

Het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de Surinaamsche Waterleiding Maatschappij



**Afstudeerverslag ter verkrijging van de graad van
Bachelor of Applied Technology (B.Tech.)
in de studierichting HLO-Chemie**

Het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de Surinaamsche Waterleiding Maatschappij



Naam student : Parijet Kromotaroeno
Registratienummer : 10949
Docent-begeleider : Atmaraam Mahabier Drs.
Bedrijfsbegeleider : Alwin Linger Ir.

Paramaribo, 23 augustus 2013

Samenvatting

Veilig drinkwater is essentieel voor het leven. Het bewaken van de kwaliteit van het drinkwater bij de watervoorziening is daarom van zeer groot belang. Dit onderzoek is erop gericht om een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de Surinaamsche Waterleiding Maatschappij op te zetten door het verwerven van inzicht in het doel en de opzet van hedendaagse waterkwaliteitsbewaking voor de drinkwatervoorziening. Als probleemstelling van dit onderzoek is geformuleerd: “Aan welke eisen dient het op te zetten waterkwaliteitsbewakingsplan van de SWM te voldoen?”.

De volgende onderzoeksmethode is gevolgd. Voor het verkrijgen van een helder inzicht in het doel, de inhoud en de eisen van waterkwaliteitsbewaking is er literatuurstudie hierover verricht. Daarbij zijn internationale documenten en richtlijnen van de WHO (2004-2011) en van Australië (2007-2011) bestudeerd, alsmede het werk van Bartram en Ballance (1996). Ook is er gezocht naar eisen en regelgeving in de Surinaamse wetgeving waaraan waterkwaliteitsbewaking zou moeten voldoen.

Voor het onderzoek naar het opzetten van het waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM zijn de volgende stappen gevolgd.

- De toepasbaarheid van het model van Bartram en Ballance voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM is onderzocht. Hierbij is gelet op de gaps en de nodige aanpassingen.
- Het model van Bartram en Ballance is aangepast en toegespitst op de drinkwaterkwaliteitsbewaking van SWM. Als referentie is gebruikgemaakt van de WHO-richtlijnen en de Australische richtlijnen.
- Het aangepaste model is uitgetest. In deze test is het model gebruikt voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de watervoorzieningssystemen van de SWM die grondwater onttrekken uit de A-Zandaquifer en uit de Coesewijne-aquifer. Vanwege de beschikbare tijd zijn de aspecten sourcewater monitoring en validatiemonitoring niet meegenomen in dit plan. Ook zijn niet alle elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan uitgewerkt en is er gekozen voor het uitwerken van de doelstellingen, de risicobeoordeling en het ontwerp van het monitoringsprogramma.

Als resultaat van dit onderzoek kan genoemd worden: een aanzet voor het waterkwaliteitsbewakingsplan voor de watervoorzieningssystemen van de SWM die water onttrekken van de A-Zand- en van de Coesewijne-aquifer.

Naar aanleiding van dit onderzoek kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

1. Er zijn in Suriname nog geen wettelijke eisen en regelgeving met betrekking tot:
 - drinkwaterkwaliteit en de bewaking hiervan;
 - de kwaliteitsborging van de analytische procedures van waterlaboratoria.
2. Voor de duurzame voorziening van veilig drinkwater moet er een Water Safety plan worden opgezet. De SWM heeft nog geen Water Safety Plan, maar de huidige activiteiten binnen de SWM die worden uitgevoerd in het kader van waterkwaliteitsbeheersing bieden reeds een goede basis voor het opzetten van een Water Safety Plan.
3. De huidige waterkwaliteitsbewaking van de SWM is nog niet gebaseerd op volledige risicobeoordeling.
4. Dit onderzoek heeft geleid tot het opstellen van een model waarmee een aanzet is gegeven voor het waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM. Dit waterkwaliteitsbewakingsplan voldoet aan de hedendaagse eisen:
 - Het sluit aan op het huidige kwaliteitsmanagementsysteem van de SWM.

- Het sluit aan op de huidige benadering van de WHO met betrekking tot drinkwaterveiligheid.
5. Het EU-project “*Capacity Building in Drinking Water Supply in Suriname*”, dat momenteel in uitvoering is, zal de SWM goed op weg helpen bij het opstellen van een waterkwaliteitsbeheersplan en in het traject van accreditatie van het laboratorium conform ISO 17025.

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Voor het veiligstellen van de toegang tot veilig drinkwater in Suriname is het aan te bevelen dat de overheid het raamwerk voor veilig drinkwater zoals door de WHO gerecommendeerd aanneemt en de volgende voorzieningen treft:
 - a. het vaststellen van health-based normen met betrekking tot drinkwaterkwaliteit en deze op te nemen in de wetgeving;
 - b. het wettelijk reguleren van het toezicht op waterkwaliteit;
 - c. het vaststellen van eisen met betrekking tot de kwaliteitsborging van de analytische procedures van waterlaboratoria.
2. Voor het garanderen van de duurzaamheid van de voorziening van veilig drinkwater dient de SWM het Water Safety Plan op te zetten en te implementeren, met daarin het waterkwaliteitsbewakingsplan als integraal onderdeel.
3. Voor de totale beheersing van de kwaliteit van het drinkwater wordt aanbevolen om het waterkwaliteitsbewakingsplan van de SWM op te zetten conform het model voorgesteld in dit onderzoek en het plan verder te completeren:
 - a. Voor de stations die grondwater onttrekken uit de Zanderij-aquifer en de Coropina-aquifer en voor het station Moengo dat oppervlaktewater onttrekt, dient het waterkwaliteitsbewakingsplan nog opgezet te worden.
 - b. De aspecten validatiemonitoring en sourcewater monitoring moeten verder onderzocht worden.
 - c. De nodige analysemethoden, software voor het informatiemanagement en de resources dienen verder onderzocht te worden.
 - d. Het traject van accreditering van het laboratorium conform ISO 17025 moet worden vervolgd.
4. Het is zeer aan te bevelen om de awareness binnen de SWM en in Suriname te verhogen omtrent:
 - a. de hedendaagse benadering van waterkwaliteitsmanagement, waarbij er van bron tot klant beheersing van de waterkwaliteit dient plaats te vinden;
 - b. het hedendaagse doel van waterkwaliteitsbewaking;
 - c. de rol van de verschillende actoren in het realiseren van veilig drinkwater.

