

7 Heuvelrug (Leersum)

Trapsgewijze opvang en infiltratie van regenwater in hellend Leersum

In 2005, 2006 en 2007 leidden extreme buien in het hellende dorp Leersum tot zware wateroverlast in onder meer woningen, winkels en de kerk. Hierop besloot de gemeente Utrechtse Heuvelrug de wateroverlast in Leersum structureel aan te pakken. Na onderzoek en analyses door advies- en ingenieursbureaus DHV, Copier en Grontmij heeft de gemeente diverse grote en kleine voorzieningen aangelegd om het water trapsgewijs op te vangen en te laten infiltreren in de bodem. Hierover leest u in dit artikel. Daarbij ligt de nadruk op de ontwerpuitgangspunten, de modelberekeningen, de dimensionering van de voorzieningen, de metingen aan het nieuwe bergings- en infiltratiesysteem en de overdracht van realisatie naar beheer.

Inhoud

- 7.1 Situatieschets
- 7.2 Aanpak
- 7.3 Maatregelen
- 7.4 Metingen
- 7.5 Ervaringen met maatregelen
- 7.6 Overdracht naar beheerders
- 7.7 Nabeschouwing

Auteurs

ing. Harm Middelburg (Copier Advies), h.middelburg@copiergroep.nl
ing. Gert Lemmen (Grontmij), gert.lemmen@grontmij.nl

Contact gemeente

Kees van Zutphen (gemeente Heuvelrug), kees.van.zutphen@heuvelrug.nl

7.1 Situatieschets

De gemeente Utrechtse Heuvelrug bestaat uit zeven dorpen: Amerongen, Doorn, Driebergen-Rijsenburg, Leersum, Maarn, Maarsbergen en Overberg. Leersum ligt aan de voet en tegen de helling van de Utrechtse Heuvelrug. In het dorp is sprake van een hoogteverschil van 25 meter. Bij hevige regen stroomt veel water via de straat naar het lagergelegen gebied in het centrum, onder andere bij de rotonde op de Rijksstraatweg.

In 2005, 2006 en 2007 heeft Leersum te maken gehad met zeer hevige buien met als gevolg zware wateroverlast. Daarbij ging het om:

- water in woning, garage en kelder met schade aan inboedel, archieven en auto's;
- water in kerk met schade aan inboedel, vloeren en wanden;
- water op de begraafplaats met uitspoeling van graven en modder op grafstenen;
- water in winkels met schade aan een monumentaal pand en de voorraad van een wijnhandel;
- rioolwater op straat, putdeksels van hun plaats;
- rioolwater in huis door de wc-pot omhoog;
- verkeersstremmingen door lokaal 40 cm water op straat.

De totale schade bedroeg meer dan een miljoen euro.

Hierop besloot de gemeente om de regenwateroverlast structureel aan te pakken.

7.2 Aanpak

Bij aanvang van het project heeft de gemeente de adviesbureaus DHV en Copier gevraagd meerdere oplossingsrichtingen te onderzoeken, zoals het vergroten van de afvoercapaciteit van de riolering en het opvangen (bergen) en infiltreren van regenwater. Omdat de voormalige gemeente Leersum al op grote schaal had afgekoppeld, heeft Utrechtse Heuvelrug gekozen voor het bergen en infiltreren van de extreme regenbuien.

Vervolgens zijn de maatregelen in kaart gebracht die nodig zijn om de wateroverlast vanuit riolering, oppervlaktewater en grondwater te voorkomen. Bij dat onderzoek zijn de volgende analyses uitgevoerd:

- 1D-rioleringsberekeningen T=2 en T=10;
- oppervlaktewaterkwantiteitsberekeningen;
- effect afkoppelen op grondwaterstanden.

Grontmij is gevraagd om de wateroverlast vanuit riolering, oppervlaktewater en grondwater in kaart te brengen, met WODAN-2D-berekeningen voor een bui van 70 mm in een uur.

WODAN-2D

WODAN-2D is ontwikkeld door Grontmij en simuleert de afstroming van water over het maaiveld. Het model gebruikt de hoogtegrid van het Actueel Hoogtebestand Nederland (AHN). De grid wordt gedurende een bepaalde periode belast met neerslag. Het model berekent per tijdstap en per gridcel de uitwisseling met de acht aangelegene gridcellen met een vereenvoudigde stromingsformule. Naast het hoogtemodel wordt een laag toegevoegd waarmee de effecten van het verhardingstype zijn mee te nemen, bijvoorbeeld de infiltratiecapaciteit bij niet-verharde oppervlakken.

