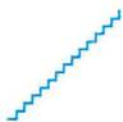


Witteveen

Bos

water
infrastructuur
milieu
bouw



Nederlandse technische vereniging
voor installaties in gebouwen TVVL

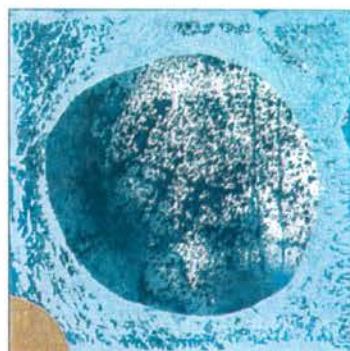


lid van de

Vereniging van
Nederlandse
Installatiebedrijven

Nederlandse Technische Vereniging voor Installaties in Gebouwen TVVL

voorstudie ST-6 Grijswater binnen de perceelgrens eindrapport



Witteveen+Bos
Van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44



Nederlandse Technische Vereniging voor Installaties in Gebouwen TVVL

voorstudie ST-6 Grijswater binnen de perceelgrens eindrapport

registratie	projectcode	status
TECW\rap31-954	Ztm53.1	definitief
projectleider	projectdirecteur	datum
Ir. R.T. van der Velde	Ir. P.G.B. Hermans	23 augustus 2000

autorisatie	naam	paraaf
goedgekeurd	Ir. R.T. van der Velde	

Witteveen+Bos
van Twickelostraat 2
postbus 233
7400 AE Deventer
telefoon 0570 69 79 11
telefax 0570 69 73 44



Het kwaliteit management systeem van Witteveen+Bos is gecertificeerd volgens NEN-EN-ISO 9001 : 1994

© Witteveen+Bos

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande toestemming van Witteveen + Bos Raadgevende ingenieurs b.v., noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

INHOUDSOPGAVE	blz.
1. INLEIDING	1
1.1. Achtergrond en doelstelling	1
1.2. Leeswijzer	1
1.3. Projectorganisatie	1
2. KADERSTELLING GRIJSWATER EN AANPAK VOORSTUDIE	2
2.1. Kaderstelling	2
2.2. Aanpak voorstudie	6
3. SYSTEEMBESCHRIJVING	8
3.1. Inleiding	8
3.2. Zuiveringssysteem	8
3.3. Vijver / opslagtank	10
3.4. Leidingen	11
3.5. Suppletie en regeling	11
3.6. Afnamepunten/gebruikstoestellen	12
3.6.1. Hot fill	12
3.7. Veiligheidsaspecten met betrekking tot de levering van drinkwater	13
4. KENMERKEN GRIJSWATER BINNEN DE PERCEELGRENS	14
4.1. Verschillen en overeenkomst met hemelwater binnen de perceelgrens	14
4.2. Verschillen en overeenkomsten met IBA-systeem	14
4.3. Toepassingen	15
4.4. Regelgeving	15
4.5. Gezondheidsaspecten	16
4.5.1. Gezondheidskundige parameters	16
4.5.2. Blootstelling	16
4.5.3. Toekomstige normen	16
4.6. Overige risico's	17
4.6.1. Nagroei	17
4.7. Organoleptische parameters	19
4.8. Menging hemelwater en grijswater	19
4.9. Specifieke eisen per toepassing	19
4.9.1. Toilet	19
4.9.2. Wasmachine	19
4.9.3. Buitenkraan	19
4.9.4. Overige toepassingen	19
4.10. Organisatorische aspecten	20
4.11. Effecten op bestaande riolering	20
4.12. Milieuaspecten materiaalkeuze	20
5. ERVARINGEN MET TECHNISCHE BESTAANDE SYSTEMEN	21
5.1. Ervaringen en maatschappelijke acceptatie	21
6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	23
6.1. Beslisboom grijswatersystemen	23
6.2. Aanbevelingen	25

7. LITERATUURLIJST 27

laatste bladzijde 28

bijlagen	aantal bladzijden
I Controle- en ontwerpparameters voor huishoudwatersystemen	1
II Grijswatersysteem in disco's	1
III Begrippenlijst	2

1. INLEIDING

1.1. Achtergrond en doelstelling

Ter completering van het thema "Waterhuishouding binnen de perceelgrens" bestaat behoefte aan richtlijnen voor ontwerp en uitvoering van installaties voor de grijswaterkringloop binnen de perceelgrens. Het thema is een aandachtspunt van de Vierde Nota Waterhuishouding. Reeds verschenen zijn 'Hemelwater binnen de perceelgrens' (ISSO-publicatie 70.1; [34]) en 'Aanleg van systemen voor de individuele behandeling van afvalwater, IBA' (ISSO-publicatie 70.2; [23]).

Doel van de voorstudie is inzicht te verkrijgen in de kansen en bedreigingen door regelgeving en de inventarisatie van beschikbare kennis voor het ontwerp en de uitvoering van systemen voor de (grijs)waterkringloop.

De uitvoering van de voorstudie bestaat uit inventarisatie van:

- regelgeving;
- visies t.a.v. kansen en bedreigingen;
- installatieconcepten;
- ervaringen van gerealiseerde installaties in binnen- en buitenland;
- richtlijnen voor ontwerp en uitvoering.

Op basis van deze inventarisatie moeten lijnen worden uitgezet en moet een go-no go besluit kunnen worden genomen voor het opstellen van een ISSO-publicatie. Het eindrapport wordt beschikbaar gesteld aan de Technische Raad van de TVVL.

1.2. Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de kaderstelling beschreven voor grijswatersysteem, de analyse is onderverdeeld in vier deelvragen:

- Wat beschouw ik als de bron van het systeem?
- Voor welke toepassingen gebruik ik het water?
- Welke bron(nen) pas ik toe voor suppletie?
- Welke zuiveringstechnieken pas ik toe?

In hoofdstuk 3 is een beschrijving van het systeem gegeven voor de volgende onderdelen: aanvullend zuiveringssysteem, vijver en/of opslagtank, pomp, leidingsysteem, suppletiesysteem en regelsysteem. Hoofdstuk 4 beschrijft de kenmerken van grijswater binnen de perceelgrens. Aspecten die aan bod komen zijn: toepassingen, regelgeving en gezondheidsaspecten. Ervaringen met technisch bestaande systemen in binnen- en buitenland zijn behandeld in hoofdstuk 5. In hoofdstuk 6 zijn de aanbevelingen voor verder onderzoek beschreven.

1.3. Projectorganisatie

De voorstudie is uitgevoerd door de projectgroep, dit waren P.G.B. Hermans, G.A. Segers en R.T. van der Velde. De voorstudie vond plaats in opdracht van de TVVL en is mede mogelijk gemaakt door de financiële ondersteuning van de Vereniging van Nederlandse Installatiebedrijven. De voorstudie is begeleid door de TVVL werkgroep ST-6, die als volgt was samengesteld:

- dhr B. Bannink Limitec BV, Hardenberg;
- dhr J.C. Box Kilian Water, Wageningen;
- dhr R.H. de Gans ISSO, Rotterdam / TVVL, Leusden; **secretaris**
- dhr R.M. Kilian Kilian Water, Wageningen;
- dhr H. Meerman Dyka BV, Steenwijk / TVVL, Leusden;
- dhr E.H. Schaap Spring Tiger, Hellendoorn; **voorzitter**
- dhr W.J.H. Scheffer VNI, Zoetermeer / ISSO, Rotterdam / TVVL, Leusden; **projectleider**
- mw L. Tummers W/E adviseurs duurzaam bouwen, Gouda;
- dhr R.T. van der Velde Witteveen+Bos, Deventer / TVVL, Leusden; **rapporteur**
- dhr H.P.M. Verhoeven Verhoeven-Drunen BV, Drunen.

2. KADERSTELLING GRIJSWATER EN AANPAK VOORSTUDIE

2.1. Kaderstelling

De voorstudie dient inzichtelijk te maken welke aspecten van grijswatergebruik binnen de perceelgrens moeten worden beschreven voor een verantwoord ontwerp en uitvoering en welke niet aan de orde komen in de reeds verschenen ISSO-publicaties 70.1 “Hemelwater binnen de perceelgrens” [34] en 70.2 “Aanleg van IBA-systemen” [23]. Waar nodig zal worden verwezen naar deze reeds verschenen publicaties. Om inzichtelijk te maken welke aspecten van belang zijn bij een grijswatersysteem binnen de perceelgrens, dient een duidelijke definitie van het “grijswatersysteem binnen de perceelgrens” te worden vastgesteld. De keuze van de definitie bepaalt in belangrijke mate de ontwerpeisen voor het grijswatersysteem.

Een grijswatersysteem wordt in Nederland niet eenduidig gedefinieerd. Het systeem waarbij alleen (gefiltreerd) hemelwater wordt gebruikt voor het spoelen van het toilet, het sproeien van de tuin of het draaien van de wasmachine, zonder de toevoeging van grijswater wordt in Nederland soms ook een grijswatersysteem genoemd. Deze ‘grijswatersystemen’ die alleen hemelwater als bron gebruiken vallen buiten deze studie en staan beschreven in de ISSO-publicatie 70.1 [34].

De definitie, van het RIVM [24] welke algemeen is erkend in Nederland, voor grijswater is als volgt: “afvalwater van wasmachine, douche, bad en wastafels”¹. Dit water kleurt namelijk grijs als het een tijdje stilstaat, dit komt door de zeep-restanten in het water. Water afkomstig van andere huishoudelijke bronnen: de afwasmachine, de gootsteen en het toilet, valt niet onder deze definitie. Gebruik van dit water is moeilijker, omdat de kwaliteit van het water slechter (veel organische stof) is en vermengd kan zijn incidentele verontreinigingen (terpentine verf, olie etc.). Water afkomstig van het toilet wordt zwart water genoemd. Dit water bevat veel organische materialen, micro-organismen en vaste bestanddelen. Aangezien water uit de gootsteen en de afwasmachine ook veel organisch materiaal (en vaste bestanddelen) kan bevatten wordt dit ook onder zwart water ingedeeld. Zwart water moet veel verder gezuiverd worden dan grijswater wil het opnieuw gebruikt kunnen worden. De micro-organismen kunnen risico’s voor de gezondheid vormen, de vaste bestanddelen kunnen zorgen voor fysische problemen, het hydraulisch gedrag van het water verminderd. Het organisch materiaal stelt extra eisen aan de zuivering en kan voor nagroeiproblemen in leidingen en buffers zorgdragen.

In tabel 2.1 is een overzicht gegeven van de reikwijdte van diverse definities die betrekking hebben op ‘ander water’ gebruik dan drinkwater in het huishouden. Aangegeven is over welke bronnen gesproken wordt en welke toepassingen er zijn voor het betreffende ‘ander water’. De definities van de weergegeven typen ‘ander water’ zijn ook opgenomen in de begrippenlijst (bijlage III).

Naast het gebruik van ‘ander water’ in het huishouden zijn er ook voorbeelden mogelijk van ‘ander water’ gebruik in bedrijven. Hoewel deze voorstudie is gericht op grijswater binnen de perceelgrens van een huishouden is in bijlage II toch een aansprekend voorbeeld opgenomen van een grijswatersysteem in een discotheek. De randvoorwaarden (aard grijswater, continuïteit, kwantiteit, mogelijke toepassingen etc.) van een ‘ander watersysteem’ in bedrijven zijn echter zodanig anders dan in het huishouden, dat dit buiten het kader van deze voorstudie valt.

¹ Andere definities van grijswater zijn: Grijswater is al het afvalwater uitgezonderd het afvalwater van toiletspoelingen, dat is dus het afvalwater afkomstig van de lichaamsverzorging (douche, bad en wastafel), de keukens, de textielwas, het schoonmaken, etc. Bron: Water in en om gebouwen [1]. Grijswater is een verzamelnaam voor gebruikswater dat geen drink- of hemelwater is. Bron: Voorbeeldprojecten, Nationaal DuboCentrum, 1998.

Tabel 2.1. Verklaring definities op basis van de herkomst van het water en de mogelijke toepassing, na zuivering, binnen de perceelgrens

toepassing bron	toiletspoeling	wasmachine	buitenkraan
Hemelwater	X	X	X
Oppervlaktewater <i>gezuiverd afvalwater van:</i>			
Douche/bad	O	O	O
Wastafel	O	O	O
wasmachine	O	O	O
gootsteen	∇	∇	∇
afwaswasmachine	∇	∇	∇
toilet	∇	∇	∇

X = Hemelwater, O = Grijswater, ∇ = Zwart water, = Huishoudwater

In deze voorstudie is onderzoek gedaan naar grijswatersystemen, waarbij grijswater -afvalwater van wasmachine, douche, bad en wastafels binnen de perceelgrens na opslag en / of zuivering opnieuw is gebruikt. De hoeveelheid grijswater in gebouwen is niet constant, daarom zijn de suppletie mogelijkheden: hemelwater en drinkwater meegenomen in het onderzoek. Daarnaast kan in woningen met een IBA-systeem suppletie met zwart water indirect een optie zijn door het effluent van de aanwezige IBA als bron te kiezen voor het grijswatersysteem.

