

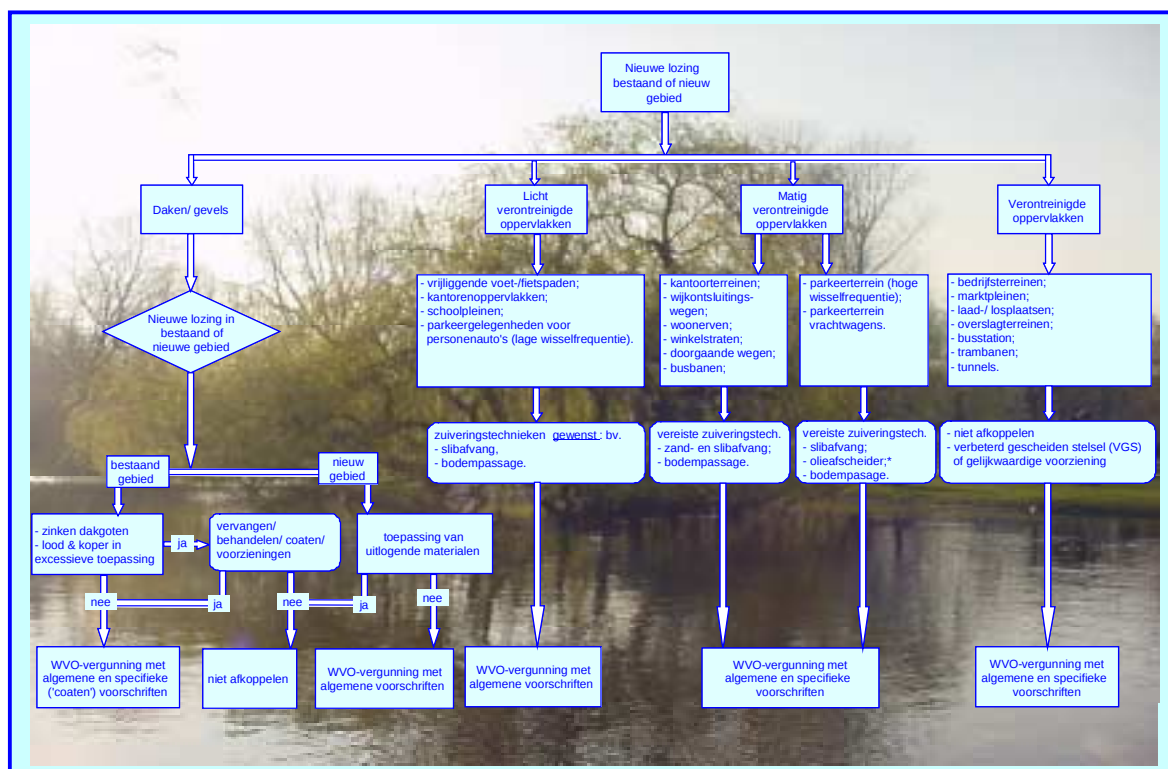
BESLISBOOM

AAN- EN AFKOPPELEN

VERHARDE OPPERVLAKKEN



Beslisboom aan- en afkoppelen verharde oppervlakken 2003





Verantwoording

Titel	Beslisboom aan- en afkoppelen verharde oppervlakken 2003
Opdrachtgever	Werkgroep Riolering West-Nederland (wRw)
Projectleider	dhr. ir. F.C. Boogaard (Tauw bv)
Auteur(s)	ir. F.C. Boogaard, mw. ir.T.T. Do (Tauw bv)
Rapport	R001-425929TTD-D01-U
Uitgevoerd door	Tauw bv (afdeling Stedelijk Waterbeheer en Riolering)
Projectnummer	4285929
Aantal pagina's	38 (exclusief bijlagen)
Handtekening	

Datum 10 juli 2003



Inhoud

1	Voorwoord.....	1
2	Inleiding.....	2
2.1	Doel.....	2
2.2	Aan- en afkoppelen.....	2
2.3	Leeswijzer.....	4
3	Verharde oppervlakken	5
3.1	Algemeen	5
3.2	Kwaliteit van waterstromen in stedelijk gebied	5
3.3	Licht verontreinigde oppervlakken	6
3.4	Matig verontreinigde oppervlakken	7
3.5	Verontreinigde oppervlakken	8
4	Beslisbomen.....	9
4.1	Algemeen	9
4.2	Afkoppelboom.....	9
4.3	Aankoppelboom voor bestaande lozingen	13
5	Voorzieningen	15
5.1	Regenwaterbenutting.....	15
5.2	Vegetatiedak.....	16
5.3	Infiltratie van regenwater.....	16
5.3.1	Doorlatende verharding	17
5.3.2	Wadi.....	18
5.3.3	Ondergrondse infiltratie	19
5.4	Zuiveren van regenwater	21
5.4.1	Filters en bladvang	21
5.4.2	Bodempassage	22
5.4.3	Olieaafscheiders en slibvangputten.....	22
5.4.4	Helofytenfilters	23
5.5	Afvoer van regenwater naar oppervlaktewater	25
5.6	Samenvatting technieken.....	26
5.7	Dimensionering voorzieningen.....	27
5.7.1	Infiltratievoorzieningen en bodempassage	27
5.7.2	Olieaafscheiders en slibvangputten.....	28
6	Vergunning.....	31
6.1	Algemeen	31
6.2	Benodigde gegevens voor de aanvraag Wvo-vergunning	31
6.3	Bronmaatregelen	32
6.4	Communicatie.....	33
6.5	Handhaving bij afkoppelen.....	33
	Literatuur	34

Bijlage aanvulling beslisboom, 2004

1 Voorwoord

In 1996 heeft Tauw in opdracht van de Werkgroep Riolering West-Nederland (wRw) beslisbomen voor aan- en afkoppelen van verhard oppervlak opgesteld [1]. Tijdens het opstellen van deze beslisbomen is gediscussieerd met de wRw over de voor- en nadelen van afkoppelen. Een belangrijke onzekerheid bij het afkoppelen is de kwaliteit van het afstromende regenwater. Mede gezien de onzekerheid is destijds gekozen voor een voorzichtige start met afkoppelen. Daarnaast is het opdoen van ervaring en kennis als een belangrijk item signaleerd.

De kennistoename ten aanzien van afkoppelen en afstromend regenwater is voor de wRw de aanleiding geweest om het project “Vervuiling afstroming verharding, afkoppelingstechnieken en aanpassing Beslisbomen aan- en afkoppelen verhard oppervlak” te starten. De doelstelling van deze studie is de beslisbomen voor aan- en afkoppelen naar de nieuwe kennis en inzichten te actualiseren. De uitvoering van de studie is gesplitst in twee fasen:

- fase 1: onderzoek naar de samenstelling van regenwater;
- fase 2: actualiseren van beslisbomen.

De eerste fase bestond uit de inventarisatie en analyse van huidige meetgegevens. Dit onderzoek is gerapporteerd in ‘Overzicht samenstelling afstromend regenwater’ [2]. Hieruit bleek bijvoorbeeld dat het strikt vasthouden aan indicatieve grenzen ten aanzien van verkeersintensiteiten niet wenselijk is. Verder blijkt een aanzienlijk deel van de microverontreinigingen in afstromend regenwater gebonden te zijn aan deeltjes die af te vangen zijn met voorzieningen. Ook kwam naar voren dat de kwaliteit van hemelwater, dat nog niet tot afstroming is gekomen, al niet aan de normen voor oppervlaktewater voldoet.

De resultaten van het onderzoek uit de eerste fase waren aanleiding om de beslisboom te herzien en aan te passen op basis van voortschrijdend inzicht. Voor een praktische toepassing van de beslisbomen wordt de afweging voor afkoppelen gemaakt aan de hand van duidelijk herkenbare typen verhard oppervlak.

Ter ondersteuning van het maken van een keuze bij de toepassing van afkoppelen wordt in dit voorliggende document ook aandacht besteed aan de juridische aspecten (regels en vergunningsprocedure) dat het afkoppelen met zich mee brengt. Dit document beschouwt de geactualiseerde beslisboom die een richtlijn is bij de afweging van het al dan niet afkoppelen of niet aansluiten van verharde oppervlakken op de riolering.

2 Inleiding

2.1 Doel

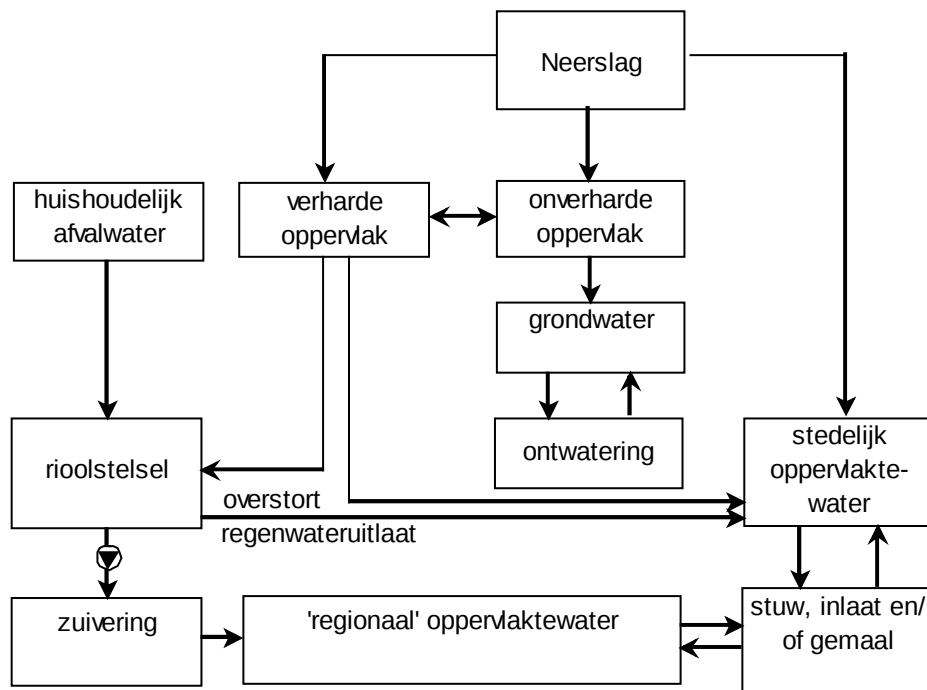
De voorliggende beslisboom dient als hulpmiddel voor gemeenten en of particulieren om verantwoorde beslissingen te nemen bij het aan- en afkoppelen van verhard oppervlak in West-Nederland op wijk- en/of straatniveau.

Locatiespecifieke omstandigheden kunnen in deze algemene richtlijn niet worden meegenomen. Zo zullen in de praktijk afhankelijk van de te kiezen afkoppeltechniek aspecten zoals kwantitatieve waterstromen, kosten, ontvangend oppervlaktewater, beschikbare ruimte en de kwaliteit/functies/ambities van de leefomgeving bij de afweging worden meegenomen.

Met deze richtlijn wordt een eerste afweging gemaakt of en onder welke voorwaarden verharde oppervlakken verantwoord afgekoppeld kunnen worden, waarbij rekening gehouden wordt met mogelijke risico's. Om deze reden blijft maatwerk en overleg tussen de diversen partijen gewenst. Bij het afkoppelen van verhard oppervlak in bestaand stedelijk gebied kunnen subsidies worden verleend. Afspraken over het voorgaande kunnen worden vastgelegd in een vergunning (hoofdstuk 6).

2.2 Aan- en afkoppelen

Regenwater dat afstroomt van verhard oppervlak wordt meestal afgevoerd via rioolstelsels. In het geval van gemengde en verbeterd gescheiden rioolstelsels wordt het regenwater vervolgens grotendeels behandeld op een rioolwaterzuiveringsinrichting (RWZI). Bij gescheiden rioolstelsels wordt regenwater via regenwateruitlaten afgevoerd naar oppervlaktewater. Neerslag dat op onverhard oppervlak valt, infiltreert in de bodem en wordt via grondwater en/of drains afgevoerd naar oppervlaktewater.



Figuur 1.1 Afvoerschema van afvalwaterstromen in het stedelijk gebied

Het afvoerschema toont globaal de traditionele benadering van het waterbeheer in stedelijk gebied. Tijdens hevige neerslag leidt bovenstaande benadering van het stedelijke waterbeheer tot overstortingen vanuit de rioolstelsels. Hierbij wordt ongezuiverd rioolwater vanuit gemengde stelsels en regenwater vanuit verbeterd gescheiden stelsels direct op oppervlaktewater geloosd. Daarnaast kan het zuiveringsrendement van de RWZI afnemen door een verhoogde wateraanvoer tijdens hevige neerslag aangezien de bezinkingsprocessen in de nabezinktank van de RWZI minder efficiënt verlopen. Bovendien worden niet alle verontreinigingen in afstromend regenwater in de RWZI verwijderd.

Om een reductie van de vuiluitworp door rioolstelsels op oppervlaktewater te bereiken heeft de Commissie Integraal Waterbeheer (CIW) gekozen voor een tweesporen-aanpak, te weten:

- het emissiespoor (de basisinspanning);
- het waterkwaliteitsspoor.

De basisinspanning is bedoeld als referentieniveau voor de vuiluitworp door rioolstelsels en geldt in principe voor alle rioolstelsels. Er bestaat geen direct verband tussen de basisinspanning en de gewenste waterkwaliteit. Andere maatregelen dan vergroting van berging of pompovercapaciteit, zoals afkoppelen van verhard oppervlak, kunnen in plaats van, of in combinatie met, worden toegepast.

Indien het realiseren van de basisinspanning niet leidt tot een acceptabele waterkwaliteit, is er aanleiding tot het treffen van verdergaande maatregelen volgens het waterkwaliteitsspoor. In de beslisboom is deze strategie niet verwerkt, hier wordt alleen een afweging gemaakt of en onder welke voorwaarden verharding afgekoppeld kan worden.

Een structurele oplossing van zowel de kwantitatieve als kwalitatieve waterhuishoudkundige problemen vraagt om een andere aanpak van het waterbeheer. De commissie waterbeheer 21^e eeuw heeft geadviseerd om de toekomstige inrichting en waterbeheer in Nederland te baseren op een drietraps-strategie:

1. zolang en zoveel mogelijk vasthouden van water in het gebied waar regen is gevallen;
2. het tijdelijk bergen van water dat niet in het gebied kan worden vastgehouden;
3. het afvoeren van water dat niet in het gebied kan worden vastgehouden of geborgen.