Het model geeft als resultaat de waterdiepten op straat in de eindsituatie, als het water naar de lagere delen is gestroomd. Daarnaast geeft het model door de dynamische afstroming ook inzicht in de routes die het afstromende water volgt en globaal in de waterhoeveelheden op straat tijdens het afstromen. Met het model zijn grote gebieden in een relatief korte tijd door te rekenen.

68 |

Op basis van de WODAN analyse is gekozen om de bovengrondse afvoerroutes van het regenwater te beïnvloeden (zie figuur 7.1). In de figuur geeft de kleur per gridcel de hoeveelheid langsgestroomd water aan.



Figuur 7.1 WODAN-analyse: voorstel beïnvloeding bovengrondse afvoerroutes (Bron: Grontmij).

Vanuit de gemeente waren medewerkers van riolering, groen, wegen, stedenbouw en ruimtelijke ordening betrokken bij de uitwerking van maatregelen. In een aantal werksessies zijn knelpunten besproken en is gezocht naar te nemen maatregelen die tot afstemming van sectoren en verbetering van knelpunten kunnen leiden. Duidelijk werd dat oude oppervlakkige afstroomroutes die er vóór de bebouwing al waren nog steeds zichtbaar zijn in het gebied. Op locaties waar daarmee met de inrichting geen rekening is gehouden, kan wateroverlast ontstaan.

7.3 Maatregelen

Het maatregelenpakket waarvoor de gemeente uiteindelijk heeft gekozen, bestaat uit:

- $\varnothing 1800$ mm op 3 locaties (totaal 250 m^3), $\varnothing 2000$ mm PE op 1 locatie (72 m^3), $\varnothing 2000$ mm beton op 1 locatie (25 m^3) infiltratieriolen $\varnothing 1800$ mm en $\varnothing 2000$ mm (PE-infiltratiebuizen, omstort met split 16/32 mm), systemen in inhoud variërend van 200 tot ruim 800 m^3 ;
- 3 infiltratievelden, in inhoud variërend van 20 tot ruim 400 m^3 ;
- 1 infiltratievijver van 57 m^3 ;
- 1 goot van $1,2 \times 0,55 \text{ m}^1$ als verbinding naar sloot in buitengebied;
- kleine overloopvoorzieningen;
- voor afvoer over straat en inloop in voorzieningen:
 - extra roosters in de weg;
 - aangepaste hoogteontwerpen wegen en kruisingen;
 - robuuste 3D-opvangputten.

