



////////////////////////////////////

Code van goede praktijk voor het ontwerp, de aanleg en het onderhoud van rioleringsystemen

Deel 3 : Bronmaatregelen

////////////////////////////////////



INHOUD

3	Bronmaatregelen	3
3.1	Visie inzake omgaan met hemelwater	3
3.2	Bepalen van de grondwaterstand	4
3.2.1	Algemeen	4
3.2.2	Bepaling van de grondwaterstand op basis van de bodemkaart	6
3.2.3	Bepaling van de grondwaterstand aan de hand van peilmetingen	8
3.2.4	Bepaling van de grondwaterstand aan de hand van de grondwaterstandsindicator	9
3.2.5	Bepaling van de grondwaterstand aan de hand van een geavanceerde statistische methode	12
3.3	Bepalen van de infiltratiecapaciteit	14
3.3.1	Vorbereiding van de infiltratieproef	15
3.3.2	Aantal proeven	15
3.3.3	Type proeven	15
3.3.4	Keuze van infiltratieproef en aandachtspunten	19
3.4	Type bronmaatregelen	20
3.4.1	Vermijden afstroom	20
3.4.2	Hergebruik	21
3.4.3	Infiltratie	21
3.4.4	Bufferen en vertraagd afvoeren	26
3.4.5	Grachten	27
3.5	Dimensionering van het noodzakelijk volume (en infiltratieoppervlakte) van de bronmaatregel	
	28	
3.5.1	Algemeen	28
3.5.2	Basis ontwerpregels	28
3.5.3	Bepaling van de afvoerende oppervlakte	29
3.5.4	Optimalisatie	30

3 BRONMAATREGELLEN

3.1 Visie inzake omgaan met hemelwater

Om invulling te geven aan het voorkomingsprincipe ten aanzien van de overstromingsproblematiek, het principe van maximale sanering aan de bron, het tegengaan van verdroging en de gevolgen van klimaatwijziging, is het belangrijk om hemelwater niet te vermengen met afvalwater. Door de scheiding van beide stromen wordt hergebruik en het ter plaatse vasthouden van hemelwater namelijk mogelijk. Ook binnen de contouren van het openbaar domein is het belangrijk om de nodige aandacht te besteden aan de afstroom van hemelwater en de nodige bronmaatregelen uit te voeren.

Bronmaatregelen zijn alle lokale, opwaartse maatregelen met betrekking tot hemelwaterafvoer die de hydraulische (piek)belasting van de afwatering verminderen, waardoor de afwateringssituatie zo goed mogelijk deze van de natuurlijke situatie benadert. Een bronmaatregel heeft aldus een reducerende en/of bufferende werking op de hemelwaterafvoer richting het waterlopen- en/of rioleringsstelsel. Men dient dus, naast de beoogde indirecte effecten zoals hergebruik, een bronmaatregel te ontwerpen in functie van de hydrologische kenmerken van het ontvangende oppervlaktewater.

Elk gebied, elke projectzone is uniek: het heeft zijn eigen ondergrond, bestaand stelsel, reliëf, verstedelijking, type bebouwing, mogelijkheden, noden en knelpunten. Bronmaatregelen zullen dan ook op maat van het gebied/project moeten worden uitgebouwd.

Vlarem II (art.2.3.6.4) bepaalt dat de (her)aanleg van de riolering moet gebeuren volgens een gescheiden stelsel. Uitzonderingen hierop kunnen worden bepaald in het gebiedsdekkend uitvoeringsplan. Bij een loutere heraanleg van de wegenis is er geen verplichting tot de heraanleg en/of aanleg van het rioleringsstelsel en zijn de in dit deel vermelde verplichtingen inzake de aanleg van bronmaatregelen dan ook niet van toepassing. Vanuit een goed beheer van de saneringsinfrastructuur en een integraal waterbeleid is het wel aangewezen om de opportuniteit van de optimalisatie van het rioleringsstelsel bij werken aan de bovenbouw te onderzoeken en ook bij louter heraanleg van de bovenbouw dient men na te denken over mogelijke bronmaatregelen, zoals waterdoorlatende verharding, realiseren van een afwatering naar de berm,

Bij de omgang met afstromend hemelwater dient er in eerste instantie maximaal ingezet te worden op het vermijden van afstroom, hergebruik, nadien wordt er ingezet op infiltratie, en als het niet anders kan uiteindelijk vertraagd afvoeren. Het overgaan naar een volgende stap zal steeds onderbouwd moeten gebeuren.

Afstromend hemelwater beperkt zich bij het ontwerpen van rioleringsprojecten niet enkel tot afstroming van verharde oppervlakken. Men dient ook oog te hebben voor hemelwater afkomstig van onverharde oppervlakken.

Op basis van uitgevoerde modelleringen in het kader van de studie “Opstellen van richtlijnen voor het meten van de infiltratiecapaciteit en het modelmatig onderbouwen voor de dimensionering van

infiltratievoorzieningen,”¹ blijkt de positieve impact van infiltratie op het watersysteem.

Het uitwerken van een kostenefficiënte, kosteneffectieve, ruimte-efficiënte en maatschappelijk verantwoorde oplossing zal een integrale aanpak vereisen en samenwerking tussen adviserende overheden, beheerder van het particulier- en publiek domein, de rioolbeheerder en de waterloopbeheerder noodzakelijk maken.

De uitwerking van bronmaatregelen in een project dient ook in de ruime context van omgaan met hemelwater binnen de ruime omgeving van het project bekeken te worden. Een hemelwaterplan kan hiertoe de nodige insteek geven.

Om bronmaatregelen te kunnen ontwerpen is het noodzakelijk om inzicht te verkrijgen in het watersysteem. Zo is het nodig om inzicht te verwerven in de grootte van het afstroomgebied, afstroomrichting, verhouding verharde en onverharde oppervlakte en zicht te krijgen op de grondwaterstand en de infiltratiecapaciteit van de ondergrond in de projectzone en haar omgeving. In het kader van rioleringsprojecten is het aangewezen om de grondwaterstand en de infiltratiecapaciteit te bepalen op basis van metingen.

3.2 Bepalen van de grondwaterstand

3.2.1 Algemeen

Het grondwaterpeil fluctueert doorheen het jaar. Gewoonlijk wordt het hoogste peil bereikt eind maart en het laagste eind september. Daarnaast variëren ook deze hoogste en laagste peilen van jaar tot jaar. Het waterpeil dat bijvoorbeeld eind maart bereikt wordt, is afhankelijk van de weercondities in de periode die eraan vooraf gaat en die zijn elk jaar anders. Gelet op het belang van deze parameter bij het ontwerpen van bronmaatregelen zijn grondwaterpeilmetingen een noodzaak. Door het uitvoeren van langdurige metingen kan men de onzekerheid op deze waarden sterk beperken.

De freatische grondwaterstandsindicator op de website van DOV (www.dov.vlaanderen.be) beschrijft die peilschommelingen. De indicator geeft (aan de hand van een percentielwaarde) voor iedere dag weer of het grondwaterpeil op die dag zeer hoog, hoog, normaal, laag of zeer laag was. Er wordt onderscheid gemaakt tussen de toestand voor de tijd van het jaar (relatieve indicator) en de toestand in absolute zin, dat wil zeggen, vergeleken met de peilvariatie die de voorbije 30 jaar heeft plaatsgevonden.

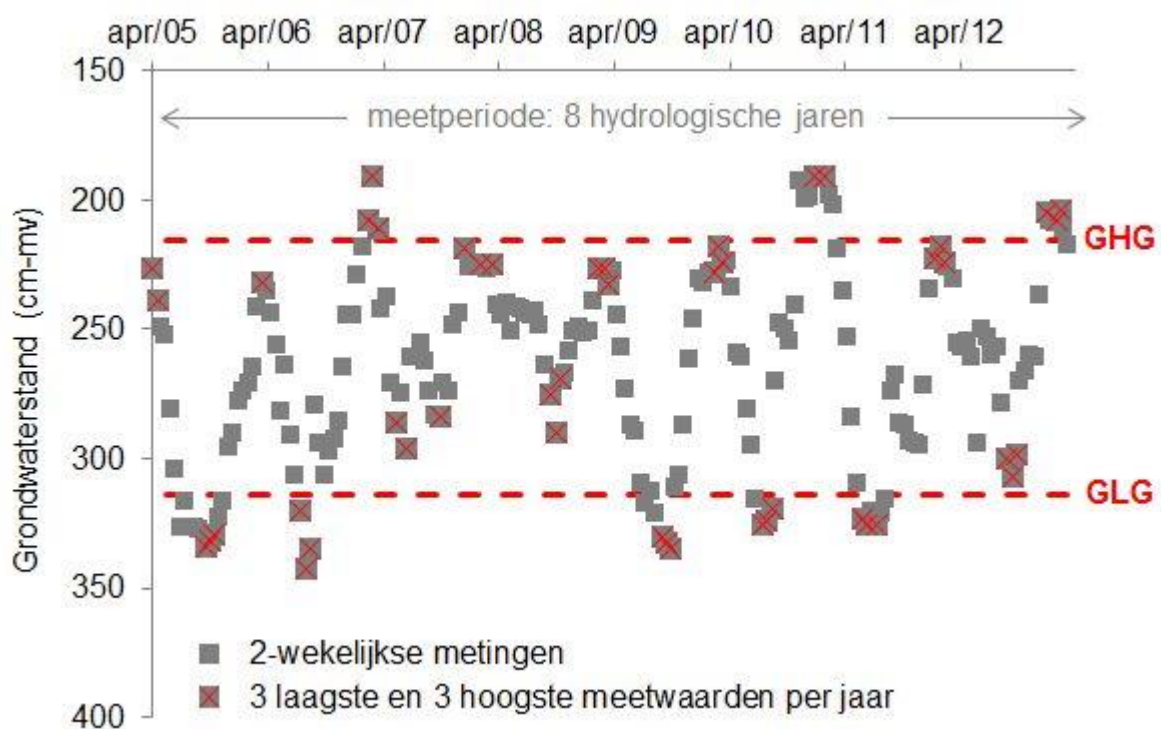
De gemiddelde seizoensfluctuatie van het grondwaterpeil is te karakteriseren met twee variabelen: de gemiddelde hoogste en de gemiddelde laagste grondwaterstand (GHG en GLG), uitgedrukt in meter onder maaiveld (m-mv).

