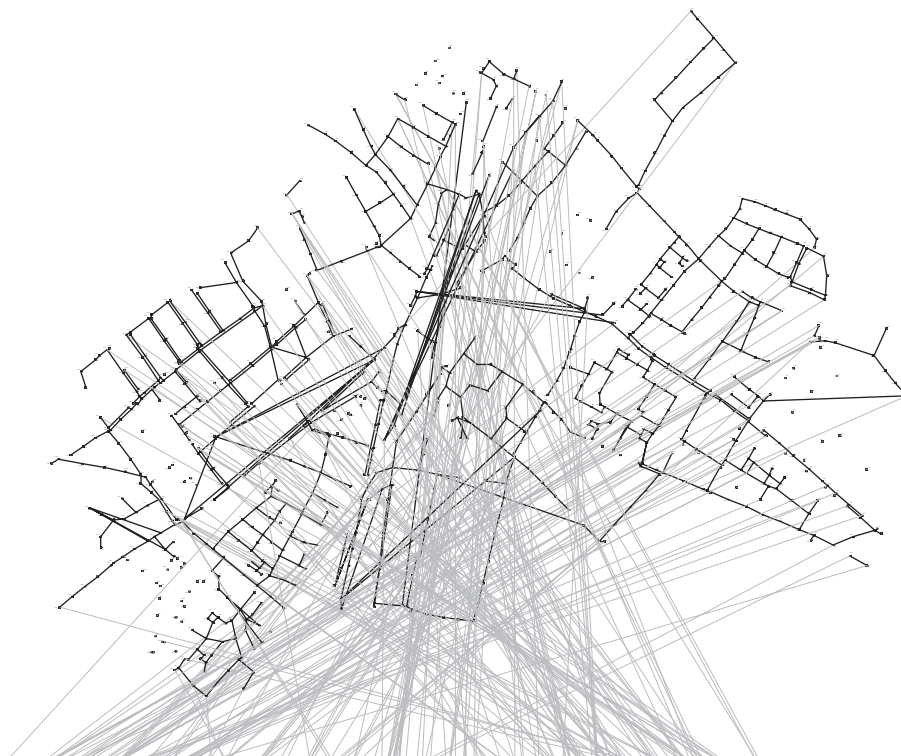
Indien men dergelijke modellen ikt aan meetresultaten dan blijkt dat het, mits de juiste rekenparameters worden gebruikt, mogelijk is om deze berekening in goede overeenstemming met de praktijkwaarnemingen te krijgen.



Figuur 5.13: Voorbeeld van het resultaat van modelcalibratie, overgenomen uit Clemens (2001).

Zoals in paragraaf 5.1.3. is behandeld, wordt bij hydrodynamische berekeningen gebruik gemaakt van een zogeheten volledig rioeringsmodel. Dit stelt zeer hoge eisen aan de kwaliteit van de gebruikte gegevens. In de praktijk is dit heel vaak een bron van fouten. Figuur 5.14 laat een voorbeeld zien van een database waar nog 'een paar foutjes' inzitten. Het moge duidelijk zijn dat het absoluut zinloos is om op basis van een dergelijke gegevensverzameling berekeningen te maken.

Figuur 5.14: 'A modellers nightmare', uit Clemens (2001)



5.5.3 Leidraad Riolering: module C 2100

In 1995 is in de Leidraad Riolering de module C2100 'rioleringsberekeningen hydraulisch functioneren' toegevoegd. In deze module is in detail beschreven hoe een hydrodynamische berekening aan een rioelstelsel dient te worden uitgevoerd en te worden gerapporteerd. Hierbij is uitgegaan van een procesbeschrijving zodat eenieder vrij is zelf de middelen (lees: computerprogramma) te kiezen. Dit heeft als voordeel dat, boven het verplicht voorschrijven van een bepaald rekenpakket, de verdere ontwikkeling van de rekentechnieken niet wordt geremd.

De module geeft default-waarden voor modelparameters (zoals b.v. de wandruwheid van buisleidingen en de overlaatcoëfficiënt). Daarnaast voorziet de module in:

- methoden voor de bepaling van het afvoerend oppervlak
- methoden voor de toekenning van afvoerend oppervlak aan onderdelen van het rioelstelsel
- standaard neerslagbelastingen (standaardbuien met verschillende herhalingstijden en een standaard neerslagreeks)
- uitwisselingsformaten voor rekendatabases en rekenresultaten, zodat er softwareonafhankelijk kan worden gewerkt.

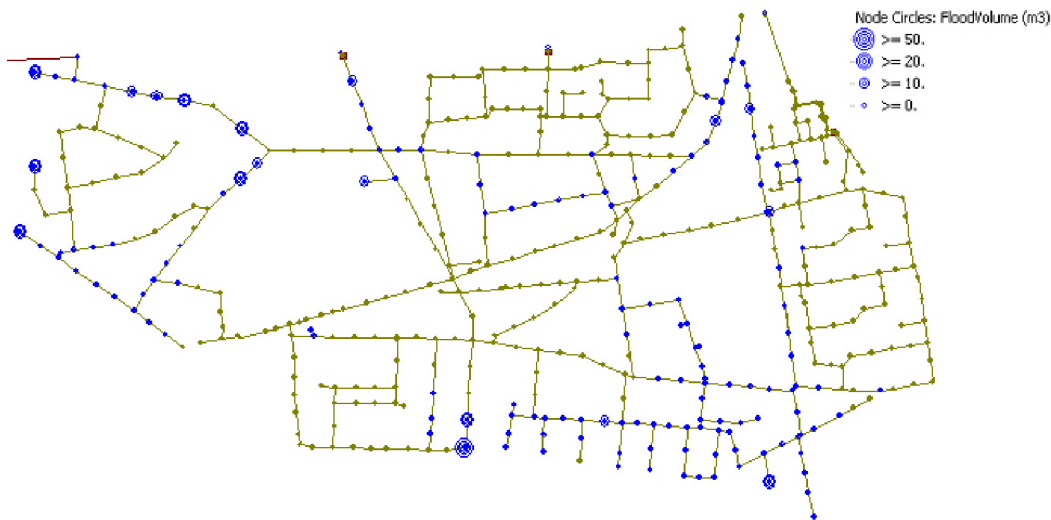
Het maken van berekeningen volgens de module C2100 is specialistisch werk. Indien dit op de juiste wijze wordt uitgevoerd, heeft het de volgende voordelen boven de eerder in hoofdstuk behandelde eenvoudiger methoden:

- Er ontstaat een zeer gedetailleerd beeld van het hydrodynamisch gedrag van de riolering
- De modelresultaten zijn toetsbaar aan meetresultaten (dat was niet mogelijk met de stationaire berekeningen, immers de 'echte wereld' is niet statisch!)
- Dynamische effecten, zoals afvoergolven die elkaar versterken of juist uitdempen; worden goed in beeld gebracht. Hiermee kunnen problemen worden begrepen die niet met een stationaire beschouwing beschreven kunnen worden.

5.5.4 Berekening hydraulisch functioneren

Bij extreme neerslag is het vrijwel niet te voorkomen dat ergens wateroverlast ontstaat. Bij een zekere toestroom van water naar het rioolstelsel komt er een punt waarop het stelsel het water niet meer snel genoeg naar het oppervlaktewater kan afvoeren.

De definitie van wateroverlast is echter nergens vastgelegd en kan hierdoor niet berekend worden. Wat wel berekend kan worden is de waterdruk in de riolering. Wanneer de waterdruk boven het maaiveld uitkomt bij een gekozen neerslagbelasting zal het water via alle mogelijke openingen (in eerste instantie kolken) het maaiveld opstromen². Dit wordt water-op-straat genoemd. In figuur 5.15 staat een voorbeeld afgedrukt van het resultaat van een water-op-straat berekening. In elk Gemeentelijk Rioleringsplan is opgenomen hoe vaak het "acceptabel" is dat water op deze manier uit het stelsel loopt. Stichting RIONED heeft in 2006 een notitie gepubliceerd (zie www.riool.net) waarin wordt gesteld dat over het algemeen eens in de twee jaar als minimale herhalingsjijd wordt aangehouden.



Figuur 5.15 Voorbeeld resultaten water-op-straat berekening (bui 08, T=2 jaar). De blauwe cirkels geven de locatie en een indicatie van de omvang van 'water op straat'.

Het controleren van water-op-straat berekeningen

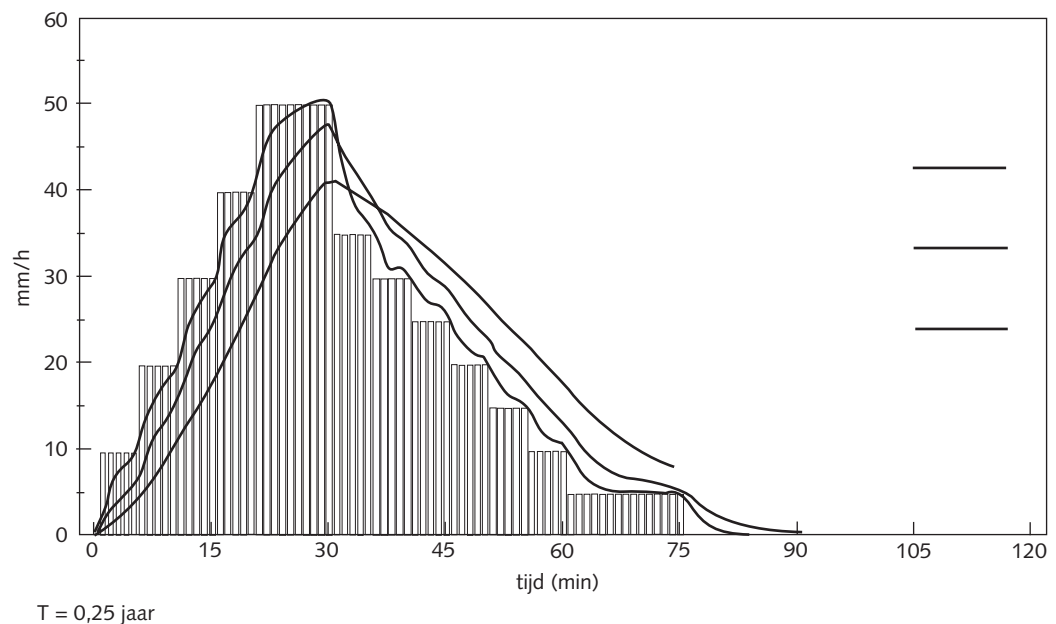
Bij water-op-straat berekeningen wordt op het volgende getoetst:

- 1 Vergelijk de water-op-straat locaties in het model met de waargenomen probleemlocaties.
- 2 Water-op-straat mag in de berekeningen niet meer dan 15-20 centimeter diepte hebben.
Is dat wel het geval, dan is er waarschijnlijk een fout gemaakt:
 - Het maaiveld zit niet goed in het model;
 - Het oppervlak waarop het water geborgen kan worden, is niet goed ingevoerd.
- 3 Water-op-straat mag niet een te groot volume hebben. Dit treedt met name op bij een foutief maaiveld mogelijk in combinatie met een groot aangesloten verhard oppervlak.
- 4 Water-op-straat mag niet te dicht bij een overstort optreden. Is dat wel het geval dan is er waarschijnlijk een fout in het model zoals:
 - Een overstort is 'dichtgezet';
 - Er zit een fout in de diameters van de tussenliggende leidingen (te krap).
- 5 Wanneer er geen water-op-straat optreedt, maar er zijn wel water-op-straat klachten, is er een fout gemaakt in de berekening. Dit moet altijd worden bestudeerd. Mogelijke fouten zijn:
 - Er is een verkeerd inloopmodel of verkeerde bui gebruikt;
 - Verkeerd ingevoerde wrijving in de leidingen of verkeerde leidinglengte of breedte maat in meters, ingevoerd als millimeters bijv.;
 - Verkeerd ingevoerd peil van het maaiveld (typefoutjes in de database).

² Kan het water niet ontsnappen dan zal de druk verder oplopen totdat het water genoeg 'kracht' heeft om zelfs putdeksels op te tillen.

Zoals eerder gezegd wordt in stationaire berekeningen in vlakke gebieden uitgegaan van een belasting van 60 l/s.ha, in hellende gebieden van 90 l/s.ha. Bij hellende gebieden bestaat het gevaar dat het eventuele water-op-sstraat naar de laagst gelegen punten zal gaan stromen. Met als gevolg grotere waterdiepten op de laagst gelegen punten en dientengevolge potentieel grote schade. In hydrodynamische berekeningen (conform de Leidraadmodule C2100) wordt veelal uitgegaan van standaardbuien. In C2100 is een 10-tal buien met een in de tijd variërende neerslagintensiteit opgenomen. Deze buien zijn afgeleid uit de standaard neerslagreeks 1955-1979 zoals die is waargenomen in De Bilt. Aan elk van deze buien is een herhalingsstijd gekoppeld. Nu is het zo dat indien bij bui 08 (herhalingsstijd van 2 jaar) ergens 'water-op-sstraat' ontstaat, de herhalingsstijd van dit verschijnsel niet gelijk is aan de herhalingsstijd van de gekozen bui. Door het niet-lineaire karakter van een rioelstelsel is het niet mogelijk de statistische kenmerken van de belasting (de standaardbui) één op één door te vertalen naar modelresultaten.

Figuur 5.16: Een van de standaardbuien uit de Leidraadmodule C2100 met een herhalingsstijd van 4 maal per jaar.



5.5.5 Berekening milieutechnisch functioneren

Om economische redenen worden in rioelstelsels uitlaten of overstorten aangebracht. Met name de overstorten aanwezig in gemengde rioelstelsels vergen aandacht. De optredende overstortingen bevatten immers ongezuiverd afvalwater en zullen de oppervlaktewaterkwaliteit negatief beïnvloeden. In de loop van de tijd zijn er steeds verschillende soorten eisen aan rioelstelsel gesteld t.a.v. het lozen van afvalwater op het oppervlaktewater. Achtereenvolgens:

- Eisen aan de mate van verdunning van het DWA met neerslag, tot circa 1950;
- Toelaatbare overstortingsfrequentie (vanaf circa 1950 tot begin negentiger jaren van de twintigste eeuw);
- De basisinspanning (tot op heden).

De laatste twee normen zullen hierna behandeld worden omdat deze nog steeds een actueel karakter hebben.

Overstortingsfrequentie

Aan de overstortingsfrequentie werden door de waterkwaliteitsbeheerders voorwaarden gesteld. Zij bedienden zich daarbij van de theoretische gemiddelde jaarlijkse overstortingsfrequentie als maatstaf. In 1951 publiceerde Ribius [Ribius, 1951] een artikel waarin hij de overstortingsfrequentie

introduceerde als een criterium waarop gemengde stelsels onderling kunnen worden vergeleken. De reden was dat hij afwilde van de tot dan toe gangbare verdunningstheorie. Kort gezegd kwam deze theorie erop neer dat zodra de afvalwaterstroom tijdens toevoer van neerslag een factor 5 tot 10 was verdund, overstorten mochten aanspringen.

Een inwoner voert per dag circa 135 liter (tegenwoordig is dat circa 120 l) af naar de riolering. Voor dimensioneringsdoeleinden wordt aangenomen dat deze hoeveelheid in 10 uur wordt afgevoerd. Het afvoerende verharde oppervlak bedraagt circa 50 m²/inwoner. Daarmee is de afvoer gelijk aan 0,75 l/(s.ha). Indien wordt aangenomen dat de verdunningsfactor 10 mag bedragen, houdt dit in dat overstorten eerst mogen aanspringen zodra de neerslagintensiteit groter is dan 7,5 l/(s.ha). De hoogtes van de drempels in de stelsels werden zodanig gekozen dat het stelsel nog juist een debiet kon verwerken overeenkomende met 7,5 l/(s.ha).

De AWZI's konden echter slechts een debiet verwerken van 2 tot 4 maal de DWA. Uitgaande van de hiervoor vermelde getallen komt dit neer op 1,5 tot 3,0 l/(s.ha). Dit betekende dat de verdunningsfactor ter plaatse van de nabij het rioalgemaal gelegen overstort niet 10, doch slechts 2 tot 4 bedroeg.

Voor het berekenen van de overstortingsfrequentie bij gemengde rioolstelsels stelde Ribius een eenvoudig model voor. Hij stelde zich een gemengd rioolstelsel voor als een bak die tijdens regen werd gevuld en door middel van de pompen in het rioalgemaal werd geleegd.

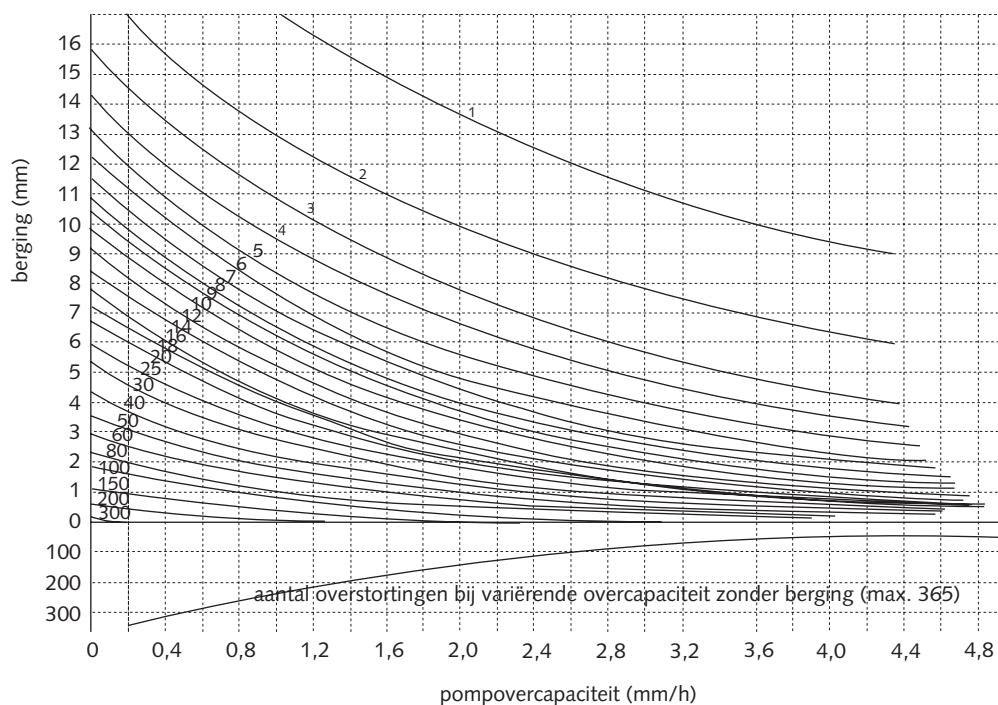
De capaciteit van het gemaal bedraagt circa 2 tot 4 maal de DWA. Een neerslag met een intensiteit geringer dan 1 tot 3 maal de DWA (tijdens neerslag wordt afvalwater afgevoerd) gaf geen aanleiding tot vulling van de bak. Hogere intensiteiten, gesteld dat de bak gevuld raakte, zorgden voor een overstorting. Om te kunnen bepalen hoe vaak een overstort gedurende een bepaalde periode zou kunnen hebben gewerkt, dienden neerslagcijfers ter beschikking te staan. Door Kuipers waren, eveneens in 1951, de neerslagcijfers van De Bilt over de periode 1938 tot en met 1949 geanalyseerd.

Bij het bepalen van de overstortingsfrequentie wordt uitgegaan van drie gegevens voor de toekomstige toestand:

- 1) het verharde oppervlak van straten en daken (F in ha)
- 2) de beschikbare bergingsruimte in de riolering (B in m³)
- 3) de beschikbare afvoercapaciteit (Q in m³/h)

Door ir. F.B. Veldkamp is een grafiek opgesteld op basis van de door Ribius aangegeven methode met gebruikmaking van de door Kuipers verzamelde neerslaggegevens, die het mogelijk maakte bij een gegeven berging en pompovercapaciteit de overstortingsfrequentie rechtstreeks af te lezen. De grafiek was gebaseerd op de neerslagcijfers voor de jaren 1938-1949. In 1963 paste Veldkamp de grafiek aan op basis van de neerslagcijfers over de periode 1926-1962. In 1969 werd de grafiek uitgebreid door tevens de buien met een neerslag < 4 mm in beschouwing te nemen. Het is de in figuur 5.16 afgebeelde grafiek die tot op heden wordt gebruikt voor de berekening van de overstortingsfrequentie. Bij gegeven berging en pompovercapaciteit kan de overstortingsfrequentie ook worden bepaald met behulp van de zogenaamde Veldkamp-grafiek, zie figuur 5.17.

Figuur 5.17 De Veldkamp-grafiek.



Voorbeeld 1:

onderdrempelberging: 800 m^3
 verharde oppervlak: 10 ha
 => berging is: $80 \text{ m}^3/\text{ha} = 8 \text{ mm}$
 pompoverticiteit: $80 \text{ m}^3/\text{h}$
 => q_{poc} is: $8 \text{ m}^3/\text{h}/\text{ha} = 0,8 \text{ mm}/\text{h}$

Uit de Veldkamp-grafiek volgt een overstortingsfrequentie van gemiddeld 6 à 7 per jaar.

Voorbeeld 2:

Het rioalgemaal heeft een capaciteit van $700 \text{ m}^3/\text{h}$. De DWA bedraagt $250 \text{ m}^3/\text{h}$. De pompoverticiteit is daarmee $700 - 250 = 450 \text{ m}^3/\text{h}$. De berging is gelijk aan 9 mm . Het verharde oppervlak bedraagt 150 ha . De DWA bedraagt $125 \text{ l}/(\text{inwoner} \cdot \text{dag})$

Hieruit volgt:

q_{poc} is $450/(150 \cdot 10) = 0,3 \text{ mm}/\text{h}$. Uit de Veldkamp-grafiek volgt een gemiddelde overstortingsfrequentie van 9 maal per jaar.

De berging bedraagt $9 \cdot 10 \cdot 150 = 13.500 \text{ m}^3$.

Het aantal inwoners is: $250/(125/(10 \cdot 1.000)) = 20.000$.

Het verharde oppervlak per inwoner is: $150 \cdot 104/20.000 = 75 \text{ m}^2$.

Voorbeeld 3:

In een uitbreidingsplan wordt het afvoerende verharde oppervlak geraamd op 10 ha . Het gebied zal worden voorzien van een gemengd rioelstelsel. Uit een analyse van het opgestelde rioleringsplan blijkt dat de onderdrempelberging 700 m^3 zal bedragen. De overstortingsfrequentie dient 10 maal gemiddeld per jaar te zijn.

Hieruit volgt:

De berging is: $700/(10 \cdot 10) = 7 \text{ mm}$.

Uit de Veldkamp-grafiek blijkt dat de pompoverticiteit $0,7 \text{ mm}/\text{h}$ c.q. $7 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot \text{h}$ zal moeten bedragen.

*De te installeren pompovercapaciteit wordt $7 * 10 = 70 \text{ m}^3/\text{h}$.*

Het verharde oppervlak bedraagt $50 \text{ m}^2/\text{inwoner}$.

*Het aantal inwoners is dan: $10 * 10.000 / 50 = 2.000$. Uitgegaan wordt van $Q_{DWA} = 120 \text{ l}$ (inwoner.dag).*

*Q_p is daarmee gelijk aan $(120 * 2.000 / (10 * 1.000)) + 70 = 94 \text{ m}^3/\text{h}$.*

Basisinspanning

Medio jaren 1980 heeft Nederland zich in internationaal verband verplicht om binnen 10 jaar de lozingen uit diffuse bronnen op oppervlaktewater met 50% te reduceren. Dit is vastgelegd in de zogenaamde RAP-NAP besluiten. Hierbij wordt 1985 als peiljaar genomen. De reductie moest dus in 1995 zijn gerealiseerd. De doorvertaling naar beleid heeft in Nederland als volgt plaatsgevonden: de doelstelling van de reductie is opgenomen in de provinciale waterhuishoudingsplannen van waaruit, via een gedelegeerde bevoegdheid, de waterkwaliteitsbeheerders (waterschappen) de taak kregen om via het vergunningstelsel binnen de Wvo de voorgenomen reductie te realiseren. Een reeds vroeg gesignaleerd probleem hierbij is het feit dat voor vrijwel geen enkel geval de lozings situatie in 1985 kwantificeerbaar was en is. Een bijzonder geval qua complexiteit binnen deze materie vormden de lozingen vanuit riooloverstorten. Bij de vaststelling van het beleid was het niet bekend hoeveel overstorten er eigenlijk waren, waar ze zich precies bevonden en hoeveel 'vuil' er werd geloosd. Omdat het ondoenlijk werd geacht een landelijk dekkende meetcampagne te starten is een pragmatische aanpak geïntroduceerd door de CUWVO-VI werkgroep (Commissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewater). Dit hield in:

De 'vuiluitworp 1985' werd gelijkgesteld aan de vuiluitworp uit een fictief gemengd rioelstelsel dat voldeed aan de toen geldende norm van 'gemiddeld 10 maal per jaar overstorten'. Een fictief rioelstelsel met 7 mm berging en met voldoende pompovercapaciteit om de DWA en 0,7 mm/ha pompovercapaciteit te kunnen verpompen, voldeed aan deze norm. In een dergelijk fictief stelsel kon een reductie van 50% van de vuiluitworp worden gerealiseerd door 2 mm extra berging in een bergbezinkbassin te realiseren.

Waterbeheerders hebben dit vervolgens wel uitgelegd als dat het rioelstelsel een minimale berging van 7 mm, plus een extra berging van 2 mm in een randvoorziening, en een minimale pompovercapaciteit van 0,7 mm/ha moet bezitten teneinde aan de zogenaamde basisinspanning te voldoen. Deze interpretatie is onjuist. Immers de CUWVO-VI werkgroep stelt als norm dat er aan de bestaande gemengde rioelstelsels maatregelen moeten worden genomen teneinde de vuiluitworp uit het stelsel minimaal gelijk te doen zijn aan de vuiluitworp uit een fictief rioelstelsel met een berging van 7 mm, een extra berging van 2 mm in een randvoorziening en met 0,7 mm/ha pompovercapaciteit.

Veelal is de basisinspanning voor gemengde stelsels gedefinieerd als een maximaal toelaatbaar gemiddeld jaarlijks te lozen gedeelte van de neerslag. Uitgaande van een neerslagreeks wordt dan bepaald hoeveel mm van de neerslag jaarlijks gemiddeld wordt geloosd door een fictief stelsel met een berging van 9 mm (7 mm in het stelsel en 2 mm in een bergbezinkvoorziening) en een pompovercapaciteit van 0,7 mm/h. Individuele waterkwaliteitsbeheerders kunnen hier nog additionele normen bij opleggen, bijv. t.a.v. de pieklozingen (herhalingstijden van 1, 2, 5 en 10 jaar).

Tegenwoordig worden de lozingen berekend met behulp van een hydrodynamisch model met als belasting een historische neerslagreeks (de standaardreeks uit de Leidraad Riolerings module C2100 in de periode 1955-1979 waargenomen te De Bilt). Men kan dan per individuele overstort een gedetailleerd beeld krijgen van:

- het aantal overstortingen
- het volume per overstorting
- de duur van de overstorting.

Hiermee is het mogelijk om na te gaan of een bepaalde overstort een probleem kan worden voor het ontvangend oppervlaktewater (kwalitatief en kwantitatief), en kan tevens worden bepaald welke maatregel de meest effectieve is voor elke individuele overstort. Deze verfijnde mogelijkheden bieden stationaire berekeningen niet of nauwelijks.

5.5.6 Afvalwatersysteemberekeningen

De riolering maakt deel uit van het totale afvalwatersysteem. In het algemeen is het zo dat een aantal vrijervalssystemen en druksystemen via gemalen en pompen en een stelsel van persleidingen loost op een AWZI. Het zuiveringsrendement van een AWZI hangt af van de hoeveelheid (en de fluctuaties in die hoeveelheid) en de samenstelling van het aangeboden afvalwater. Sinds medio negentiger jaren van de twintigste eeuw wordt meer gekeken naar het functioneren van het afvalwatersysteem als geheel. Hierbij wordt dan een zogenaamde OAS uitgevoerd (Optimalisatiestudie Afvalwater Systeem). Hierbij kunnen verschillende doelen worden nagestreefd:

- Met de beschikbare middelen (rioolstelsel, gemalen, persleidingen, AWZI) een zo gering mogelijke vuiluitwerp van het gehele systeem realiseren;
- De kosten (zowel investeringskosten als operationele kosten) minimaliseren bij het huidige functioneren;
- Bijzondere doelstellingen realiseren gerelateerd aan bijv. oppervlaktewaterkwaliteit (denk aan het extra ontzien van bepaalde ecologisch belangrijke wateren).

In veel gevallen blijkt dat een benadering op afvalwatersysteemniveau tot betere en goedkopere oplossingen leidt dan in de situatie waarin men voor elk onderdeel afzonderlijk, binnen de normstellingen, een ontwerp of bepaalde vorm van operationeel beheer inzet. De onderliggende berekeningen bij een OAS omvatten zowel het hydraulisch functioneren van de rioolstelsels, als van de gemalen en persleidingen maar ook van de AWZI. Dit houdt in dat er veelal wordt gewerkt met teams van specialisten op de genoemde gebieden.

Zelftoetsvragen van hoofdstuk 5:

1. Geef een korte omschrijving c.q. definitie van de volgende grootheden. Geef ook de SI-eenheid waarin deze grootheid gewoonlijk wordt uitgedrukt:
 - het verhard oppervlak
 - de afvloeiingscoëfficiënt
 - de berging in een rioolstelsel
 - de ledigingstijd
 - de pompovercapaciteit
 - de DWA
 - de neerslagintensiteit.
2. Een rioleringsgebied heeft een totaal oppervlak van 0,5 km². Van dit totale oppervlak is 45 % verhard oppervlak. In dit gebied ligt in totaal 15 km rioolbuis met een gemiddelde diameter van $D = 400$ mm. Deze rioolbuizen liggen alle beneden het niveau van de overstort. Bereken voor dit gebied: het verharde oppervlak in ha, de berging in m³, en de berging in mm.
3. Bereken voor het gebied uit vraag 2 ook de benodigde pompovercapaciteit als de ledigingstijd van het rioolstelsel 20 uur moet zijn.
4. In het gebied van vraag 2 wonen 3750 inwoners in 1900 woningen. Bereken de DWA uit dit gebied in m³/h, in mm/h en in mm/j, uitgaande van een piekafvoer van 12 l/inw.h, en een gemiddelde afvoer van 5 l/inw.h.
5. Bereken voor dit gebied nu ook de verhouding pompovercapaciteit ten opzichte van de benodigde DWA capaciteit.
6. Bereken de schuifspanning voor een voor de helft gevuld vuilwaterriool met $D = 300$ mm, indien gegeven is dat het riool onder een buisverhang van $i_b = 1/300$ gelegd is en in de buis evenwichtsstroming optreedt.
7. Bereken de regenintensiteit in mm/h bij een continue regenintensiteit van 90 l/s.h (verhard oppervlak). Schat uit de regenduurlijnen hoe vaak deze regenintensiteit gedurende een regenduur van 1 uur, 4 uur en 24 uur verwacht moet worden.
8. Bereken met de regenintensiteit uit vraag 2 nu ook het inloopdebiet, in m³/h, dat het riool inloopt voor het gebied uit vraag 2.
9. Wat zijn de belangrijkste criteria die de keuze van het stelseltype bij een nieuw rioolstelsel bepalen?
10. Bereken voor een geheel gevulde leiding met $D = 300$ mm met een wandruwheid van $k = 1,5$ mm, het energieverlies door wrijving over een leidinglengte van 50 m bij een gemiddelde snelheid van 1,5 m/s.
11. Nu is diezelfde leiding uit vraag 10 voor de helft gevuld en heerst er evenwichtsstroming, waarbij $i_e = i_b = 1/300$. Bereken nu de gemiddelde snelheid en het debiet door die leiding.
12. Bereken de waterhoogte h die nodig is om bij een ongestuwde korte overstort met een breedte van $B = 2,6$ m en een afvoercoëfficiënt m van 1,5 m^{1/2}/s een debiet van 300 m³/h te doen overstorten.
13. Wat verstaat men onder 'water op straat'? Moet dit te allen tijde voorkomen worden of is dit onder omstandigheden acceptabel? Zo het acceptabel is, onder welke omstandigheden is het dan acceptabel?
14. Voor een gemengd rioolstelsel geldt dat de berging gelijk is aan $B = 8,75$ mm. De totale capaciteit van het rioolgemeel is 143,4 m³/h, en de DWA bedraagt 45 m³/h. Het verharde oppervlak bedraagt 22,5 ha. Bereken met behulp van de Veldkamp-grafiek de overstortingsfrequentie van dit stelsel.
15. Wat verstaat men onder het 'voldoen aan de basisinspanning'?
16. Voldoet het stelsel uit vraag 14 aan de basisinspanning?

Literatuur:

Bouwknegt, J. en A.J. Gelok
Regenduurlijnen voor het ontwerp en beheer van waterbeheersings- en rioleringsprojecten. Heidemij Adviesbureau, Landinrichtingsdienst

Clemens, F.H.L.R. (2001)
Hydrodynamic models in urban drainage: application and calibration. Ph.D. thesis Delft University of technology. ISBN 90-407-2163-7.

CUWVO Werkgroep VI, Overstortingen uit rioolstelsels en regenwaterlozingen, aanbevelingen voor het beleid en de vergunningverlening, april 1992.

IdelChik, I.E. (2001)
Handbook of hydraulic resistance, third edition. ISBN 978-1567000740.

Kleijwegt, R.A. (1992)
On sediment transport in circular sewers with non-cohesive deposits. Proefschrift, TU Delft, 1992.

Langeveld, J.G. (2004)
Interactions within wastewater systems. Ph.D. Thesis, Delft University of technology. ISBN 90-77595-72-4.

Lubbers, C. L. (2007)
On gas pockets in wastewater pressure mains and their effect on hydraulic performance. Ph.D. Thesis Delft University of technology. ISBN 978-1-58603-789-5.

van Mameren H.J. en Clemens F.H.L.R. (1993)
Het CUWVO-VI stelsel in de praktijk. H2O (23) pp. 692-695.

Ribus, F.J. (1951)
Waterverontreiniging door regenoverstorten.
Publieke Werken, nr.19, 1951.

Schellart, A.N.A. (2007)
Analysis of uncertainty in the sewer sediment transport predictions used for sewer management purposes. Ph.D. thesis University of Sheffield, UK, april 2007.

Veldkamp, R. & Clemens F.H.L.R. (2001)
Het kalibreren van overstorten, Rioleringswetenschap nr. 2, pp. 51-74.

6 Ontwerp en realisatie van rioolstelsels

Dit hoofdstuk laat je zien hoe je rioolstelsels kunt ontwerpen en realiseren waarbij je de in rioolstelsels voorkomende onderdelen op een zodanige wijze gebruikt dat het rioolstelsel na de realisatie goed functioneert.

In paragraaf 6.1 worden de meest voorkomende onderdelen in een rioolstelsel behandeld. De volgende paragraaf 6.2 laat je zien hoe je een rioolstelsel ontwerpt en geeft je inzicht in de krachten die op rioolbuizen werken. De paragraaf waar het hoofdstuk mee eindigt, 6.3 gaat over het realiseren van rioolstelsels. Deze paragraaf behandelt de uitvoeringstechnieken en de uitvoeringsaspecten die bij het realiseren van rioolstelsels van belang zijn.

In dit hoofdstuk wordt niet ingegaan op de kostenaspecten bij het ontwerp en realisatie van rioolstelsels. In de Leidraad Riolerings van Stichting RIONED is opgenomen de *module D1100*; Kostengetallen rioleringszorg. Raadplegen van deze module geeft inzicht in de kosten van de onderdelen, het ontwerpen, en de realisatie van rioolstelsels.

6.1 Onderdelen van rioolstelsels

Onder rioolstelsel wordt verstaan het samenhangend geheel van riolen, rioolputten en andere voorzieningen voor het inzamelen en transporteren van vuilwater en/of regenwater. In dat rioolstelsel, het systeem, komen verschillende objecten voor die ieder een eigen functie hebben in het inzamelen en het transport. Om er voor te zorgen dat het rioolstelsel naar behoren functioneert en de overlast voor de mens en het milieu zoveel mogelijk beperkt blijft, komen andere onderdelen in het rioolstelsel voor met een specifieke functie. De volgende onderdelen komen voor in een rioolstelsel:

- riolen (een samenstel van buizen) en rioolputten welke we rioolstrengen noemen;
- een samenstel van aansluitleidingen en kolken die het vuil- en regenwater van de panden, terreinen en de wegen transporteren naar de rioolstrengen;
- bergings- en bergbezinkvoorzieningen die samen met de overstorten de overlast voor mens en milieu beperken;
- rioolgemalen die het rioolwater (afvalwater) verpompen binnen de rioolstelsels en naar de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi).

Niet al het afvalwater wordt tegenwoordig nog afgevoerd met een dicht riool. Regenwater wordt deels afgevoerd naar oppervlaktewater en deels naar de bodem en daarmee naar het grondwater. Voor het inzamelen en transport naar het oppervlaktewater van regenwater in een dergelijk stelsel worden dezelfde rioolbuizen en rioolputten gebruikt, namelijk dichte buizen. Wanneer het regenwater naar de bodem moet worden afgevoerd zijn buizen nodig van waaruit het water naar de omliggende grond kan infiltreren, deze zijn niet dicht. Het samenstel van dit type buizen noemen we infiltratieriolen (IT riolen).

In de paragrafen 6.1.1 en 6.1.2 worden de onderdelen rioolbuizen en rioolputten behandeld welke samen de rioolstrengen vormen. De paragrafen 6.1.3 en 6.1.4 gaan in op de onderdelen die er voor zorgen dat het afvalwater naar de rioolstrengen afgevoerd kan worden, namelijk de kolken en de aansluitleidingen. Vervolgens laat paragraaf 6.1.5 zien wat de functie van rioolgemalen is in rioolstelsels en hoe de werking ervan is. Paragraaf 6.1.6 gaat in op overstorten. Door de overstortingen in gemengde rioolstelsels vindt de vuiluitworp naar het oppervlaktewater plaats. Hoe en met welke voorzieningen we die vuiluitworp naar het oppervlaktewater kunnen beperken wordt behandeld in de volgende paragraaf 6.1.7: bergings – en bergbezinkvoorzieningen in gemengde rioolstelsels. Ten slotte wordt paragraaf 6.1 afgesloten met subparagraaf 6.1.8. Deze paragraaf laat zien met welke buizen we regenwater kunnen infiltreren in de bodem, de zogenaamde IT-riolen.

6.1.1 Rioolbuizen

Voor de riolen worden rioolbuizen van verschillende materialen toegepast. De meest toegepaste zijn:

- beton;
- kunststofbuizen, waarvan buizen van polyvinylchloride (PVC) het meest worden toegepast;
- gres;

Ieder van deze materialen zal nader worden toegelicht.

Rioolbuizen van beton

Betonnen leidingen kunnen bestaan uit buizen die een rond of eivormig profiel hebben. Buizen kunnen uitgevoerd zijn met een vlakke voet. Naast deze buizen bestaan er ook buizen met een speciaal profiel dat lijkt op een eivormige buis. Deze buizen zijn er voor bedoeld om een riolering te realiseren waarin zo min mogelijk vervuiling ontstaat.

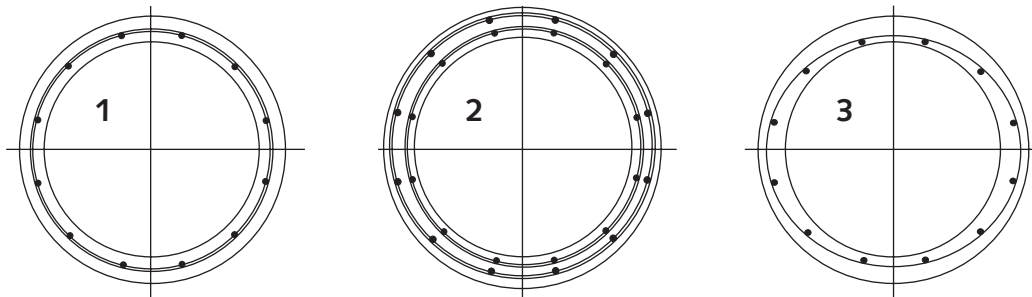
Tot ongeveer midden jaren 60 van de vorige eeuw zijn er voornamelijk buizen gelegd met een lengte van 1,00 m en een verbinding bestaande uit een zogenaamd vaar- en moereinde. De verbinding tussen de buizen onderling kwam tot stand door het vaar- en moereinde dicht te zetten met een bitumineuze strip, een bitumineuze kit of metselspecie. Het grote nadeel hiervan was dat bij zettingen de verbinding los raakte. Hierdoor zijn lekken ontstaan, waarbij er zowel water de buis uit- en instroomde. De nabij het riool aanwezige bomen drongen met de wortels de openstaande verbindingen in. Hierdoor is op uitgebreide schaal wortelingroei ontstaan. De buizen waren rond of eivormig van vorm. Aan het einde van de jaren zestig van de vorige eeuw is begonnen met het produceren van buizen met een mof- en spie-einde en een rubberring verbinding. Het voordeel van deze verbinding is dat bij enige zetting en wanneer de ontstane hoekverdraaiing binnen een zekere marge blijft er geen lekkage optreedt. Aanvankelijk zijn de buizen geproduceerd in een lengte van 2,00 m. Nu worden deze buizen geproduceerd met een lengte van 2,40 m.

Figuur 6.1 Oud type buis met vaar- en moereinde



Er zijn verschillende typen betonnen buizen. Welke buizen er toegepast worden, hangt af van hoe groot de belasting op de buizen is. De volgende buizen zijn mogelijk:

- ongewapende buizen in normale en verzwaarde uitvoering;
- gewapende buizen;
- buizen van staalvezelbeton.



Figuur 6.2 Betonnen buizen voorzien van een enkel- (1), een dubbel- (2) en een ovaal wapenings net(3)

De gewapend betonnen buizen kunnen op een verschillende manier voorzien worden van een wapening. In bovenstaande figuur is een drietal mogelijkheden aangegeven om een betonnen buis te wapenen. In buis 1 is een enkele wapening aangegeven, buis 2 laat een dubbele cilindrische wapening zien en in buis 3 is een niet cilindrische (ovale) wapening aangegeven.



Figuur 6.3 Betonnen buizen met vlakke voet [Betonplaza] en ronde betonnen rioolbuizen met mof-en spie verbinding

De rubberring verbinding van de mof-en spie buizen onderscheidt twee typen, namelijk:

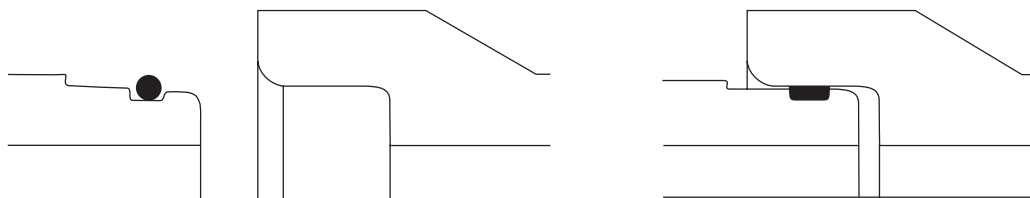
- glijverbinding;
- rolverbinding; niet geprofileerde en geprofileerde uitvoering.

Hieronder worden de significante verschillen tussen de beide typen aangegeven en toegelicht:

Glijverbinding

De glijverbinding is een geprofileerde verbinding, het spie-einde is meestal van een groef voorzien. De rubberring wordt in de groef aangebracht waarna de ring en de voorkant van de mof van een glijmiddel worden voorzien. Daarna wordt de verbinding tot stand gebracht. Het voordeel van deze verbinding is, dat de rubberring altijd op de juiste plaats zit en daarom weinig controle vraagt. Er worden verschillende typen rubberringen qua vorm gebruikt. Vaak is de ring voorzien van een soort lamel. Nadelen zijn het toepassen van een glijmiddel en het feit dat pasbuizen fabrieksmatig moeten worden aangeleverd. Zie figuur 6.4.

Figuur 6.4 Principe glijverbinding



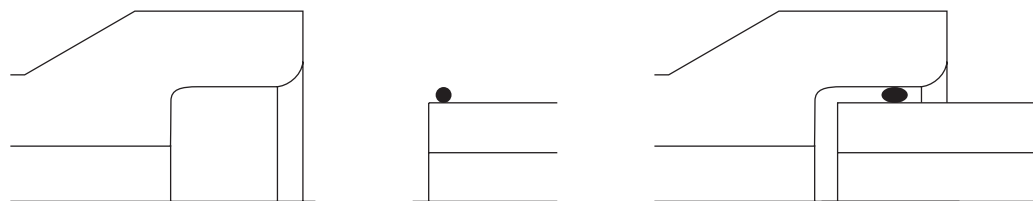
Figuur 6.5 Op fabriek gemaakte pasbuis met glijverbinding, spie-einde rechts gefreesd op de fabriek



Niet geprofileerde rolverbinding

Bij de niet-geprofileerde verbinding is het spie-eind recht en in diameter gelijk aan de buitenzijde van de buis. De rubberring die wordt toegepast is druppelvormig. Het voordeel van deze verbinding is, dat er pasbuisen op het werk kunnen worden gemaakt.