Hieronder is het grijswatersysteem gespecificeerd waarbij de onderstaande vier aspecten van belang zijn:

1. Wat wordt beschouwd als waterbron van het systeem?
2. Voor welke toepassingen wordt het water gebruikt?
3. Welke bron(nen) worden toegepast voor suppletie?
4. Welke zuiveringstechnieken worden toegepast?

ad 1. Keuze waterbron voor grijswatersysteem

Wanneer de concreet afgebakende definitie van grijswater (zoals verwoord door het RIVM) wordt gehanteerd is het duidelijk wat wordt beschouwd als bron van het systeem (afvalwater van douche, bad, wasmachine etc.). Wanneer deze definitie wordt gehanteerd ontstaat er echter een dilemma in (buiten)gebieden waar het huishoudelijk afvalwater middels IBA's wordt gezuiverd.

In gebieden waar IBA's worden toegepast is over het algemeen geen (buiten)riolering aanwezig. Wanneer nu slechts een deel van het huishoudelijk afvalwater kan worden hergebruikt in het grijswatersysteem, betekent dit dat de overige (zwarte) afvalwaterstroom gescheiden moet worden behandeld. Het lijkt onpraktisch en duur om in deze situatie een grijswatersysteem te introduceren. Het gezuiverde IBA-effluent, dat als een mengsel van regenwater met 'gezuiverd' grijs en zwart afvalwater' kan worden beschouwd, kan mogelijk een bron van het '(grijs)watersysteem' of met andere woorden het 'effluentwatersysteem' worden. Het risico voor de volksgezondheid moet echter niet worden onderschat, doordat eigenlijk suppletie met zwart water plaatsvindt in dit geval.

ad 2. Welke toepassingen voor gezuiverd grijswater

In de praktijk van de tot op heden gerealiseerde grijswatersystemen, wordt grijswater hoofdzakelijk toegepast voor toiletspoeling, wasmachine en buitenkraan. Uit oogpunt van risico voor de volksgezondheid zijn andere toepassingen niet gangbaar. Indien grijswater wel als kraanwater in bijvoorbeeld de keuken en badkamer zou worden gebruikt, zou de benodigde zuivering dusdanig geavanceerd worden dat de milieuwinst sterk wordt beperkt en de procesbeheersing veel deskun-

digheid en tijd vergt. De kwaliteit die dan geleverd moet worden dient namelijk te voldoen aan de drinkwaternormen uit het drinkwaterbesluit en de drinkwaterwet.

Of grijswater voor de buitenkraan moet worden gebruikt is de vraag. Over het algemeen is het gebruik van water (4 liter per persoon per dag) en dus de potentiële waterbesparing gering. De risico's voor de volksgezondheid zijn mogelijk aanzienlijk. Door het sproeien vindt ongecontroleerd verneveling plaats, hierdoor ontstaat het risico op besmetting met micro-organismen via aerosolen. In een onderzoek door KIWA is een normstelling voor huishoudwater voorgesteld die is gebaseerd op blootstelling via aerosolen van een beperkt aantal micro-organismen (zie ook paragraaf 4.3) [11]. Hieruit zou blijken dat het toepassen voor toiletspoeling een groter risico inhoudt dan het toepassen van een andere kwaliteit water voor de buitenkraan. Hierbij is echter bijvoorbeeld geen rekening gehouden met de onbeheersbaarheid van het gedrag van de gebruiker en alleen van regulier gebruik uitgegaan. Ook zijn in het onderzoek geen *legionella*-bacteriën meegenomen waarvan bekend is dat de belangrijkste blootstellingsroute via de lucht verloopt, die zich in het leidingsysteem (onder gunstige condities) kunnen vermeerderen en die momenteel sterk in de belangstelling staan.

De keuze voor welke toepassingen gezuiverd grijswater wordt gebruikt, bepaalt ook de suppletiebehoefte met ander water dan grijswater.

ad 3. Welke bronnen voor suppletie

Vanuit het streven naar duurzaam watergebruik lijkt het logisch om hemelwater toe te passen als suppletiebron. Uit het oogpunt van leveringszekerheid, lijkt het voorzien in een suppletie met drinkwater echter aan te bevelen. Een combinatie van deze twee behoort echter ook tot de mogelijkheden, waarbij nog een voorkeursvolgorde kan worden gehanteerd: eerst hemelwater, dan pas drinkwater.

Afhankelijk van de keuze voor de bron, de keuze voor welke toepassingen het water wordt gebruikt en de geïnstalleerde buffercapaciteit kan de suppletiebehoefte worden berekend.

ad 4. Keuze zuiveringstechnieken

De zuiveringstechnieken die in het kader van een grijswatersysteem behandeld zullen worden dienen toepasbaar te zijn binnen de perceelgrens. Dit betekent dat technologisch en qua bedrijfsvoering complexe technieken als membraanfiltratie en oxidatieve technieken als ozon, UV of chloor niet zullen worden beschouwd. De keuze van de zuiveringstechniek kan afhangen van de keuze voor alleen toepassing als spoelwater voor het toilet of toepassing voor wasmachine en buitenkraan. Op basis van een KIWA-onderzoek zou de huishoudwaternorm voor verwijdering van micro-organismen worden bepaald door het grotere risico op besmetting bij toepassing van huishoudwater voor het toilet! Daarnaast speelt de keuze voor toepassing van grijswater volgens de RIVM-definitie of toepassing van IBA-effluent een belangrijke rol. Op basis van deze keuzes kan een classificatie van grijswatersystemen gehanteerd worden waarbij het toepassen van IBA-effluent en de keuze voor de toepassing toilet tot de zwaarste zuivering leidt. Het toepassen van grijswater volgens de definitie van RIVM voor alleen toiletspoeling zou dan kunnen leiden tot de lichtste klasse zuivering. En toepassing voor wasmachine en toilet van grijswater volgens RIVM-definitie leidt dan tot een middenklasse zuivering. De benodigde zuiveringscapaciteit van alle klassen zuivering is punt van onderzoek.

gedefinieerde systemen

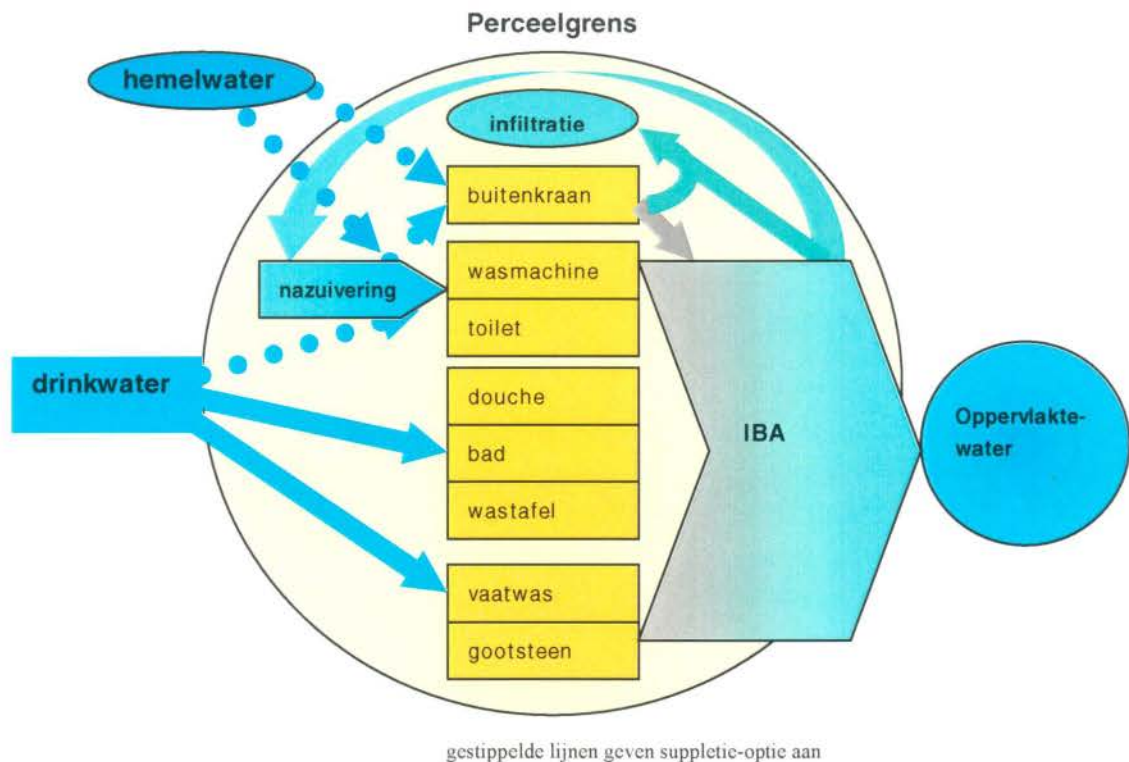
Op basis van de bronkeuze en de wijze van suppletie zouden de in afbeelding 2.1. vermelde hoofdsystemen onderscheiden kunnen worden. Daarbinnen zijn nog subvarianten mogelijk afhankelijk van de gekozen toepassingen (wasmachine, toilet en buitenkraan).

The diagram illustrates the water cycle within a household, bounded by a 'Perceelgrens' (property boundary). It shows the flow of water from external sources (hemelwater, drinkwater) through various fixtures (douche, bad, wastafel, wasmachine, toilet, gootsteen, vaatwas) and treatment (IBG1) to a sewer (riolering). The flow is categorized into 'afvalwater' (wastewater) and 'drinkwater' (drinking water).

The diagram illustrates the water flow within a household, bounded by a 'Perceelgrens' (property boundary). Water enters from three main sources: 'hemelwater' (rainwater) shown as blue dots, 'infiltratie' (groundwater infiltration) shown as a blue oval, and 'drinkwater' (tap water) shown as a blue arrow. The water is distributed to various fixtures: 'douche' (shower), 'bad' (bath), and 'wastafel' (sink) on the left; 'buitenkraan' (outdoor tap), 'wasmachine' (washing machine), and 'toilet' on the right; and 'vaatwas' (dishwasher) and 'gootsteen' (drain) at the bottom. A central blue arrow labeled 'IBG¹' (water meter) indicates the flow of water from the fixtures. The water then flows into 'afvalwater' (wastewater), represented by a grey arrow, which is finally sent to 'riolering' (sewerage), shown as a grey circle.

5

Afbeelding 2.1.c Grijswatersystemen met IBA-effluent als bron



2.2. Aanpak voorstudie

Middels een bureaustudie is een inventarisatie gemaakt van regelgeving, visies over kansen en bedreigingen, installatieconcepten, ervaringen met gerealiseerde installaties en richtlijnen voor ontwerp en uitvoering.

Voor deze inventarisatie heeft Witteveen+Bos gebruik gemaakt van haar afdeling Informatie en Documentatie, welke onder meer is aangesloten bij de NCC (Nationale centrale Catalogus). Hierdoor wordt directe toegang verkregen tot de Universiteitsbibliotheken. Daarnaast is gebruik gemaakt van het internet, tijdschriften en publicatiereeksen. Waar nodig zijn interviews gehouden om kennis aan te vullen met gezaghebbende personen en instanties op dit gebied. De samenhang van deze studie met de twee eerder verschenen publicaties (ISSO 70.1 en 70.2) is getoetst. Dat er sprake is van samenhang blijkt uit het feit dat ten eerste sprake is van een individuele zuivering, voor één huishouden en ten tweede uit het feit dat suppletie met hemelwater mogelijk is. De nieuwe aspecten betreffen de opslag en het hergebruik van het middels een IBA gezuiverde douche-, bad-, wastafel- en wasmachinewater en de suppletievoorziening. Met name de risico's voor de volksgezondheid en algemene kwaliteitsrisico's zijn punt van studie.

In deze studie is gekozen om alleen de (grijs)watersystemen binnen de perceelgrens te onderzoeken. Indien het grijswater afkomstig is van en / of gebruikt wordt door meerdere huishoudens bestaat het risico dat ziektekiemen uit één huishouden verspreid worden over andere huishoudens. In de wetgeving is nog een regelgeving opgenomen over het beschikbaar stellen van grijswater aan derden. Door de systeemgrens binnen de perceelgrens te houden is de beheersbaarheid en de aansprakelijkheid bij mogelijke calamiteiten te overzien.

Wel is een wijziging van het Waterleidingbesluit in procedure. Op basis van deze wijziging zal een ieder die na 1 januari 2001 water wil leveren dat afwijkt van de drinkwaterkwaliteit hiervoor toestemming moeten vragen van de minister van VROM.

3. SYSTEEMBESCHRIJVING

3.1. Inleiding

Er van uitgaande dat de bron van het (grijs)watersysteem een IBA-systeem en/of grijswater is, bevat het (grijs)watersysteem de volgende onderdelen:

- aanvullend zuiveringssysteem, aanvullende zuivering desinfectie;
- vijver en / of opslagtank;
- pomp;
- leidingsysteem;
- suppletiesysteem;
- regelsysteem.