Summary

Safe drinking water is essential for life. Monitoring the quality of the drinking water in the water supply is of very great importance. The goal of this study is to set up a water quality monitoring plan for the Surinaamsche Waterleiding Maatschappij by obtaining understanding about the purpose and design of contemporary water quality monitoring in the provision of safe drinking water. As problem definition is formulated: “With which requirements must the new water quality monitoring plan of the SWM comply?”

The following research method is followed. To obtain a clear concept about the purpose, content and requirements of water quality monitoring, literature study on this subject is conducted. With these, international documents and guidelines from the WHO (2004-2011) and from Australia (2007-2011) and the work of Bartram and Ballance (1996) have been studied. There is also searched for regulatory requirements in Surinamese law with which water quality monitoring should comply. The research needed for the drawing up of the water quality monitoring plan for SWM has been conducted according to the following steps.

- The applicability of the model of Bartram and Ballance for setting up a waterquality monitoring plan for SWM is examined. With this the gaps and the necessary adjustments are considered.
- The model of Bartram and Ballance is adjusted and focused on the waterquality monitoring of SWM. As reference are used the WHO guidelines and the Australian guidelines.
- The adjusted model is tested. In this test the model is used to set up a water quality monitoring plan for the water supply systems of the SWM, which make use of the A-sand and the Coesewijne aquifer. Due to shortage of time, the monitoring of source water and validation monitoring are not included in this plan. Also, not all elements of the water quality monitoring plan are worked out and the plan has been limited to the objectives, de risk assessment and the design of the monitoring program.

As result of this research can be mentioned; an onset for the water quality monitoring plan for water supply systems of SWM which extract groundwater from the A-sand and the Coesewijne aquifer.

The following conclusions can be drawn from this research:

1. There is no legislation or regulation in Suriname concerning drinking water safety.
2. For the sustainable supply of safe drinking water a Water Safety Plan needs to be set up. SWM does not have a Water Safety Plan yet, but the present activities in the operations with regard to water quality management offer a good basis for setting up a Water Safety Plan.
3. The current monitoring program of SWM is not yet based on a comprehensive risk assessment.
4. This research has led to the drawing up of a model, with which an onset is made for the water quality monitoring plan for the SWM. This water quality monitoring plan answers to the contemporary requirements:
 - It fits in the current quality management system of SWM.
 - It fits with the current concept of the WHO regarding drinking water safety.
5. The EU-project “*Capacity Building in Drinking Water Supply in Suriname*”, which is being executed currently, will help SWM on track in setting up a water quality managementplan and in course of accrediting the laboratory according ISO 17025.

The following recommendations are made:

1. For ensuring access to safe water in Suriname it is recommended that the WHO framework for safe drinking water is adopted by the national government and that regulation and legislation is drawn up for:
 - a. the establishment of health-based targets with regard to drinking water quality;
 - b. the regulation of drinking water quality monitoring;
 - c. setting requirements with regard to the quality assurance for water laboratories.
2. To guarantee the sustainability of the supply of safe drinking water, the Water Safety Plan for SWM should be set up with the water quality monitoring as an integral part of the WSP.
3. For the total water quality management it is recommended to set up the water quality monitoring plan for the SWM according to the model as proposed in this study and to complete the plan:
 - a. For the SWM stations extracting water from the Zanderij-aquifer and the Coropina-aquifer, and for the Moengo station extracting surface water the plan must be set up.
 - b. The aspects validation monitoring and source water monitoring must be further examined.
 - c. Research must be done in order to determine which analytical and which information management system must be applied and what the necessary resources are.
4. It is recommended to raise the awareness within the SWM and in Suriname with regard to:
 - a. the contemporary approach to water quality management, where the quality of the water has to be managed from “catchment to consumer”,
 - b. the contemporary purpose of water quality monitoring and
 - c. the role of the different actors in the assurance of safe drinking water.

Voorwoord

Dit document is een verslag van het afstudeerproject, dat ik heb uitgevoerd ter verkrijging van de titel van Bachelor of Applied Technology aan het Polytechnic College Suriname (PTC), voor de richting Hoger Laboratorium Onderwijs-Chemie (HLO-chemie). Dit afstudeerproject heeft als onderwerp het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor het waterbedrijf de Surinaamsche Waterleiding Maatschappij en is uitgevoerd in de periode oktober 2012 - juli 2013.

Bij de uitvoering van deze projectopdracht heb ik de begeleiding genoten van de PTC-docent-begeleider Atma Mahabier, de procesbegeleider van het PTC Lya Sumter, de SWM-bedrijfsbegeleiders Florence Sitaram-Tjin-A-Soe en Alwin Linger en de richtingscoördinator van PTC-HLO, Meritha Grunberg. Een woord van dank gaat uit naar hen voor de begeleiding.

Ook ben ik dankbaar voor de ondersteuning welke ik heb mogen ervaren van de SWM, in het bijzonder van de directie, de heer Ir. Alwin Linger en de heer Ir. Sven Sjauw Koen Fa. Ik dank ook mijn familie, vrienden en collega's die mij hebben bemoedigd en mij op verschillende manieren hebben ondersteund bij dit project. Ook mijn speciale dank aan mijn echtgenoot die mij trouw heeft ondersteund in mijn studie en last but not least, dank aan de Here die mij kracht heeft gegeven om deze opdracht te voleindigen.