Deze twee variabelen werden geïntroduceerd door van Heesen (1970)², die voorstelde om de GHG en

¹ Bron: studie “Opstellen van richtlijnen voor meten van infiltratiecapaciteit en modelmatig onderbouwen voor dimensionering van infiltratievoorzieningen”, VMM, 2017

² Van Heesen, H.C., 1970. Presentation of the seasonal fluctuation of the water table on soil maps. Geoderma 4, 257-278

GLG te berekenen als het gemiddelde van de drie hoogste/laagste peilen per jaar van minimaal acht jaren, waarbij de grondwaterstand tweemaal per maand gemeten wordt (op of omstreeks de 14de en 28ste dag) (Figuur 3.1). Met 'jaren' worden hier geen kalenderjaren maar wel hydrologische jaren bedoeld, die beginnen op 1 april en eindigen op 31 maart. Indien onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn, kan de meetreeks aangevuld worden met behulp van meteorologische data en een tijdreeksmodel. De definitie van de GLG en GHG die hierboven is vermeld, is opgesteld in een periode dat peilmetingen doorgaans manueel (en dus met relatief lage frequentie) werden uitgevoerd en tijdreeksmodellen schaars waren. Vandaag zijn er vaak hoogfrequente peilreeksen beschikbaar, met tijdstappen van een dag of kleiner. In dat geval kunnen de GLG en GHG goed benaderd worden door het 10de en 90ste percentiel te nemen van de tijdreeks. De gemiddelde grondwaterstand wordt gedefinieerd als de 50-percentiel waarde.



Figuur 3.1: de gemiddeld hoogste en de gemiddeld laagste grondwaterstand (GHG en GLG) uitgedrukt in meter onder maaiveld (m-mv).

GHG en GLG zijn maar betekenisvol wanneer seizoensfluctuaties terug te vinden zijn in de tijdsreeks van grondwaterpeilen. Dat is niet altijd het geval.

De GHG, GLG en het gemiddelde grondwaterpeil verschillen sterk van plaats tot plaats omdat ze beïnvloed worden door lokale condities zoals de aanwezigheid van (buis)drainage, grondwaterwinningen, al dan niet opgestuwde waterlopen en grachten, enz.

Gedetailleerde gebiedsdekkende informatie is niet beschikbaar voor al deze fenomenen. Er bestaat

dan ook geen betrouwbare gebiedsdekkende data laag van (gemiddelde) grondwaterstanden in Vlaanderen.

Voor het bepalen van de grondwaterstand op een willekeurige locatie zijn er verschillende methodes beschikbaar. Een eerste grove indicatie is mogelijk aan de hand van de bodemkaart. Voor een meer correcte inschatting van de grondwaterstand kan men gebruik maken van de volgende methodes:

- Peilmetingen
- Grondwaterstandsindicator
- Statistische methode

Ook in boor- en sondeerrapporten wordt soms de grondwaterstand vermeld. Die vind je vb. door de lagen met boringen en sonderingen aan te zetten in de DOV-verkenner. De grondwaterstand die hier vermeld staat, is echter niet betrouwbaar. Doorgaans gaat het slechts om één enkele waarneming, op het moment van de boring, terwijl de grondwaterstand aanzienlijk kan schommelen doorheen het jaar (tot meerdere meters) en de grondwaterstand tijdens de boring ook niet in evenwicht is. Grondwaterstanden uit boor- en sondeerrapporten zijn dus slechts indicatief en moeten altijd met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden. Voor de concrete uitwerking van infiltratievoorzieningen zijn dan ook meer betrouwbare gegevens nodig (zoals beschreven in de volgende paragrafen).

3.2.2 Bepaling van de grondwaterstand op basis van de bodemkaart

De Bodemkaart van België kan een eerste grove indicatie geven van de grondwaterdynamiek die op een bepaalde plaats te verwachten is.

De kaart is opgemaakt aan de hand van een intensieve bodemkartering (gemiddeld twee boringen per hectare) waardoor ze toch enigszins representatief is op perceelsniveau. De bodemkartering gebeurde gedurende de jaren 1950 tot 1970 waardoor de bodemkaart geen correct beeld geeft van de waterhuishouding van percelen die sindsdien werden opgehoogd, afgegraven, gedraineerd, enz.

De dataset van de bodemkaart is omwille van de visualisatie onderverdeeld in 5 kaartlagen:

- bodemtypes
- substraten
- fasen
- varianten van het moedermateriaal
- varianten van de profielontwikkeling

De kaartlaag 'bodemtypes' bevat alle info van de bodemkaart.

De bodemtypes worden op de bodemkaart van België weergegeven als een code, waarbij de eerste hoofdletter van de code de textuurklasse weergeeft, gevolgd door twee letters die respectievelijk de drainageklasse en de profielontwikkelingsgroep weergeven. Deze 3 letters vormen samen het kerndeel (=bodemserie) van het bodemtype. Het bodemtype bevat daarnaast ook andere mogelijke letters of cijfers voor of na dit kerndeel die een substraat, fase of varianten van het moedermateriaal of de

profielontwikkeling specificeren.

Voor een inschatting van de grondwaterstand zijn voornamelijk de textuurletter en de drainageklasse van belang. De drainageklasse werd bij de bodemkartering niet bepaald op basis van gemeten grondwaterstanden, maar op basis van bodemkenmerken. Gleyverschijnselen (roestvlekken afgewisseld met bleke vlekken) komen voor in de zone die afwisselend nat en droog is (schommelende grondwaterstand). Reductieverschijnselen (blauwe en grijze tinten) zijn kenmerkend voor de permanente waterverzadigde zone. De diepte waarop reductie wordt waargenomen is daarom indicatief voor de GLG. De zone tussen de hoogste en de laagste grondwaterstand is periodiek verzadigd en periodiek onverzadigd, waardoor roestvlekken kunnen ontstaan. De diepte waarop roestverschijnselen beginnen voor te komen, is dus indicatief voor de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG).

Indicatieve waarden voor de GHG en de GLG per bodemtype zijn weergegeven in tabel 3.1. De gemiddelde absolute fout op de GHG bedraagt ongeveer 25 cm, voor de GLG is de fout ongeveer half zo groot.

Tabel 3.1: Indicatieve waarden voor de GHG en GLG (cm-mv) per textuur- en drainageklasse. Gebaseerd op de diepte van roest (indicatief voor GHG) en reductie (indicatief voor GLG) per drainageklasse en de definitie van drainagecomplexen, zoals aangegeven op p. 15 in 3.

Drainageklasse	Zware texturen		Lichte texturen	
	GHG (cm-mv)	GLG (cm-mv)	GHG (cm-mv)	GLG (cm-mv)
	Textuurklasse: L (zandleem), A (leem), E (klei), U (zware klei), G (stenige gronden)		Textuurklasse: Z (zand), S (lemig zand), P (licht zandleem)	
.a.	>125	>125	>120	>125
.b.	>125	>125	90-120	>125
.c.	>80	>125	60-90	>125
.d.	50-80	>125	40-60	>125
.e.	20-50	>80	20-40	>100
.f.	0-20	40-80	0-20	50-100
.g.	0	<40	0	<50
.h.	20-50	>125	20-40	>125
.i.	0-20	>125	0-20	>125
.A.	Van 50 tot >125	>125	Van 40 tot >120	>125
.B.	>125	>125	Van 90 tot >120	>125
.D.	Van 50 tot >80	>125	40-90	>125
.F.	0-50	Van 40 tot >80	0-40	Van 50 tot >100
.G.	0-50	Van 40 tot >125	0-40	Van 50 tot >125
.H.	0-50	Van <40 tot >125	0-40	Van <50 tot >125
.I.	0-50	>125	0-40	>125

³ Van Ranst, E., Sys, C. 2000. Eenduidige legende voor de digitale bodemkaart van Vlaanderen (Schaal 1:20.000). Universiteit Gent

Op sommige plaatsen, voornamelijk in bebouwde percelen (ten tijde van de bodemkartering) en in de zeepolders, is de bodemclassificatie anders opgesteld en kan er geen informatie over de grondwaterstand uit de Bodemkaart gehaald worden. In de zeepolders is het grondwaterpeil bovendien sterk beïnvloed door de aanwezigheid van drainagegrachten en -buizen.

3.2.3 Bepaling van de grondwaterstand aan de hand van peilmetingen

Grondwaterpeilingen die overheden uitvoeren zijn voor iedereen beschikbaar op DOV (www.dov.vlaanderen.be). Je kan DOV-meetpunten in de omgeving selecteren en op basis daarvan een inschatting maken van de grondwaterstand op de plaats die je wil onderzoeken.

Waterlopen, bronnen, vijvers en moerasgebieden kunnen eveneens een indicatie geven van de grondwaterstand in hun directe omgeving, voor zover deze oppervlaktewaters niet afgesloten zijn van het grondwater (folie, beton,...). Voor sommige waterlopen zijn er peilmetingen beschikbaar op www.waterinfo.be.