De eisen aan het IBA-systeem hoeven in een ISSO-publicatie over grijswater binnen de perceelgrens niet uitvoerig beschreven te worden, aangezien dit reeds in een aparte ISSO-publicatie is gebeurd [23]. Wel dient de zuivering te zijn toegerust op het voorkomen van risico's voor de volksgezondheid en een afdoende verwijdering te realiseren van micro-organismen in een worst case-situatie. De eisen aan de pompen in het systeem zijn al uitvoerig beschreven in de ISSO-publicatie over hemelwater binnen de perceelgrens en hoeven derhalve ook niet opnieuw te worden beschreven. Ook het suppletiesysteem hoeft niet opnieuw beschreven te worden aangezien dit ook al in de ISSO-publicatie over hemelwater binnen de perceelgrens is gebeurd. Voor het ontwerp en aanleg van de vijver en/of opslagtank zullen in een eventueel te verschijnen ISSO-publicatie wel richtlijnen moeten worden opgenomen, aangezien de combinatie van hemelwater en grijswater specifieke eisen stelt aan materiaalgebruik en dimensionering. Een extra reden om aandacht aan deze aspecten te besteden is het feit dat deze onderdelen van het systeem het meest gevoelig zijn voor nagroei en kwaliteitsverslechtingen.

3.2. Zuiveringssysteem

Het IBA-systeem zal moeten voldoen aan de eisen die er gesteld gaan worden aan de levering van huishoudwater. Daarom zal van de in de ISSO-publicatie IBA-systemen gepresenteerde technieken getoetst moeten worden of voldaan wordt aan deze eisen. De belangrijkste eisen waarop zal moeten worden beoordeeld zijn:

- welke kwalitatieve normen zijn van toepassing (huishoudwaternormen) [4,7,10,15,22,24,35,36,38];
- aansluitregels/richtlijnen VEWIN [25,26,27,28,29,30,31,32,33];
- verwijdering micro-organismen [LOG-eenheden] per techniek [7,11,24];
- biologische stabiliteit van het geproduceerde effluent i.v.m. nagroeipotentie in rest van het grijswatersysteem binnen de perceelgrens;
- beheersbaarheid van de werking van de zuivering.

De zuiveringssystemen zijn in tabel 3.1. vermeld. Daaruit blijkt dat de verwijderingscapaciteit van micro-organismen door IBA-systemen nog onvoldoende in beeld is gebracht om deze systemen toe te kunnen passen voor de behandeling van grijswater met als doel hergebruik binnen de perceelgrens.

Tabel 3.1. De globale verwijderingscapaciteit (¹⁰logeenheden) van de verschillende zuiveringsprocessen voor de diverse micro-organismen [7,11,12]

processen	virussen	bacteriën	Protozoa	
			Gardia	Cryptosporidium
Ultramembraanfiltratie ^a	3-6	3-6	3-6	3-6
Chemische desinfectie				
- ozon	3	3	2	1
- chloor	2	2	1	0
Snelfiltratie	0	0,5	0,5	0,5
UV-desinfectie	2-3	2-3	1(>1) ^b	1(>1) ^b
IBA-systemen	nb	0,5	nb	nb
Langzame zandfiltratie ^c	1-3	2-3	2-3	2-3

^a de aangegeven waarde is sterk afhankelijk van de betrouwbaarheid van de membranen;

^b geavanceerde UV-desinfectie;

^c de langzame zandfiltratie is voor wat betreft de verwijderingscapaciteit te vergelijken met die van een helofytenfilter.

De systemen die zullen worden gecertificeerd als IBA- systemen hebben een verwijderingsrendement voor Coliformen (bacteriën) van 40 – 80%[12]. Dit is gelijk aan een Log-reductie van ongeveer 0,5.

Een getalvoorbeeld, waarbij de verwijderingscapaciteit van de zuivering log 2, ofwel factor 100 is:

Voor een zuivering bevat het afvalwater: 1000 micro-organismen per liter → zuivering → Na de zuivering bevat het water: 10 micro-organismen per liter

$$= \text{LOG } 3_{\text{aantal voor zuivering}} - \text{LOG } 1_{\text{aantal na zuivering}} = \text{LOG } 2_{\text{capaciteit zuivering}}$$

Het risico van het gebruik van het effluent van het IBA-systeem is dat een ophoping van bepaalde afvalstoffen, bijvoorbeeld van zouten, in het systeem kan ontstaan. Door slechts een deel van het water te circuleren en dit 'licht verontreinigd huishoudelijk afvalwater' aan te vullen met drinkwater en/of hemelwater wordt het watersysteem binnen de perceelgrens beter benut.

Abbeelding 3.1. Het niet volledig sluiten van de kringloop voorkomt ophoping van afvalstoffen, zoals zouten



3.3. Vijver / opslagtank

De capaciteit van de opslagtank of vijver wordt bepaald door de bronkeuze: 1) grijswater en hemelwater of 2) alleen grijswater. Aspecten die zullen moeten worden uitgewerkt zijn:

- Kwaliteitsaspecten materiaalkeuze.
- Waterkwaliteit en risico op optreden ongewenste effecten, verblijftijd, inpassing en andere gebruiksdoelen (bijvoorbeeld gietwater, landschappelijke inpassing). Extra gebruiksdoelen stellen eisen aan uitvoering en maximale capaciteit.
- Bescherming tegen externe factoren-licht, vuil, grondwater, warmte, kou (bevriezing).
- Bereikbaar voor onderhoud.

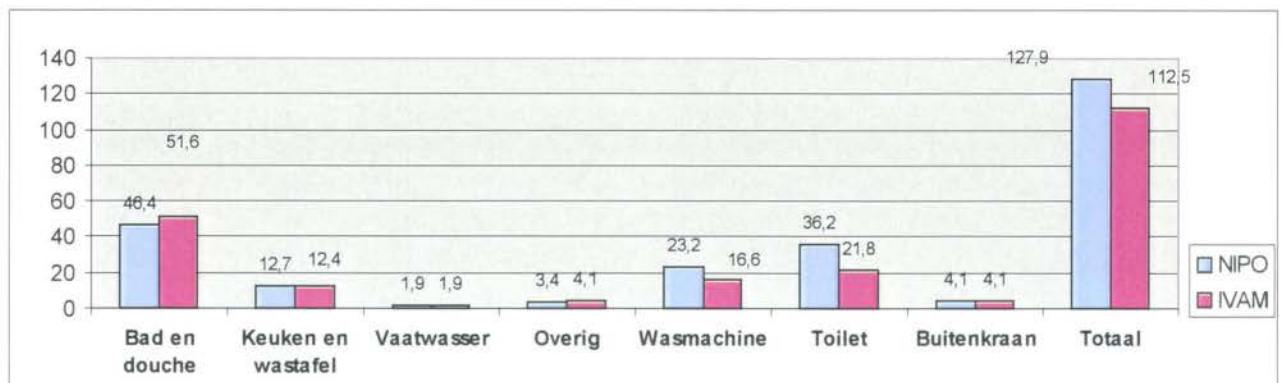
De gewenste opslagcapaciteit, ofwel de grootte van het reservoir volgt uit de vergelijking van afname en aanbod. Voor het bepalen van het volume van het reservoir kan rekening worden gehouden met twee situaties die voor kunnen komen:

1. Als de afname groter is dan het aanbod, dan is het aanbod maatgevend. Het doel is dan zoveel mogelijk grijswater en eventueel (hemelwater) op te vangen, zonder dat het reservoir dure overcapaciteit heeft. Bij hemelwatersystemen is het gangbaar om een halve maand opslagcapaciteit te realiseren.
2. Als het aanbod groter is dan de afname, is de afname maatgevend. Enige overcapaciteit vergroot het rendement van de installatie. Veel meer opvangen dan gebruikt wordt, leidt tot te lange verblijftijden van het water in het vat en tot meer onderhoud [17].

In het algemeen kan gesteld worden dat voor grijswatersystemen het reservoir kleiner kan zijn dan het reservoir bij regenwatersystemen. De reden hiervoor is dat grijswater continu wordt aangeleverd, terwijl hemelwater piekgewijs wordt aangeleverd. Bij een overschot aan grijswater moet een regeling in het systeem worden getroffen om de overcapaciteit op te kunnen vangen. Deze regeling kan een overloop zijn die uitkomt op de riolering.

De afname die gemiddeld kan worden verwacht is gebaseerd op een NIPO-enquete in 1998 en berekeningen van het IVAM wat de ontwikkelingen in het watergebruik in de komende 20 jaar zullen zijn (zie afbeelding 3.2).

Afbeelding 3.2 Watergebruik in het huishouden in 1998 (NIPO) en 2020 (IVAM)



Voor het bepalen van de benodigde buffergrootte is het niet alleen noodzakelijk inzicht te hebben in de gemiddelde watervraag, maar ook in de te verwachten piekbelasting en in de variatie in de gemiddelde watervraag.

Een grijswatersysteem moet qua capaciteit voldoen voor zowel een gemiddeld huishouden, als voor een huishouden dat een boven- of beneden gemiddeld watergebruik kent. De belangrijkste oorzaak van een afwijkend watergebruik blijkt echter door het douchen te worden veroorzaakt. Factoren die het watergebruik beïnvloeden zijn leeftijd, sexe, sociale klasse, provincie, herkomst, milieubewust-zijn en natuurlijk gezinsgrootte [37]. Met name de gezinsgrootte is van belang voor variatie in het watergebruik. Derhalve zal een grijswatersysteem dan ook op de *gemiddeld* of

maximaal in een woning te verwachten gezinsgrootte moeten worden ontworpen. Daarnaast zal het effect van een bepaalde watergebruikende handeling in een klein huishouden relatief sterker doorwerken dan in een groot huishouden. Het legen van een bad met een inhoud van 120 liter zal sterker gevoeld worden in een buffer van 180 liter, dan in een buffer van 360 liter.

Behalve de verschillen tussen huishoudens zullen er ook binnen één huishouden verschillen zijn: de ene dag zal er meer water worden gebruikt dan de andere. Tweeverdieners zullen bijvoorbeeld in het weekend aanmerkelijk meer water gebruiken voor het toilet dan door de week. Dit effect wordt echter mogelijk weer gecompenseerd door het feit dat er dan ook meer water via het douche/bad wordt geproduceerd. Toch is het niet noodzakelijk dat het watergebruik via toilet, wasmachine en buitenkraan gelijk loopt aan de productie via douche, bad en wastafel. Dit verschil in dagelijks gebruik wordt over het algemeen in een piekfactor verwerkt. Drinkwaterbedrijven bepalen de te hanteren piekfactor op basis van historische gegevens [27]. Over het algemeen wordt een piekfactor van 1,5 gehanteerd. Deze piekfactor is natuurlijk gebaseerd op een groot aantal huishoudens, waardoor demping van piekgebruiken optreedt. De te hanteren piekfactor voor een grijswatersysteem is punt van nader onderzoek.

Om het effect van 'maandag wasdag' te voorkomen lijkt een buffercapaciteit van meerdere dagen gewenst. Om kwaliteitsproblemen te voorkomen lijkt een zo kort mogelijke verblijftijd gewenst. Het hanteren van langere verblijftijden stelt zwaardere eisen aan de benodigde zuivering. In tabel 3.2 is een voorlopige indicatie gegeven van buffercapaciteiten waaraan gedacht kan worden afhankelijk van de gezinsgrootte.

Tabel 3.2. Benodigd volume in liters van de buffer bij een bepaalde toepassing en een bepaalde grootte van het huishouden

toepassing	toilet	toilet en wasmachine	toilet, wasmachine en buitenkraan
aantal personen in huishouden			
☺	110	180	220
☺ ☺	220	360	440
☺ ☺ ☺	330	540	660
☺ ☺ ☺ ☺	440	720	880
☺ ☺ ☺ ☺ ☺	550	900	1.100

Het volume is bepaald door een voorraad voor 2 dagen en een piekfactor van 1,5 te hanteren, het gemiddeld aan liters per persoon per dag is afkomstig van het NIPO (1998)[37].

3.4. Leidingen

Voor het onderscheidend maken van het grijswater en ook hemelwater t.o.v. drinkwaterleidingen dient een kleurcodering te worden toegepast.

De materiaalkeuze voor de leidingen van het grijswatersysteem is van belang met het oog op het voorkomen van kwaliteitsproblemen. Met name nagroei kan worden gereduceerd door de juiste materialen en onderhoudsprogramma toe te passen [14].

Aangezien de kwaliteit van IBA-effluent duidelijk afwijkt van die van grijswater zal ook de aangroei-potentie verschillen. Dit zal een aandachtspunt zijn voor de op te stellen richtlijnen voor een grijswatersysteem.

3.5. Suppletie en regeling

In principe is dit behandeld binnen het ISSO-publicatie hemelwater binnen de perceelgrens. Een complicerende factor bij grijswatersystemen is echter het gebruik van hemelwater naast grijswater en een suppletievoorziening met drinkwater. Door de VEWIN is voor de beveiliging van aansluitingen op het Waterleidingnet een indeling in 5 gevarenklassen gemaakt. Op basis van deze richtlijn zou een situatie met een grijswatersysteem naast een bestaand drinkwatersysteem lei-

den tot een situatie die wordt ingedeeld in gevarenklasse 4 of 5. Dit betekent dat het inspectie-interval van het systeem maximaal 3 jaar bedraagt [23].