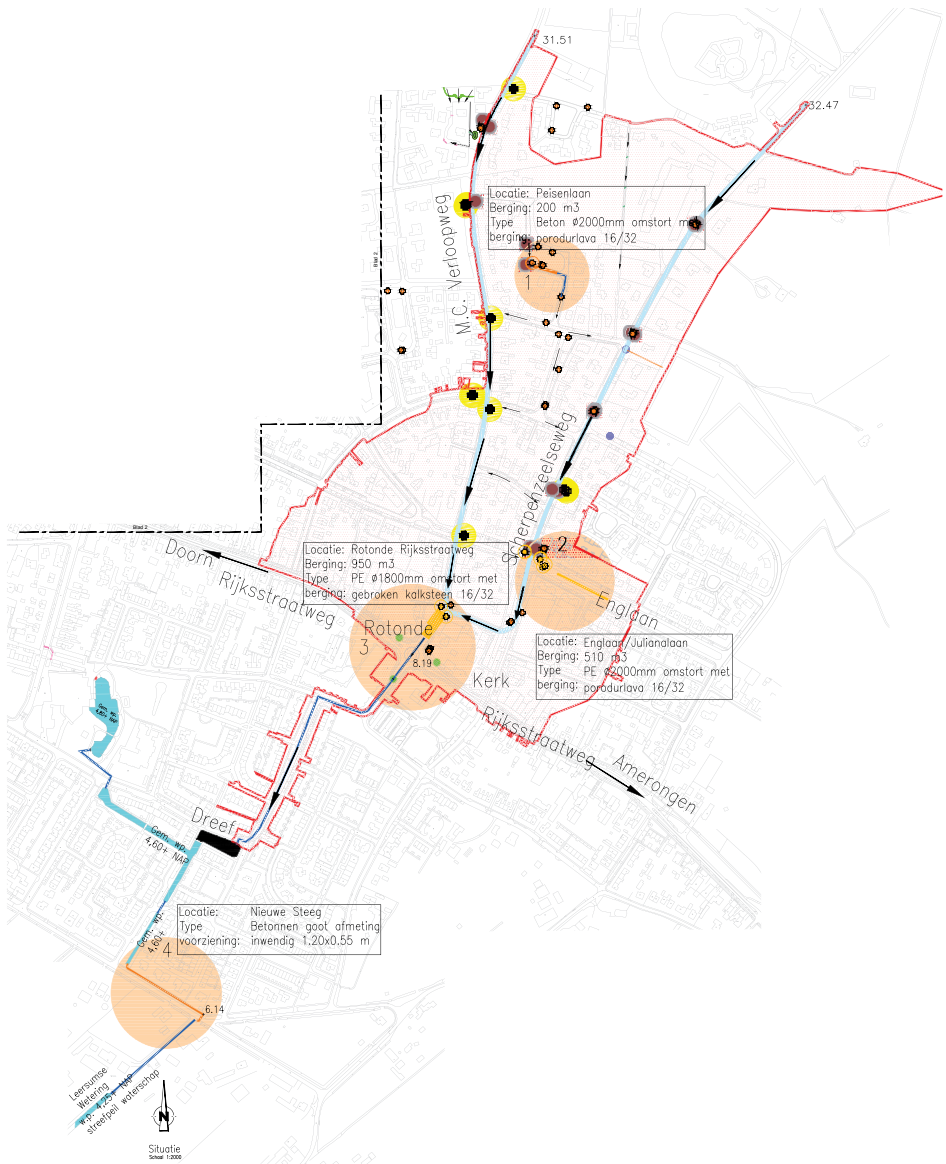
| 69

In figuur 7.2 ziet u het totale systeem dat de wateroverlast in Leersum tegengaat.

Waterstroom van hoog naar laag

De verschillende voorzieningen zijn van boven naar beneden (vanaf de Utrechtse Heuvelrug) aangelegd. Hiervoor is gekozen omdat de oorspronkelijke voorzieningen niet optimaal werkten en al snel overliepen. Bij meer dan gemiddelde regenbuien ontstond hierdoor een grote waterstroom. Om schade en uitspoeling te voorkomen, moet het dorp deze waterstroom trapsgewijs opvangen.

De infiltratieriolen en -velden heeft de gemeente op strategische plaatsen aangelegd. In figuur 7.3 ziet u de aanleg van een infiltratieriool en de infiltratievijver.



Figuur 7.2 Overzicht werking totaalsysteem voor afstromingsgebied rotonde Leersum.



Figuur 7.3 Aanleg PE-infiltratiebuizen \varnothing 1.800 mm (links) en infiltratievijver (rechts).

De meeste voorzieningen zijn gerealiseerd in het hogergelegen deel van Leersum, waar de grondwaterstand dieper dan 5 m onder maaiveld ligt. De k-waarden (doorlatendheid van de bodem) bij deze hogergelegen voorzieningen liggen tussen 17 en 20 m/dag. Bij de laagst gelegen voorziening staat het grondwater 3,1 m onder maaiveld en is de gemeten k-waarde tussen 7 en 10 m/dag.

| 71

De overloop van de laagst gelegen voorziening is aangesloten op het vijversysteem in Leersum. De vijvers staan via een duiker in verbinding met de waterschapssloot in het buitengebied. Het watersysteem (open water) is doorgerekend voor de bui T=100. Hierbij is enige overstroming acceptabel, maar er mag geen water in woningen komen. Deze berekeningen zijn uitgevoerd conform de Europese richtlijn voor overstromingsrisico's. Om aan de norm te kunnen voldoen, is een extra verbindingsgoot aangelegd tussen het vijversysteem en de sloot. Als bij extreme neerslag het peil van de vijvers te veel stijgt, zorgt deze goot voor extra afvoercapaciteit naar het buitengebied (zie figuur 7.4).



Figuur 7.4 Aanleg goot onder het trottoir (links) en instroom goot vanuit vijvers boven reguliere duiker (rechts).