In navolging van de kwantitatieve strategie is een kwalitatieve 3-traps-strategie geformuleerd: schoonhouden, scheiden, zuiveren.

Het afkoppelen van verhard oppervlak is een maatregel die mogelijk voldoet aan deze strategie. Hierbij kan gedacht worden aan benutting van regenwater (beperking drinkwatergebruik), infiltratie in de bodem (meer groen, open verharding of infiltratievoorzieningen) of directe afvoer naar oppervlaktewater (waardoor bijvoorbeeld minder water hoeft te worden ingelaten). Aan het afkoppelen van verhard oppervlak zijn ook risico's verbonden zoals verontreiniging van oppervlakken, verkeerde aansluitingen en calamiteiten. Om deze risico's zo veel mogelijk te ondervangen is deze richtlijn opgesteld.

2.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 3 zijn diverse verharde oppervlakken beschreven. De oppervlakken zijn ingedeeld in drie categorieën, die bij het afkoppelen om een aparte aanpak vragen. In hoofdstuk 4 worden de beslisbomen weergegeven waarin de verharde oppervlakken en minimaal noodzakelijke (zuiverings)voorzieningen zijn opgenomen. De (zuiverings)voorzieningen worden kort beschreven in hoofdstuk 5 waarbij wordt ingegaan op de werking van de voorzieningen en eventuele richtlijnen bij het ontwerp en beheersaspecten. Voor de lozing van afstromend regenwater op oppervlaktewater is de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo) van toepassing. De aanvraagprocedure voor een Wvo-vergunning wordt in hoofdstuk 6 beschreven.

3 Verharde oppervlakken

3.1 Algemeen

Het afgekoppelde regenwater van een bepaald verhard oppervlak wordt niet naar de rioolzuiveringsinstallatie afgevoerd maar benut, geïnfiltreerd in de bodem of geloosd op oppervlaktewater. Volgens de Wet Milieubeheer mag niet al het afstromende regenwater ongezuiverd in de bodem worden geïnfiltreerd of op het oppervlaktewater worden geloosd. Het is daarom van belang te weten wat de kwaliteit van het afstromende regenwater is en van welk verhard oppervlak het afstromende regenwater afkomstig is. In de beslisboom is op basis van het type verhard oppervlak ingeschat of het afstromend regenwater verontreinigd is en hoe de risico's voor de waterkwaliteit beperkt kunnen worden. In dit hoofdstuk is de indeling van de verschillende typen verharde oppervlakken in de diverse categorieën beschreven en onderbouwd. In hoofdstuk 4 wordt de hierop gebaseerde beslissingssystematiek in een beslisboom gepresenteerd.

3.2 Kwaliteit van waterstromen in stedelijk gebied

De doelstelling van de inventarisatiestudie "Overzicht samenstelling afstromend regenwater" was inzicht verschaffen in de kwaliteit van het regenwater dat van diverse soorten verhard oppervlak afstroomt. Onderzoeken naar de kwaliteit van regenwater wijzen uit dat deze waterstroom niet schoon is. Al voor dat een regendruppel op de grond valt bevat regenwater verontreinigingen die niet aan de gestelde kwaliteitsnormen voor oppervlaktewater voldoen. Als het regenwater in het stedelijke gebied over verharde oppervlakken zoals daken en wegen stroomt, worden verontreinigingen aan het regenwater toegevoegd.

Het gehalte aan verontreinigingen in de waterstromen kan afhankelijk zijn van vele factoren zoals de aard en het gebruik van het afstromende oppervlak, dakbedekking (zinken of koperen dakgoten, loodslabben), straatmeubilair, soort verkeersbelasting, bestrating (open of dichte verharding) en locatiespecifieke omstandigheden (industrieën) of seizoengebonden omstandigheden (strooizouten, bladval). Hierdoor kunnen de concentraties van verontreinigingen een grote bandbreedte vertonen, waardoor het niet mogelijk is een exacte kwaliteit van het afstromende regenwater vast te stellen.

Het aanpakken van de verontreiniging aan de bron (zie paragraaf 6.3 'bronmaatregelen') is zeer gewenst maar levert in sommige gevallen problemen op aangezien alternatieven minder effectief zijn. Goede alternatieven voor strooizouten worden bijvoorbeeld onderzocht maar vooralsnog blijkt het minimaliseren en effectief omgaan met zouten de beste aanbeveling. Ook waterdichte afsluitingen met loodslabben zijn bij afkoppelen geoorloofd zolang daar nog geen goede alternatieven voor zijn.

Uit onderzoeksresultaten blijkt tevens dat er geen eenduidige relatie is tussen de verkeersintensiteit en de concentraties in het afstromende regenwater. Het strikt vasthouden aan grenzen ten aanzien van verkeersintensiteiten zoals in de eerste leidraad aan- en afkoppelen is gedaan, lijkt daardoor niet wenselijk. Verder is gebleken dat een aanzienlijk deel van de verontreinigingen in afstromend water is gebonden aan

deeltjes en dat de verontreinigingen zijn af te vangen met zuiveringsvoorzieningen (bijvoorbeeld een bodempassage).

Op basis van nieuwe inzichten over de kwaliteit van het afstromende regenwater heeft de wRw verharde oppervlakken gecategoriseerd in:

1. licht verontreinigde oppervlakken;
2. matig verontreinigde oppervlakken;
3. verontreinigde oppervlakken.

Bij deze oppervlakken zijn minimale zuiveringsvoorzieningen gewenst of geëist die in hoofdstuk 5 worden omschreven. Hierbij wordt aandacht besteed aan eventuele richtlijnen en aandachtspunten voor het ontwerp en beheer.

3.3 Licht verontreinigde oppervlakken

Onder de categorie 'licht verontreinigde oppervlakken' vallen daken en gevels, vrijliggende voet-/ fietspaden, school- en speelpleinen en parkeerterreinen voor personenauto's. De verklaring hiervoor is dat de kwaliteit van het afstromende regenwater van deze oppervlakken vaak relatief schoon is. De concentraties van veel verontreinigende stoffen (zwarte metalen, PAK's) zijn veelal lager dan de gemeten concentraties in het afstromende regenwater van andere categorieën verhard oppervlak [2]. Dit is te danken aan de beperkte hoeveelheid of afwezigheid van belastende activiteiten die op deze oppervlakken plaatsvinden.

Gezien de relatief goede kwaliteit van het afstromende regenwater afkomstig van deze licht verontreinigde oppervlakken, komen deze verharde oppervlakken in aanmerking voor het rechtstreeks afkoppelen waarbij geen minimale voorzieningen worden geëist (wel gewenst!).

Platte/schuine daken, gevels

Daken en gevels in 'woongebieden', 'centrumgebieden', 'kantorenparken' en 'schone bedrijventerreinen' zijn redelijk schone verharde oppervlakken in het stedelijke gebied. Uitzondering hierop zijn daken waarop uitlogende materialen zijn toegepast (zinken dakgoten, overmatig gebruik van koper en lood).

Bij licht verontreinigde oppervlakken is een onderscheid gemaakt tussen daken en andere oppervlakken. Het afstromende regenwater afkomstig van daken bevat niet veel meer verontreinigingen dan het regenwater. Deze waterstroom komt daarom in aanmerking voor het benutten van regenwater. Bij platte daken in bestaand stedelijk gebied worden vaak bitumen of zware metalen zoals koper, lood en zink als dakbedekking toegepast. Bitumen, een teerhoudende dakbedekking, wordt gezien als een bron van PAK. Echter de laatste jaren is het productieproces veranderd zodat minder uitloging plaatsvindt. Koper, lood en zink zijn uitlogende materialen, waardoor het afkoppelen van deze oppervlakken tot de verspreiding van deze verontreinigingen naar



Figuur 3.1 New Metropolis Amsterdam met koperen gevel

oppervlaktewater, bodem en/of grondwater kan leiden. De daken waar uitlopende materialen worden toegepast als dakbedekking of waterafvoer (dakgoot, regenpijp) komen daarom niet in aanmerking voor afkoppelen, met uitzondering van waterafdichting met loodslabben (zolang daar nog geen goede alternatieven voor zijn). Het afkoppelen van daken in de nabijheid van in de lucht emitterende bedrijven is niet wenselijk en moet nader worden onderzocht.

Bij bestaande woonwijken kunnen daken aanwezig zijn waar zinken dakafvoeren en/of loodslabben zijn toegepast. Het afstromende regenwater van deze daken bevat vaak hoge zink- en loodconcentraties die worden veroorzaakt door corrosie van de zware metalen. Om deze daken toch af te koppelen worden de dakgoten en regenpijpen bij voorkeur vervangen door materiaal dat niet of nauwelijks uitlooft. In plaats van het vervangen van de zinken dakgoten (bronmaatregel) kan ook worden gedacht aan het behandelen van de dakgoot. Te denken valt aan het coaten van het materiaal (bijvoorbeeld met EPDM-folie), mits de corrosie door het coaten effectief wordt verminderd. De lagere concentraties resulteren in een geringe belasting van het oppervlaktewater, grondwater en/of bodem.

Andere verharde oppervlakken

Andere verharde oppervlakken zoals school- en speelpleinen, vrijliggende voet-/fietspaden en parkeerterreinen voor personenauto's worden als licht verontreinigd beschouwd doordat daar beperkte vervuilende activiteiten plaatsvinden. De verontreinigingen die daar vrijkomen zijn vaak zand en eventueel grofvuil. Deze verontreinigingen zijn eenvoudig te verwijderen bij het afkoppelen. Deze verharde oppervlakken komen in aanmerking voor rechtstreeks afkoppelen. Een zuiveringsvoorziening is niet vereist maar kan wenselijk zijn om eventuele calamiteiten te ondervangen. Bronmaatregelen zijn altijd wenselijk.

Ook bij deze categorie zijn lozingen op het oppervlaktewater bij het afkoppelen of niet aansluiten van oppervlakken in nieuwbouwwijken gebonden aan een Wvo-vergunning. Met deze vergunning wordt de situatie in beeld gebracht waarbij rekening wordt gehouden met afwijkende situaties.

3.4 Matig verontreinigde oppervlakken

De oppervlakken die onder de categorie matig verontreinigde oppervlakken vallen, hebben vaak een hogere gebruiksintensiteit dan de licht verontreinigde oppervlakken. De aard van de activiteiten (wonen, winkelen, werken in kantoren, woon-, werk en winkelverkeer of parkeren) op deze verharde oppervlakken zorgt voor een beperkte mate van verontreiniging. De gemeten concentraties van verontreinigingen op deze verharde oppervlakken zijn hoger dan de concentraties van licht verontreinigde oppervlakken [2]. De concentraties van de vrijkomende verontreinigingen op deze verharde oppervlakken zijn desondanks over het algemeen minder hoog dan die in de categorie 'verontreinigende oppervlakken'.

Bij een aantal verharde oppervlakken in deze categorie zijn lichtelijk hogere concentraties verontreinigingen geconstateerd dan bij andere oppervlakken in dezelfde categorie. Voorbeelden hiervan zijn winkelstraten, parkeerterreinen voor vrachtwagens of parkeergelegenheden met hoge wisselfrequentie. Rechtstreeks afkoppelen van deze verharde oppervlakken is daarom niet toegestaan. Toepassing van extra zuiveringstechnieken (zand- of slibafvanger, bodempassage en eventueel een

olieafscheider) voor het lozen op oppervlaktewater is dan ook vereist. Een olieafscheider is enkel noodzakelijk bij verharde oppervlakken waar olie lekkage mogelijk is zoals bij parkeerterreinen voor vrachtwagens.

3.5 Verontreinigde oppervlakken

Onder deze categorie vallen de verharde oppervlakken waarvan het gebruik tot verontreinigingen met hogere concentraties leiden. Denk hierbij aan industrieterreinen (uitgezonderd kantoren), overslagterreinen, marktplaatsen, laad- en losplaatsen, busstations, trambanen en tunnels. Sommigen van de genoemde verharde oppervlakken hebben een hoge concentratie van bepaalde soort verontreinigingen. Zo kunnen bijvoorbeeld bij het reinigen van graffiti in tunnels verontreinigingen vrijkomen en meegespoeld worden met het afstromende regenwater. De concentraties van verontreinigingen op de verharde oppervlakken in deze categorieën geven aanleiding om het afstromende regenwater aan te sluiten op de riolering (verbeterd gescheiden stelsel) of een vergelijkbare voorziening.



Figuur 3.2 Met olie verontreinigd verhard oppervlak

Tabel 3.1 Samenvatting van de categorisering van verharde oppervlakken

Categorieën verhard oppervlak	Soort oppervlakken
1. Licht verontreinigde oppervlakken	- Daken en gevels - Vrijliggende voet-/ fietspaden - Parkeergelegenheden voor personenauto's (lage wisselfrequentie) - School- en speelterreinen
2. Matig verontreinigde oppervlakken	- Woonerven - Wijkontsluitingswegen - Winkelstraten - Kantorenterreinen - Doorgaande wegen - Busbanen - Parkeren (hoge wisselfrequentie) - Parkeerterreinen voor vrachtwagens
3. Verontreinigde oppervlakken	- Bedrijfsterreinen uitgezonderd kantoren - Marktplaatsen - Laad-/ losplaatsen - Overslagterreinen - Bus-/ treinstations - Trambanen en –stations - Tunnels

4 Beslisbomen

4.1 Algemeen

Volgens de strategie van de commissie waterbeheer 21^e eeuw verdient de volgorde van 'vasthouden, bergen en afvoeren' bij het afkoppelen de voorkeur. Het direct afvoeren van het afstromende regenwater komt pas in aanmerking wanneer het vasthouden of bergen van regenwater niet mogelijk wordt geacht. Aangezien afkoppelen niet zonder meer kan plaatsvinden in verband met de mogelijke milieueffecten moeten voorwaarden en richtlijnen voor het afkoppelen worden vastgesteld. In de uitwerking van de beslisbomen voor afkoppelen en aankoppelen zijn deze voorwaarden meegenomen.