Paramaribo, 23 augustus 2013

P. Kromotaroeno

10949

Inhoudsopgave

Samenvatting

Voorwoord

Lijst van afkortingen ix

Lijst van tabellen.....x

Lijst van figuren.....x

1 Inleiding1

2 Huidige waterkwaliteitsbewaking door de SWM4

2.1 De drinkwatervoorziening door de SWM..... 4

2.1.1 *De winning van ruw water*..... 5

2.1.2 *De zuivering van drinkwater*..... 6

2.1.3 *De distributie van drinkwater* 8

2.2 Activiteiten ter beheersing van de kwaliteit van de bedrijfsvoering 9

2.2.1 *Activiteiten ter beheersing van de waterkwaliteit in de bedrijfsvoering*..... 11

2.3 Activiteiten voor de verdere versterking van de capaciteit van de SWM..... 17

3 Wat is waterkwaliteitsbewaking?19

3.1 Gevaren voor drinkwaterkwaliteit 19

3.1.1 *Microbiologische gevaren voor drinkwater*..... 19

3.1.2 *Chemische en fysische gevaren voor drinkwater*..... 21

3.1.3 *Radiologische gevaren voor drinkwater*..... 23

3.1.4 *Het identificeren van prioriteiten*..... 23

3.1.5 *Conclusies*..... 24

3.2 Het doel van waterkwaliteitsbewaking 24

3.2.1 *De traditionele benadering: eindproductcontrole* 25

3.2.2 *De hedendaagse benadering: procescontrole*..... 26

3.3 Strategische waterkwaliteitsbewaking 27

3.4 Bouwstenen voor een waterkwaliteitsbewakingsplan..... 31

3.4.1 *WHO-richtlijnen voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan* 31

3.4.2 *Richtlijnen Bartram en Ballance voor waterkwaliteitsbewaking* 32

3.4.3 *Australische richtlijnen voor het ontwikkelen van een monitoringsprogramma* 33

3.5 Wettelijke eisen en regelgeving voor drinkwaterkwaliteitsbewaking 36

3.5.1 *De Surinaamse wetgeving*..... 36

**3.6 Het Suriname Water Supply Masterplan en
drinkwaterkwaliteitsbewaking 37**

3.7 Conclusies literatuuronderzoek 39

4 Onderzoeksmethode40

5	Resultaten onderzoek.....	41
5.1	Analyse model Bartram en Ballance	41
5.1.1	<i>Scope</i>	41
5.1.2	<i>Toelichting elementen</i>	41
5.1.3	<i>Evaluatie waterkwaliteitsbewakingsplan.....</i>	44
5.1.4	<i>Geconstateerde gaps en nodige aanpassingen</i>	44
5.2	Aanpassingen van model Bartram en Ballance ten behoeve van het waterkwaliteitsbewakingsplan SWM.....	46
5.3	Toepassing model.....	48
5.3.1	<i>Scope monitoringsprogramma.....</i>	48
5.4.2	<i>De uitgewerkte elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan</i>	48
6	Conclusies en aanbevelingen.....	53
	Literatuurlijst.....	57
	Bijlagen	59

Lijst van afkortingen

CCP	: Critical control point of kritieke controle punt
CCTV	: Closed-circuit television
CROSQ	: Caricom Regional Organisation for Standards and Quality
GEMS	: Global Environmental Monitoring Systems
HACCP	: Hazard Analysis Critical Control Point
HLO	: Hoger Laboratorium Onderwijs
HSEQ	: Health, Safety, Environment and Quality
ISO	: Internationale Organisatie voor Standaardisatie
IWA	: International Water Association
LIMS	: Laboratorium Informatie Management Systeem
MIS	: Management Informatie Systeem
NH/DWV	: Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen/Dienst Watervoorziening
NRW	: Non Revenue Water
NSP	: Normaal Surinaams Peil
PTC	: Poly Technic College
SWM	: Surinaamsche Waterleiding Maatschappij
SWMP	: Suriname Water supply Master Plan
WHO	: World Health Organization
WMO	: World Meteorological Organization
WSP	: Water Safety Plan

Lijst van tabellen

Tabel 1. SWM-vestigingen anno december 2012 met productiegegevens en aantal aansluitingen	4
Tabel 2. Overzicht van toegepast materiaal in het netwerk van SWM.....	9
Tabel 3. Doelen van het monitoringsprogramma, activiteiten en de frequentie	14
Tabel 4. Meetparameters voor de reguliere monitoring van de waterkwaliteit door SWM ...	15
Tabel 5. Categorisatie van bronnen van chemische stoffen in drinkwater	22