Bij de berekening van de benodigde suppletie is het van belang dat een reële inschatting wordt gemaakt van de dekkinggraad van de vraag. Bij de tot op heden uitgevoerde regenwatersystemen is dit circa 10% (regenton) tot 70% (bij zeer grote reservoirs). Dit hangt sterk af van de buffergrootte en de continuïteit van de bron. Deze is bij grijswater echter aanmerkelijk hoger dan bij regenwater waardoor een hogere dekkinggraad dan 70% van de vraag is te verwachten. Tevens is de productie van grijswater ook directer gekoppeld aan de afname: Als de bewoners thuis zijn, wordt er grijswater geproduceerd en gebruikt. Een tekort aan grijswater kan ontstaan na bijvoorbeeld een vakantieperiode of als een feest wordt georganiseerd. Door de verblijftijd in de zuivering duurt het even alvorens het grijswater beschikbaar is. Ook zal bij een feest bijvoorbeeld niet gedoucht en van het bad, de wasmachine en de wastafel gebruik worden gemaakt, waardoor er weinig aanvoer is, terwijl er wel sprake is van veel afname door het toiletgebruik (zie ook 3.3). Tijdens langdurige afwezigheid van de bewoners kan het nodig zijn maatregelen te treffen om problemen te voorkomen, die kunnen ontstaan door langdurige stilstand van grijswater in het systeem. De problemen kunnen zijn: organoleptische problemen en/of een vermindering van de zuiverende werking van het systeem. Door de stilstand ontstaat warmte ontwikkeling, die de groei van de bacteriën sterk bevordert. Een mogelijke oplossing is het vullen van het systeem met drinkwater en/of regenwater of misschien leeg laten, bij lange perioden van afwezigheid.

In tabel 3.3. is aangegeven wat het aanbod en de vraag is afhankelijk van de definitiekeuze en de daaraan gekoppelde bron en toepassingen. De getallen zijn gebaseerd op de huidige gemiddelde gebruiken in Nederland, aantal liter per persoon per dag (PPD). Het blijkt dat in alle gevallen een overschot aan grijswater aanwezig is.

Tabel 3.3. Waterbalans grijswaterkringloop, in lpppd [37]

definitie	bron	aanbod ¹	toepassingen	vraag	overschot
Grijswater	wastafel, bad/ douche, wasmachine	68	Toilet	36	32
			Toilet, wasmachine	60	8
			Toilet, wasmachine, buitenkraan	64	4
IBA-effluent	al het afvalwater	115	Toilet	36	79
			Toilet, wasmachine	60	55
			Toilet, wasmachine, buitenkraan	64	51

¹ Het aanbod is berekend inclusief een verliesfactor van 10%, de verliesfactor ontstaat door verdamping van water tijdens het zuiveren, het douchen (in bad gaan) en door die kleding vochtig uit de wasmachine komt [8].

3.6. Afnamepunten/gebruikstoestellen

De afnamepunten en gebruikstoestellen zijn identiek aan die zijn genoemd in de ISSO-publicatie hemelwater binnen de perceelgrens, te weten:

- toilet;
- wasmachine;
- buitenkraan; Wel wordt opgemerkt dat op basis van risico's voor de volksgezondheid toepassing van grijswater voor de buitenkraan beter kan worden vermeden (zie ook 4.3).

3.6.1. Hot fill

Een mogelijk nadeel van een grijswatercircuit ontstaat als er een hot fill wasmachine wordt gebruikt. In dit geval dient er een apart verwarmingstoestel te worden aangelegd, wat onevenredig duur is (ook in onderhoud).

Een ander mogelijk probleem is de waterkwaliteit bij hogere temperaturen. Indien het (grijs)water minder vergaand gezuiverd is bestaat de kans dat de organoleptische kwaliteit bij hogere tempe-

raturen te wensen overlaat. Dit is gebleken bij proeven met communaal effluent dat als bron van huishoudwater zou worden ingezet. Overigens geldt dit kwaliteitsaspect van verwarmd water ook voor een gewone wasmachine.

3.7. Veiligheidsaspecten met betrekking tot de levering van drinkwater

De benodigde procestechnische maatregelen, van opslag tot tappunt, zijn afdoende behandeld in de ISSO-publicatie over hemelwater binnen de perceelgrens.

- druk (lager dan drinkwatervoorziening);
- koppeling met suppletievoorziening;
- elektronische regelsystemen (NEN 1010).

4. KENMERKEN GRIJSWATER BINNEN DE PERCEELGRENS

Om te beoordelen waar aanvulling nodig is van de reeds bestaande ISSO-publicaties over hemelwater en IBA-systemen is een analyse gemaakt op hoofdlijnen welke verschillen en overeenkomsten er zijn. De zaken die overeenkomen kunnen rechtstreeks worden overgenomen uit de 2 bestaande ISSO-publicaties. In deze voorstudie naar "grijswater binnen de perceelgrens" wordt dan ook waar mogelijk verwezen naar de twee bestaande ISSO-publicaties.

4.1. Verschillen en overeenkomst met hemelwater binnen de perceelgrens

Toepassing van hemelwater binnen de perceelgrens **verschilt** op de in Tabel 4.1. benoemde onderdelen van een grijswatersysteem binnen de perceelgrens.

Tabel 4.1. Verschillen en overeenkomsten tussen hemel- en grijswatersystemen (ISSO 70.1 [34])

grijswatersysteem binnen de perceelgrens	hemelwater binnen de perceelgrens	paragraaf
VERSCHILLEN:		
oorspronkelijke bron grijswater, divers van kwaliteit	Oorspronkelijke bron hemelwater	n.v.t.
risico op besmetting met humane pathogenen van de bron	Geen risico op besmetting met humane pathogenen van de bron	§ 5.2
aanwezige additieven (zeep e.d.) door menselijke invloed	Geen aanwezige additieven (zeep e.d.) door menselijke invloed	n.v.t.
continuïteit van de bron	Hoeveelheid hemelwater is seizoensafhankelijk	§ 5.1
herkomst besmetting van de bron door de gebruikers zelf, afhankelijk van gebruikersgedrag	Herkomst besmetting van de bron (deels) buiten de invloedssfeer van de gebruikers	§ 5.2
suppletie mogelijk met drinkwater en hemelwater mogelijk	Suppletie met alleen drinkwater	§ 7.1.6
zuiveringssysteem	Filter	§ 7.1.2
reservoir wordt continue aangevuld	Reservoir wordt seizoensgebonden aangevuld, groot volume nodig	§ 7.2.4
overloop reservoir zuiveringssysteem aangesloten op riolering	overloop reservoir kan geïnfiltreerd worden in de bodem	§ 6.5
OVEREENKOMSTEN:		
relevante regelingen, kwaliteitseisen, Waterleidingwet, Europese Richtlijn, Bouwstoffenbesluit		§ 4.3
afname punten en gebruikstoestellen (overlaat, pomp)		§ 7.1
Constructieve aspecten, dimensionering (leidingen, opslagtank)		§ 7.2

4.2. Verschillen en overeenkomsten met IBA-systeem

De toepassing van grijswater binnen de perceelgrens bevat als hoofdonderdeel in principe een IBG-systeem. De belangrijkste **verschillen** met toepassing in een grijswatersysteem zijn in tabel 4.2. opgenomen

Tabel 4.2. Verschillen en overeenkomsten IBA-systemen en grijswaterkringloop (ISSO 70.2 [23])

grijswatersysteem binnen de perceelgrens	aanleg van IBA-systemen	paragraaf
VERSCHILLEN:		
Alleen grijswater wordt gezuiverd	zowel grijswater als zwart water wordt gezuiverd	n.v.t.
Hergebruik gezuiverd grijswater, regelgeving	Lozing gezuiverd grijs- en/of zwartwater	§ 2.4
Ruimtebeslag zuiveringssysteem kleiner	Ruimtebeslag zuiveringssysteem is groter	§ 8.2
Reservoir en retourleiding	geen reservoir en retourleiding, wel lozing	§ 8.3
OVEREENKOMSTEN:		
bij overschot aan grijswater zal een deel van het grijswater ook geloosd moeten worden		§ 2.4
bepaalde onderdelen van het zuiveringssysteem komen overeen		§ 4.2
proces van aanleg, constructieve aspecten, leidingen		§ 10.2
regelsystemen, controle metingen effluent, (onderhoud)		§ 11.3

4.3. Toepassingen

Vanzelfsprekend is voor gebruiksdoelen als douchen, baden en afwassen drinkwater noodzakelijk op grond van risico's voor de volksgezondheid en om herbesmetting te voorkomen.

Voor toiletspoeling (36 liter per persoon per dag (lpppd)) en wasmachine (23 lpppd) kan grijswater worden toegepast.

Het wel of niet inzetten van grijswater voor de buitenkraan heeft een zeer kleine invloed op het gemiddelde huishoudelijke drinkwatergebruik. Omdat het besproeien van de tuin in de zomer veelal aan het eind van de dag optreedt, brengt gebruik van grijswater wel een reductie van piekgebruik van drinkwater met zich mee. Deze toepassing stelt echter wel hoge eisen aan het gedrag van de gebruiker, indien een eenvoudige fysische zuivering (filtratie) wordt voorzien. Daar staat tegenover dat voor de (gemiddelde) consument juist het niet meer hoeven gebruiken van (duur) drinkwater voor autowassen of tuinsproeien tot de verbeelding spreekt.

Indien de buitenkraan ook voor bedrijfsmatige doeleinden (schoonspuiten stal, besproeien boomgaard) wordt gebruikt is de potentiële waterbesparing zeer groot. De dimensionering van het grijswatersysteem zal in dit geval duidelijk afwijken van een situatie waarin de buitenkraan alleen voor huishoudelijk gebruik wordt gereserveerd. Een aansprekend voorbeeld is opgenomen in bijlage II en beschreven in 4.9.4: grijswatersysteem in disco's.

Indien relatief schoon hemelwater wordt opgevangen verdient het de voorkeur dit kwalitatief goede water niet te mengen met het gezuiverd grijswater en dit te reserveren voor de buitenkraan. Een belangrijke voorwaarde is wel dat het regenwater een dusdanige kwaliteit heeft dat het niet of nauwelijks –hoeft te worden gezuiverd alvorens het kan worden toegepast als buitenkraanwater. Een bijkomend voordeel van deze scheiding is dat de grijswaterbuffer zo klein mogelijk kan worden gehouden.

Bij wasmachines die 'hot fill' toepassen leidt het gebruik van grijswater tot maatschappelijk aanzienlijk hogere kosten door de benodigde aparte warmwatervoorziening.

4.4. Regelgeving

In principe geldt dezelfde regelgeving als welke is beschreven in de ISSO-publicatie "Hemelwater binnen de perceelgrens" (hoofdstuk 4). Wel wordt opgemerkt dat ten aanzien van aansprakelijkheid geen uitwerking is opgenomen. Gezien de risico's op het optreden van effecten op de volksgezondheid lijkt een uitwerking in een ISSO-publicatie over grijswater zinvol.

Aangegeven dient te worden welke randvoorwaarden er extra opgelegd worden aan de gegarandeerde kwaliteit die een IBA-zuivering realiseert vanuit de te verwachten benadering van huishoudwaternormen in de nabije toekomst.

Voor de infiltratie van grijswater is een vergunning nodig.

De huidige drinkwaterwet verbiedt de toepassing van grijswater voor toepassingen waarvoor een drinkwaterkwaliteit is vereist. Dit is zeker het geval als er sprake is van een grijswatersysteem met als bron het IBA-effluent [4,5].

De kwetsbaarheid van het gebied waarin het grijswatersysteem is opgesteld speelt geen rol aangezien de kwaliteitseisen vanuit het aspect van bewaking van de volksgezondheid om een verdergaande zuivering vragen dan de gecertificeerde IBA-systemen realiseren.

4.5. Gezondheidsaspecten

Bij het beheersen van de risico's voor de volksgezondheid bij het gebruik van grijswater binnen de perceelgrens is het van belang welke risico's worden geïntroduceerd door grijswater te gebruiken. Daarbij dienen de volgende aspecten te worden behandeld:

- welke gezondheidkundige parameters worden beïnvloed / geïntroduceerd;
- welke blootstelling kan optreden, (de tijdsduur en de dosis);
- wat is de dosis-effect relatie van de gezondheidkundige parameters.