Op basis van de eerste leidraad aan- en afkoppelen en de resultaten van de inventarisatiestudie uit de eerste fase zijn afwegingen gemaakt om te komen tot een beslisboom. De afwegingen voor het omgaan met regenwater zijn gemaakt op basis van milieutechnische aspecten. Kosten, maatschappelijke, juridische en civieltechnische aspecten zijn summier meegenomen in de afweging. Reden hiervoor is dat primair dient te worden vastgesteld of aan- dan wel afkoppelen van verhard oppervlak uit milieutechnisch oogpunt wenselijk is. Het streven naar een duurzame ontwikkeling van stedelijke watersystemen speelt hierbij een leidende rol. Om invulling te geven aan het begrip duurzame ontwikkeling zijn er drie doelstellingen geformuleerd, te weten:

- het zo zorgvuldig mogelijk omgaan met de hulpbron water;
- het zo min mogelijk doorschuiven van 'problemen' in ruimte en tijd;
- het streven naar een grote betrokkenheid van burgers bij het milieu in het algemeen en de waterhuishouding in het bijzonder.

4.2 Afkoppelboom

De afweging op milieutechnische aspecten voor afkoppelen vindt plaats langs het normen- en effectenspoor. Uit de literatuur en de inventarisatiestudie van de eerste fase blijkt dat van geen enkel verhard oppervlak het afstromende regenwater voldoet aan alle toetsingsvoorwaarden. Dit betekent niet zozeer dat geen enkel verhard oppervlak in aanmerking komt voor afkoppelen aangezien met deze methode op andere aspecten grote milieuwinst kan worden behaald. Wel betekent dit dat afkoppelen weloverwogen dient plaats te vinden. Ten behoeve van de afweging zijn de volgende criteria gebruikt:

- reductie van verontreinigingsvrachten;
- besparing van drinkwaterverbruik;
- het zo goed mogelijk handhaven dan wel herstellen van het natuurlijk hydrologische systeem;
- het minimaliseren van de verspreiding van verontreinigingen in het milieu.

Op basis van de genoemde criteria is de volgende voorkeur van afkoppeltechnieken voorgesteld:

1. hemelwater vasthouden voor benutting;
2. water opvangen door toepassing van vegetatiedaken;
3. infiltratie van afstromend hemelwater;
4. afstromend hemelwater afvoeren naar het oppervlaktewater;
5. afstromend hemelwater afvoeren naar de RWZI.

Deze volgorde is weergegeven in figuur 4.1. De genoemde volgorde moet niet als dwingend worden geïnterpreteerd. Zo kan het uit oogpunt van duurzaam waterbeheer wenselijk zijn om juist regenwater te infiltreren in plaats van te gebruiken of op te vangen op een vegetatiedak. Ook kunnen locatiespecifieke omstandigheden worden meegenomen zoals de kwaliteit van het ontvangende oppervlaktewater alsmede de functie of het ambitieniveau ervan.

Benutting van regenwater heeft de voorkeur boven andere afkoppeltechnieken omdat dit een besparing oplevert voor het drinkwatergebruik en de verontreinigingsvrachten van overstorten worden gereduceerd terwijl geen verontreinigingen direct aan het milieu worden toegevoegd.

Bij **vegetatiedaken** zijn de aan het milieu toegevoegde verontreinigingsvrachten gering, omdat slechts een geringe hoeveelheid regenwater van vegetatiedaken afstroomt. Bovendien is de kwaliteit van het afstromend regenwater goed doordat geen uitlogende materialen worden toegepast en het dak het regenwater filtert. Omdat vegetatiedaken geen besparing opleveren voor het drinkwatergebruik, is deze afkoppeltechniek op een lager niveau gerangschikt dan drinkwaterbenutting.

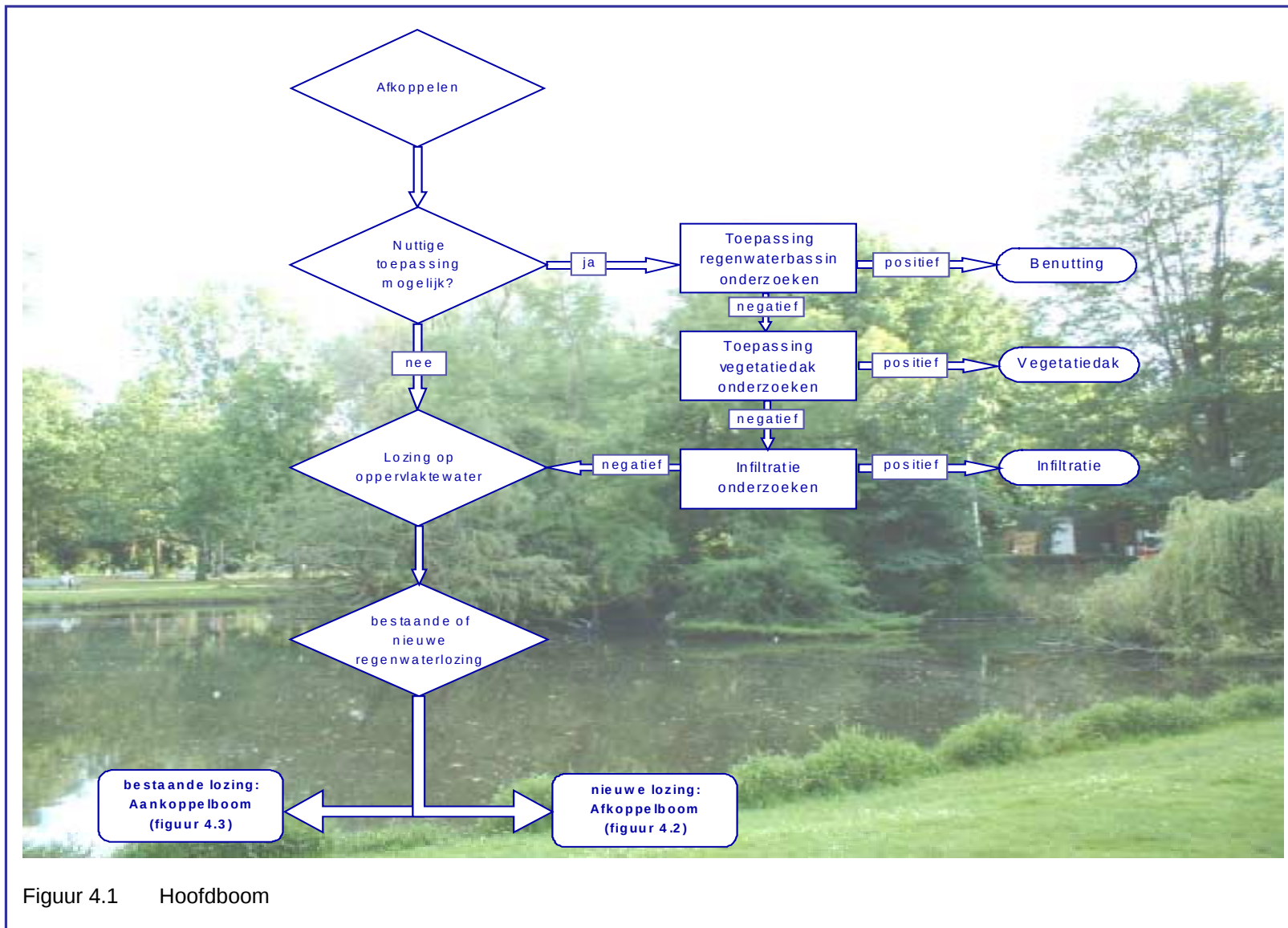
Infiltratie van regenwater is doorgaans te prefereren boven afvoer naar oppervlaktewater, omdat:

- infiltratie beter aansluit bij het streven naar het zo goed mogelijk handhaven of herstellen van het natuurlijk hydrologische systeem;
- infiltratie beter aansluit bij het streven naar het vastleggen danwel minimaliseren van de verspreiding van verontreinigingen in het milieu.

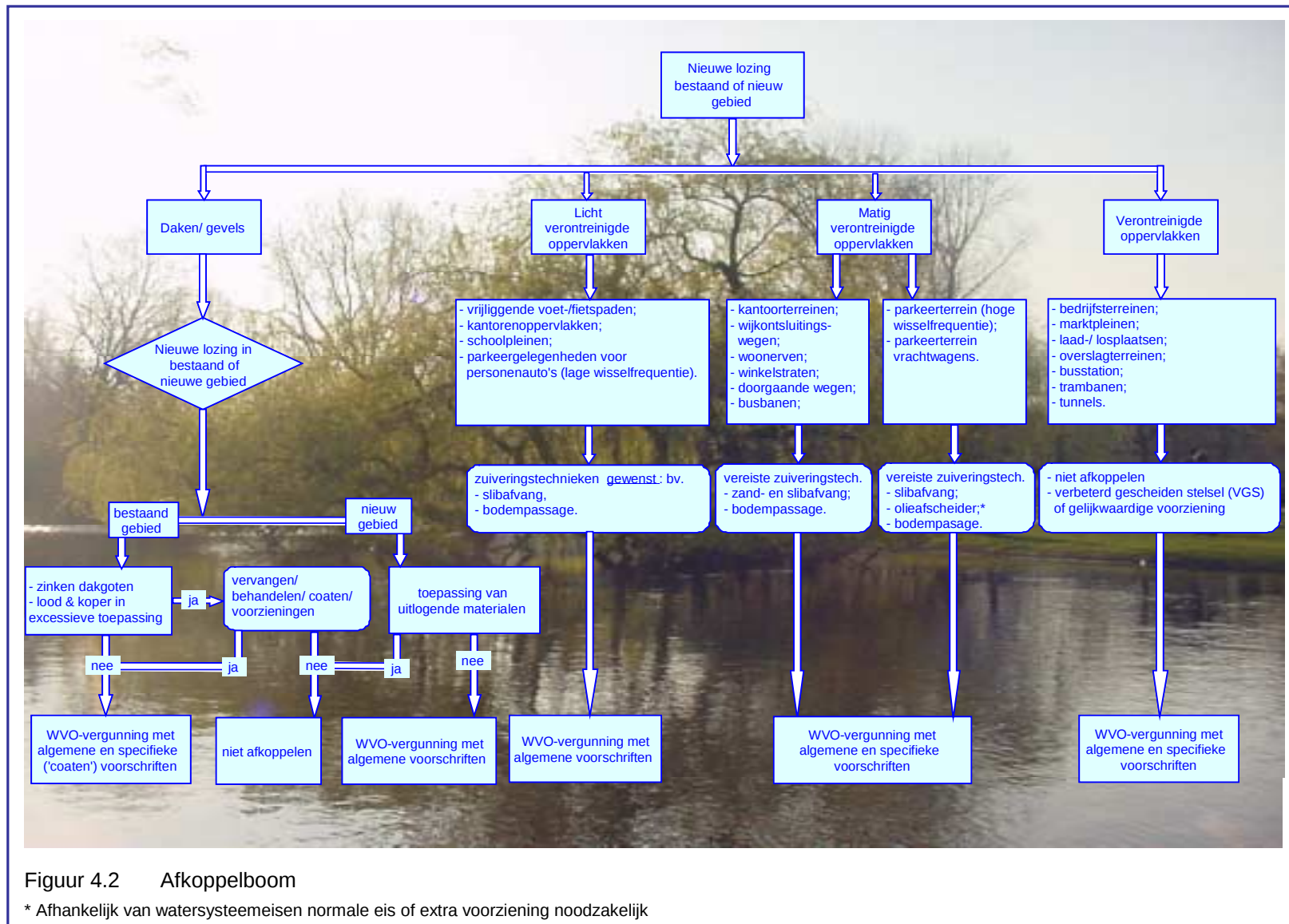
Afvoer van regenwater naar oppervlaktewater wordt toegepast wanneer infiltratie niet mogelijk is. Bij afkoppelen van verhard oppervlak door afvoer naar oppervlaktewater is de aanwezigheid van oppervlaktewater in de nabije omgeving van het af te koppelen verharde oppervlak van invloed op de praktische uitvoerbaarheid ervan. De (negatieve) invloed van het af te koppelen regenwater op de oppervlaktewaterkwaliteit dient zeer gering te zijn.

In de beslisboom zijn drie categorieën verhard oppervlak onderscheiden zoals in het voorgaande hoofdstuk is beschreven (zie figuur 4.2):

- licht verontreinigde oppervlakken → rechtstreeks afkoppelen
- matig verontreinigde oppervlakken → met minimale voorzieningen (slibafvang/olieafscheider)
- verontreinigde oppervlakken → Verbeterd Gescheiden Stelsel (VGS) of gelijkwaardig voorziening, niet afkoppelen



Figuur 4.1 Hoofdboom



In de afkoppelboom (figuur 4.2) is voorzien dat uiteindelijk alle af te koppelen verharde oppervlakken in een Wvo-vergunning worden opgenomen. Dit geldt zowel voor de (matig) verontreinigde oppervlakken als voor de licht verontreinigde oppervlakken.