De eenvoudigste manier voor de bepaling van de grondwaterstand op de gewenste locatie is het gemiddelde te nemen van de peilen op de gekozen bemeeten locaties; nauwkeuriger is echter te werken via interpolatie (zie verder in voorbeeld).

De grondwaterstand wordt in de rapporten op DOV op twee manieren uitgedrukt:

- het peil H (mTAW - Tweede Algemene Waterpassing) dat de hoogte van het grondwater weergeeft ten opzichte van het zeeniveau.
- de diepte h (m-mv), dit is de diepte van het grondwater, ter plaatse gemeten ten opzichte van het lokale maaiveldpeil Z (mTAW) (rand van de peilbuis of koker). ($h = Z - H$)

Deze laatste waarde is niet geschikt voor interpolatie omdat de meting sterk afhankelijk is van het (lokale) reliëf en de hoogte van de buis ten opzichte van het maaiveld.

Bij de keuze van de (referentie)meetpunten dient te worden gelet op volgende zaken:

- Meetpunten hebben soms meerdere meetfilters op verschillende dieptes. Neem steeds de data die horen bij de meest ondiepe filter en beperk de selectie sowieso tot de freatische filters
- Kies bij voorkeur een meetpunt op een gelijkaardige landschappelijke positie. Bijvoorbeeld: om de grondwaterstand in een vallei in te schatten gebruik je best een peilput die eveneens binnen de vallei ligt. De bodemkaart is hier een handig hulpmiddel: kies een meetpunt met hetzelfde bodemtype als de plaats die je wil onderzoeken.

VOORBEELD (ZIE OOK FIGUUR 3.2)

Gegeven 2 gekende peilmetingen (Put1 en Put2) in de omgeving van de locatie 'X', waarvoor de grondwaterstand moet bepaald worden. De (absolute) grondwaterstanden in deze putten (H1 en H2) bedragen respectievelijk 30 en 20 m TAW.

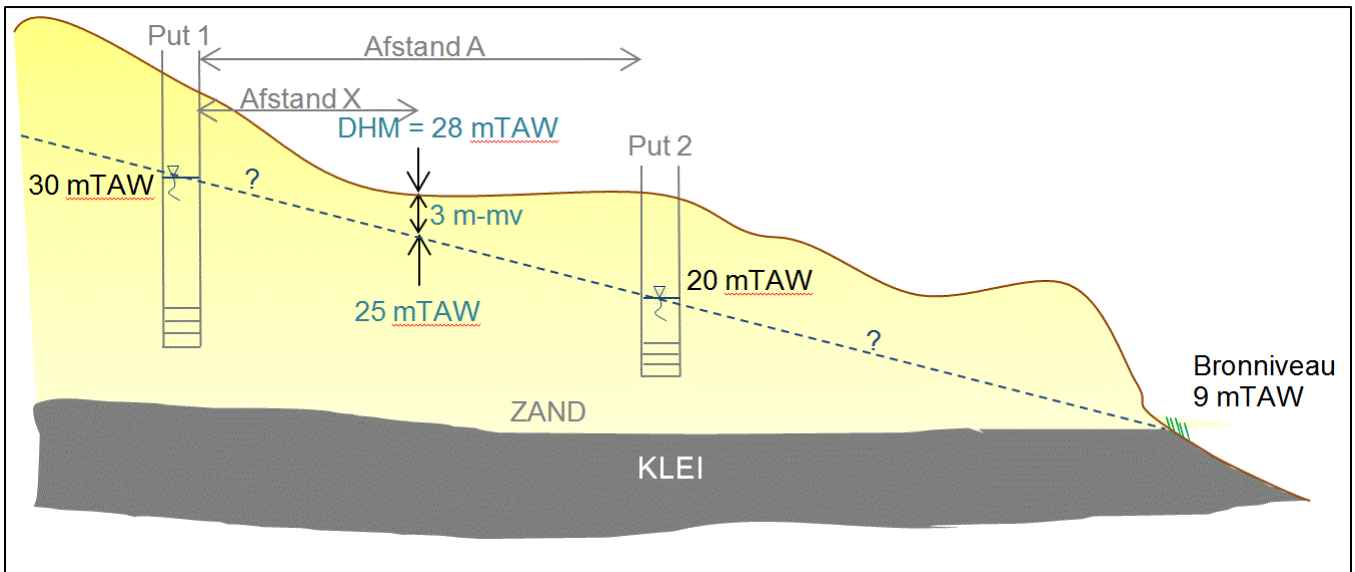
Het absolute grondwaterpeil (Hx) op locatie 'X' is dan door lineaire interpolatie te berekenen als

$$H_x = H_1 + \frac{H_2 - H_1}{A} \cdot X$$

Met A de afstand tussen de putten 1 en 2, en X de afstand tussen put 1 en locatie 'X'.

Wanneer locatie 'X' zich precies halverwege putten 1 en 2 bevindt, zal de geïnterpoleerde waarde dus 25 m TAW bedragen. In dat geval zou het gemiddelde van de 2 gekende peilen hetzelfde resultaat hebben opgeleverd als interpolatie; de kans dat dit zich echter voordoet, is relatief klein.

Wanneer je vervolgens (bijv. via DHM) het maaiveldpeil op locatie 'X' bepaalt (bijv. 28 m TAW) kan je de relatieve grondwaterstand op deze locatie bepalen, nl. 3 m-mv.



Figuur 3.2: Voorbeeld van interpolatie van stijghoogte. Op de locatie die exact in het midden tussen Put 1 en Put 2 gelegen is, is de geïnterpoleerde stijghoogte net het gemiddelde van beide stijghoogtes

Opmerking : indien er meer dan 2 gekende punten zijn op vergelijkbare afstand, kan een interpolatie op elke combinatie van 2 punten uitgevoerd worden om de sensitiviteit van de gebruikte referentielocaties na te gaan. Indien dan zou blijken dat de bekomen interpolaties onderling sterk afwijken, moet worden nagegaan welke gekende punten meest representatief zijn voor de te bepalen grondwaterstand. Indien er geen evidente reden is om één van de gekende punten uit te sluiten, kan als finale waarde het gemiddelde van de verschillende interpolaties worden genomen.

3.2.4 Bepaling van de grondwaterstand aan de hand van de grondwaterstandsindicator

De methode, zoals beschreven in par. 3.2.3, laat slechts toe om een ogenblikkelijke grondwaterstand op een gekozen locatie te bepalen. Voor een correcte dimensionering van bronmaatregelen is het echter wenselijk om een idee te hebben van de mogelijke fluctuaties van het grondwaterpeil op die locatie.

Om de gemiddelde grondwaterstand, de GHG en de GLG op de gekozen locatie in te schatten, is normaal een lange tijdsreeks nodig. Volgens de oorspronkelijke definitie van GHG en GLG is er nood

aan 2-wekelijkse metingen over een periode van 8 jaar. Statistische analyses tonen aan dat zelfs bij gebruik van een 8-jarige reeks de GHG en GLG fout ingeschat kunnen worden ten opzichte van de waarden die men zou verkrijgen met langere meetreeksen (bv. dagelijkse metingen voor een periode van 30 jaar), met afwijkingen tot enkele tientallen cm.

Aangezien het in nagenoeg alle projecten niet mogelijk is om zo lang te meten (soms zijn er slechts 1 of 2 meetwaarden beschikbaar), kan men gebruik maken van de grondwaterstandsindicator (beschikbaar op DOV - www.dov.vlaanderen.be) om voor de gekozen locatie toch een idee te krijgen van de lange-termijn fluctuatie van de grondwaterstand op die meetplaats.

Merk op dat deze methode ook kan worden toegepast op locaties waar de grondwaterstand niet rechtstreeks werd gemeten, maar berekend door interpolatie (zie par. 3.2.3).

ALGEMEEN PRINCIPE

De grondwaterstandsindicator voor een bepaalde meting op een bepaalde locatie geeft op basis van een percentielwaarde (p) weer of die meting gebeurd is in een periode die relatief nat, relatief droog of eerder normaal was. Zo weet je of de gemeten grondwaterstand eerder met de gemiddelde (p50) of met een meer extreme situatie (GHG of GLG, respectievelijk p10 en p90) overeenstemt. Wanneer men er vanuit gaat dat naburige locaties op eenzelfde moment zich in een gelijkaardige situatie m.b.t. de grondwaterstand bevinden, en dus eenzelfde ogenblikkelijke grondwaterstandsindicator vertonen, kan men voor een gekozen locatie een enkele meetwaarde extrapoleren naar GHG en GLG.

Om de GHG en GLG te berekenen uit een bekende indicatorwaarde, gaat men uit van een normaalverdeling van de grondwaterpeilen. Om deze te kunnen fitten, zijn in principe minstens 2 peilwaarden met hun overeenkomstige indicatorwaarde vereist.

- Indien slechts één dataset beschikbaar is, kan men als alternatief een aanname doen omtrent het verschil in peil tussen GHG en GLG (vermits deze gelijk zijn aan p10 resp. p90). Aangezien op de meeste plaatsen met ondiepe grondwaterstanden het peil op jaarbasis schommelt met 1 à 2 m, kan men als eerste aanname voor het verschil tussen GHG en GLG bijv. 1.5 m nemen.
- Indien men meerdere datasets ter beschikking heeft, kan men alle data gelijktijdig fitten aan een normaalverdeling, of kan men de hierboven beschreven “eenvoudige” benadering herhaaldelijk toepassen en een gemiddelde nemen van het resultaat.