4.5.1. Gezondheidkundige parameters

Voor het bepalen van de relevante gezondheidkundige parameters moet gekeken worden naar de bron van het grijswater. Deze bron bestaat uit drinkwater waaraan door het huishouden tijdens het douchen en wassen wasmiddelen zijn toegevoegd en mogelijk ook andere stoffen en micro-organismen. Met name de pathogene micro-organismen en nagroeibevorderende stoffen stellen eisen aan het ontwerp in verband met het beheersen van risico's voor de volksgezondheid. (Zie hiervoor ook § 3.2. Zuiveringssysteem)

4.5.2. Blootstelling

Door het RIVM is in 1999 een blootstellingsonderzoek uitgevoerd voor de diverse pathogene micro-organismen bij de belangrijkste toepassingen van huishoudwater (wassen en wasdrogers, toiletspoeling en buitenkraan). Deze gegevens zijn gebruikt om de Maximaal Toelaatbare Gemiddelde Concentratie (MTGC) voor huishoudwater te kunnen bepalen. Uit tabel 4.3. blijkt dat deze 10.000 (*Cryptosporidium*) á 1.000.000 (virussen) maal hoger zijn dan de waarden voor drinkwater. Deze MTGC zijn niet gekoppeld aan de bronkeuze en zijn derhalve ook van toepassing bij gebruik van grijswater als bron van huishoudwater. Overigens blijkt dat de waarden worden bepaald door toepassing van het toilet! In het bepalen van het risico van de buitenkraan is alleen gekeken naar het toepassen van hogedruk spuiten en het besproeien van de tuin.

Tabel 4.3. MTGC-waarden op basis infectierisico 10^{-4} [11]

organismen	drinkwater (n/l)	huishoudwater (n/l)
virussen	$2,2 \times 10^{-7}$	0,1
Giardia	$5,5 \times 10^{-6}$	0,5
Cryptosporidium	$2,6 \times 10^{-5}$	0,2
Campylobacter bacteriën	$5,8 \times 10^{-6}$	10

4.5.3. Toekomstige normen

Voor de levering van drinkwater en mogelijk ook huishoudwater lijkt in toekomstige normstelling de volgende aanpak te worden gekozen:

$$\begin{aligned}\text{Benodigde zuivering} &= \text{Log } C_{\text{aanvoer}} - \text{Log MTGC}_{\text{huishoudwater}} \\ &= \text{Log } (C_{\text{aanvoer}} / \text{MTGC}_{\text{huishoudwater}})\end{aligned}$$

Hierin is C de Concentratie en MTGC is de Maximaal Toelaatbare Gemiddelde Concentratie. De verwijderingscapaciteit (10 logeenheden) van de verschillende zuiveringsprocessen voor de diverse micro-organismen is vermeld in tabel 3.1. (In § 3.2. Zuiveringssysteem staat een getalvoorbeeld.)

Dit betekent dat de concentratie van pathogene micro-organismen in de bron bekend zal moeten zijn. Dit is een punt van aandacht bij het opstellen van richtlijnen voor een grijswatersysteem binnen de perceelgrens. Hierbij gelden de volgende onzekerheden:

- Welke concentraties pathogenen kunnen er in een worst case (bijv. via zieke huisgenoot) in het douche-/badwater terechtkomen?
- Moet het systeem voldoen aan gemiddelde omstandigheden of aan een calamiteitsituatie?

Wanneer er moet worden ontworpen op een calamiteitsituatie lijkt een grijswatersysteem binnen de perceelgrens een dure oplossing omdat dan chemische desinfectie of membraanfiltratietechnieken dienen te worden ingezet.

Overigens geldt hetzelfde voor hemelwater. Wanneer als worst case wordt uitgegaan van de maximale niveaus aan thermotolerante bacteriën van de coligroep gerapporteerd door Nolde (1997) dan wordt de benodigde verwijdering van *Campylobacter* bacteriën uit hemelwater van daken geschat op 3 á 4 logeenheden. Dit betekent dat de technieken die nu worden beschreven in beide ISSO-publicaties niet voldoen.

4.6. Overige risico's

4.6.1. Nagroei

De aard en omvang van het optreden van nagroei worden bepaald door de volgende aspecten:

1. verblijftijd in het systeem;
2. kwalitatieve randvoorwaarden water;
3. materiaal leidingen/buffers;
4. licht;
5. aanwezige organismen.

ad 1. Verblijftijd in het systeem

Nagroei is sterk afhankelijk van de verblijftijd in het systeem (naast waterkwaliteit en materiaalkeuze – substraat waarop micro-organismen kunnen groeien). Het gaat hier met name om de verblijftijd in buffers en in leidingen. In principe moet deze daarom zo kort mogelijk worden gehouden. Er is op voorhand geen harde richtlijn te geven welke verblijftijd maximaal aanvaardbaar is, aangezien de waterkwaliteit hierin ook sterk bepalend is.

ad 2. Kwalitatieve randvoorwaarden

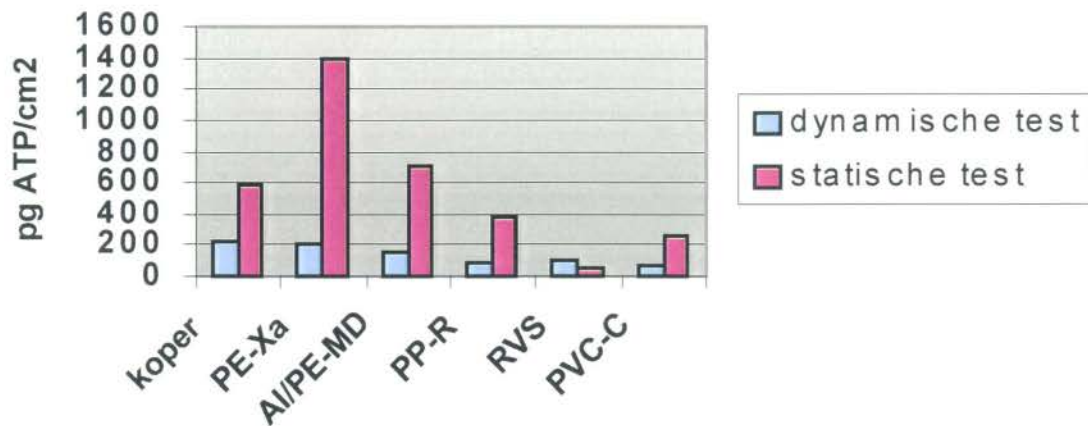
Aangezien nagroei wordt veroorzaakt door organismen die zich in het grijswatersysteem kunnen ontwikkelen, dienen de voorwaarden voor deze organismen om te kunnen groeien beperkt te worden. De kwalitatieve randvoorwaarden die de groei bepalen zijn:

- voedingsstoffen (stikstof(N)-, fosfaat(P)- en Koolstof(C)-verbindingen);
- temperatuur;
- zuurgraad;
- zuurstof.

ad 3. Materiaal leidingen/buffers

Algemeen wordt aangenomen dat nagroei wordt bevorderd door materialen te gebruiken die een goed substraat vormen voor organismen. Zo werd algemeen aangenomen dat koper door zijn ecotoxicologische werking een slecht substraat vormt, terwijl kunststoffen en gietijzer over het algemeen een betere ondergrond zouden vormen voor organismen om zich te vestigen.

Afbeelding 4.1. Gemiddeld gemeten waarden van biofilmconcentraties op leidingmaterialen [9]



Door het KIWA zijn meerdere beoordeling uitgevoerd van de biofilmvormingspotentie van materialen [9,16,21]. In een vergelijkend onderzoek naar aangroei op materialen die voor binnenleidingen worden toegepast, duiden de eerste resultaten op een zeer verschillend beeld tussen statische en dynamische condities. Ook lijkt koper lijkt een beter substraat dan werd aangenomen in vergelijking met kunststoffen (zie afbeelding 4.1) [9,16].

Met name het materiaalgebruik van leidingen en buffers is door de verblijftijd van belang. De gevolgen van de verblijftijd in relatie tot andere factoren die van invloed zijn op de waterkwaliteit dient nader te worden uitgewerkt. Daarbij dient aandacht te worden geschonken aan esthetische parameters(geur, kleur) en hygiënische aspecten (bacteriegroei, toxinen).

ad 4. Licht

Licht vormt een onmisbare factor voor de vorming van algen. Om de ontwikkeling van algen te voorkomen dient een grijswatersysteem bij voorkeur lichtdicht te zijn uitgevoerd.

ad 5. Aanwezige organismen

Nagroeï wordt veroorzaakt door de ontwikkeling van organismen die zich in het grijswatersysteem kunnen vermeerderen. Wel moet dan zijn voldaan aan de randvoorwaarden voor de betreffende organismen om zich te vermeerderen. De belangrijkste groepen organismen zijn:

- algen;
- pathogene bacteriën die zich in water kunnen vermenigvuldigen.

Met nadruk wordt gesteld dat faecale bacteriën zich niet kunnen vermeerderen in het grijswatersysteem. Met name de pathogene bacteriën die zich in water kunnen vermenigvuldigen (o.a. Legionella en Aeromonas) vormen een risicogroep. Het grijswater kan een (oncontroleerbare) hogere temperatuur hebben op diverse punten in het systeem door het gebruik van douche- en kraanwater als bron. Deze hogere temperatuur is juist een risico voor het optreden van groei van bacteriën. De infectieroute van een aantal pathogene bacteriën verloopt via het inademen van microscopisch kleine waterdruppeltjes (aerosolen). Derhalve lijkt het raadzaam om toepassingen van grijswater, waarbij relevante hoeveelheden aerosolen vrijkomen, achterwege te laten.

4.7. Organoleptische parameters

Onder organoleptische parameters wordt verstaan kleur, geur en smaak. In principe dient een grijswatersysteem kleur- en geurloos te zijn. De geur en kleur kunnen nadelig worden beïnvloed door:

- optreden van nagroei (nagroei bevorderende parameters);
- ijzer (met name kleur);
- zeepresten (met name geur);
- rottingsproces van aanwezig biologisch materiaal.

4.8. Menging hemelwater en grijswater

Door de menging van grijswater met hemelwater kunnen (ongewenste) effecten optreden als gevolg van de afwijkende waterkwaliteit. Hemelwater heeft een andere (wisselende) temperatuur en bevat organische stoffen. De plaats waar het hemelwater met het grijswater in het systeem wordt gemengd en de materiaalkeuze zal afhangen van de verwachte kwalitatieve effecten. Naast kwalitatieve effecten vormt de discontinuë aanvoer (kwantitatief en kwalitatief) van hemelwater in vergelijking met grijswater een aandachtspunt. Zo is bij gebruik van hemelwater een veel grotere buffercapaciteit gewenst dan bij toepassing van grijswater. Bij gebruik van grijswater zal i.v.m. nagroeipotentie de buffer zo klein mogelijk moeten worden gekozen.

4.9. Specifieke eisen per toepassing

Afhankelijk van de gekozen toepassing zullen er nog speciale eisen aan de grijswaterkwaliteit en dus aan het grijswatersysteem worden gesteld. De organoleptische parameters zijn van belang als ontwerp- maar vooral ook als controleparameter. Door het RIVM wordt voorgesteld om de kwaliteitseisen uit de herziening Waterleiding besluit te gebruiken. In bijlage 1 is een lijst met voorgestelde Controle- en ontwerpparameters voor huishoudwatersystemen opgenomen. Door onderzoekers van het RIVM wordt geconcludeerd dat de blootstelling aan pathogene micro-organismen de grootste risicofactor is voor de consument die gebruik maakt van huishoudwater [24].

4.9.1. Toilet

De eisen die bij het gebruik van grijswater voor toiletspoeling van belang zijn, zijn:

- hygiënische eisen;
- organoleptische eisen (geur, kleur, troebeling ijzer en mangaan).

4.9.2. Wasmachine

De eisen die bij het gebruik van grijswater voor de wasmachine van belang zijn, zijn:

- hardheid;
- hygiënische eisen;
- organoleptische eisen (geur, kleur, troebeling, ijzer en mangaan). Een aandachtspunt is met name de geur bij hogere temperaturen.

4.9.3. Buitenkraan

De eisen die bij het gebruik van grijswater voor de buitenkraan van belang zijn, zijn:

- hygiënische eisen;
- ecotoxicologische eisen (de tuin moet niet nadeel ondervinden van het grijswater);
- organoleptische eisen.

Naast het huishoudelijk gebruik van het water uit de buitenkraan speelt met name in het Landelijk gebied het gebruik van kraanwater voor irrigatie van percelen met fruitbomen, groenteteelt en grasland een rol. Het verdient aanbeveling de risico's van het bedrijfsmatig gebruik van grijswater in elk situatie afzonderlijk in kaart te brengen. Voor huishoudelijk gebruik verdient het gebruik van grijswater voor de buitenkraan geen voorkeur (zie 4.3).

4.9.4. Overige toepassingen

Door het RIVM wordt geconcludeerd dat: "Huishoudwater is voor de toepassing baden en douchen in principe niet bruikbaar. Hiervoor dient uitsluitend water met de kwalificatie drinkwater

gebruikt te worden [24]. Een speciale vermelding verdient het toepassen van grijswater in disco's (zie bijlage II). In een aantal disco's in Nederland wordt het spoelwater van de keuken ongezuiverd toegepast voor het spoelen van toiletten en urinoirs. Deze situatie is niet vergelijkbaar met huishoudelijk gebruik van grijswater doordat in de disco's het watergebruik gekarakteriseerd wordt door een sterk piekmatig karakter. In het weekend is er gedurende een aantal uren disco en alleen op deze momenten is er vraag en aanbod. De rest van de week is de disco en dus ook het 'grijswatersysteem' niet in gebruik. Dit betekent dat de verblijftijd in het systeem en bijbehorende nagroeiproblematiek nihil is.