Lijst van figuren

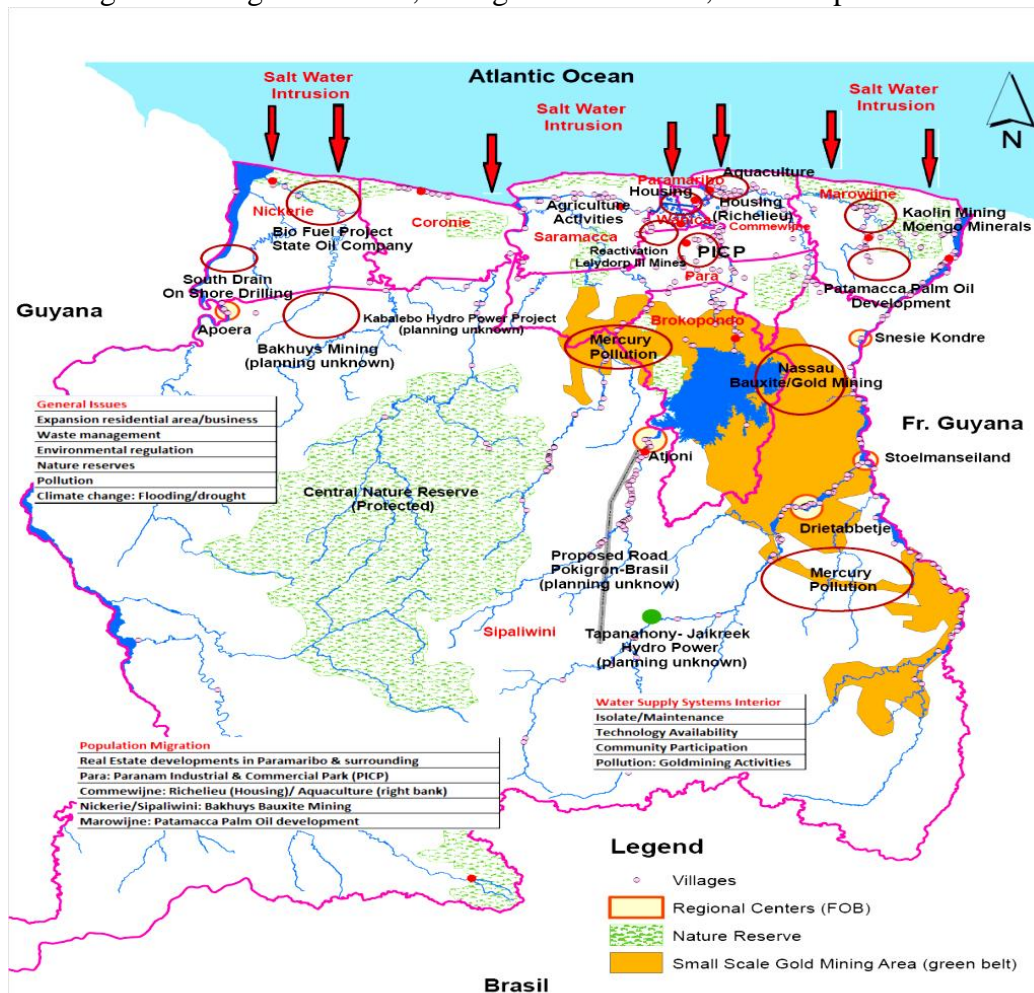
Figuur 1. Overzicht van zaken die invloed hebben op de watersector (Suriname Water Supply Master Plan, 2011)	1
Figuur 2. Het kustgebied van Suriname met de productiestations van de SWM en nog over te nemen stations van NH/DWV.	4
Figuur 3. Het proces van watervoorziening door de SWM	5
Figuur 4. Schematische weergave van aquifers in Suriname	5
Figuur 5. Gesloten zuiveringsstelsel op het station Leiding 9A (links) en een “open” stelsel op het station Van Hatteweg (rechts).....	6
Figuur 6. Het KMS-model gebaseerd op processen conform ISO 9001:2008	10
Figuur 7. De processen van de SWM (handboek SWM 2012).....	10
Figuur 8. Het proces van waterkwaliteitsbewaking van de SWM.....	12
Figuur 9. Het aanwenden van data en informatie voor het beheersen van de waterkwaliteit binnen de SWM	17
Figuur 10. Voorbeelden van watergerelateerde pathogenen en hun transmissieroute.....	20
Figuur 11. Chronologie van gebeurtenissen en gevallen van gastroenteritis in de Walkertonuitbraak (BGOSHU 2000, 2007)	25
Figuur 12. ‘Catchment to consumer’-benadering voor risicomanagement van de drinkwaterveiligheid (Medema <i>et al.</i> 2003).....	26
Figuur 13. Een simplistische schematische weergave van een WSP (Techneau, 2007)	27
Figuur 14. Strategisch waterkwaliteitsmonitoringsstelsel voor drinkwaterveiligheid. (Rizak & Hruday, 2007)	28
Figuur 15. Monitoring als onderdeel van Water Safety Plans (adapted WHO,2011)	32
Figuur 16. Hoofdelementen van waterkwaliteitsmonitoring en hun onderlinge relaties (adapted Bartram and Ballance, 1996).....	33
Figuur 17. Het proces van waterkwaliteitsbewaking en de activiteiten (NHMRC, NRMCC (2011)).....	35
Figuur 18. Schematische weergave van monitoringsscope van het nationale WQMP.....	38
Figuur 19. Model voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM .	47
Figuur 20. De uitgewerkte elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan.....	49
Figuur 21. Stroomschema grondwaterzuiveringsstelsel SWM voor stations van A-zand- en de Coesewijne-aquifer.	51

1 Inleiding

Gezond drinkwater is belangrijk voor het leven en moet voldoen aan de hoogste gezondheidsstandaarden. Consumptie van gecontamineerd drinkwater kan de gezondheid van de consument aantasten. Om continu veilig drinkwater te kunnen leveren aan de consument is het cruciaal dat een drinkwaterbedrijf bij de bedrijfsvoering aan adequate waterkwaliteitsbeheersing doet. Waterkwaliteitsbewaking, ook wel water quality monitoring genoemd, is hiervan een belangrijk onderdeel. De N.V. Surinaamsche Waterleiding Maatschappij (SWM) heeft in haar missie onder andere opgenomen dat zij haar klanten van gezond drinkwater voorziet en acht het daarom noodzakelijk om aan adequate waterkwaliteitsbewaking te doen.

De belangrijkste zorgpunten met betrekking tot waterkwaliteit van de waterbronnen in Suriname zijn de volgende (figuur 1) (Suriname Watersupply Master Plan, 2011):

- **voor grondwater:** toegenomen zoutgehalte door zoutwaterintrusie in de kustvlakte en verontreiniging in de hoger gelegen aquifer;
- **voor oppervlaktewater:** kwikverontreiniging, pesticiden, fecale verontreiniging, gebrek aan goed sanitair, lozing van afvalwater, het dumpen van vast afval.