Voor beide benaderingen dient men te beschikken over statistische software.

VOORBEELD (ZIE OOK FIGUUR 3.3)

In dit voorbeeld beschikt men slechts over 1 grondwaterstandsmeting op de plaats waar men het gemiddeld grondwaterregime wil weten. Op 9/6/2015 is daar een grondwaterstand van -189 cm-mv vastgesteld. In DOV kan het dichtstbij gelegen punt uit de grondwaterstandsindicator worden opgezocht. Het is van belang dat de afstand van het indicatorpunt tot het meetpunt waarvan we het lange-termijn gemiddelde moet worden bepaald zo klein mogelijk is, zodat kan worden verondersteld dat er op beide punten ongeveer dezelfde hoeveelheid neerslag is gevallen. In het voorbeeld bedraagt deze afstand 2.7 km. Het indicatorpunt bevindt zich, bij voorkeur, bovendien in een min of meer

3.2.5 Bepaling van de grondwaterstand aan de hand van een geavanceerde statistische methode

Hieronder volgt een beschrijving van een alternatieve methode om het lange-termijn gemiddeld grondwaterregime op een plaats met een beperkte meetreeks van grondwaterstanden te karakteriseren. De precieze hoeveelheid beschikbare metingen speelt weinig rol, het uitgangspunt is dat de beschikbare meetfrequentie en -periode niet volstaan om het lange-termijn gemiddelde alleen op basis van metingen te berekenen (daarvoor is typisch 8 jaar met 2-wekelijkse metingen nodig). De methode is vooral nuttig als er meerdere metingen zijn, bij 1 of enkele metingen kan beter de methode beschreven onder 3.2.4 toegepast worden.

ALGEMEEN PRINCIPE

De methode bestaat uit volgende stappen :

- Zoek een aantal (bv. 3 à 5) referentiemeetpunten in de buurt van het te onderzoeken meetpunt: referentiepunten zijn meetpunten met lange (minstens 8 jaar) tijdsreeksen van gemeten grondwaterstanden met voldoende hoge frequentie (minstens maandelijks). Hiervoor kunnen ook de punten uit de grondwaterstandsindicator gebruikt worden.
- Normaliseer de peilmetingen op die referentiemeetpunten op basis van hun gemiddelde waarde en standaarddeviatie.
- Bereken het zwevend gemiddelde van de genormaliseerde referentiemeetreeksen (bijv. op basis van een venster van 2 opeenvolgende metingen)
- Er wordt nu verondersteld dat (1) het zwevende gemiddelde van de genormaliseerde referentiepeilen ook van toepassing is op de te onderzoeken locatie en (2) het genormaliseerd peil voor tijdstippen waarop geen enkele meting beschikbaar is ‘af te lezen’ is uit de grafiek van het zwevend gemiddelde (dus dat het genormaliseerd peil tussen twee bemeeten tijdstippen een lineair verloop kent⁴).
- Door de beschikbare meetwaarden op de te onderzoeken locatie te linken aan de genormaliseerde waarden, afkomstig van de referentiemetingen, kan een standaarddeviatie en gemiddelde waarde van de grondwaterstanden op de te onderzoeken locatie gefit worden (bijv. door kleinste-kwadratenmethode). Hieruit kunnen dan tenslotte de GHG en de GLG berekend worden.

Een randvoorwaarde bij het toepassen van de voorgestelde methode is dat de metingen uit de referentiedataset goed gespreid zijn in de tijd (zowel beschikbaar in droge als natte periodes, verschillende seizoenen,...) , zodanig dat er niet te veel tijd zit tussen een meting op de onderzoekslocatie en een meting uit de referentiedataset. Concreet zou er op de referentiepunten minstens 1 meting per maand beschikbaar moeten zijn. De meeste meetpunten uit het freatisch

⁴ deze tweede aanname is uiteraard niet meer geldig als de tijdsperiode tussen de metingen meer is dan 3 à 6 maanden (risico op seizoenschommelingen) of als er tussen 2 metingen plotse schommelingen optreden ten gevolge van intense regenval.

meetnet van VMM zijn daardoor niet bruikbaar, net omdat ze te weinig frequent worden uitgevoerd, en omdat putten in dezelfde regio doorgaans op dezelfde dag of periode worden bemeeten. Freatische meetputten van het primair meetnet zijn wel bruikbaar, maar relatief schaars.

PRAKTISCHE UITWERKING

- Gegeven meetwaarden op de te onderzoeken locatie 'x':

(Hx1, Hx2, ... , Hxn) op (Tx1, Tx2, ..., Txn)

en referentiemeetwaarden (voor de eenvoud wordt hier slechts 1 referentiemeetreeks 'y' beschouwd) :

(Hy1, Hy2, ... , Hyn) op (Ty1, Ty2, ..., Tyn)

- Bereken de genormaliseerde referentiepeilen (Ny1, Ny2, ... , Nyn) volgens

$$N_{yi} = \frac{H_{yi} - \overline{H_y}}{\sigma_{H_y}} \quad (1)$$

Waarbij $\overline{H_y}$ en σ_{H_y} respectievelijk de gemiddelde waarde en de standaarddeviatie van de referentiepeilen H_{yi} zijn.

- Bereken het zwevend gemiddelde van de genormaliseerde referentiepeilen :

$$M_{yi} = \frac{1}{p} \cdot \sum_{b=i-p+1}^i N_{yb}$$

met M_{yi} het zwevend gemiddelde in meting nummer⁵ i, p de periode (aantal punten dat beschouwd wordt voor het berekenen van het gemiddelde, hier: 2), N het genormaliseerd peil

- Voor alle tijdstippen T_{xj} van de beschikbare meetwaarden op de te onderzoeken locatie wordt nu een M_{xj} berekend door lineaire interpolatie van de zonet bekomen referentiewaarden M_{yi} .
- Vervolgens kan –in de veronderstelling dat men de standaarddeviatie en de gemiddelde waarden van de peilen H_x zou kennen- voor diezelfde tijdstippen T_{xj} een voorspelde absolute peilwaarde H^*_{xj} berekend worden door gebruik te maken van de inverse van formule (1) :

$$H^*_{xj} = \overline{H_x} + \sigma_{H_x} \cdot M_{xj}$$

- Door fitting van de waarden H^*_{xj} aan de werkelijke meetwaarden H_{xj} , kan deze

⁵ meting nummer 1 = eerste meetpunt, nummer 2 = tweede meetpunt enz.

standaarddeviatie en gemiddelde waarde voor Hx worden berekend, waaruit dan tenslotte een GHG en een GLG kunnen worden afgeleid.

3.3 Bepalen van de infiltratiecapaciteit

Om na te gaan of in het projectgebied het hemelwater op afdoende manier in de ondergrond kan dringen, is het van belang om de infiltratiecapaciteit van het projectgebied in te schatten. In geval van onzekerheid is het uitvoeren van infiltratiemetingen aangewezen. Op basis van de bodemtextuur vermeld op de Belgische bodemkaart kan men een eerste indicatie bekomen van de infiltratiecapaciteit (zie tabel 3.2). Voor elke textuurklasse van de Belgische bodemkaart zijn gemiddelde waardes opgesteld van de infiltratiecapaciteit. Het is echter gevaarlijk om louter van deze gemiddeldes te vertrekken om de impact van een ontwerp te begroten, voornamelijk om volgende redenen:

- De Belgische bodemkaart is een zeer waardevolle en gedetailleerde kaart, maar is niet geschikt om op zeer lokaal niveau een uitspraak te doen over de aanwezige textuur.
- In verstedelijk gebied is vaak geen informatie beschikbaar.
- De variabiliteit van de infiltratiecapaciteit binnen eenzelfde textuur is vele malen groter dan de verschillen tussen de verschillende texturen onderling.
- Ook de variabiliteit op de metingen binnen bepaalde site kan sterk verschillen

Voor projecten waar een afweging tussen infiltratie, vertraagde afvoer of een combinatie van beide dient te worden gemaakt, is het dan ook steeds van belang om projectspecifiek de infiltratiecapaciteit te bepalen.

Tabel 3.2: infiltratiecapaciteit in functie van de textuur⁶.