4.10. Organisatorische aspecten

In de ISSO-publicatie IBA-systemen is voldoende weergegeven welke modellen er kunnen worden gekozen voor het beheer en onderhoud van een IBA-systeem. Dit kan rechtstreeks worden toegepast op het gehele grijswatersysteem met dien verstande dat het drinkwaterbedrijf ter plaatse een nadrukkelijke rol heeft in de goedkeuring van het suppletiesysteem.

4.11. Effecten op bestaande riolering

Door realisatie van een grijswatersysteem zal een verminderde lozing op het buitenriool plaatsvinden. Dit heeft gevolgen voor de benodigde dimensionering van het buitenriool en de achterliggende zuivering. Met name de consequenties voor de verminderde investeringen en exploitatiekosten voor afvoer en zuivering van het afvalwater bieden aanknopingspunten voor subsidie. Dit is een aspect wat niet is uitgewerkt in de twee reeds bestaande ISSO-publicaties.

4.12. Milieuaspecten materiaalkeuze

Naast de uitgangspunten van duurzaam bouwen zullen materialen vooral moeten voldoen aan eisen die voortkomen uit het streven naar een systeem met een minimaal risico voor de volksgezondheid.

In een milieubeoordeling door CREM van leidingmaterialen (met LCA-methodiek) is gebleken dat geen van de onderzochte leidingmaterialen (koper, PE-X, PE-X met inwendig verwerkt aluminium, PPP-R en PVC-C) op alle onderzochte milieuaspecten het beste scoort. Bij toepassing van de huidige normalisatiegegevens blijkt dat waterleidingsystemen met name bijdragen aan het broeikas-effect en het milieuprobleem ecotoxiciteit. De milieuvoorkeur voor een waterleidingsysteem wordt dan ook bepaald door het belang dat men hecht aan ecotoxiciteit ten opzichte van het broeikas-effect. De studie geeft aan dat door productinnovatie belangrijke milieuwinst is te halen. Voor alle waterleidingsystemen en voor kunststof systemen in het bijzonder, kan deze zich richten op het ontwikkelen van buizen met een kleinere wanddikte. Daarnaast kan bij koperen waterleidingsystemen belangrijke milieuwinst worden behaald door het optimaliseren van de legering met beperkte corrosie [2,3].

5. ERVARINGEN MET TECHNISCHE BESTAANDE SYSTEMEN

Op basis van praktijkervaringen met grijswater- en hemelwatersystemen kunnen lessen worden geleerd met betrekking tot diverse aspecten. Uit de eerste evaluatie van de ISSO-publicaties over hemelwater binnen de perceelgrens en IBA-systemen, blijkt dat met name de onderdelen regelgeving/randvoorwaarden en kwaliteitsaspecten hergebruik IBA-effluent en het ontwerp van de buffers en leidingen een nadere uitwerking behoeven.

5.1. Ervaringen en maatschappelijke acceptatie

In tabel 5.1. is aangegeven waar in Nederland en in het buitenland ervaring is opgedaan met zowel individuele als collectieve grijswatersystemen.

Tabel 5.1. Grijswatersystemen individueel en collectief in binnen- en buitenland [1,6,13,17,18,19]

locatie	aantal woningen	grijswater gebruik voor	milieu-effect/ rendement	zuiveringssysteem
Leeuwarden (Van Hall Instituut) (individueel)	1	toilet/tuinen en kassen	Proeflocatie voor educatie en onderzoek	voorzuivering door biorotor, een helofytenfilter en IBA, zwart water wordt ook hergebruikt
Berlijn (Ökohaus Corneliusstrasse) (individueel)	9	toilet/tuin		helofytenfilter (1x verticaal, 3x horizontaal)
Wenen (Ökosiedlung Gärtnerhof) (collectief)	12 en 10	tuin	40 ie minder lozing	sedimentatiebekken, helofytenfilter en cascade
Den Haag (De waterspin) (collectief)	39	wasmachine (3 machines in 1 gezamenlijke ruimte)	23 lpppd besparing, gesloten kringloop (bron is dezelfde 3 wasmachines)	Helofytenfilter
Berlijn (Manteufelstrasse) (collectief)	50	toilet	23-2 m ³ waterbesparing en 60 ie < lozing	biorotor, UV-lamp en verticale zuiveringsmoeras
Berlijn (Dessauerstrasse) (collectief)	70	toilet	24 m ³ waterbesparing en warmteterugwinning	geen zuivering alleen een filter en opslagtank
Arnhem (Polderdrift ook wel Rijkerswoerd) (collectief)	44	toilet/tuin	57% reductie drinkwatergebruik, 85% reductie lozing op riool	helofytenfilter (incl. verticale zandfiltratie) (hemelwater wordt gebruikt voor de wasmachine)

Korte omschrijving van het grijswatersysteem bij de drie Nederlandse projecten:

Leeuwarden (Van Hall Instituut)

In het gebouwencomplex vinden meer dan 3.000 studenten en 450 personeelsleden onderdak (lager, middelbaar en hoger agrarisch onderwijs). De benodigde hoeveelheid drinkwater wordt aanzienlijk beperkt door het gebruik van regenwater en afvalwater. Afvalwater van de wastafels en douches (grijswater) en van enkele toiletten (zwartwater) wordt gezuiverd in een helofytenfilter. Een zwartwatercircuit is in Nederland nog niet vaak toegepast. Maar omdat de behandeling van afvalwater tot de leerstof van het Instituut behoort, is er extra aandacht aan besteed. Om dezelfde reden is er in het gebouw onder meer een biorotor en andere minizuiveringsinstallaties (IBA's) aanwezig.

Den Haag (De Waterspin)

Het is een ecologisch woonwerk-complex bestaande uit vier gebouwen met verschillende appartementen. In alle woningen zijn waterbesparende douchekoppen toegepast en worden de toiletten doorgespoeld met regenwater. Het grijswatersysteem bestaat uit een helofytenfilter, gelegen tussen de gebouwen, die wordt gebruikt voor het afvalwater van de gemeenschappelijke wasmachines. Na zuivering wordt het water weer gebruikt voor dezelfde wasmachines. In de woningen zijn ook individuele wasmachineaansluitingen, die gewoon op het riool aangesloten zijn.

Arnhem (Polderdrift)

Voor de laagbouwoningen is een waterconcept gerealiseerd waarbij de opvang van hemelwater, lokale grijswaterzuivering en drinkwaterbesparing zijn geïntegreerd. Het grijswater van de woningen wordt verzameld en in een centraal op het binnenterrein gelegen helofytenfilter gezuiverd. Vanuit het rietfilter stroomt het gezuiverde water in een natuurlijk functionerende schoningsvijver. Het gezuiverde grijswater wordt gebruikt voor de toiletspoeling, het besproeien van de tuin en het wassen van de auto. Door het rietveld en de vijver wordt het grijswatercircuit zichtbaar gemaakt. Leidingen voor hemelwater, grijswater en drinkwater zijn van elkaar onderscheiden door verschillende kleuren.

Uit tabel 5.1. blijkt dat grijswater als individueel- en collectief systeem reeds wordt toegepast in Nederland. Gezien het geringe aantal projecten is het belangrijk de maatschappelijke acceptatie te vergroten. Voor het slagen van een grijswaterproject en het voorkomen van vluchtgedrag is een goed functionerend systeem een zeer belangrijke vereiste. Daarnaast moet het systeem beheersbaar, uitvoerbaar en betaalbaar zijn. Beheersbaar, zodat bij problemen of slijtage van onderdelen deze eenvoudig te vervangen of te repareren zijn. Uitvoerbaar, want het grijswatersysteem moet in de bestaande of nieuw te bouwen woning niet te veel aanpassingen of ruimte in beslag nemen. Het laatste aspect is de betaalbaarheid van het systeem, de kosten voor aanschaf, onderhoud en beheer van het systeem moeten niet te hoog zijn voor de consument. Bij het zoeken naar draagvlak moet de rol en het belang van de verschillende partijen bij een realisatie van een grijswatersysteem duidelijk zijn. Met het drinkwaterbedrijf zal samen moeten worden gewerkt, maar in principe heeft het drinkwaterbedrijf geen belang bij een grijswatersysteem ter vervanging van drinkwater [20]. Wel zijn er mogelijk voordelen te vinden voor het waterbedrijf in het streven naar een 'milieu imago'.

6. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

6.1. Beslisboom grijswatersystemen

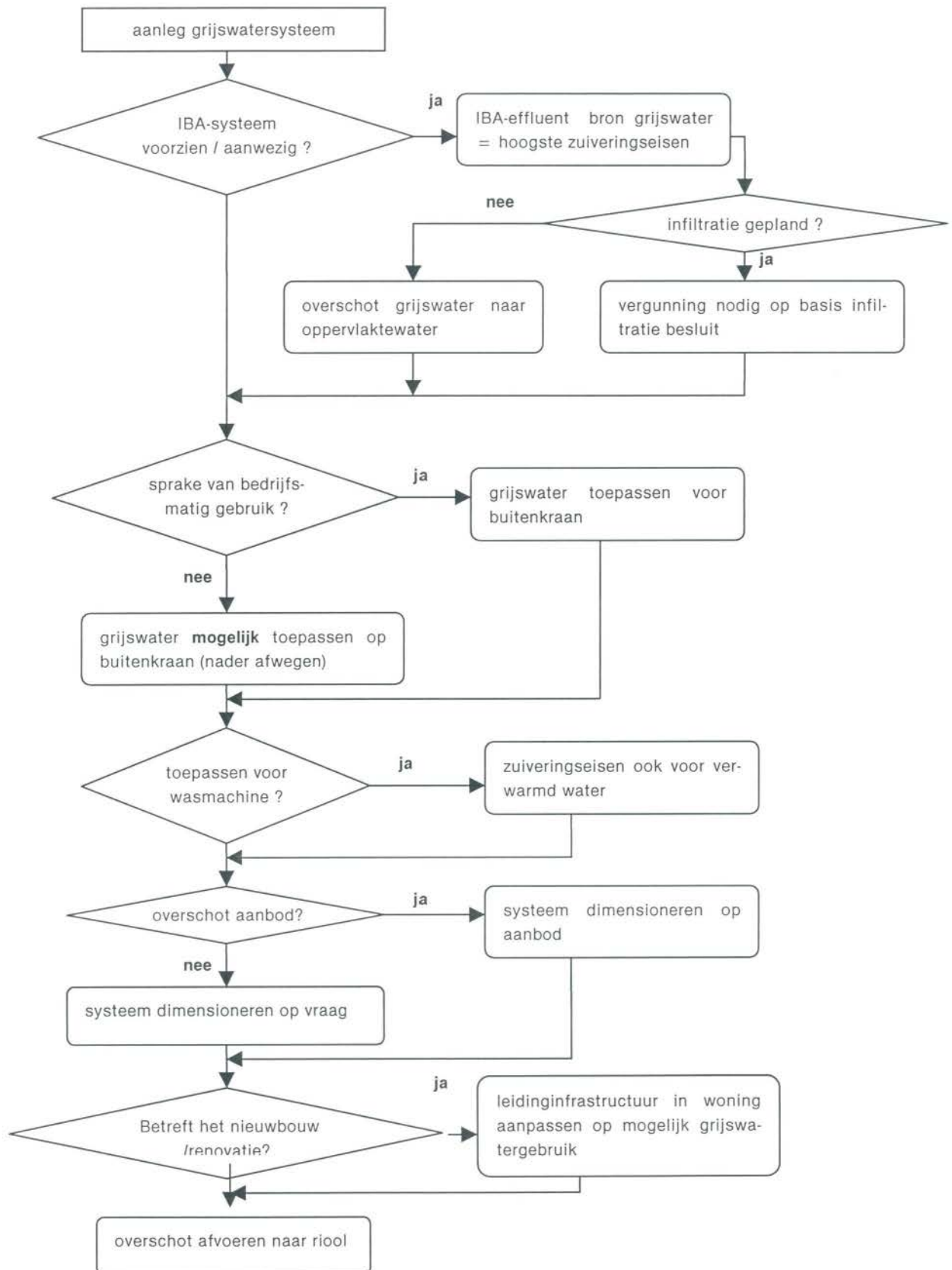
Op basis van de kaderstelling en de analyse van kenmerken en ervaringen met grijswatersystemen is de beslisboom in afbeelding 6.1. opgesteld. De belangrijkste vragen met betrekking tot het bepalen van het type grijswater systeem dat gekozen wordt staan in deze beslisboom.

Bij het beantwoorden van de in de beslisboom geformuleerde vragen dienen diverse aspecten beschouwd te worden:

- bouwkundige (technische) aspecten;
- kwalitatieve aspecten (risico's volksgezondheid);
- financiële aspecten.