Figuur 1. Overzicht van zaken die invloed hebben op de watersector (Suriname Water Supply Master Plan, 2011)

In haar bedrijfsvoering meet de SWM de kwaliteit van het geproduceerde water op basis van een waterkwaliteitsmonitoringsprogramma; echter is er nog geen coherent en gedocumenteerd waterkwaliteitsbewakingsplan.

De SWM vindt het noodzakelijk dat er een waterkwaliteitsbewakingsplan opgesteld en uitgevoerd wordt als onderdeel van haar operationeel plan. In het kader van het afstudeerproject van het Hoger Laboratorium Onderwijs (HLO) van het Poly Technic College (PTC) is door de SWM de opdracht gegeven om een waterkwaliteitsbewakingsplan op te zetten.

Doelstelling

Het doel van dit onderzoek is een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM op te zetten door inzicht te verwerven in het doel en de opzet van hedendaagse waterkwaliteitsbewaking voor de drinkwatervoorziening.

Als probleemstelling wordt geformuleerd:

Aan welke eisen dient het voor de SWM op te zetten waterkwaliteitsbewakingsplan te voldoen?

De deelvragen van het onderzoek zijn de volgende:

- Hoe geschiedt de waterkwaliteitsbewaking momenteel bij de SWM?
- Wat zijn de internationale richtlijnen met betrekking tot drinkwaterveiligheid?
- Welke eisen en regels zijn er in de (inter)nationale wetgeving opgenomen met betrekking tot de drinkwaterkwaliteitsbewaking?
- Welke maatregelen moeten getroffen worden om het huidige monitoringsprogramma van de SWM om te bouwen tot een effectief waterkwaliteitsbewakingsplan?

Relaties met andere projecten

In 2010 is er een onderzoek gepleegd naar de waterkwaliteitsbeheersing binnen de SWM waarin is aanbevolen aan de SWM om het Water Safety Plan toe te passen voor een gestructureerde aanpak van de waterkwaliteitsbeheersing (Bedrijfsverslag P.Kromotaroeno, 2010).

Het projectonderdeel “*Regulatory and Institutional Framework for the Water Sector, and Stakeholder Participation Plan*” van het Suriname Water Supply Master Plan, uitgevoerd door Genivar in de periode april 2010 - juli 2011, geeft de aanbeveling dat de SWM een eigen waterkwaliteitsbewakingsplan moet opzetten op basis van richtlijnen vanuit de overheid.

In het EU-project “*Capacity Building in Drinking Water Supply in Suriname*”, dat wordt uitgevoerd in de periode 2013-2015 is het subonderdeel “Het ontwikkelen van een KMS voor labprocessen” opgenomen, waarin het analysepakket van het Laboratorium bepaald zal moeten worden op basis van een waterkwaliteitsbewakingsplan.

Dit verslag begint met de beschrijving van de huidige watervoorziening door de SWM en de wijze waarop waterkwaliteitsbeheersing en bewaking plaatsvinden binnen de SWM (hoofdstuk 2). In hoofdstuk 3 komen de gevaren waaraan drinkwater blootgesteld kan worden aan de orde. Voorts komen aan de orde het doel, de inhoud en de hedendaagse uitoefening van waterkwaliteitsbewaking alsmede de internationale richtlijnen voor veilig drinkwater. Daarna wordt behandeld welke wettelijke eisen en regelgevingen in Suriname gelden voor waterkwaliteitsbewaking en ten slotte wordt belicht het onderzoek verricht in het kader van

het Suriname Water Supply Master Plan met betrekking tot drinkwaterkwaliteitsmonitoring. In hoofdstuk 4 wordt de methodiek van het onderzoek weergegeven, waarna de resultaten (hoofdstuk 5) worden gepresenteerd. Uit de resultaten van het onderzoek worden conclusies en aanbevelingen gedaan (hoofdstuk 6).

2 Huidige waterkwaliteitsbewaking door de SWM

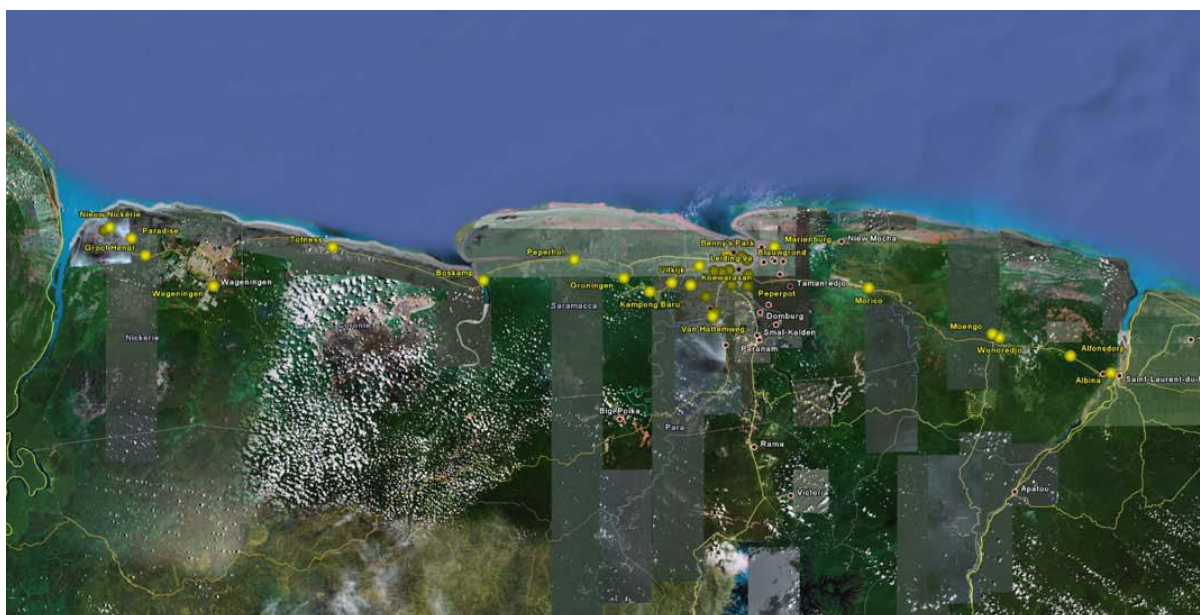
De SWM heeft in haar bedrijfsvoering de kwaliteitsnorm ISO 9001:2008 aangenomen om de kwaliteit van haar bedrijfsvoering te waarborgen. Dit hoofdstuk handelt over de huidige watervoorziening door de SWM (2.1) en de wijze waarop de SWM de (water)kwaliteit beheerst en bewaakt in haar bedrijfsvoering (2.2). Als hoofdbronnen in dit hoofdstuk hebben gediend: de documenten van het KMS-systeem van de SWM en het operationeel plan 2010-2013.