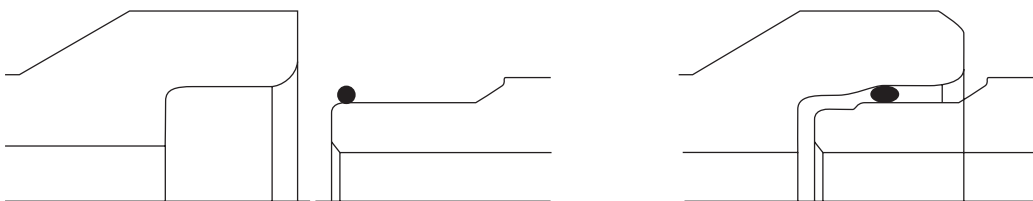
Figuur 6.6 Principe niet geprofileerde rolverbinding



Geprofileerde rolverbinding

Bij de geprofileerde verbinding zit de rubberring meer opgesloten dan bij de niet geprofileerde verbinding. Ook hier heeft de rubberring de vorm van een druppel. Door de startgroef is de kracht om de verbinding tot stand te brengen minder groot dan bij de niet geprofileerde verbinding.

Figuur 6.7 Principe geprofileerde rolverbinding



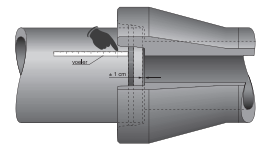
Bij de rolverbinding moet er goed op gelet worden dat de buizen goed tegen elkaar worden aange- trokken c.q. gedrukt en dat de rubber(rol)ring niet gaat schuiven. Het is noodzakelijk om de te con- troleren of de rubberring voldoende diep in het mofeinde zit na het leggen van de buis. De ring mag dan niet bij de rand van de mof zitten. Let er wel op dat de onderzijde het meest kwetsbaar is. Bij een geprofileerd spie-einde is de kans minder groot dat de rubber(rol)ring niet goed is aangebracht (te dicht bij de rand van de mof), maar controleren blijft ook hier noodzakelijk.

Rubberringen zijn meestal vervaardigd van Styreen Butadieen Rubber, de SBR ring. Deze ring wordt standaard toegepast en is waterbestendig, goed bestand tegen basen en anorganische zuren. Indien er koolwaterstoffen, benzine, olie etc. in het rioolwater voor kunnen komen dan moeten NBR ringen (Nitril Butadieen Rubber) worden toegepast. Deze lossen niet op als gevolg van eventueel in het rioolwater voorkomende koolwaterstoffen, benzine of olie.

Betonnen buizen zijn verkrijgbaar in diameters van 250 mm tot 2000 mm. Bij de fabricage wordt ge- bruik gemaakt van hoogovencement. Hiermee zijn de buizen voldoende bestand tegen de normaal in het rioolwater voorkomende chemicaliën. In situaties waarin er in een riool sprake is van biogene zwavelzuuraantasting (vorming in riolen van H_2SO_4) moet worden opgepast. In dergelijke situaties corrodeert de buis snel en loopt de sterkte van de buis snel terug.

Voorbeelden van aantal situaties waarin biogene zwavelzuuraantasting kan plaats vinden.

- Ter plaatse van een lozingspunt van een rioolwaterpersleiding in de riolering door sulfide vorming in de persleiding en turbulentie ter plaatse van de lozing
- Verzakte riolering waarin rioolslib achterblijft door gasvorming
- Ter plaatse van lozingspunten van fabrieken of bedrijven, zoals melkfabrieken waar door lozing van melkspoelwater er melkzuur wordt gevormd en bij fabrieken waar zuur proceswater wordt geloosd.



ACTIVERINGSVRAAG:

In de hierboven aangegeven schetsen worden de principes van de glij- en rolverbinding weergegeven. Om de verbinding tot stand te brengen is één van de twee buizen al gelegd. De andere buis zal moeten bewegen om de verbinding tussen de twee buizen tot stand te brengen. Welke buis is al gelegd en welke buis moet worden bewogen om de verbinding te realiseren?

De buis met het mof-einde ligt al in de sleuf, van de andere buis wordt het spie-einde met de rubberring, zowel bij de rol- als de glijverbinding in de richting van het open mof-einde bewogen. Hierna wordt het spie-einde in de mof geschoven.

Figuur 6.8 Aangetaste riool- buis door biogene zwavelzuur- aantasting [gemeentearchief Arnhem / Gelders archief]

Rioolbuizen van kunststof

De kunststof leidingen voor de riolering bestaan meestal uit PVC. Ook kunnen leidingen uit andere kunststoffen bestaan. In dit lesboek worden alleen de PVC buizen behandeld.

De PVC buizen worden in verschillende uitvoeringen geleverd:

- standaard PVC buis;
- drielaags PVC buis; in de kern is gerecycled PVC verwerkt.

De buizen worden geleverd in lengten van 5 en 10 meter. De diameter van de buizen varieert van 125 mm tot 630 mm. De aangegeven diameters zijn de buiten diameters.

PVC buizen zijn verkrijgbaar in verschillende sterktes en uitvoeringen. De sterkte klassen van de buizen varieert van SN 1 t/m SN 8. Het getal achter de letters geeft de vereiste ringstijfheid weer. De ringstijfheid is de omrekening van de benodigde kracht om de buis met een bepaalde snelheid tot 3% van de binnendiameter samen te drukken. De wanddikte hangt af van de sterkte klasse die wordt toegepast. Met andere woorden; PVC rioolbuizen van een hogere sterkteklasse hebben een grotere wanddikte.

Figuur 6.9 PVC rioolbuizen met mof



PVC buizen worden geleverd in de kleuren grijs, roodbruin en groen. Er is vastgelegd welke kleur voor welk medium moet worden toegepast:

- grijs voor regenwaterafvoer;
- (rood)bruin voor de vuilwaterafvoer of gemengde afvoer.

Deze kleurstelling wordt niet éénduidig in Nederland zo gebruikt. Dit betekent dat je ook een toepassing kan tegenkomen waarbij beide kleuren zijn omgewisseld.

De kleur groen wordt soms toegepast voor hemelwaterafvoer.

De buizen in de diameters 125 mm en 160 mm worden geleverd zonder mof. Voor de verbinding wordt een dubbele steekmof gebruikt. In de steekmof zijn in de fabriek al rubber manchetten voor de afdichting aangebracht. De steekmof wordt eerst om de ene buis geschoven. Hierna wordt de andere buis in de steekmof geschoven. Er zijn ook buizen verkrijgbaar met een aan de

buis geëxtrudeerde mof. De mof is in de fabriek al voorzien van een rubber manchet. Extrusie is een vervaardigingsprocedé van buizen waarbij plastisch materiaal onder hoge druk in verwarmde toestand uit een opening wordt geperst. De verbinding komt tot stand door het buiseinde waar geen mof aanwezig is in de mof van de al gelegde buis te schuiven. Bij het tot stand komen van de verbinding is het noodzakelijk om de rubber manchet in te vetten met een speciaal glijmiddel. De buiseinden van buizen die worden ingekort moeten schuin worden afgewerkt om de verbinding op een eenvoudige wijze tot stand te brengen. Om buizen met elkaar te verbinden en om maatwerk oplossingen te creëren zijn vele hulpstukken verkrijgbaar.

PVC buizen zijn bestand tegen de temperaturen die voorkomen in de rioleringen. Metingen hebben aangetoond dat zelfs temperaturen van 70° C geen problemen opleveren voor de buizen. PVC buizen zijn in hoge mate bestand tegen de in afvalwater voorkomende chemicaliën, zoals onder andere zwavelzuur dat ontstaat bij het proces van de biogene zwavelzuuraantasting (vorming in riolen van H_2SO_4).

Rioolbuizen van gres

Gres is een keramisch materiaal van hoge kwaliteit dat door sintering van klei ontstaat. Sintering is het bakproces van gedroogde klei op een maximum temperatuur van 1200°C waardoor een volledig nieuwe structuur ontstaat. De klei moet een vette kleisoort (illietrijke klei) zijn. De klei waarvan de buis wordt gebakken moet worden vermengd met chamotte (al gebakken klei gemalen tot een poeder). De buizen worden met en zonder een glazuurlaag geleverd.

Het keramische materiaal kan bestaan uit buizen met aangebakken mof en buizen zonder mof. De buizen met een aangebakken mof worden voorzien van een verbinding van polyurethaan om het spie-einde en in de mof wordt een rubber aangebracht. Het spie-einde van de nog te leggen buis wordt in het mofeinde van de andere buis geschoven. Er zijn ook buizen zonder aangebakken mof. In de fabriek is al een polypropyleen- koppeling (PP steekmof) aan de ene zijde van de buis geschoven. De verbinding wordt tot stand gebracht door de andere buis in de steekmof te schuiven. Met beide type koppelingen ontstaat een dichte en voldoende flexibele verbinding. De kraagloze buizen zijn standaard verkrijgbaar in diameters van 100 mm tot 300mm. De buizen met de aangebakken mof worden geleverd in diameters van 200 mm tot 800 mm. De lengte van de buizen is 2,00 m tot 2,50 m.



Figuur 6.10 Keramische buizen
[Tauw]

Chemische aantasting treedt bij gresbuizen en hulpstukken niet op. Gres is namelijk chemisch inert. Het wordt niet aangetast door corrosie ten gevolge van het in riolen voorkomende proces van biogene zwavelzuuraantasting (vorming in riolen van H_2SO_4). Het wordt evenmin door andere zuren aangetast. Alleen waterstoffluoride, dit is een zeer agressieve stof die voor het etsen van glas wordt gebruikt, kan gres aantasten. De verbindingen zijn bestand tegen huishoudelijk afvalwater in alle voorkomende rioleringsystemen.

De glazuurlaag heeft geen extra beschermende functie. Gres riolen hebben een lange levensduur. Wanneer er vluchtige koolwaterstoffen in het rioolwater voorkomen dan "lost" een PVC of Polyetheen (PE) buis langzaam op terwijl de keramische buis ook hier goed tegen bestand is. Naast de chemische bestendigheid is ook de slijtvastheid hoog. Daarom zijn deze buizen erg geschikt om te worden toegepast op plaatsen waar een hoge slijtage te verwachten is, zoals ter plaatse van steile hellingen in riolen.

6.1.2 Rioolputten

Algemeen

Er zijn verschillende redenen waarom rioolputten in de riolering worden toegepast. De belangrijkste redenen zijn:

- toegankelijkheid van riolen;
- kruising van riolen;
- hoekverdraaiing ter plaatse van richtingsveranderingen;
- wijziging van materiaal en/of diameter;
- wijziging van de hoogten van de aansluitende riolen;
- aansluiting op de riolering van (grote) aansluitleidingen vanaf particulier terrein.

Het samenstel van de rioolputten en buizen (riolen) tussen twee rioolputten zorgt voor de inzameling en het transport van het afvalwater. We noemen dit geheel de rioolstreng. In een rioolstreng worden geen richtingsveranderingen aangebracht. Met andere woorden de riolen worden in een rechte lijn tussen twee rioolputten gelegd. De maximale strenglengte hangt mede af van de diameter van de riolen. Tot een diameter van het riool van ca 800 mm bedraagt deze ca 70 m, bij grotere diameters kan de maximale lengte oplopen tot 100 m. Ter plaatse van de rioolput wordt van het riool altijd de hoogte aangegeven van de b.o.b. in m +NA.P. B.o.b. is de **binnen onderkant buis**.

De meest toegepaste rioolputten in de riolering zijn gemaakt van de materialen waarvan de buizen ook gemaakt zijn. Het is mogelijk om op rioolputten ook buizen van een ander materiaal aan te sluiten dan waar de rioolput van gemaakt is. Hieronder is een opsomming gegeven van de materialen waarvan rioolputten gemaakt kunnen worden, met erna aangegeven welke soort buizen erop kunnen worden aangesloten:

- beton; betonnen buizen, PVC buizen en gres buizen;
- polypropyleen (PP) en Polyetheen (PE); PVC buizen en gresbuizen;
- gres (soms) of uit ander materiaal; gresbuizen.

In bestaande rioolstelsels komen we rioolputten van alle soorten materialen tegen, gemetseld, beton en kunststof. De beide laatste zijn meestal geprefabriceerd.

Aanpassing van de geprefabriceerde betonnen rioolputten in het werk is af te raden, omdat daarmee de kwaliteit nadelig kan worden beïnvloed. Er kunnen gemakkelijk scheuren in de rioolputwanden ontstaan. Een beperkte aanpassing door het boren van nieuwe gaten is wel mogelijk. Het voordeel van de gemetselde rioolputten is dat deze pas worden gemaakt in het werk. Kunststof rioolputten van PP en PE kunnen we door middel van het boren van nieuwe gaten en daarna het lijmen van nieuwe aansluitingen beperkt pas maken in het werk.



Figuur 6.11 Gemetselde rioolput [de Hamer]

Betonnen rioolputten

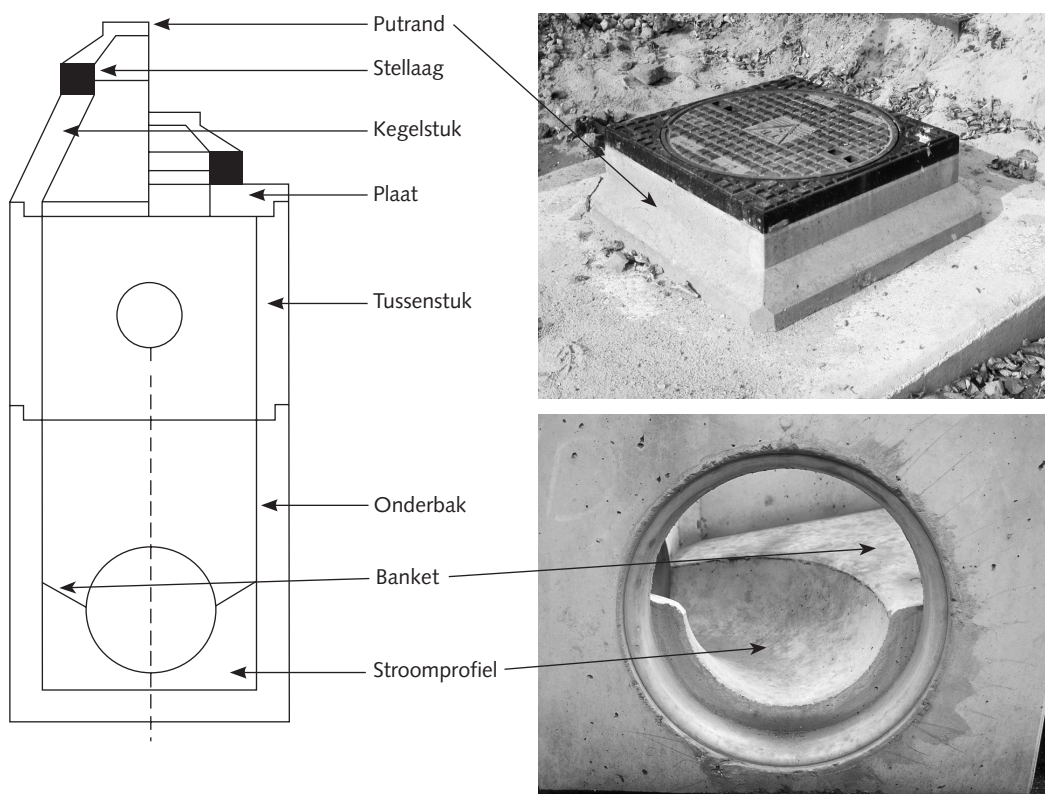
Betonnen rioolputten zijn in vele formaten verkrijgbaar. Standaard maten zijn gerelateerd aan de diameter van de aan te sluiten buizen. Voor de kleinere diameters worden vaak rioolputten; inwendig 0,80 x 0,80 m en 1,00 x 1,00 m toegepast. Ook zijn er ronde rioolputten leverbaar.

Prefab betonnen rioolputten bestaan altijd uit meerdere delen. Vaak bestaan de rioolputten uit een onderbak, tussenstuk met daarboven een kegelstuk of afdekplaat. De verbinding tussen de elementen wordt gemaakt door het aanbrengen van specie, een bitumineuze kit of met de rioolput meegeleverde rubberringen. Aan de bovenzijde wordt er een opmetseling van stellingen, bestaande uit metselwerk of prefab betonnen elementen gesteld in specie aangebracht. Hierop wordt de rioolputafdekking aangebracht. Via deze rioolputafdekking is de rioolput toegankelijk.



Figuur 6.12 Rioolput voor een maatwerk toepassing [de Hamer]

Figuur 6.13 Opbouw prefab
betonnen rioolput [VPB]
en foto rioolput met bocht-
stroomprofiel 90°
[Foto: Hans Dijkstra, BvB/
Stichting RIONED]



In de onderbak van de rioolputten wordt in de fabriek meestal een stroomprofiel aangebracht. Een stroomprofiel is het beloop dat in een rioolput wordt aangebracht om de afvoer van het afvalwater door de rioolput te geleiden. Een stroomprofiel moet zodanig worden aangebracht, dat de stroming van het afvalwater in de riolering met zo min mogelijk weerstand kan plaats vinden. Dat wil zeggen in overeenstemming met de natuurlijke hydraulische lijn van het water. Ook moet het stroomprofiel in de rioolput zodanig zijn dat er geen stroomvertraging optreedt in de rioolput, waardoor er vuilophopingen in de rioolput ontstaan en de afvoer van afvalwater in het riool wordt belemmerd. Het gedeelte in de rioolput tussen het stroomprofiel en de wanden van de rioolput wordt banket genoemd. Het normblad voor de prefab betonnen rioolputten geeft aan dat de minimale helling van de banketten ten minste 15° moet zijn. Deze helling wordt toegepast in rioolputten ten behoeve van regenwaterriolen. Om te voorkomen dat er vuil op de banketten in rioolputten van vuilwater riolen achterblijft, moeten deze banketten een helling hebben van 45°. Hiermee wordt voorkomen dat er vuil achterblijft op de banketten. In sommige gevallen moeten stroomprofielen in het werk aangebracht worden. Dit is zeker het geval bij grote samengestelde prefab betonnen rioolputten en bij de gemetselde rioolputten.

Daar waar betonnen buizen loodrecht op de wand aansluiten wordt in de fabriek een ronde sparing, die de vorm heeft van de binnenkant van een mofeinde aangebracht. Op deze manier kan de betonnen buis met een rubbering worden aangesloten op de rioolput. Wanneer een PVC – of gres buis loodrecht moet worden aangesloten op de rioolput wordt er een instortmof voorzien van een rubbermanchet of rubbering in de fabriek in de rioolputwand ingestort. Ter plaatse van hoekverdraaiingen moeten korte betonnen mofeinden worden ingestort of een (metsel)sparing in de rioolputwand worden aangebracht. Bij een hoekverdraaiing van een PVC of gres riool wordt er in de wand van de rioolput een verdikking onder de vereiste hoek aangebracht met daarin een instortmof van de aan te sluiten leidingsoort. Wanneer er een (metsel)sparing in de wand is aangebracht op de fabriek, moet in deze (metsel)sparing een zo kort mogelijk betonnen mof- of spie einde worden aangebracht. De open ruimte tussen het korte buiseinde en de wand van de rioolput moet bij voorkeur worden volgestort met beton. Wanneer er een hele buis (2,40 m) wordt ingestort is het risico erg

groot dat er een breuk in de ingestorte buis ontstaat als gevolg van zetting. Wanneer een PVC riool of een gres riool moet worden aangesloten ter plaatse van een (metsel)sparing dan is het mogelijk om een instortmof toe te passen.



Figuur 6.14 Toepassing pasbuis bij aansluiting op rioolput

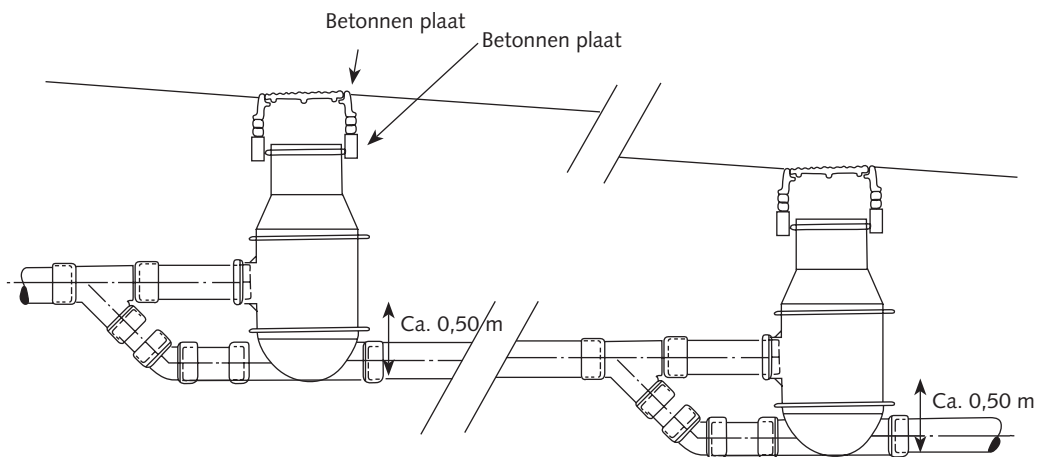
In een hellend gebied moeten valputten in de riolering worden aangebracht. Een valput is een rioolput die over de lengte van de rioolput een noodzakelijk hoogteverschil overbrugt. Het rioolwater valt als het ware naar beneden. Valputten in de riolering moeten zoveel mogelijk worden voorkomen. Immers, er ontstaan dan woelingen in de rioolput en er kunnen gassen uittreden, waardoor er aantasting kan ontstaan in het betonnen riool en de rioolput. Moeten er toch valputten worden aangebracht beperk het verval dan zoveel mogelijk tot ca. 0,50 m. Breng ook een stroomprofiel aan in de rioolput dat een hoogteverloop heeft tussen het hoger en lager gelegen riool.

Kunststof rioolputten

Voor de PVC riolen bestaan er kunststof rioolputten van polypropyleen (PP) en polyetheen (PE). De rioolputten kunnen worden geleverd in een diameter van 800 mm (PP) en 1000 mm (PE). Deze rioolputten worden voorzien van een stroomprofiel met banketten. Aansluitingen voor aansluitende riolen van PVC en gres kunnen rondom worden aangebracht. Dit betekent dat het eenvoudig is om alle richting veranderingen te maken. Aan de bovenzijde van de rioolput is een rand aangebracht waarop een betonnen plaat wordt aangebracht. Op deze plaat worden op dezelfde wijze als bij de betonnen rioolput stellingen en een rioolputafdekking aangebracht. In plaats van een stroomprofiel kunnen de rioolputten ook met zonk geleverd worden.

Bij een kunststof rioolput kan het riool vlak voor de rioolput naar beneden "duiken" onder een hoek van 45°, terwijl het normale riool onder dezelfde helling doorgaat. Beide leidingen worden aangesloten op de rioolput. Het aansluiten van de leiding op de rioolput onder de normale helling is noodzakelijk om het riool te kunnen reinigen en inspecteren. Het verval wordt hier als het ware bovenstrooms van de rioolput opgelost. Met een gres buis kan op dezelfde wijze het hoogteverschil in een vervalput worden gerealiseerd. Deze constructie is hieronder aangegeven.

Figuur 6.15 Voorbeeld valputten in kunststof[Wavin]



Figuur 6.16 Kunststof rioolput met aansluitingen en kunststof rioolput met stroomprofiel en aansluitingena



Rioolputten van gres

Het is mogelijk om voor de gresbuizen rioolputten van gres te bestellen. Deze rioolputten bestaan uit grote ronde gresbuizen. In Nederland worden die meestal niet toegepast.

Er is een speciale kunststof rioolput voor gresbuizen. Die rioolputten worden vervaardigd uit polyesterhars vermengd met kiezelzand toeslag. In deze rioolputten worden gres instortmoffen aangebracht. In de meeste gevallen wordt echter gebruik gemaakt van kunststof rioolputten of betonnen rioolputten. In de wanden van deze rioolputten worden in plaats van kunststof instortmoffen gres instortmoffen aangebracht.



Figuur 6.17 Aansluiting van gresbuis op betonnen rioolput [de Hamer]

Rioolput afdekkingen

De functie van de rioolputafdekkingen is om toegang te krijgen tot de rioolput voor inspectie, reiniging en onderhoud van de riolering. Rioolputafdekkingen bestaan uit een gietijzeren rand met gietijzeren toegangsluik. Om de riolering te beluchten worden de deksels soms in roosteruitvoering toegepast. Het is mogelijk om de functie van het riool in letters aan te brengen op de rioolputrand of de volledige naam op de deksel. Wanneer de functie op de rioolputdeksels is aangebracht kan bij onderhoud gemakkelijk de functie worden verwisseld. Het aanbrengen op de rioolputrand van de functie biedt in dit opzicht een belangrijk voordeel. Er zijn twee soorten rioolputafdekkingen:

- volledig gietijzeren randen met luik;
- gietijzeren luik met een kleine gietijzeren rand die is ingestort in beton.



Figuur 6.18 Voorbeelden gedeelte van rioolputafdekking en rioolputdeksels met opschrift "regenwater" [Betonplaza]

Bijzondere rioolputten

Heel grote rioolputten worden ter plaatse samengesteld uit losse prefab betonnen onderdelen als wanden, vloer en dekplaat. In deze dekplaat is/ zijn (een) sparing(en) aangebracht waarboven de rioolputafdekking(en) wordt/worden aangebracht. Het/De stroomprofiel(en) wordt/worden op de locatie in de rioolput aangebracht.

In een aantal gevallen zijn deze rioolputten niet alleen nodig voor toegang in het riool, maar hebben een speciale functie.

Voorbeelden van dergelijke rioolputten zijn:

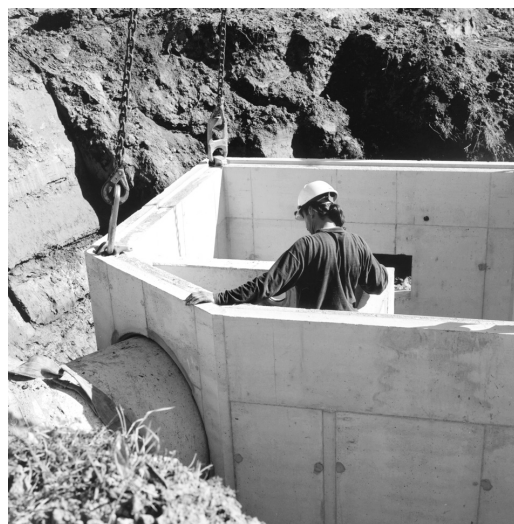
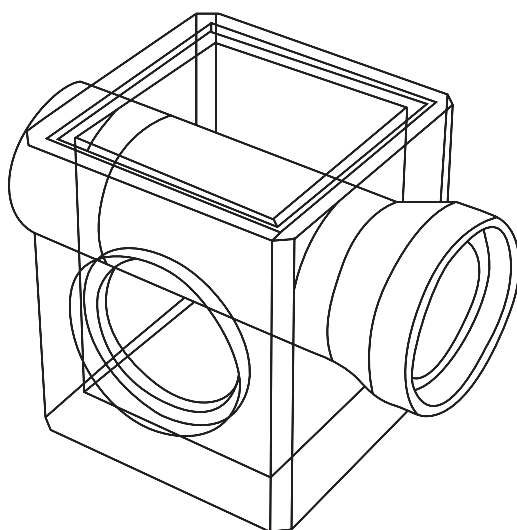
- putbuizen; Dit is een combinatie van buis en rioolput, deze worden toegepast als ter plaatse het rioolstelsel niet van richting verandert, er geen rioolstrengen samenkomen en geen hoogteverschillen moeten worden overwonnen;
- hondenhok rioolput; Dit is een rioolput die over een bestaande rioolstreng heen kan worden gebouwd, wanneer er moet worden aangesloten op een bestaand riool. Onder het bestaande riool wordt eerst een betonnen fundatie plaat aangebracht, hierop wordt de rioolput geplaatst. De opening in de wanden ziet er uit als de toegang tot een hondenhok.

Figuur 6.19 Voorbeeld kruisingsput en stuwput [VPB].

ACTIVERINGSVRAAG:

In de opsomming hierboven wordt gesproken over een "hondenhok" rioolput. Je hebt te maken met een vuilwater riool. Niet alle werkzaamheden zijn volledig aangegeven. Wat ontbreekt er nog in de beschrijving?

Bij het aanbrengen van de betonnen plaat moet het bestaande riool goed ondersteund worden om verzakkingen te voorkomen. Ter plaatse van de sparing moeten we beton aanbrengen om de rioolputwand te sluiten. Er is niet aangegeven dat de bovenzijde van het bestaande riool tot halve buishoogte (bij een rond riool) moet worden verwijderd. Tussen het bestaande riool en de rioolputwand moet een betonnen uitvulling worden aangebracht. De uitvulling moet worden afgewerkt met een banket onder een hoek van 45°.



- koppelput; Een rioolput waar in een verbeterd gescheiden rioolstelsel een koppeling tussen een vuilwater riool en een hemelwaterriool is aangebracht. Om te voorkomen dat er vuil water in het hemelwaterstelsel terecht komt wordt er een terugslagklep geplaatst;
- kruisingsput; In een kruisingsput kruisen twee leidingen elkaar zonder dat ze met elkaar in open verbinding staan. Een kruisingsput wordt toegepast als de leidingen elkaar min of meer op dezelfde hoogte moeten kruisen;
- interne overstortput; De rioolput ziet er uit als een externe overstortput. Het rioolwater kan via de overstortdempel van het ene stelsel naar het naastgelegen stelsel overstorten. Op deze wijze kunnen we het naastgelegen stelsel beter benutten;
- stuwput; door het aanbrengen van een overstortdempel en een beperkte of geregelde afvoer, kan gebruik gemaakt worden van het bovenstrooms gelegen riool als berging.

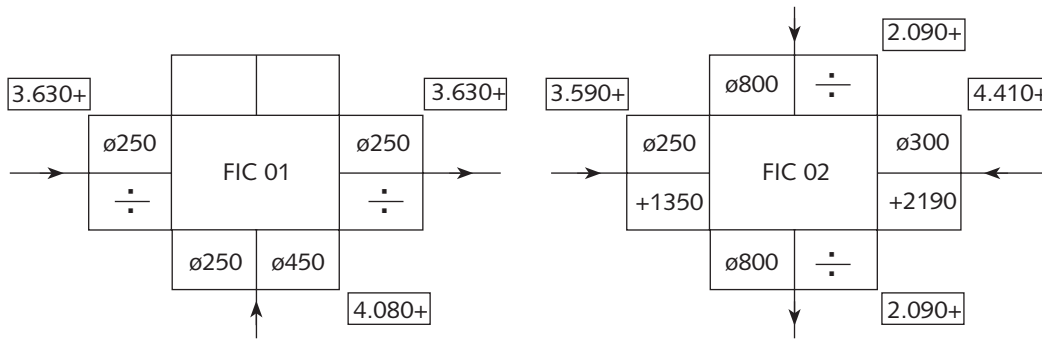
Puttenstaat

Hieronder is een voorbeeld van een rioolputtenstaat voor betonnen rioolputten weergegeven. Voor rioolputten in PVC en gres riolen worden eveneens rioolputtenstaten gemaakt. Door de fabrikant wordt tevoren een puttenstaat gemaakt op basis van de aangeleverde bestektekening van de riolerings en de verstrekte relevante gegevens. De puttenstaat is nodig voor de fabrikant om rioolputten te maken die voldoen aan de eisen en wensen van de opdrachtgever.

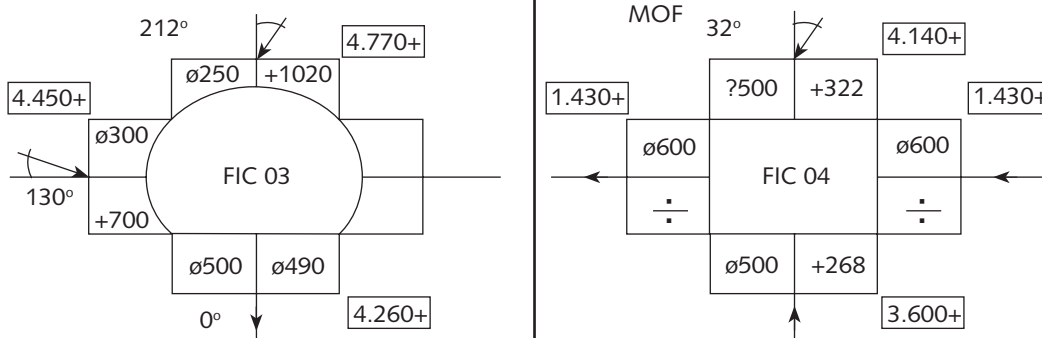
Opdrachtgever :
 Werk : BLADNO.: 3-4

Figuur 6.20 Voorbeeld
 puttenstaat betonnen
 rioolputten[VPB]

Putno.	01	02	03	04	Opmerkingen
Bovenkant putrand	5.400+	5.460+	5.970+	6.010	Bouwweghoogte
B.O.K. Rioolpeil	3.630+	2.090+	4.260+	1.403+	
Buisdiameter	ø 250	ø 800	ø 500	ø 600	
Zandvang	---	---	600	---	
Buitenwerkse puthoogte	1980	3760	2330	4820	Maten in mm



Putrand + steill.	400									Putrand + steill.	400								
KLK 800 x 800	380									K 1000 x 1000	520								
										R 1000 x 1000	800								
										Ringbalk	---								
OB 800 x 800	1200									OB 1000 x 1250	2040								
Stroompr.	1980									Stroompr.	3760	Sluitput							



Putrand + steill.	400									Putrand + steill.	400								
PLAAT ø 1200	150									K 1000 x 1000	520								
										R 1000 x 1000 x 100	2000								
OB ø 1000	1780									OB 1000 x 1000 x 150	1900								
---	2330									Stroompr.	4820								

In een puttenstaat moet per rioolput worden aangegeven:

- code en rioolputnummer, RWA of DWA;
- de huidige of toekomstige straathoogte ter plaatse van de rioolput;
- de b.o.b.'s van de aansluitende rioolbuizen en de hoogten ten opzichte van de onderzijde van de rioolput;
- materiaal en diameter van de rioolbuizen;
- in welke wanden de rioolbuizen moeten worden aangesloten;
- zandvang (zolk) of stroomprofiel in de rioolput aanbrengen;
- ronde of vierkante rioolput;
- onder welke hoek moeten de riolen aansluiten op de rioolputwand, 90° of anders;
- totale rioolputhoogte;
- het aantal en/of dikte van de stellagen onder de betonnen of gietijzeren rand van de rioolputafdekking;
- het fabrikaat, type en hoogte van de rioolputafdekking.

Een zolk is het gedeelte van de rioolput beneden het denkbeeldig doorgaande stroomprofiel van de aansluitende riolen. Wanneer een zolk wordt aangebracht in een regenwater riool dan wordt dat zandvang genoemd.

Nadat de rioolputtenstaat door de fabrikant is opgesteld wordt deze ter goedkeuring voorgelegd aan de opdrachtgever. Het is belangrijk om deze goed te controleren op de juiste vertaling van de bestektekening en de verstrekte gegevens. Je moet hierbij vooral letten op de volgende zaken:

- richtingveranderingen van de riolen;
- b.o.b.'s van de buizen;
- buisdiameters, buismaterialen (soort) en sparingen;
- wel of geen stroomprofiel, vormgeving stroomprofielen;
- rioolputafmetingen en elementhoogten;
- ongewapend of gewapend beton;
- rioolputcodering;
- rioolputafdekking met stellagen.

Nadat goedkeuring is verkregen op de puttenstaat gaat de fabrikant over tot het produceren van de rioolputten.

6.1.3 Kolken

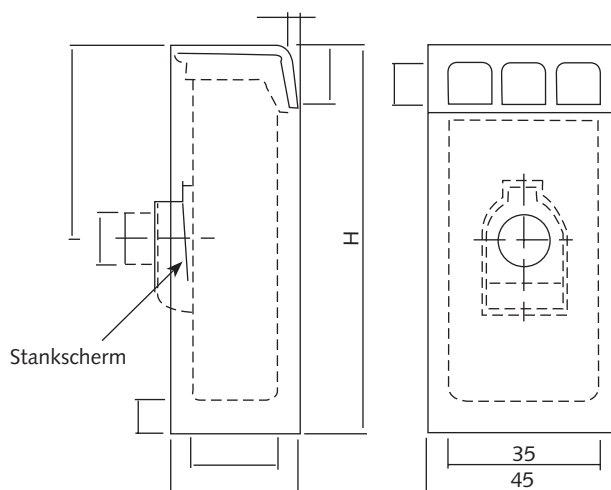
De functie van kolken is:

- het opvangen van regenwater dat afkomstig is van de afstromende oppervlakken naar die kolken;
- het laten bezinken van de in het water meegevoerde bezinkbare stoffen;
- het vervolgens afvoeren van het water naar de (transport)riolen.

Ook kolken worden vervaardigd van verschillende materialen. Er worden kolken gemaakt van zowel beton als van kunststof. De inloopconstructies zijn meestal van gietijzer.

De gietijzeren inlaatstukken kunnen grof worden verdeeld in: trottoir inlaatstukken en straat inlaatstukken. Er is een keuze uit een heel scala van verschillende inlaatstukken, zodat er maatwerk gemaakt kan worden. Ook de afmetingen van kolken zijn heel divers. De deksels kunnen worden geleverd met een beveiliging, zodat deze niet zomaar open te maken zijn. Dit is in verband met de veiligheid.

Figuur 6.21 Diverse gietijzeren inlaatstukken en kunststof kolken [Wavin]; betonnen trottoirkolk en doorsnede betonnen trottoirkolk met stankscherm



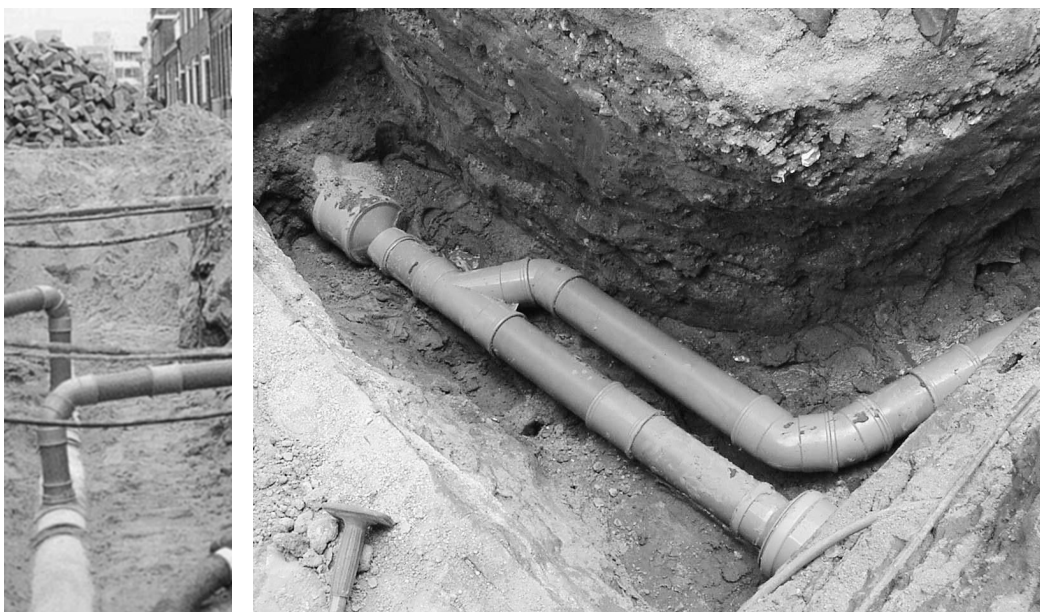
De afstand tussen kolken, wanneer deze op een transportriool worden aangesloten is 20 à 25 m. In bochten worden ze meestal op de tangentialpunten geplaatst. Het gedeelte van de kolk waar de bezinkbare stoffen achterblijven, moet een inhoud hebben van ten minste 20 l. Wanneer kolken worden toegepast in een gemengd systeem dan moeten de kolken voorzien worden van een stankscherm. Een stankscherm is een klein schot dat zich bevindt vlak voor de uitgaande buis. De onderkant van dit schotje reikt tot ca 0,05 m beneden het niveau van de b.o.b van de uitgaande buis, hierdoor wordt er een waterslot gevormd. De stank is op deze manier niet op straat waarneembaar.

6.1.4 Aansluitleidingen

Aansluitingen op de riolering kunnen afkomstig zijn van panden en kolken of goten in de weg. Deze twee aansluitingen zijn als volgt te definiëren, namelijk:

- **huisaansluitleidingen**; vanaf de erfgrans (perceelsgrens) van panden tot op de hoofdriolering, infiltratie systemen en soms wadi's;
- **kolkaansluitleidingen**; vanaf de kolken of afvoergoten tot op de hoofdriolering, infiltratie systemen of wadi's.

Figuur 6.22 Huisaansluitingen en gecompliceerde aansluiting



De leidingen bestaan meestal uit PVC of PP buizen en worden verwerkt in diverse kleuren. Er zijn afspraken gemaakt welke kleur voor welke toepassing wordt gebruikt, deze zijn als volgt:

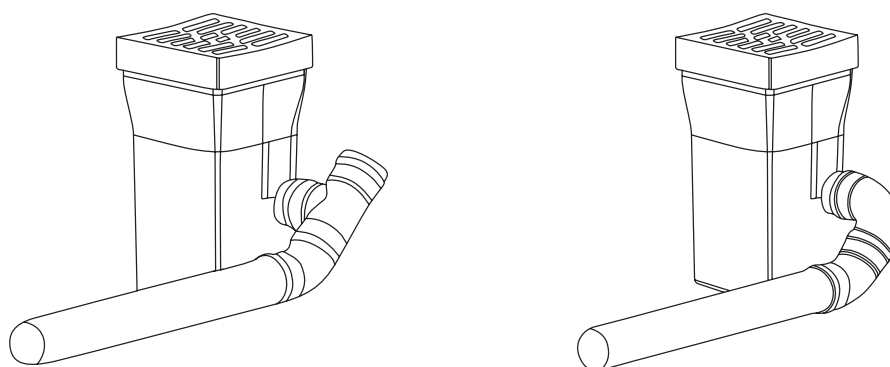
- grijs voor regenwaterafvoer;
- (rood)bruin voor de vuilwaterafvoer of gemengde afvoer;
- groen voor afgekoppelde oppervlakken voor afvoer naar IT riolering of andere infiltratiesystemen.

De leidingen moeten waterdicht worden aangelegd en aangesloten op de nieuw aangelegde leidingen of de bestaande leidingen. De ideale helling van de buizen varieert van 1:100 tot 1:200. De minimale diepteligging van de huisaansluitleidingen nabij de erfgrans moet worden afgestemd op de aanwezige kabels en leidingen (in het trottoir) en is ca. 0,80 tot 0,90 m. De gronddekking op de kolkaansluitleiding moet ten minste 0,70 m zijn. De diameter van de aansluitleidingen mag niet kleiner zijn dan 125 mm.

Huisaansluitleidingen moeten geen grotere lengte hebben dan ca 20,00 m. Op een goed bereikbare plaats juist binnen de perceelsgrens moet in de huisaansluitleidingen een ontstoppings-/controleput worden aangebracht.

Kolken moeten zodanig worden aangesloten op de kolkaansluitleiding dat verstoppingen gemakkelijk te ontstoppen zijn. De hieronder aangegeven plaatjes tonen hoe dat dit het beste kan gebeuren.

Figuur 6.23 Wijze van aansluiten van kolken [Wavin]



Om verstoppingen te voorkomen moeten in de aansluitleidingen zo flauw mogelijke bochten aangebracht worden. Om deze reden moeten er bochtstukken (elementen) van maximaal 45° worden toegepast, zoals is aangegeven op de foto's. De huis- en kolkaansluitingen worden aan

de bovenkant van het transportriool onder een hoek van 90° (verticaal) aangesloten. Het verticale gedeelte in de aansluitleidingen wordt standpijp genoemd. In het transport riool moet een mogelijkheid worden gemaakt om te kunnen aansluiten.

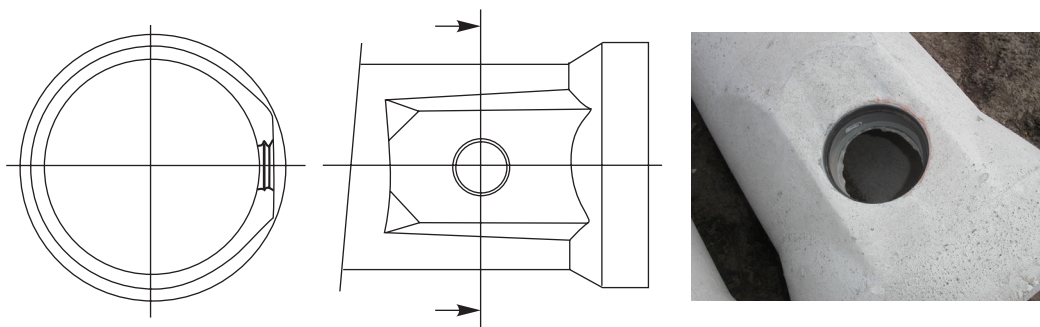
Het punt waar wordt aangesloten wordt (boven)inlaat genoemd. Iedere materiaalsoort van de riolen heeft een eigen manier om te kunnen aansluiten. We moeten daarbij onderscheid maken in direct bij de aanleg van riolering en later in de beheerfase te maken aansluitingen. Hierna wordt ingegaan op de inlaatconstructies van de verschillende materiaalsoorten.