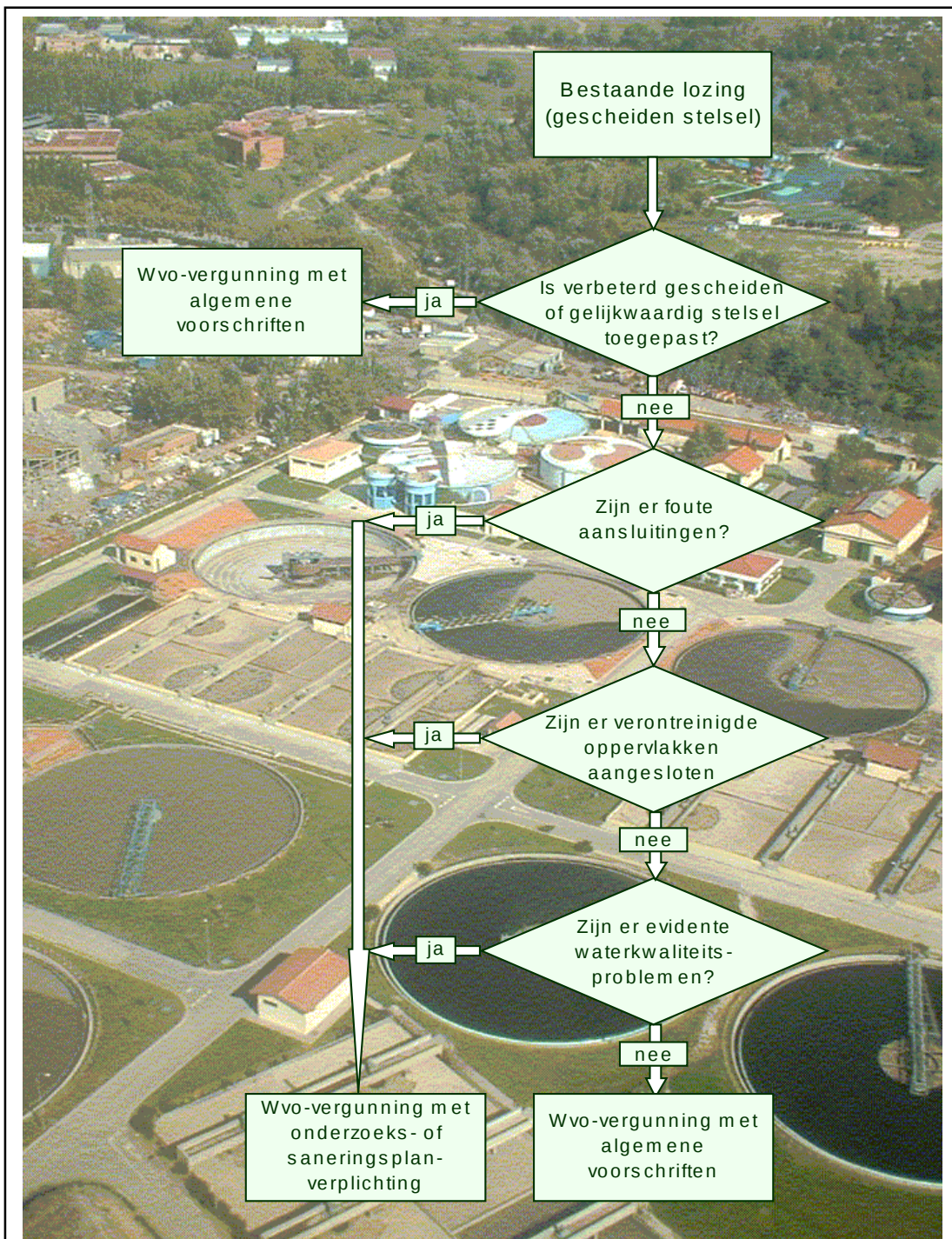
Één van de belangrijkste doelen van de Wvo-vergunning voor het afkoppelen van verhard oppervlak is het in beeld brengen en vastleggen van de feitelijke situatie. Het gaat dan onder meer om het type en de hoeveelheid verhard oppervlak, locatie van de lozingspunten en omschrijving van de voorzieningen (zie verder hoofdstuk 6). Het is belangrijk deze gegevens actueel en nauwkeurig te hebben en te houden, met name met het oog op de toekomst (beheer voorzieningen, wijziging bestemming oppervlak e.d.).

Naast het vastleggen van de feitelijke situatie biedt een Wvo-vergunning de mogelijkheid om algemene en specifieke voorschriften over het af te koppelen verhard oppervlak op te nemen. In een algemeen voorschrift kan bijvoorbeeld opgenomen worden dat de lozingspunten voor inspectie, meting en monsternamen goed bereikbaar moeten zijn. In de specifieke voorschriften kunnen de toe te passen voorzieningen inclusief beheersaspecten opgenomen worden.

Mogelijk zal het afkoppelen van verhard oppervlak opgenomen worden in een lozingenbesluit voor kleine- en kortdurende lozingen, waar op dit moment aan gewerkt wordt. Uiteraard zal op deze ontwikkeling ingespeeld worden.

4.3 Aankoppelboom voor bestaande lozingen

Vanuit milieutechnisch oogpunt is het wenselijk om bij bestaande lozingen de gevolgen voor het milieu en het stedelijke watersysteem opnieuw af te wegen op basis van huidige normen. Het gaat voornamelijk om bestaande lozingen uit gescheiden stelsels. Een gescheiden stelsel kan belast zijn met foutieve aansluitingen (DWA lozingen op het RWA stelsel). Dit leidt tot emissie van vuil in het geloosde water in oppervlaktewater of milieu. Bij constatering van foutieve aansluiting in het stelsel is een onderzoeksplan naar de lozing op oppervlaktewater of het aankoppelen op het riool verplicht. Ook moet worden gekeken naar de kwaliteit en de kwantiteit van het afstromende regenwater. Indien geen evidente waterkwaliteitsproblemen optreden zal de lozing op het oppervlaktewater toegestaan zijn waarbij een Wvo-vergunning met algemene voorschriften is vereist.



Figuur 4.3 Aankoppelboom

5 Voorzieningen

In dit hoofdstuk worden verschillende afkoppeltechnieken voor de verwerking van afstromend regenwater toegelicht. De korte beschrijvingen gaan in op het principe, de werking en de voor- en nadelen van de voorzieningen. Voor verdere informatie wordt verwezen naar de waterwijzer [3], en de leidraad riolering [4]. Het gaat hier om de afkoppeltechnieken die zijn opgenomen in de afkoppelboom.

Regenwater dat van verhard oppervlak afstroomt kan primair op twee manieren worden behandeld:

- infiltratie in de bodem;
- afvoer naar oppervlaktewater.

Voor daken kunnen nog twee afkoppeltechnieken worden onderscheiden, namelijk:

- regenwaterbenutting;
- vegetatiedaken.

5.1 Regenwaterbenutting

Techniek

Regenwater kan worden toegepast voor gebruik van water rond en in het huis of bij bedrijven. Bij gebruik van regenwater buitenshuis kan worden gedacht aan gebruik in de tuin. Voor een dergelijke toepassing is de regenton een voor de hand liggende opslagruimte van regenwater. Het rendement van een regenton is echter beperkt, gemiddeld zal op jaarbasis circa 2 kubieke meter minder drinkwater worden gebruikt. Indien deze techniek op grote schaal wordt toegepast en geen overstort op het riool wordt gerealiseerd kunnen grote oppervlakken van het rioolstelsel worden afgekoppeld. Binnenspands kan regenwater worden gebruikt voor toiletspoeling. Voor toiletspoeling is het namelijk niet noodzakelijk dat het spoelwater aan de drinkwaternormen voldoet. Regenwater wordt dan afgevoerd naar een regenwaterbassin, waarin het tijdelijk wordt opgeslagen. Na benutting wordt het water als DWA afgevoerd naar het rioolstelsel.



Figuur 5.1 Regenton voor regenwater benutting, Diemen

Bedrijven beschikken vaak over grote dakoppervlakken. Het opgevangen regenwater wordt benut voor de eerder beschreven toepassingen of als proceswater. De rendementen zijn sterk afhankelijk van de dimensies van de opvang en het gebruik.

Naast de grote voordelen van regenwaterbenutting als de reductie van het drinkwatergebruik is er een gevaar voor de volksgezondheid door foutieve aansluitingen, met name bij huishoudens. Met de huidige waterprijzen is het terugverdienen van de installatie niet haalbaar.

Beheer en onderhoud

Een regenton behoeft geen specifiek onderhoud. Om een goede werking van mechanische systemen te kunnen garanderen dienen de onderdelen van een

benuttinginstallatie goed te worden onderhouden. De filters voor het afvangen van grove delen moeten eenmaal per jaar worden gecontroleerd en gereinigd. Daarnaast wordt de opslagtank af en toe gereinigd.

5.2 Vegetatiedak

Techniek

Op vegetatiedaken zijn plantensoorten geplaatst die met beperkte bemesting en weinig onderhoud een dakoppervlak kunnen bedekken. Hiermee onderscheiden vegetatiedaken zich van daktuinen die zijn voorzien van opgaande sierbeplanting en die het nodige onderhoud vergen. Begroeide daken hebben een aantal milieuvriendelijke eigenschappen. Zo zal neerslag dat op het dakoppervlak valt worden opgenomen door planten en verdampen; het gedeelte dat niet verdampt zal pas na verloop van tijd wegsijpelen. De afvoerpieken van afstromend regenwater die bij conventionele daken optreden worden bij een vegetatiedak afgevlakt. In de meeste gevallen kan de neerslagafvoer van vegetatiedaken tot 30% worden teruggebracht. Vegetatiedaken leveren ook een bijdrage aan geluidsdemping en warmte-isolatie.



Figuur 5.2 Vegetatiedak op een woonboot in Amsterdam

Het nadeel van vegetatiedaken is dat deze daken over het algemeen zwaarder zijn dan conventionele daken, waardoor een zwaardere dakconstructie vereist is. Hier moet bij inpassing in het bestaand stedelijk gebied rekening gehouden worden.

Beheer en onderhoud

De gehele constructie moet zodanig zijn dat de onderliggende dakbedekking gedurende circa 25 jaar vrijwel geen onderhoud behoeft. Het enige onderhoud dat moet worden uitgevoerd betreft onderhoud aan de vegetatie. In een zeer droge periode zal beregening nodig zijn, afhankelijk van de opbouw en het waterbergende vermogen van de constructie.

5.3 Infiltratie van regenwater

Bij infiltratie van regenwater in de bodem wordt regenwater vanaf verhard oppervlak afgevoerd naar een infiltratievoorziening, van waaruit het wordt toegevoegd aan de watervoorraad in de bodem. In de winter percoleert het regenwater naar het grondwater. In de zomer zal een deel van het water verdampen voordat het naar het grondwater kan percoleren. Infiltratie van regenwater is moeilijk realiseerbaar in gebieden met een slecht doorlatende bodem en/of hoge grondwaterstanden.

Een infiltratievoorziening voor regenwater bestaat uit een bergingsgedeelte en een infiltratiegedeelte. Het regenwater kan voor infiltratie worden afgevoerd naar:

- onverhard terrein, dat meestal begroeid is;
- terrein met een doorlatende verharding;
- een aan het oppervlak gelegen infiltratievoorziening;
- een doorlatend ondergronds reservoir.

Er zijn twee manieren om het regenwater in de bodem te infiltreren, namelijk bovengrondse en ondergrondse infiltratie. De bovengrondse infiltratievoorzieningen kennen de volgende vormen:

- doorlatende verharding;
- waterbergende verharding;
- wadi's;
- infiltratievelden.

5.3.1 Doorlatende verharding

Techniek

Bij deze methode zal een deel van het regenwater, afhankelijk van het type verhard oppervlak, infiltreren door de verharding of via de voegen. Doorlatende verharding is een meer open verhardingssoort die speciaal gericht is op het doorlaten van water.

Bij waterbergende verharding ligt het accent in eerste instantie op de berging van regenwater, vaak vlak onder het verharde oppervlak. Bij dergelijke verhardingen is een redelijk dikke waterbergende laag aanwezig, meestal zo'n 40 cm, die bestaat uit korrelig materiaal.

Doorlatende verhardingen zijn in verschillende vormen verkrijgbaar. Halfverhardingen, zoals grind, granulaat, slakken, lava of gravel, zijn minder geschikt voor stedelijk gebied. De laatste tijd zijn nieuwe verhardingen ontwikkeld, die gericht zijn op het zoveel mogelijk infiltreren van regenwater. Er is onderscheid gemaakt in waterdoorlatende materialen (bijvoorbeeld zeer open asfaltbeton), waterpasserende verharding (betonstraatstenen met grote voeg) en doorgroeibare verhardingen. De doorlatendheid van de verharding kan aanzienlijk achteruitgaan in de loop van de tijd door dichtslibbing met fijne deeltjes. Waterpasserende betonstenen en graskeien verliezen een aanzienlijk deel van hun doorlatendheid wanneer de voegen dichtgroeien. Een nieuwe ontwikkeling is het toepassen van grof split tussen de voegen. Hier groeit minder snel gras in en de voegen zijn goed te reinigen.

Doorlatende verharding stelt eisen aan de ondergrond. Onder de doorlatende verharding is meestal een fundering aangebracht die enerzijds tot doel heeft de draagkracht van de constructie te verbeteren en anderzijds om het infiltreren van regenwater te bevorderen. Doorlatende verhardingen vinden hun toepassingsgebied vaak bij minder verkeersbelaste wegen en terreinen.



Figuur 5.3 Doorlatende verharding, Leidsche Rijn

Voordelen:

- goedkope manier van waterafvoer door combinatie van verharding en waterafvoer;
- eenvoudig onderhoud;
- geen ondergronds ruimtebeslag en daardoor eenvoudig inpasbaar.

Nadelen:

- verontreinigingen kunnen rechtstreeks doorslaan naar de ondergrond;
- geringe berging;
- (mogelijk snelle) afname van de doorlatendheid door dichtslibben van voegen en poriën.

Zwevende stoffen en de hieraan gebonden verontreinigingen kunnen in de verharding worden vastgelegd (bv. ZOAB). Bij doorlatende verharding is het ondergrondse ruimtebeslag minimaal zodat deze kan worden toegepast bij hoge grondwaterstanden. De verharding eist vaak gedegen en frequent onderhoud aangezien in de praktijk de doorlatendheid van de verharding door slibinspoeling met een factor vier of meer afneemt.

5.3.2 Wadi

Bij een wadisysteem wordt het regenwater van de daken en wegen via gootjes naar een brede, met gras begroeide greppel van enkele decimeters diep geleid. De bovenlaag van de wadi bestaat uit een goed doorlatende grond met goede voedingsbodem voor het gras. De wadi wordt meestal aangelegd met een relatief grote berging (>10 mm). Het ontwerp van een wadi gaat uit van een hoeveelheid te bergen water. Is de aanvoer van regenwater groter dan de beschikbare berging, dan zal dit water via een zogenaamde 'slok-op' overstorten (naar een infiltratievoorziening of het oppervlaktewater). Bij een regulier ontwerp van de wadi zal circa 90% tot bijna 100% van het regenwater in de bodem infiltreren en wordt hooguit 10% direct naar het oppervlaktewater afgevoerd.

Het ontwerp van de wadi is afhankelijk van de lokale omstandigheden. Desondanks worden hieronder enkele algemene uitgangspunten voor het ontwerp gegeven:

- maximale waterstand in de wadi is 30 cm; te realiseren door slok-op constructie;
- oppervlakte wadi ten opzichte van het afvoerende oppervlak: 5–10%;
- ledigingstijd: binnen 24 uur
- dikte toplaag van wadi 0,3 - 0,5 meter (filterlaag voor het afvangen van verontreinigingen; veelal wordt voor de toplaag een mengsel aangehouden bestaande uit drie delen ruw zand en één deel teelaarde);
- afmetingen: bodembreedte = 0,5 – 1 m, gehele breedte circa 4 meter, talud van 1:3 of flauwer in verband met het maaien.