De verbindingsgoot gaat pas functioneren bij buien zwaarder dan $T=10$. Tot en met deze bui wordt de afvoer naar het oppervlaktewater beperkt tot 1,5 l/s/ha. In eerste instantie wordt het water zo veel mogelijk vastgehouden. Alleen als gevaar voor wateroverlast dreigt, wordt het water versneld afgevoerd. Om dit te realiseren, is de bestaande duikerverbinding in stand gehouden en de instroom van de verbindingsgoot een halve meter boven de normale waterspiegel gesitueerd. Het instroompeil van de goot is berekend op basis van de benodigde berging bij een maximale afstroming van 1,5 l/s/ha naar de sloot tot en met $T=10$.

Dimensionering laagst gelegen voorziening

De uitgangspunten voor de dimensionering van de voorziening bij de rotonde waren:

- De bodem van de voorziening slibt dicht.
- Afstroming vindt plaats vanaf verhard én onverhard terrein.
- Volledige oppervlakte binnen 'afstromingsgebied' wordt meegerekend.
- In het afstromingsgebied was al op kleine schaal afgekoppeld.
- De aanwezige (te kleine) voorzieningen worden gehandhaafd en uitgebreid met benodigde extra voorzieningen.
- Op onverhard terrein infiltreert de eerste 15 mm ter plaatse.

De afkadering van het afstromingsgebied is bepaald op basis van de AHN, aangevuld met ingemeten hoogten.

Net als de andere infiltratievoorzieningen is deze voorziening gedimensioneerd op bui09 van de Leidraad riolering, met een theoretische herhalingstijd van 5 jaar. De keuze voor deze ontwerpbui is in nauw overleg met de politiek gemaakt. Er is gerekend met een infiltratiedebiet dat onder meer afhankelijk is van de vul-ling van de voorziening. De ledigingstijd van maximaal 24 uur is bepaald met als uitgangspunt dat de bodem dichtgeslibd is.

Afvoer via de straat

Naast de aanleg van de grote(re) infiltratievoorzieningen heeft de gemeente aanpassingen gedaan om het water van de hellende wegen op te vangen en in de voorzieningen te leiden. Zo heeft zij in de weg extra roosters geplaatst, hoogteontwerpen van wegen en kruisingen aangepast en robuuste 3D-opvangputten aangelegd (zie figuur 7.5).



Figuur 7.5 3D-opvangput met horizontaal en verticaal rooster (links) en standaardroosterput (rechts).

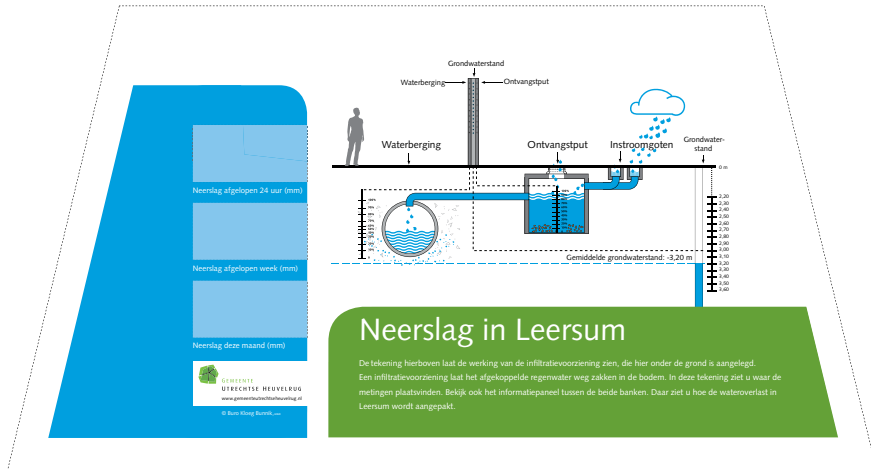
7.4 Metingen

In de laagst gelegen voorziening (bij de rotonde) heeft de gemeente ook een meetopstelling aangebracht. Deze geeft via een openbare opstelling (meetzuil) informatie over de waterstanden in onder andere de infiltratievoorziening.