Inlaten op riolen van beton

Voor betonnen riolen zijn er voor de aanlegfase en de beheerfase verschillende inlaten op de buis:

- aanlegfase; buizen met inlaat;
- beheerfase; betonnen zadelstuk (renovatie blok).

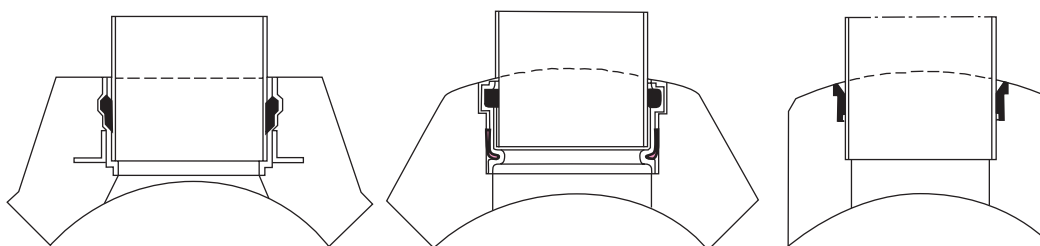
Daar waar aansluitleidingen moeten worden aangesloten in de aanlegfase, moeten buizen met inlaat worden toegepast. De inlaten moeten in de fabriek zijn aangebracht. De vooraf aangebrachte inlaten bevinden zich direct na de mof, om verzwakking van de buis te voorkomen. De inlaat in de betonnen buis kan bestaan uit een ingestorte PVC mof of kan bestaan uit een in het beton gefreesd gat met een rubberring. Voor de verschillende inlaatconstructies en een schets van het inlaatdetail nabij de mof zie onderstaande figuren.



Figuur 6.24 Schets en foto [Betonplaza] inlaatconstructie betonnen buis

De aansluiting moet waterdicht op de betonnen buis kunnen worden aangesloten. Dit kan op drie verschillende manieren worden gerealiseerd. Van links naar rechts achtereenvolgens:

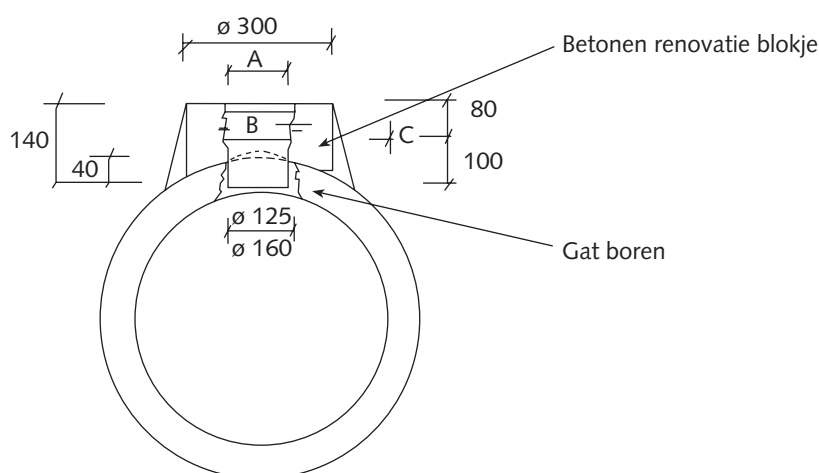
- 1 in de mal van de buis aangebrachte kunststof mof, zogenaamde geïntegreerde mof;
- 2 na verharding van de buis een geboorde sparing, waarin een kunststof mof wordt ingeperst;
- 3 na verharding van de buis een geboorde sparing, waarin een rubbermanchet wordt aangebracht.



Figuur 6.25 Diverse vormen van inlaten [bron De Hamer]

De diameter van de inlaten kunnen zijn 125 en 160 mm. Bij grote diameters is het eventueel mogelijk om inlaten te leveren in een diameter van 200 mm.

Figuur 6.26 Renovatieblok
t.b.v. later te maken inlaat op
betonnen buis



Voor de te maken aansluitingen in de beheerfase moeten er in de buis gaten worden geboord. Op de leiding kan er dan een betonnen zadelstuk met ingestorte PVC leiding worden aangebracht (renovatieblok). De afmetingen van de inlaten zijn 125 en 160 mm.

Tussen het betonnen zadelstuk en de buis moet specie of een bitumineuze kit worden aangebracht voor een waterdichte aansluiting. De PVC leiding moet zodanig worden ingekort dat deze ca 0,015 m lager uitkomt dan de binnen bovenkant van de buis.

Inlaten op riolen van kunststof (PVC)

De inlaten op PVC riolen worden niet in de fabriek aangebracht. Op het werk moeten op de juiste plaats ronde gaten worden geboord in de buis. Voor het realiseren van de inlaat kunnen we verschillende typen inlaten waterdicht aanbrengen. De twee belangrijkste type inlaten zijn:

- keilinlaat;
- klikinlaat.

Beide typen inlaten kunnen zowel in de aanlegfase als de beheerfase worden toegepast en zijn verkrijgbaar in de diameters 125 en 160 mm. Nadat het gat door middel van boren in de buis is aange-

Figuur 6.27 Klikinlaat op PVC
buis [Wavin]



bracht wordt de inlaat geplaatst. De beide typen inlaatstukken zijn voorzien van een rubberen afdichting. Bij de keilinlaat wordt de rubberafdichting met behulp van een ring die aangeschroefd kan worden in het gat vastgeklemd en waterdicht aangesloten. De klikinlaat wordt bevestigd door het naar beneden bewegen van twee hendels. Nadat de hendels in horizontale positie staan is het rubber tegen het geboorde gat geklemd waarmee de inlaat waterdicht is aangesloten. In figuur 6.27 is een voorbeeld weergegeven van een klikinlaat met ingebouwde zettingsmof.

In een zettingsmof is een soort korf aangebracht van polypropyleen. De standpijp steunt hierop. Als gevolg van de belasting van de standpijp die het gevolg zijn van zettingen, rekt de korf uit. Hierdoor kan de standpijp meezakken met zettingen.

Om de buis niet te veel te verzwakken moet de onderlinge afstand tussen de inlaten tweemaal de buisdiameter zijn met een minimum van 0,50 m. De inlaten moeten zodanig aangebracht worden dat de standpijp onder een hoek van 90° kan aansluiten op het riool.

Inlaten op riolen van gres

De aansluitpunten voor de aansluitleidingen kunnen op twee manieren gerealiseerd worden. We kunnen keramische T-stukken toepassen of buizen met fabrieksmatig geboorde ronde gaten waarin een kunststof of keramische inlaat wordt aangebracht. De inlaten van de T-stukken hebben een diameter van 100 tot 200 mm. Aanboorstukken zijn leverbaar in de diameters 150 en 200 mm.



Figuur 6.28 T-stuk keramische buis voor aansluiting huis- of kolkaansluitleiding

Ook in de gresbuis is het in bestaande situaties (de beheerfase) mogelijk om nieuwe aansluitleidingen aan te sluiten. Dit kan door het boren van ronde gaten in de buis. Met behulp van een speciaal hulpstuk van gres kan dan een waterdichte inlaat op de buis worden aangebracht. We moeten er wel op bedacht zijn dat het gebakken materiaal is waar tengevolge van het bakproces spanningen aanwezig zijn in de buiswand.

6.1.5 Rioolgemalen

Een rioolgemaal is een inrichting voor het verpompen van rioolwater. In een rioolstelsel komen verschillende typen rioolgemalen voor. Naar functie onderscheiden we:

- 1 Onderbemaling, transport van het ene bemalingsgebied naar het andere bemalingsgebied;
- 2 Hoofdgemalen, transport van het einde van het rioolstelsel naar de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi);
- 3 Overstortgemalen, transport van overstortwater naar het oppervlaktewater.

De meest voorkomende rioolgemalen in rioolstelsels zijn de onder 1 en 2 genoemde. Het overstortgemaal komt slechts sporadisch voor, hier zal niet verder op worden ingegaan.

Onderbemalingen

In het vlakke gedeelte van Nederland zou transport onder vrijval zonder rioolgemaal betekenen dat riolering op het laagste punt meters onder maaiveld moet worden aangelegd om een minimaal afschot te garanderen. Dit komt doordat we te maken hebben met vlak gebied. In de meeste gebieden komen er maar kleine hoogteverschillen binnen het stedelijke gebied voor. Daarom zijn in het verleden meerdere bemalingsgebieden ontstaan. Voor ieder bemalingsgebied wordt minimaal één riolgemaal gebruikt voor oppompen rioolwater uit de riolering en het transport naar een volgend bemalingsgebied.

Ook in stedelijk gebied met groot niveau verschil zijn vaak meerdere bemalingsgebieden aanwezig of nodig om het rioolwater uit de laag gelegen gebieden te kunnen afvoeren.

De vorm en omvang van een bemalingsgebied in deze gebieden wordt niet alleen bepaald door de diepteligging van de riolering maar vooral door de configuratie van het gebied.

Hoofdgemalen

Uiteindelijk moet het rioolwater naar de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) worden getransporteerd. Soms kan dit rechtstreeks onder vrijval, maar meestal is het nodig om een riolgemaal te gebruiken. Dit hoofdriolgemaal pompt het rioolwater op en perst het daarna via een persleiding(stelsel) naar de rwzi.

Pompen

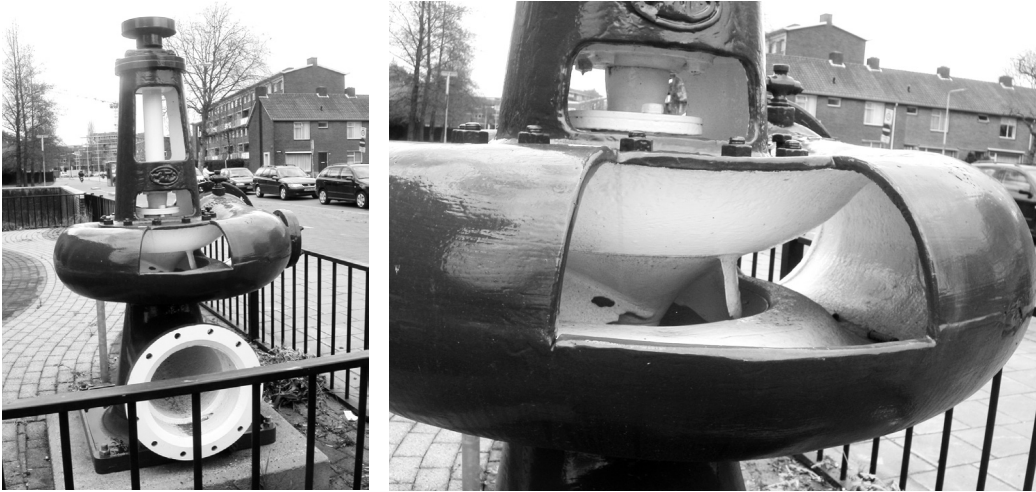
In de rioolgemaal worden meestal zogenaamde centrifugaalpompen toegepast. Wat is een centrifugaalpomp? De snel ronddraaiende waaier geeft het water een draaiende beweging. De op de vloeistof werkende centrifugaalkracht zorgt ervoor dat de vloeistof in het pomphuis stroomt. Daar wordt de kinetische (snelheids)energie omgezet in persdruk. Een combinatie van motorvermogen, waaier type en vorm van het pomphuis bepaalt globaal de prestaties van pompen. De typen waaiers die worden toegepast zijn afhankelijk van een aantal factoren. Deze zijn:

- het te verpompen debiet;
- benodigde opvoerhoogte;
- aard van de in het afvalwater voorkomende verontreinigingen.

Voor rioolwaterpompen worden de volgende typen waaiers toegepast:

- kanaalwaaiers;
- wervelradwaaiers (teruggetrokken waaiers);
- versnijdende waaiers;
- schroefcentrifugaal waaiers.

Een voorbeeld van een opengewerkte verticaal opgestelde centrifugaal pomp is aangegeven in de figuur 6.29.



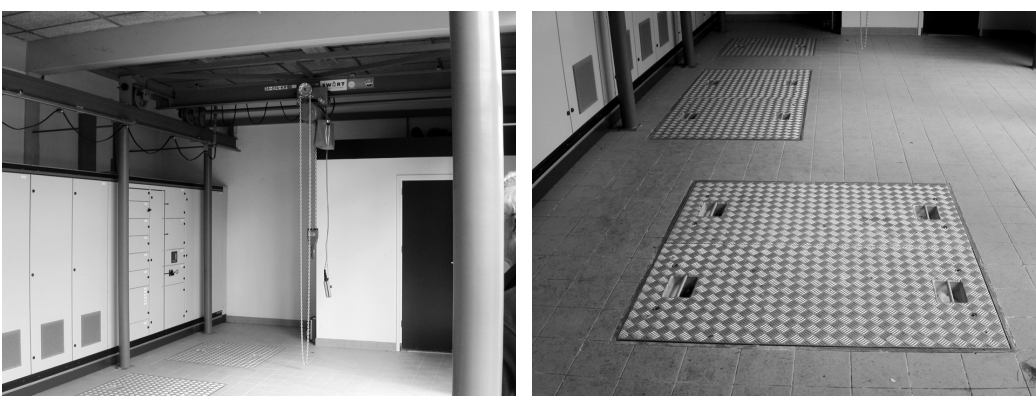
Figuur 6.29 Voorbeeld van een centrifugaalpompe met een kanaal waaijer

Pompopstelling rioolgemaal

Er zijn twee hoofdgroepen te onderscheiden in de bouwwijze van rioolgemaal. De in het verleden gebouwde gemalen en de grotere gemalen hebben een droge opstelling. Tegenwoordig worden de kleinere rioolgemaal in een natte opstelling gebouwd. Op beide typen rioolgemaal zal hierna worden ingegaan.

1 Rioolgemaal met een droge opstelling

Dit type rioolgemaal bestaat ten minste uit een ontvangkelder (natte kelder). Hier mondt het aanvoer riool uit. De kelder wordt zodanig ingericht dat het bezonken slib opgewerveld wordt en met het rioolwater naar de zuigmond wordt geleid. Soms wordt hiervoor een slingergotensysteem in de kelder aangebracht. Verder is er een pompenkelder (droge kelder) en een schakelruimte. De pompen en de motoren zijn opgesteld in de droge kelder. De zuigmond van de pompe bevindt zich in de natte kelder. Deze opstelling heeft het voordeel dat motoren en pompen altijd bereikbaar zijn. Bij de grotere gemalen is meestal een bovenbouw aanwezig, die geprojecteerd wordt boven de pompenkelder. In deze ruimte wordt de elektrische installatie en de schakelkast aangebracht. We noemen dit de schakelruimte. Vanuit deze ruimte is via trappen de toegang tot de droge kelder. In de schakelruimte bevindt zich ook de hijsvoorziening van de pompen. Zie ook figuur 6.32.



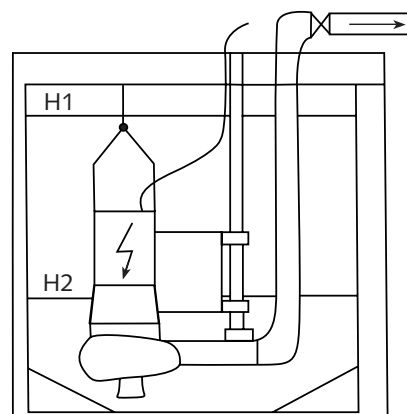
Figuur 6.30 Schakelruimte met hijsvoorziening pompen en hijsluiken

De pompen kunnen uit de pompenkelder worden getakeld via in de vloer aangebrachte sparingen die met een luik zijn afgedekt. De bouwkosten zijn hoger dan bij een natte opstelling.

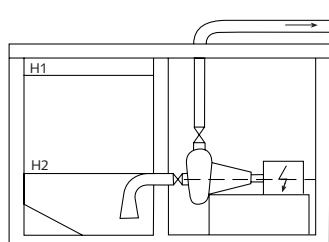
2 Rioolgemalen met een natte opstelling

Bij dit type rioolgemaal ontbreekt een afzonderlijke pompenkelder; er is één ruimte waar het aanvoerriool loost. In deze ruimte bevindt zich de pomp. De pompopstelling bestaat hier uit één of meerdere dompelpompen. De pomp en motor bevinden zich beide in de ontvangkelder onder water en zijn opgehangen aan een geleidestang en een ketting. Met behulp van een permanente hijsinstallatie of een demontabele (hijs)davit die in een straatpot op het dek geplaatst kan worden, kan /kunnen de pomp(en) aan de hijsketting via de geleidestang uit het rioolwater worden gehaald. We doen dit voor onderhoud, inspectie of vervanging. Omdat er geen schakelruimte aanwezig is wordt de elektrische installatie etc. in een losse (buiten) schakelkast aangebracht

Figuur 6.31 Hijsinstallatie t.b.v. nat opgestelde pompen



Figuur 6.32 Bovenbouw van een rioolgemaal en droge pompenopstelling



Pompregime en in-en uitslagpeilen rioolgemalen

Voor een rioolgemaal is een bedrijfszekere werking een vereiste. Dat betekent dat er voorzieningen moeten zijn als er een pomp uitvalt. Om deze reden is het nodig om (een) reserve pomp(en) te plaatsen. Wat de reserve capaciteit moet zijn hangt mede af van de gemaakte keuzes van de pompen. Om een goede werking van de pompen te waarborgen moeten reserve pompen van tijd tot tijd ook rioolwater verpompen. Daar kan een bepaald regime voor worden afgesproken.

Het inslagpeil van de eerste of enkele DWA pomp moet gebaseerd zijn op b.o.b. buis, het uitslagpeil op de geïnstalleerde pomp. Het inslagpeil van de tweede pomp moet gebaseerd zijn op de vulling van het aanvoerriool bij volledige DWA aanvoer. In een situatie met DWA pompen en RWA pompen geldt het volgende. Het inslagpeil van de DWA pompen komt overeen met de uitgangspunten voor de DWA gemalen. Bij één RWA pomp te kiezen voor een peil dat overeenkomt met een aanvoer van 3 x DWA of de pompovertcapaciteit. Bij meerdere RWA pompen; bij de eerste RWA pomp een peil kiezen dat overeenkomt met de helft van de pompovertcapaciteit en voor de tweede RWA pomp een peil aan houden dat overeenkomt met de totale overcapaciteit. Het inslagpeil van de eerste RWA pomp en het uitslagpeil van een tweede RWA pomp moet liggen boven de waterniveau's van de eerder ingeschakelde pompen.

Voorbeelden gemaakte keuzes en keuze voor reserve pomp

- rioolgemalen (DWA) in een gescheiden stelsel:
 - één pomp; één reserve pomp van de zelfde capaciteit;
 - twee of meer pompen; één reservepomp met een capaciteit die overeenkomt met één van de pompen.
- rioolgemalen in een gemengd stelsel:
 - twee pompen van dezelfde capaciteit; één reserve pomp van dezelfde capaciteit als is geïnstalleerd;
 - één DWA pomp en één RWA pomp; één reserve pomp van dezelfde capaciteit als de RWA pomp, met aanpassing van het toerental;
 - meerdere DWA pompen en één of meer RWA pomp(en); één reservepomp met een capaciteit die overeenkomt met één van de DWA pompen en één reservepomp met een capaciteit die overeenkomt met één van de RWA pompen.

Constructie rioolgemalen

Van de grotere rioolgemalen is de onderbouw van gewapend beton. Zij worden meestal niet in prefab uitvoering gemaakt maar ter plaatse gebouwd. Het materiaal waar de bovenbouw uit opgetrokken wordt is afhankelijk van de vormgeving en het ontwerp. Van de grotere rioolgemalen met een natte pompopstelling is de onderbouw eveneens van gewapend beton en kan in het werk worden gebouwd of is in prefab uitvoering. De kleinere rioolgemalen bestaan meestal uit een prefab uitvoering in beton of kunststof.

Persleiding in het rioolgemaal

Om de veiligheid te waarborgen en om de pomp(en) voor onderhoud te kunnen verwijderen of te kunnen vervangen is het nodig dat zowel de zuigleidingen als de afzonderlijke persleidingen van de pompen kunnen worden afgesloten. Gedurende het in bedrijf zijn van de pompen zijn terugslagkleppen. Voor onderhoud moeten er afsluiters worden ingebouwd.

Persleiding buiten het gemaal.

Daar waar de persleiding uit het gemaal komt moet een expansiestuk worden aangebracht. De maximale expansie moet gelimiteerd zijn.

De persleiding bestaat, afhankelijk van de vereiste diameter, uit kunststof of gietijzer. In bochten moet het spatten van de leiding worden voorkomen. Hier moeten over een bepaalde lengte trekvast verbindingen worden gemaakt. De lengte waarover de verbindingen trekvast moeten zijn hangt af van het gekozen leiding materiaal, de optredende druk in de leiding en de aanvulgrond in de sleuf.

De sterkte klasse van dit leidingmateriaal is een andere dan voor de vrijval riolen en moet gebaseerd zijn op de optredende werkdruk. In verband met mogelijk waterslag in de leiding zal de werkdruk met een veiligheidsfactor moeten worden vermenigvuldigd. In de praktijk wordt hier een factor 1,5 voor aangehouden.

In de leiding moeten op de hoogste punten ontluchtingsmogelijkheden worden ingebouwd.

Waterslagvoorzieningen

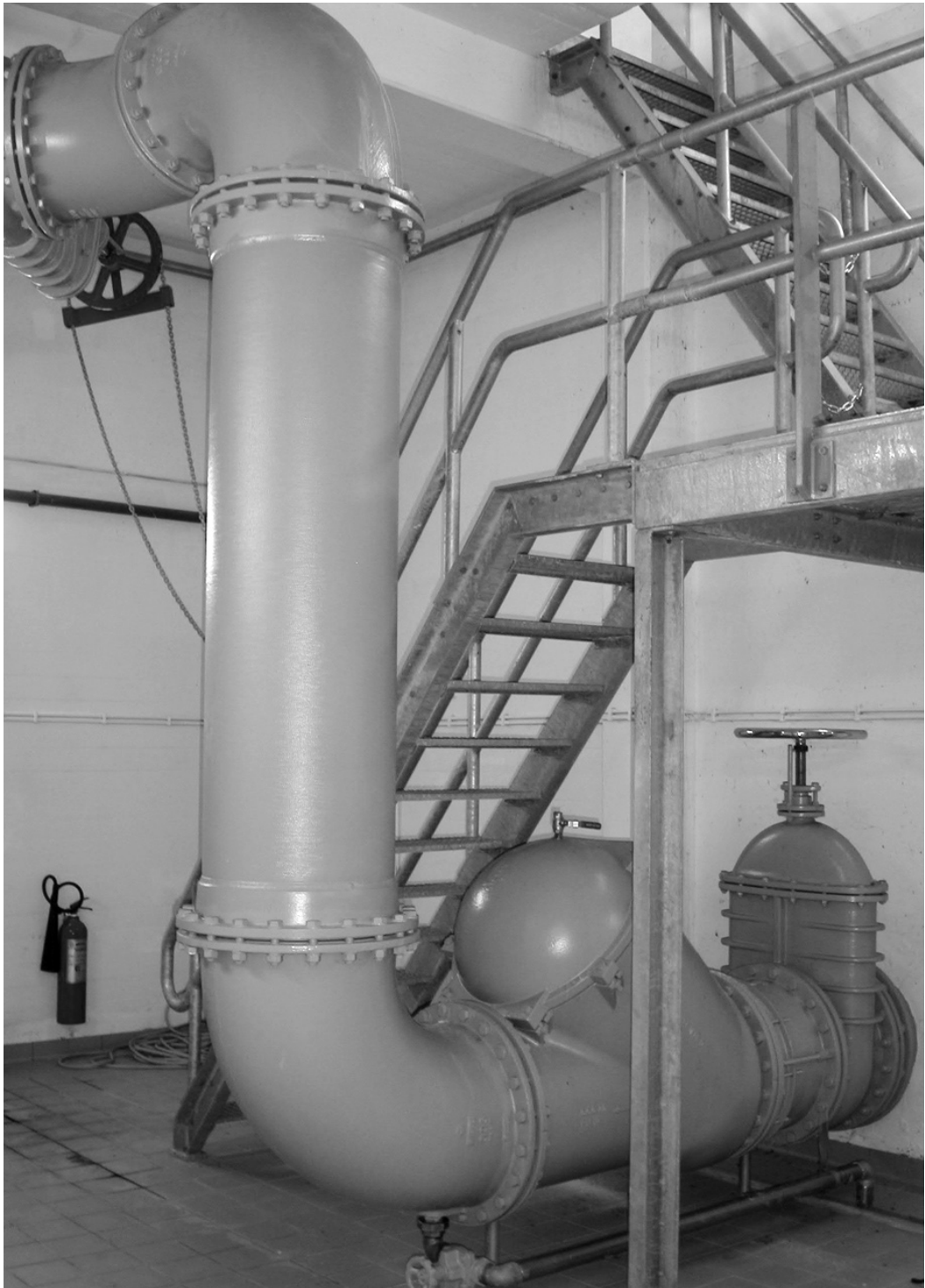
Bij een plotselinge wijziging van de stroomsnelheid kan in afvalwaterpersleidingen waterslag (plotselinge drukverandering in de persleiding) optreden. Dit kan zich bijvoorbeeld voordoen bij het snel sluiten van afsluiters of het abrupt uitvallen van één of meerdere pompen bij (stroom)storingen.

Waterslag kan leiden tot breuk van persleidingen of beschadiging van pompen. De belangrijkste factoren zijn de mate van snelheidsverandering en het volume afvalwater in de persleiding. De drukken zijn ook hoger als de leiding minder gemakkelijk uitzet. In grotere systemen worden meerdere beveiligingstechnieken gebruikt, zoals windketels (drukketels), beluchters, nazuigleidingen of buftorens. Zie figuur 6.33.

Aansluiting op het energieleverende bedrijf

De elektrische voeding van gemalen komt van het energiebedrijf. De elektrische installatie moet worden geaard. Eveneens moet de betonwapening worden geaard.

Figuur 6.33 Nazuigleiding



Functioneren rioolgemaal

Om te kunnen beoordelen of een rioolgemaal naar behoren functioneert, is het nodig een aantal metingen te doen. Waterstanden in de ontvangkelder worden gemeten met niveauijpers, drukopnemers of een ultrasone zender/ontvanger. Vanaf 100 m³/h en soms bij lagere capaciteiten wordt vaak een debietmeting toegepast.

Besturing van het rioolgemaal

In de meest eenvoudige vorm werkt besturing als volgt: de pomp schakelt in op inslagpeil en schakelt uit op uitslagpeil. Tegenwoordig worden pompen vaak aangestuurd met een Programmable Logic Controller (PLC) of een besturingscomputer. De automatische besturing van pompen wordt via besturingssoftware geprogrammeerd in de PLC of besturingscomputer. Daarbij worden de volgende signalen en storingen onderscheiden:

- te hoge waterstand;
- te lage waterstand;
- te hoge stroomopname;
- water in olie (lekkage asafdichting);
- wegvallen van de voeding;
- storing meetapparatuur.

Storingen kunnen worden gemeld met een rode lamp op de kast, via SMS en/of met een melding naar een beheersysteem.

Telemetrie

De gemalen worden vaak via een telemetrie systeem verbonden met een centraal punt. Vaak maakt het telemetrie systeem deel uit van een gemalenbeheersysteem. Telemetrie heeft de volgende functies:

- controle van en ingrijpen in het functioneren van gemalen vanaf een centraal punt;
- verzameling van meet- en bedrijfsgegevens;
- transport van meet- en bedrijfsgegevens, waaronder storingssignalering;
- registratie van gegevens op het centrale punt.

Schakelkast

Een buiten schakelkast heeft in elk geval een compartiment voor voeding van het energiebedrijf, de hoofdzekeringen, de hoofdschakelaar en de kWh-meter. Verder moet in de schakelkast ruimte zijn voor schakelapparatuur voor de pompen, de besturing van de pompen en benodigde telemetrie apparatuur. Dit type schakelkast wordt gebruikt bij een natte opstelling, er is immers geen bovenbouw aanwezig. Voor een schakelkast in een rioolgemaal met droge pompopstelling en een bovenbouw zal de schakelkast groter worden vanwege de grotere elektrische installatie. Vaak worden de toerentallen van de pompen met frequentieomvormers geregeld. Deze omvormers worden in de schakelkast aangebracht.

6.1.6 Overstorten

Een overstort dient om overtollig rioolwater af te voeren naar oppervlaktewater in een zgn. overstortput. De overstortput wordt geplaatst in een rioolstelsel en heeft een leiding naar het oppervlaktewater. In de put is een muur gemetseld (met een nauwkeurig berekende hoogte) die het riool van het oppervlaktewater scheidt. Zodra het waterpeil in het riool oploopt tot boven de muur stort het water over de muur heen en wordt geloosd op het oppervlaktewater.

Zoals aangegeven in paragraaf 2.1 zijn er twee rioolstelsel typen waarin het noodzakelijk is om overstorten in het rioolstelsel op te nemen om bij hevige regenval het grote aanbod van water te kunnen verwerken. Deze rioolstelsels zijn:

- gemengde/ verbeterd gemengde rioolstelsel;
- verbeterd gescheiden rioolstelsel.

Een overstort geeft de mogelijkheid om het regenwater dat niet via het rioolgemaal verpompt kan worden en ook niet geborgen kan worden in de riolering af te voeren naar het oppervlaktewater. Overstorten treden pas in werking nadat het waterniveau in het rioolstelsel hoger is dan het drempelpeil. Het niveau van de drempel is berekend op basis van de capaciteit van het rioolstelsel, de benodigde berging in het stelsel in combinatie met het risico en de ernst van mogelijk optredende wateroverlast. Dit niveau wordt gefixeerd door een in een put aangebrachte overstortdrempel. Voor een goede werking van de overstort is het aan te bevelen om een zogenaamde "scherpe" overstortdrempel te realiseren. Dit kan door de overstortdrempel te voorzien van een roestvast stalen schot, dat in hoogte nastelbaar is. Het voordeel hiervan is dat er later gemakkelijk nog een kleine correctie kan plaatsvinden.

ACTIVERINGSVRAAG:

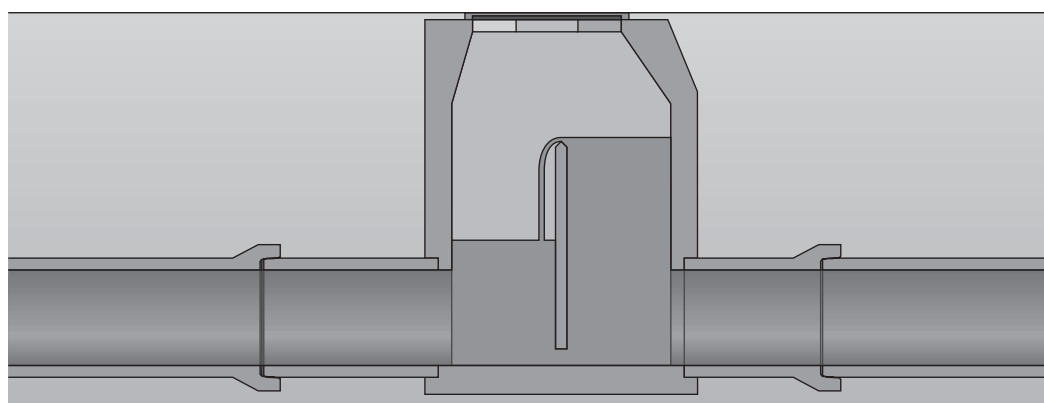
Ga eens na wat de beste plaats is om een terugslagklep aan te brengen. Doe dit door een schets te maken van de mogelijkheid/mogelijkheden. De beste plaats is om de terugslagklep boven de normale waterstand van het oppervlaktewater aan te brengen. Dat kan zijn in de afvoerleiding of direct boven de overstortdrempel. Hierdoor kunnen we werking van de klep goed controleren en zo nodig onderhoudswerkzaamheden verrichten.

Het peil van de overstortdrempel wordt ontworpen op een niveau dat bij voorkeur ligt boven de hoogste bekende of berekende waterstand in het oppervlaktewater. Wanneer de waterstand in het oppervlaktewater hoger kan komen dan het peil van de overstortdrempel van de overstort dan zal je moeten overgaan tot het aanbrengen van een terugstroomvoorziening. Dit kan gerealiseerd worden door het aanbrengen van een terugslagklep in de afvoerleiding of een terugslagklep op de overstort zelf. De terugslagklep wordt in twee gevallen dicht gedrukt:

- wanneer het waterniveau in het rioolstelsel lager is dan de overstortdrempel;
- wanneer het waterstandsverschil tussen het niveau van het oppervlaktewater en het niveau van de waterstand in het rioolstelsel kleiner is dan de benodigde weerstand om de klep te openen. De weerstand is de som van de weerstand in het scharnier en het gewicht van de klep.

In figuur 6.34 is een voorbeeld weergegeven van een overstortput.

Figuur 6.34 Voorbeeld overstortput [VPB] en open overstort op aansluitleiding



6.1.7 Bergings- en bergbezinkvoorzieningen

Het hoofddoel van deze voorzieningen is, dat het rioolstelsel voldoet aan de zogenaamde "basis-inspanning". Met andere woorden; door het aanbrengen van extra berging in rioolstelsels en het aanbrengen van bergbezinkvoorzieningen wordt de vuilemissie naar het oppervlaktewater beperkt. We noemen deze voorzieningen randvoorzieningen.

Het zijn constructies die na (bestaande) overstortdrempels worden gebouwd en die een reductie van de vuiluitworp uit een rioelstelsel tot doel hebben. Deze randvoorzieningen worden meestal in bestaande gemengde rioelstelsels gebouwd. In bepaalde gevallen wordt er ook wel gebruik van gemaakt bij gescheiden systemen.

Een bijkomend doel is het beperken van "water op straat" die leidt tot overlast, zoals water in huizen terreinen en op kritische plaatsen in het rioelstelsel. Overlast die uiteindelijk kan leiden tot schadeclaims.

De functie van bergingsvoorzieningen is het realiseren van extra berging in rioelstelsels. Tot de bergingsvoorzieningen worden gerekend:

- berging buiten de riolering;
- berging in de riolering;
- groene berging/flexibele berging.

De functie van bergbezinkvoorzieningen is het tijdelijk opslaan van afvalwater en het laten plaatsvinden van slibafzettingen. Het rioelwater waarvan het slib is bezonken stort daarna over naar oppervlaktewater. Na afloop van de regenbui(en) wordt het rioelwater en het slib teruggevoerd naar de riolering en vervolgens getransporteerd naar het rioelgemaal. Tot de bergbezinkvoorzieningen worden gerekend:

- bergbezinkbassin;
- bergbezinkriool.

Op ieder van deze voorzieningen zal kort worden ingegaan in deze paragraaf.

Berging (retentie) buiten de riolering

Het bouwen van extra bergingscapaciteit buiten de riolering moet situaties van "water op straat" in rioelstelsels beperken.

We doen dit door de inloop van neerslag naar het rioelstelsel te vertragen. Met andere woorden we zorgen ervoor om de neerslag tijdelijk op wijkniveau te bergen in kleinere of grotere bassins voordat het naar de riolering wordt afgevoerd. Hiermee wordt de piekbelasting op het rioelstelsel verkleind, waardoor mogelijk de maximale belasting binnen de beschikbare afvoercapaciteit van de riolering gehouden kan worden. Een belangrijke voorwaarde is dat de bergingscapaciteit binnen redelijke tijd opnieuw beschikbaar is. Dit houdt in dat binnen circa 20 uur (tijdsduur) de berging moet worden leeggemaakt door afvoer naar de riolering.

Berging in de riolering

In hellende gebieden is het mogelijk om bovenstrooms in de riolering een extra berging te bouwen in combinatie met stuwconstructies. Op deze wijze kunnen we in bestaande transportriolen meer berging realiseren. Een voorwaarde is dat er gezocht wordt naar locaties waar het gebied vlakker is. In dergelijke situaties zullen ook de riolen een flauwere helling hebben. De stuwconstructies kunnen al of niet worden voorzien van op afstand regelbare doorlaten. Hiermee wordt de afvoer naar lager gelegen delen van het rioelstelsel gereguleerd. Met andere woorden de piekafvoeren worden afgevlakt waardoor de maximale afvoer kan worden beperkt tot de aanwezige afvoercapaciteit in het lager gelegen gebied.

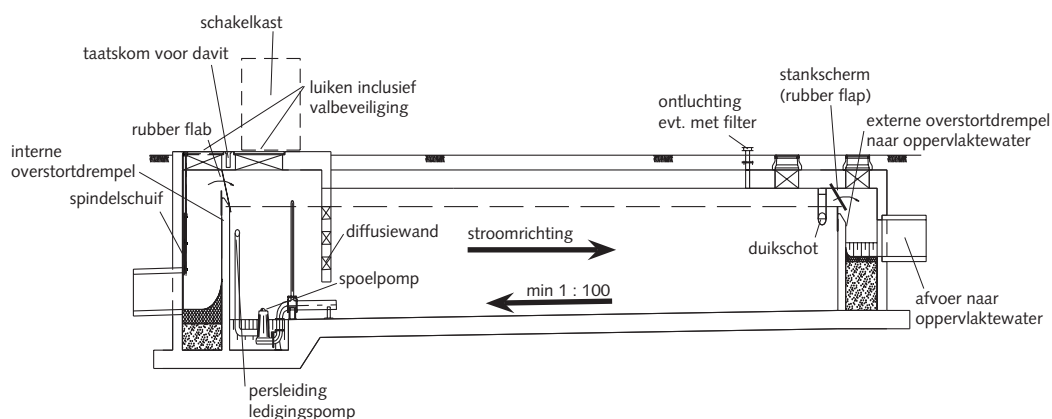
Bergbezinkbassin

Een bergbezinkbassin (BBB) is een bijzondere vorm van gebruikte reservoirs in de riolering.

Het onderscheid tussen een bergingsbassin en een BBB is gelegen in het feit dat een BBB zodanig wordt ontworpen dat afscheiding (door bezinking en/ of opdrijving) van vaste stoffen mogelijk is en dat deze kunnen worden afgevoerd uit het bassin.

Figuur 6.35 Bergbezinkbassin

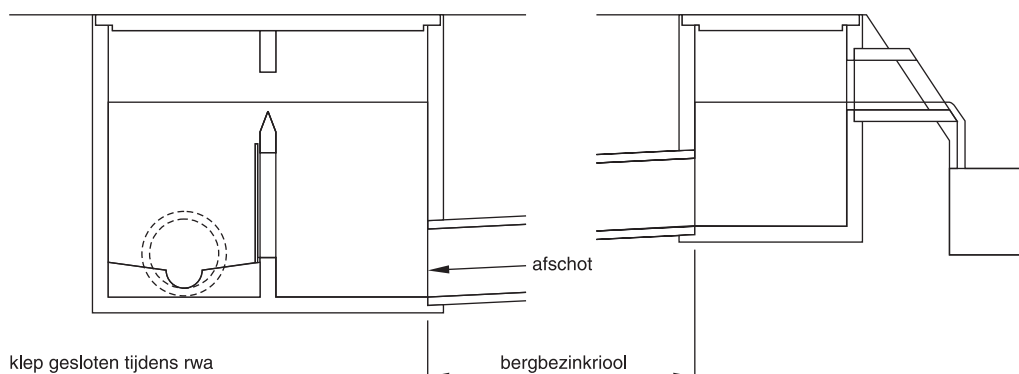
Bergbezinkbassin in aanbouw met diffusiewand [de Hamer]



In figuur 6.35 is een principeschets van een rechthoekig BBB weergegeven. Door de aanwezigheid van de interne overstortdremmel zal bij geringe neerslag het bassin niet worden gevuld. De toepassing van duikschotten moet voorkomen dat drijvend materiaal op het oppervlaktewater wordt geloosd. Dit drijvende materiaal kan grote delen zoals hout bevatten maar ook de laag materiaal die ontstaat door het opdrijven van licht vast materiaal in het BBB. Na een vulling van het bassin moet het achtergebleven slib worden verwijderd. Dit slib zal zoveel als mogelijk worden teruggevoerd naar de riolering waarbij zal worden getracht dit op een dusdanige wijze te doen dat het slib ook op de rwzi zal aankomen. Om ervoor te zorgen dat na afloop van de regenval en nadat het rioelstelsel grotendeels is leeggepompt al het slib wordt teruggevoerd naar de riolering, wordt gebruik gemaakt van één of meer spoel- en/of straalpomp(en). Meestal moet het bassin worden leeggepompt omdat er vaak niet voldoende verval aanwezig is om ze onder vrij verval leeg te laten lopen naar de riolering. We gebruiken hiervoor ledigingspompen die het geborgen water terugpompen naar de riolering. Wanneer er voldoende verval aanwezig is naar de riolering kan er ook kan worden gespoeld met een door rioolwater gevulde spoelkamer. Ter hoogte van de bodem van het bassin is de spoelkamer voorzien van een doorlaat die wordt afgesloten door (een) klep(pen). Om het bassin te reinigen wordt/worden de klep(pen) automatisch geopend en wordt door een vloedgolf aan water het bezonken slib teruggespoeld naar de riolering.

Bergbezinkriolen

Bergbezinkriolen (BBR) zijn in feite niets anders dan riolen die zijn ingericht om bezinking te laten plaatsvinden en die na afloop van een overstorting gereinigd kunnen worden. Voordeel van een BBR is dat het ruimtebeslag gering is. Vaak kan gebruik gemaakt worden van al aanwezige riolering en het vormt een relatief goedkoop alternatief voor een BBB.



Figuur 6.36 BBR, bergbezinkriool [VPB]

Uit onderzoek blijkt dat een goed ontworpen BBR qua vuiluitworpreducerend effect niet onderdoet voor een BBB. Met behulp van straalpompen en van riooleigen water wordt de randvoorziening gereinigd. Een andere manier is de reiniging met behulp van een spoelkamer gevuld met riooleigen water en een automatisch werkende spoelklep.

Groene berging/flexibele berging

De groene berging is een vorm van een secundaire berging die als "tweede trap" achter een primaire randvoorziening wordt opgenomen. De functie van een groene berging is het vergroten van de berging van de riolering en wordt vooral toegepast als er sprake is van oppervlaktewater dat een zeer hoog beschermingsniveau vraagt.

De term "groene berging" komt van de meest gebruikte vorm van een bergings-/retentiebasin in de vorm van een met gras begroeide bak. Het bassin kan ook met asfalt of beton worden bekleed. Een retentiebasin neemt meestal veel ruimte in beslag, waardoor een goede landschappelijke inpassing niet eenvoudig is.

De flexibele berging is een alternatief voor de groene berging. De flexibele berging is een gesloten folieconstructie die zowel in een ontgraving op het land als onder water (in een vijver) kan worden aangebracht. Ook deze 'zak' wordt bij extreme neerslag gevuld met rioolwater.

Na afloop van de regenbui en wanneer de riolering grotendeels is leeggepompt, kan het water in de berging of onder vrij verval of via een ledigingspomp naar de riolering worden teruggevoerd.

6.1.8 Infiltratieriolen

De tot nu toe besproken buizen in deze paragraaf hebben een dichte structuur. Het is de bedoeling dat er geen rioolwater uit de buis verdwijnt. Steeds meer regenwater wordt niet aangekoppeld, of het regenwater wordt afgekoppeld. Daarnaast is er de wens om regenwater vast te houden, met andere woorden te bergen in de bodem.

De traditionele buizen die een dichte structuur hebben zijn niet geschikt om het opvangen regenwater uit de buis te laten verdwijnen naar de bodem. Daarom zijn er andere buizen ontwikkeld die wel de mogelijkheid hebben om het water door te laten. We noemen dit Infiltratie buizen (IT-buizen).

Er zijn infiltratiebuizen van de volgende materialen:

- beton;
- kunststof polypropyleen (PP).

Betonnen IT buizen

De betonnen buizen zijn in twee varianten verkrijgbaar. Er is een buis met een open wandstructuur. Het in de IT buis verzamelde water kan rondom uittreden. Het andere type buis is een buis met een dichte wandstructuur waarin 16 ronde sporingen aangebracht zijn met een diameter van 18 mm. Deze buis wordt omhuld met een geo-textiel.

De verbindingen tussen de buizen is met mof-en spie-einde en rubberring. Deze is hetzelfde als bij de dichte buizen. De buis met open wand structuur moet met een rioolput verbonden worden met behulp van een dichte buis. Op de buizen wordt hetzelfde type inlaten gemaakt als bij de dichte buizen. De buizen worden geleverd in de diameters van 300 t/m 800 mm. De lengte van de buizen is 2,40 m en de diameter van de te maken inlaten op de buizen is 125 en 160mm

Kunststof IT buizen

Kunststof IT buizen worden gemaakt van polypropyleen. Polypropyleen buizen bestaan uit een inwendig gladde buis met aan de buitenzijde ribben. In deze ribben bevinden zich de sleuven waar het water kan uittreden naar de bodem. Deze ribben vullen zich met water en doen op deze wijze ook mee aan de berging.