Figuur 5.4 Een besneeuwde wadi (Amsterdam)

Voordelen:

- een rustiger verloop van het neerslag-afvoer-patroon;
- relatief veel berging beschikbaar;
- aanvulling van de grondwatervoorraad;
- groot zuiverend vermogen door de aanwezigheid van een bodempassage;
- goed te controleren op vervuiling en op werking (infiltratiesnelheid);
- het water blijft zichtbaar dus meer sociale controle met minder kans op foutieve aansluitingen en lozingen;

Nadelen:

- groot ruimtebeslag;
- water moet oppervlakkig (via gootjes over straat) afstromen naar wadi;
- moeilijk inpasbaar in bestaand stedelijk gebied.

Ander vormen van bovengrondse infiltratie zijn bijvoorbeeld:

Infiltratievelden: dit zijn niet verharde terreinen al dan niet met begroeiing waar infiltratie van regenwater mogelijk is. Wegbermen, plantsoenen en tuinen kunnen dienst doen als infiltratievelden. Een infiltratieveld is slechts bij voldoende oppervlak aan verlaagd groen toepasbaar.

Infiltratiebassins: dit zijn verdiepte infiltratievelden waar water kan worden geborgen voordat het in de bodem infiltreert. Op de bodem zal na verloop van tijd een sliblaag ontstaan die de infiltratiecapaciteit van de infiltratievoorziening nadelig kan beïnvloeden. Infiltratiebassins worden hoofdzakelijk toegepast voor het afkoppelen van grotere oppervlakken.

5.3.3 Ondergrondse infiltratie

Bij deze voorzieningen infiltreert het regenwater via een ondergrondse voorziening. Het toepassingsgebied in het westen van Nederland wordt vaak bemoeilijkt door een slecht doorlatende bodem en hoge grondwaterstanden. De berging dient boven de grondwaterspiegel te worden aangebracht en op de toevoer- en infiltratieleidingen is een minimale dekking van 0,8 meter vereist.

Het beperkte bovengrondse ruimtegebruik is een belangrijk voordeel van ondergrondse infiltratie. Bij deze afkoppeltechniek wordt, net als de voorgaande systemen, de rioolwaterzuivering minder belast en de grondwatervoorraad natuurlijk aangevuld. Dit laatste aspect wordt bijvoorbeeld wel gebruikt in het westen van Nederland om het droogvallen van funderingen in gebieden met houten funderingspalen te minimaliseren. Bij ondergrondse infiltratie dient (grond-) wateroverlast door de extra infiltratie van regenwater voorkomen te worden.

Bij ondergrondse infiltratie zijn diverse vormen te onderscheiden:

- a. grindkoffer (infiltratiekoffer, infiltratiesleuf, infiltratiebed);
- b. infiltratie-element;
- c. infiltratieput;
- d. infiltratiebuis.

a. Grindkoffer

Deze bestaat uit een put, die opgevuld wordt met grof aggregaat zoals grind. Onder en rond de koffer wordt de doorlatendheid van de bodem verbeterd. Het regenwater wordt in de holle ruimte tussen het grind geleid en daar gebufferd. Vanuit de grindkoffer zal het water langzaam in de bodem infiltreren. Het is gewenst om enige mate van vuilverwijdering toe te passen in de vorm van blad- en/of zandvangsers. Om de infiltratievoorziening wordt vaak een filterdoek aangebracht om te voorkomen dat het zand naar binnen treedt.

Varianten van de grindkoffer zijn infiltratiesleuven, infiltratiekoffers en infiltratiebedden. Een **infiltratiesleuf** bestaat uit een met aggregaat (grind, kleikorrels, lava) gevulde sleuf die meestal wordt omhuld door een geotextiel. Het regenwater kan via de bovenzijde vanaf het maaiveld of via een buis worden ingevoerd in de voorziening. De lengte van een infiltratiesleuf is vele malen groter dan de hoogte en de breedte.

Een **infiltratiekoffer** is een verkorte uitvoering van de infiltratiesleuf. De hoogte bedraagt circa één tot tweemaal de breedte van de voorziening en de lengte blijft beperkt tot circa tweemaal de hoogte.

Bij **infiltratiebed** is de hoogte zeer beperkt (vaak maximaal 0,30 m tot 0,50 m) en zijn breedte en lengte vele malen groter dan de hoogte. Deze voorziening is met name geschikt bij hogere grondwaterstanden en indien een groot oppervlak beschikbaar is.

Voordelen van infiltratiesleuf en –koffer:

- geschikt voor een relatief groot afwaterend verhard oppervlak;
- bij dichtslibben van de bodem blijft nog een groot infiltrerend wandoppervlak over;
- bij toepassing goede aggregaat voorzuivering mogelijk;

Nadelen:

- mogelijk problemen bij kruisingen met kabels en leidingen;
- niet visueel inspecteerbaar;
- niet eenvoudig te reinigen.

b. Infiltratie-element

Een infiltratie-element is rechthoekig, rond of tunnelvormig en grotendeels hol. De wanden van het element bestaan uit PVC, PP of HDPE. Het regenwater wordt naar de holle ruimte van het element geleid en daar gebufferd. Van daaruit kan het vervolgens langzaam wegzijsen in de bodem. Om het infiltratie-element wordt (meestal) een filterdoek aangebracht om te voorkomen dat zand naar binnen treedt.



Figuur 5.5 Ondergrondse infiltratie, Leidsche Rijn.

Voordelen:

- geschikt voor zowel een relatief klein als groot afwaterend verhard oppervlak;
- hoog infiltratierendement;
- zeer flexibel in gebruik (bijvoorbeeld kruising met kabels en leidingen) doordat de elementen in verschillende maten leverbaar zijn;
- compacter dan andere infiltratievoorzieningen door het grote aandeel holle ruimte per volume-eenheid;
- toepasbaar onder straatverharding.

Nadelen:

- verstopping van het element door ophoping van vuil en zand, waardoor de overstortingsfrequentie wordt verhoogd;
- niet visueel inspecteerbaar;
- hogere kosten.

c. Infiltratieput

De voorziening bestaat uit een put waarvan de bodem en de wanden doorlatend zijn. Het regenwater wordt in de infiltratieput geleid en daar gebufferd. Een kenmerk van de infiltratieput is dat de diameter van de put kleiner is dan de lengte ervan. Het water kan worden geïnfiltreerd via bodem en/of via de wanden. Vaak worden net als bij andere ondergrondse infiltratievoorzieningen blad- en zandvangers geplaatst om bladeren, takjes, zweefvuil en zand af te vangen.

De grondwaterstand kan een beperkende factor vormen voor de toepassing van de infiltratieputten.

Voordelen:

- gering ruimtebeslag;
- goed te integreren in bestaand stedelijk gebied;
- zeer geschikt bij lage grondwaterstanden.

Nadelen:

- er kan slechts een beperkt oppervlak op afwateren;
- bij dichtslibben van de bodem neemt de totale infiltratiecapaciteit af, waardoor de infiltratie alleen nog via de wanden kan plaatsvinden.

Beheer en onderhoud

De eventueel aangebrachte zand- en bladvangers dienen regelmatig te worden geïnspecteerd en eventueel gereinigd. Eventuele drains dienen te worden doorspoten.



Figuur 5.6 Infiltratiekolk, Cromstrijen.

5.4 Zuiveren van regenwater

Regenwater kan verschillende verontreinigingen bevatten (bladeren, zand of microverontreinigingen zoals zware metalen, PAK en olie). Voordat het afstromende regenwater wordt benut, geïnfiltreerd of afgevoerd naar oppervlaktewater dienen de aanwezige verontreinigingen zoveel mogelijk uit het water te worden verwijderd.

5.4.1 Filters en bladvang

Techniek

De neerslag die van het dak stroomt, bevat allerlei grove bestanddelen, zoals bladeren, takjes, mos enzovoorts. Om dichtslibbing van infiltratievoorzieningen te voorkomen en de kwaliteit van het water voor gebruikdoeleinden te verhogen, is het wenselijk dat deze verontreinigingen zoveel mogelijk worden afgevangen. Hiervoor bestaan vier typen filters:

- bladvangers zorgen voor het afvangen van het eerste grove vuil en ze worden in het algemeen toegepast bij infiltratievoorzieningen;
- de buis- en cycloonfilters verwijderen de vaste bestanddelen in het water;
- kolken en putten vangen vaste bestanddelen op en zijn in diverse vormen beschikbaar (met zandvang, aanvullende filters); ook zijn er afvoerbegrenzende putten in de markt die de afvoer naar de zuivering beperken; een voorbeeld is de smart drain waarmee ongeveer 30% van het regenwater naar de zuivering wordt afgevoerd en 70% naar het oppervlaktewater (tegenovergestelde aan het VGS).



Figuur 5.7 Bladvanger in regenpijp, Leidsche Rijn.

5.4.2 Bodempassage

Techniek

In het afstromende regenwater kunnen verschillende verontreinigingen in hoge concentraties voorkomen (micro-verontreinigingen zoals zware metalen en PAK). Deze verontreinigingen zijn vaak moeilijk af te vangen in het afstromende regenwater door bezinking. Een aanzienlijk deel van de verontreinigingen is aan deeltjes gebonden [2], wat de mogelijkheid biedt om deze deeltjes af te vangen door het regenwater via een



Figuur 5.8 Bermfiltratie als bodempassage Naviduct, Enkhuizen

bodempassage af te voeren. De

bodempassage is een laag grond in de bodem die als filter in gebruik is voor het afvangen van verontreinigingen in het afstromende regenwater. De filterlaag voor het afvangen van verontreiniging bestaat vaak uit een mengsel van zand en teelaarde met een verhouding van respectievelijk eenderde en tweederde deel. De dikte van deze laag varieert tussen 0,3 – 0,5 m afhankelijk van de lokale omstandigheden. De accumulatie van verontreinigingen kan versterkt worden door het verhogen van het humus gehalte of door filterlagen aan te brengen van bijvoorbeeld actief kool en ijzeroxide waar deze verontreinigingen zich aan binden.

Onderzoeken naar de bodemkwaliteit onder de infiltratievoorzieningen die langdurig functioneren wijzen uit dat deze verontreinigingen tot circa 0,5 m onder de voorziening worden vastgelegd zonder dat doorslag optreedt naar het grondwater. De mate en tijd waarin de verontreinigingen tot onacceptabele concentraties komen is afhankelijk van de bodemsamenstelling, de kwaliteit van het afstromende regenwater en het afvoerende oppervlak.

Beheer en onderhoud

Beheer en onderhoud van de filterende bodemlaag is essentieel voor het goed functioneren ervan. Een voortdurende monitoring levert inzicht in de opbouwsnelheid en aard van de verontreinigingen in deze laag. Bij langdurig gebruik en hoge accumulatie van verontreiniging dient deze laag te worden vervangen. De vervangingstermijn van de toplaag is afhankelijk van de grondsoort en het infiltratiedebiet. Deze ligt in de orde van tientallen jaren.

5.4.3 Olieafscheiders en slibvangputten

Techniek

Olieafscheiders en slibvangputten worden toegepast voor verwijdering van minerale oliën met een soortelijke massa $\leq 0,95 \text{ g/cm}^3$ en voor bezinkbare stoffen uit het regenwater. In “normale” toepassingen heeft de olieafscheider een lozingseis van 200 mg/l en moet de olieafscheider als een calamiteitenopvang worden gezien. Vanuit het waterkwaliteitsspoor kunnen verdergaande eisen aan de olieafscheider gesteld worden. In dat geval dient een coalescentiefilter toegepast te worden met een restoliegehalte $< 5 \text{ mg/l}$.

Een slibvangput wordt altijd voor de olieafscheider geplaatst. Daarbij zijn er twee mogelijkheden, namelijk een seriegeschakelde separate afscheider en de gecombineerde uitvoering, waarbij de slibvangput en de olieafscheider gecombineerd zijn ondergebracht in één put.

Het met lichte minerale oliën en bezinkbare slib verontreinigde regenwater wordt via het afvoersysteem afgevoerd naar de olieafscheiderinstallatie. In het eerste gedeelte van een olieafscheider, de slibvangput, bezinken de vaste stoffen (slib) uit het regenwater. Door toepassing van vloeistofvertragende voorzieningen wordt turbulentie en doorslaan van slib naar het tweede deel van de olieafscheider voorkomen. In het tweede gedeelte van een olieafscheider, de olieafscheider zelf, scheiden de lichte minerale oliedeeltjes zich door het gewichtsverschil en vormen aan het oppervlak een drijf laag. Een automatisch werkende vlotterafsluiter sluit de afvoer van de olieafscheider af wanneer de maximale opslagcapaciteit is bereikt.

Voordelen:

- het afvangen van olie en microverontreinigingen (zware metalen, PAK en bacteriën) in het afstromende regenwater vóór het infiltreren in de bodem;
- hoog zuiveringsrendement;
- vraagt weinig onderhoud.

Nadelen:

- geen afvoervertraging;
- relatief dure voorziening voor toepassing voor kleine oppervlakken

Beheer en onderhoud

Bij het plaatsen van de olieafscheiders en slibvangputten wordt door de leverancier altijd de gebruiks- en onderhoudsvoorschriften geleverd, deze dienen te allen tijde te worden gehanteerd. Het is niet toegestaan sanitair afvalwater en niet verontreinigd regenwater door de afscheider te voeren.

Na een afscheider kan een monsternamenvoorziening geplaatst worden, waarin monsters genomen kunnen worden van het effluent van de afscheiderinstallatie.

In paragraaf 5.6.2 'dimensionering voorzieningen' is conform NEN 7089 de berekening opgenomen voor het bepalen van de capaciteit van afscheiders voor lichte minerale vloeistoffen. Opgemerkt wordt dat de leverancier deze berekening over het algemeen uitvoert.

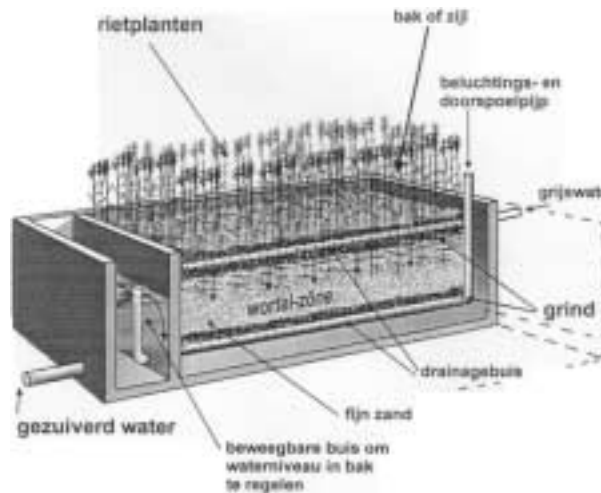
5.4.4 Helofytenfilters

Techniek

Helofytenfilters zijn (natuurlijke of aangelegde) moerassen die zijn begroeid met helofyten. Bij een helofytenfilter wordt het afstromende regenwater door een sloot van moerasplanten (helofyten) geleid zodat het water een biologische reiniging ondergaat. De moerasplanten wortelen zich in de waterbodem en steken met de bladeren boven het wateroppervlak uit. De biologische reiniging vindt plaats door micro-organismen die zich hechten aan de wortels van de planten. Voorbeelden van de beplanting zijn: riet, mattenbies, lisdodde en rietgras.