2.1 De drinkwatervoorziening door de SWM

De SWM is door de overheid verantwoordelijk gesteld voor de drinkwatervoorziening in de totale kustvlakte, waarbij gefaseerd de drinkwatersystemen worden overgenomen die nog onder de Dienst Watervoorziening van het Ministerie van Natuurlijke Hulpbronnen (NH/DW) vallen. De SWM wordt geografisch onderverdeeld in drie vestigingen: Oost, Centraal en West. Onderstaand schema (tabel 1) geeft de vestigingen van de SWM met de hoeveelheid geproduceerd water en het aantal aansluitingen weer. De SWM beschikt over 19 productiestations, waarvan 18 stations gebruikmaken van grondwater voor de bereiding van drinkwater. Eén productiestation maakt gebruik van rivierwater.

Tabel 1. SWM-vestigingen anno december 2012 met productiegegevens en aantal aansluitingen

Vestiging	Brutoproductie drinkwater m ³ /uur	Aantal stations	Aantal aansluitingen
Oost	42 59	2 1	2078
Centraal	5065	14	84834
West	287	2	7050



Figuur 2. Het kustgebied van Suriname met de productiestations van de SWM en nog over te nemen stations van NH/DWV.

Het drinkwater dat door de SWM wordt geleverd doorloopt het volgende proces.



Figuur 3. Het proces van watervoorziening door de SWM (Bedrijfsverslag P.Rosheuvel, 2010)