De buizen worden geleverd in de diameters 200 t/m 600 mm en 800mm. De buizen hebben een in de fabriek al aan de leiding geëxtrudeerd mofeinde.

Voor deze leiding worden dezelfde rioolputten geleverd als voor de PVC rioolbuizen. De buizen kunnen op dezelfde wijze met de rioolputten verbonden worden als de PVC rioolbuizen.

Figuur 6.37 Kunststof IT riool
[Wavin]



Inlaten worden eveneens op dezelfde manier gemaakt als bij de PVC buizen, voor deze buizen wordt ook de klikinlaat gebruikt. De kleur van de buizen is groen. Voor aansluitingen op zowel de betonnen IT buizen als op de PP buizen wordt gebruik gemaakt van groene PVC buizen in de diameters 125 en 160 mm. De verbindingen tussen de buizen onderling voor aansluitingen geschiedt met steekmoffen, welke voorzien zijn van een rubber manchet.

6.2 Ontwerpen van rioolstelsels

In hoofdstuk 5 is het hydraulisch ontwerp behandeld. In dit hoofdstuk is in paragraaf 6.1 aangegeven uit welke onderdelen een rioolstelsel bestaat. In deze paragraaf 6.2 leer je hoe je een rioolstelsel kan ontwerpen.

Paragraaf 6.2.1 behandelt wat er van belang is om een verantwoorde rioolstelselkeuze te kunnen maken. De volgende paragraaf gaat over het riooltracé en de plaats van het riool in het dwarsprofiel van de weg. Ten slotte behandelt de laatste paragraaf 6.2.3 de aspecten die van belang zijn voor de

fundering en de sterkte van de rioolbuizen. Deze aspecten geven inzicht in de belastingen die op rioolbuizen werken en wat de consequenties daarvan zijn op de materialen en op de fundering.

6.2.1 Rioolstelselontwerp

Als de keuze is gemaakt wat voor soort rioolstelsel er moet komen, dan moet je dat gaan vertalen in een ontwerp. Daarbij rijzen een aantal vragen:

- 1 Hoe geef je vorm aan de rioolstelselkeuze?
- 2 Waar moet het eventuele rioolgemaal komen?
- 3 Waar komen de lozingspunten of eventuele overstorten?
- 4 Waar en wat voor soort oppervlaktewater is beschikbaar voor de lozingen?

Rioolstelselkeuze

Er is een keuze gemaakt voor het gescheiden afvoeren van de vuilwaterafvoer en de regenwaterafvoer. Bij de keuze voor gescheiden afvoer van regenwater is er een aantal mogelijkheden. Hierna is een aantal mogelijkheden aangegeven:

- een apart vuilwater- en een apart regenwater riool, uitgevoerd als een verbeterd gescheiden rioolstelsel;
- een apart vuilwater- en een apart regenwater riool, waarvan het regenwater riool afvoert naar oppervlaktewater al of niet via een installatie voor zuivering;
- een apart vuilwater- en regenwater riool dat daar waar mogelijk loost op de bodem en gedeeltelijk loost naar oppervlaktewater;
- een apart vuilwater riool en een volledige oppervlakkige afvoer, bijvoorbeeld via goten naar oppervlaktewater met of zonder infiltratie mogelijkheid.

Afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden zal hier een keuze uit gemaakt moeten worden. De keuze die gemaakt wordt is geen keuze tussen essentieel verschillende oplossingen qua systeem, maar is een keuze hoe er uitvoering aan wordt gegeven. De hierboven aangegeven opsomming geeft de hoofdlijn weer. Er zijn nog vele andere mogelijkheden die leiden tot een goed rioolstelselontwerp.

Vraag je allereerst af of alle mogelijkheden voor de afvoer van regenwater uitputtend op een rij gezet zijn. Je komt al gauw tot de ontdekking dat dit niet het geval is. Een goede hulp om hier invulling aan te geven kan zijn *IBOS-Regenwater (Interactief Beslissing Ondersteunend Systeem voor duurzaam omgaan met regenwater)*. IBOS – Regenwater (www.ibos-regenwater.nl). Deze site die bereikbaar is via de site van Stichting RIONED, www.riool.net biedt een op de situatie toegesneden informatie over beleid, wetgeving en effecten van afkoppeling en het proces van afkoppelen.

Om tot een afgewogen keuze voor een rioolstelsel te komen zullen een aantal zaken onderzocht moeten worden;

Bij de keuze voor een verbeterd gescheiden rioolstelsel zal regenwater geloosd moeten worden op het vuilwater riool. De capaciteit van dit riool moet daarvoor toereikend zijn. Het waterschap stelt eisen aan de kwaliteit van het te lozen regenwater op het oppervlaktewater. Dit regenwater moet eventueel gezuiverd worden. Er moet een keuze gemaakt worden welke zuiveringstechniek toegepast moet gaan worden. Je zult moeten uitzoeken wat de hoogte is van de grondwaterstanden gemeten over een langere periode, wanneer er gekozen wordt voor infiltratie. Deze periode moet niet te kort zijn. Het minimum is één jaar, beter is om een aantal jaren te meten. Van de grondwaterstand moet bekend zijn de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG). Wanneer er sprake is van infiltratie dan zal de laagopbouw van de bodem bekend moeten zijn, hier zal onderzoek naar gedaan moeten worden. Ook moet onderzocht worden wat

de horizontale doorlatendheid is van de bodem. Hoe ga je het regenwater de grond inbrengen. Dit kan bijvoorbeeld met infiltratieriolen, maar is het ook mogelijk om wadi's toe te passen? Wanneer je kiest voor een oppervlakkige afvoer met wat voor hellingen krijg je te maken in de weg en kan dat wel gerealiseerd worden. Welke kosten zijn met de verschillende ontwerpen gemoeid en hoe groot zijn de onderhouds- en exploitatiekosten op de lange termijn. Kortom om tot een gewogen besluit te komen zullen de nodige stappen gezet moeten worden.

Plaatsbepaling van rioolgemaal

De meest ideale plaats van een rioolgemaal in een uitbreidings- of eventueel een inbreidingsgebied is in het hart van het gebied, of anders gezegd het middelpunt van een cirkel. Ontwerp de plaats van een rioolgemaal zodanig dat de lengtes van de tracés naar de verst gelegen gedeelten ongeveer dezelfde lengte hebben. Houd er rekening mee dat tracés grillig kunnen verlopen. Met andere woorden je kunt niet uitgaan van een rechte lijn vanaf het uiterste punt tot aan het rioolgemaal. De maximale diepte van een rioolgemaal is meestal 3 à 4 m.

Ga altijd kritisch na bij de gegeven (bodem) omstandigheden welke diepte van het rioolgemaal aanvaardbaar is. Dit houdt verband met het niet doorbreken van een afsluitende bodemlaag waardoor er bijvoorbeeld ernstige kwel kan ontstaan. Om deze reden kan het noodzakelijk zijn de riolen niet te diep aan te leggen, waardoor er meer dan één rioolgemaal nodig is. Andere redenen waarom er meer dan één rioolgemaal moet komen, zijn:

- Vanwege te diep liggende riolen
- Onhaalbare gewenste verhangen
- Kruisingen met watergangen.

Met rioolgemalen zijn hoge kosten gemoeid, daarom is een zorgvuldige afweging nodig.

Plaatsbepaling overstorten en lozingen regenwaterriolen

De plaats van een overstort in een verbeterd gescheiden rioolstelsel moet zodanig zijn dat die gesitueerd wordt bij een voldoende groot oppervlaktewater. De berging en afvoercapaciteit van dit oppervlaktewater moet het overstortende water zonder overlast kunnen afvoeren. Voor de lozingen van de regenwaterriolen van een gescheiden rioolstelsel gelden dezelfde uitgangspunten. Het genoemde aspect is kwantitatief. Er is ook een kwalitatief aspect, de functietoekenning van het oppervlaktewater is daarbij van belang. Daarnaast is het van belang dat het oppervlaktewater waar op geloosd wordt niet stil staat.

6.2.2 Tracering en dwarsprofiel

Voordat het hydraulisch ontwerp gemaakt kan worden moeten de tracés bepaald zijn. We doen dit aan de hand van een bestemmingsplan of een stedenbouwkundig plan. In deze fase houd je al rekening met de geprojecteerde wegen, straten en paden. De hoofdstructuur van het rioolstelsel ligt daarmee vast.

Wanneer je een stelsel ontwerpt zijn niet alleen de technische en stedenbouwkundige aspecten van belang. In een nieuwbouwplan is het belangrijk om rekening te houden met de fasering. Dit kan invloed hebben op het ontwerp. Het is wenselijk dit al te doen voordat het hydraulisch ontwerp gemaakt wordt.

Nadat duidelijk is geworden hoe de uitwerking luidt van de eerder gemaakte rioolstelselkeuze, kan de riolering verder in detail worden ontworpen. Aspecten in het verdere detail ontwerp zijn:

- 1 bepalen definitieve tracés op basis van een stedenbouwkundig ontwerp en kunnen alle panden aansluiten op de riolering;
- 2 is er een vrije keuze van de terreinhoogten of ligt dat al vast;
- 3 welke materialen ga je toepassen;

- 4 vaststellen afschot van riolen en vaststellen binnen onderkant buis (b.o.b.), Hoe los je de kruisingen met andere (riool) leidingen, kabels en leidingen en oppervlaktewater op en voldoe je overal aan de minimale dekking;
- 5 plaats riolering in het dwarsprofiel vastleggen aan de hand van aanwezige of geprojecteerde kabel en leidingstroken en geprojecteerde bomen.

Tracé keuze

Meestal is er een stedenbouwkundig of inrichtingsplan. Aan de hand van dit plan en de gestelde randvoorwaarden kunnen de tracés aangegeven worden. Met de tracering moet naast het stedenbouwkundige plan ook rekening gehouden worden met de in het plan geprojecteerde wegen, straten en paden. De beschikbare wegbreedten, afstand van gebouwen, kabels en leidingen of geprojecteerde kabel- en leidingenstrook en de wijze van fundering van de gebouwen zijn mede bepalend voor de tracering van de diep gelegen riolen en de riolen die een grote diameter hebben. Wanneer het plan zodanig is dat er heel lange aansluitleidingen naar het transportriool gemaakt moeten worden, dan zal er een extra tracé bij moeten komen. Een lange aansluitleiding is ≥ 20 m. In principe volgen de tracés de structuur van openbare wegen en paden. Controleer of je met de gekozen tracés ook alle panden kunt aansluiten op de riolering.

Vrije keuze terreinhoogte of ligt dit vast?

De vraag is of de terreinhoogte gelijk blijft aan het oorspronkelijke maaiveld of dat de terreinhoogte zal worden aangepast. Wat wordt de nieuwe terreinhoogte? Moet je rekening houden met bestaande panden met omliggend terrein waarvan de hoogte niet aangepast kan worden.

Materiaalkeuze

Maak een keuze welk materiaal je gaat toepassen. Het maakt nogal wat uit of je kiest voor beton met een relatief grote wanddikte of voor PVC of gres met een relatief kleine wanddikte. Ook de profielkeuze heeft invloed. Wanneer je kiest voor een eivormige buis of een buis met een vlakke voet heeft dat zijn consequenties op diepteligging en kruisingen.

Naast het hiervoor genoemde aspect, zijn van invloed op de materiaalkeuze: de aanwezige grondslag, de belastingen, het te transporteren medium etc.

Afschot riolen en vaststellen b.o.b.'s

Ga uit van een minimale dekking op de uiterste afstanden en van beginstrengen. Globaal genomen is die minimale dekking 1,20 m -1,40 m. Deze diepte is nodig omdat de huisaansluitleidingen een gronddekking hebben in het openbare gebied van minimaal 0,90 m in verband met de kruising van kabels en leidingen. Het toepassen van zettingsmoffen in de standpijp zorgt mede voor een grotere begindekking.

Ga uit van beginhellingen voor de vuilwaterriolen van 1:200 tot 1:300. Laat dit vervolgens vloeiend overgaan via 1:400 naar 1:500. Voor grote gebieden is het mogelijk om tot 1:700 à 1:1000 te gaan. Regenwaterriolen in een verbeterd gescheiden rioolstelsel hebben een helling die varieert van 1:750 tot 1:1000.

Voor de vuilwaterriolen ligt de diameter tussen de 200 en 250 mm. Controleer of je met je hellingen voldoet aan de schuifspanning. De diameters van de regenwaterriolen volgen uit de hydraulische berekening. De minimale diameter is 250 mm.

Zorg dat er tussen de buitenkant van elkaar kruisende riolen ten minste een tussenruimte is van 0,10 tot 0,15 m. Houdt ook rekening met waterpartijen die je eventueel moet kruisen.

ACTIVERINGSVRAAG:

In een binnen een bestemmingsplan voor stadsuitbreiding gelegen bestaande straat moet ook riolering worden aangelegd. In deze straat zijn om de 50,00 m straathoogten gemeten. Ter plaatse van het eerste meetpunt ligt het vuilwater riool op een hoogte van 8.80 m+NAP. Het bovenstreams gedeelte van de riolering kon in verband met de helling in de weg steeds met een minimale dekking van 1,20 m gelegd worden. Ter plaatse is de helling van het riool 1:500 en de diameter is 250 mm beton. De gemeten terreinhoogten met tussenafstanden van 50,00 m zijn in m +NAP: 10.00, 9.70, 9.50, 9.40, 9.50, 9.70, 9.90, 9.90 en 9.60. De afstanden van de rioolputten kan je maximaal aanhouden.

Teken een lengteprofiel en geef aan wat er moet gebeuren met het riool. Geef ook aan wat in dit geval de maximale rioolputafstand mag zijn.

De eerste twee rioolstrengen moeten dieper gelegd worden om aan de minimale dekking van 1,20 m te voldoen. Voor de resterende strengen zijn er geen consequenties voor de hoogten. De laatste rioolput op 375 m afstand van het begin heeft een hoogte van b.o.b van 7.30 m +NAP. De maximale rioolputafstand is 75 m.

Figuur 6.38 Riolsleuf met twee riolen [de Hamer]



Plaats riolering in het dwarsprofiel

Maak dwarsprofielen van de wegen. Teken in het dwarsprofiel de geprojecteerde of aanwezige kabels en leidingen. Teken ook de geplande en aanwezige bomen in. De meestal gehanteerde afstanden vanaf hart riool zijn voor:

- kabels en leidingen (nutsleidingen) 1 à 1,5 m;
- bomen 1,5 tot 4 m afhankelijk van het type boom en de grondwaterstand.

Maak op basis van de vereiste afstanden de keuze van de plaats van de riolering in het dwarsprofiel. Zorg er voor dat riolen bij voorkeur in het midden van het wegprofiel of onder andere verhardingen zoals paden terecht komen. Meestal liggen het vuilwater riool en het regenwater riool naast elkaar. De minimale afstand ten opzichte van elkaar wordt bepaald door het toegepaste materiaal en de afmetingen van de riolen.

6.2.3 Fundering en sterkte van de rioolbuizen

Het is belangrijk dat je in rioleringsontwerpen buizen toepast die goed zijn gefundeerd en voldoende sterk zijn. Rioolbuizen staan in de grond aan grote belastingen bloot. Om inzicht te verkrijgen wat de interactie is tussen de belasting op de meest toegepaste buizen voor rioelstelsels (beton, gres en pvc) en de omringende grond zal je je moeten verdiepen in de theoretische achtergrond. Een andere niet te verwaarlozen factor is de zetting van de ondergrond. In een situatie met een slappe, weinig draagkrachtige ondergrond kunnen op termijn zettingsverschillen ontstaan waardoor het rioelstelsel niet meer voldoet aan de ontwerpuitsgangspunten voor een goed afschot. Door de zettingsverschillen kan tegenschot in de riolering ontstaan. Hierdoor blijft er vervuiling achter en voert het riool niet goed meer af. In een dergelijke situatie zal je een keuze moeten maken tussen funderen op staal en onderheien. Een tussenvorm kan zijn het aanbrengen van een drukverdelende laag onder de rioelbuis als fundering. Sterkteberekeningen voor rioelbuizen is specialistisch werk, het voert te ver om hier aan te geven hoe je een rioelbuis volledig kan berekenen op sterkte. Na het doorlopen van deze paragraaf heb je inzicht in het krachtenspel op rioelbuizen.

Rekenwijze in Nederland

De rekenwijze voor de sterkteberekening van rioolbuizen is beschreven in:

- CUR rapport 122: "Buizen in de grond. Berekeningen van ongewapende en gewapende betonnen buizen";
- Arbeitsblatt ATV-DVWK A127 "Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und-leitungen".

CUR 122 behandelt enkel betonnen buizen en heeft de beperking dat niet-ronde buizen, zoals eivormige buizen of vlakke voetbuizen niet kunnen worden berekend. Het CUR-rapport 122 heeft de methode van de ATV voor Nederland nader uitgewerkt, aangevuld en vastgelegd.

Voor kunststof rioolbuizen wordt vaak gebruik gemaakt van het Duitse Arbeitsblatt A127 van de Abwassertechnische Verein (ATV). Beide rekenmethoden (CUR en ATV) gebruiken de theorie van Leonhardt waarin het krachten spel tussen buis en de daarop werkende krachten in de ringrichting van de rioolbuizen wordt beschreven.

Grondmechanica

Uit de grondmechanica weet je dat de bodem in Nederland voor het grootste gedeelte bestaat uit los en fijn materiaal. In het vak grondmechanica worden de achtergronden behandeld, daarom zal in de tekst niet op de achtergronden worden ingegaan.

Bij de vereenvoudigde berekening volgens CUR-rapport 122 en de ATV-DVWK A127 wordt de volgende onderverdeling gemaakt in de volgende 3 groepen:

Groep 1 **Niet of weinig samenhangende gronden**, ook wel niet-cohesieve gronden genoemd.

Deze grondsoorten zijn weinig samendrukbaar en goed doorlatend.

Groep 2 **Samenhangende menggronden**, het gedrag van deze grond ligt tussen de gronden van groep 1 en 3

Groep 3 **Samenhangende gronden**, of cohesieve gronden, deze zijn vaak (sterk) samendrukbaar en slecht doorlatend.

Voor gronden of andere stoffen die niet in bovengenoemde groepen zijn onder te brengen, zoals **organische gronden**, waaronder veen, moeten de rekenwaarden per geval worden bepaald. Organische grond is (zeer) sterk samendrukbaar, slecht doorlaatbaar en slecht samenhangend. Deze grond kent net als de grond van groep 3 een tijdsafhankelijk gedrag.

Alle genoemde grondsoorten kennen een specifiek gedrag als gevolg van belastingen. Om nauwkeurige uitspraken te kunnen doen over het gedrag van een buis in de grond, is het noodzakelijk een goed inzicht te hebben in de actuele eigenschappen en kenmerken van de specifieke gronden waarin de buis zal worden gelegd. Je zult hiertoe sonderingen eventueel aangevuld door boringen van de ondergrond moeten laten maken. Uit de grondmechanica weet je dat we hiermee een goed beeld krijgen van de laagopbouw en van de sterkte- en stijfheidseigenschappen van de verschillende grondlagen.

Belastingen

Rioolleidingen in de grond zijn onderhevig aan belastingen, de meest belangrijke zijn:

- 1 verticale belasting door de boven de buis aanwezige grond (gewicht van de grond);
- 2 verkeersbelasting;
- 3 eigen gewicht van de buis;
- 4 gewicht van de vloeistof in de leiding.

Wanneer je de belastingen kent is het mogelijk om de benodigde sterkte van de leiding te bepalen. Het is daarbij wel van belang om geval voor geval te bekijken welke belastingen van belang zijn. Daarnaast is ook belangrijk dat je onderscheid maakt tussen de aanlegfase en de gebruiksfase. De in die gevallen optredende belastingen kunnen (behoorlijk) verschillen.

Grondbelasting

Door de aanwezige grond boven de buis wordt er op die buis een belasting uitgeoefend. Dit is bijvoorbeeld het gewicht van de grond. Bij een eenvoudige berekening neem je hiervoor het gewicht van de kolom grond die recht boven de buis staat. De grootte van deze belasting is afhankelijk van de uitwendige diameter van de buis, de dekking en het gewicht van de grond. In het kader is een eenvoudige berekening uitgevoerd.

Gegeven:

Materiaal rioolbuis: beton

Inwendige diameter van de buis: 600 mm met een wanddikte van 79 mm

Grondsoort: klei met een volume gewicht van 17 kN/m^3

Gronddekking op de buis: 2,50 m

Vraag: Wat is in dit geval de grondbelasting?

Oplossing:

Uitwendige diameter: $600 \text{ mm} + 2 \times 79 \text{ mm} = 758 \text{ mm} = 0,758 \text{ m}$

Gewicht kolom grond (gronddruk): $17 \text{ kN/m}^3 \times 2,50 \text{ m} = 42,5 \text{ kN/m}^2$

Grondbelasting: $42,5 \text{ kN/m}^2 \times 0,758 \text{ m} = 32,2 \text{ kN/m}^1$

In formule uitgedrukt is dit: $q_{g} = \gamma \cdot H \cdot D_u$

Waarin

γ = volumegewicht van de grond boven de buis in kN/m^3

H = gronddekking in meters

D_u = uitwendige diameter van de buis

De grootte van de grondbelasting op buizen hangt in werkelijkheid af van stijfheidsverschillen tussen de buis en de omringende grond en tussen moten grond onderling. Voor het stijfheidsverschil tussen de buis en de grond gebruiken we de systeemstijfheidsverhouding (V_{RB}). Deze verhouding geeft aan in welke mate de ringstijfheid van de buis en de stijfheid van de omringende grond bijdragen aan het draagvermogen van de buis (De systeemstijfheidsverhouding is het quotiënt van de buisstijfheid en de grondstijfheid). Met andere woorden hebben we te maken met een flexibele (slappe) of een starre buis. Het wordt uitgedrukt met de volgende formule:

$$V_{RB} = EI / r^4 \cdot C_H$$

In deze formule is:

V_{RB} = systeemstijfheidsverhouding

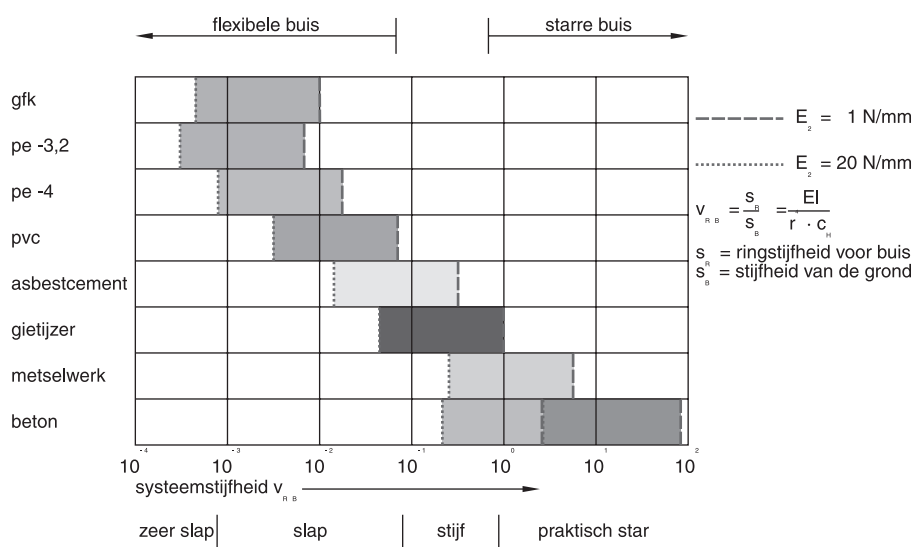
EI = buigstijfheid van de buiswand

r = gemiddelde straal van de buis

C_H = horizontale stijfheidsmodulus van de grond naast de buis.

De grens tussen flexibel en star is gesteld bij $V_{RB} = 0,1$.

Het draagvermogen van een buis met een geringe (ring) stijfheid ($= EI / r^3$) ten opzichte van de stijfheid van de grond ($= r * C_H$) wordt voor een groot gedeelte verkregen door de steundruk aan de zijkant van de buis. Om horizontale steundruk bij een flexibele buis te ontwikkelen is enige deformatie van de buis nodig (ovaliseren). De zijwanden van de buis bewegen zich naar buiten tegen de grond. Hierdoor neemt de horizontale gronddruk toe. De ontwikkeling van de horizontale gronddruk vermindert de ovalisatie en de momenten in de buis. De maximale verticale belasting die de buis kan dragen is mede afhankelijk van de horizontale stijfheid van de grond naast de buis. Niet samendrukbare grond (verdicht zand) zal de genoemde steundruk kunnen leveren. Bij een samendrukbare grond, zoals klei en veen, zal door de spanningsverhoging een consolidatieproces op gang komen waardoor de ontstane steundruk in de loop van de tijd vrijwel verdwijnt. De grootte van de benodigde deformatie is afhankelijk van de belasting op de buis en de stijfheid van de grond naast de buis. Bij een buis die stijf is ten opzichte van de omringende grond wordt bijna geen extra steundruk opgewekt. Deze buis draagt de bovenbelasting voor een groot gedeelte zelfstandig. In figuur 6.39 hieronder is de systeemstijfheidsverhouding voor verschillende buismaterialen weergegeven.



Figuur 6.39 Figuur systeemstijfheidsverhouding

Bovenstaande grafiek geeft aan dat de kunststof buizen behoren tot de flexibele buizen en dat de betonnen buis een starre buis is.

In de situatie dat de grond en de buis even stijf zijn betekent het dat de vervormingen van de buis en de naastliggende grond zijn gelijk zijn. Er is geen verschil in verplaatsing van de grond direct boven de buis en het gedeelte ernaast. Wanneer de verplaatsing gelijk van de buis en de grond ernaast zijn ontstaan er geen schuifkrachten langs de kolom grond boven de buis. In dit geval is de bovenbelasting op de buis gelijk aan het gewicht van het pakket grond precies boven de buis. We noemen dit **neutrale grondbelasting**.

In de formule (nagenoeg geen extra horizontale gronddruk tegen de buis) is bij neutrale gronddruk $\lambda_{vg} * \chi = 1$

Hierin is:

λ_{vg} = concentratiefactor van de grondbelasting

χ = reductiecoëfficiënt van de grondbelasting ten gevolge van silowerking

Opmerking:

De benaderingsformule voor λ voor een starre buis is aangegeven in het boek Rioleringsstechniek, deel 5 "De constructieve berekening van betonnen buizen en putten", pagina 26. Dit boek is digitaal te raadplegen op de site www.betonleeft.nl onderdeel kenniscentrum.

De formule van de grondbelasting wordt wanneer er rekening gehouden wordt met de concentratiefactor van de grond λ , waarin de flexibiliteit van de buis is meegenomen en de reductie coëfficiënt χ ten gevolge van silowerking als volgt:

$$q_{vg} = \lambda_{vg} * \chi * \gamma * H * D_u$$

λ_{vg} = concentratiefactor van de grondbelasting (belastingfactor), die afhankelijk is van V_{RB} .

χ = reductiecoëfficiënt van de grondbelasting ten gevolge van de sleufwand wrijving (silowerking)

γ = volumegewicht van de grond boven de buis in kN/m³

H = gronddekking in meters

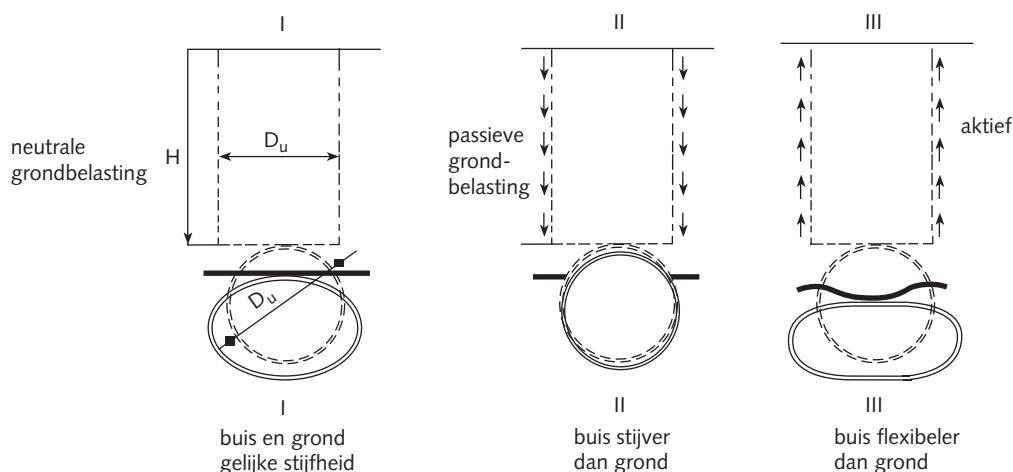
D_u = uitwendige diameter van de buis

Globaal varieert λ_{vg} van 1,0 voor starre buizen tot 0,1 à 0,5 voor flexibele buizen.

De situatie waarin de grond en de buis even stijf zijn, is aangegeven in situatie I in onderstaande figuur. Er zijn, zoals onderstaande figuur laat zien 3 situaties waar we mee te maken hebben waarin al of niet gerekend wordt met silowerking:

- 1 Situatie I: de buis en de grond zijn even stijf
- 2 Situatie II: de buis is stijver dan de grond, veelal beton
- 3 Situatie III: de buis is slapper dan de grond, veelal kunststof

Figuur 6.40 Grondbelasting op flexibele en starre buizen



In situatie II heb je te maken met **passieve grondbelasting**. De stijfheid van de buis is groter dan die van de naastliggende grond. De grond naast de buis wordt onder dezelfde bovenbelasting meer ingedrukt dan de buis. Op de kolom grond boven de buis ontstaan naar beneden gerichte schuifkrachten. De naastliggende grond gaat op de buis hangen, hierdoor is de belasting op de buis groter dan alleen het grondgewicht direct boven de buis. De situatie met passieve gronddruk komt voor bij betonnen buizen in slappe klei- of veengrond.

In de formule is: $\lambda_{vg} * \chi \geq 1$

In situatie III is de buis slapper dan de omringende grond. In dit geval spreek je van een **actieve grondbelasting**. De buis zal vervormen zodat er op de grondkolom erboven een schuifkracht naar boven werkt. De grondkolom boven de buis wordt gedeeltelijk gedragen door de grond naast de kolom. De belasting op de buis neemt daarom af. Een actieve gronddruk treedt vooral op bij slappe (kunststof) buizen die gelegd worden in een relatief stijve zandgrond.

In de formule is: $\lambda_{vg} * \chi \leq 1$

ACTIVERINGSVRAAG:

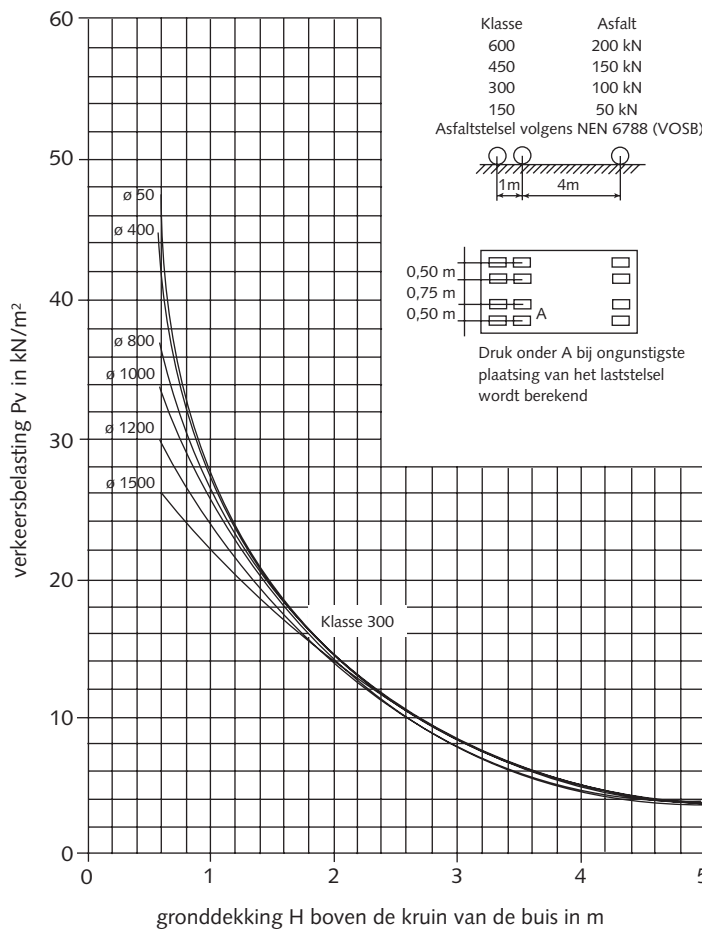
Wanneer een rioolbuis wordt onderheid met welke soort grondbelasting hebben we dan te maken? Geef dit tevens aan in een schets.

Wanneer een buis wordt onderheid heb je meestal te maken met een slappe grond. Een onderheide constructie is star. De naastliggende grond zakt sterk. Bij een onderheide buis hebben we daarom te maken met een hoge passieve gronddruk.

Verkeersbelasting

De grootte van de verkeersbelasting op een buis is afhankelijk van de asdrukken van het voertuig en de gronddekking. Omdat het ondoenlijk is om van elk voertuig de belasting op de buis door te rekenen, zijn deze belastingen vertaald naar standaard laststelsels (fictieve voertuigen) waarmee wordt gerekend.

Deze laststelsels zijn aangegeven in NEN 6788; Het ontwerpen van stalen bruggen – Basiseisen en eenvoudige rekenregels - VOSB 1995 en de NEN 6706; Technische grondslagen voor bouwconstructies – TGB 1990 – Verkeersbelastingen op bruggen. Verwacht wordt dat voorjaar 2010 beide normen vervangen zullen worden door een nieuwe Europese norm.



Figuur 6.41 Verkeersbelasting voor verkeersklasse 300, zonder stootcoëfficiënt [NEN 3650]

De getallen in de norm staan voor het gewicht van het kenmerkende voertuig (in KN). De belasting vanuit het voertuig wordt via de wielen overgebracht op het wegdek en vervolgens afgedragen naar de ondergrond. Bij deze afdracht vindt een spreiding plaats die ervoor zorgt dat de spanning in de ondergrond ten gevolge van de verkeersbelasting afneemt naarmate je dieper in de ondergrond komt. Om de verkeerslast vast te stellen kunnen we de formule van Boussinesq gebruiken. Deze luidt bij een verkeerslast recht boven de buis:

$$P_v = \frac{2 * P}{\pi * H^2} \text{ kN/m}^2$$

Hierin is:

P_v = verticale spanning in kN/m², door de verkeerslast op de buis

P = verkeerslast in kN

H = gronddekking in meters

Rekening houdend met de stootcoëfficiënt en de verkeersconcentratie wordt de verkeersbelasting op de buis:

$$q_{vv} = S * \lambda_{vv} * P_v$$

Hierin is:

q_{vv} = belasting op de buis in kN/m²

S = stootcoëfficiënt

λ_{vv} = concentratiefactor van de verkeersbelasting

P_v = verkeersbelasting in kN/m²

Stootcoëfficiënten worden gegeven in tabel 6.1.

Tabel 6.1 Stootcoëfficiënt conform DIN 4033

Klasse	S
600	1,2
450	1,3
300	1,4
150	1,5

Eigen gewicht

Het eigen gewicht van een buis is een belasting die spanningen in de buiswand veroorzaakt. Net als het gewicht van de vloeistof is de invloed van het eigen gewicht gering. Het heeft alleen zin dit in berekeningen mee te nemen bij grote diameters van beton.

Buisvulling

Het medium in een buis veroorzaakt ook een belasting op de buiswand. Deze belasting is bij kleine diameters gering, maar kan bij leidingen met grote diameters toch behoorlijk oplopen.

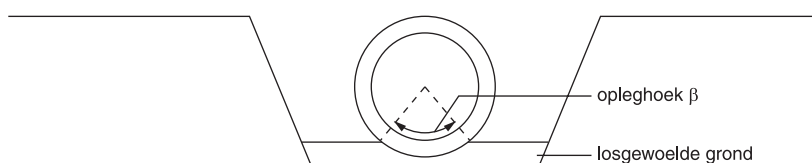
Funderingsdrukken

De oplegbreedte is de breedte van het raakvlak tussen de twee vormen/materialen. Om rekentechnische redenen is er bij buizen in de grond voor gekozen om deze breedte in een hoek te vertalen. Je noemt dit de opleghoek β ($= 2 \alpha$). De opleghoek wordt sterk bepaald door de grondsoorten onder en direct naast de aangebrachte buis en de methode van leggen van de buis en de wijze van verdichten van de grond onder de buis.

Tabel 6.2 Praktijkwaarden opleghoek

	$\beta = 2 \alpha$
Starre buizen	30° – 45°
Flexibele buizen	60° – 120°

Figuur 6.42 Principeschets opleghoek [VPB]



Bij buizen in de grond ga je er in de berekeningen van uit dat de buis over de volle breedte wordt belast. De belastinghoek is meestal 180°.

De opleg- en belastinghoek hebben een grote invloed op de optredende momenten in de buiswand. Bij een kleine opleghoek geeft een zelfde bovenbelasting een veel grotere ovalisatie van de doorsnede en zijn ook de buigende momenten in de buiswand groter. Omdat de opleghoek een grote invloed heeft op het draagvermogen van de buis is het belangrijk dat de in de berekening aangehouden waarde voor de opleghoek in de praktijk ook wordt gehaald.

Wijze van funderen van riolen

Voor de keuze van de fundering is een grondmechanisch advies op grond van boringen en sonderingen noodzakelijk. Je weet dat inzicht in de grondgesteldheid en een analyse van de in de loop der jaren te verwachten zetting de keuze bepaalt van het type fundering (zie ook NPR 3218 hoofdstuk 7). Ook de aan te houden rekenwijze van de buizen is anders.

De berekening van de buis is in ringrichting beschouwd. Bij een onderheid riool worden de belastingen in de lengterichting van de buis doorgegeven. De bovenbelasting werkt over de volle lengte, terwijl de leiding afhankelijk van de keuze hoe de leiding te funderen soms alleen lokaal wordt ondersteund.

Ook bij andere discontinuïteiten in een leiding kunnen spanningen ontstaan welke in een berekening moeten worden betrokken. Je moet hierbij bijvoorbeeld denken aan aansluitingen op rioolputten, verschillen in grondsoorten en verschillende wijzen van uitvoering.

Grofweg zijn er 3 typen fundering te onderscheiden:

- 1 staal;
- 2 kunststofschuim;
- 3 onderheid (palen).

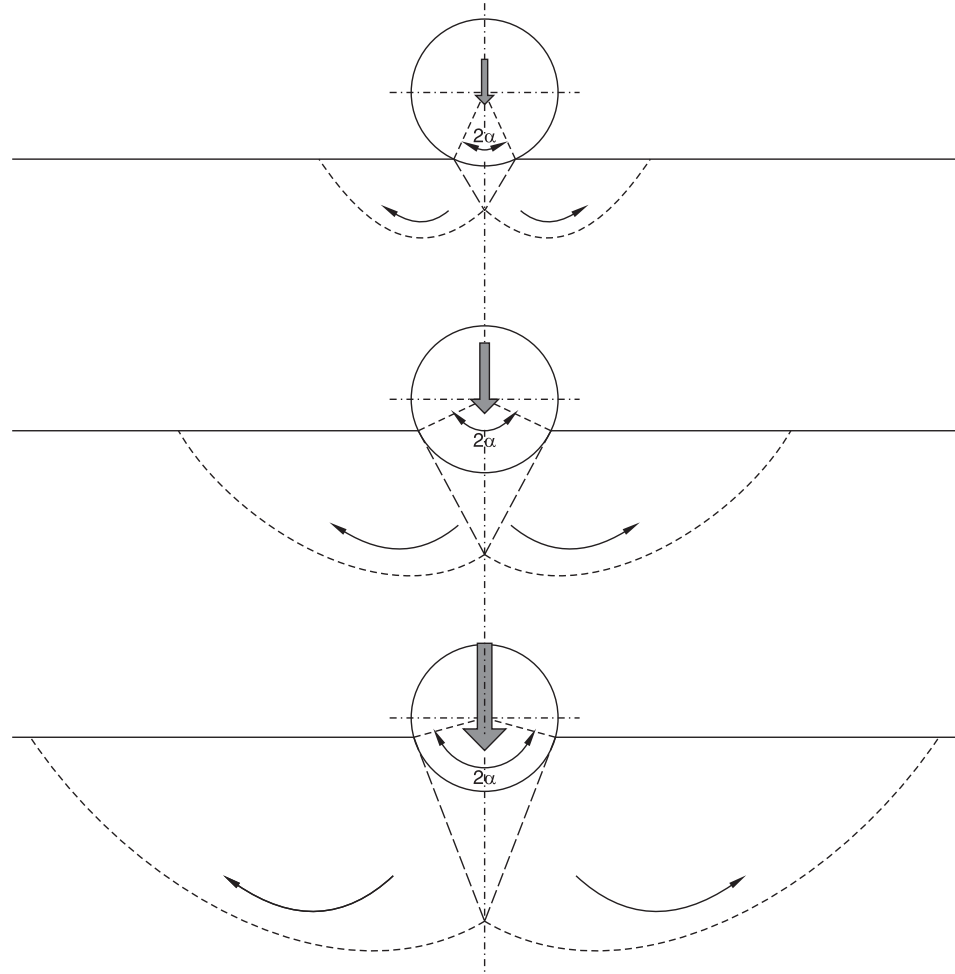
Keuze; funderen op staal of op palen

Bij een fundering op staal vindt de overdracht van de belastingen nagenoeg volledig direct plaats. Dat wil zeggen dat de buis enigszins de grond wordt ingedrukt. De indrukking is afhankelijk van de stijfheid van de grond onder de buis; dit wordt uitgedrukt door de beddingsconstante. Een hoge beddingsconstante geeft weinig indrukking en een lage beddingsconstante geeft een grote indrukking. De indrukking bij een ronde buis is het gevolg van samendrukking van de grondlagen onder de buis en een soort insnijdingsproces. Feitelijk is er sprake van continu bezwijken van de grond bij een toenemende breedte van het belaste oppervlak van de grond (toenemende opleghoek $\beta = 2\alpha$). Bij een voldoende draagkrachtige grond is de opleghoek klein. Door het loswerken van de grond (minder draagkrachtig maken van de grond over een zekere diepte) wordt de opleghoek vergroot. Bij een minder draagkrachtige grond zal de opleghoek als gevolg van de belasting snel toenemen. Wanneer we een situatie verwachten dat de buis als gevolg van het bezwijken van de grond onder de buis blijft zakken, dan zal er moeten worden overgegaan tot het funderen op palen (onderheien). Om dit te vermijden kan gekozen worden voor een licht gewicht buis van kunststof.

De fundering op staal

Deze fundering is uitgebreid besproken en uitgelegd eerder in deze paragraaf. Dit type fundering wordt toegepast wanneer sonderingen aangeven dat de grond voldoende draagkrachtig is.

Figuur 6.43 Bezijken van de grond onder de buis



ACTIVERINGSVRAAG:

Kan je aangeven welke situaties je tegen kan komen met betrekking tot de draagkracht van de bodem bij een belaste buis?

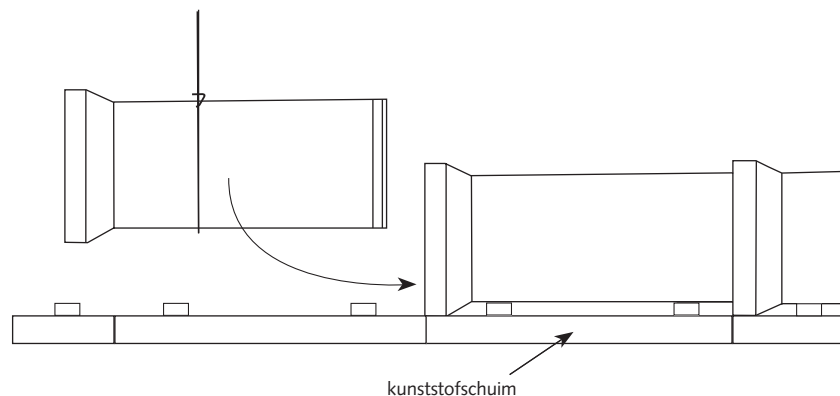
We kunnen te maken hebben met twee situaties:

- de grond is voldoende draagkrachtig en er is geen gevaar voor bezijken van de grond onder de buis;
- de grond is onvoldoende draagkrachtig er doet zich de situatie zich voor van bezijken van de grond onder de buis. Hierdoor zal de buis zetten. Is er gevaar voor een te grote zetting dan zal het riool onderheid moeten worden.

De fundering op drukverdelende lagen

Dit type fundering zal je in de regel toepassen op die plaatsen waar zeer onregelmatige zettingen verwacht kunnen worden en een grondverbetering onvoldoende is om gelijkmatiger zettingen te verkrijgen. Er ontstaat een vorm van een zwevende fundering. De buizen hebben of een vlakke voet of ze liggen op houten kespen om de mof vrij van de vloer te houden. De plaats van de kespen moet van te voren zijn berekend en de buis moet er eveneens op zijn berekend. Bij buizen zonder mof moeten we nabij de onderzijde zorgen voor een goede bedding. Dit kan je bereiken door het aanbrengen van bijvoorbeeld gestabiliseerd zand of stampbeton rondom de buis nabij de voet.