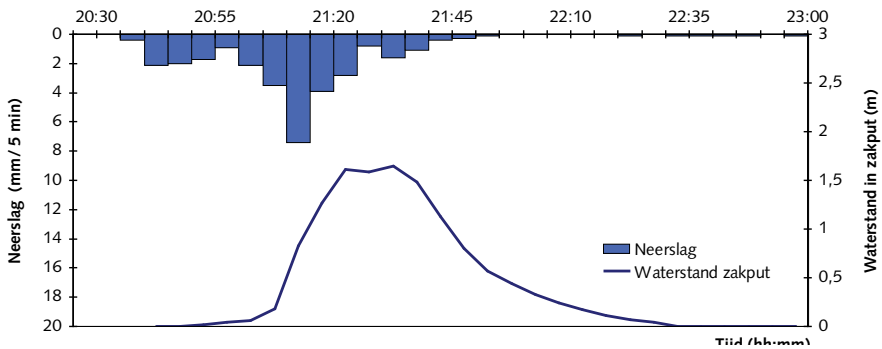
Figuur 7.6 Weergave meetgegevens voor bewoners.

De meetzuil (figuur 7.6) toont het niveau van de infiltratievoorziening (buffer), het niveau in een van de ontvangstputten (zakput) en de grondwaterstand. Hierdoor zijn deze gegevens zichtbaar voor voorbijgangers en omwonenden. Daarnaast wordt ter plekke de neerslag gemeten en de werking van overstort van de infiltratievoorziening.



Figuur 7.7 Informatiepaneel bij meetzuil bij rotonde.

In figuur 7.7 ziet u een van de twee informatiepanelen bij de meetzuil bij de rotonde in Leersum. Het paneel geeft de hoeveelheden neerslag weer na de hevige bui van 28 juni 2011. Van boven naar beneden ziet u de hoeveelheid neerslag van het afgelopen etmaal, de afgelopen week en de kalendermaand (juni 2011).



Figuur 7.8 Meetgegevens bui 28 juni 2011 in Leersum.

Zeer grote veiligheidsmarge

Met het meetsysteem kan de gemeente de theoretische uitgangspunten van het ontwerp toetsen. De donkerblauwe lijn in figuur 7.8 geeft de vulling weer van een van de ontvangstputten tijdens de bui van 28 juni 2011 (in meters). Deze bui is vergelijkbaar met bui09 uit de Leidraad riolering, module C2100.

De maximale grondwaterstijging door infiltratie van de grote hoeveelheid water tijdens deze extreme bui werd om 23:30 uur gemeten en bedroeg 6 cm. De volgende ochtend om 09:00 uur stond het grondwater weer op het peil van voor de bui. De grondwaterstandmeting vindt naast het infiltratiesysteem plaats op 10 meter afstand.

Aan de afvlakking van de blauwe lijn is te zien dat de zakput gedurende circa 15 minuten heeft overgestort naar de infiltratievoorziening. De grondverbetering rond de zakput staat in verbinding met die van de voorziening, waardoor veel water via de grondverbetering naar de voorziening kan afvoeren. Vanuit de meetgegevens is te concluderen dat de uitgangspunten voor het ontwerp een zeer grote veiligheidsmarge bevatten.

De voorziening werkt in de praktijk veel beter dan verwacht, omdat:

- Voor de dimensionering is aangenomen dat de bodem is dichtgeslibt, maar in de praktijk is dat in een net aangelegde voorziening (nog) niet het geval.
- Bij de dimensionering rekening is gehouden met afstroming vanaf het volledige onverharde terrein binnen het afstromingsgebied. Dat wil zeggen: het gehele oppervlak aan voortuinen, achtertuinen, bermen, bosgebied, onverharde paden en overige onverharde terreinen binnen het afstromingsgebied (maar niet de volledige omvang van de bui, want uitgangspunt was dat de eerste 15 mm ter plekke infiltreert). Dit is achteraf gezien een zeer veilige aanname.
- De bovenstroomsgelegen voorzieningen mogelijk beter werken dan verwacht.

| 75

Door lokale barrières zal niet het gehele onverharde terrein binnen het afstromingsgebied tot afstroming komen. De hoeveelheid neerslag die ter plekke infiltreert, is afhankelijk van vele factoren. Denk aan de soort vegetatie, de opbouw van de bui, de mate van helling van het terrein en de vochtigheid (of droogte) van de ondergrond bij aanvang van de bui. Enkele van deze factoren zijn variabel. Daarom is het ook interessant om de ontwikkeling van de capaciteit in de loop van de jaren en bij meerdere buien te blijven volgen.