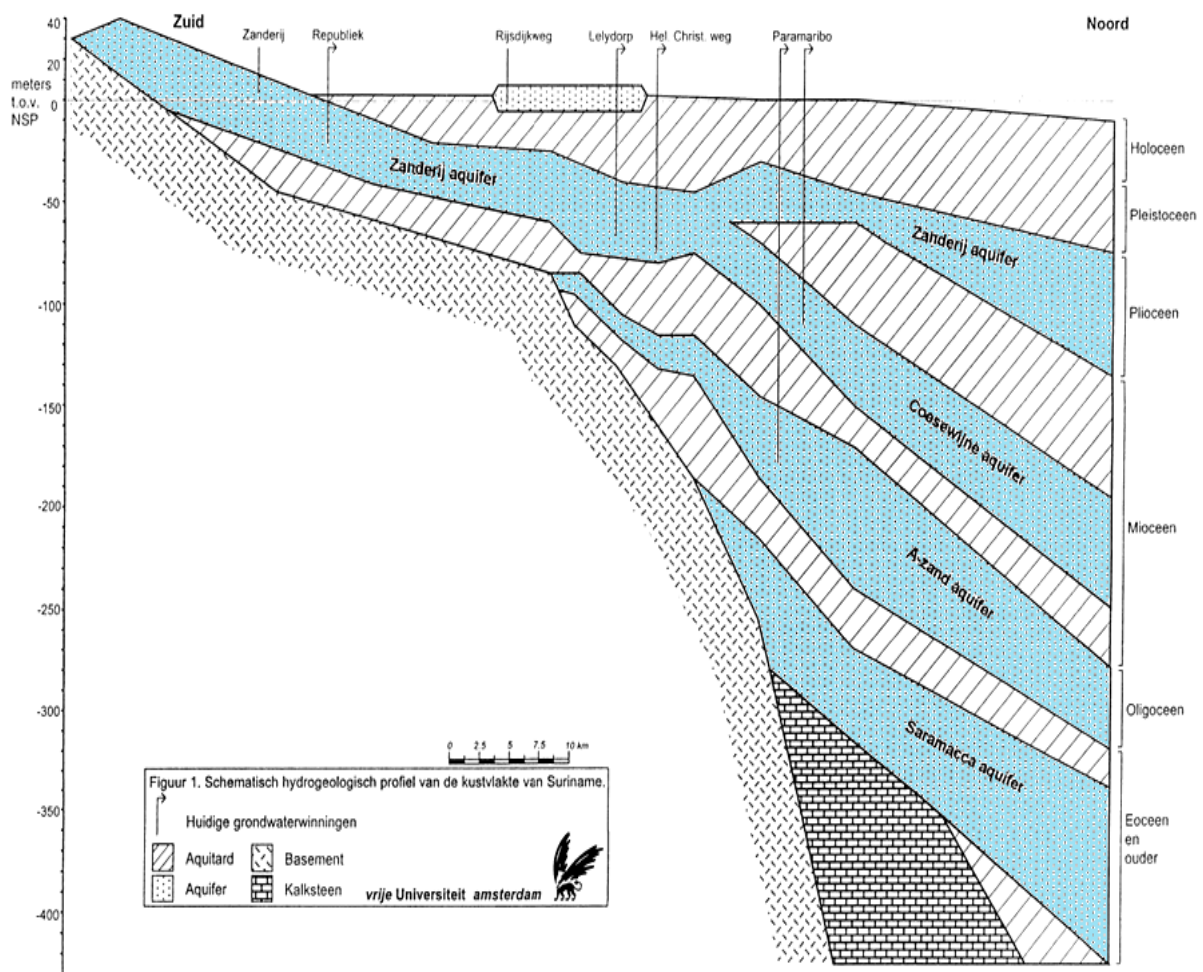
2.1.1 De winning van ruw water

De SWM maakt bij de meeste productiestations gebruik van grondwater dat uit aquifers wordt onttrokken door middel van putten en in mindere mate van oppervlaktewater (Vestiging Oost) om drinkwater te bereiden.

Grondwaterwinning

Het grondwater wordt op verschillende locaties gewonnen uit waterhoudende lagen in de bodem, ook wel aquifers genaamd. De aquifes waaruit water wordt gewonnen door de SWM zijn de Zanderij-aquifer, de Coesewijne-aquifer, de A-zandlaag en de Coropina-aquifer.

Figuur 4 geeft een schematische weergave van de voorkomens van aquifers in Suriname.



Figuur 4. Schematische weergave van aquifers in Suriname

De Zanderij-aquifer loopt zuidwaarts naar de oppervlakte toe en te Republiek is de diepte van deze aquifer al op 25-30 meter. De Coesewijne-aquifer en de A-zandlaag liggen dieper. In Paramaribo ligt de A-zandlaag wel 160 meter diep. De Coropinaformatie ligt bovenop alle andere formaties, op de Zanderijformatie in het zuiden na.

De Coesewijne-aquifer en de A-zandlaag zijn beschermd met een ondoordringbare waterafsluitende laag en worden ook wel confined aquifers genoemd of opgesloten aquifers. De kwaliteit van het water uit deze aquifers is van nature betrouwbaar, omdat de aquifer beschermd is door een waterafsluitende laag in de bodem. De Zanderij-aquifer is confined of lekkend confined in het kustgebied, afhankelijk van de klei-inhoud in de bovenliggende formatie. Deze aquifer is niet confined in de Savannah waar deze door directe infiltratie kan worden aangevuld. De Coropinaformatie bestaat voornamelijk uit zand en kleilagen met overwegend brak water. Deze zandeenheden vormen discontinue kleine aquifers, die soms verbonden zijn met de onderliggende Zanderij-aquifer.

Voor uitgebreide informatie over de hydrogeologie, de doorlaatbaarheid, het rechargegebied van de aquifers, de diepte en de hoeveelheid water die er wordt onttrokken, wordt verwezen naar het *Suriname Watersupply Master Plan- FINAL REPORT – Volume II: Situational Analysis of the Water Sector*.

Bij de productie van drinkwater wordt er water uit de aquifers gewonnen via putten en wordt dit water daarna via een leidingstelsel verpompt naar de zuiveringsinstallaties voor de bewerking tot drinkwater. In bijlage 1 is een overzicht van de bronnen op de SWM-productiestations en de aquifer waaruit er water wordt onttrokken.

Oppervlaktewaterwinning

Onder oppervlaktewater wordt verstaan het water uit de oceanen, rivieren, meren en kreken. De SWM maakt alleen gebruik van oppervlaktewater in het voorzieningsgebied Moengo, waarbij uit de Cotticarivier water wordt onttrokken.

2.1.2 De zuivering van drinkwater

De SWM maakt gebruik van zowel open systemen (filtergebouwen) als gesloten systemen (filterketels) (zie figuur 5) bij de zuivering van het drinkwater.



Figuur 5. Gesloten zuiveringsstelsel op het station Leiding 9A (links) en een “open” stelsel op het station Van Hattemweg (rechts)

Grondwaterzuivering

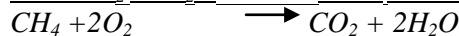
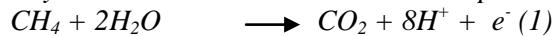
Voor de zuivering van grondwater wordt over het algemeen een serie van zuiveringsstappen gevolgd om de overmatige hoeveelheden aan gassen, ijzer, ammonium en mangaan uit het water te verwijderen en om het water te conditioneren en van voldoende zuurstof te voorzien.

De meest toegepaste zuiveringsstappen zijn:

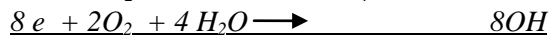
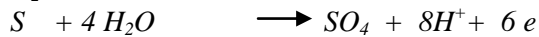
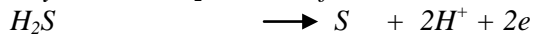
- beluchting/ontgassing voor de verwijdering van methaan, ijzer, ammonium en mangaan en de verwijdering van waterstof disulfide (H_2S) en CO_2 ;
- filtratie door een zandfilter voor het afzeven van de neergeslagen ijzerhydroxiden en mangaanoxiden;
- het conditioneren van het water (pH-correctie, opharden) door middel van schelpen.

De volgorde en de combinatie van de zuiveringsstappen variëren afhankelijk van de kwaliteit van het ruwwater. Onderstaand de reactievergelijkingen van de oxidatie van methaan, ijzer, ammonium en mangaan met zuurstof bij de verwijdering ervan uit drinkwater en de reactie van het water met calciumcarbonaat (schelpen). Naast deze chemische omzettingen kunnen er ook biologische omzettingen plaatsvinden door aanwezige bacteriën in de filter. Methaan dat niet verwijderd wordt gedurende beluchting zal “verbrand” worden door methaan-oxiderende (methanotropische) bacteriën in de filter. Resten H_2S die na beluchting nog overblijven in het water worden omgezet in elementaire zwavel (S) door enkele sulfide-oxiderende bacteriën, en daarna naar sulfaat. Ammonium wordt omgezet tot nitraat door nitrificerende bacteriën. (De Moel et al, 2006).