Textuurklasse	Infiltratiecapaciteit Ksat (mm/u)			Infiltratiecapaciteit Ksat (m/s)		
	Var-	gemiddelde	Var+	Var-	gemiddelde	Var+
Z ('zand')	22,5	74	243	6,25 x10-6	2,05 x10-5	6,75 x10-5
S ('lemig zand')	5,15	19,58	74,52	1,43 x10-6	5,44 x10-6	2,07 x10-5
E ('klei*')	4,54	17,46	67,32	1,26 x10-6	4,85 x10-6	1,87 x10-5
P ('licht zandleem')	2,77	13,64	66,96	7,70 x10-7	3,79 x10-6	1,86 x10-5
L ('zandleem')	1,4	7,45	39,6	3,90 x10-7	2,07 x10-6	1,10 x10-5
A ('leem')	1,03	5,69	31,21	2,86 x10-7	1,58 x10-6	8,67 x10-6
U ('zware klei')	-	-	-	-	-	-

Var- : aanduiding van variabiliteit waarbij 66% van de waarnemingen hoger was dan Var-
 Var+ : aanduiding van variabiliteit waarbij 66% van de waarnemingen lager was dan Var+
 *bodemklasse E wordt volgens de bodemkaart 'klei' genoemd, maar omvat in praktijk grote variabiliteit van bodemtexturen

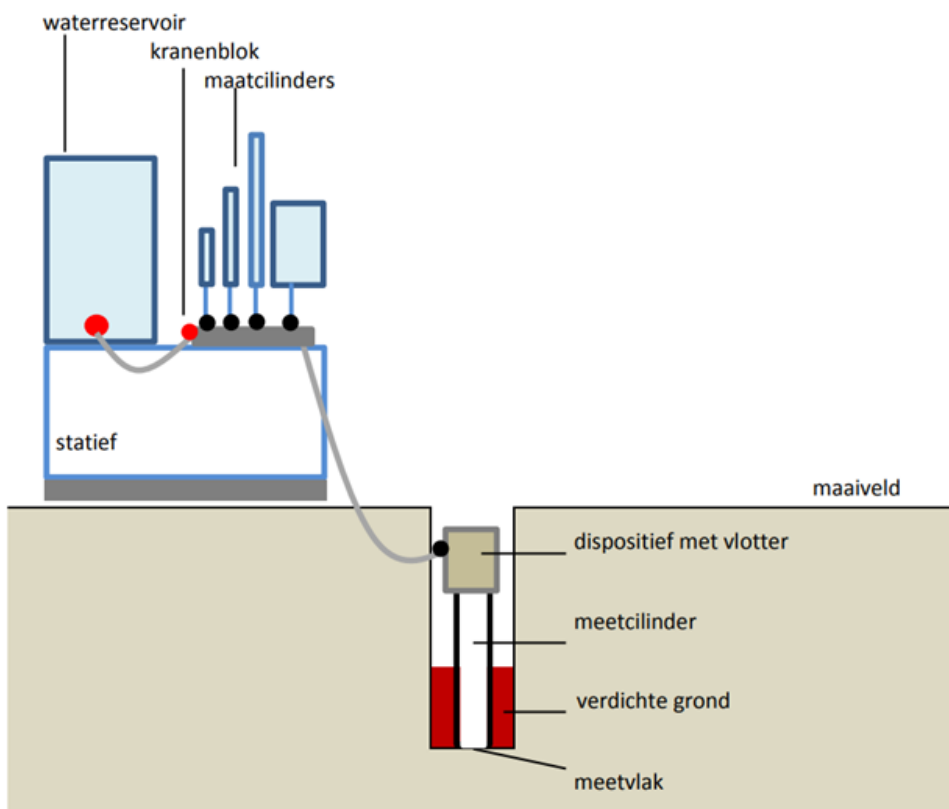
⁶ Bron: studie "Opstellen van richtlijnen voor meten van infiltratiecapaciteit en modelmatig onderbouwen voor dimensionering van infiltratievoorzieningen", VMM, 2017

Alle technische achtergrondinfo horende bij de infiltratieproeven is terug te vinden op www.vmm.be/infiltratieproeven. Op deze website zijn eveneens de gedetailleerde werkvoorschriften terug te vinden die moeten gerespecteerd worden bij het uitvoeren van de beschreven infiltratieproeven evenals de relevante invul fiches voor het berekenen van de resultaten.

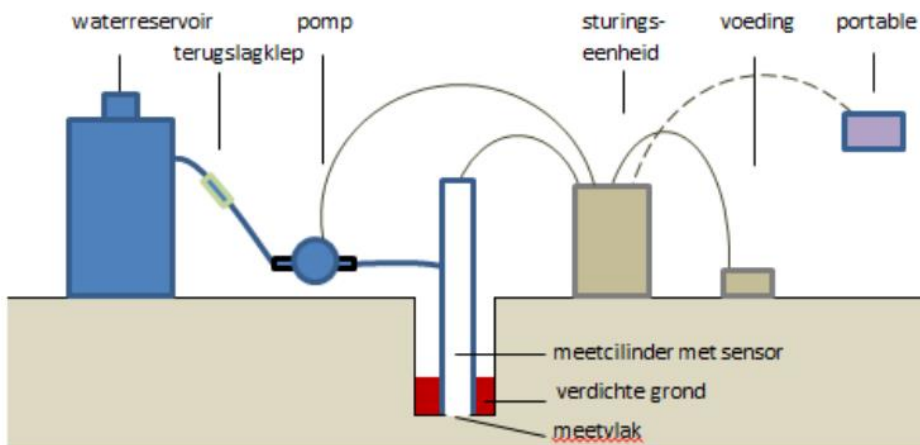
Bij de proeven wordt de infiltratiecapaciteit gemeten door ofwel het waterpeil constant te houden (constant head) ofwel te meten hoe snel het water daalt in het boorgat (falling head).

3.3.3.1 Open-end-test

De test wordt uitgevoerd door middel van het inbrengen van een buis die enkel aan de onderzijde open is. De infiltratiecapaciteit wordt gemeten met constant head. De proef meet vooral de verticale doorlatendheid. Voorafgaand aan de proef moet de grond steeds voldoende lang gesatureerd worden. Het meetvlak is tamelijk beperkt, de buis heeft een diameter van ongeveer 10 cm.



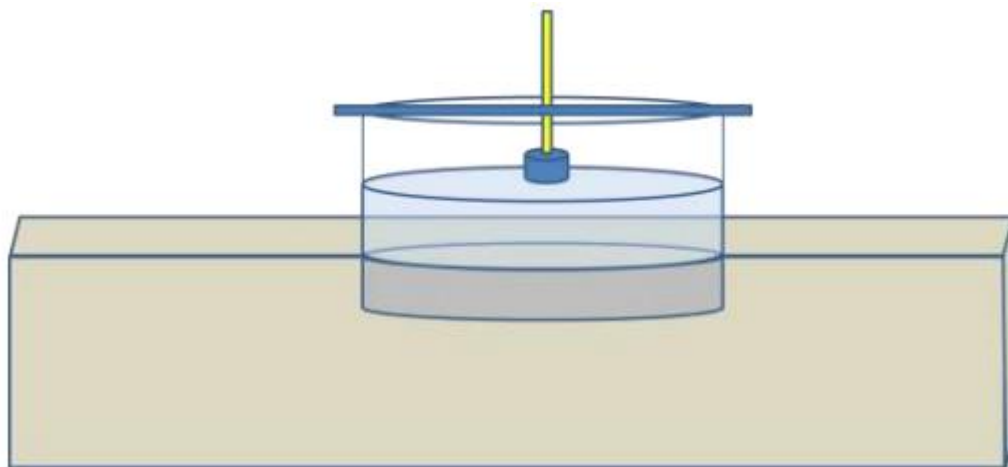
Constance druk door zwaartekracht en een waterkolom



Constate druk door externe pomp

3.3.3.2 Enkele ring/dubbele ring

De afweging of voor een enkele of dubbele ring moet gekozen worden hangt af van de homogeniteit van de bodem. Enkel bij volledig homogene bodemtypes, mag voor een enkele ring gekozen worden. In geval van twijfel of bij heterogene bodemtypes dient steeds voor een dubbele ring gekozen te worden.

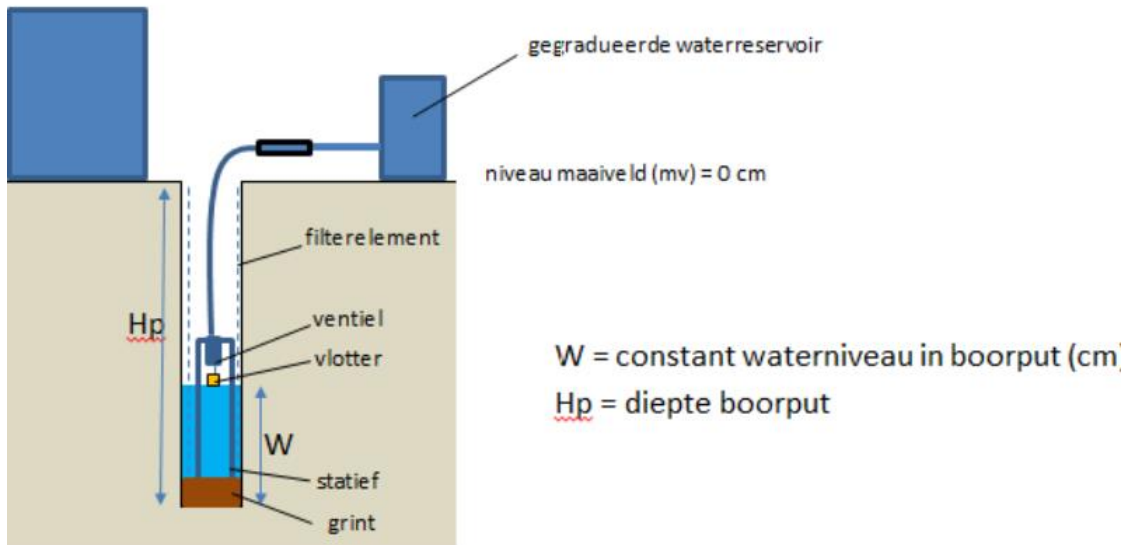


De infiltratiecapaciteit wordt gemeten via constant head of falling head. De test meet zowel de verticale als horizontale doorlatendheid. Voorafgaand aan de proef moet de grond steeds voldoende lang gesatureerd worden. Het meetvlak is tamelijk groot, de ring heeft een diameter van ongeveer 30 cm.