Figuur 6.44 Fundering op blokken kunststofschuim [VPB]

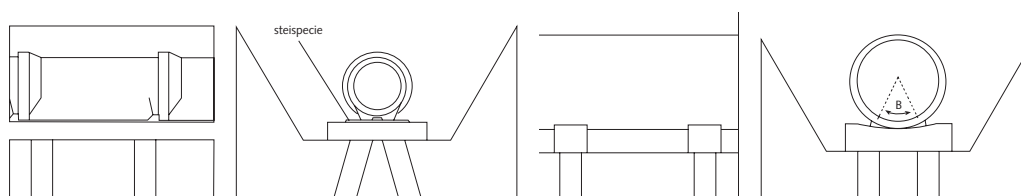


Fundering op palen: het toepassingsgebied en de ontwerpbeperkingen

Fundering op palen wordt toegepast als de buisconstructie, in samenhang met de grondslag, dit noodzakelijk maakt. Dit wordt vastgesteld op basis van het grondonderzoek. Deze constructie komt voornamelijk voor op die plaatsen waar in de ondergrond veenlagen voorkomen. Toch geven we de voorkeur aan een oplossing zonder dat het riool onderheid moet worden. De volgende redenen zijn hiervoor aan te geven:

- onderheide constructies zijn duur;
- ontstaan van "ruggen" ter plaatse van het riool in de weg;
- overgangsconstructies tussen de onderheide en niet onderheide riolen geven vaak problemen;
- (huis)aansluitleidingen kunnen alleen worden aangesloten wanneer je speciale voorzieningen treft.

Voor onderheide riolen komen alleen buizen met voldoende sterkte in aanmerking. Eerder heb je kunnen lezen in deze paragraaf dat tengevolge van de starre fundering de optredende belastingen aanzienlijk kunnen zijn. Dit leidt tot relatief zware buisconstructies. Ook moet je goed opletten hoe je de aansluiting van het onderheide riool naar het niet onderheide riool moet vormgeven. De overgang moet bij voorkeur flexibel zijn en met behulp van een kort buisstuk. Daarnaast kan je in de lengterichting van het niet onderheide riool werken met palen die over een zekere afstand vanaf de aansluiting op het niet onderheide riool gelijkmatig korter worden. Zie figuur 6.45.



ACTIVERINGSVRAAG:

Waarom ontstaan er "ruggen" in de weg bij onderheide riolen?

Het riool is onderheid (het is een star element) en zal daardoor niet zettten. Ten gevolge van de belasting zakt de grond naast de buis in de loop van de tijd. Door het verschil in zetting zal de weg ter plaatse van het riool hoger blijven en is dit zichtbaar als een bolling (rug) in de weg.

Figuur 6.45 Betonnen riolen met vlakke voet op fundering van een doorgaande betonnen vloer en een fundering van betonnen kespen met ronde buizen [VPB]

6.3 Realisatie van rioolstelsels

In deze paragraaf wordt aangegeven hoe we de rioolstelsels kunnen realiseren.

In paragraaf 6.3.1 leer je hoe nieuwe rioolstelsels worden aangelegd en wat daar voor nodig is. Nadat het rioolstelsel in gebruik is genomen komt er een tijd dat dit stelsel niet meer volledig voldoet aan de op dat moment geldende uitgangspunten. We moeten dan overgaan tot het verbeteren van dat rioolstelsel. Dat onderwerp wordt behandeld in paragraaf 6.3.2. Deze paragraaf wordt afgesloten met de paragraaf 6.3.3 die de uitvoeringstechnieken en de uitvoeringsaspecten behandelt.

6.3.1 Aanleg van nieuwe rioolstelsels

Nieuwe rioolstelsels worden aangelegd in de volgende situaties:

- wanneer er sprake is van een uitbreidingsplan;
- wanneer er sprake is van een inbreidingsplan. Dit doet zich voor wanneer in een bestaand gebied alle straten en panden verwijderd zijn of wanneer in een oude wijk geheel of gedeeltelijk de infrastructuur en panden verwijderd worden en daarna volgens de huidige inzichten weer opnieuw gebouwd zal worden.

In nieuwe wijken moet een rioolstelsel aangelegd worden dat volgens het verbeterd gescheiden type is of een rioolstelsel waarbij het vuilwater en regenwater via aparte riolen zal worden afgevoerd. Dit laatste rioolstelsel moet qua vuillast gelijk zijn aan het verbeterd gescheiden stelsel. Het uitgangspunt in deze paragraaf zal zijn een verbeterd gescheiden rioolstelsel.

Deze nieuwe rioolstelsels zullen of moeten aansluiten op bestaande rioolstelsels rechtstreeks gaan afvoeren naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie.

In het tweede geval betreft het vaak gebieden van een wat kleinere omvang of een wat grootschaliger aanpak van een oude wijk waar een nieuw rioolstelsel gerealiseerd zal moeten worden. Onder rioolstelsel ontwerp paragraaf 6.2.1 zijn de mogelijkheden weergegeven om tot een nieuw ontwerp te komen. Het maakt niet uit of we te maken hebben met een uitbreidingsplan of een kleinschalig inbreidingsplan, dan wel een grootschaliger aanpak van een oude wijk.

Het uitgangspunt is dat het ontwerp van het rioolstelsel op papier vastligt. Hoe realiseer je dat rioolstelsel dan? Feitelijk hebben we het over bouwrijp maken en vervolgens het woonrijp maken.

Bouwrijp maken

Het bouwrijp maken houdt in dat er een situatie ontstaat dat de bouwer kan gaan starten met de woningbouw. In een uitbreidingsplan worden eventueel de nieuwe terreinhoogten vastgesteld en er is een keuze gemaakt of het terrein al of niet integraal zal worden opgehoogd. Integrale ophoging vindt meestal plaats voordat de riolering wordt aangelegd. Wanneer er gekozen is voor de cunetten methode, dan vindt de aanleg gelijktijdig plaats met de andere werkzaamheden in het kader van het bouwrijp maken, zoals riolering en waterpartijen. Van het nieuwe rioolstelsel dat in deze fase wordt gerealiseerd worden de hoofdriolen met de aansluitpunten en de standpijpen van de (huis)aansluitleidingen aangelegd. Een eventueel rioolgemaal moet gebouwd worden. De rioolputten die in deze fase worden gebouwd worden niet tot aan het maaiveld afgewerkt maar worden meestal ondergronds afgedekt. Na gereedkomen kan de bouwweg aangelegd worden. De nutsbedrijven hebben hieraan voorafgaand meestal ook de kabels en leidingen gelegd. Meer wordt er in deze fase niet aangelegd.

Nu is het moment gekomen dat de bouwende partij aan de slag gaat. Je hebt nu de tijd om na te denken over de volgende fase namelijk het woonrijp maken. Dat betekent dat het bestemmingsplan verder in detail wordt uitgewerkt. Dit zal, afhankelijk van de voortgang van de bouwwerkzaamheden en de omvang van het plan, een half jaar tot een jaar in beslag nemen.

Woonrijp maken

In deze fase zal nog een keer gecontroleerd moeten worden wat de kwaliteit is van de riolering die in de bouwrijpfasen is aangelegd en opgeleverd. Het doel ervan is om door middel van een videoinspectie na te gaan of er ten gevolge van de bouwwerkzaamheden geen gebreken zijn ontstaan. Het is belangrijk dat de inspectie plaatsvindt voordat de wegverharding wordt aangelegd. Hierna worden eventuele gebreken aan de riolering hersteld. De woningen zullen in deze fase worden aangesloten op de in de vorige fase aangelegde standpijpen op de riolering. De kolken voor de afvoer van het regenwater worden geplaatst en aangesloten op de aanwezige standpijpen. De rioolputten worden nu tot op straatniveau afgewerkt en de rioolputafdekking wordt aangebracht. De riolering is hiermee klaar. Het is wel van belang te controleren of de riolering vrij van slib is. Het laatste is het beste te doen voordat de wegverharding wordt aangelegd. Gelijktijdig worden alle andere werkzaamheden uitgevoerd, zoals aanleg van de definitieve wegverharding, de straatverlichting en ander straatmeubilair. Afhankelijk van het moment van bouwrijpmaken kan ook de afwerking van het groen en het aanbrengen van de bomen plaatsvinden.

6.3.2 Verbeteren van bestaande rioolstelsels

De verbetering van bestaande rioolstelsels heeft tot doel het opheffen van geconstateerde knelpunten in dat rioolstelsel met betrekking tot het hydraulisch en het milieutechnisch functioneren.

Om erachter te komen welke knelpunten we tegen kunnen komen in een rioolstelsel zullen we eerst een analyse moeten maken. We doen dit aan de hand van de functionele eisen in combinatie met

het opstellen van een basisrioleringsplan (BRP). De eisen zijn een uitwerking van de doelen die beschreven zijn in het gemeentelijk rioleringsplan (GRP). De functionele eisen beschrijven de gewenste situatie. Bij het opstellen van een basisrioleringsplan bekijken we zowel het hydraulisch als het milieutechnisch functioneren van het rioolstelsel. De analyse omvat de vergelijking van de uitkomsten van de berekeningen in het basisrioleringsplan met de geformuleerde functionele eisen. Afwijking daarvan betekent dat er een knelpunt is in het rioolstelsel. Tabel 6.3 geeft in een matrix aan welke knelpunten er mogelijk in een rioolstelsel kunnen voorkomen op basis van geformuleerde functionele eisen. Het opheffen van geconstateerde knelpunten in het rioolstelsel door het treffen van maatregelen noemen we het verbeteren van het rioolstelsel. Verbetermaatregelen zijn primair gericht op het functioneren van het rioolsysteem.

Mogelijke knelpunten	functionele eisen (gewenste situatie)							
	afvoercapaciteit voldoende t.a.v. aanbod afvalwater	afvoercapaciteit voldoende ter voorkoming van wateroverlast	afvalwater zonder overmatige aanrotting op rwzi	waarborging afstroming	acceptabele vervuilingstoestand	vuiluitworp gereleerd aan functie toekenning bodem/water	hoeveelheid overstortwater gereleerd aan ontvangstcapaciteit	beheersing van de waterstromen
onvoldoende afvoercapaciteit droogweerafvoer	•				•			
onvoldoende capaciteit regenwaterafvoer		•			•			•
niet optimaal functioneren rwzi			•			•		•
onjuiste dimensionering transportsysteem	•	•	•		•			
te hoge vuiluitworp				•	•	•		
verhoogde kans op vervuiling/aantasting				•	•		•	
onvoldoende ontvangstcapaciteit oppervlaktewater							•	•
onvoldoende ruimte								•
niet duurzaam gebruik van water								•
afwijkend systeemgedrag/								
onvoldoende benutting systeem		•				•	•	•

Tabel 6.3 Mogelijke knelpunten in het rioolstelsel in relatie tot de functionele eisen [Stichting RIONED Leidraad riolerings module B1200]

Voor het oplossen van knelpunten zijn verschillende maatregelen mogelijk. Sommige beperken zich tot één knelpunt, zoals een randvoorziening (bergbezinkbassin) die wordt toegepast wanneer de vuiluitworp te hoog is. Andere hebben effect op meerdere knelpunten, zoals afkoppelen van verhard oppervlak. Ook kan het nodig zijn om meerdere oplossingen te combineren. Voorbeelden van oplossingsrichtingen die leiden tot verbetering van rioolstelsels zijn:

- m.b.t dimensionering en structuur:
 - vergroten van de hydraulische afvoercapaciteit;
 - wijzigen van de dimensionering van het transportsysteem;
 - verbetering van de vuilafvoerstructuur;
 - afkoppelen van injecties op rioolstelsels;
 - scheiding van rioolfuncties.
- afkoppelen van verhard oppervlak.
- m.b.t bergings-en randvoorzieningen:
 - bouwen van randvoorzieningen;
 - bouw van retentievoorzieningen;
 - wijzigen van de bergingsinhoud.

- m.b.t overstorten:
 - verplaatsing, wijziging of opheffing externe overstorten;
 - overstortbemaling.
- wijzigen van de pompovercapaciteit;
- Real Time Control (RTC) toepassen;
- ombouwen rioolstelsels:
 - ombouw van gemengde naar verbeterd gescheiden rioolstelsels;
 - verbeteringsmaatregelen in gescheiden rioolstelsels;
 - verbeteringsmaatregelen in verbeterd gescheiden rioolstelsels.
- reiniging, reparatie, renovatie en vervanging van rioolstelsels.

Op een aantal van de oplossingen zal hierna nader worden ingegaan. De toepassing van de niet nader uitgewerkte oplossingen hangt vooral af van de plaatselijke situatie. Wanneer je daar meer van wilt weten dan kan je de informatie vinden in de module B1200 van de Leidraad riolering van stichting RIONED (www.riool.net)

Vergroten hydraulische capaciteit

De vergroting van de capaciteit vindt plaats als er een capaciteitsprobleem is waarbij wateroverlast ontstaat. Afhankelijk van de plaats van het capaciteitsprobleem in het rioolstelsel kunnen er op andere plaatsen andere problemen in het rioolstelsel ontstaan, bijvoorbeeld in werking treden van het sneller overstorten en een grotere overstorting. Daarom wordt er de voorkeur aan gegeven om bij toepassing van deze maatregel het effect op de vuiluitworp te bekijken. Bij een negatieve beïnvloeding van de vuiluitworp moet worden bekeken welke andere maatregelen er getroffen moeten worden. Realiseren van de maatregel zal bij voorkeur plaatsvinden gelijktijdig met rioolvervanging.

Wijzigen van de dimensionering van het transportsysteem

Met het transport systeem wordt bedoeld de persleiding van het rioolgemaal.

De lengte van het transportsysteem, de snelheid van transporteren, de diameter en de met ermee samenhangende verblijftijd en mogelijke bezinking van slib kunnen problemen geven bij de rwzi, lozingspunten in het rioolstelsel en de persleiding zelf. De problemen kunnen we beperken door de optredende snelheid bij maximale pompcapaciteit voldoende hoog te kiezen.

Het volgende voorbeeld laat zien hoe je met een goede keuze van de ontwerpsnelheid de verblijftijd van het rioolwater in de persleiding kan terugbrengen. Een rioolwaterpersleiding heeft een lengte van 8 km en de optredende snelheid is 0,50 m/s.

Bij 0,50 m/s is de verblijftijd van het rioolwater vanaf het begin van de persleiding tot aan het lozingspunt ca 4,5 uur. Wanneer je kiest voor een ontwerpsnelheid van 1,25 m/s is de verblijftijd ca 1,8 uur.

Een zorgvuldige keuze van de dimensies in combinatie met de transportsnelheid in de persleiding geeft een aanzienlijk lagere verblijftijd.

Verbetering van de vuilafvoerstructuur

Door een slechte afvoerstructuur in de DWA situatie kunnen belangrijke ophopingen van vast materiaal in de riolering optreden. Deze accumulatie van "vuil" is een potentiële bron van vuiluitworp tijdens overstortingen. Verbetering van de afvoerstructuur is een mogelijke oplossing.

Een gebrekkige afvoer ontstaat bijvoorbeeld als het inslagpeil van het rioolgemaal zodanig is inge-

steld, dat daardoor een significante berging van de droogweer afvoer in de riolering optreedt. Vaak willen waterschappen de aanvoer naar de rwzi reguleren. Dit gebeurt door het stilzetten van rioolgemalen. Hierdoor ontstaat stroomverlamming of zelfs stilstand in de riolering, waardoor de vaste delen in het rioolwater zullen bezinken. Door het achterblijven van slib (bezonken vaste delen) kan de vuiluitworp tijdens overstortingen nadelig beïnvloed worden. Een ander bijkomend nadeel van te hoge inslagpeilen van gemalen is dat er aanrotting van het water kan optreden waardoor stank- en aantastingproblemen kunnen optreden.

Een aantal andere betrekkelijk eenvoudige verbeteringen in de riolering met betrekking tot de droogweer afvoer is onder meer:

- opheffen van vermazingen door het aanbrengen van drempels die het afvalwater in een gewenste richting sturen;
- aanbrengen of verbeteren van stroomprofielen in rioolputten;
- lozingspunten van persleidingen op vrijval riolering met zorg kiezen;
- intensivering van reiniging van vervuilingsgevoelige locaties zoals zinkers, insnoerriolen en afvoerbegrenzers;
- opheffen van verloren berging (verzakte of onjuist aangelegde riolen), riolen in tegenschot.

De hierboven genoemde maatregelen hebben een directe relatie met de objectgerichte maatregelen. Deze maatregelen kunnen bij een objectgerichte aanpak integraal meegenomen worden. Zie hoofdstuk 7 Rioleringsbeheer.

Afkoppelen van injecties

Injecties zijn puntlozingen van bedrijven, industrie, drukriolering of andere rioolstelsels of bemalingsgebieden. Wanneer een gemengd rioolstelsel overbelast is ten gevolge van dit soort lozingen kan er bij regen een te hoge vuiluitworp plaats vinden. Een oplossing kan zijn het reduceren van de belasting door in overleg te gaan met de lozers. Dit kan door afspraken te maken over de lozingstijdstippen. Ook is het mogelijk de vergunninghouders aan te spreken op de in de vergunning afgesproken voorwaarden voor lozing. We noemen dit het handhaven van de vergunningen. Soms moeten injecties worden verplaatst of zelfs worden afgekoppeld.

In een gescheiden riolering kan het vuilwater riool ook overbelast zijn, zeker als er ten onrechte regenwater op geloosd wordt! In dit geval spreken we van een hydraulische verbeteringsmaatregel. De mogelijkheden zijn identiek aan wat bij de gemengde riolering is geschetst.

In drukrioleringen worden bijvoorbeeld wel tijdschakelaars toegepast. Meer en meer wordt een telemetrie systeem geïnstalleerd, zowel bij drukriolering als bij rioolgemalen. We kunnen op deze wijze de afvalwaterstroom in zekere mate sturen. Feitelijk optimaliseren we hiermee de beschikbare capaciteit.

Bij het beoordelen van bestaande ontwerpen van vrijval vuilwater rioleringen wordt als regel een maximaal te accepteren vullingspercentage van 30 tot 50% aangehouden in combinatie met de optredende sleepspanning. Voor de beginstrengen van de riolering is dit vaak praktisch niet haalbaar. Om deze reden moeten we voor beginstrengen bij voorkeur zo klein mogelijke ronde diameters toepassen, bijvoorbeeld 200 mm.

In de Leidraad Riolering module B2100 is in bijlage 1 "Samenvatting ontwerpgrondslagen voor functioneel ontwerp" tabel B1.5 opgenomen. Deze tabel geeft voor een aantal standaard leidingdiameters het benodigde minimale verhang in riolen weer onder droogweer afvoer condities. Het

uitgangspunt hierbij is de minimale sleepspanning en de daarbij optredende vullingsgraad in % en de stroomsnelheid in de riolering. Bij het maken van een eerste beoordeling kan je van deze tabellen uitgaan. Is een meer gedetailleerde beschouwing nodig, dan is er een berekening nodig.

Scheiding van rioolfuncties

Uit onderzoek is gebleken dat de gecombineerde functies(transport, inzameling en berging) in gemengde rioolstelsels de afzetting van riolslib in de riolering bevordert.

We kunnen een scheiding van de rioolafvoer bereiken door onder andere de volgende maatregelen:

- verdieping van het rioolgemaal en het aanbrengen van een bergingstransportriool nabij het rioolgemaal. Het achterliggende rioolstelsel heeft dan betere leegloopcondities;
- aanbrengen van een inzamel riool van een kleinere diameter parallel aan het grote transportriool. Dit grote transportriool wordt dan alleen in neerslagomstandigheden voor de afvoer gebruikt.

Afkoppelen van verhard oppervlak

Eén van de mogelijkheden om tot verbetering van de riolering te komen is het afkoppelen van regenwater van de riolering. Het is echter niet mogelijk om zonder gedegen onderzoek te gaan afkoppelen. We moeten eerst inventariseren hoeveel water er afgekoppeld kan worden. Wanneer dat duidelijk is moeten we bekijken op welke wijze dat regenwater afgevoerd, geïnfilteerd of geborgen kan worden.

We zullen ook antwoord moeten vinden op een aantal vragen om weloverwogen keuzes te kunnen maken, zoals:

- is er oppervlaktewater in de omgeving waar regenwater naar afgevoerd kan worden;
- is er een bodem onderzoek waaruit blijkt of de grondwaterstanden voldoende laag zijn en de doorlatendheid van de grond voldoende is;
- wat is de invloed van afkoppelen en infiltreren op de grondwaterstand en zijn er nadelige effecten te verwachten buiten het af te koppelen gebied;
- is er bodemverontreiniging en mogelijk ook een grondwaterverontreiniging;
- is er een nabijgelegen drinkwaterbeschermingsgebied waardoor het afkoppelen niet tot de mogelijkheden behoort;
- er zal in kaart gebracht moeten worden of eventuele infiltratie in groene gebieden kan plaats vinden;
- moeten er infiltratie riolen worden aangelegd;
- wat is er in het GRP geformuleerd over afkoppelen;
- wat zijn de kosten van afkoppelen.

Kortom er moeten eerst vele zaken duidelijk worden. Ook zal bekeken moeten worden of en welke bijdrage afkoppelen levert aan de vermindering van de vuiluitworp. Bergbezinkbassins worden gebouwd om de vuiluitworp als gevolg van overstortend water te verminderen. Door afkoppelen wordt het rioolstelsel minder belast door neerslag. Het gevolg hiervan is dat de omvang van bergbezinkbassins kleiner kan worden.

Een hulpmiddel bij het opstellen van afkoppelmaatregelen is een beslisboom. In ieder waterschap wordt voor het afkoppelen van regenwater een dergelijke beslisboom gehanteerd. Een beslisboom is een soort stroomschema dat je leidt naar de verschillende mogelijke oplossingsrichtingen, die geaccepteerd worden door het waterschap.

Wanneer er voldoende duidelijk is kunnen we een afkoppelplan opstellen. In een afkoppelplan kan worden aangegeven waar afkoppelen al of niet kansrijk is. Daarnaast geeft het aan of, welk en waar nader onderzoek nodig is. Belangrijk is het om in een financiële paragraaf te laten zien wat de te

verwachten kosten zijn. In het plan mag een goede planning niet ontbreken. We hebben die planning nodig omdat afkoppelen meestal pas op de langere termijn volledig gerealiseerd kan worden. Dat komt omdat afkoppelen alleen succesvol is wanneer de aanpak is afgestemd met de andere in het rioolstelsel te treffen maatregelen.

Bouwen van bergings- en randvoorzieningen

De bergings- en randvoorzieningen zijn uitgebreid behandeld in paragraaf 6.1.7. De in de rioolstelsels meest toegepaste voorzieningen zijn:

- bergingsvoorzieningen:
 - berging buiten (retentie) de riolering;
 - berging in de riolering;
 - groene berging/flexibele berging.
- randvoorzieningen:
 - bergbezinkbassin;
 - bergbezinkriool.

Met de bergingsvoorzieningen bereiken we dat de afvoer van neerslag vertraagd plaatsvindt en dat de afvoer naar oppervlaktewater beperkt wordt. Een randvoorziening is een "end of pipe" oplossing, die zowel een bergende functie als een vuiluitworp reducerende functie heeft.

Ombouwen van rioolstelsels

Gemengde rioolstelsels kan je ombouwen naar verbeterd gescheiden rioolstelsels. Daarnaast kunnen ook gescheiden rioolstelsels worden omgebouwd naar verbeterd gescheiden rioolstelsels, bijvoorbeeld ter plaatse van industrieterreinen.

Wanneer de overstorten in verbeterd gescheiden rioolstelsels lozen op kwetsbaar water dan kan door vergroten van de berging, het aanbrengen van randvoorzieningen of door het afkoppelen van regenwater verbeteringen in de kwaliteit van het geloosde overstortwater worden aangebracht.

6.3.3 Uitvoeringstechnieken en -aspecten

Met de uitvoeringstechnieken en uitvoeringsaspecten wordt dit hoofdstuk afgesloten. Eerst wordt behandeld; het graven en aanvullen van de sleuf en het leggen of plaatsen van:

- betonnen buizen;
- kunststof buizen;
- gres buizen;
- rioolputten van beton, kunststof en gres;
- aansluitleidingen;
- kolken.

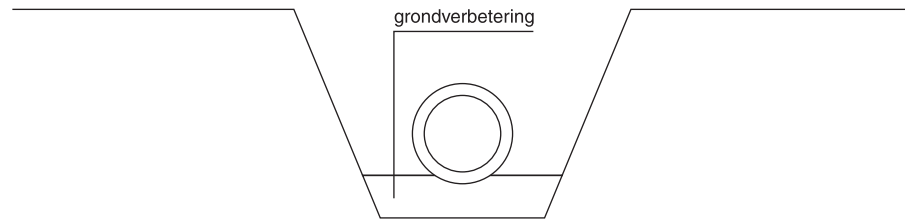
Tot slot worden behandeld; de kabels en leidingen, sleufbekistingen, bemaling, hoogteligging riolering en arbo aspecten.

Het leggen van betonnen buizen

De bodem van de sleuf moet gelijkmatig en niet te diep worden ontgraven, anders ontstaat door ongelijkmatige zetting later kans op nazakking. In een zandige grond moet de sleufbodem zodanig afgewerkt worden dat er een goede bedding van de buis ontstaat. Om deze reden moet de sleufbodem recht onder de buis losgewoeld worden om een goede bedding te verkrijgen. Ook de wijze van aanvulling en verdichting rondom de buis ter hoogte van de sleufbodem dragen aanmerkelijk bij aan een goede bedding.

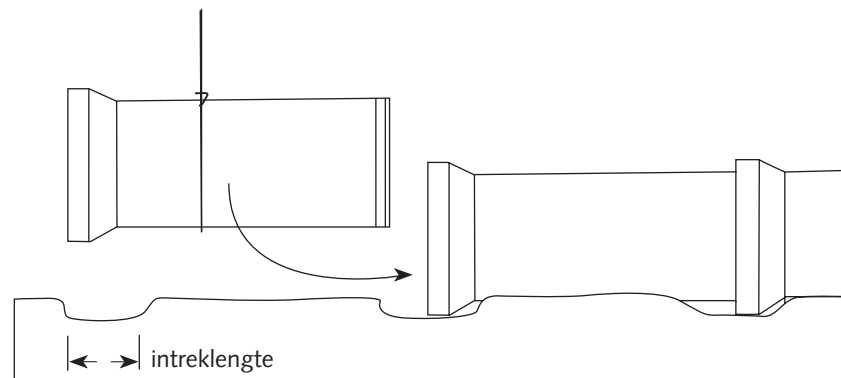
Om een goede bedding te verkrijgen is het in een niet zandige grond nodig een grondverbetering van zand aan te brengen.

Figuur 6.46 Grondverbetering onder de buis [VPB]



Een grondverbetering van 0,20 m is voldoende. Een goede bedding betekent dat er na aanvulling een groot oplegvlak (grote opleghoek) is gerealiseerd. In omstandigheden met een groot oplegvlak is er voor de buis ook een zo groot mogelijke draagkracht van de buis.

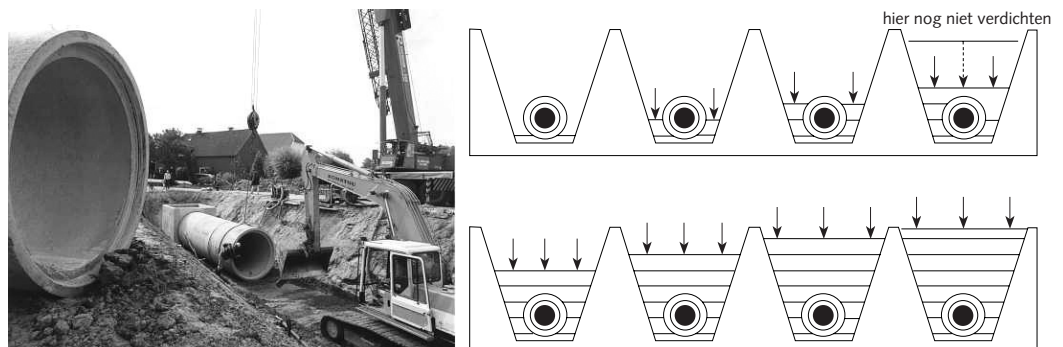
Figuur 6.47 Voorzieningen in de sleufbodem ten behoeve van de mof [VPB]



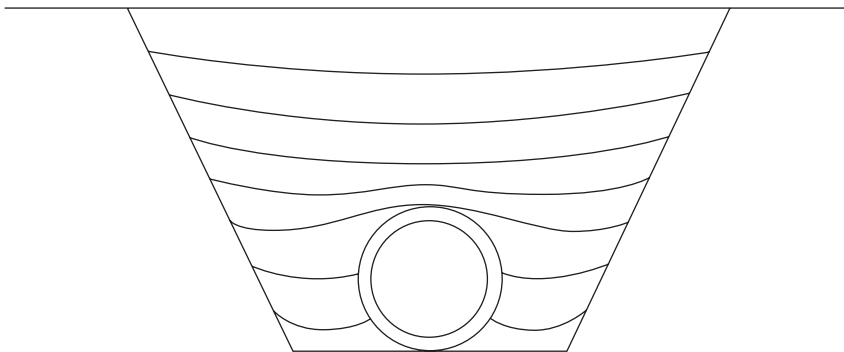
De in de praktijk te realiseren opleghoek moet overeenkomen met de hoek waar bij de berekening van de buizen van is uitgegaan. Ook moet de sleuf ter plaatse van de mof voldoende worden weg gegraven. Over het resterende gedeelte moet de sleufbodem in de lengterichting zodanig zijn afgewerkt dat de buis volledig steunt op de ondergrond.

In de aanvulgrond onder de buis en rondom de buis mogen geen puin of andere harde elementen voorkomen, dit om te voorkomen dat de buis met een puntbelasting belast wordt. De buis moet gelijkmatig belast worden door de omliggende grond. Het is daarom belangrijk om de riolsleuf laagsgewijs aan te vullen. Een maximum laagdikte van 0,20 tot 0,50 m per laag is noodzakelijk voor een goede aanvulling en verdichting van de grond. De aanvulling en verdichting met zand moet aan beide zijden van de buis gelijktijdig geschieden. Een gelijkmatige verdichting naast en onder de buis voorkomt verplaatsing van de buis in het horizontale vlak (afwijking van de lijn) en plaatselijke verzakkingen in de lengterichting van de streng (afwijking van de in het contract overeengekomen buishelling). De wijze van aanvullen is in figuur 6.48 weergegeven.

Figuur 6.48 Ontgraven sleuf en leggen riool; wijze van aanvullen riolsleuf



Een betonnen buis is een zogenaamde starre buis. Het zettingsgedrag van de omliggende en bovenliggende aangevulde grond veroorzaakt de belasting op de buis. Met andere woorden hoe slechter de verdichting is hoe groter de belasting op de buis wordt. Dit geeft het belang van een goede verdichting aan.



Figuur 6.49 Schema grondbelasting starre buis [VPB]

Vóór het aanvullen van de sleuf kan op de aanvulgrond in combinatie met het aanwezige vocht een proctor proef gedaan worden. Hiermee krijgen we een indruk van de te bereiken dichtheid (verdichting). Na aanvulling en verdichting van de grond moet de verdichte grond ter plaatse van de sleuf worden gecontroleerd. Methoden hiervoor zijn:

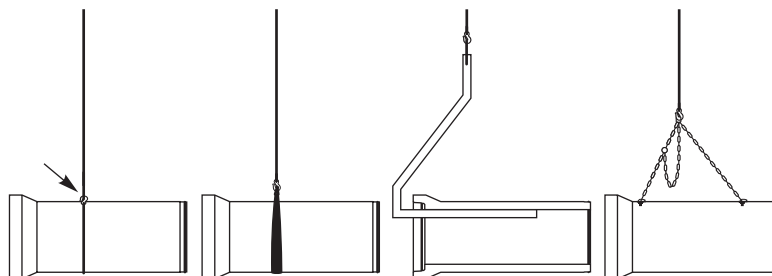
- gebruik van een handsondeerapparaat;
- het maken van sonderingen na aanvulling;
- het steekproefsgewijs uitvoeren van de proctor proef op een aangevulde laag.

Met een handsondeerapparaat kan de verdichting snel worden gemeten. De uitkomsten zijn echter afhankelijk van de wijze waarop het apparaat in de grond is gedrukt. De beide andere methoden zijn betrouwbaar, het nadeel is dat we lang op het resultaat moeten wachten.

De buizen moeten op veilige wijze worden gelegd en in overeenstemming met de voorschriften. Hierbij wordt bedoeld op het ophijzen en in de sleuf brengen van de buizen. Het volgende is belangrijk bij het hijsen van buizen:

- grote buizen ten minste aan twee stroppen hangen;
- bij gebruik van hijsbanden en buishaken moeten die zodanig worden aangebracht dat de buis niet uit het evenwicht kan raken, de buis moet horizontaal hangen;
- de buis moet niet kunnen schuiven in de strop;
- gebruik maken van op de fabriek ingestorte hijsankers en deze gelijkmatig belasten.

Zie figuur 6.50.



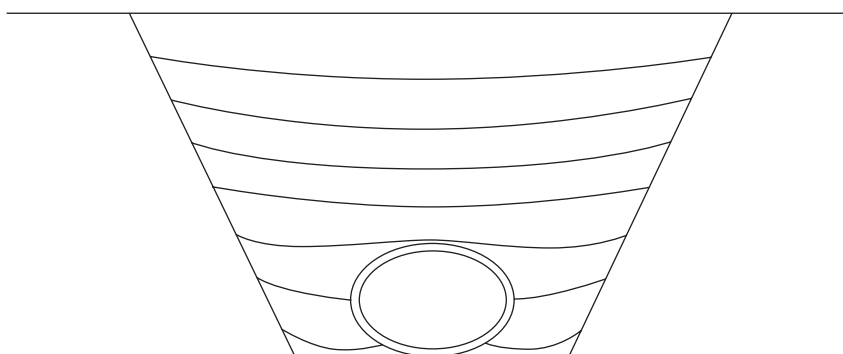
Figuur 6.50 Betonnen buis hangend in twee stroppen[Betonplaza] en hijsvoorzieningen voor kleinere buizen

Het leggen van kunststof leidingen

Het ontgraven, aanvullen en de aspecten die daarbij van belang zijn, zoals genoemd bij de betonnen buizen, is voor een groot gedeelte ook van toepassing op de kunststof buizen. Voor de flexibele buis geldt nog nadrukkelijker dan bij de betonnen buis dat er in de aanvulgrond onder de buis en rondom de buis beslist geen puin of andere harde elementen mogen voorkomen.

Omdat de kunststof buizen onder de categorie flexibele buizen vallen is het gedrag van deze buis in de aangevulde sleuf wezenlijk anders. Het zettingsgedrag van de omliggende en bovenliggende aangevulde grond veroorzaakt de belasting op de buis. Door deze belasting zal de buis gaan ovaliseren, de last op de buis wordt kleiner en de grond naast de buis wordt meer belast. Hierdoor wordt de grond naast de buis verder verdicht en zal de tegendruk tegen de geovaliseerde buis groter worden. De buis zal door deze grotere zijdelingse steundruk op de buis niet verder ovaliseren.

Figuur 6.51 Schema grondbelasting flexibele buis [VPB]



Doordat de belasting wordt opgenomen door de omliggende grond betekent het dat bij een slechte verdichting naast de buis er onvoldoende steundruk wordt uitgeoefend op de buis. Het gevolg is dat de ovalisatie van de buis zal toenemen. Dit geeft het belang van een goede verdichting aan. De verdichting, het type van de aanvulling, de diepteligging en de keuze van de stijfheidsklasse van de buis moet zodanig zijn dat de vervorming van de buizen beneden de toegestane waarden blijven.

Naast de wezenlijk andere werking van de buizen ten opzichte van de betonnen buizen zijn er nog een aantal andere zaken waarop gelet moet worden. Door de grote lengte van de kunststof buizen zal de sleufbodem nauwkeurig onder de voorgeschreven helling en met een gelijkmatige verdichting van de sleufbodem afgewerkt moeten worden om na realisatie een goede afstroming te waarborgen. Het verdient aanbeveling om de hoogten regelmatig te controleren.

Bij de verdichting naast de buis dient er op gelet te worden dat door het smalle trilapparaat de buis, mede door het lichte gewicht, niet wordt weggedrukt. Voor de PVC buizen zonder een in de fabriek gevormde mof is het niet nodig om de sleufbodem ter plaatse van de koppelingen dieper te ontgraven, de koppelingen hebben nauwelijks dikte. Voor de buizen die in de fabriek zijn voorzien van een mof moet de sleufbodem wel dieper worden ontgraven.

De sterkte van de buis moet zowel op de uitwendige belastingen als de inwendige druk berekend zijn, rekening houdend met de betreffende aanvulgroep van de grond. Hierbij moet de betreffende drukklasse worden aangegeven in het bestek. De sleuf mag niet te lang open liggen, bij regen en een slecht doorlatende bodem bestaat er een grote kans op opdrijven van de buis.

Het aanleggen van leidingen van gres

Het ontgraven, aanvullen en de aspecten die daarbij van belang zijn is ook van toepassing op de gres buizen. Het gedrag van de buis in de grond kan worden vergeleken met die van een betonnen

buis. Een keramische buis is wat minder star dan de betonnen buis. De buizen met mof zijn te vergelijken met de betonnen buis en de kraagloze buizen zijn wat betreft de verweking ter plaatse van de koppeling te vergelijken met de kunststof buis zonder mof.

Bij het inkorten van buizen moeten we er op bedacht zijn dat er scheuren kunnen ontstaan in de buis. Dit is mede het gevolg van spanningen in de buiswand die door het bakproces zijn ontstaan.

Het opslaan en verwerken van het materiaal heeft speciale attentie nodig. Je moet van tevoren controleren of de buis nog heel is en geen scheuren vertoont. Deze controle kan op eenvoudige wijze gebeuren door er met een hamertje op te tikken. Een helder geluid geeft aan dat de buis nog goed is, een dof geluid geeft aan dat er een scheur in de buis aanwezig is.

Het plaatsen van rioolputten in vrijval leidingen

Betonnen rioolputten

Wanneer de aansluitende leiding aanzienlijk hoger is gelegen dan de onderkant van de rioolput, moet er altijd voor gezorgd worden dat er geen starre verbinding met de rioolput gemaakt wordt. Als gevolg van zettingsverschillen bestaat er grote kans op het knappen van de leiding bij de rioolput. Het toepassen van een flexibele verbinding door middel van een rubberring verbinding of een ingestort/ ingemetseld kort mofeinde voorkomt dit probleem. Deze constructie moet altijd toegepast worden bij de overgang van een onderheid naar een niet onderheid riool. Op een ingestort mofeinde moet worden aangesloten met een korter buisstuk. We spreken dan van een pendelstuk.

Vooraf wanneer de onderkant van de rioolput veel lager is dan de aansluitende rioolbuis moet er goed op gelet worden dat de grondaanvulling goed wordt verdicht. Het aanbrengen van gestabiliseerd zand onder de buis kan problemen op termijn voorkomen. Bij het aanbrengen van geprefabriceerde rioolputten moet de grond of de sleufbodem op de plaats waar de rioolput aangebracht moet worden, niet te diep ontgraven of afgewerkt worden. Dit om te voorkomen dat de rioolput dan als het ware gaat "hangen" aan het riool.

Kunststof rioolputten

De kunststof rioolputten van polypropyleen (PP) bestaan vaak uit één geheel. Rondom het bovenste gedeelte wordt een betonnen plaat aangebracht waarop na aanbrengen van de stellagen de rioolputafdekking kan worden aan gebracht op identieke wijze als bij de prefab betonnen rioolputten.

Rioolputafdekkingen

De rioolputafdekkingen moeten afhankelijk van de situatie waarin ze worden toegepast worden uitgevoerd voor licht- of zwaar verkeer. Wanneer er een reeel risico is dat het rioolwater de put uitkomt, kunnen geknevelde deksels worden toegepast. De deksels worden in dit geval met behulp van bouten vastgezet aan de rand. De onderliggende constructie moet dan wel zodanig zijn dat de "kop" van de rioolput door de water- en/of luchtdruk (ter plaatse van de put verzamelde en gecompriëerde lucht) niet losgedrukt kan worden van de rioolput.

Het leggen van aansluitleidingen

Het komt heel vaak voor dat er later nog extra aansluitleidingen gelegd moeten worden. Die situatie is niet eenvoudig, omdat er in het openbare gebied al de nodige kabels en leidingen liggen. Zowel de plaats als de hoogteligging van deze kabels en leidingen stemmen vaak niet overeen met wat is afgesproken of wat op de tekeningen staat aangegeven. Ook komen we menigmaal situaties tegen dat de gevels direct aan de openbare weg liggen. Mede door verbouwingen van deze panden in het

verleden is het meestal niet erg duidelijk welke leidingen er liggen en wat de functie ervan is. Dat maakt dat het vaak onduidelijk is wat en hoe het aangelegd moet worden. Onderstaande foto geeft weer wat voor situaties kunnen voorkomen.

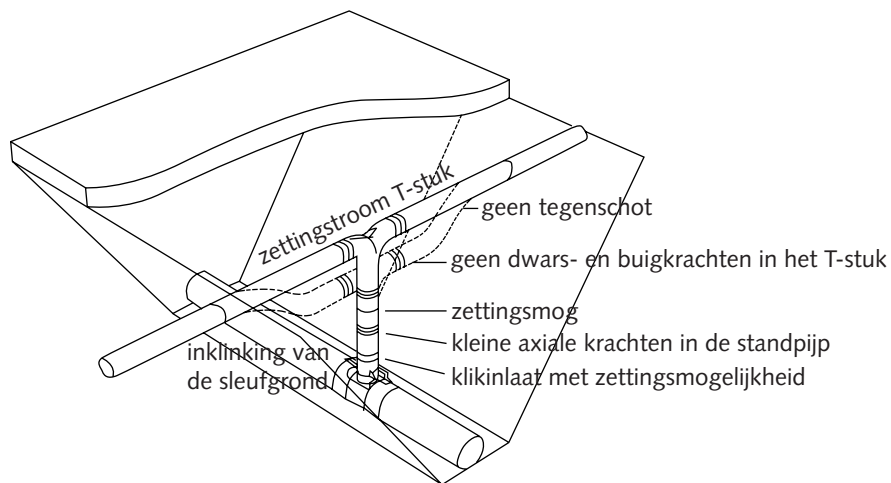
Figuur 6.52 Voorbeeld ingewikkelde aansluitleiding[Tauw]



Wanneer er aansluitleidingen op het riool moeten worden aangesloten, is het nodig om zogenaamde zettingsmoffen, vlak boven de inlaat op de buis in de standpijp aan te brengen. Het toepassen van zettingsmoffen in de standpijp van de aansluiting heeft als doel tegenschot in het leidinggedeelte tussen de perceelsgrens of de te plaatsen kolk te voorkomen.

De in de standpijp in te bouwen zettingsmogelijkheid moet overeen overeenkomen met de zetting die nog op kan treden na het verbinden van de aansluitleidingen met de standpijp. Van groot belang is of de aansluitleidingen meteen bij de aanleg van het transportriool op de standpijp worden aangesloten of pas later, bijvoorbeeld na de bouwfase. Je kunt hiervoor de volgende richtlijnen aanhouden:

- aansluiting direct bij aanleg van het transportriool:
 - betonriolen: inklinking $1/10$ à $1/20$ van buisdiameter + standpijplengte;
 - kunststof riolen: inklinking $1/10$ à $1/20$ van de standpijplengte.
- aansluiting in een latere fase:
 - beton riolen: zettingsmogelijkheid (zettingsstroom T-stuk of zettingsmof) inbouwen indien buisdiameter + standpijplengte $\geq 1,00$ m is;
 - kunststof riolen: tot een standpijplengte van 1,50 m is de zettingsmogelijkheid van de klik/keil-inlaat met zettingsmogelijkheid voldoende. Bij een grotere lengte van de standpijp moet er een extra zettingsmogelijkheid worden ingebouwd.



Figuur 6.53 Aansluitleiding met zettingsmof, er ontstaat geen tegenschot in de aansluitleiding [Wavin]

Wanneer het riool zeer diep ligt of als de diameter ervan groot is kan beter worden overgegaan tot het leggen van een "parallel" riool waar de aansluitleidingen op kunnen worden aangesloten. Dit parallelle riool kan juist boven het transportriool of parallel aan dit riool worden aangelegd. Het nieuwe riool moet worden aangesloten op de dichtstbijzijnde rioolput(ten). Ook wanneer het bestaande riool in het grondwater ligt kan een "parallel riool" uitkomst bieden doordat een parallel riool (veel) minder diep aangelegd kan worden. Wanneer de grondwaterstand heel hoog is ontkomt je er niet aan om voor de te maken nieuwe aansluitleiding de grondwaterstand met behulp van een (bron)bemaling tijdelijk te verlagen.