Zo zal de vraag of grijswater voor de wasmachine zal worden toegepast afhangen van de vragen of de benodigde extra buffercapaciteit kan worden ingepast in de woning, of de te verwachten kwaliteit geen risico's oplevert voor de wasmachine, de te wassen kleding en de gezondheid van de gebruikers en last but not least of de betrokken actoren de mogelijke extra kosten willen betalen. Alvorens een in een concrete situatie een concreet grijswatersysteem kan worden gekozen dienen nog de nodige onzekerheden te worden weggenomen. Deze worden hierna vermeld onder aanbevelingen.

Afbeelding 6.1. Beslisboom aanleg grijswatersysteem



6.2. Aanbevelingen

Op basis van de duidelijke en veelbelovende resultaten van de voorstudie naar grijswater binnen de perceelgrens, geeft de TVVL begeleidingscommissie ST-6 de aanbeveling om een projectvoorstel te formuleren voor een vervolgproject dat moet leiden tot het maken van een ISSO-publicatie over het aanleggen van een grijswatersysteem binnen de perceelgrens.

Gezien de noodzaak om draagvlak voor gebruik van grijswater bij de betrokken actoren te verwerven en gezien de diverse benaderingen die er mogelijk zijn van de definitie van grijswater en een grijswatersysteem, wordt aanbevolen een exemplaar van dit rapport ter commentaar aan het ministerie van VROM te zenden.

Voorafgaand aan een vervolgproject met als doel het opstellen van een ISSO-publicatie over grijswatersystemen binnen de perceelgrens, verdient het aanbeveling om een workshop te organiseren met als doel draagvlak te creëren voor het toepassen van grijswatersystemen. In deze workshop dient met alle actoren te worden nagedacht over de definitie van een grijswatersysteem en de consequenties van het maken van een keuze hierin. Het is namelijk gebleken dat er diverse definities de ronde doen over grijswater.

Uit de eerste evaluatie van de ISSO-publicaties over hemelwater binnen de perceelgrens en IBA-systemen, blijkt dat met name de onderdelen regelgeving / randvoorwaarden en kwaliteitsaspecten hergebruik IBA-effluent en het ontwerp van de buffers en leidingen een nadere uitwerking behoeven. Aangegeven is welke onderdelen van een grijswatersysteem afwijken van de in de twee bestaande ISSO-publicaties beschreven richtlijnen. Deze zullen nader onderzocht en uitgewerkt dienen te worden. Een belangrijke informatiebron zullen de ervaringen in de tot op heden gerealiseerde projecten zijn.

Gezien de risico's voor de volksgezondheid lijken de technieken die op grond van de huidige IBA-regeling zijn of worden gecertificeerd niet afdoende om een veilige barrière voor alle micro-organismen te vormen in een grijswatersysteem. In een te schrijven ISSO-publicatie dient duidelijk aangegeven te worden welke technieken toepasbaar zijn. Voorafgaand hieraan zal met name de verwijdering van virussen en protozoa door de gecertificeerde IBA-systemen moeten worden onderzocht.

Afhankelijk van de bronkeuze (IBA-effluent of grijswater conform definitie VROM) en de toepassingen waarvoor het grijswater wordt gebruikt lijkt een verschillende keuze van de zuivering mogelijk. In een ISSO-publicatie zou een klassenindeling kunnen worden gehanteerd.

In het kader van het ontwerp van een veilig grijswatersysteem is nader onderzoek vereist naar:

- verwijdering micro-organismen (met name virussen en protozoa) door gecertificeerde IBA-systemen;
- benodigde aanvullende zuivering om in alle gevallen een veilig ontwerp te kunnen garanderen;
- juridische aspecten definitiekeuze;
- nagroei potentie leidingsystemen onder zowel statische (stilstaand water) als dynamische condities (stromend water) en het inschatten van risico's op stilstand van het water in het systeem;
- gedragsrisico's van de gebruiker;
- dimensionering van het grijswatersysteem (buffer). Met name de te hanteren piekfactor is punt van nader onderzoek;
- het systeem ongevuuld of gevuld met drinkwater en/of hemelwater 'wegzetten' bij langere periode van afwezigheid van de bewoners;
- de normontwikkeling van de vereiste kwaliteit (huishoudwater).

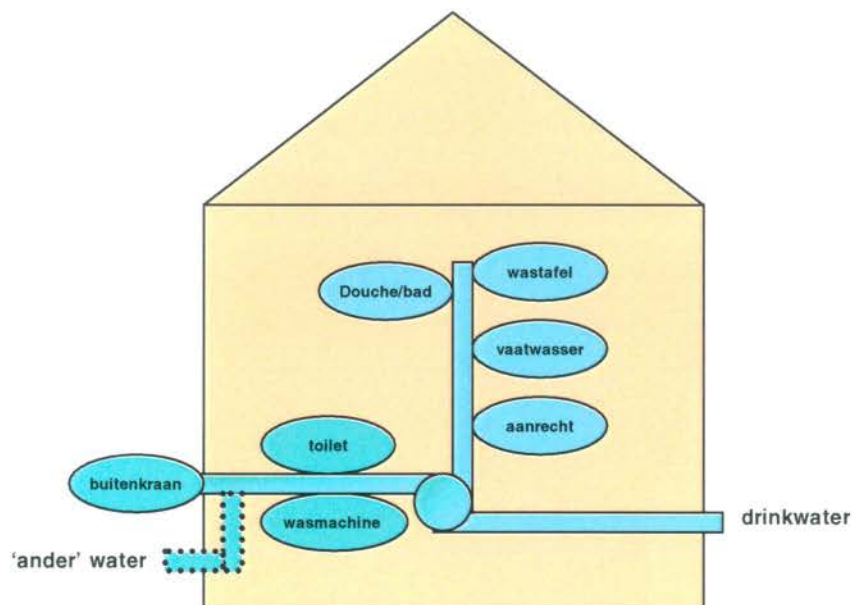
De randvoorwaarden (aard grijswater, continuïteit, kwantiteit, mogelijke toepassingen etc.) van een grijswatersysteem in een bedrijf zijn zodanig anders dan in het huishouden, dat dit buiten het

kader van deze voorstudie valt. Wel verdient het aanbeveling in een vervolgtraject te overwegen dit wel mee te nemen gezien het grotere toepassingsbereik, de eenvoud die mogelijk is in het geval er geen buffercapaciteit noodzakelijk is en de mogelijke waterbesparing (bijv. horeca, zie bijlage II).

Bij de aanleg van een nieuwbouwwoning zou bij aanleg van de leidinginfrastructuur rekening kunnen worden gehouden met een leidingstelsel voor drinkwater en een leidingstelsel voor 'ander water'. Dit 'ander' water zou dan als voeding voor toilet, buitenkraan en wasmachine kunnen dienen. Voorlopig zou deze leiding wel met drinkwater gevoed kunnen worden (zie afbeelding 6.2).

Niet alleen in het ontwerp zelf, maar ook in de planfasering dient rekening te worden gehouden met het toepassen van 'ander'watersystemen. Afstemming met duurzaam bouwen regelgeving zoals nationaal Pakket en toekomstige MPRI verdient eveneens aanbeveling.

Afbeelding 6.2. Scheiding leidinginfrastructuur in 2 delen: drinkwater en 'ander' water



7. LITERATUURLIJST

1. Bader, T., P. Bluezé en R. ter Ellen, 1995, Water in en om gebouwen, mogelijkheden voor een bewuste omgang met water, i.o.v. Rijksgebouwendienst, Delft.
2. Boerma H., R. Kramer, 1999, Bijlagenrapport Milieubeoordeling waterleidingsystemen, CREM Amsterdam.
3. Boerma H., R. Kramer, 1999, Milieubeoordeling waterleidingsystemen: eindrapport, CREM Amsterdam.
4. Van Dijk-Looijaard A.M., 1993, Herziening Waterleidingbesluit, KIWA SWO 93.340.
5. Geradts H.J.M.H., 1992, Schuurman & Jordens Waterleidingwet, Tjeenk Willink Zwolle.
6. Haas, F., de, M. Kosterman, L. Tummers, 1999, Duurzaam watergebruik, Wat leren de voorbeeldprojecten ons? i.o.v. SEV, Novem en Nationaal DuBO, Rotterdam.
7. Hijnen W.A.M., G.J. Medema, H. Huiting, R.T. Meijers, januari 1999, Bereiding van microbiologisch veilig huishoudwater, KIWA Nieuwegein.
8. Kilian R.M., 2000, Hemelwatersysteem + IBA systeem = grijswatersysteem ? Publicatie in In-tech maart 2000.
9. Kooij D. van der en Veenendaal H.R., juni 1999, Biofilmvormingspotentie van leidingmaterialen voor binnen installaties- meetresultaten en beoordeling, KIWA-rapport KOA99.079.
10. Kort M. (TU), december 1998, Ander water, VEWIN, Nieuwegein.
11. Medema G.J., A. Brouwer, M. de Graaf, januari 1999, Microbiologische veiligheid van huishoudwater –voor toepassing voor toilet, wassen kleding en buitenkraan, VEWIN.
12. Meinema, 1997, Zuiveringstechnieken voor vergaande behandeling. Publicatie in bundel NVA-symposium: "Biologisch gezuiverd effluent: grondstof of eindproduct".
13. Pötz, H. en P. Bleuzé, 1998, Zichtbaar, tastbaar, zinvol, NAI, Rotterdam.
14. Rosenthal L.P.M., 1997, Leidingnetbeheer, KIWA Nieuwegein.
15. Scheffer W.J.H, oktober 1999, Europese norm een feit, NEN 3215 blijft gehandhaafd, NNI/ISSO-commissie.
16. Scheffer W.J.H, december 1999, Uitstel Legionella-oordeel biofilm in buizen, in INTECH nr.12, december 1999.
17. SEV, Novem, DuboCentrum, 1999, Vademecum Water drinkwater- en warmwaterbesparing, Rotterdam.
18. SEV, Novem, DuboCentrum, 1999, Duurzaam Watergebruik, water leren de voorbeeldprojecten ons, Rotterdam.
19. SEV, 1996, Geld als water, Handleiding voor ontwerp en gebruik van Hemelwaterinstallaties, Rotterdam.
20. Slaats P.G.G., 1995, KIWA/VWN colloquium 'Distributie: kwaliteit tegen welke prijs?', KIWA Nieuwegein.
21. Slaats P.G.G., 1996, Vergelijking materialen binnenleidingen, KIWA Nieuwegein.
22. Tienhooven P., P. Bleuzé, H. Pötz, 1995? Grijswater Leidsche Rijn: haalbaarheidsstudie naar de mogelijkheden voor levering en distributie van een tweede waterkwaliteit, i.o.v. Gemeente Utrecht.
23. Vegte B. van der, februari 2000, ISSO/VNI-publicatie 70.2 Aanleg van IBA-systemen, KIWA i.o.v. VNI.
24. Versteegh J.F.M., E.G. Evers, A.H. Havelaar, september 1997, rapportnr. 289202019, Gezondheidsrisico's en normstelling voor huishoudwater, RIVM, Bilthoven.
25. VEWIN, 1989, Regeling Onderhoud Watermeters (R.O.W) 1989, Rijswijk.
26. VEWIN, juli 1991, Advies over de indeling in gevarenklassen en de wijze van beveiliging van aansluitingen op het waterleidingnet, Rijswijk.
27. VEWIN, november 1992, Commissie Leveringszekerheid, aanbevelingen voor de leveringszekerheid van de drinkwatervoorziening, Rijswijk.
28. VEWIN, november 1994, Model Algemene Voorwaarden Drinkwater 1994, Rijswijk
29. VEWIN, 1994, Model Aansluitvoorwaarden Drinkwater 1994, Rijswijk
30. VEWIN, 1994, Aanbevelingen voor de leveringszekerheid van drinkwatersystemen, Rijswijk

31. VEWIN, 1994, REW 1994, Regeling voor de erkenning van watertechnische installateurs, Rijswijk
32. VEWIN, 1994, Aanbeveling voor het inspecteren door waterleidingbedrijven van nieuwe drinkwaterinstallaties in woningen, Rijswijk
33. VEWIN, 1999, Lijst van erkende watertechnische installateurs en vergunninghouders per 1 juli 1999, Rijswijk
34. VNI, januari 2000, ISSO/SBR-publicatie, 70.1 Hemelwater binnen de perceelgrens, ISSO
35. VROM, december 1998, Beleidsnotitie "huishoudwater", Den Haag
36. VROM, 1999, Toepassing huishoudwater, Sdu Den Haag
37. Waterspiegel, 1998. Nederlanders gebruiken minder water, resultaten NIPO-enquête.
38. Zagt C.E., maart 1997, verkennende studie toepassing van huishoudwater, Witteveen+Bos, Deventer