3.3.3.3 Methode porchet

De infiltratiecapaciteit wordt gemeten via constant head of falling head. De proef wordt uitgevoerd in een boorgat waarbij zowel de bodem als de wand infiltratie toelaten. De proef meet hoofdzakelijk de verticale doorlatendheid en in beperkte mate de horizontale doorlatendheid. Voorafgaand aan de

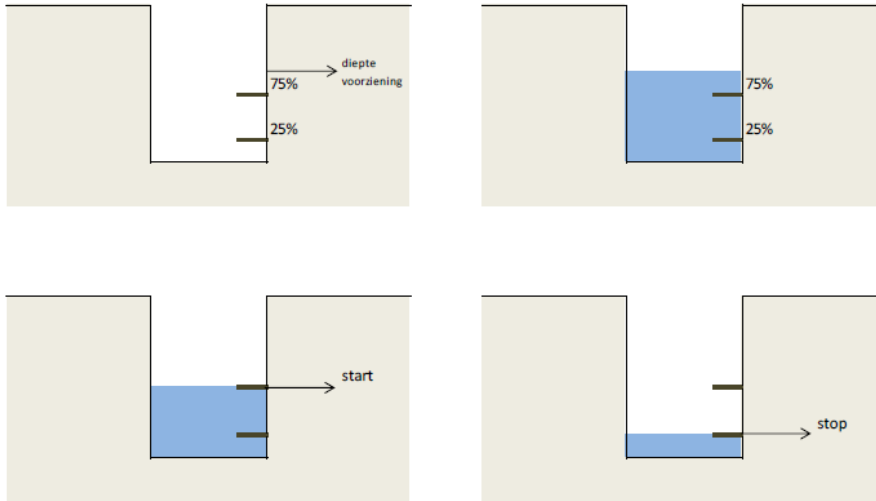
proef moet de grond steeds voldoende lang gesatureerd worden. Het meetvlak is relatief groot.



3.3.3.4 Soakaway test

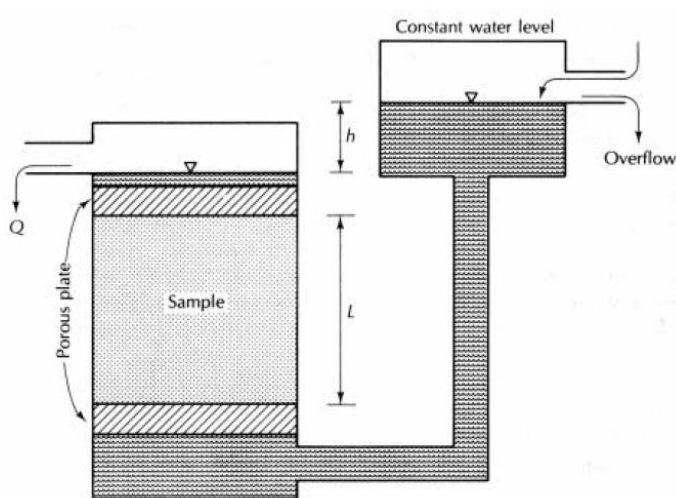
De proef wordt uitgevoerd in een gegraven put waarbij de snelheid van de waterdaling (falling head) wordt bepaald om de infiltratiecapaciteit te berekenen. Met de proef wordt vooral de verticale doorlatendheid berekend, maar eveneens deels de horizontale. Het is van belang om voorafgaand aan de proef de bodem voldoende te satureren. Het meetvlak is relatief groot.





3.3.3.5 Labomethode

Op basis van een steekmonster kunnen in labo-omstandigheden eveneens de doorlatendheden bepaald worden. De beproefde oppervlakte is zeer beperkt door de omvang van het steekmonster. De proef meet de verticale doorlatendheid.



3.3.4 Keuze van infiltratieproef en aandachtspunten

Bij het kiezen van infiltratieproeven worden bij voorkeur in-situ proeven uitgevoerd. De laboproeven tonen een significant lagere infiltratiecapaciteit en hebben een veel grotere variabiliteit dan de in-situ proeven. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt door de zeer kleine meetoppervlakte die wordt gebruikt.

Op basis van uitgebreide testen blijkt dat alle hierboven vermelde in-situ testen vergelijkbare

gemiddelde waarden opleveren, mits deze volgens de vastgelegde richtlijnen worden uitgevoerd. De keuze van de proef zal dus vooral afhankelijk zijn van een aantal praktische afwegingen die in tabel 3.3 worden weergegeven.

Tabel 3.3: Overzicht infiltratieproeven

	Open End	Enkele/DubbeleRing	Porchet	Soakaway
Investeringskost	Eerder hoog	Gematigd	Gematigd	Zeer laag
Gemiddelde duur tot verzadiging	Kort	Kort tot middellang	Middellang	Kort tot zeer lang
Hoeveelheid water nodig voor de meting*	Normaal (+- 20 l)	Normaal (+- 20 l)	Kan oplopen tot meer dan 100 l	Normaal (+- 20 l)
Risico op outliers	Hogere kans	Normaal	Normaal	Normaal
Beperkingen en calamiteiten op het terrein	Visuele controle moeilijk bij technische storingen ingeval automatisatie	Moeilijk om ring aan te brengen in stenige ondergrond Veel graafwerk bij metingen op de diepere horizonten	Vereist opvolging tijdens de meting Beperking in meetbereik bij hoge infiltratiecapaciteit	Put valt in Veel graafwerk bij metingen op de diepere horizonten

*: exclusief de hoeveelheid water nodig om verzadiging van de bodem te bereiken.

Het is van groot belang om de infiltratieproeven niet uit te voeren bij een bevroren ondergrond of na zware regenval. Het regenfront dat zich door de bodem verplaatst kan luchtinsluiting veroorzaken (Lisse-effect) waardoor vertekende infiltratiewaarden worden bekomen. Daarnaast kan bij een aantal proeven het water uit het bodemprofiel zich vermengen met het toegevoegde water van de infiltratieproef, waardoor eveneens verkeerde infiltratiewaarden worden bekomen. Het uitvoeren van infiltratieproeven bij extreme droogte is ook niet aangewezen omdat bodemprofielen kunnen openbarsten als gevolg van droogte en eveneens een vertekende waarde weergeven. Daarnaast is het bij alle proeven van fundamenteel belang dat de kwaliteit van het meetvlak wordt bewaard door verdichting of verslemping te vermijden. Het volgen van de werkvoorschriften is dan ook van groot belang.

3.4 Type bronmaatregelen

3.4.1 Vermijden afstroom

De beste bronmaatregel is het vermijden van afstroom. Bij de aanleg of heraanleg van het openbaar domein moet er dan ook een grondige afweging gebeuren of alle verharding wel noodzakelijk is en of alle verharding moet worden afgevoerd naar een bestaande of specifiek daarvoor aan te leggen opvang- of afvoersysteem. Bijkomende verharding veroorzaakt bijkomende afstroming en beperkt daarnaast vaak de plaats waar bovengrondse bronmaatregelen kunnen genomen worden. Het beperken van verharding of het ontharden van bestaande verharding is dan ook de allereerste ontwerpogave. Zeker voor wat betreft de aanleg van pleinen, voetpaden en parkeerstroken is dit aanbevolen.

3.4.1.1 Uitvoeringsmethode

Men kan er voor opteren om delen van het openbaar domein te laten afwateren naar een groenstrook of een zone die is uitgevoerd met waterdoorlatende materialen zoals gehakseld hout of grove steenslag of het openbaar domein maximaal aan te leggen in waterdoorlatende verhardingen. In dit geval moeten er dan geen extra voorzieningen worden getroffen. Dit moet er voor zorgen dat men maximaal probeert afstroom te vermijden en op die manier de “natuurlijke” situatie zo goed mogelijk benadert.

Bij de aanleg van waterdoorlatende verharding moet men rekening houden met de vorstgevoeligheid van de ondergrond en de voorziene verkeersbelasting. Indien hiervoor een drainagevoorziening noodzakelijk is, moet deze volledige (gedraineerde) oppervlakte ook worden meegenomen in de dimensionering van de bronmaatregelen.

3.4.1.2 Aandachtspunten bij aanleg

Wanneer een verharde oppervlakte wordt afgevoerd naar een aangrenzende licht verlaagde groenstrook of waterdoorlatende verharding kan als vuistregel gebruikt worden dat de oppervlakte van deze zone minimaal 25% moet bedragen van de afwaterende oppervlakte.

Indien bij latere heraanleg van dit gedeelte van de weg de berm een nieuwe functie krijgt, zal in het kader van de watertoets moeten rekening worden gehouden met het op het moment van de heraanleg bufferend en infiltrerend vermogen van de berm voor de aanwezige weg en zal een alternatieve oplossing moeten worden uitgewerkt.

3.4.1.3 Aandachtspunten bij uitvoering en onderhoud

Een correcte uitvoering en onderhoud van de waterdoorlatende materialen en verhardingen is essentieel. De richtlijnen van de fabrikanten en het [OCW](#) (Opzoekingscentrum voor de wegenbouw) dienen te worden opgevolgd.

3.4.2 Hergebruik

Hergebruik van hemelwater is voor ontwerpen die betrekking hebben op de afstroom van openbare verhardingen minder evident. Doch mits enige creativiteit kan men het hemelwater dat afstroomt van de verhardingen hergebruiken, bijvoorbeeld om groenzones en plantvakken te bevoeien in droge periodes.

In het kader van het ontwerp kan nagegaan worden of er opportuniteiten inzake circulaire economie en het tegengaan van waterschaarste en droogte zijn.