In het helofytenfilter zullen gebonden verontreinigingen bij lage stroomsnelheden bezinken. De planten filteren het zwevende stof uit het water en consumeren het organische deel van het bezonken vuil.

Bovendien brengen de planten zuurstof in de bodem waardoor in het filter lokaal aërobe condities ontstaan. Een helofytenfilter of helofytenveld wordt bijvoorbeeld toegepast achter rioolstelsels om bij een overstorting het water te zuiveren voor het op het oppervlaktewater wordt geloosd.



Figuur 5.9 De samenstelling van een helofytenfilter

Het zuiveringsrendement van de helofytenfilters loopt sterk uiteen.

Dit kan het gevolg zijn van verschillende afmetingen, beplanting, grondsoort, uitvoering, (groei)seizoen en andere omstandigheden. Het zuiverend vermogen van het helofytenveld richt zich met name op de verwijdering van BZV, CZV, fosfaat en nitraat. Stoffen die niet of nauwelijks worden afgebroken (PAK en zware metalen) worden niet gezuiverd maar vastgelegd. Van CZV en BZV zijn zuiveringsrendementen bekend die ondanks de onzekerheden een eenduidig positief beeld geven. Metalen zijn niet afbreekbaar en worden voor een deel opgenomen door de planten en voor een deel opgeslagen in het helofytenfilter.

Er bestaan geen concrete richtlijnen voor de dimensionering, de inrichting en het beheer van helofytenfilters. Vanwege de complexe werking bestaat er weinig inzicht in het zuiveringsrendement en in de werking van de verschillende zuiveringsprocessen. De zuivering door het helofytenfilter wordt daarom vaak als een black box beschouwd: het water gaat erin en komt er schoner weer uit. De ingaande component is het afstromende regenwater, neerslag en kwel. De uitgaande component bestaat uit: wegzijging, verdamping en de uitstroom.

Voordelen:

- verschaft natuurwaarde voor mens en dier in de stad en kan ook als recreatieve/esthetische/educatieve functie worden ingericht (looppaden eromheen);
- inzichtelijkheid van het systeem.

Nadelen:

- neemt veel bovengrondse ruimte in beslag.
- het zuiveringsrendement wordt in de winter negatief beïnvloed doordat het riet afsterft en bevriezing van onderdelen kan optreden.



Figuur 5.10 Voorbeeld van een helofytenfilter

Beheer en onderhoud

Het onderhoud bestaat uit het maaien van het riet waarbij de door de planten opgenomen stoffen worden afgevoerd. Er moet bovendien rekening gehouden worden met de groeicondities van de helofyten zodat ze niet afsterven. Men dient het filter regelmatig te controleren op mogelijke verstopping en het optreden van voorkeurstromen.

5.5 Afvoer van regenwater naar oppervlaktewater

Afstromend regenwater, dat van afgekoppeld verhard oppervlak afstroomt, kan via een buizen- en/of gotenstelsel worden afgevoerd naar oppervlaktewater. Deze afkoppeltechniek is in feite gelijk aan een gescheiden stelsel met dien verstande dat bij afkoppelen van verhard oppervlak differentiatie naar soorten verhard oppervlak mogelijk is. Alleen de schone oppervlakken worden afgekoppeld.

Voordelen:

- rechtstreekse afvoer naar oppervlaktewater is eenvoudig te realiseren, mits er voldoende water in de buurt is;
- de vuiluitworp vanuit rioolstelsels wordt gereduceerd;
- in geval van bovengrondse afvoer blijft het regenwater zichtbaar, waardoor de kans op foutieve aansluitingen gering is.

Nadelen:

- meegevoerd zand zet zich af als slib in het water (dit kan worden tegengegaan door een zandvang);
- verontreinigingen in afstromend regenwater worden zonder zuivering rechtstreeks op het oppervlaktewater geloosd.

Momenteel zijn stedelijke watersystemen veelal eutroof tot hypertroof, met als kenmerken troebel water als gevolg van overmatige algengroei en een onderwaterleven dat wordt gedomineerd door witvis. Bij dergelijke eutrofe watersystemen is doorspoeling bijvoorbeeld na een rioolwateroverstorting noodzakelijk om voldoende zuurstofrijk water te houden. Het afvoeren van regenwater naar oppervlaktewater kan voor dergelijke watersystemen voordelen bieden. Inrichting, beheer en onderhoud van het watersysteem dienen dan wel te worden afgestemd op de gewenste waterkwaliteit. Hierbij kan worden gedacht aan circulatie van het stedelijke oppervlaktewater en het voeren van een variabel peilbeheer. Hierdoor kan regenwater, dat wordt afgevoerd naar het stedelijk oppervlaktewatersysteem, worden gebufferd en kan de inlaat van gebiedsvreemd water met matige kwaliteit worden geminimaliseerd. De kansen op een ecologisch gezien interessant stedelijk watersysteem nemen dan toe.

5.6 Samenvatting technieken

In onderstaande tabel worden de gecategoriseerde afkoppeltechnieken weergegeven evenals enkele voor- en nadelen of aandachtspunten die in algemene zin op deze technieken van toepassing zijn.

Tabel 5.1 Overzicht afkoppeltechnieken

Categorie	Technieken	Voordelen	Nadelen
Benutting	Regenton Regenwater-closet	- relatief schoon water wordt benut; - lager drinkwaterverbruik.	- watervoorraad is seizoen-gebonden; - kwaliteitsvermindering bij lange verblijfstijd;
Vasthouden	Vegetatiedak	- vertraagde waterafvoer; - vangt verontreiniging in regenwater af.	- zware constructie (afhankelijk van het type) daardoor moeilijk inpasbaar in bestaand stedelijk gebied.
boven-grondse infiltratie	Doorlatende verharding	- relatief goedkope toepassing; - geen ondergronds ruimtebeslag.	- verontreinigingen kunnen rechtstreeks infiltreren; - afname doorlatendheid door dichtslibbing
	Wadi	- rustiger verloop neerslag-afvoer; - aanvulling grondwatervoorraad; - groot zuiverende vermogen; - water blijft zichtbaar → meer controle.	- groot ruimtebeslag; - moeilijk inpasbaar in bestaand gebied.
Onder-grondse infiltratie	Infiltratiesleuf en -koffer, infiltratieput & infiltratiebed	- rustiger verloop neerslag-afvoer; - aanvulling grondwatervoorraad; - gering ruimtebeslag;	- kruising kabels & leidingen; - water niet zichtbaar waardoor moeilijk te controleren; - onderhoud en beheer; - infiltratiecapaciteit afname bij dichtslibbing.
Zuiveren	Bladvang en filters	- zuiveren regenwater; - afvangen van grove bestanddelen.	- alleen filtratie van grovere bestanddelen (geen microverontreinigingen).
	Bodem-passage	- aanvulling grondwatervoorraad; - groot zuiverend vermogen; - water blijft zichtbaar → meer controle.	- ruimtebeslag; - moeilijk inpasbaar in bestaand gebied.
	Olieafscheider slibvang	- afvangen van olie en microverontreiniging.	- geen afvoertraging;
	Helofytenfilter	- natuurwaarde voor mens & milieu; - inzichtelijkheid.	- ruimtebeslag; - zuiveringsrendement is seizoensgebonden.
Afvoer	Directe afvoer naar oppervlaktewater	- eenvoudig realiseerbaar; - reductie vuiluitworp uit riool;	- slibafzet in oppervlaktewater; - geen zuivering voor lozing.

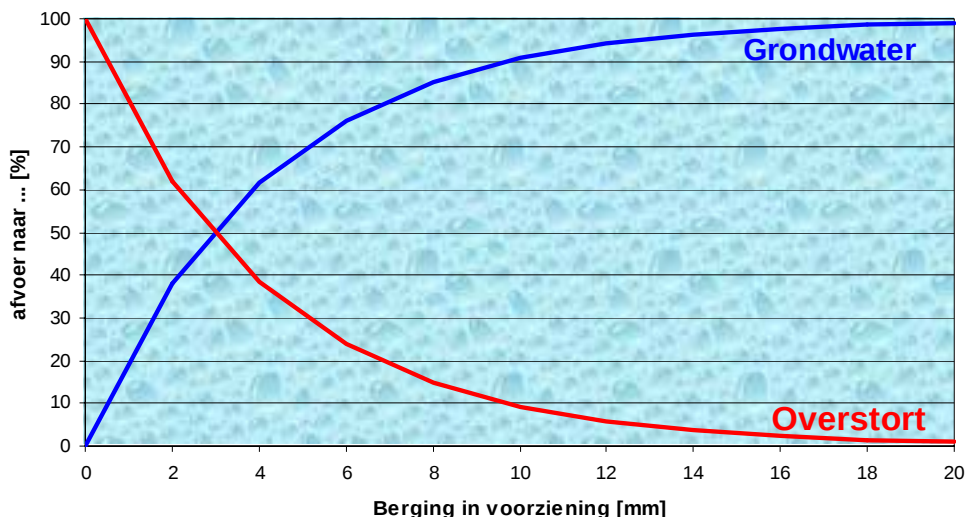
5.7 Dimensionering voorzieningen

5.7.1 Infiltratievoorzieningen en bodempassage

De hoeveelheid regenwater die in de bodem terechtkomt, bepaalt het rendement van een infiltratievoorziening. Zoals in het voorgaande beschreven, dient het water dat niet infiltreert te worden afgevoerd en/of geborgen zodat (grond-)wateroverlast wordt voorkomen.

Bij de dimensionering van infiltratievoorzieningen spelen een aantal factoren een rol. Bij een hogere doorlatendheid van de bodem zal de infiltratievoorziening zich sneller ledigen. Daarnaast is de grondwaterstand van belang. Om de bergingscapaciteit van een voorziening optimaal te benutten, verdient het de voorkeur om deze boven de gemiddeld hoogste bekende grondwaterstand aan te brengen.

Het eerste criterium waar een infiltratievoorziening op wordt gedimensioneerd is het te bepalen rendement: hoeveel water moet aan de bodem worden toegevoegd of, anders geformuleerd, hoeveel water mag maximaal en in welke frequentie overstorten? Het antwoord op deze vragen heeft een directe relatie met de omvang van de berging. Hoe groter de berging des te meer water kan infiltreren en hoe minder (vaak) er water overstort. Het infiltratierendement is ook afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem (de zogenaamde k-waarde). Deze k-waarde ligt vaak in de orde van 0,5 – 5 m/dag afhankelijk van het bodemtype. In de grafiek 'Rendement infiltratie' is de relatie tussen de berging (in mm) en het deel van het afstromende water dat in de bodem infiltreert weergegeven bij een doorlatendheid van de bodem van $k = 3$ meter/dag (indicatieve waarde bij ontwerp van bodempassages, toplaag bovengrondse infiltratie, doorlatende verharding).



Figuur 5.11 Rendement infiltratie bij doorlatendheid van 3 m/d.

De grafiek geeft aan dat bij 6 mm berging (ten opzichte van het aangesloten verhard oppervlak) 75% van het ingezamelde regenwater in de bodem wordt geïnfilteerd en 25% naar het oppervlaktewater overstort. Bij een gemiddeld verbeterd gescheiden

rioolstelsel komt ter vergelijking circa 30% van het ingezamelde regenwater via de overstort op het oppervlaktewater terecht. Datzelfde resultaat wordt behaald bij een infiltratievoorziening met een berging van circa 5,5 mm. De doorlatendheid van de bestaande bodem in het westen van Nederland is vaak lager dan 3 m/d maar bij de aanleg van voorzieningen wordt vaak doorlatende draagkrachtige grond aangebracht. Bij aanbrengen van infiltratieoppervlakken zoals doorlatende verhardingen, doorlatende toplagen van wadi's en bodempassages kan deze grafiek indicatief worden toegepast om de grootte van de voorzieningen te bepalen.

5.7.2 Olieafscheiders en slibvangputten

Afstromend regenwater kan verschillende verontreinigingen bevatten, waaronder olie. Een deel van de olie en andere verontreinigingen zal gebonden zijn aan de slibfractie en is af te vangen met behulp van een slibvang. Niet-gebonden olie is moeilijker te verwijderen en vereist een speciale afscheider.

De berekening kent twee stappen:

1. Bepaling van het type slibafvang, olie-afscheider.

Het debiet wordt bepaald door het afwaterende oppervlak en de maatgevende afvoer van dit oppervlak. In de NEN 7089 wordt voorgeschreven dat gerekend moet worden met een regenbui van 150 l/s/ha.

Het type olieafscheider wordt volgens NEN 7089 bepaald door de formule:

$$A \times 150 \text{ l/sec/ha} \times f_c$$

Hierin is:

- A het op de afscheider afwaterend verhard oppervlak in ha;
- f_c de capaciteitscoëfficiënt in $\text{m}^2 \cdot \text{s/l}$.

Voor de dimensionering van de slibafvang voor grote oppervlakken in de categorie licht of matig verontreinigde oppervlakken (zie afkoppelboom) mag worden afgeweken van de NEN 7089, deze norm wordt echter gehandhaafd voor kleinschalige lozingen uit autowerkplaatsen en benzinestations zoals hierboven omschreven.

De slibafvang of bezinkput dient zodanig te worden gedimensioneerd dat op jaarbasis minimaal 90% van het regenwater via de voorziening naar het oppervlaktewater wordt geleid. Hiertoe dient de voorziening gedimensioneerd te worden op een capaciteit van 5 mm/uur over het aangesloten verhard oppervlak (14 l/s/ha^1) (wanneer ook de stelselberging meegerekend wordt kan de voorziening op een lager debiet gedimensioneerd worden). Grotere debieten dienen via een bypass om de olieafscheider heen geleid te worden.