Het plaatsen van kolken

Kolken worden geplaatst als er gewerkt wordt aan de realisatie van de weg. Alle grond is aangevuld tot het gewenste niveau en de trottoirbanden worden aangebracht. Op de plaats waar de kolk moet komen wordt ruimte in de bandenlijn vrijgelaten voor de te plaatsen kolk. Er moet grond ontgraven worden om de kolk te kunnen plaatsen. Hierna wordt de kolk gesteld en aangesloten op de al aanwezige aansluitleiding. Zie figuur 6.54.



Figuur 6.54 Ruimte tussen de trottoirbanden voor de te plaatsen kolk.

Hoe de aansluiting plaats moet vinden op de aansluitleiding is aangegeven in paragraaf 6.1.4. Rondom de geplaatste kolk blijft maar een kleine ruimte over. Het verdichten van de grond rondom de geplaatste kolk is niet gemakkelijk. Heel vaak zakt de aangebrachte bestrating rondom de aangebrachte kolk weg waardoor er water blijft staan op de weg.

Kabels en leidingen

Bij rioolwerkzaamheden heb je altijd te maken met de in de grond liggende kabels en leidingen.

Met kabels en leidingen wordt bedoeld:

- elektriciteitskabels, laag- en hoogspanning;
- telefoonkabels, glasvezelkabels voor datatransport, signaalkabels, CAI (centraal antenne-inrichting) kabels;
- gastransportleidingen lokaal en landelijk;
- watertransportleidingen lokaal en regionaal;
- rioolwatertransportleidingen;
- riolen;
- koelwaterleidingen;
- oliepijpleidingen;
- leidingen waarvan de functie en de beheerder onbekend is (weesleiding);
- et cetera.

Al deze leidingen zijn in beheer bij verschillende leidingbeheerders. Iedere leidingbeheerder heeft zijn eigen systeem ontwikkeld om de leidingen op tekening te verwerken. Afstanden in het horizontale en verticale vlak zijn belangrijk. Daarnaast gelden voor de verschillende media ook geheel verschillende voorwaarden met betrekking tot de werkzaamheden in de nabijheid van de leidingen.

Omdat de kwaliteit van de door de leidingbeheerders te verstrekken tekeningen in veel gevallen onvoldoende is, moeten proefsleuven worden gegraven om de plaats en hoogteligging te kunnen vaststellen. In sommige gevallen kan gebruik worden gemaakt van grondradar, maar kan zeker nog niet het graven van proefsleuven vervangen.

Jaarlijks ca 40.000 graafincidenten.

Bij het uitvoeren van graafwerkzaamheden doen zich regelmatig graafincidenten voor. Dit kost veel geld. Uit onderzoek blijkt dat de directe schade aan kabels en leidingen ongeveer 40 tot 75 miljoen euro per jaar bedraagt. Naast de economische schade aan de kabel of leiding, leidt een graafincident ook tot onderbreking van de levering van gas, elektriciteit of telecomsignalen. Bovendien kan een graafincident levensgevaarlijk zijn voor de graver en de omgeving.

Storingen aan kabels en leidingen in uitbreidingsgebieden.

Uit de praktijk blijkt dat 65% van de storingen aan kabels en leidingen het gevolg is van grondroeringen in uitbreidingsgebieden waar nog geen definitieve GBKN (Grootschalige Basiskaart van Nederland) is. Er is daar nog geen uniforme topografie zodat iedere beheerder gebruikt maakt van zijn eigen matenplannen. De matenplannen zijn daarom niet "stapelbaar" en onvoldoende leesbaar. Daarnaast ontbreekt het aan uniformiteit in het inmeten van kabels en leidingen.

Om het aantal storingen en incidenten te beperken is een wettelijke regeling ontwikkeld; de wet Informatie uitwisseling Ondergrondse Netten, zie www.verminderinggraafincidenten.ez.nl. Het wetsvoorstel is op 5 februari 2008 aangenomen door de eerste kamer en is naar verwachting vanaf medio 2008 van kracht. De wet staat ook wel bekend onder de naam "grondroerdersregeling". Er volgen verplichtingen uit voor alle beheerders van kabels en leidingen.

Voor informatie over de ligging van kabels en leidingen kunnen we terecht bij het KLIC (Kabels en Leidingen informatiecentrum), www.klic.nl. Deze organisatie heeft inmiddels een digitaal uitwisselingssysteem om gegevens tussen netbeheerders en grondroerders te kunnen uitwisselen. Na inwerkingtreding van de wet gaat het Klic over naar het Kadaster, waar al nauw mee wordt samengewerkt, zie www.kadaster.nl/klic. Het kadaster zal het elektronisch uitwisselingssysteem verder uitbouwen. Dit zal volledig operationeel zijn in de loop van 2009.

Voor graven is door het CROW de "Richtlijn Zorgvuldig Graafproces" ontwikkeld. Deze richtlijn sluit aan bij de grondroerdersregeling. Verder is op dit gebied nog actief het KLO (het Kabels en Leidingenoverleg), dit is een samenwerkingsverband van netbeheerders, grondroerders en overheidsopdrachtgevers, zie www.graafschade-voorkomen.nl. De activiteiten van het KLO richten zich op het terugdringen van de graafschades in Nederland.

Sleufbekistingen

Wanneer de aan te leggen riolering te diep onder het maaiveld komt is het niet meer toegestaan om zonder voorzieningen de sleuf te graven. In dit geval is de veiligheid in het geding, er bestaat kans op instorten. Daarnaast kunnen er andere redenen zijn om de sleuf te voorzien van een sleufbekisting. In de volgende gevallen moet een sleufbekisting worden aangebracht:

- de bodem van de rioolsleuf is te diep onder het maaiveld;
- niet samenhangende grondsoort met gevaar voor afkalving, zoals veen, slappe klei, loopzand enz.;
- ruimtegebrek, in dit geval moet de sleuf zo smal mogelijk gehouden worden;
- verkeer te dicht langs de rioolsleuf, wat een zware belasting geeft op de grond naast de rioolsleuf met de kans op afkalving en instorten van de rioolsleuf;
- de rioolsleuf moet lang open blijven liggen, met gevaar voor afkalving en uitspoeling van de naast gelegen grond;
- beperking van het grondverzet om milieuredenen in de bodem bij een bodemverontreiniging.



Figuur 6.55 Rioolsleuf zonder en met [VPB] sleufbekisting

ACTIVERINGSVRAAG:

Kan je aangeven wat je opvalt in de linker en in de rechter foto?

Linker foto: De rioolsleuf is veel te diep om zonder sleufbekisting te werken. Daarnaast is de helling van de sleufwanden veel te steil, er is groot gevaar voor instorten van de sleuf met mogelijk zeer ernstige gevolgen. Rechter foto: De ruimte tussen de gegraven rioolsleuf en de sleufbekisting is veel te groot, met kans op in kalven van de gegraven sleufwand en verplaatsing van de sleufbekisting waar plotseling een grote kracht op kan werken. De vraag is of de sleufbekisting hier voldoende tegen bestand is. De rioolwerker staat met één been op de sleufbekisting. Hij loopt ernstig risico op een ongeval. Gezien de diepte van de sleuf is de werkbreedte naast de buis veel te krap, de werknemers zijn onvoldoende in staat om zich vrij te bewegen.

Er zijn verschillende manieren om rioolsleuven te bekisten. De keuze hangt mede af van de aanwezige grondsoort, de diepte van de rioolsleuf, verkeer enz. Het is noodzakelijk om op basis van een grondmechanisch onderzoek een goede sterkteberekening op te stellen. De sleufbekistingen moeten daarnaast voldoen aan alle wettelijke bepalingen en voorschriften, zoals Arbo. De volgende typen sleufbekistingen komen in aanmerking:

- stalen schotten voorzien van stempels;
- geheide damwand, welke afhankelijk van de berekening al of niet voorzien moet worden van een stempelconstructie;
- "berliner wand", dit is een constructie die bestaat uit een combinatie van houten of stalen schotten aangebracht tussen geheide stalen (I-)profielen. In een rioolsleuf wordt meestal nog een stempelconstructie tussen de I-profielen aangebracht.

Figuur 6.56 Sleufbekisting m.b.v. stalen damwand (Syncera) en een moderne vorm van een "Berliner wand" (Euro Verbau)



Werken met dergelijke constructies vindt meestal over een beperkte lengte plaats. Tevens moet er rekening gehouden worden met kruisende kabels en leidingen. Daarvoor is het vaak nodig om een speciale voorziening te maken.

Bemaling

De riolering moet altijd in den droge worden aangelegd. Indien de grondwaterstand te hoog is zal er een bemaling moeten worden aangebracht. Het grondwater moet tenminste tot 0,25m onder de te graven sleuf worden onttrokken.

Aan de hand van een bodemkundig hydrologisch onderzoek kan een bemalingsplan worden opgesteld. Dit bemalingsplan geeft aan hoe de bemaling moet plaatsvinden en om welke hoeveelheden te onttrekken grondwater het gaat. Op basis hiervan kan een beslissing worden genomen of een vergunning voor de onttrekking moet worden aangevraagd. Het is van belang om de invloed van de onttrekking op de belendende percelen aan te geven. Er dient, in verband met mogelijke verzakkingen, gelet te worden op niet onderheide constructies in de directe omgeving. Door het aanbrengen van peilbuizen kan dit gemonitord worden. Ook brengt het bemalingsplan de risico's in beeld als gevolg van de grondwateronttrekking bij de aanwezige bomen.

De kwaliteit van het grondwater moet bekend zijn in verband met de eisen die er gesteld worden aan het lozen van het opgepompte water op oppervlaktewater of in de bodem.

De Grondwaterwet stelt dat wanneer er meer dan 10 m³/uur ten gevolge van een bemaling ten behoeve van een bouwput of een sleuf wordt onttrokken er een vergunningsplicht geldt. De provincies zijn het bevoegde gezag. In hun provinciale verordeningen hebben de provincies uitzonderingen gemaakt voor bouwputten en sleuven. De vergunningplicht geldt meestal pas voor langdurige werken (meer dan 6 maanden) of voor heel grote bemalingen (bijvoorbeeld meer dan 100.000 m³

per maand). Er is wel een verplichting om alle grondwateronttrekkingen te melden bij de provincie. De proceduredtijd voor een vergunning is minimaal 6 maanden. Het is niet toegestaan om zonder vergunning te starten met de werkzaamheden.

De bemaling die het meest toegepast wordt is de bronbemaling. Bronbemaling passen we toe in grondsoorten waarbij er een verticale beweging van het grondwater plaats vindt.

Voor de bemaling van rioolsleuven onderscheiden we meestal drie typen bronbemaling:

- vacuümbemaling;
- spanningsbemaling.

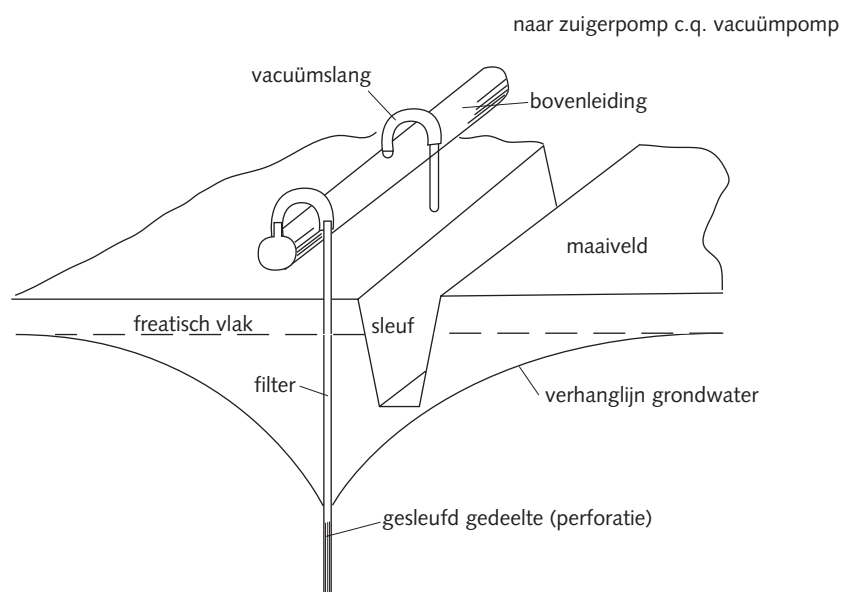
Vacuümbemaling is de bemaling die het meest wordt toegepast. Naast de bouwput of sleuf worden verticale filters aangebracht. Deze filters worden aangebracht met behulp van water en een spuitlans waarmee een gat in de grond wordt aangebracht. Zodra dit gat op de goede diepte is wordt de lans weer getrokken en wordt het filter geplaatst. Deze filter wordt aangesloten op een boven de grond en naast sleuf gelegen verzamelleiding, die door een vacuümpomp wordt bemalen. Daarom spreken we van een vacuümbemaling. De vacuümpomp zorgt voor een onderdruk in de filters waardoor het capillaire water naar het filter wordt 'gezogen', en de grondwaterstand wordt verlaagd. Het filter is een kunststof buis met een diameter variërend tussen de 2 en 4 inch. Het geperforeerde onderste gedeelte heeft een lengte van 1,0 – 2,0 m, daarboven komt een blind gedeelte dat 3,0 - 8,0 m lang is. De perforaties variëren tussen de 0,3 en 0,4 mm. De afstand tussen de filters varieert tussen de 1,0 en 4,0 m. De filters worden in groepen van 50 – 150 stuks aangesloten op de verzamelleiding. Bij een rioolsleuf worden de filters meestal aan één zijde van de sleuf geplaatst. Bij een brede sleuf zullen er aan beide zijden van de sleuf filters worden aangebracht.

Een spanningsbemaling wordt geplaatst wanneer we de spanning weg moeten halen. We hebben in dit geval te maken met een afsluitende laag waaronder zich spanningswater bevindt. Wanneer we een peilbuis aanbrengen dan zien we dat het niveau van het grondwater in deze buis tot boven de afsluitende laag uitkomt. Om de spanning weg te halen moeten we diepe filters aanbrengen en het water op grotere diepte onttrekken. Hierdoor is bij een ontgraving geen kans op opbarsten van de sleufbodem.

Indien het bemalingsplan aangeeft dat er risico's zijn met betrekking tot aangrenzende bebouwing dan kunnen we om de reikwijdte van de bemaling te beperken, de filters dicht op elkaar plaatsen en ook ondieper. In situaties waar dit risico zich niet voordoet, is er een vrijere keuze en kunnen filters verder uit elkaar en dieper geplaatst worden. Bij bronbemaling dient altijd gelet te worden op de aanwezige begroeiing en vooral op de bomen. Het verdient aanbeveling, ter controle van de onttrekking peilbuizen te plaatsen. Bij een te grote verlaging van de grondwaterstand, kan snel ingegrepen worden door het eventueel bijstellen of aanpassen van de installatie.

Onderstaande schets geeft een beeld van de vacuümbemaling.

Figuur 6.57 Verlaging van de grondwaterstand door bronbemaling



Figuur 6.58 geeft een foto van de bronbemaling met zuigerpomp.

Figuur 6.58 Bronbemaling met pompinstallatie



Ook het geluidsniveau van de installatie verdient aandacht. In een woonwijk dient het geluidsniveau overdag en 's nachts te voldoen aan de wettelijke- en plaatselijke bepalingen.

Om risico's met betrekking tot het te maken werk te beperken, is het van belang dat er een bedrijfszekere installatie is geïnstalleerd. Dat wil zeggen dat er zo nodig reserve pompen en/of aggregaten aanwezig moeten zijn die automatisch inschakelen. Het is afhankelijk van de risico's die we lopen met het werk. Er moet altijd een goede afweging tussen kosten en baten plaatsvinden.

Na het verwijderen van de installatie moet er op gelet worden dat ter plaatse waar de filters (bronnen) hebben gestaan, de bodem goed wordt afgedicht met bentoniet (zeer fijne klei). Dit om te voorkomen

dat er later wateroverlast ontstaat. Met deze bentoniet dichten we het kunstmatig aangebrachte "lek" in de bodem. We moeten deze afsluiting zeker aanbrengen als we afsluitende grondlagen hebben doorboord of wanneer er een risico is op kwel, bijvoorbeeld bij een hoge rivierstand. Ook is het belangrijk om het gat goed aan te vullen om latere verzakkingen in de weg te voorkomen.

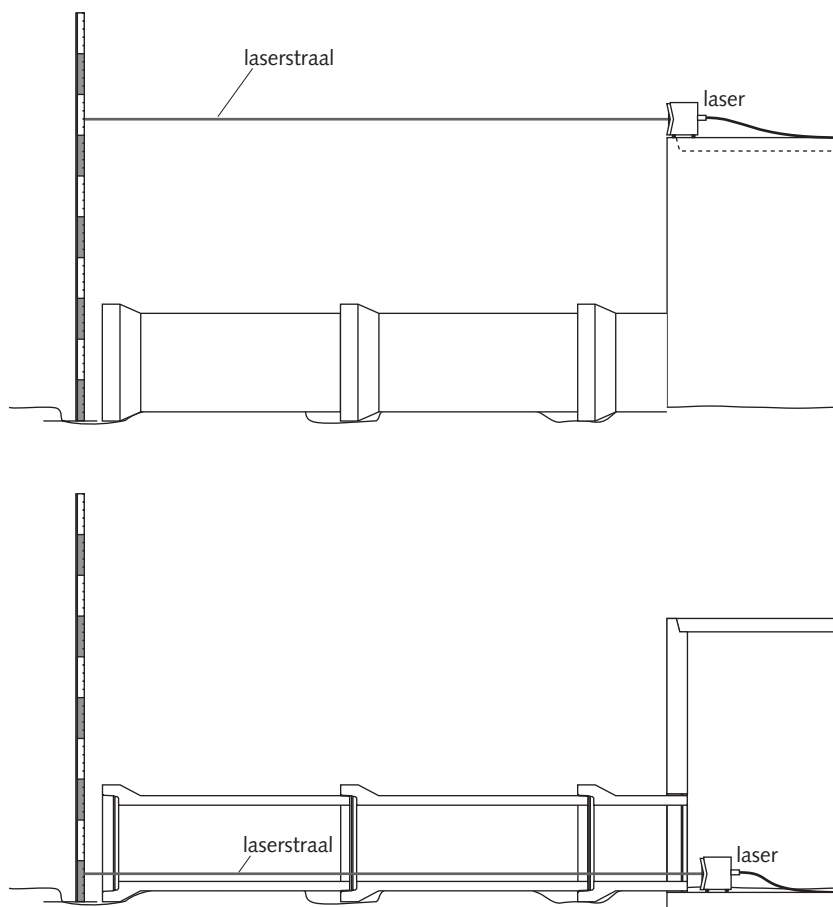
Hoogteligging riolering

Als startpunt voor de hoogte van aan te leggen riolen dient er altijd uitgegaan te worden van bouwen die onderdeel uitmaken van het NAP net. Rioolputafdekkingen in de straat kunnen in de loop van de tijd in de hoogte gewijzigd zijn. De directie moet er voor te zorgen dat de hoofdmaten in het werk worden aangegeven.

Het is belangrijk om bij de start van de uitvoering de bestaande hoogte van riolering waar op aangesloten moet worden nog eens te controleren. Ook de hoogte van kruisende leidingen moeten goed in de gaten worden gehouden. Hier geldt: 'regeren is vooruit zien'.

Het graven van proefsleuven is noodzakelijk omdat de informatie die is verkregen via het KLIC in de praktijk vaak afwijkt van de werkelijke situatie. We kunnen de hoogte van het aan te leggen riool eventueel nog bij de aanvang van het werk bijstellen. Op deze manier worden we gedurende het werk niet voor voldongen feiten geplaatst waarbij er niet of nauwelijks nog gecorrigeerd kan worden.

De hoogteligging van leidingen wordt uitgezet met behulp van een laser. Het is van belang dat de laser steeds goed ingesteld is. Regelmatig dient deze instelling dan ook gecontroleerd te worden. Minimaal dient er een dagelijkse controle van de laser plaats te vinden.



Figuur 6.59 Laser opstelling

Een laser moet stabiel en nauwkeurig waterpas geplaatst worden. Er moet op gelet worden dat de omstandigheden zodanig zijn dat er geen ontregeling kan plaatsvinden tijdens de uitvoering van het werk. Zo is plaatsing op een laatst gelegde buis uit den boze. Wanneer de volgende buis gelegd wordt is de instelling snel ontregeld.

Waar vooral tijdens de uitvoering op gelet moet worden is het hoogteverloop tussen de rioolputten. Het is heel erg vervelend om te constateren dat de hoogte ter plaatse van de rioolputten juist is, terwijl in het tussenliggende gedeelte er onjuiste hoogtes en mogelijk zelfs tegenschot kan voorkomen. In het bestek moet worden aangegeven welke afwijkingen ten opzichte van de op de bestek-tekening aangegeven theoretische helling getolereerd mogen worden. Het is van belang hier goed de hand aan te houden. We voorkomen hiermee dat we pas aan het einde van het werk constateren dat de ligging van het riool niet goed is.

Arbo aspecten

Werkzaamheden aan de riolering brengt risico's met zich mee. Te denken valt aan het betreden van de riolering maar ook de verkeersveiligheid bij opbrekingen. Hierna zullen kort de wettelijke regeling en de risico's worden aangestipt.

De Arbo-wet is van groot belang voor de rioolbeheerder. De ketenaansprakelijkheid bepaalt dat de verantwoordelijkheid voor de veiligheid bij de uitvoering van werken bij de opdrachtgever ligt. In de praktijk is dat meestal de rioolbeheerder. Voor risicovolle categorieën van werkzaamheden zijn er als uitwerking van de wet, algemene maatregelen van bestuur opgesteld. Dit zijn de zogenaamde "Arbobesluiten".

Figuur 6.60 Valbeveiliging onder hijsluik vuilwaterkelder



Voor het werken in en aan het rioelstelsel zijn Arbobesluiten opgesteld voor:

- nadere uitwerking van Risico Inventarisaties en Evaluaties (opstellen risico-inventarisatie en aan de hand van een plan van aanpak het uitvoeren van een evaluatie waarna veiligheidsmaatregelen of-voorschriften worden opgesteld);
- werken in besloten ruimten;
- contact met biologische agentia (ziekteverwekkers);
- werkzaamheden aan pompen en gemalen;
- valgevaar, verkeersveiligheid derden.

Arbouw heeft brochures opgesteld en geeft voorlichting over deze aspecten. Informatiebladen en brochures zijn te downloaden op: www.arbouw.nl/werkgever/beroepen-en-risicos

Zelftoetsvragen voor hoofdstuk 6

1. In Nederland worden betonnen, kunststof en gres rioelbuizen toegepast. Wat zijn de sterke en minder sterke punten van ieder van deze buissoorten? Welke buizen komen het eerst in aanmerking voor toepassing, indien men op zoek is naar:
a) grote buisdiameters, b) kleine buisdiameters;
A) buizen geschikt voor een grote verkeersbelasting, B) buizen, nauwelijks door verkeer belast; en tenslotte buizen die gelegd moeten worden in zand, klei en veen grond.
2. Hoe worden bij de betonnen, kunststof en gres rioelbuizen waterdichte verbindingen tot stand gebracht?
3. Op welke wijze worden de kolken, de woningen en de bedrijven op de riolering aangesloten? Verduidelijk een en ander met schetsen.
4. PVC-riolen zijn verkrijgbaar in de kleuren, grijs, (rood)bruin en groen. Wat is daar de bedoeling van?
5. Wat is de functie van (riool)putten? Wat zijn gebruikelijke afstanden tussen de rioelputten, of met andere woorden: wat zijn gebruikelijke lengten van rioelstrengen? Schets de opbouw van een prefab betonnen rioelput en benoem de belangrijkste onderdelen.
6. Hoe werkt een stankscherm in een trotoirkolk? Schets een kunststof trotoirkolk, en benoem de belangrijkste onderdelen.
7. Schets een rioelgemaal met natte opstelling. Geef de essentiële onderdelen aan en benoem ze. In hoofdstuk 5 en 6 is sprake van toerengeregelde pompen in rioelgemalen. In de rioelgemalen van welk type riolering zijn deze toerengeregelde pompen het meest op hun plaats?
8. Hoe voorkom je bij overstorten dat het oppervlaktewater waarop geloosd wordt, het rioelstelsel kan binnendringen? Verduidelijk een en ander met schetsen. Wat zijn de gevolgen indien het oppervlaktewater waarop geloosd wordt hoger komt dan het niveau van de overstortrand.
9. Schets een bergbezinkbassin en beschrijf de werking.
10. Is een wadi een zogenaamde 'groene berging', of een 'berging (retentie) buiten de riolering'? Beschrijf de werking van een wadi.
11. Wat zijn de belangrijkste overwegingen en keuzes bij het ontwerp en de vormgeving van een verbeterd gescheiden rioelstelsel? Denk aan: locatie van het rioelgemaal, locatie van de overstorten, het tracé, de verticale en horizontale ligging, waterdichte buizen of IT-riolen, enz. enz.
12. Een rioelstreng van een transportriool heeft een lengte van 70 m. De rioelbuis is een betonnen ronde buis met $D = 500$ mm, die onder een buisverhang $ib = 1/450$ wordt gelegd. De b.o.k. bij de beginput is $-0,84$ m. Bereken de b.o.k. bij de eindput.
13. Welke factoren 'spelen' er bij het berekenen van de grondbelasting op rioelbuizen?
14. De funderingsdruk van een rioelbuis wordt bepaald door de opleghoek. Geef een indicatie van de opleghoek van starre en flexibele buizen in draagkrachtige en weinig draagkrachtige grond.

15. Waarom wil je, als het enigszins kan, het gebruik van onderheide riolen voorkomen?
Welke andere mogelijkheden staan er dan nog ter beschikking?
16. Wat wordt verstaan onder het 'verbeteren' van een bestaand rioolstelsel? Hoe (d.w.z. volgens welke procedure) worden de verbetermaatregelen bepaald?
17. Welke verbetermaatregelen zijn nodig om een bestaand gemengd stelsel om te bouwen naar een verbeterd gescheiden stelsel?
18. Beschrijf, met gebruikmaking van schetsen, de belangrijke onderdelen en de werking van bronbemaling. Waar laat je het opgepompte water?
19. Beschrijf en schets het plaatsen en aanvullen van een PVC rioolbuis op een zandfundering.
20. Het is bij het leggen van kunststof buizen op een zandfundering van groot belang dat na het leggen van de buis, de zandgrond ter weerszijden van de buis goed verdicht wordt zonder dat de buis horizontaal en verticaal verplaatst. Geef aan waarom dat van groot belang is.
21. Beschrijf en schets de plaatsingsprocedure van grote betonnen rioolbuizen met voet in een drukke winkelstraat met weinig ruimte. Hoe wordt de hoogteligging van de buizen gecontroleerd?
22. Bij het ontgraven van de grond voor het leggen van een riool is het van belang dat men weet wat men zoal in de grond kan tegenkomen. Hoe kom je daar achter?
23. Voor een stadsuitbreiding moet een verbeterd gescheiden rioolstelsel worden aangelegd. Beschrijf in samenhang met de ontsluiting en de bebouwing van het gebied, de volgorde van de opeenvolgende werkzaamheden voor de aanleg van: de hemelwaterriolen, de vuilwaterriolen, de putten, de aansluitleidingen, de kolken en de huisaansluitingen.
24. Bij het werken in de rioleringsbranche, met name bij de uitvoering en de controle, zijn een aantal ARBO besluiten van groot belang. Noem een aantal veiligheidsaspecten en risico's die hierbij gelden.

7 Rioleringsbeheer

In dit hoofdstuk komt het rioleringsbeheer aan de orde. Na bestudering van dit hoofdstuk heb je inzicht in de verschillende activiteiten die in het kader van rioleringsbeheer worden uitgevoerd.

De volgende onderwerpen komen aan bod:

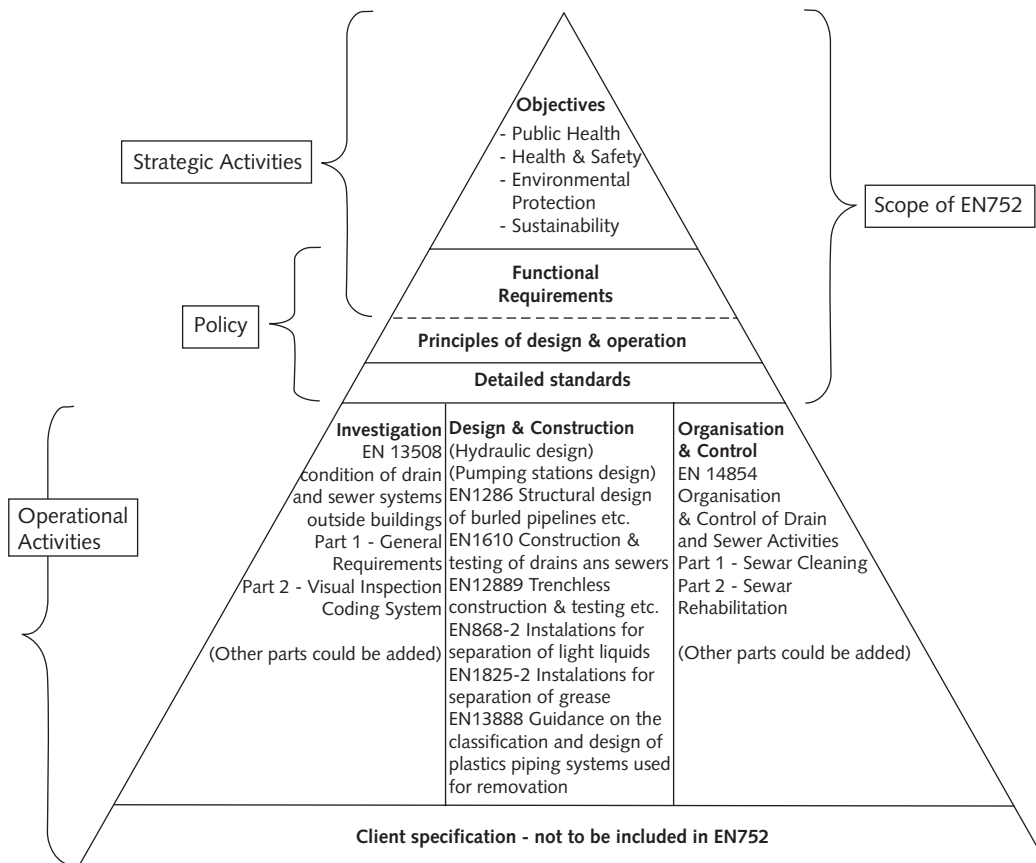
- § 7.1: begrippen en definities
- § 7.2: strategische- en beleidsactiviteiten
- § 7.3: operationele activiteiten
- § 7.4: systeem- en objectbeheer
- § 7.5: operationeel beheer

In hoofdstuk 3 is behandeld hoe het beheer in gemeentelijke planvorming wordt vormgegeven, hoe een gemeentebestuur hiermee omgaat en op welke manier het beheer wordt georganiseerd. In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de technisch-inhoudelijke aspecten van het rioleringsbeheer: welke procesmatige aspecten zijn te herkennen, welke activiteiten kunnen worden onderscheiden en welk verband bestaat daartussen.

7.1 Begrippen en definities

Onder beheer van riolering wordt verstaan het zorgen voor het functioneren van de riolering. Indien de beheerder de gemeente is, dan betreft dit de zorg voor alle rioleringsobjecten (riolen, putten, gemalen) die zich buiten gebouwen in de openbare ruimte bevinden (de buitenriolering), maar ook de zorg voor het functioneren van het totale rioleringsstelsel.

Het beheer van de buitenriolering is beschreven in de Europese norm NEN-EN 752. Deze norm is in belangrijke mate gebaseerd op de inmiddels vervallen Nederlandse Praktijkrichtlijn (NPR) 3220, waarin een kader voor het beheer in de Nederlandse situatie was gegeven. Behalve kaderstellend geeft NEN-EN 752 structuur aan de verdere normalisatie en standaardisatie van de buitenriolering in Europa. Zie onderstaande figuur.



Figuur 7.1 Structuur NEN-EN752 (bron: NEN)

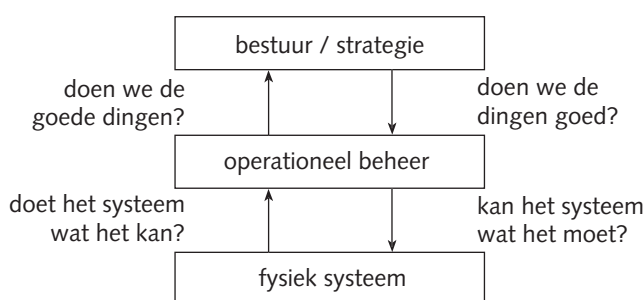
ACTIVERINGSVRAAG:
Vertaal de termen links naast de figuur en die in het bovenste gedeelte van de pyramide

Rioleringsbeheer zoals in dit hoofdstuk besproken heeft betrekking op het gemeentelijke rioleringsbeheer, zoals dat deel uitmaakt van de wettelijke zorgplichten.

Rioleringsbeheer omvat alle activiteiten, die zijn gericht op het laten functioneren van de riolering binnen vooraf vastgelegde kaders (zie figuur 7.2):

- beschreven in doelen, functionele eisen en maatstaven, die zijn vastgelegd in een door de gemeenteraad vastgesteld gemeentelijk rioleringsplan. Aan de hand hiervan wordt zowel het functioneren van de riolering als systeem als de fysieke toestand van de objecten in het systeem beoordeeld en kunnen gerichte beheeractiviteiten worden uitgevoerd. Zie *Leidraadmodule C2100, C2400, NEN 3398*;
- De activiteiten zijn gericht op het voorkomen dat de riolering niet meer naar behoren functioneert. Op verschillende niveaus binnen de gemeentelijke organisatie wordt hieraan invulling gegeven: de gemeenteraad is verantwoordelijk voor de beleidsmatige kaders. Burgemeester en Wethouders zijn verantwoordelijk voor de uitvoering, de ambtelijke organisatie zorgt voor de beleidsvoorbereiding en de concrete uitvoering.

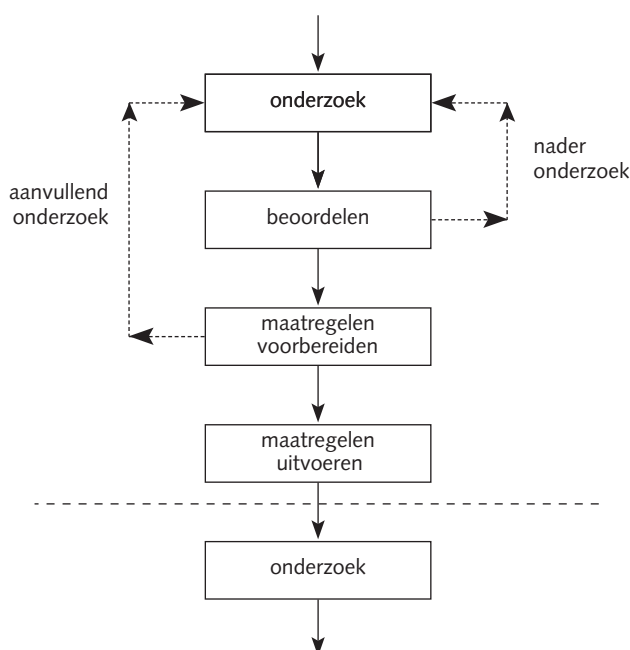
Figuur 7.2 Functioneren van de riolering (als systeem) binnen vastgelegde kaders (bron: Geoplan)



Bij de concrete dagelijkse uitvoering, het operationeel beheer, wordt een viertal basisactiviteiten onderscheiden zie figuur 7.3:

- onderzoek (1);
- beoordelen (2);
- opstellen (3) en uitvoeren (4) van maatregelen.

Figuur 7.3 Samenhang basisactiviteiten: het beheerproces (bron: NPR 3220)



De basisactiviteiten hebben een cyclisch karakter: de activiteiten komen steeds in eenzelfde volgorde terug.

Operationeel beheer is zowel gericht op het functioneren van het systeem riolering als op de toestand van de fysieke objecten in het systeem. Als de objecttoestand te wensen overlaat, heeft dit meestal ook gevolgen voor het functioneren van het systeem.

We concentreren ons in dit hoofdstuk op de activiteiten in het beheer die gericht zijn op de toestand van de objecten in de riolering. De beheeractiviteiten, die zijn gericht op het functioneren van de riolering, zijn in hoofdstuk 6 aan de orde geweest.

De doelen, functionele eisen en maatstaven zijn het instrument, waarmee kan worden getoetst of de beleidskaders, de strategie en het operationeel beheer, zoals de gemeenteraad die heeft vastgesteld, hebben geleid tot een functionerend systeem. De meetbaarheid van de (effecten van) beheeractiviteiten is daarmee mogelijk.

7.2 Strategische en beleidsactiviteiten

Beleidsactiviteiten

Iedere gemeente stelt zich ten doel te zorgen voor de inzameling en transport van al het afvalwater (inclusief hemelwater en overtollig grondwater), dat op haar grondgebied vrijkomt. Dit is een wettelijke taak. Rioleringsbeheer maakt deel uit van die zorgtaak. Door de wettelijke verbreding van de zorgtaken naar regenwater en grondwater is er feitelijk sprake van beleid voor de gemeentelijke watertaken.

De gemeenteraad geeft op hoofdlijnen richting aan de gemeentelijke zorgtaak. Dit werd tot voor kort aangeduid met gemeentelijk rioleringsbeleid.

Voorbeelden van deze hoofdlijnen kunnen zijn:

- de komende 10 jaar geven we absolute prioriteit aan het opheffen van de structurele grondwateroverlast of;
- het vervangen van oude riolering doen we alleen in combinatie met wegreconstructies.

Een gemeenteraad moet zich ook uitspreken over de *beleidsmatige* en *financiële* kaders waarbinnen het rioleringsbeheer moet worden uitgevoerd. Deze zijn vaak afgeleid van het collegeprogramma, waarin B&W na de gemeenteraadsverkiezingen de hoofdlijnen voor het totale gemeentelijke beleid heeft beschreven. Als voorbeeld:

de rioolheffing mag de komende 5 jaar met niet meer dan € 10 stijgen. Indien als gevolg daarvan te weinig financiële middelen beschikbaar zijn, dan heeft het verbeteren van het functioneren van systeem een hogere prioriteit dan het verbeteren van de toestand van de vrijvervalriolering.

Wat de zorgtaak voor riolering in de planperiode van een GRP inhoudt, is sterk afhankelijk van de lokale situatie. De lokale situatie wordt beschreven aan de hand van:

- de eisen, die aan het functioneren van de riolering, en de toestand van de objecten in de riolering worden gesteld (kwaliteitsdoelstellingen);
- het feitelijke functioneren van het systeem en de actuele toestand van de objecten.

Voor het vastleggen van de kwaliteitsdoelstellingen wordt gebruik gemaakt van de systematiek van doelen, functionele eisen en maatstaven, zoals al beschreven in § 4.2.

De gemeenteraad stelt het beleid vast, maar het is de beleidsmedewerker in de gemeentelijke organisatie die het rioleringsbeleid feitelijk voorbereidt.

Strategische activiteiten

Nadat het beleid met een raadsbesluit is vastgesteld, is in principe B&W vervolgens verantwoordelijk voor het realiseren daarvan ("met beleid aan de slag"). B&W legt daarover verantwoording af aan de gemeenteraad ("de raad is de baas").

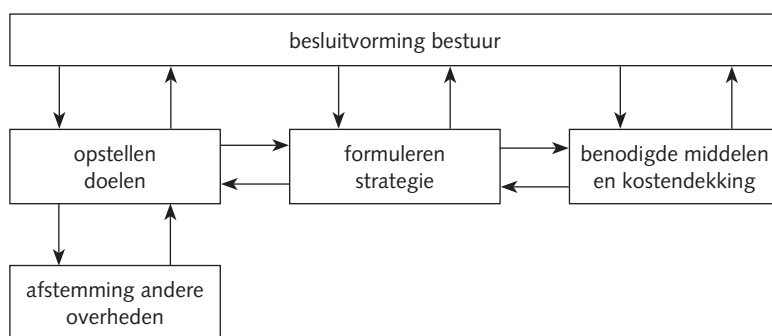
De ambtelijke organisatie is verantwoordelijk voor de verdere invulling en de uitvoering. Vastgesteld beleid kan niet zonder meer worden doorvertaald naar uitvoeringsplannen voor onderzoek en maatregelen. Eerst zal moeten worden nagegaan, welke aanpak mogelijk is binnen de kaders die door de gemeenteraad zijn gesteld. Een strategie beschrijft op hoofdlijnen die aanpak, waarmee beleidsdoelstellingen moeten worden gerealiseerd.

Daarbij moet rekening worden gehouden met zaken als:

- andere taakvelden binnen de gemeente
- de beschikbaarheid van financiële en personele middelen
- afstemming in het afvalwatersysteem.

Dit zal in de praktijk kunnen leiden tot verschillende strategieën. Niet elke strategie zal daarbij voldoen aan de vooraf geformuleerde uitgangspunten. Dat kan dan betekenen, dat uitgangspunten moeten worden bijgesteld. In dat geval zal er terugkoppeling naar B&W of de gemeenteraad moeten zijn. Een en ander is in figuur 7.4 schematisch weergegeven.

Figuur 7.4 Samenhang strategische en beleidsactiviteiten
(bron: NPR 3220)



Een voorbeeld uit de praktijk van een situatie waarin moet worden teruggekoppeld naar de gemeenteraad:

Er is vastgesteld, dat op 10% van de particuliere percelen sprake is van wateroverlast als gevolg van een structureel te hoge grondwaterstand. De gemeente is daarvoor verantwoordelijk en zal maatregelen moeten treffen. Als er voldoende financiële middelen beschikbaar worden gesteld, kan de overlast in 5 jaar worden opgeheven. Dat betekent dan wel dat de rioolheffing met 10% moet stijgen (strategie 1).

De gemeenteraad heeft als randvoorwaarde in het GRP vastgelegd, dat de rioolheffing niet meer dan 5% mag stijgen. Dat betekent, dat de overlast pas na 10 jaar is opgeheven (strategie 2). Door de komende 5 jaar de helft van de rioolvervangingen niet uit te voeren, komt daarmee financiële ruimte om de grondwateroverlast toch binnen 5 jaar op te heffen (strategie 3).

Een voorbeeld, waarin terugkoppeling niet nodig is:

Om inzicht te hebben in de toestand van de vrijvervalriolering moet in ieder riool gemiddeld 1x per 10 jaar een inspectie met rijdende tv-camera worden uitgevoerd. In de meerjarenbegroting is daarvoor budget beschikbaar.

ACTIVERINGSVRAAG:

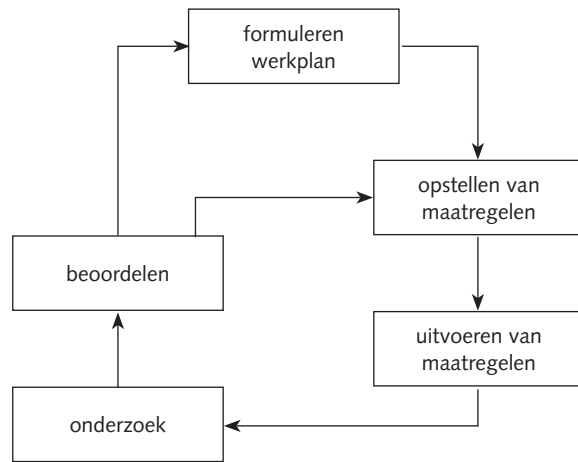
Ga op de website van de gemeente waarin je woont eens na, wat is terug te vinden van de betrokkenheid van de gemeenteraad bij het onderwerp rioleringsbeheer. Wanneer is voor het laatst een gemeentelijk rioleringsplan door de gemeenteraad vastgesteld? Kun je de belangrijkste beleidskaders terugvinden

Staat daar ook al iets in over het voorkomen van grondwateroverlast

Pas nadat de verschillende strategieën voor de basisactiviteiten zijn ingevuld, kunnen operationele programma's worden opgesteld.

7.3 Operationele activiteiten

Bij de dagelijkse uitvoering van rioleringsbeheer is het van belang, dat de verschillende activiteiten in samenhang worden uitgevoerd. Daarom worden werkplannen opgezet met bijbehorende planningen. Belangrijke kenmerken van rioleringsbeheer zijn het planmatige en het cyclische karakter. Zie figuur 7.5.



Operationeel beheer concentreert zich op een viertal basisactiviteiten:

- onderzoek: verzamelen, ordenen en verwerken van gegevens zodat informatie kan worden afgeleid over het functioneren van de buitenriolering en de toestand van de objecten daarin;
- beoordelen: het vaststellen van het verschil tussen de bestaande situatie en de gewenste situatie, en het geven van een oordeel over het eventuele verschil. De gewenste toestand is vastgelegd in doelen, functionele eisen en maatstaven;
- opstellen van maatregelen: plannen maken over waar, wanneer, welke maatregelen moeten worden uitgevoerd;
- uitvoeren van maatregelen: uitvoeren van de gemaakte plannen.