3.4.3 Infiltratie

3.4.3.1 Uitvoeringsmethode

Infiltratievoorzieningen kunnen grosso-modo worden ingedeeld volgens de manier waarop ze het



water naar de bodem brengen :

- Bovengrondse infiltratie : hemelwater wordt op maaiveldniveau afgevoerd naar een (verlaagde) groenstrook, gracht, wadi, ... Deze zone vangt het water op, waarna het in de bodem infiltreert. Hemelwater van een verhard oppervlak kan perfect afgeleid worden naar een nabijgelegen doorlatend oppervlak. Net zoals een terras onder een helling van 1 à 2% kan worden aangelegd afwaterend in de tuin, kan wegenis afgeleid worden naar bermen, groenzones, Deze vorm van infiltratie van hemelwater geniet de voorkeur.
- Ondergrondse infiltratie : hierbij komt het hemelwater via een leiding in een ondergrondse infiltratievoorziening. Via de zijkant van de voorziening loopt het vervolgens de grond in. Infiltratie via de onderzijde is soms ook mogelijk maar wordt niet in beschouwing genomen door het gevaar op dichtslibbing.

Het grote nadeel van dergelijke systemen is de moeilijke toegankelijkheid voor onderhoud en controle.

Een ondergrondse infiltratie kan zowel in de vorm van een bekken worden uitgevoerd als in de vorm van een netwerk van doorlatende leidingen. Onder deze groep vallen de infiltratieput, infiltratiekolk, infiltratiebuis en infiltratiekratten.

Daarnaast kan ook steeds ingezet worden op gecombineerde oplossingen waarbij het water wordt opgevangen via bovengrondse voorzieningen en vervolgens aangesloten wordt op ondergrondse voorzieningen en vice versa.

De meest voorkomende infiltratievoorzieningen worden hierna besproken.

3.4.3.1.1 Infiltratiekom

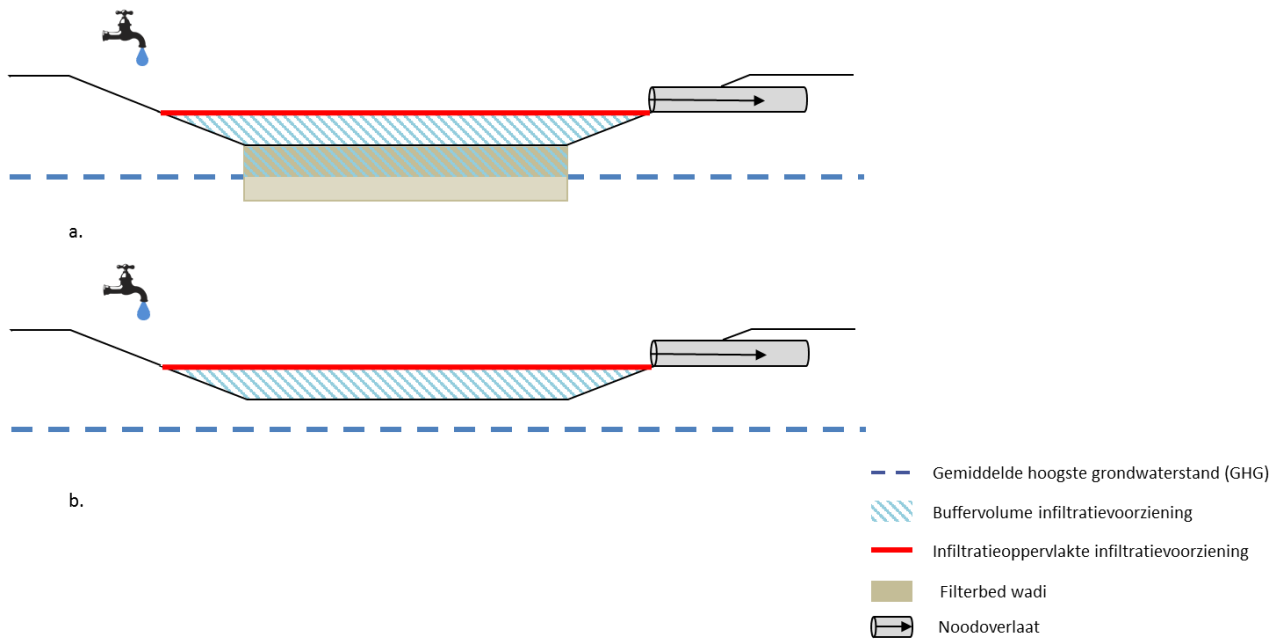
Een infiltratiekom of -veld is een licht verlaagd onverhard terrein waar hemelwater kan infiltreren. De infiltratiekom bestaat uit een humushoudende teelaardelaag, die bij voorkeur begroeid is met gras, planten of struiken en die kan geïntegreerd worden in de groenaanplanting. Gazon infiltreert het best en vergt geen verder onderhoud behalve het maaien. De aanvoer naar de infiltratievoorziening gebeurt bovengronds via open goten. Als dat niet mogelijk is, kan een ondergrondse aanvoer ook, mits de plaatsing van een blad- en zandvang. Aan het inlaatpunt moet een te grote stroming worden vermeden, eventueel via een verdeelgoot.

De aanleg van een infiltratiekom vereist slechts een zeer lichte helling. Als een terrein te veel helt, kunnen verschillende infiltratiekommen op verschillende hoogtes achter elkaar worden aangelegd.

3.4.3.1.2 Wadi

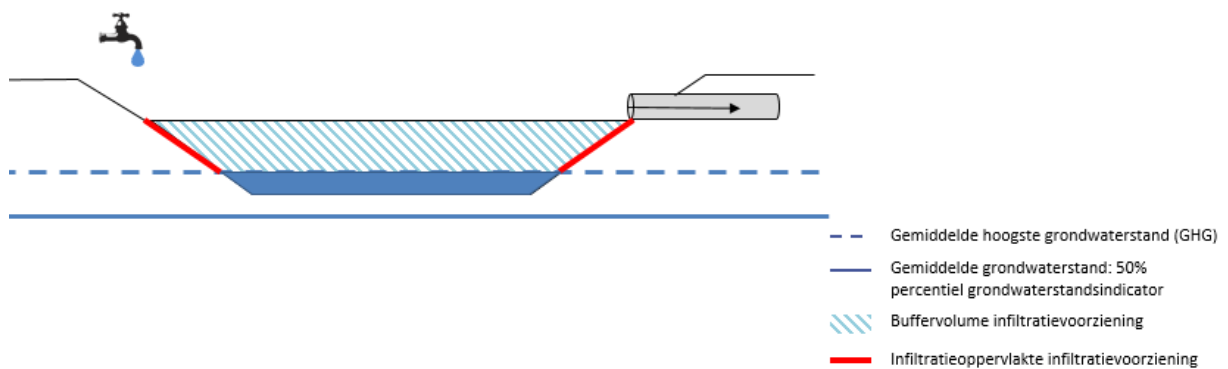
Als de ondergrond onvoldoende doorlatend is en het grondwater diep genoeg zit, kan er onder de infiltratiekom filterbedmateriaal (grind) worden aangebracht. Dit filterbed dient dan om een minder doorlatende laag te doorbreken of om extra berging te voorzien. Een combinatie van een infiltratiekom met een ondergronds filterbed wordt een wadi genoemd. Voor de dimensionering van de buffercapaciteit wordt de som van het volume in de infiltratiekom en het ondergrondse volume (in geval van vulling van het volume met grind betreft het het poriënvolume) als berging aanzien.

onderhoudsprogramma wordt uitgevoerd waardoor de doorlatendheid van de bodem wordt behouden. Zoniet worden alleen de wanden in rekening gebracht.



Figuur a: Ondiepe of snel droogvallende wadi
 Figuur b: Ondiepe of snel droogvallende infiltratiekom

Figuur 3.4: Weergave van de infiltratieoppervlakte en het buffervolume bij een ondiepe of snel droogvallende bovengrondse infiltratievoorziening



Figuur 3.5: Weergave van de infiltratieoppervlakte en het buffervolume bij een bovengrondse infiltratievoorziening.

Voor de bepaling van de startwaarde van de infiltratieoppervlakte en het buffervolume wordt in het kader van een statische berekening gerekend met de oppervlakte en het volume dat beschikbaar is boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand. Op die manier kan men de veiligheid van het

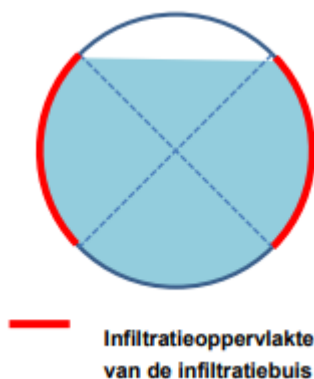
volledige watersysteem binnen en buiten de projectzone ten allen tijde garanderen. In het kader van een dynamische modellering (vb. via Sirio), waarbij rekening gehouden wordt met de fluctuaties in oppervlaktewaterpeil en grondwaterpeilen gedurende het jaar, wordt de beschikbare infiltratieoppervlakte en buffervolume op elk moment bepaald op basis van de actuele grondwaterstand, en kan de dimensionering van de infiltratievoorziening op die manier worden geoptimaliseerd.

De eventuele overloop moet boven de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) gelegen zijn, aangezien de infiltratievoorziening anders als drainage fungeert.

Indien men gebruik maakt van infiltratiekratten of infiltratieputten wordt bij de bepaling van de infiltratieoppervlakte de oppervlakte van de bodem van de infiltratievoorziening niet ingerekend omdat deze op termijn kan dichtslibben. Enkel de zijkwanten zorgen voor voldoende infiltratie.

Indien men gebruik maakt van infiltratiebuizen worden de 2 zijkwanten van de buis mee ingerekend als infiltratieoppervlak (zie hieronder)

Wanneer ondergrondse infiltratiekratten of leidingen met onderlinge tussenafstanden worden voorzien om de infiltratieoppervlakte te vergroten, mag de zijdelingse oppervlakte enkel meegeteld worden wanneer de onderlinge afstand tussen de kratten/leidingen tweemaal de hoogte is van de in rekening gebrachte hoogte.