De formule ter bepaling van het type olie-afscheider wordt dus:

$$A \times 14 \text{ l/sec/ha} \times f_c$$

De capaciteitscoëfficiënt (f_c) is afhankelijk van de dichtheid van de af te scheiden olie. Voor autorevisiewerkplaatsen en aanverwante bedrijven wordt de dichtheid van de af te scheiden olie gesteld op $0,925 \text{ g/cm}^3$. Voor tankstations, opslagplaatsen voor

¹ Bepaald op basis van de standaard historische neerslagreeks "De Bilt 1955-1979"

bijvoorbeeld minerale oliën en soortgelijke bedrijven wordt die gebruikte olie als uitgangspunt gekozen waarvan de dichtheid het dichtst bij 1 g/cm^3 ligt. NEN 7089 geeft geen f_c -waarden voor verhard oppervlak in woongebieden en dergelijke, maar er kan worden uitgegaan van een f_c -waarde van 1,64.

Als aanvullende toets kan een controle op de oppervlaktebelasting plaats vinden. De oppervlaktebelasting dient bij het maximum debiet de waarde van $S_o = 1 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$ niet te overschrijden. Veelal wordt deze waarde niet gehaald, de waterkwaliteitsbeheerder dient per geval een uitspraak te doen of het ontwerp akkoord bevonden wordt. Hierbij wordt opgemerkt dat het functioneren van de voorziening sterk afhankelijk is van de kenmerken van het rioolstelsel (berging, poc) en daarmee in samenhang dient te worden gezien.

De hier gepresenteerde rekensystematiek dient als eerste ontwerp te worden gezien, een nadere beschouwing in samenwerking met het waterschap, de leverancier en/of andere deskundigen wordt sterk aanbevolen. Bovendien kunnen bezinkbakken op diverse manieren worden vormgegeven en ingepast al dan niet in combinatie met andere zuiveringstechnieken (bijvoorbeeld bezinkbak Julianapark en helofytenveld Erasmusgracht). De overtollige neerslag bij buien met een hogere intensiteit zal via een bypass direct op het oppervlaktewater moeten lozen zodat geen uitspoeling plaatsvindt van het bezonken vuil in de voorziening.



Figuur 5.12 Bezinkbak Julianapark Amsterdam

2. Zoek in de tabel het vereiste type olieafscheider.

Het resultaat van de eerste stap is een waarde voor het type olieafscheider. Uit de tabel 'Type olieafscheider' volgt bij het hoogst dichtbij gelegen type olieafscheider de minimale inhoud en oppervlak van de slibvangruimte.

Type olie-afscheider	Minimale inhoud slibvangruimte [L]	Minimale oppervlakte slibvangput [m^2]
1,5	300	0,45
3	600	0,70
6	1.200	1,10
8	1.600	1,40
10	2.000	1,60
15	3.000	2,10
20	4.000	2,50
30	6.000	3,30
40	8.000	4,00
50	10.000	4,70
65	13.000	5,60
80	16.000	6,40
100	20.000	7,40



Rekenvoorbeeld:

Een verhard oppervlak (rijweg en een paar parkeerplaatsen) ter grootte van 10.000 m² (1 ha) wordt afgekoppeld. Het toe te passen type volgt uit de formule:

$$1 \text{ ha} \times 14 \text{ l/s/ha} \times 1,64 = 22,96 \text{ m}^2$$

In de tabel wordt voor de olieafscheider type 30 gekozen met een bijbehorende inhoud van de slibvang van 6 m³ en een minimale oppervlakte van de slibvangput van 3,3 m². Analooch komt men bij een oppervlak van 1000 m² op een voorziening van 600 liter met een minimale oppervlakte van 0,7 m².

Afhankelijk van de inpassing en kenmerken van het rioolstelsel en voorziening wordt aan de toets voor oppervlaktebelasting voldaan.

6 Vergunning

6.1 Algemeen

Ter bestrijding en voorkoming van verontreiniging van oppervlaktewateren zijn lozingen gereguleerd in de Wet verontreiniging oppervlaktewateren (Wvo). Het afstromend regenwater van niet alle verharde oppervlakken in het stedelijk gebied wordt gezien als afvalwater. Om redenen van duurzaam omgaan met water moet zoveel mogelijk worden voorkomen dat niet vervuild regenwater wordt afgevoerd naar een zuiveringsinrichting. Regenwater afkomstig van niet vervuild verhard oppervlak of van dakoppervlak bestaande uit niet uitlogend materiaal moet daarom zo veel mogelijk zonder tussenkomst van een zuiveringsinrichting worden afgevoerd naar de bodem of naar het oppervlaktewater. De afvalwaterlozingen mogen het bereiken van de waterkwaliteitsdoelstellingen niet belemmeren. De Wvo-vergunning is een instrument om de goede kwaliteit van het oppervlaktewater te bewaken en te handhaven. Voor het rechtstreeks lozen van afvalwater en verontreinigd regenwater op het oppervlaktewater dient de gemeente te beschikken over een Wvo-vergunning. De vergunning wordt verleend voor onbepaalde tijd of voor een bepaalde periode, waarbij in acht wordt genomen dat de vergunning om de vijf jaar wordt gezien op actualiteit en zo nodig wordt aangepast.

Een Wvo-vergunning wordt verleend op aanvraag. De aanvraag moet worden ingediend bij de waterkwaliteitsbeheerder (doorgaans het dagelijkse bestuur van het water- of zuiveringschap). Het aanvraagformulier voor een Wvo-vergunning kan verschillend zijn per waterkwaliteitsbeheer en per type lozing.

6.2 Benodigde gegevens voor de aanvraag Wvo-vergunning

Voor de aanvraag van een Wvo-vergunning wordt vaak gebruik gemaakt van een formulier dat afkomstig is van de waterkwaliteitsbeheerder. Hierdoor kunnen de aanvraagformulieren, die afkomstig zijn van verschillende waterkwaliteitsbeheerders van elkaar verschillen. Ondanks de verschillen kennen de meeste Wvo-vergunningen voor regenwaterlozingen een algemene opzet met de volgende onderwerpen:

- gegevens van de aanvrager
- lozingsituatie:
 - gaat het om een bestaande, nieuwe of tijdelijke lozing?;
 - als het gaat om een bestaande lozing, wat is dan de reden van de aanvraag?
 - de ingangsdatum van de lozing;
 - waar vindt de lozing plaats of zal de lozingen plaatsvinden? → ligginggegevens (bijlage: situatietekening)
- afvalwaterstroom (afstromend regenwater):
 - geef de locatie, de grootte (m²) en verdeling van oppervlakken (daken, open verhard, gesloten verhard, onverhard) aan.
 - wordt het regenwater rechtstreeks of via een voorziening geloosd op oppervlaktewater?
 - waarheen wordt het regenwater geloosd?
 - zijn er in de nabijheid industriële lozingen aanwezig? Zo ja, wat voor industrie.
 - met welke stoffen kan het verharde oppervlak zijn verontreinigd?
 - geef de locatie en het aantal lozingspunten van deze lozing(en) aan.
 - wat is de herkomst van het geloosde water?
 - uit welke materialen bestaan de daken, dakgoten en straatmeubilair?

- Afvoer van het terrein:
 - het type rioolstelsel; is er een verbeterd gescheiden stelsel aanwezig? → rioleringstekening
 - kentallen van terreinafvoer (berging, pompovercapaciteit, de overstortingsfrequentie)
 - welke maatregelen en/of voorzieningen zijn getroffen die de mate van verontreiniging en/of het debiet voorkomen dan wel beperken? (denk hierbij aan vegetatiedak, open verharding, infiltratie, olieafscheiders, etc.)
 - geef per regenwateruitlaat aan welke verontreinigingen via de uitlaat geloosd kunnen worden en welke bronmaatregelen getroffen zijn ter voorkoming van de lozing van die verontreinigingen.

Ter toelichting van de aanvraag kunnen de volgende bijlagen worden meegestuurd met het aanvraagformulier:

- overzichtskaart op topografische ondergrond; situatietekening;
- kenmerken blad van verdeling verharde oppervlakken; analyseresultaten van het regenwater;
- rioleringstekening; overzicht van de regenwateruitlaten en de getroffen maatregelen;
- kenmerkenbladen van terreinafvoer zoals overstorten, pompen; eventueel een basisrioleringsplan;
- kopie(ën) van eerder verleende vergunningen als het om bestaande lozingen gaat.

6.3 Bronmaatregelen

Het voorkomen van verontreinigingen is beter dan het bestrijden ervan. Zo dient bij duurzaam waterbeheer het gebruik van uitlogende materialen, chemische bestrijdingsmiddelen en milieubelastende gladheidsbestrijding zoveel mogelijk te worden voorkomen. De hondenpoepproblematiek verdient in veel woonwijken ook aandacht.

Het treffen van milieuvriendelijke (bron-)maatregelen levert in sommige gevallen problemen op aangezien alternatieven niet voor handen zijn, minder effectief zijn, en grotere fysieke en financiële inspanningen vergen. Goede alternatieven voor strooizouten worden bijvoorbeeld onderzocht maar vooralsnog blijkt het minimaliseren en effectief omgaan met zouten een goede aanbeveling (inachtneming van mogelijke risico's als ongelukken). Ook zijn bijvoorbeeld waterdichte afsluitingen met loodslabben bij afkoppelen geoorloofd zolang daar nog geen goede alternatieven voor zijn.

Deze bronmaatregelen zijn overigens in het algemeen wenselijk dus niet specifiek bij afgekoppeld verhard oppervlak.

De gemeente kan deze bronmaatregelen in het beheer van de openbare ruimte meenemen.

Bronmaatregelen kunnen bestaan uit:

- het voorkomen en of vervangen van uitlogende materialen;
- aanwijzen van hondenuitlaatplaatsen;
- emissie bij handelingen als autowassen beperken (bijvoorbeeld autowasplaatsen, korting op autowasserettes, ecologische zeep);
- het beperken en effectief toepassen van gladheidbestrijding;
- onkruidbestrijding op verantwoorde wijze (chemische onkruidbestrijding is een milieuonvriendelijk alternatief; gebruiksvriendelijkheid, hinder en kosten buiten beschouwing gelaten).

De feitelijke invulling van bronmaatregelen kan in de vergunning worden opgenomen.

6.4 Communicatie

De bronmaatregelen kunnen worden geïnitieerd door de gemeente, echter is vaak de hulp van bewoners nodig om onnodige emissies naar bodem en water te beperken. Uit diverse bewonersonderzoeken blijkt dat goed geïnformeerde burgers graag mee willen werken aan een beter milieu en zich houden aan de verwante voorschriften. Aanhoudende communicatie door middel van bijvoorbeeld; nieuwsbrieven, artikelen in plaatselijke bladen, voorlichtingsavonden en voorlichtingsborden kunnen hierbij belangrijke hulpmiddelen zijn.



Figuur 6.1 Publieke voorlichting

6.5 Handhaving bij afkoppelen

De handhaving, controle en toezicht bij het afkoppelen van verhard oppervlak zal voor wat betreft de plannen geschieden op basis van de vergunning.

Daarnaast zal de handhaving zich richten op de lozing. Immers het lozen van regenwater is toegestaan zolang dit geen onaanvaardbare negatieve gevolgen heeft voor het ontvangende oppervlaktewater.

Wanneer de lozing vanuit (afgekoppelde) regenwaterafvoeren wel verontreinigingen bevatten welke niet aan deze bovenstaande eis voldoet, zal de waterkwaliteitsbeheerder stappen kunnen nemen om aan de lozing een einde te maken dan wel maatregelen (laten) nemen om de gevolgen van de verontreiniging weg te nemen.



Literatuur

- [1] Tauw, Leidraad aan- en afkoppelen verharde oppervlakken, 5 maart 1996.
- [2] Tauw, Overzicht samenstelling afstromend regenwater, 4 november 2002.
- [3] Elsevier Waterwijzer- Hemelwater in de praktijk, 2002
- [4] Leidraad riolering, Module C2100.
- [5] www.afkoppelwinkel.nl/ www.afkoppelproducten.nl
- [6] Stichting Rioned, Wadi's doorgelicht, mei 2003.

Foto's: Tauw, Ingenieursbureau Utrecht en Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden.

Beslisboom aan- en afkoppelen

Aanvulling bezinkvoorzieningen voor regenwaterafvoer

Aan: gemeenten, adviseursbureaus en leveranciers
Van: Werkgroep Riolering West-Nederland

Datum: 28 januari 2005

Ontwerp

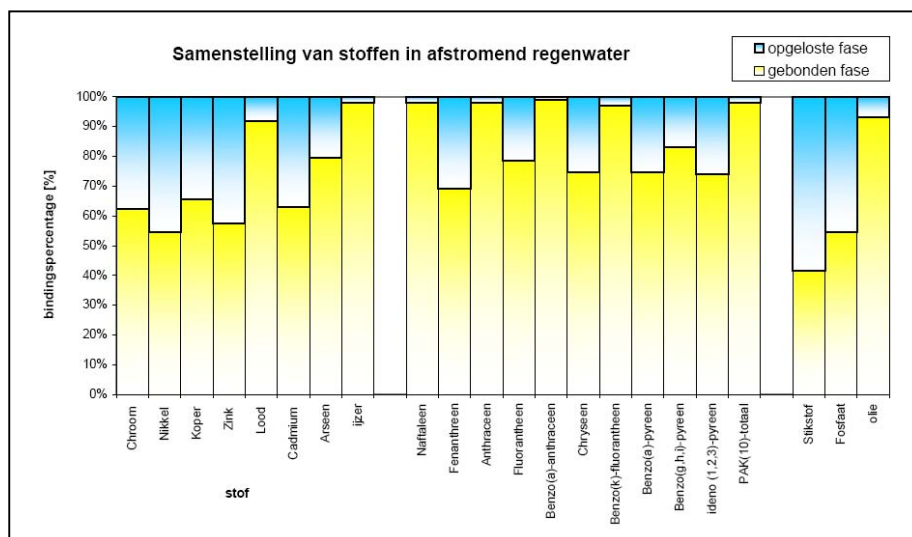
Inleiding

In de nieuwe "Beslisboom aan- en afkoppelen verharde oppervlakken" (WRW, 2003) blijkt dat met de huidige stand der techniek een groot deel van het verharde oppervlak afgekoppeld kan worden van het rioolstelsel, c.q. niet hoeft te worden aangesloten. Wel dient afkoppelen in een groot deel van de gevallen plaats te vinden via een voorziening waarmee verontreinigingen uit het afstromende hemelwater kan worden verwijderd. Een groot deel van die voorzieningen zijn gebaseerd op de bezinking van onopgeloste stoffen. Deze notitie geeft een nadere handreiking voor het ontwerp van bezinkvoorzieningen (in het bijzonder lamellenafscheiders) voor regenwaterafvoer. Tevens is dit een correctie van wat vermeld staat in paragraaf 5.7.2 van de beslisboom over de dimensionering van olieafscheider en slibvangputten op basis van de NEN 7089. Deze NEN-norm is namelijk niet toepasbaar voor hemelwaterafvoer. Opgemerkt wordt dat de beslisboom en deze aanvulling daarop zijn bedoeld als handreiking bij het ontwerp en niet als harde ontwerpnormen. Het gezonde verstand van de adviseur, leverancier en de uiteindelijke gebruiker blijven onmisbaar.