7.4 Systeem- en objectbeheer

Aan de riolering kunnen eisen worden gesteld, die zowel betrekking hebben op het functioneren van het systeem riolering als op de toestand van de fysieke objecten in het systeem.

Het operationeel beheer zal ook systeem- en objectgericht moeten zijn.

Van *systeemgerichte* basisactiviteiten is sprake, indien deze zijn gericht op het doorvoeren van aanpassingen in het *oorspronkelijk* functioneren van het systeem, bijvoorbeeld door de afmetingen van onderdelen in het systeem te wijzigen.

In de dagelijkse praktijk is vooral sprake van *objectgerichte* basisactiviteiten. Onderzoek en beoordelen zijn dan met name gericht op het aanpassen van de toestand van de objecten, bijvoorbeeld het vervangen van riolen zonder diameterwijziging. Als de buizen in een riool niet meer voldoende sterk zijn, waardoor er een kans op instorting is, dan moet het riool worden vervangen. Dit betekent dat de constructieve toestand wordt aangepast. Als de afmeting van het riool niet wijzigt, dan heeft dit geen gevolgen voor het oorspronkelijk functioneren van het totale systeem.

Het in stand houden van de vereiste afvoercapaciteit is systeembeheer. Dit gebeurt onder meer door riolen en putten regelmatig te reinigen. De afstromingstoestand wordt daarmee gewijzigd. De constructieve toestand van de riolen en putten blijft daarbij uiteraard ongewijzigd.

Figuur 7.5 Samenhang tussen werkplan en operationeel beheer (bron: NPR 3220)

ACTIVERINGSVRAAG:

Om inzicht te krijgen in de toestand van riolen en putten worden inspecties met rijdende tv-camera uitgevoerd. Om de constructie goed te kunnen waarnemen moeten vooraf de riolen en putten met hoge druk apparatuur worden gereinigd. De inspectie van riolen vindt gemiddeld 1 keer per 10 jaar plaats. Rioolreiniging gemiddeld 1 keer per 7 jaar. De kosten per kilometer riool zijn voor reiniging en inspectie ongeveer gelijk.

Bedenk welk werkplan voor reiniging en inspectie je hier zou kunnen toepassen

ACTIVERINGSVRAAG:

Geef aan waarom systeem- en objectbeheer niet los van elkaar kunnen worden beschouwd

Tabel 7.1 Overzicht systeem- en objectmaatregelen

In tabel 7.1 is de samenhang tussen systeem- en objectmaatregelen nader uitgewerkt.

Begrip	Kenmerk m.b.t. conditie van het object	Kenmerk m.b.t. functioneren systeem
Onderhoud	Ongewijzigd handhaven	Herstel oorspronkelijk functioneren
Reparatie	Bepaalde toestandswijziging	Herstel oorspronkelijk functioneren
Renovatie	Ingrijpende toestandswijziging (evenaren nieuwaanleg)	Herstel oorspronkelijk functioneren
Vervanging	Verwijderen bestaand object, plaatsen nieuw object	Herstel oorspronkelijk functioneren
Verbetering	n.v.t.	Aanpassen oorspronkelijk functioneren

7.5 Operationeel beheer

7.5.1 Onderzoek

Onderzoek is de eerste van de vier basisactiviteiten in het rioleringsbeheer. Onderzoek is gericht op het verzamelen van kennis over de werking van het rioolstelsel en over de toestand waarin de objecten in het stelsel zich bevinden.

Onderzoek behelst het verzamelen, ordenen en verwerken van gegevens zodat informatie kan worden afgeleid over het functioneren van de buitenriolering. Onderzoek omvat de volgende activiteiten:

- inventariseren;
- meten;
- berekenen;
- inspecteren;
- handhaven (controle van vergunningen en verordeningen).

Om effectief te kunnen beheren moet worden beschikt over kennis van:

- de werking van het rioolstelsel. Hiermee kunnen de effecten van uit te voeren beheer vooraf worden ingeschat;
- de toestand van het rioolstelsel en de omstandigheden waaronder het functioneert;
- de maatregelen die nodig zijn om het stelsel te laten functioneren volgens gestelde eisen.

Tevens is voorwaarde dat voldoende financiële en personele middelen beschikbaar zijn om alle informatie te verzamelen en te verwerken.

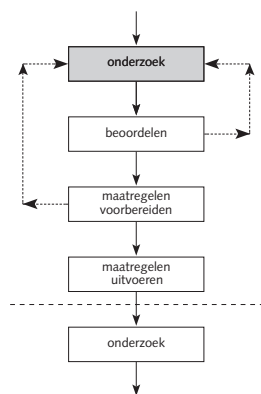
7.5.1.1 Onderzoeksdoel

Onderzoek is geen doel op zich, maar ontstaat uit een behoefte aan informatie. Informatie wordt afgeleid uit gegevens (data) die worden verzameld. Dit gebeurt door de gegevens te ordenen en te analyseren. Om doelmatig gegevens te verzamelen, moet het onderzoek een duidelijk doel hebben. Bij elk onderzoeksdoel hoort een gewenste kwaliteit en kwantiteit van gegevens.

Onderzoek kan gericht zijn op de toestand en het functioneren van objecten, en op het functioneren van het systeem.

Bij onderzoek worden algemene en specifieke onderzoeksdoelen onderscheiden:

- algemene onderzoeksdoelen hebben betrekking op het opstellen van een strategische (lange termijn) of een operationele (korte termijn) planning. Voorbeeld: bij de wegconstructie wordt overwogen om de aanwezige riolering, die 50 jaar oud is, te vervangen. Daarvoor is het nodig dat de toestand van riolen en putten in detail bekend is. Onderzoeksmethode: visuele inspectie met rijdende tv-camera vanuit de riolen. Voorafgaande aan de inspectie moet hoge-druk-reiniging plaatsvinden.



ACTIVERINGSVRAAG:

Geef aan wat de consequentie is als de toestandsinformatie over riolen en putten niet meer actueel is

- specifieke onderzoeksdoelen zijn gericht op:
 - het opheffen van onzekerheden, die zich voordoen als er sprake is van klachten en storingen, bijvoorbeeld stankklachten;
 - de keuze van maatregelen.
- Voorbeeld: als gevolg van aantasting van betonbuizen is besloten om de riolen te vervangen. Dit wordt uitgevoerd in combinatie met een wegconstructie die over 5 jaar is gepland. De onderzoeksvraag is of de riolen voldoende sterk zijn om die periode te overbruggen. Onderzoeksmethode: onderzoek doen door middel van boorkernonderzoek naar de sterkte van de buizen.
- de opleveringsinspectie, waarbij toestandsaspecten van nieuw aangelegde objecten worden verzameld;
 - controleren of vergunningen en verordeningen worden nageleefd.

7.5.1.2 Gegevens en informatie

Informatie wordt afgeleid uit gegevens (data) die worden verzameld. Dit gebeurt door de gegevens te ordenen en te analyseren. Voor een effectief beheer moeten eisen worden gesteld aan hoe gegevens worden verzameld en vastgelegd, geselecteerd, bewerkt en geanalyseerd.

De aard van de te verzamelen gegevens en de kwaliteit en kwantiteit worden bepaald door wat een beheerder met de gegevens wil gaan doen.

Kwaliteitsaspecten die daarbij een rol spelen zijn:

- de bron of herkomst;
- de nauwkeurigheid;
- de volledigheid;
- de consistentie;
- de betrouwbaarheid;
- de mutatiefrequentie.

In theorie zijn deze kwaliteitsaspecten logisch. In de praktijk blijkt dat helaas een stuk minder vanzelfsprekend te zijn.

Het verzamelen van meer gegevens dan nodig, leidt tot informatieinflatie.

De verzamelde gegevens worden in een geautomatiseerd rioleringsbeheersysteem vastgelegd.

7.5.1.3 Inventariseren van gegevens

Inventariseren is het verzamelen van:

- ontwerp- en revisiegegevens van de objecten in de riolering;
- gegevens van plaatselijke omstandigheden;
- gegevens over de toestand van de objecten;
- gegevens over het functioneren van de riolering.

Inventariseren heeft betrekking op vaste en variabele gegevens.

Vaste gegevens hebben betrekking op de structuur en de opbouw van het rioelstelsel.

Variabele gegevens wijzigen in de tijd, zoals bijvoorbeeld de toestand van een riool.

Gegevens die je nodig hebt worden verzameld door het terrein in te gaan of door ze te zoeken in bestaande informatie, bijvoorbeeld in digitale bestanden.

7.5.1.4 Inspecteren

Bij het inspecteren worden alleen gegevens verzameld over de toestand van de objecten in de riolering. De aangetroffen toestand wordt door de inspecteur systematisch beschreven.

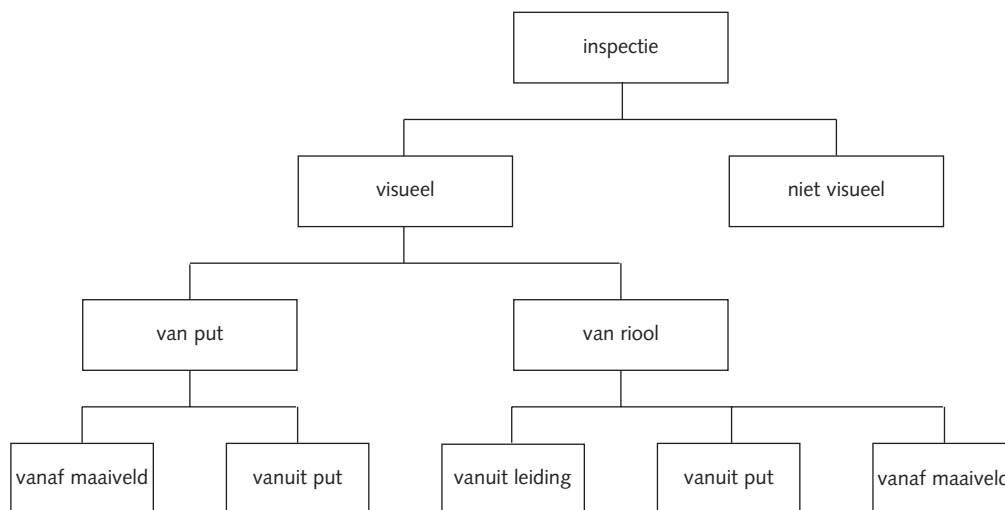
Men onderscheidt de volgende inspectiedoelen:

- inspectie ten behoeve van een strategische (lange termijn) of een operationele (korte termijn) planning;
- inspectie bij klachten en storingen;
- inspectie voor de keuze van maatregelen;
- opleveringsinspectie;
- inspectie vanwege vergunningen en verordeningen;

Onderscheiden worden methoden voor visuele en niet visuele inspectie. Niet visuele inspectiemethoden omvatten veelal metingen.

In figuur 7.6 is het overzicht van inspectiemethoden weergegeven.

Figuur 7.6 Overzicht inspectiemethoden (bron: Stichting RIONED)



De beste inspectiemethode is de methode, die het best past bij het onderzoeksdoel. In tabel 7.2 is de relatie aangegeven tussen mogelijke onderzoeksdoelen en te kiezen inspectiemethoden.

Tabel 7.2 Relatie onderzoeksdoel en inspectiemethoden (Bron: Stichting RIONED)

inspectie- methode	onderzoeksdoel					
	algemeen		specifiek			
	strategische planvorming	operationele planvorming	opheffen onzekerheden	keuze van maatregelen	opleverings- inspectie	verordeningen, vergunningen
object put						
visueel vanuit put	-	-	+	+	**	+
niet-visueel	-	+	++	++	++	++
object riool						
visueel vanuit put	++	+	-	-	-	-
visueel vanuit riool	+	++	+	+	**	+
niet-visueel	-	+	++	++	**	++
verklaring van de tekens:						
** sterk gerelateerd, toepassing normatief;						
++ sterk gerelateerd;						
+ relatie aanwezig;						
- geen relatie.						

ACTIVITEITSVRAAG:

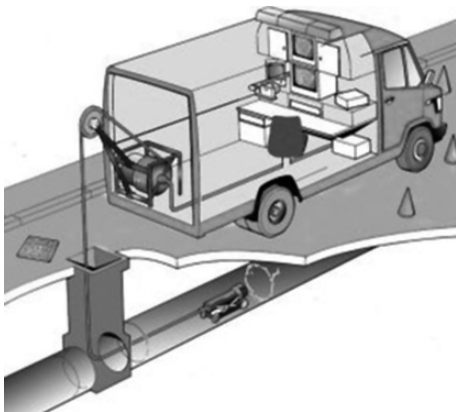
Welke inspectiemethode past het best bij:

A De oplevering van nieuw aangelegde riolen

B Het bepalen of een bestaand riool bij een wegconstructie moet worden vervangen

De visuele inspectiemethoden worden nu nader beschreven;

- visuele inspectie van het riool vanuit de put:
 - visuele inspectie zonder technische hulpmiddelen: de toestand wordt waargenomen met rioolspiegels of door rechtstreekse waarneming na betreding van de put;
 - put-foto- of put-video-inspectie: de toestand wordt met optische hulpmiddelen waargenomen, zonder de put zelf te betreden. De beeldapparatuur wordt voor de uitmondning van de put in het riool gehouden.
- visuele inspectie van het riool vanuit het riool:

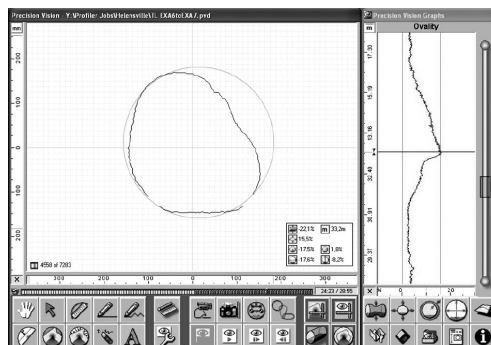
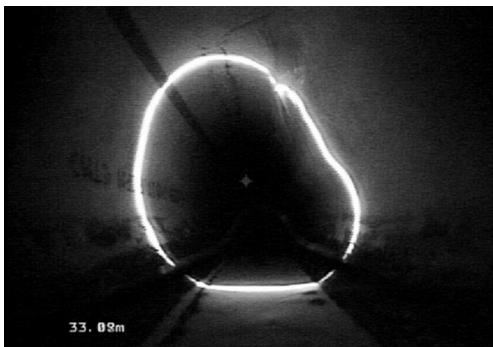


Figuur 7.7 Visuele inspectie van het riool met behulp van een rijdende tv-camera

- visuele inspectie met behulp van een zich door het riool voortbewegende tv-camera. Het riool moet vooraf worden gereinigd;
 - persoonsinspectie: indien de buisdoorsnede hiervoor toereikend is, kan de inspectie worden uitgevoerd door een persoon, die zich door het riool verplaatst. Het riool moet vooraf worden gereinigd.
 - visuele inspectie van de put vanuit de put:
 - al dan niet met optische hulpmiddelen en zonder de put te betreden vanaf het maaiveld
 - put-foto- of put-video-inspectie: de toestand wordt met foto- of video apparatuur vastgelegd, zonder de put zelf te betreden. De beeldapparatuur wordt in het inwendige van de put gehouden.
 - tv-camera inspectie vanaf de putbodem: de toestand wordt vastgelegd met een rijdende tv-camera.
- Voor alle methoden, waarbij het riool wordt betreden, geldt dat een scala van veiligheidsmaatregelen moet worden genomen. Dat is niet omdat elk riool dat in bedrijf is een gevaarlijke omgeving is. Riolen liggen bovendien meestal in de openbare weg en dat is ook geen veilige omgeving om in te werken. In het kader van de veiligheid gelden (wettelijke) voorschriften, die moeten worden nageleefd.

Niet-visuele inspectiemethoden

Bij niet-visuele methoden worden waarnemingen gedaan zonder gebruik te maken van optische hulpmiddelen als camera's. Deze methoden zijn vooral gericht op het registreren van de toestand van de objecten.



Figuur 7.8 Voorbeeld van meten van deformatie van leidingen. Bron: www.cleanflowsystems.com

ACTIVERINGSVRAAG:
Bekijk op de website van [cleanflowsystems](http://www.cleanflowsystems.com) de verschillende meettechnieken voor riolen

ACTIVERINGSVRAAG:

Zoek in Leidraadmodule C2400 het overzicht met de visuele- en niet visuele inspectiemethoden. Ga na met welke niet visuele methode je kunt bepalen hoeveel de wand van een betonbuis chemisch is aangetast

Visuele inspectie is een methode, die zich de afgelopen 25 jaar sterk heeft ontwikkeld. In principe moet van ieder riool en iedere put in de vrijvervalriolering in Nederland beeldinformatie beschikbaar zijn, voorzien van een standaard toestandsregistratie.

Bij alle vormen van visuele inspectie worden de waarnemingen (de toestandsaspecten) vastgelegd volgens een uniform classificatiesysteem. Dit classificatiesysteem is vastgelegd in de Europese NEN-EN 13508 deel 2. Voor de Nederlandse situatie wordt aanvullend daarop NEN 3399 "Classificatiesysteem bij visuele inspectie van objecten" gebruikt. Beide normen zijn onverbrekelijk met elkaar verbonden. Voor de uitvoering van visuele inspecties moet de beheerder dus beide normen voorschrijven teneinde een goed inspectieproduct te kunnen krijgen.

Het classificatiesysteem is in feite een gestandaardiseerde lijst van beelden of toestandsaspecten die in riolen en putten zijn te herkennen. Voor ieder toestandsaspect is in het systeem een hoofdcode beschikbaar. In totaal zijn er 28 hoofdcodes voor de toestandregistratie in riolen.

Voorbeelden van hoofdcodes voor toestandsaspecten in riolen:

- BAG: instekende inlaat;
- BBD: binnendringen van grond;
- BBF: infiltratie van grondwater;
- BDD: waterpeil.



Figuur 7.9 Voorbeelden van hoofdcodes BAG, BBD en BBF (van links naar rechts)

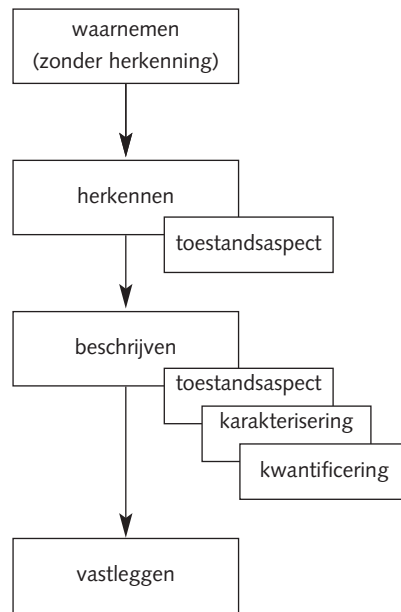
Voor de Nederlandse situatie geldt dat:

- een hoofdcode bestaat uit drie letters;
- een nadere specificatie van het toestandsaspect wordt aangegeven met maximaal twee extra letters;
- de detailbeschrijving van een toestandsaspect gebeurt met een klasse aanduiding (1 tot 5). Klasse 1 betekent dat het betreffende toestandsaspect niet of in zeer geringe omvang is waargenomen. Klasse 5 betekent dat het betreffende toestandsaspect in een maximale omvang is waargenomen. Het maximum is in NEN 3399 gedefinieerd.

Voor de foto's bij figuur 7.9 hiervoor is de volledige codering (van links naar rechts):

- BAG klasse 5: instekende inlaat, waarbij de insteeklengte groter is dan 25% van de leidinghoogte
- BBD A klasse 5: binnendringen van grond in de vorm van zand, waarbij de buisdoorsnede voor meer dan 25% is belemmerd
- BBF klasse 5: naar binnengutsend grondwater

In figuur 7.10 is het principe van visuele inspectie volgens NEN 3399 weergegeven.



Figuur 7.10 Het principe van visuele inspectie volgens NEN 3399 (bron: Stichting RIONED)

NEN 3399 gebruikt een systeem met klassen om te registreren wat je ziet. De klassen zeggen niets over hoe ernstig een toestand is. Immers; aangeven of iets goed of slecht is, is in feite beoordelen. Tijdens inspectie vindt geen beoordeling plaats. Beoordeling is de tweede basisactiviteit.

Hieronder is in figuur 7.11 een deel van het coderingssysteem weergegeven. Het volledige overzicht kan worden gedownload op de website van Stichting RIONED.

Figuur 7.11 Uitsnede uit het coderingssysteem volgens NEN 3399 (bron: Stichting RIONED)

Tabel: codes toestandsaspecten voor visuele inspectie van het riool vanuit het riool volgens NEN 3399

Hoofdcode	Karakterisering 1	Karakterisering 2	Kwantificering 1,2	klasse	omschrijving klasse
Code Omschrijving	Code Omschrijving	Code Omschrijving	omschrijving		
BAA Deformatie Attentie: alleen flexibele buizen	A vertikaal B horizontaal		---	1	niet geconstateerd
			---	2	deformatie <= 5% van de dwarsdoorsnede
	---		3	5% < deformatie <= 10% van de dwarsdoorsnede	
	---		4	10% < deformatie <= 15% van de dwarsdoorsnede	
	---		5	deformatie > 15% van de dwarsdoorsnede	
BAB Scheur		A axiaal		1	niet geconstateerd
		B in de omtrek		2	oppervlakte scheur - een scheur alleen in het oppervlak
		C gecompliceerd		4	scheur - zichtbare scheurlijnen op de buiswand, brokken nog op hun plaats
		D spiraal		5	scheur - zichtbaar open scheuren in de buiswand, brokken nog op hun plaats
BAC breuk / instorting			lengte van de breuk	1	niet geconstateerd
			in mm als deze	2	breuk - delen van de buis zichtbaar verplaatst, maar niet ontbrekend
			< 1.000 mm	4	ontbrekend - delen van de wand ontbreken
				5	instorting - compleet verlies van structurele stabiliteit
BAD defectieve bakstenen of defectief metselwerk	A een volgende laag bak- stenen of metselwerk is zichtbaar			1	niet geconstateerd
				B niets is zichtbaar	2
				3	ontbrekend
				4	ingezakte bodem
	in mm -->			5	instorting
BAE ontbrekende metselspecie				1	niet geconstateerd
				2	speciediepte <= 10mm
				3	10 mm < speciediepte <= 20 mm
				4	20 mm < speciediepte <= 40 mm
				5	speciediepte > 40 mm
BAF oppervlakteschade		A mechanische schade		1	niet geconstateerd
		B chemische aantasting - algemeen		2	afbrokkelen van het oppervlak, zichtbare toeslagstof, aantastingsmateriaal op het oppervlak
		C biochemische aantasting boven waterpeil		3	toeslagstoffen die buiten het oppervlak uitsteken of zichtbare wapening
		D chemische aantasting onder waterpeil		4	ontbrekende toeslagstoffen of wapening die buiten het oppervlak uitsteekt
		E oorzaak onduidelijk		5	ontbrekende wand of aangetaste wapening
BAG instekende inlaat (ook registreren BCA)				1	insteeklengte <= 10% van de leidinghoogte
				3	10% < insteeklengte <= 25% van de leidinghoogte
				5	insteeklengte > 25% van de leidinghoogte
BAH defectieve aansluiting				1	niet geconstateerd

Classificatie van toestandsaspecten vereist bijzondere vaardigheden van de inspecteur, die hiervoor door Stichting RIONED wordt opgeleid. Bovendien valt visuele inspectie bij ISO-gecertificeerde inspectiebedrijven onder een landelijke beoordelingsrichtlijn (BRL).

7.5.1.5 Meten

Meten is een onderzoeksmethode, gericht op het verzamelen van gegevens over:

- de toestand van objecten;
- het functioneren van het rioolstelsel.

Voorbeeld van verzamelen gegevens over het functioneren van het rioolstelsel: inzicht of de afvoercapaciteit van de regenwaterriolering aan de ontwerpeisen voldoet. Methode: debietmeting in het riool tijdens neerslag, en gelijktijdig meting van de neerslag.

Meten vereist een systematische aanpak, waarbij afhankelijk van het doel op planmatige wijze metingen worden uitgevoerd en de gegevens worden bewerkt tot informatie, die kan worden geanalyseerd.

Meetdoelstellingen zijn nodig, zodat duidelijk is wat precies moet worden gemeten; welke meetgegevens we nodig hebben en hoeveel data minimaal vereist zijn.

Meetdoelstelling kunnen zijn:

- het kwantificeren van de toestand en het functioneren van objecten. Hierbij wordt door metingen getoetst of aan vooraf gestelde criteria wordt voldaan;
- het toetsen van de effectiviteit van een uitgevoerde maatregel;
- het valideren of kalibreren van theoretische rekenmodellen.

Een voorbeeld van meetdoelstellingen:

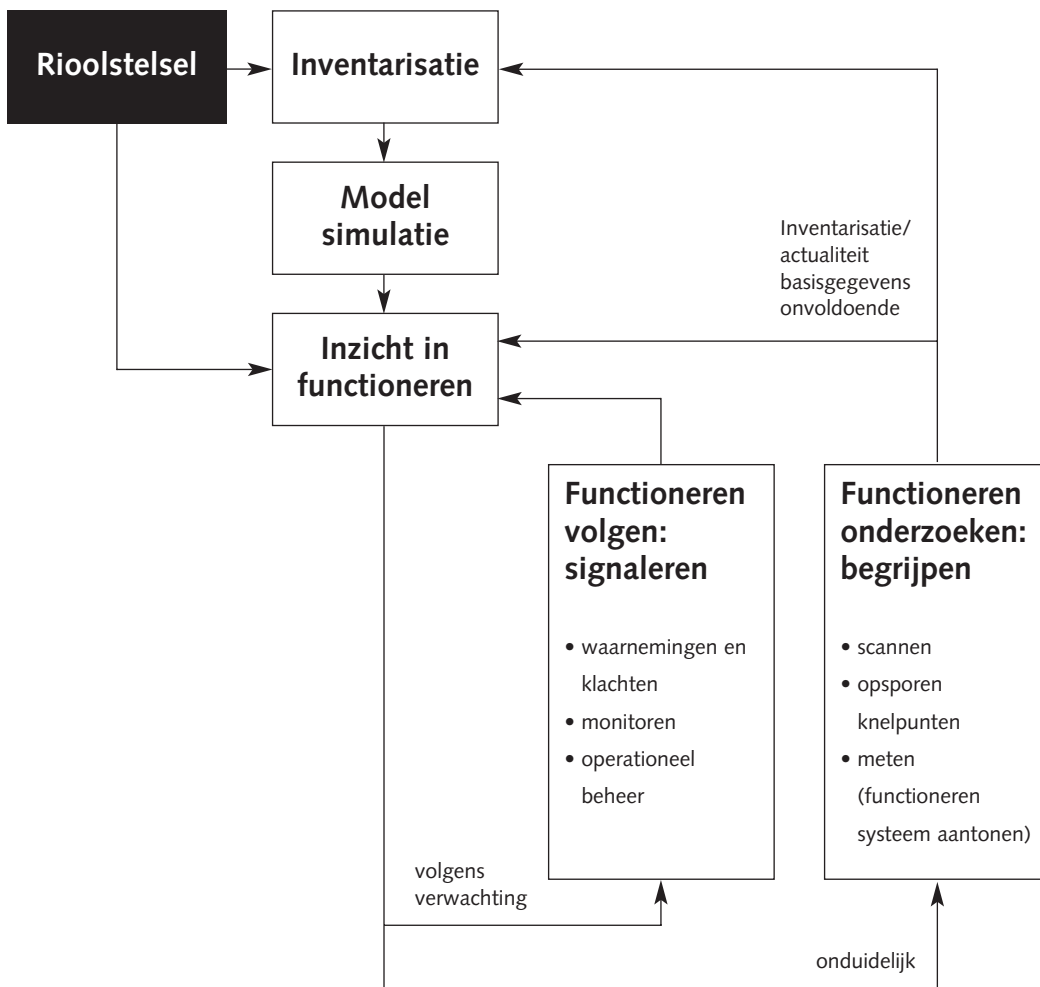
- verkrijgen van inzicht in de hoogteligging van het riool. Meetmethode: hellingshoekmetingen tijdens tv-camera inspectie of meten van de binnenonderkant van de buis ten opzichte van NAP;
- verkrijgen van inzicht of het afkoppelen van regenwateraansluitingen op vuilwaterriolering effect heeft gehad. Meetmethode: registratie en analyse van draaiuren van het rioolgemaal en de neerslaggegevens.

Het verzamelen van gegevens over het functioneren van rioolstelsels is vanwege onder meer het veranderende klimaat een belangrijk thema.

Het functioneren van het rioolstelsel kan vanuit twee invalshoeken worden bekeken:

- het continu volgen van het functioneren (volgen door te monitoren);
- specifiek onderzoek naar het functioneren (begrijpen door gerichte meting).

In figuur 7.12 is dit weergegeven.



Figuur 7.12 Meetinvalshoeken bij het verzamelen van gegevens over het functioneren van rioolstelsels (bron: Stichting RIONED, Leidraad Riolerings module C2300)

Metten aan rioolstelsels is kostbaar en tijdrovend. Berekeningen kunnen relatief snel en goedkoop worden uitgevoerd. Berekeningen zijn niet een volwaardig alternatief voor meten, maar kunnen afhankelijk van het onderzoeksdoel wel relevante gegevens opleveren.

7.5.1.6 Berekenen

Berekenen is een onderzoeksactiviteit waarbij met (computer)berekeningen het functioneren van het rioolstelsel (het systeemgedrag) of het functioneren van objecten in het rioolstelsel of de bepalingen van de restlevensduur van het rioolstelsel worden nagebootst.

Om het functioneren van een rioolstelsel te kunnen beoordelen moeten computersimulaties worden uitgevoerd. De methodiek is beschreven in module C2100 van de Leidraad Riolerings. Het onderwerp berekeningen is aan de orde geweest in hoofdstuk 5.

Een goede beoordeling van de kwaliteit van objecten in een rioolstelsel is niet mogelijk op basis van alleen visuele inspectie. Zo levert niet-visueel onderzoek door bijvoorbeeld het maken van boorkernen aanvullende informatie op voor ondermeer sterkteberekeningen. Bij dit type berekening wordt op basis van een constructieberekening vastgesteld welke veiligheid bestaat tegen bezwijken van de constructie. Informatie over dit type berekeningen is te vinden in de CUR/VB publicatie nr. 122 en NEN 3650.

Een geheel ander type berekening heeft betrekking op de prioriteitbepaling van vervangingsmaatregelen. Zoals elke technische constructie verouderen ook riolen als gevolg van mechanische (slijtage, beschadiging) of fysische (aantasting, stabiliteitsverlies) processen. De meeste softwarepakketten voor beheer van de riolering zijn voorzien van gedragsmodellen waarmee een schatting kan worden gemaakt van de restlevensduur. Met behulp van deze modellen wordt door extrapolatie van inspectieresultaten eventueel aangevuld met een multicriteria-analyse met wegingsfactoren een uitspraak gedaan over de te verwachten restlevensduur. De berekeningsresultaten moeten, gelet op de statistisch zeer slecht onderbouwde informatie, met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd.

7.5.1.7 Controle vergunningen

Een gemeente treedt als beheerder van de buitenriolering op als bevoegd gezag, maar is zelf ook onderworpen aan regelgeving. In hoofdstuk 3 worden de besluiten en vergunningen genoemd, die direct te maken hebben met de objecten (toestand of functioneren) of het functioneren van het rioelstelsel.

Voor de controle op de naleving ervan moeten werkzaamheden worden verricht.

Deze controleactiviteiten kunnen bestaan uit:

- het opsporen van foutieve aansluitingen en illegale lozingen;
- administratieve controles;
- bemonsteringen en metingen.

7.5.2 Beoordelen

Beoordelen is een basisactiviteit in het beheerproces. Beoordelen is zowel gericht op het beoordelen van de toestand en het functioneren van rioleringsobjecten als op het functioneren van de riolering. Hulpmiddelen die je behulpzaam kunnen zijn bij dit proces zijn NEN 3398: onderzoek en toestandsbeoordeling van objecten en Stichting RIONED Leidraadmodule C2400: inspectie en beoordeling. In deze paragraaf wordt vooral ingegaan op het beoordelen van het toestand van rioleringsobjecten.

7.5.2.1 Beoordelingsproces op hoofdlijnen

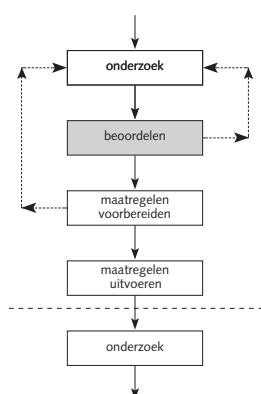
Beoordelen is gericht op het vaststellen van (de noodzaak van) maatregelen. Beoordelen is met name gericht op het beantwoorden van de volgende vragen:

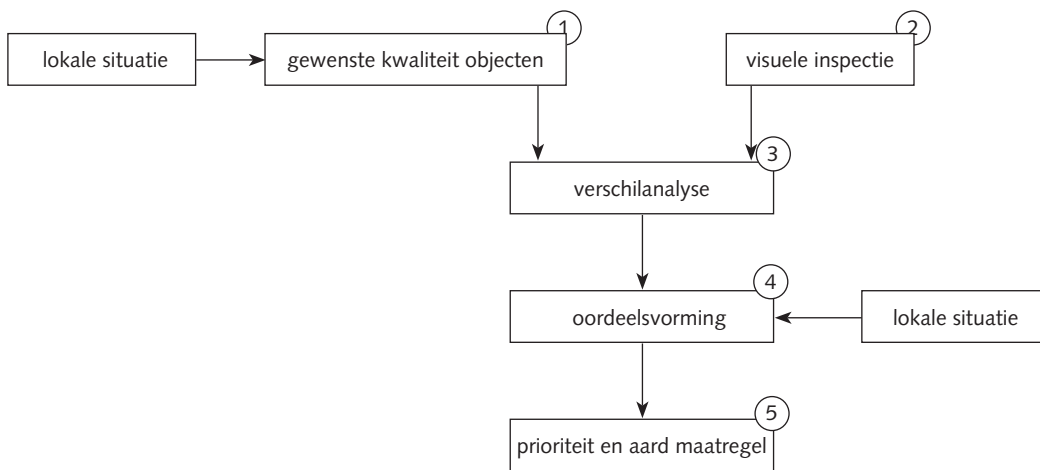
- wanneer moeten maatregelen worden getroffen (de prioriteit);
- wat is de aard van maatregelen (vervangen, repareren, rooveren, onderhoud).

De aard van de maatregel is afhankelijk van de aard en de ernst van de geconstateerde afwijkingen ten opzichte van de gewenste situatie. De prioriteit is in hoofdzaak afhankelijk van het risico dat wordt gelopen als een maatregel niet tijdig wordt getroffen.

Beoordeling van rioleringsobjecten vindt plaats binnen de context van het rioelstelsel. Hierbij wordt alleen rekening gehouden met de omstandigheden, die betrekking hebben op het rioelstelsel. Afstemming binnen de context van de gemeentelijke buitenruimte vindt pas plaats nadat de prioritering en de aard van de maatregelen is vastgesteld.

Het beoordelingsproces is weergegeven in figuur 7.13 en wordt aansluitend besproken.





Figuur 7.13 Beoordelingsproces (bron: Stichting RIONED)

- 1 Bepaal de gewenste kwaliteit van de objecten. Hou daarbij rekening met de lokale situatie die is gebaseerd op de doelen en functionele eisen, zoals vastgelegd in het gemeentelijk rioleringsplan.
- 2 Verzamel gegevens door het uitvoeren van (visuele) inspectie
- 3 Verschilanalyse
Vastgesteld wordt of er verschil is tussen het gewenste functioneren cq de gewenste toestand en de feitelijk aangetroffen situatie.
- 4 Oordeelsvorming
Geef een oordeel over de geconstateerde verschillen in de verschilanalyse. Het is van belang om daarbij de lokale omstandigheden te betrekken, evenals de aard, oorzaak, ernst, en omvang van de tekortkomingen.
- 5 Urgentie- en maatregelbepaling
De urgentie wordt bepaald door de risico's die worden gelopen bij niet tijdig ingrijpen. De aard van de maatregel is afhankelijk van de aard, ernst en omvang van de tekortkoming.

Nadat de maatregelen zijn bepaald en de termijn waarbinnen deze moeten worden uitgevoerd, kunnen maatregelen worden voorbereid en uitgevoerd.

7.5.2.2 Activiteiten in het beoordelingsproces

De gewenste kwaliteit

In een gemeentelijk rioleringsplan moet voor de lokale situatie het gewenste kwaliteitsniveau voor de toestand van de objecten specifiek en meetbaar zijn beschreven. Het kwaliteitsniveau wordt vastgelegd in maatstaven, die altijd vooraf moeten worden vastgelegd.

Bij het opstellen van maatstaven moet rekening worden gehouden met de lokale omstandigheden, evenals de aard, oorzaak, ernst, en omvang van te registreren schades.

De gewenste toestand van objecten wordt vastgelegd met behulp van het coderingssysteem volgens NEN 3399.

Onder meer om praktische redenen worden twee typen maatstaven onderscheiden:

- een waarschuwingsmaatstaf: de actuele toestand is discutabel en nader onderzoek is gewenst;
- een ingrijpmaatstaf: de actuele toestand voldoet niet aan de voorgeschreven kwaliteit. Ingrijpen is noodzakelijk. Een ingrijpmaatstaf zegt echter niets over de termijn, waarbinnen moet worden ingegrepen. (de urgentie).

De gewenste toestand is de basiskwaliteit, die als acceptabel wordt beschouwd.

In een gemeentelijk rioleringsplan moet een overzicht aanwezig zijn van de gewenste kwaliteit van de objecten, cq van de ingrijpmaatstaven. Dit wordt aangeduid met "basiskwaliteit" voor de objecten.

Tabel 7.3 Voorbeeld van een tabel met waarschuwings- en ingrijpmaatstaven

In NEN 3398 is een tabel opgenomen, die daar als basis voor kan dienen. Uitgangspunt voor de basiskwaliteit is, dat deze aantoonbaar moet zijn gebaseerd op de lokale omstandigheden (§ 11.3.2 in NEN 3398). Hieronder is in tabel 7.3 voor een specifieke situatie deze tabel nader uitgewerkt.

Hoofdcode	Toestandsaspect	Waarschuwingsmaatstaf	Ingrijpmaatstaf
BAA	deformatie	3-4	5
BAB	scheur	4	5
BAC	breuk/instorting	–	2-5
BAD	defectieve bakstenen of defectief metselwerk	3	5
BAE	ontbrekende metselspecie	3	4-5
BAF	oppervlakteschade	3	4-5
BAG	instekende inlaat	3	5
BAH	defectieve aansluiting	2-3	4-5
BAI A	indringend afdichtingsmateriaal – afdichtingsring	2	3-5
BAI Z	indringend afdichtingsmateriaal – andere afdichting	3-5	5
BAJ A	verplaatste verbinding – axiaal	3-5	5
BAJ B	verplaatste verbinding – radiaal	2-3	4-5
BAJ C	verplaatste verbinding – hoekverdraaiing	5	–
BAK	defectieve lining	3	4-5
BAL	defectieve reparatie	2	3-5
BAM	lasfouten	2	3-5
BAN	poreuze buis	5	–
BAO	grond zichtbaar dóór defect	–	5
BAP	holle ruimte zichtbaar dóór defect	–	5
BBA	wortels	2-3	4-5
BBB	aangehechte afzettingen	2-3	4-5
BBC	bezonken afzettingen	2-3	4-5
BBD	binnendringen van grond	≥2	3-5
BBE	andere obstakels	2-3	4-5
BBF	infiltratie	3	4-5
BBG	exfiltratie	–	5
BBH	ongedierte	–	5
BDD	waterpeil	2-3	4-5

Als voorbeeld is de toestand instekende inlaat (BAG) nader uitgewerkt, eerder gezien in figuur 7.9.

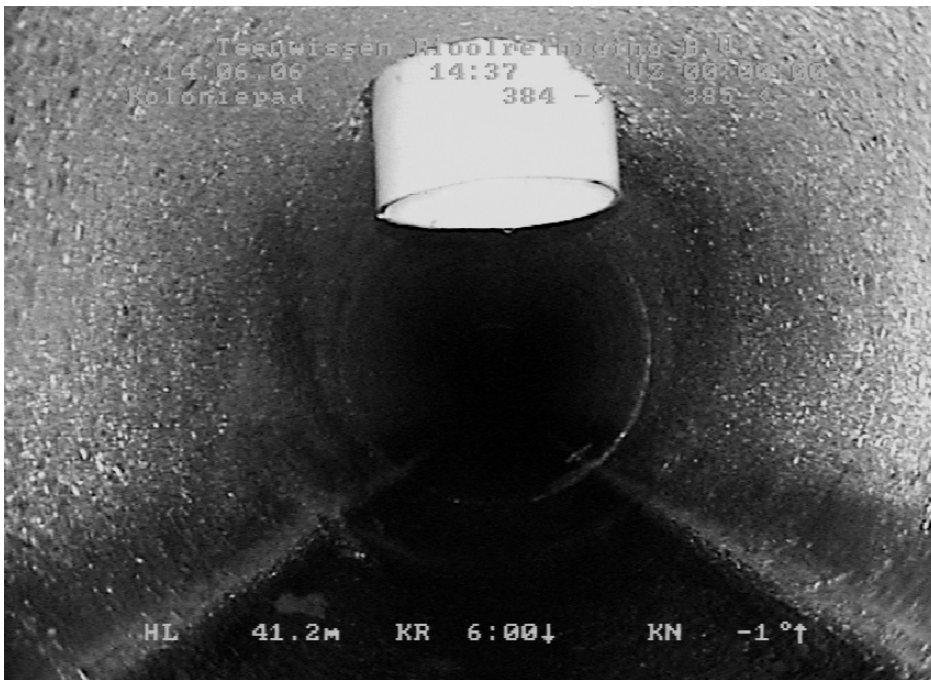
Doel: zorgen voor het transport van stedelijk afvalwater

Functionele eis: de afstroming moet voldoende zijn gewaarborgd

Maatstaf: de basiskwaliteit voor het toestandsaspect instekende inlaat moet zijn klasse 1 of 3.

De basiskwaliteit voor toestandsaspect BAG klasse 1-3 is weergegeven in figuur 7.14

Dit betekent dat de ingrijpmaatstaf in deze gemeente klasse 5 is.



Figuur 7.14 Basiskwaliteit voor toestandsaspect BAG: klasse 1, 3 (Bron: Stichting RIONED)

ACTIVERINGSVRAAG:
 Hoeveel mag een instekende inlaat in de buisdoorsnede steken om nog te voldoen aan de basiskwaliteit
 Maak hierbij gebruik van figuur 7.9

De bestaande situatie vastgelegd

De bestaande toestand van een riool wordt vastgelegd met een inspectiemethode, die afhankelijk is van het inspectiedoel.

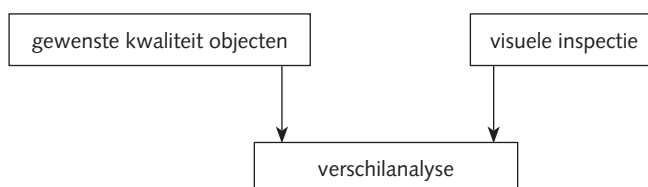
Voorbeeld (sluit aan bij het voorbeeld over toestandsaspect BAG).

In de Weegbreehof is in het kader van een wegreconstructie de toestand van de aanwezige vrijvervalriolering vastgelegd met rijdende tv-camera. Onderstaande foto is tijdens die inspectie gemaakt. Op de foto is de codering volgens de "inspectie" norm NEN 3399 weergegeven, die betrekking heeft op het toestandsaspect "instekende inlaat".



Figuur 7.15 BAG klasse 5, (Bron: van der Velden Rioleringsbeheer)

Figuur 7.16 De verschilanalyse



Zowel de basiskwaliteit (de gewenste toestand) als de resultaten van de visuele inspectie bestaan uit coderingen volgens NEN 3399. Omdat de inspectiegegevens in een digitaal bestand worden aangeleverd dat een standaard format heeft, kunnen de verschillen geautomatiseerd worden vergeleken. Dat betekent dat de verschilanalyse eenvoudig tot stand komt.

De verschilanalyse levert een overzicht op van locaties in het rioolstelsel, waar de toestand niet voldoet aan de basiskwaliteit, oftewel waar een ingrijpmaatstaf aanwezig is.

ACTIVERINGSVRAAG:

Voer aan de hand van de beide foto's hiervoor zelf de verschilanalyse uit. Maak daarbij gebruik van de informatie, die in de tekst is gegeven.

Uitwerking van de activeringsvraag: basiskwaliteit: BAG klasse 1 of 3, aangetroffen toestand BAG klasse 5. Conclusie: voor het toestandsaspect "instekende inlaat" voldoet de toestand niet aan de basiskwaliteit: de aangetroffen BAG klasse 5 is een ingrijpmaatstaf volgens figuur 7.14.

De oordeelsvorming

Na het uitvoeren van de verschilanalyse begint de feitelijke beoordeling. Daarbij moeten alle beschikbare gegevens zodanig worden beschouwd, dat:

- een termijn kan worden aangegeven waarbinnen een maatregel uiterlijk moet zijn uitgevoerd (de prioriteittoekenning);
- in ieder geval een voorlopige keuze wordt gemaakt over de aard van de maatregel.