3.4.3.3 Aandachtspunten bij uitvoering en onderhoud

3.4.3.3.1 Uitvoering

Het is verboden infiltratievoorzieningen aan te leggen in de beschermingszones voor grondwaterwinning type I of II om de risico's op verontreiniging van drinkwater tot een minimum te beperken. De afbakening van deze beschermingszones is te vinden in het geoloket 'Vlaamse Hydrografische Atlas' dat te raadplegen is op <https://geopunt.be>. In een beschermingszone type III kan een open infiltratie voor niet verontreinigd hemelwater aanvaard worden, mits uitdrukkelijke toestemming van de bevoegde drinkwatermaatschappij. Alleszins is het in de beschermingszone type III aangewezen niet rechtstreeks op het grondwater te infiltreren, doch minstens 50 cm boven de hoogste grondwatertafel (GHG) om een voorfiltering te verkrijgen.

Buiten de beschermingszones voor grondwaterwinning mag het niet verontreinigd hemelwater

rechtstreeks infiltreren in de bodem.

Op de infiltratievoorziening mag geen (overstortend) afvalwater worden aangesloten.

De plaatsing is eveneens verboden in een zone van 5 m, resp. 10 m langs de kruin van een geklasseerde onbevaarbare, resp. bevaarbare waterloop.

Bij de plaatsing van infiltratievoorzieningen langs onbevaarbare en bevaarbare waterlopen en poldergrachten dient rekening gehouden te worden met de wettelijke bepalingen inzake recht van doorgang en recht van deponie.

Bij de aanleg van de infiltratievoorziening en bij werken in de omgeving van de voorziening dienen maatregelen te worden genomen om afstroom van sediment en fijne of organische deeltjes naar deze voorzieningen te vermijden en/of te beperken.

3.4.3.3.2 Onderhoud

Om te komen tot een goed functionerend infiltratiesysteem dient men oog te hebben voor alle deelaspecten van een infiltratiesysteem. Een gedegen onderhoud en regelmatige inspectie van de voorzieningen is daarbij van belang. De richtlijnen van de fabrikant en Vlario (www.vlario.be) dienen daarbij te worden nageleefd.

Om foute aansluitingen en vervuiling/dichtslibbing te vermijden is communicatie over een correct gebruik naar alle (in)directe gebruikers van de infiltratievoorzieningen aangewezen.

3.4.4 Bufferen en vertraagd afvoeren

3.4.4.1 Uitvoeringsmethode

Indien blijkt dat het ter plaatse houden van hemelwater via infiltratie niet of niet volledig haalbaar is, kan (deels) gekozen worden voor een vertraagde afvoer van het hemelwater. De uitbouw van lokale buffering heeft als doel een afvlakking te bekomen van het piekdebiet in het afwaartse watersysteem. Bij de uitbouw van deze buffering moet maximaal ingezet worden op het hergebruik van het bestaande grachtenstelsel en de verdere uitbouw van dit grachtenstelsel in het projectgebied.

Uit onderhoudspraktijk is gebleken dat het doorvoerdebiet van een buffering niet kleiner mag zijn dan 10 l/s voor het privaat domein en 20 l/s voor het openbaar domein. Berekeningen tonen aan dat voor kleine afvoerende oppervlakken het bouwen van buffervoorzieningen met deze minimum doorvoerdebieten niet effectief is voor kleine aangesloten oppervlakken.

3.4.4.2 Aandachtspunten bij ontwerp

In geval van niet waterdichte buffervoorzieningen moet er over gewaakt worden dat deze niet drainerend worden uitgevoerd.

3.4.4.3 Aandachtspunten bij uitvoering en onderhoud

Om de bufferende werking van de aangelegde voorziening te behouden is het van belang om:



3.5 Dimensionering van het noodzakelijk volume (en infiltratieoppervlakte) van de bronmaatregel

3.5.1 Algemeen

Bij de bepaling van de afvoerende oppervlaktes wordt een onderscheid gemaakt tussen die gebieden:

- waar het hemelwater vandaag verspreid aangesloten is op een fijnmazig grachtenstelsel en terecht komt in een waterlopenstelsel zonder wateroverlastproblemen
- waar reeds een riolering aanwezig is die afwatert naar een RWZI (centraal gebied)
- waar geen fijnmazig netwerk aanwezig is en al of niet riolering aanwezig is.

Indien in het eerste geval in het kader van het project het fijnmazig grachtenstelsel behouden en/of deels geherwaardeerd wordt als afvoerweg voor de RWA en bijgevolg de piekafvoer naar de waterloop niet wordt gewijzigd (ook niet wat betreft locatie en er geen bijkomende verharding naar het grachtenstelsel gebracht wordt), dienen deze oppervlaktes niet in rekening te worden gebracht.

De aanwezigheid en de functionaliteit van een fijnmazig grachtenstelsel moet worden aangetoond. Dit is bijvoorbeeld mogelijk via het luik inventaris van het hemelwaterplan.

In de gevallen 2 en 3 dient de afvoerende oppervlakte te worden ingerekend bij de dimensionering van bronmaatregelen.

3.5.2 Basis ontwerpregels

Het effect van volgende bronmaatregelen moet minimaal onderzocht worden bij volgende waardes voor K_{sat} .

Infiltratiecapaciteit K_{sat}		Te ontwerpen bronmaatregelen
$K_{sat} > 1,8 \text{ mm/u}$	$K_{sat} > 5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$	100% infiltratie
$0,36 \text{ mm/u} < K_{sat} < 1,8 \text{ mm/u}$	$1 \times 10^{-7} \text{ m/s} < K_{sat} < 5 \times 10^{-7} \text{ m/s}$	100% infiltratie of combinatie van infiltratie en vertraagde afvoer
$0,036 \text{ mm/u} < K_{sat} < 0,36 \text{ mm/u}$	$1 \times 10^{-8} \text{ m/s} < K_{sat} < 1 \times 10^{-7} \text{ m/s}$	Combinatie van infiltratie en vertraagde afvoer
$K_{sat} < 0,036 \text{ mm/u}$	$K_{sat} < 1 \times 10^{-8} \text{ m/s}$	100% vertraagde afvoer of bijkomend inzetten op vermijden van afvoer

De startwaarden voor de dimensionering van de bronmaatregelen zijn:

Infiltratievoorziening	Infiltratieoppervlakte	4 m ² /100 m ² verharde oppervlakte
	Infiltratievolume	250 m ³ /ha verharde oppervlakte
Buffervoorziening	Doorvoerdebiet	20 l/s.ha verharde oppervlakte
	Buffervolume	250 m ³ /ha verharde oppervlakte

3.5.3 Bepaling van de afvoerende oppervlakte

De afvoerende **verharde oppervlakte** wordt als volgt bepaald:

- Wegenis:
 - Binnen de projectzone: wordt volledig in rekening gebracht, met uitzondering van de waterdoorlatende verhardingen.
 - Opwaarts aangesloten: Deze oppervlakte wordt niet in rekening gebracht maar er dient wel een visie (bijvoorbeeld als onderdeel van een hemelwaterplan) te worden uitgewerkt om na te gaan of eventueel de huidig en toekomstig aangesloten opwaartse oppervlakte een impact zal hebben op de werking van de bronmaatregelen. Eventueel dient in het kader van het huidig project reeds ruimte te worden voorzien.
- Private percelen
 - Binnen project

Er wordt een onderscheid gemaakt tussen de functie van het betrokken gebied:

- KMO-zones en industriegebieden: de werkelijke verharde oppervlakte wordt ingerekend (met uitzondering van het gedeelte waarvoor wordt aangetoond dat reeds voldoende bronmaatregelen op privéterrein zijn uitgewerkt).
- Andere gebieden: Per privaat perceel wordt standaard 80 m² verharde oppervlakte⁷ ingerekend (in overeenstemming met de GSV). Voor de bepaling van het aantal percelen wordt rekening gehouden met de huidige en toekomstige bebouwing (de zogenaamde toestand D cfr. de hydronautprocedure)
- Opwaarts aangesloten private oppervlaktes: deze worden niet in rekening gebracht maar er dient wel een visie (bijvoorbeeld als onderdeel van een hemelwaterplan) te worden uitgewerkt om na te gaan of eventueel de huidig en toekomstig aangesloten opwaartse oppervlakte een impact zal hebben op de werking van de bronmaatregelen. Eventueel dient in het kader van het huidig project reeds ruimte te worden voorzien.

De **afvoerende onverharde** oppervlakte wordt niet in rekening gebracht bij bepaling van het buffervolume maar kan wel een impact hebben op de werking van de voorziening.

Afstroom van onverharde oppervlakte wordt aanzien als natuurlijke afwatering. Hemelwater afkomstig van onverharde oppervlaktes moet zoveel mogelijk afgekoppeld worden van het rioleringsstelsel en afzonderlijk naar het grachten- en/of waterlopenstelsel gebracht worden. Op die manier zal dit hemelwater minder snel en meer verspreid afgevoerd worden en zal dit de (kleinere) dimensionering van de RWA-infrastructuur ten goede komen.

In het geval echter dat de afwateringsstromen van de onverharde oppervlakte en de verharde oppervlakte niet kunnen gescheiden worden en samen aangesloten worden op bv. een infiltratievoorziening, zal deze infiltratievoorziening reeds grotendeels gevuld worden met

⁷ Dit is een richtwaarde waarvan gemotiveerd kan worden afgeweken.