Toepassing bij afkoppelen

Probleemstoffen in afstromend hemelwater afkomstig van (matig) verontreinigde oppervlakken, zoals straten, wegen en parkeerplaatsen zijn vooral zware metalen en PAK. Deze verontreinigingen zijn voor een groot deel gebonden aan onopgeloste slibdeeltjes (WRW, 2002, zie figuur 1). Voor zover oliën en vetten in het afstromend regenwater voorkomen zijn deze ook voornamelijk gebonden aan vaste delen. Om deze verontreinigingen te verwijderen kunnen bezinkvoorzieningen worden toegepast.

Figuur 1: Binding van verontreinigingen in afstromend regenwater aan deeltjes (WRW, 2002)



Ontwerp bij afkoppelen

Om voldoende bezinking te krijgen moeten de deeltjes de mogelijkheid hebben om te bezinken. Dit houdt in dat de verhouding tussen het debiet ten opzichte van het effectieve bezinkoppervlak, de oppervlaktebelasting ($S_0 = Q/A$) kleiner of gelijk is aan de valsnelheid ($S_0 \leq v$). Helaas hebben niet alle deeltjes dezelfde valsnelheid. Deze is voor een deel afhankelijk van de grootte en het soortelijk gewicht per deeltje, zoals beschreven in de formule van Stokes:

$$v = \frac{D^2 * (\rho_w - \rho_d) * g}{18 * \eta}$$

Waarin:

d = diameter druppel/deeltje.

ρ_w = soortelijke massa van water = $1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

ρ_d = soortelijke massa van het deeltje ($10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$)

g = gravitatieversnelling = $9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

η = viscositeit van de vloeistof, water = $1,00 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$

Daarnaast wordt de valsnelheid van deeltjes beïnvloed door:

- clustereigenschappen van deeltjes (coalescentie, coagulatie en flocculatie);
- hydrofoob (olie) en hydrofiel (slib) gedrag van deeltjes en
- de Brownse beweging¹.

Tenslotte gelden de gebruikelijke ontwerprichtlijnen voor bezinkvoorzieningen, met rendementsbepalende parameters als stroomsnelheid, Reynoldsgetal, Froudegetal, schuifspanning en verblijftijd. Op deze aspecten zal echter niet verder worden ingegaan, maar wordt verwezen naar de Leidraad Riolering modules B2000 en B2100.

Oppervlaktebelasting

Er wordt algemeen aangenomen dat de meeste verontreinigingen in hemelwater zijn gebonden aan deeltjes met een diameter van 50 – 300 μm . Ook aan kleinere deeltjes ($< 50 \mu\text{m}$) kunnen echter verontreinigingen gebonden zijn (bijvoorbeeld lutum-deeltjes). De bezinking van deze kleinere deeltjes wordt echter verstoord door hydrofiel gedrag en door de Brownse beweging. Deze deeltjes kunnen slechts door clusterende eigenschappen als coalescentie, coagulatie en flocculatie tot goede bezinking komen. Voorzieningen die deze clusterende eigenschappen stimuleren hebben daarom de voorkeur.

Voor mineralen in Nederland kan worden uitgegaan van een soortelijk gewicht van 2600 – 2750 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ en voor organische stof van 1400 – 1550 $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (W.P. Locher en H. de Bakker, 1992). Uitgaande van de formule van Stokes ligt de valsnelheid voor deeltjes met een grootte van 50 μm tussen 2 en 9 m/h.

Op basis van bovenstaande overwegingen wordt geadviseerd om (in tegenstelling tot het advies uit de Leidraad Riolering) voorlopig uit te gaan van een veilige waarde voor de oppervlaktebelasting, namelijk $S_o \leq 1 \text{ m/h}$. Dit uitgangspunt is tevens gebaseerd op de praktische haalbaarheid van de huidige technieken. Op basis van resultaten uit praktijkonderzoek kan op termijn worden bepaald in hoeverre bijstelling van deze ontwerpnorm noodzakelijk is.

Ontwerpdebiet

Aangezien de intensiteit van regenbuien erg kan variëren is het in de praktijk niet mogelijk een bezinkvoorziening aan te leggen waarbij in alle gevallen aan de ontwerpeis wordt voldaan. Daarom wordt de voorziening ontworpen op basis een ontwerpdebiet van $Q \geq 14 \text{ l/s/ha}$. Met andere woorden bij een maatgevend debiet van 14 l/s/ha wordt nog voldaan aan de ontwerpeis van $S_o \leq 1 \text{ m/h}$. Wordt dit debiet overschreden dan neemt oppervlaktebelasting toe en zal het rendement afnemen doordat er minder deeltjes tot bezinking komen. Op basis van de regenreeks van De Bilt 1955-1979 komt dit erop neer ca. 90% van het jaargemiddelde volume afstromende regenwater bij behandeling in de bezinkvoorziening voldoende afscheiding van de verontreinigingen optreedt. Voorwaarde is echter wel dat de debieten door de bezinkvoorziening niet dusdanig hoog zijn dat het bezonken slib weer kan worden opgewerveld. Dit kan worden bereikt door het toepassen van een debietsbeperkende voorziening (bijvoorbeeld een vlotterdebietsbegrenzer) in combinatie met een bypass, c.q. overloopconstructie die in werking treedt bij hoge debieten.

¹ Beweging van zeer kleine deeltjes, onder de microscoop voor het eerst waargenomen door Robert Brown in 1827, die wordt veroorzaakt door het botsen met moleculen.

Berging in het stelsel

Indien de berging in het hemelwaterstelsel wordt benut voor een gelijkmatigere aanvoer kan met stippengrafieken en/of regenreeksen bepaald worden hoe veel kleiner de bezinkvoorziening kan zijn terwijl deze toch voldoet voor 90% behandeling van het afstromende regenwater.

Slibopslag in de afscheiders voor regenwater

Voor de benodigde slibopvangruimte kan uitgegaan worden van praktijkgegevens. Deze verschillen echter sterk per hemelwaterstelsel. De hoeveelheden onopgeloste stof in het afstromende regenwater van verhard oppervlak is namelijk afhankelijk van het gebruik van het oppervlak en omgevingsfactoren.

Uit onderzoek van de NWRW (NWRW, 1989) zijn in gescheiden rioolstelsels in Amsterdam en Heerhugowaard concentraties droge stof gemeten van gemiddeld 30 mg/l. Op basis van dit gemiddelde kan voor het bepalen van de grootte van de slibopslag worden uitgegaan van een gemiddelde slibvracht van ca. 200 kg/ha per jaar. Uitgaande een drogestofgehalte van het slib van 10% (aanneمة vanuit de praktijk) kan het jaarlijkse slibvolume gesteld worden op ca. 2000 l/ha. Nogmaals dient echter te worden opgemerkt dat de hoeveelheid slib sterk kan variëren per rioolstelsel en per hemelwateruitlaat.

De afgescheiden vuilmasse dient tussen de verwijderingen opgeslagen te kunnen worden in een stromingsluwe ruimte in de afscheider. Voor zandvang wordt in de ontwerprichtlijnen gesteld dat de zandmasse maximaal 50% van de vrije doorstroomruimte mag beslaan. Voor de relatief lichte slibdelen is een grotere vrije doorstroomruimte aanbevolen om opwoeling te voorkomen. Een ruime slibopvang is tevens belangrijk voor het bereiken van een goede gelijkmatige doorstroming door de voorziening om bezinking van het slib mogelijk te maken en opwoeling te voorkomen. Hiervoor geven het Reynoldsgetal en Froudegetal een goede indicatie.

Grofvuil

Rekening moet worden gehouden met grove vuildelen welke met afstromend regenwater kunnen worden meegevoerd naar de behandelmingsvoorziening.

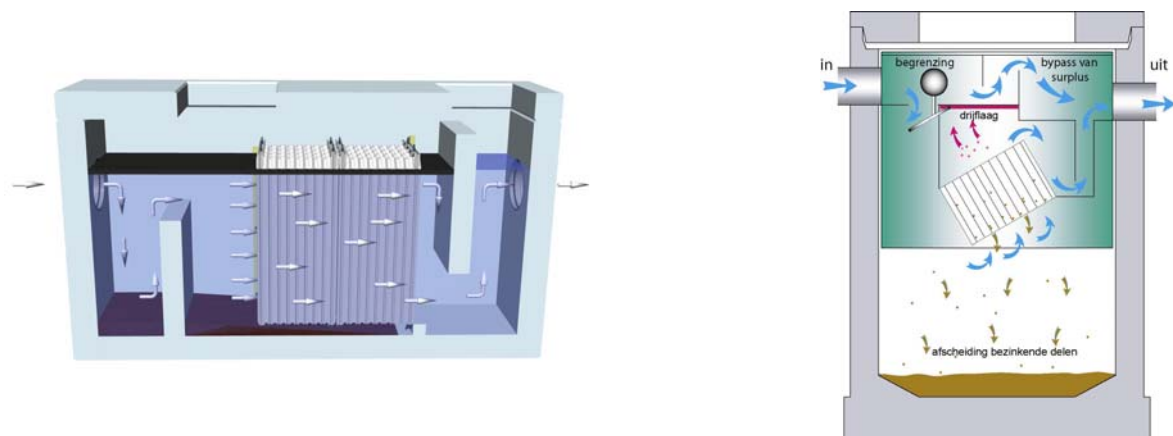
Beheersaspecten

Belangrijk voor zowel beheer als voor de blijvende rendementen van de voorzieningen is regelmatige verwijdering van afgescheiden verontreinigingen. De onderdelen van de voorzieningen dienen redelijk eenvoudig bereikbaar te zijn voor inspectie en onderhoud. Daarnaast kan gedacht worden aan regelmatig straatvegen en kolkenzuigen.

Toepassing lamellenafscheiders voor regenwaterafvoer

Lamellenafscheiders zijn voorzieningen waarmee verontreinigingen in water kunnen worden verwijderd door middel van bezinking en opdrijving. In principe is de werking van deze voorzieningen te vergelijken met de werking van olie-afscheiders en (berg)bezinkvoorzieningen. In deze voorzieningen wordt het effectieve bezinkoppervlak c.q. opdrijfoppervlak echter vergroot door toepassing van lamellen. Daarnaast bevorderen de lamellen laminaire stroming (Reynoldsgetallen $Re < 2000$). Zodra de verontreinigingen met de lamellen in contact komen worden ze via deze lamellen naar boven of naar beneden afgevoerd (afhankelijk van het soortelijk gewicht t.o.v. van water en schuifspanning) (zie figuur 1 en 2). Het water stroomt door de lamellenpakketten heen en komt gezuiverd uit de afscheider op het oppervlaktewater.

Figuur 2: Lamellenafscheider AqaHydrasep



Toepassing Bergbezinkbassins voor regenwaterafvoer

Een bergbezinkbassin is een ondergronds bassin met een interne en externe overstortdrempel, die gedurende een regenbui gelijkmatig wordt doorstroomt. In het bassin treedt hierdoor bezinking op. Bovenstaande uitgangspunten ($S_o \leq 1$ m/h en $Q \geq 14$ l/s/ha) kunnen worden gebruikt voor het globale ontwerp van het effectieve bezinkoppervlak en bepaling van het maatgevende debiet van een bergbezinkbassin voor regenwaterafvoer. Voor de verdere dimensionering wordt verwezen naar de Leidraad Riolering B2000/B2100 en het Stowa-rapport "Het ontwerp van optimaal functionerende bergbezinkbassins" (Kluck, 1997).

Literatuur:

1. Faber, W.A. e.a., "Leidraad Riolering", Min. van VROM en Stichting Rioned, Samsom H.D. Tjeenk Willink, Alphen a/d Rijn, 1992
2. Kluck, J., "Het ontwerp van optimaal functionerende bergbezinkbassins", Stowa, 1997.
3. Kluck, J., "Geen onmogelijke eisen stellen aan afkoppelen", Vakblad Riolering, Holapress, 2004
4. Locher, W.P en H de Bakker, "Bodemkunde van Nederland", Malmberg, Den Bosch, 1992
5. WRW, "Overzicht samenstelling afstromend regenwater", Tauw i.o.v. WRW, 2002
6. WRW, "Beslisboom aan- en afkoppelen verharde oppervlakken", Tauw i.o.v. WRW, 2003.
7. NWRW, "Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989" NWRW, 1989.

Bijlage 1: Rekenvoorbeeld

In een nieuwe woonwijk wordt gedacht aan het toepassen van lamellenafscidders voor de zuivering van afstromend regenwater afkomstig 2,5 ha straatoppervlak (matig verontreinigd). De gemeente zuigt de straatkolken met een frequentie van 2 maal per jaar. Het leegzuigen van de lamellenafscidders worden hierin meegenomen.

Het *maximaal ontwerpdebiet* door de afscheider bedraagt:

$$Q = 2,5 \text{ ha} * 14 \text{ l/s/ha} = 35 \text{ l/s} \text{ (} 126 \text{ m}^3/\text{h} \text{)}$$

Hogere debieten worden voorkomen door het toepassen van een debietsbegrenser en een bypass.

Het *effectieve bezinkoppervlak* van de lamellen bedraagt:

$$A = Q/S_o = \frac{144 \text{ m}^3/\text{h}}{1 \text{ m/h}} = 144 \text{ m}^2$$

Voor een verhard oppervlak van 2,5 ha dient de afscheider te beschikken over een *minimaal slibopslagvolume* van:

$$2.5 \text{ (ha)} * 2000 \text{ (l/ha)} * 100/50 \text{ (maximale vullingsgraad slib)} * 0.5 \text{ (reinigingsfrequentie)} = 5000 \text{ liter.}$$