7.5 Ervaringen met maatregelen

Sinds de realisatie van de maatregelen en de aanleg van de meetopstelling in juli 2010 zijn al enkele zware buien gevallen. In de zomer van 2013 vielen in Leersum twee zeer hevige buien in ongeveer een etmaal. Bij de eerste bui viel circa 30 mm in 2 uur en bij de tweede 100 mm in circa 24 uur. Deze laatste bui is qua omvang gigantisch. Maar doordat geen extreme piekhoeveelheden vielen, leidde deze bui tot minimale afstroming vanaf onverhard terrein. Hierdoor bleef de infiltratiecapaciteit in de voorzieningen nagenoeg gelijk aan de aanvoer, waardoor nauwelijks vulling ontstond.

Praktijkproeven

Naast de metingen aan de voorziening bij de rotonde is de (infiltratie)capaciteit van kleinere voorzieningen met meerdere tank- en pompproeven getest. De tankproeven maken eventuele knelpunten van stroomroutes op lokaal niveau inzichtelijk. Ook is hiermee de opvangcapaciteit van de roosters, lijngoten en opvangputten te bepalen.



Figuur 7.9 Test opvangcapaciteit: circa 70 m³ water in enkele minuten op straat geloosd.

Uit de tankproeven is onder meer gebleken dat de aangelegde zakputten omstort met steenslag (of lava) en met een open bodem tientallen malen beter functioneren dan de 'oude' zakputten omsloten met doek en aangevuld met drainzand en met een dichte bodem.

Bij (hevige) buien zijn medewerkers van de gemeente naar buiten gegaan om te zien wat er gebeurt. Daarbij hebben zij onder meer gelet op:

- waar uitspoeling optreedt;
- wanneer kleinere voorzieningen overstromen;
- of het water daadwerkelijk naar de opvangpunten stroomt;
- of de opvangpunten het water kunnen verwerken;
- of het opvangpunt dichtslibt (figuur 7.10);
- of water uit het gemengde rioolstelsel op straat komt;
- of (en in welke mate) water op straat in de lagere delen van Leersum ontstaat (figuur 7.11);
- of water vanaf onverhard terrein afstroomt.



Figuur 7.10 Vuillast bij een opvangput na een hevige bui.



Figuur 7.11 Waterstroom verplaatst zich vanuit goot naar trottoir.

7.6 Overdracht naar beheerders

Om alle voorzieningen zo lang mogelijk goed te laten functioneren, is een goede overdracht naar de beheerders noodzakelijk. Hiervoor is binnen dit project een informatiemap samengesteld. In de informatiemap zitten onder meer:

- Productbladen van alle aangelegde onderdelen.
- Een overzichtstekening met alle aangelegde voorzieningen en de aanwezige oude kleine infiltratievoorzieningen (zie ook figuur 7.2).
- Een onderhoudsbestek dat tijdens het project gebruikt is om de bestaande en aangelegde voorzieningen te onderhouden. Dit bestek is de afgelopen jaren op basis van metingen en testen geoptimaliseerd.
- Een rapportage naar aanleiding van de metingen en bevindingen van de bui van 28 juni 2011.
- Resultaten van infiltratiemetingen.
- Tekeningen met de exacte weergave van de geplaatste informatiepanelen.
- Uitleg van de werking van het aangelegde meetsysteem, locatie van de geplaatste sensoren en revisie van de aangelegde kabels voor het meetsysteem.

78 |

Deze informatiemap is als dynamisch document te gebruiken om de werking van alle aangelegde systemen te volgen en de systemen makkelijk overdraagbaar te houden.

7.7 Nabeschuiving

Met de opgedane ervaring kan de gemeente de uitgangspunten voor volgende projecten bijstellen. Zo kan zij besparen op de bergingsomvang en naar een reële veiligheidsmarge toewerken. Een voorbeeld is de afstroming vanaf onverhard terrein. Het is niet nodig om al het onverharde oppervlak mee te rekenen. Aangezien het onverharde oppervlak over het algemeen groot is, loont het de moeite de omvang te inventariseren (voor zover haalbaar, want afwatering van achtertuinen via achterpaden is bijvoorbeeld moeilijk te bepalen).

Uiteraard is ook het detailontwerp van de voorziening belangrijk. Zo is voldoende zandvang nodig om de werking van de voorzieningen op termijn te waarborgen. Ook zijn duidelijke instroompunten nodig om het water de voorzieningen in te krijgen.