BIJLAGE I Controle- en ontwerpparameters voor huishoudwatersystemen

Tabel a: gezondheidkundige parameters	CP ¹	OP ¹	Voorgestelde waarde	Grondslag
1 Arseen	-	+	5 µg/l	vgz/mil ¹
2 Cadmium	-	+	0.05 µg/l	vgz/mil
3 Cyaniden (totaal)	-	+	50 µg/l	vgz/mil
4 Chroom (totaal)	-	+	5 µg/l	vgz/mil
5 Kwik	-	+	0.02 µg/l	vgz/mil
6 Nikkel	-	+	9 µg/l	vgz/mil
7 Lood	-	+	4 µg/l	vgz/mil
8 Antimoon	-	+	5 µg/l	vgz/mil
9 Seleen	-	+	10 µg/l	vgz/mil
10 Thermotolerante bacterien coligroep	+	+	volgen ²	vgz
11 Faecale streptococcen	+	+	volgen ²	vgz
12 Pesticiden individueel	-	+		eth
13 Pesticiden som	-	+	≤5 µg/l	eth
14 PAK's	-	+	0.2 µg/l	eth
15 PCB's	-	+	0.5 µg/l	eth
16 Benzeen	+	+	1 µg/l	vgz
17 Nitriet	-	-		
18 Nitraat	-	-		
19 Barium	-	-		
20 Zilver	-	-		
21 Koper	-	+	2 mg/l	mil
22 Boor	-	-		
23 Virussen	-	+		vgz
24 <i>Giardia</i>	-	+		vgz
25 <i>Cryptosporidium</i>	-	+		vgz
26 Broomaat	+	+	25 µg/l	vgz
27 Bromoform	-	-		
28 Broomdichloormethaan	+	+	60 µg/l	vgz
29 Chloraat	-	-		
30 Chloriet	-	-		
31 Chloralhydraat	-	-		
32 Chloor	+	+	volgen ²	mil/est
33 Chlooramine	+	+	volgen ²	mil/est
34 Chloordibroommethaan	-	-		
35 Chloordioxide	+	+	volgen ²	mil/est
36 Chloroform	-	-		
37 Cyanogeenchloride	-	-		
38 Dibroomacetonitril	-	-		
39 Dichlooracetonitril	-	-		

	CP ¹	OP ¹	Voorgestelde waarde	Grondslag
40 Formaldehyde	-	-		
41 Ozon	+	+	< detectie	vgz/est/bst
42 Trichlooracetonitril	-	-		
43 Trichloorazijnzuur	-	-		
44 Waterstofperoxide	+	+	< detectie	vgz/est
45 Radioactiviteit beta	-	+	1 Bq/l	vgz

Tabel b: bedrijfstechnische parameters

46 Bacterien van de coligroep	+	+	volgen ²	bst/est
47 Sporen van sulfietreducerende clostridia	+	+	volgen ²	bst/est
48 Hardheid	+	-	≤ 1 mmol	bst
49 Bicarbonaat	-	-		
50 Temperatuur	-	-		
51 Zuurgraad	+	-	7-9.5	bst
52 Ammonium	-	+	0.5 mg/l	bst
53 EGV	+	-	125 mS/m	bst
54 Chloride	+	-	150 mg/l	bst
55 Zuurstof	+	-	> 2 mg/l	bst/est
56 Koloniegetal 22°C	+	-	volgen ²	bst/est
57 SI	+	-	-0.2<SI<0.3	bst
58 DOC	-	+		bst/est
59 Aeromonas	-	-		
60 Bacteriofagen	-	-		

Tabel c: organoleptische/esthetische parameters

61 Kleur	+	+	20 mg/l	bst/est
62 Troebelings	+	+	4 FTE	bst/est
63 Geur	+	+	afwezig	est
64 Smaak	-	-		
65 Sulfaat	-	-		
66 Natrium	-	-		
67 Aluminium	-	-		
68 IJzer	+	+	0.2 mg/l	bst/est
69 Mangaan	+	+	0.05 mg/l	bst/est
70 Magnesium	-	-		
71 Oppervlakteactieve stoffen	-	-		

Tabel d: voorzorgsparameters

72 Fluoride	-	-		
73 Kalium	-	-		
74 Fosfaat	-	-		

	CP ¹	OP ¹	Voorgestelde waarde	Grondslag
75 Zink	-	-		
76 AOX	-	-		
77 NTA	-	-		
78 EDTA	-	-		
79 Monocyclische	-	+	1 µg/l	eth
80 Aromatische aminen	-	+	1 µg/l	eth
81 Gehloreerde fenolen	-	+	0.1 µg/l	eth
82 Gehalogeneerde monocyclische	-	+	1 µg/l	eth
83 Gehalogeneerde alifatische	-	+	1 µg/l	eth

¹ CP = controleparameter; OP = ontwerpparameter; vgz = volksgezondheid; mil = milieu; bst = bedrijfstechnisch; est = esthetisch; eth = ethisch

² Volgen betekent monitoren op reguliere basis. Veranderingen in concentraties indicatorparameters dienen te worden gevolgd door een intensievere monitoring en zonodig extra onderzoek. Risico's met betrekking tot pathogenen worden tijdens de ontwerpfase en zonodig periodiek bepaald aan de hand van bronkwaliteit en de zuivering.

BIJLAGE II Grijswatersysteem in disco's

Project : Discotheek Mondial te Beek

Project Beschrijving

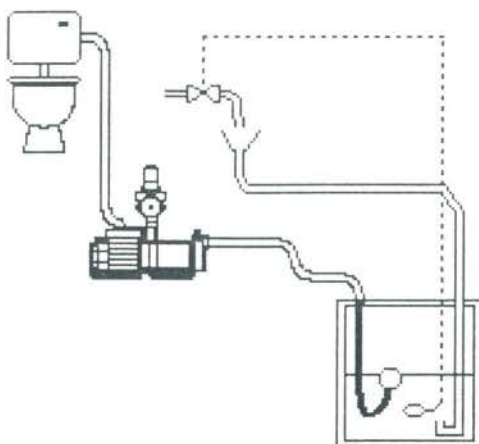
Het project betreft een discotheek in Beek. Er is hier een geprojecteerd dakoppervlakte van ca. 900 m² aanwezig. Het materiaal van dit dak is bitumen. Hier geldt, voor met name het nieuw aangelegde dak, dat er enige verkleuring op kan treden van het regenwater. De discotheek is een aantal dagen per week geopend waarbij gesteld kan worden dat het bezoekersaantal en hun verbruikspatroon dermate hoog is dat het verbruik de opvang ver overtreft. Tot slot is er nog een lazersysteem dat gekoeld wordt met leidingwater. Dit water zal tevens benut worden in het regenwatersysteem. De toestroom van dit systeem bedraagt ca. 8 Liter per minuut gedurende openingstijden van het complex.

Systeem beschrijving

Voor wat het systeem betreft kunnen we onderscheid maken tussen twee systemen. Deze zullen in onderstaande subparagrafen nader toegelicht worden.

Basissysteem 1 : Open suppletie

Basissysteem 1 heeft als basis een open suppletie door middel van een vlotter, magneetklep en invoertrechter. Bij een tekort aan regenwater zal de vlotterbesturing de tank automatisch bijvullen met drinkwater zodat de secundaire waterleiding altijd in de waterbehoefte blijft voorzien.



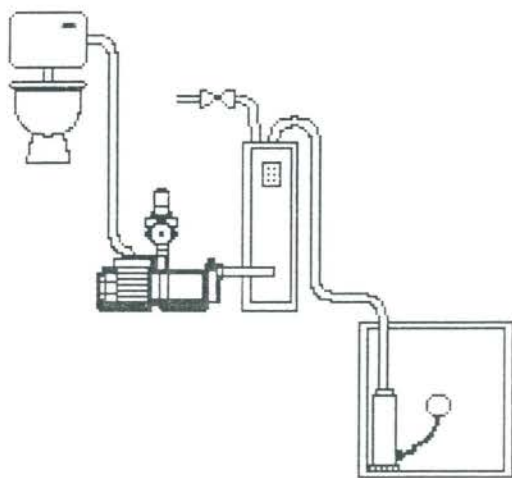
Figuur : Open suppletie.

Bij deze discotheek worden relatief grote hoeveelheden water die binnen korte tijd uit het systeem onttrokken. Er dient dus gelet te worden dat de tankinhoud dusdanig gedimensioneerd is dat deze niet leeg kan geraken. Er is daarom als het ware een reservecapaciteit in aangebracht die aangesproken wordt op de momenten dat de waterafname de watertoevoer overtreft. Dit betekent dat de tank extra groot gedimensioneerd is. Gezien de extreme pieken in het verbruikspatroon is de totale tankinhoud in dit geval vastgesteld op ca. 34.000 Liter.

Basissysteem 2 : Hybride Installatie

Basissysteem 2 bestaat uit een hybride installatie. Dat wil zeggen dat er een centrale opslagcapaciteit aangelegd wordt in de vorm van ondergrondse tanks en een extra buffercapaciteit in de vorm van een relatief kleine kunststof tank binnenshuis.

De grote tank zal gevuld worden met gefilterd regenwater. Dit water wordt door middel van een relatief kleine pomp naar de kleine tank binnenshuis gedistribueerd. Zo wordt de kleine tank op peil gehouden. Het secundaire leidingnet wordt vervolgens door een dubbele pompinstallatie op druk gebracht en gevuld vanuit de kleine tank. Drinkwatersuppletie geschiedt, in tegenstelling tot basissysteem 1, niet in de grote tank maar in de kleine. De kleine tank fungeert zo als buffercapaciteit zodat grote pieken in het verbruikspatroon (kortstondig tot meer dan 10 m³/uur) eenvoudig verzorgd kunnen worden.



Figuur : Schema Hybride Installatie

Bij een tekort aan regenwater of bij eventuele storingen zal de besturingseenheid automatisch overschakelen op drinkwater zodat de secundaire waterleiding altijd in de waterbehoefte blijft voorzien. Het is ook mogelijk om het systeem handmatig over te schakelen op drinkwater bij bijvoorbeeld onderhoudswerkzaamheden of calamiteiten in de tank.

Daarnaast kenmerkt het hybride systeem zich doordat er geen extra capaciteit aangelegd hoeft te worden binnen de grote tank. De opslagtank van basissysteem 2 kan dus kleiner gedimensioneerd worden dan de tank in basissysteem 1. In dit geval kan de capaciteit gereduceerd worden tot 16.000 Liter.

Verder geldt dat de bedrijfszekerheid beter gewaarborgd kan worden omdat het systeem niet afhankelijk is van één pomp. De pomp die het secundaire leidingnet onder druk brengt bestaat namelijk uit een dubbele pomp. Zodra er één uitvalt blijft de tweede nog operationeel. Daarnaast heeft dit systeem de beschikking over een, microprocessor gestuurde, systeembesturing met niveau weergave en een aantal alarmfuncties.

Tot slot dient het nog vermeld te worden dat een hybride systeem voordeliger is in het stroomverbruik. Het water wordt bij een lege tank namelijk niet eerst naar de ondergronds tank gevoerd en vervolgens weer terug naar binnen gepompt.

BIJLAGE III Begrippenlijst

Aërosolvorming	De vorming van zwevende water deeltjes.
Afkoppeling	Het niet via de riolering afvoeren van hemelwater. Het relatief schone hemelwater wordt in plaats daarvan geïnfiltreerd in de bodem of afgevoerd naar het oppervlaktewater.
Ander water	Water dat gebruikt wordt om drinkwater (gedeeltelijk) te vervangen.
Drinkwater	Water dat bestemd is of mede bestemd tot drinkwater voor menselijk gebruik
Duurzaamheid	Het voorzien in de eigen behoeften zonder de mogelijkheden van toekomstige generaties om in hun behoeften te voorzien in gevaar te brengen.
Grijswater	Water afkomstig van bad, douche, wastafel en/of wasmachine
Hemelwater	Regenwater en smeltwater dat van daken van gebouwen, straten en andere verharde oppervlakken tot afstroming is gekomen
Hemelwaterafvoer (HWA)	Stelsel van leidingen, bestemd voor de afvoer van hemelwater van het buitenoppervlak van het gebouw.
Hemelwatersysteem	Installatie ten behoeve van gebruik van hemelwater voor huishoudelijke toepassingen (toiletspoeling, wasmachine en buitenkraan).
Huishoudwater	Water dat bestemd is voor specifieke huishoudelijke toepassingen, waarbij de kwaliteit van het water niet hoeft te voldoen aan de kwaliteitseisen die in het Waterleidingbesluit zijn gesteld (volgens NEN 1006).
Infiltratie	Algemeen: het in de bodem brengen van water. Een nadere betekenis van infiltratie is: het intreden van water in de bodem van af het grondoppervlak.
Perceel	Bij een gebouw of woning behorende grond.
Rioolstelsel	Systeem voor de inzameling en het transport van afvalwater naar de rioolwaterzuiveringsinrichting.
Terugslagklep	Een dichtingelement dat transport van water in één richting toestaat.
Terugstroombeveiliging	Beveiliging om te voorkomen dat water uit het hemelwatersysteem terug stroomt in het drinkwaternet.
Verdroging	De aantasting van de natuur als gevolg van (grond)waterstanddaling, zowel direct door de daling van de waterstand als door indirecte effecten (zoals de aanvoer van gebiedsvreemd water van een andere kwaliteit om het watertekort aan te vullen).

Wadi	Type infiltratievoorziening bestaande uit een greppel met daaronder een infiltratiekoffer plus drainageleiding.
Watervoorziening	Winning, productie en distributie van water.