Bij de oordeelsvorming moeten de volgende vragen worden beantwoord:

- hoe groot is het verschil tussen de gewenste toestand en hetgeen is aangetroffen;
- wat is de aard van de schade;
- is sprake van enkelvoudige of meervoudige schades;
- waardoor is de schade veroorzaakt;
- wat zijn de gevolgen van de schade;
- welke risico's worden gelopen, indien de schade niet tijdig wordt opgeheven.

De aard van een maatregel (bijvoorbeeld repareren of vervangen) is afhankelijk van de aard en de omvang van de schade en de mate waarin wordt afgeweken van de voorgeschreven kwaliteit. De prioriteit van een maatregel wordt bepaald door het risico dat optreedt indien niet (tijdig) een maatregel wordt genomen.

Uitwerking:

Gevolg van de instekende inlaat: achter de instekende inlaat zal drijvend vuil blijven hangen. Hierdoor is er een groot risico op verstopping, waardoor de afvoercapaciteit ernstig kan worden beperkt. Deze situatie zal met prioriteit moeten worden opgeheven.

Aard van de maatregel: wegfreesen met robotfrees.

Levensduur van rioleringsobjecten

Bouwkundige objecten zijn aan verouderingsprocessen onderhevig. Deze veroudering is het gevolg van mechanische of fysische processen. Daarnaast kan de levensduur ongunstig worden beïnvloed door fouten in het ontwerp, de materiaalkeuze en de uitvoering. In welke mate deze factoren een rol spelen is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden en de aard van de materialen.

ACTIVERINGSVRAAG:

Geef aan de hand van de verschilanalyse hiervoor een oordeel over de toestand die te zien is op de foto (figuur 7.15). Zijn er gegevens, die er nog ontbreken om een gericht waardeoordeel te kunnen geven

Lokale omstandigheden, die de levensduur beïnvloeden zijn onder meer:

- de aard van het afvalwater (stedelijk afvalwater of regenwater);
- de geometrie van het object (situering en diepteligging);
- aanwezige infrastructuur (zowel boven- als ondergronds);
- de geohydrologische situatie (grondwaterstand en bodemgesteldheid);
- de nuttige belasting op het object.

Aan het begrip levensduur worden verschillende definities toegekend. We onderscheiden de technische, economische, absolute en de maatschappelijke levensduur.

We beperken ons hier tot de technische levensduur.

Voorspellen van de technische restlevensduur

Uitwerking. Stel je zelf maar eens de volgende vraag: wanneer is mijn auto technisch afgeschreven. Is dat het moment, dat hij daadwerkelijk niet door de APK keuring komt of is dat de situatie waarin ik steeds meer kosten aan de garage kwijt ben voor onderhoud en reparaties.

Voor riolen is het bereiken van de ingrijpmaatstaf het afkeurmoment bij de APK keuring. Immers een gemeente heeft voor de eigen lokale situatie bepaald, wat om allerlei redenen een ongewenste situatie inhoudt. Voor een veiligheidskeuring als de APK zijn daar landelijke normen voor, voor rioeringsobjecten kan dat niet, omdat de plaatselijke omstandigheden hierop van invloed zijn.

Het zou ideaal zijn als we de resterende technische levensduur op de dag nauwkeurig zouden kunnen voorspellen. Helaas is dat niet mogelijk. Want dat zou betekenen dat we de veranderingen die in de tijd optreden in een gedragsmodel exact kunnen nabootsen. Op dit moment zijn we nog niet zover.

In geautomatiseerde beheersystemen die op de markt zijn, zijn wel eenvoudige modellen aanwezig, waarmee indicatief een prioriteit voor uit te voeren maatregelen kan worden toegekend aan de hand van uitgevoerde rioolinspecties.

7.5.3 Beheermaatregelen

In deze paragraaf komen beheermaatregelen aan bod, die gericht zijn op het verbeteren van de toestand van de objecten in een rioelstelsel.

De maatregelen worden besproken aan de hand van tabel 7.5 op de volgende pagina.

Afhankelijk van de effecten op de toestand van een object en het functioneren van het systeem, wordt onderscheid gemaakt in de hoofdgroepen: onderhoud, reparatie, renovatie en vervanging. Zie onderstaande tabel.

Begrip	Kenmerk m.b.t. conditie van het object	Kenmerk m.b.t. functioneren systeem
Onderhoud	Ongewijzigd handhaven	Herstel oorspronkelijk functioneren
Reparatie	Bepaalde toestandswijziging	Herstel oorspronkelijk functioneren
Renovatie	Ingrijpende toestandswijziging (evenaren nieuwaanleg)	Herstel oorspronkelijk functioneren
Vervanging	Verwijderen bestaand object, plaatsen nieuw object	Herstel oorspronkelijk functioneren

Onderhoud is het verwijderen van ongewenste (on)roerende obstakels en vervuiling.

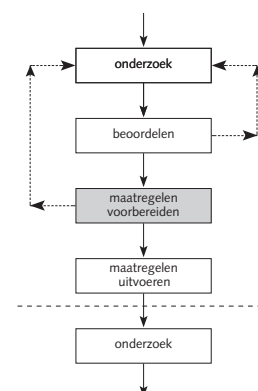
Reparatie is het veelal plaatselijk herstellen van het object, met als doel om de levensduur te verlengen.

ACTIVERINGSVRAAG:

Ga na wat de betekenis van deze omstandigheden is.

ACTIVERINGSVRAAG:

Wanneer kun je stellen dat de technische levensduur van een riool is beëindigd: is dat het moment dat het riool is ingestort en het afvalwater niet meer kan worden afgevoerd of is dat de situatie waarbij een ingrijpmaatstaf is vastgesteld.



Tabel 7.4 Rubricering object-gerichte beheermaatregelen (bron: NEN 3398)

Tabel 7.5 Relatie tussen beheermaatregelen en toestandsbeelden voor riolen volgens NEN 3399 (bron: module C3000 Leidraad Riolerig)

Toepassing beheermaatregel	Reinigen					Reparatie												Renovatie								Vervangen				
	1.1 Hogedruk reinigen	1.2 Frezen	1.3 Hogedruk reinigen met foampig	1.4 Kolkenzuigen	1.5 Stralen	2.1 Lokale kousmethode	2.2 Lokale sliplining	2.3 Lokale voeginjectie	2.4 Reparatie, inwendig	2.5 Injecteren vanuit buis/put	2.6 Injecteren vanaf maaiveld	2.7 Injecteren in beton	2.8 Robottechnieken	2.9 Handmatig repareren	2.10 Inlaatreparatie *	2.11 Betonmorsting *	2.12 Reparatie, uitwendig *	2.13 Lokale (buis)vervanging *	3.1 Coatings (methode-afhankelijk)	3.2 Wickelbuis	3.3 Schaaldelen	3.4 Kousmethode	3.5 Sliplining starre buis	3.6 Sliplining flexibele buis	3.7 Cementeren	3.8 Kunststof bekleding	4.1 Mollen (pipe bursting)	4.2 Wegboren	4.3 Geheel vervangen	
Vrijvalleidingen	x	x				x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pers- en vacuümleidingen																														
Aansluitingen	x							x	x																					
Codering m.b.t. materiaalsoort																														
BAA Deformatie																														
BAB Scheuren																														
BAC Breuk/Instorting																														
BAD Beschadigde stenen constructies of metselwerk																														
BAE Ontbrekende metselspecie																														
BAF Schade aan het oppervlak																														
BAG Instekende aansluiting																														
BAH Defecte aansluiting																														
BAI Inhangend afdichtingsmateriaal																														
BAJ Verplaatste verbinding																														
BAK Gebreken aan de binnenbekleding																														
BAL Defecte reparatie																														
BAM Lastfouten																														
BAN Poreuze buis																														
BAO Grond zichtbaar dóór het defect																														
BAP Holle ruimte zichtbaar dóór het defect																														
Codering m.b.t. functioneren																														
BBA Wortels																														
BBB Aangehechte afzettingen																														
BBC Bezonen afzettingen																														
BBD Binnenringen van grond																														
BBE Andere obstakels																														
BBF Infiltratie																														
BBC Exfiltratie																														
BHH Ongedielte																														

NEN 3399:2004 (riolen)

Mate van effect op toestandsbeschrijving:

- = geen
- 0 = gering
- + = middel
- ++ = hoog
- x = relevant voor toepassing
- * = dig-methode

Renovatie is het ingrijpend herstellen van een object, waarbij het eindresultaat de nieuwaanleg evenaart.

Vervangen is het verwijderen dan wel volledig buiten bedrijf stellen van een bestaand object en het vervolgens aanbrengen van een object overeenkomstig de specificaties van het bestaande object.

7.5.3.1 Maatregelkeuze

Het resultaat van de toestandsbeoordeling is:

- een termijn waarbinnen een maatregel uiterlijk moet zijn uitgevoerd;
- een voorlopige keuze van de aard van de maatregel: reinigen, repareren of renoveren, vervangen.

Tabel 7.5 is een hulpmiddel voor de keuze van de beheersmaatregelen.

De voorlopige maatregelkeuze wordt nader uitgewerkt bij het voorbereiden van de maatregelen.

De uiteindelijke keuze van maatregelen is afhankelijk van diverse aspecten.

De belangrijkste zijn de aanlegkosten gerelateerd aan de te verwachten technische levensduurverwachting.

Verder bepalen de lokale omstandigheden in sterke mate de maatregelkeuze:

- graven niet mogelijk (los van het financiële aspect), dan zijn alleen no-dig technieken mogelijk;
- de uitvoeringswijze van de maatregel. Indien een riool niet persoonstoegankelijk is, dan vallen technieken af, waarvoor het nodig is om het riool te betreden;
- de uitvoerbaarheid van de reparatietechniek. Indien door het opheffen van een specifieke schade nieuwe schades kunnen ontstaan, dan is de betreffende reparatietechniek voor die situatie niet geschikt. In het stadium van het bepalen van de uiteindelijke maatregelkeuze is het uitvoeren van aanvullend onderzoek bijna altijd noodzakelijk.

Aanvullend onderzoek heeft vooral betrekking op het verzamelen van informatie over de bodemgesteldheid, de fundering van het object en het grondwaterniveau.

Een laatste aspect bij de maatregelkeuze is de vraag of er tegelijk maatregelen ter verbetering van het functioneren van het rioolstelsel moeten worden uitgevoerd.

In de volgende paragrafen zal op enkele maatregelen nader in worden gegaan. Per maatregeltipe worden twee technieken besproken, zodat je een indruk krijgt van de specifieke technische aspecten. Voor uitgebreide (detail)informatie wordt verwezen naar de Leidraad Riolerings- en de website van de gespecialiseerde bedrijven.

7.5.3.2 Onderhoud

Bij onderhoud wordt het oorspronkelijk functioneren van het rioolstelsel hersteld, zonder iets aan het object te veranderen. Onderhoud is bedoeld om toekomstig disfunctioneren te voorkomen of om storingen of klachten te verhelpen. Bij onderhoud worden obstakels verwijderd die zich in de doorsnede van de buis en de put bevinden. Dit kan materiaal zijn, dat met de waterstroom is meegevoerd en is bezonken of zich aan de wand van de buis of put heeft gehecht. Het kunnen ook delen van het bestaande rioolstelsel zijn, die de doorstroming hinderen.

Er worden vijf technieken onderscheiden:

- Hoge druk reiniging
- Frezen
- hoge druk reiniging met foampig (in persleidingen)
- kolkenzuigen
- stralen

Van deze worden hoge druk reiniging en frezen behandeld;

ACTIVERINGSVRAAG:

Ga aan de hand van Leidraad module C3000 na wat de betekenis is van de aanduiding ++,+,0 in Tabel 7.5.

ACTIVERINGSVRAAG:

Bedenk een situatie, waarbij het verbeteren van rioleringsobjecten prima kan worden gecombineerd met het verbeteren van het hydraulisch functioneren van een rioolstelsel.

Hoge druk reiniging

Met deze methode wordt uit het inwendige van niet toegankelijke riolen en putten alle "los" zittende materialen verwijderd. Hierbij wordt gebruik gemaakt van een slang met een spuitkop, die met spoelwater onder hoge druk de obstakels loswoelt en terugspuit naar een rioolput.

Figuur 7.17 Spuitkop ("nozzle")



Met een vacuümwagen wordt het in de put verzamelde vuil vervolgens opgezogen. De drukken, die met deze apparatuur kunnen worden ontwikkeld zijn zodanig groot, dat de buiswand ernstig kan worden beschadigd. Gemiddeld kan worden aangehouden dat riolen en putten 1 keer per 5-15 jaar moeten worden gereinigd. Dit is sterk afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden in het rioelstelsel. Zo wordt wel aangenomen, dat een DWA riool intensiever moet worden gereinigd dan een RWA riool.

ACTIVERINGSVRAAG:

Beargumenteer waarom een DWA riool vaker gereinigd zou moeten worden als een RWA riool

Frezen

De techniek frezen wordt ingezet indien er zich materialen in het riool bevinden, die zich zo sterk hechten aan de constructie, dat deze met de gebruikelijke hoge druk reinigungsapparatuur niet zijn te verwijderen, bijvoorbeeld wortelingroei. Daarnaast is het mogelijk, dat zich obstakels in de leiding bevinden, die feitelijk deel uitmaken van de buisconstructie. Hierbij kan worden gedacht aan instekende aansluitleidingen en indringend voegmateriaal (kit of rubberring). Zie onderstaande voorbeelden.

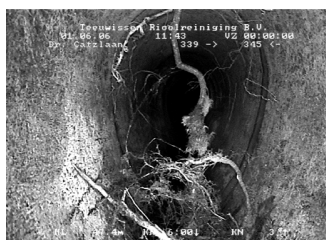
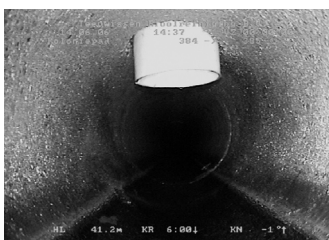
Figuur 7.18

Bron foto links:

Van den Akker CIS

Bron foto midden:
gemeente Blaricum

Bron foto rechts:
gemeente Blaricum



Er zijn twee freestechnieken:

- een techniek waarbij een roterend wiel met snijtanden of kettingen door het riool wordt verplaatst. Een hoge druk reinigungs-wagen zorgt voor de aansturing en aandrijving van de frees waarbij een minimale waterdruk van 150 bar wordt ontwikkeld met een waterverbruik van 300 liter per minuut;
- een freesrobot, waarmee obstakels nauwkeurig kunnen worden verwijderd. De robot is zeer geschikt voor het verwijderen van plaatselijke obstakels zoals op de foto's aangegeven en voor het boren van inlaten nadat een relining is aangebracht.

ACTIVERINGSVRAAG:

Beredeneer welke a) van de twee freestechnieken het goedkoopst in de uitvoering is en b) welke freestechniek bij welk van de foto's hierboven het meest geschikt is.

7.5.3.3 Repareren

Reparaties zijn relatief kleine ingrepen, die de technische levensduur met minimaal enkele jaren verlengen. Bij reparatie worden schades, die in aantal en omvang beperkt zijn, hersteld. Afhankelijk van de aard van de schade kan dit van buitenaf (door ter plaatse te graven) of met no-dig methoden. In de praktijk is er meestal sprake van no-dig technieken. De beschikbare reparatietechnieken zijn over het algemeen zodanig, dat een plaatselijke schade daarmee voor een langere tijd wordt opgeheven. Met een reparatie kun je over het algemeen een grootschalige renovatie of vervanging uitstellen.

We onderscheiden de volgende reparatiemaatregelen:

Sleufloze technieken (no-dig)

- lokale kousmethode
- lokale sliplining
- lokale voeginjectie
- reparatiering, inwendig
- injectie vanuit leiding of put
- injectie vanaf maaiveld
- injectie in beton
- robottechnieken
- handmatige reparatie

gegraven reparaties (dig)

- inlaatreparatie
- betonmstorting
- reparatiering, uitwendig
- lokale (buis)vervanging

De keuze van de reparatietechniek is afhankelijk van:

- de kenmerken van de schade en de interactie met de omgeving (buis en bodem);
- de producteigenschappen van de beschikbare technieken.

De beste reparatietechniek is die techniek, waarvan de functionele kenmerken het best aansluiten bij de kenmerken van de op te heffen schade in zijn omgeving. Hulpmiddel bij de techniekkeuze zijn de tabellen 2.1 en 2.2 in module C 3000 van de Leidraad Riolering, waarin voor iedere beheermaatregel globaal het effect wordt aangegeven op het toestandsaspect (de schade) dat moet worden aangepakt.

Hier worden de lokale kousmethode (no-dig) en de lokale voeginjectie (dig) nader toegelicht;

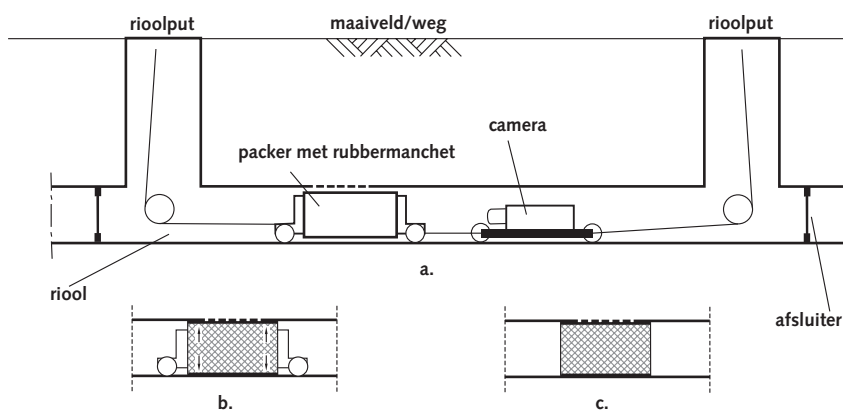
Lokale kousmethode (no-dig)

Bij deze techniek wordt gebruikt gemaakt van een met kunsthars geïmpregneerde kous. Er zijn twee uitvoeringsmethoden:

- een met hars geïmpregneerd glasvezeldoek wordt op een opblaasbare manchet geplaatst, die zich rondom een holle cilinder (packer) bevindt. De manchet wordt met een lier naar de gewenste locatie gebracht. De manchet wordt vervolgens opgepompt met water of lucht, zodat het doek tegen de leidingwand wordt gedrukt. Bij deze techniek hecht het glasvezeldoek aan de bestaande buiswand. Hars wordt in een eventuele scheur geperst. Zie figuur 7.19;
- een met hars geïmpregneerde kous, die is voorzien van een polyurethaan binnen- en buitenlaag wordt op een mal geplaatst. Aan de uiteinden van de kous is een zwelrubber aangebracht. De mal wordt met een lier het riool in getrokken. Ter plaatse van de gewenste locatie (vast te stellen met de tv-camera) wordt de mal opgepompt.

Door contact met vocht zwellen de zwelrubbers op en zorgen voor een waterdichte afdichting tussen kous en riool.

Figuur 7.19 Principe plaatsen van lokale kous m.b.v. packer.
Bron: Stichting RIONED



- a. inbrengen en positioneren
b. aandrukken en uitharden
c. eindsituatie

Belangrijkste kenmerken van deze methoden:

- vooraf altijd rioolreiniging;
- eindproduct is waterdicht;
- afhankelijk van de dikte van de kous kan de sterkte van het riool worden overgenomen;
- bij plaatsing kan riool in bedrijf blijven;
- bij eivormige riolen beperkt toepasbaar;
- de levensduurverwachting van de gerepareerde locatie is hoog, echter wel afhankelijk van de omstandigheden ter plaatse.

Lokale voeginjectie (no-dig)

Deze techniek is bedoeld om binnendringen van grondwater via buisverbindingen of kleine scheuren te behandelen. Bij deze techniek wordt een holle injectiemal in het riool gebracht. Met overdruk wordt vervolgens een tweecomponentenvloeistof ingebracht, die in de buisverbinding en buiten het riool terecht komt. De werking van deze techniek is gebaseerd op het inbrengen van een vloeistof, die in volume toeneemt, een massa vormt met de omringende grond en enigszins flexibel blijft.

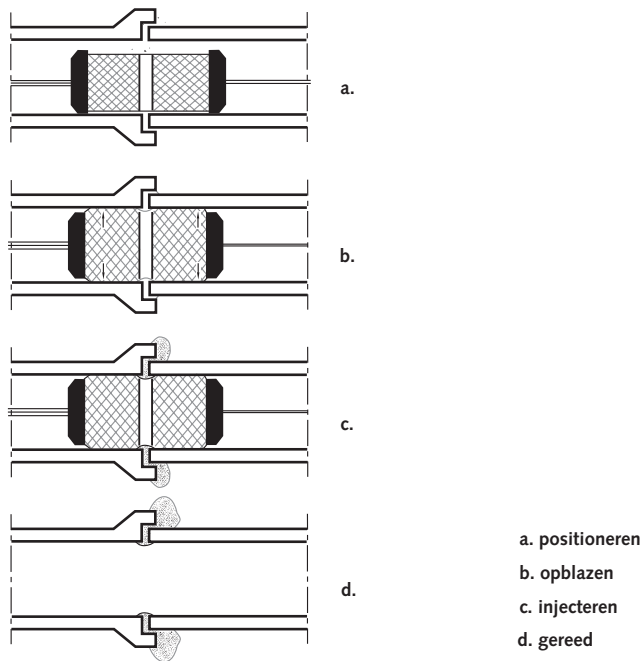
Belangrijkste kenmerken van deze techniek, zie ook figuur 7.20:

- eindproduct is waterdicht, indien de omstandigheden aan specifieke voorwaarden voldoen;
- bij plaatsing kan het riool beperkt in bedrijf blijven;
- in principe alleen geschikt voor riolen, die blijvend in het grondwater liggen;
- de levensduur van de gerepareerde toestand is sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden;
- de techniek is relatief goedkoop.

Het is ook mogelijk om lekkages te verhelpen door vanaf het maaiveld kunstharsmortel te injecteren.

ACTIVERINGSVRAAG:

Beredeneer onder welke omstandigheden voeginjectie niet geschikt is en daardoor een beperkte levensduur zal hebben



Figuur 7.20 Principe van lokale voeginjectie (bron: Stichting RIONED)

Betonomstorting (dig)

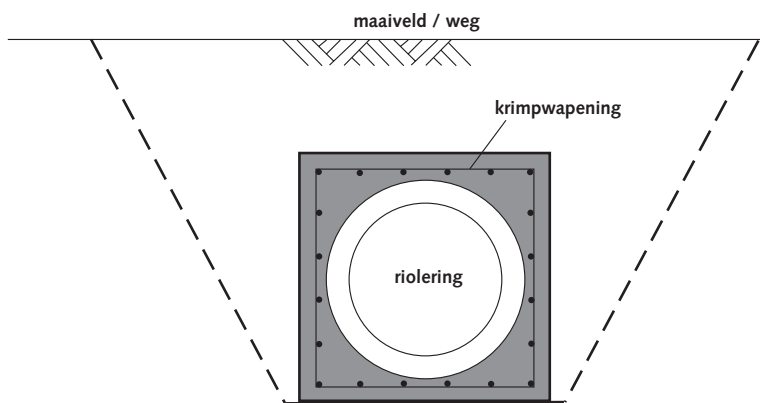
Bij een betonomstorting wordt rondom de buis een plaatselijke versteviging aangebracht. Hierbij is het noodzakelijk om ter plaatse van het riool te graven.

Tabel 2.1 van C3000 geeft aan dat deze techniek alleen geschikt is voor een beperkt aantal schade-situaties, zoals lekkages, binnendringen van bodemmateriaal, scheuren en beschadigingen, die op slechts een enkele plaats aanwezig zijn.

Een betonomstorting is betrekkelijk eenvoudig te maken, is relatief goedkoop, maar de verbetering van de toestand is beperkt en van korte duur.

In feite is een betonomstorting alleen een zinvolle toepassing indien:

- de situatie ongevoelig is voor zetting (de bodemgesteldheid dus zand is);
- de bestaande leiding boven het grondwater ligt;
- de bestaande leiding beton is;
- de aanpassing bedoeld is als tijdelijke maatregel (maximale levensduur 5 jaar).



Figuur 7.21 Principe betonomstorting (bron: Stichting RIONED)

ACTIVERINGSVRAAG:

Beredeneer wat er kan gebeuren, indien een betonomstorting is aangebracht in een situatie, waarin aan de eerste twee van de hierboven criteria niet wordt voldaan

7.5.3.4 Renoveren

Indien het aantal plaatselijke schades toeneemt, komt er een punt waarbij de reparatiekosten in relatie tot de te behalen restlevensduur zodanig hoog worden, dat renovatie of vervangen goedkoper is. Anders gezegd, de som van de totale kosten voor reparatie is dan hoger in vergelijking met renovatie of vervangen. Het is dus van belang om na te gaan of in de nabije toekomst sprake is van werkzaamheden aan de wegverharding. In dat geval kunnen boven- en ondergrondse werkzaamheden worden gecombineerd.

Het toepassen van een renovatietechniek is een ingrijpende maatregel, die in alle gevallen sleufloos (no-dig) wordt uitgevoerd. De constructieve kwaliteit van het eindproduct moet vergelijkbaar zijn met nieuwaanleg.

In de leidraad Riolering worden acht renovatietechnieken onderscheiden:

- coatings;
- wikkelbuis;
- schaaldelen;
- kousmethode;
- sliplining met starre buis;
- sliplining met flexibele buis;
- cementeren;
- kunststof bekleding.

Hier worden de kousmethode en sliplining met starre buis behandeld;

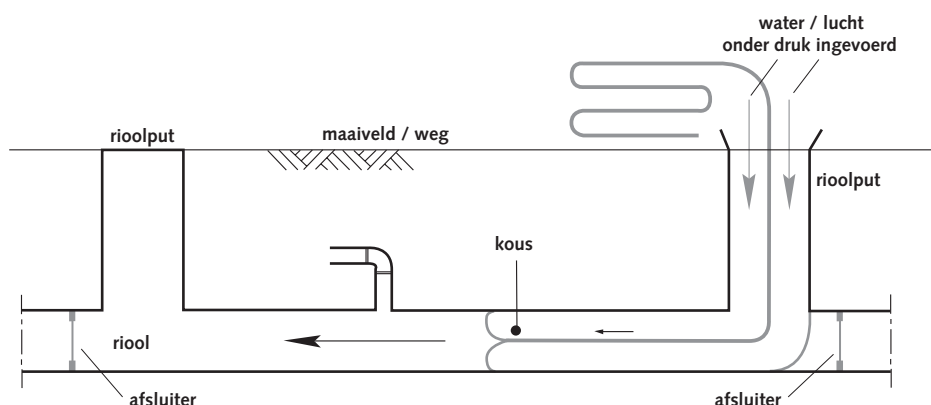
Kousmethode

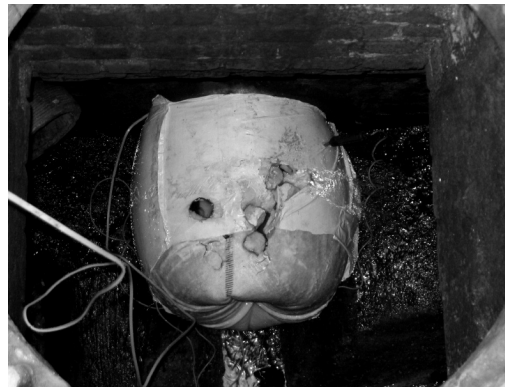
Bij deze methode wordt een met kunsthars geïmpregneerde kous in het riool gebracht, waarmee de leiding van een nieuwe binnenwand wordt voorzien.

De kousmethode kent twee varianten die beide kunnen uitharden met warm water, stoom of UV-licht:

- 1 Een kous van glasvezel wordt ter plekke aan één kant met een kunsthars geïmpregneerd. De 'natte' kous wordt vervolgens in het vooraf gereinigde riool getrokken en met lucht- of waterdruk op zijn plaats gebracht. Zo drukt de kous tegen de buiswand. De kous wordt met warm water of stoom uitgeharden. In de kous zit fabrieksmatig al een pvc folie ('opblaasfolie') die voorkomt dat lucht via de nog poreuze kous verdwijnt. De renovatiekous kan ook uit drie lagen bestaan. De tussenlaag van vilt of glasmat wordt dan ter plekke van een kunsthars voorzien, die met een zware rol over de kous wordt verdeeld. De buitenste lagen bestaan uit een folie van PU (polyurethaan);

Figuur 7.22 Principe van de kousmethode. Bron: Stichting RIONED





Figuur 7.23 Links: opstelling kousrelining. Figuur rechts: aanbrengen kous. Bron: gemeente Eemnes/Blaricum

2 Een kous bestaande uit naaldvilt, die aan de binnenkant wordt geïmpregneerd met kunsthars. Na reiniging wordt de voorbereikte kous in het riool via een rioolput met een inbrengconstructie (inversiebuis of -kraag) onder waterdruk ingebracht, zodat de kous binnenstebuiten keert. De waterdruk zorgt voor het transport in de leiding en het aandrukken tegen de leidingwand. Na positionering en ontplooiing wordt het water in de kous verwarmd met een circulatiesysteem tot ongeveer 80°C. De reactie in de hars zorgt ervoor dat het geheel uithardt. Daarna ontstaat een glad afgewerkt riool. Het geheel kan ook met (ultraviolet) licht uitharden.

Belangrijkste kenmerken van het eindproduct:

- bij beide varianten is het eindproduct een waterdichte, met glasvezel of polyesternaaldvilt versterkte bekleding. Afhankelijk van de dikte kan deze bekleding de constructieve functie van het riool overnemen;
- de methode kan worden toegepast bij ronde riolen met een diameter van 100 tot en met 3000 mm, bij eivormige buizen tot en met 1200/1800 mm;
- de methode wordt met name toegepast voor grote transportriolen waarin door aantasting, beschadiging en/of scheuren de constructieve sterkte is verminderd;
- afhankelijk van de dikte van de materialen kan de nieuwe leiding de volledige sterkte van het oorspronkelijke riool overnemen;
- afhankelijk van de diameter en de methode kan in één keer een renovatiekous van maximaal 500 m worden aangebracht;
- de kousdikte varieert van 3 tot 42 mm, afhankelijk van de vereiste constructieve sterkte;
- de levensduurverwachting van het eindproduct is over het algemeen hoog. Dit hangt echter wel af van de gekozen wanddikte in relatie tot de schadesituatie in de oude leiding.

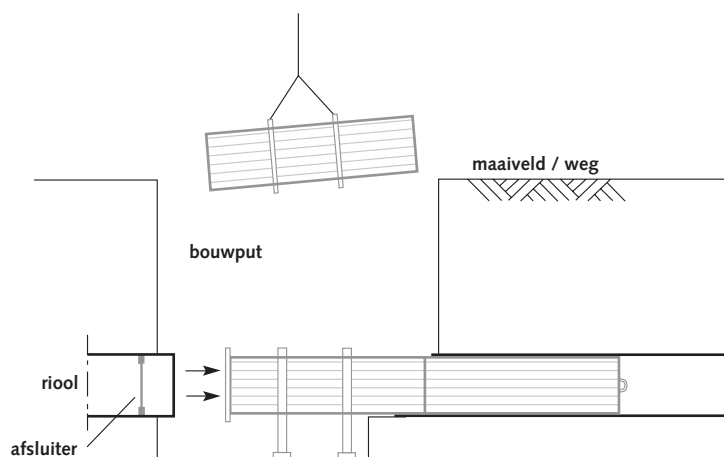
Sliplining met starre buis

Sliplining wordt ook wel aangeduid met buis-in-buismethode.

Bij de techniek van sliplining worden in een geheel te renoveren vrijvalriool of persleiding losse kunststof buizen geschoven, die ter plekke onderling worden gekoppeld.

De ruimte tussen de ingebrachte en bestaande leiding wordt opgevuld met lichtbeton of schuim. De lengte van de nieuwe buizen verschilt per procédé. Bij technieken waarbij sprake is van korte buizen kunnen deze via de rioolput worden ingebracht. Bij langere lengten moeten de buizen via een bouwput worden ingebracht. Zie figuur 7.24.

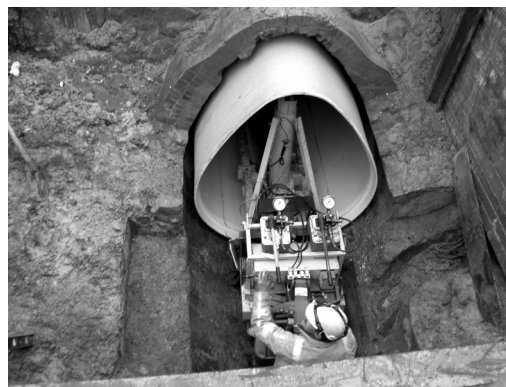
Figuur 7.24 Principe van een sliplining met starre buis



Belangrijkste kenmerken van het eindproduct:

- het toegepaste buismateriaal is over het algemeen PE (polyetheen), PVC (polyvinylchloride) of GVK (glasvezel versterkt kunststof). De keuze van het materiaal is mede afhankelijk van de chemische samenstelling van het rioolwater;
- sliplining wordt vooral toegepast voor situaties waarbij de constructieve sterkte door aantasting, beschadiging en/of scheuren is verminderd;
- afhankelijk van de dikte van de materialen kan de nieuwe leiding de volledige sterkte van de oorspronkelijke leiding overnemen;
- de diameter van de te renoveren leiding is minimaal 200 mm en maximaal 2400 mm;
- als het riool nagenoeg recht is, kunnen vanuit één bouwput tientallen tot enkele honderden meters leiding aangebracht worden;
- het rioolstelsel zal tijdens de uitvoering buiten bedrijf moeten worden gesteld. Dat betekent, dat aanvullende maatregelen moeten worden getroffen, zoals het omleiden van het afvalwater;
- de levensduurverwachting van het eindproduct is hoog.

Figuur 7.25 Links en rechts: voorbeelden van sliplining. Bron: BAM en Hobas



7.5.3.5 Vervangen

Vervangen van rioleringsobjecten is grotendeels een zelfde activiteit als de eerste aanleg ervan. Uiteraard met dit verschil, dat de bestaande objecten eerst moeten worden verwijderd. Vervanging van riolering in een bestaande situatie stelt uiteraard eisen aan de uitvoering vanwege de omstandigheden op het werk.

De technische aspecten van de aanleg zijn eerder behandeld in hoofdstuk 6.

Indien een riool wordt verwijderd en vervangen door een leiding, die andere specificaties heeft als het verwijderde riool, dan noemen we dat verbeteren.

Voorbeeld: bestaande buisdiameter 500 mm, diameter van de nieuwe leiding 800 mm (in verband met de noodzaak tot een grotere afvoercapaciteit)

Voorbeeld: bestaand buismateriaal beton, materiaal nieuwe leiding PVC (in verband met het optreden van betonaantasting).

Zelftoetsvragen voor hoofdstuk 7

1. Geef in je eigen woorden een definitie van de begrippen:
 - rioleringsbeheer en operationeel rioleringsbeheer,
 - systeembeheer en objectbeheer.
2. De gemeente is als eigenaar van de riolering over het algemeen ook de rioolbeheerder. Zij is verantwoordelijk voor het rioleringsbeheer en het operationeel rioleringsbeheer. Geef aan welke taken en verantwoordelijkheden de gemeenteraad, Burgemeester & Wethouders, en de ambtelijke organisatie, (binnen de gemeentelijke organisatie), hierbij hebben.
3. B&W is verantwoordelijk voor het uitvoeren van het door de gemeenteraad vastgestelde rioleringsbeleid, en legt daar verantwoording over af. Voordat dit beleid uitmondt in concrete rioleringsmaatregelen wordt er vaak een strategie geformuleerd. De strategie wordt vervolgens door de gemeenteraad vastgesteld. Gevraagd: Wat houdt in dit verband een strategie in? Noem een voorbeeld van een beleidsdoel voor de riolering en verschillende strategieën waarmee dit doel kan worden bereikt.
4. Wat zijn de vier basisactiviteiten voor het operationeel rioleringsbeheer, en wat is de volgorde waarin deze basisactiviteiten normaliter worden uitgevoerd? Noem voorbeelden van toepassingen van de basisactiviteiten bij systeem- en objectgerichte operationeel rioleringsbeheer.
5. Onderzoek is de eerste activiteit in het operationeel rioleringsbeheer. Noem de belangrijkste activiteiten die in het kader van onderzoek kunnen worden uitgevoerd, en geef kort aan wat die activiteiten inhouden.
6. Welke informatie c.q. gegevens moeten er zoal in de riolerings-databank worden opgeslagen? Hoe doet men dat tegenwoordig?
7. Bij de visuele inspectie worden de toestandsaspecten van de rioleringsobjecten vastgelegd volgens een uniform classificatiesysteem. De detailbeschrijving van een toestandsaspect gebeurt met een klasse aanduiding (klasse 1 tot klasse 5). Gevraagd: Wat wordt bedoeld met het 'toestandsaspect' van een rioleringsobject? Geef enkele voorbeelden van toestandsaspecten. Wat wordt bij de detailbeschrijving bedoeld met: klasse aanduiding 5? Wat betekent: de ingrijpmaatstaf?
8. Het onderzoek naar het functioneren van een rioolstelsel d.m.v. metingen en berekeningen kan vanuit twee verschillende invalshoeken worden bekeken. Beschrijf in eigen bewoordingen de twee invalshoeken en geef voorbeelden van bijbehorende onderzoeksactiviteiten.
9. De beoordeling van de toestand van de rioleringsobjecten is gericht op het bepalen van de prioriteit en de aard van de uit te voeren maatregelen. Gevraagd: Hoe verloopt dat beoordelingsproces, en wat wordt bedoeld met 'de prioriteit' en de 'aard' van de uit te voeren maatregelen?
10. Wat wordt bedoeld met de technische levensduur van een rioolbuis? Heb je enig idee van de gemiddelde technische levensduur van een betonnen, een PVC, en een gres rioolbuis voor afvalwater? Noem een aantal factoren die de technische levensduur beïnvloeden.
11. Onderhoud, reparatie, renovatie en vervanging zijn alle vier beheermaatregelen die erop gericht zijn om de toestand van de rioolobjecten te verbeteren. Geef in eigen bewoordingen een korte omschrijving van het doel en de aard van deze maatregelen. Geef voor elke maatregel ook een voorbeeld van een techniek die voor de betreffende beheermaatregel ingezet kan worden.
12. Een van de technieken die ingezet kan worden voor de renovatie van een betonnen transportriool is de 'kousmethode'. Beschrijf en schets deze techniek. Wat is precies het verschil tussen de twee varianten van de 'kousmethode'? Wat zijn de sterke en de minder sterke punten van deze techniek?
13. Als het vervangen van de rioolstrengen en -putten vanwege de toestand van de objecten noodzakelijk is, zal men in het algemeen kiezen voor het verbeteren van het rioolstelsel. Gevraagd: Wat is het verschil tussen vervangen en verbeteren?

Trefwoorden

A

afkoppelen	19, 129
afkoppelen van verhard oppervlak	146
afkoppelplan	39
afvalwatersysteem	20
afvalwaterzuiveringsinrichtingen	12
afvloeingscoëfficiënt	72
afvoerend oppervlak	63

B

B.o.b. (binnen onderkant buis)	104
bakjesmodel	64
basisinspanning	18, 93
basisrioleringsplan	38, 143
beheer van riolering	163
bergbezinkbassin	14, 125
berging	63, 64
bergingsbassin	18
besluit lozing afvalwater	30, 31
Bestuursakkoord Waterketen	34

C

cisterne	16
----------	----

D

De Keur	31
drainagewater	71
droogweerafvoer	68
drukriolering	19

E

evapotranspiratie	72
-------------------	----

F

foutieve aansluitingen	13
------------------------	----

G

gemeentelijk rioleringsplan	35, 143
gemengde riolering	13
gescheiden riolering	13
grondroerdersregeling	154
grondwater	20
grondwateronderlast	22
grondwateroverlast	22

I	
IBA's	28
industrieel afvalwater	70
infiltratie	72
infiltratierielen	97, 127
inspectiedoelen	170
inspectiemethoden	170
interceptie	72
K	
klimaatontwikkeling	23
klimaatscenario's	24
L	
laser	159
ledigingstijd	64
Leidraad Riolering	41
lekwater	71
lozing vanuit "diffuse" bronnen	28
N	
Nationaal Bestuursakkoord Water	32
Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit (NWRW)	14
neerslaghoeveelheden	25
O	
ontstoppingsstuk	20
operationeel beheer	164
Optimalisatiestudie Afvalwater Systeem	94
Optimalisatie Afvalwatersysteem Studie	39
overstorten	84, 90, 123
overstortingsfrequentie	90
P	
persleidingen	42
pompoevercapaciteit	63, 64
puttenstaat	110
R	
regenduurlijnen	73
regenwaterafvoer	71
restlevensduur	175, 176, 181
retributie	28, 56
rioleringsbeheer	163
rioleringszorg	45
rioolbuizen	98
rioolgemalen	85, 117
rioolheffing	28, 56
riooloverstorten	12

rioolputten	104
rioolrecht	32, 56
rioolwaterzuiveringsinrichting	97
S	
Samenwerkingsverband Interprovinciaal Overleg	32
sanitatie	9
sedimenttransport	68, 82
stationaire stroming	77
Stedelijke Wateropgave	33
stelselkeuze	74
stroomprofiel	106
U	
Unie van Waterschappen	32
urinescheiding	42
V	
verbeterd gescheiden systemen	13
vermaasde structuur	75, 86
verordeningen	32
vertakte structuur	75, 86
VNG	32
volledig rioleringsmodel	65
vuiluitworp	14
vullingsgraad	67
W	
wadi	25
waterbeheerder	45
waterketen	19
waterkwaliteit	27
waterslag	121
watersysteem	20
Waterwet	30
Wet verankering en bekostiging gemeentelijke watertaken	28
Wet verontreiniging oppervlaktewater	18
Z	
zorgplicht	28

Websites (alfabetisch)

www.arcadis.nl	site van Arcadis
www.betonleeft.nl	site van Producenten Van Betonleidingsystemen, met links naar de leden en vrije toegang tot 'Handboek riooltechniek'
www.breijn.nl/	site van Breijn
www.bureauleiding.nl	site van het informatiebureau voor kunststof leidingsystemen
www.dhv.nl	site van de DHV Groep
www.grontmij.nl/	site van Grontmij
www.kiviniria.net/	site van KIVI/NIRIA
www.klic.nl	site van KLIC (Kabels en Leidingen informatie-centrum)
www.knmi.nl	site van het KNMI
www.mwhglobal.com	site van MWH Global
www.ibos-regenwater.nl	site van <i>IBOS-Regenwater (Interactief Beslissing Ondersteunend Systeem voor duurzaam omgaan met regenwater)</i> .
www.nederlandleeftmetwater.nl/	site van Nederland over waterbeleid
www.onri.nl/	site van ONRI
www.oranjewoud.nl	site van Oranjewoud
www.overheid.nl	site van Nederlandse overheid over regelgeving
www.riool.info/	site met informatie over riolering voor iedereen
www.riool.net/	site van Stichting RIONED met veel informatie voor rioleringsprofessionals. Begunstigers van Stichting RIONED hebben toegang tot de 'Leidraad Riolering' en 'IBOS-Regenwater'
www.royalhaskoning.com	site van Royal Haskoning
www.snaterse-ctm.nl	site van Snaterse Civiele Techniek & Management
www.tauw.nl/	site van TAUW
www.uvw.nl/	site van Unie van Waterschappen met links naar alle waterschappen
www.verkeerenwaterstaat.nl/	site van het ministerie van Verkeer en Waterstaat
www.verminderinggraafincidenten.ez.nl	site met informatie over de wet "Informatie-uitwisseling ondergrondse netten
www.vng.nl/	site van de Vereniging van Nederlandse Gemeenten met links naar alle gemeenten
www.vrom.nl/	site van het ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer
www.waternetwerk.nl/	site van de Nederlandse vereniging van waterprofessionals
www.witteveenbos.nl/	site van Witteveen+Bos

Adresgegevens en websites deelnemende Ingenieursbureaus



Advies- en ingenieursbureau

DHV B.V.
Postbus 1132, 3800 BC Amersfoort
www.dhv.nl



Haskoning Nederland B.V.
Postbus 151, 6500 AD Nijmegen
www.royalhaskoning.com



Grontmij
De Molen 48, 3994 DB Houten
www.grontmij.nl



Snaterse Civiele Techniek & Management B.V.
Postbus 183, 3850 AD Ermelo
www.snaterse-ctm.nl



MWH B.V.
Postbus 270, 2600 AG Delft
www.mwhglobal.nl



Breijn B.V.
Postbus 37, 5240 AA Rosmalen
www.breijn.nl



Witteveen & Bos
Postbus 10095, 1301 AA Almere
www.witteveenbos.nl



Arcadis
Postbus 410, 2130 AK Hoofddorp
www.arcadis.nl



Oranjewoud
Postbus 10044, 1301 AA Almere
www.oranjewoud.nl



TAUW B.V.
Postbus 133, 7400 AC Deventer
www.tauw.nl



Stichting RIONED
Postbus 133, 6710 BC Ede
www.riool.net