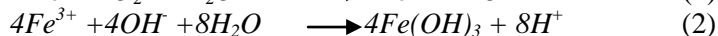
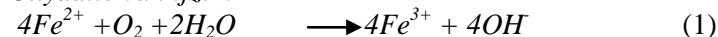
Oxydatie van methaan door methanotropische bacteriën:



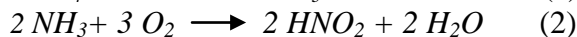
Oxydatie van H_2S door sulfide oxiderende bacteriën:



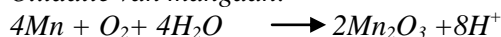
Oxydatie van ijzer:



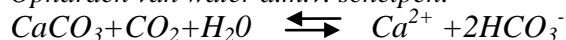
Oxidatie van ammonium met behulp van nitrificerende bacteriën:



Oxidatie van mangaan:

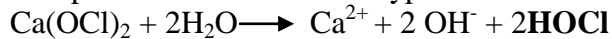


Opharden van water d.m.v. schelpen:



Grondwater onttrokken uit diepe bronnen is van nature vrij van pathogene organismen en hoeft niet gedesinfecteerd te worden als de goede kwaliteit tijdens het zuiveringsproces behouden blijft. In geval er tijdens de behandeling bacteriologische contaminatie heeft plaatsgevonden wordt er desinfectie toegepast middels chloordosering om het drinkwater bacteriologisch veilig te maken. Het algemeen toegepaste chloorproduct bij de SWM is calciumhypochloriet 65%.

De oplosreactie van calciumhypochloriet in water:



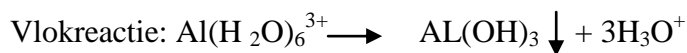
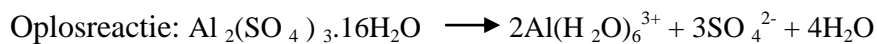
Het hypochlorig zuur, HOCl heeft een sterke desinfecterende werking in het drinkwater in het pH-gebied tussen pH 5.0 en pH 8.0.

Oppervlaktewaterzuivering

Bij de zuivering van oppervlaktewater wordt gebruikgemaakt van de zuiveringsstappen vlokvorming, sedimentatie en filtratie gevolgd door desinfectie.

Op het station Moengo wordt gebruikgemaakt van aluminiumsulfaat voor de vlokvorming, waarbij NaOH wordt toegevoegd ter verkrijging van het vereiste pH (pH 6) voor optimale vlokvorming. Vervolgens wordt het vlokhulpmiddel synthofloc, een poly-acrylamide, toegevoegd. Na uitvlokking van alle zwevende deeltjes wordt het heldere substraat gezeefd door een schelpenbed. Aangezien oppervlaktewater en ondiep grondwater bijna altijd bacteriën bevatten, moet het bereide drinkwater continu gedesinfecteerd worden. Desinfectie gebeurt door toevoeging van calciumhypochloriet, zoals bij grondwater.

De reacties van aluminiumsulfaat in water zijn de volgende:



2.1.3 De distributie van drinkwater

De SWM slaat het geproduceerde drinkwater op in reservoirs en verpompt het drinkwater daarna naar de klanten via een leidingnet dat is samengesteld uit verschillende materialen. Tabel 2 geeft een overzicht van de soorten materialen in de netwerken van de SWM. De totale lengte van alle netwerken samen bedraagt ongeveer 2340 km. De asbestcement (AC) leidingen zijn ouder dan 40 jaar. De wanddikte van deze leidingen kan door de jaren heen, vanwege slijtage van de interne oppervlakte, dunner worden, waardoor breuken kunnen ontstaan. De kwaliteit van de oude stalen leidingen is slecht door de hoge leeftijd en corrosie. De ductile cast iron (gietijzer) leidingen zijn over het algemeen van betere kwaliteit, maar kunnen in slechte staat verkeren indien ze blootgesteld zijn aan zwaar beladen verkeer en slechte bodemcondities. De polyvinylchloride leidingen (pvc) leidingen zijn doorgaans van goede kwaliteit. De oudste pvc-leidingen dateren van 1970 en kunnen tekenen van breuken vertonen en lekkages bij de koppelingen. De meeste pvc-leidingen zijn van hoge kwaliteitsstandaarden, zoals toegepast in Nederland (KIWA-certificaat). Bij de distributie van drinkwater is belangrijk dat het water in de leidingen niet in kwaliteit achteruitgaat. Dit is

echter een moeilijke opgave, omdat het netwerk onder de grond loopt en lekkages niet altijd tijdig opgemerkt en hersteld worden.

Tabel 2. Overzicht van toegepast materiaal in het netwerk van SWM

<i>Materiaal</i>	Wanica (in km)	Paramaribo (in km)	Nickerie (in km)	Marowijne (in km)	Totaal (in km)	% per materiaal in km
<i>PVC</i>	797.9	647.8	194.8	4.5	1645	70%
<i>AC</i>	31.6	564.4	16.8	8	620.8	27%
<i>Staal</i>	32.3	14.3	0	0	46.6	2%
<i>Koper</i>	0	0.9	0	0	0.9	0.04%
<i>Ductile Cast Iron</i>	0.6	0	0	0	0.6	0.03%
<i>Onbekend</i>			19.4	4.2	23.6	1%
<i>Totaal</i>	862.4	1227.4	231	16.7	2337.5	

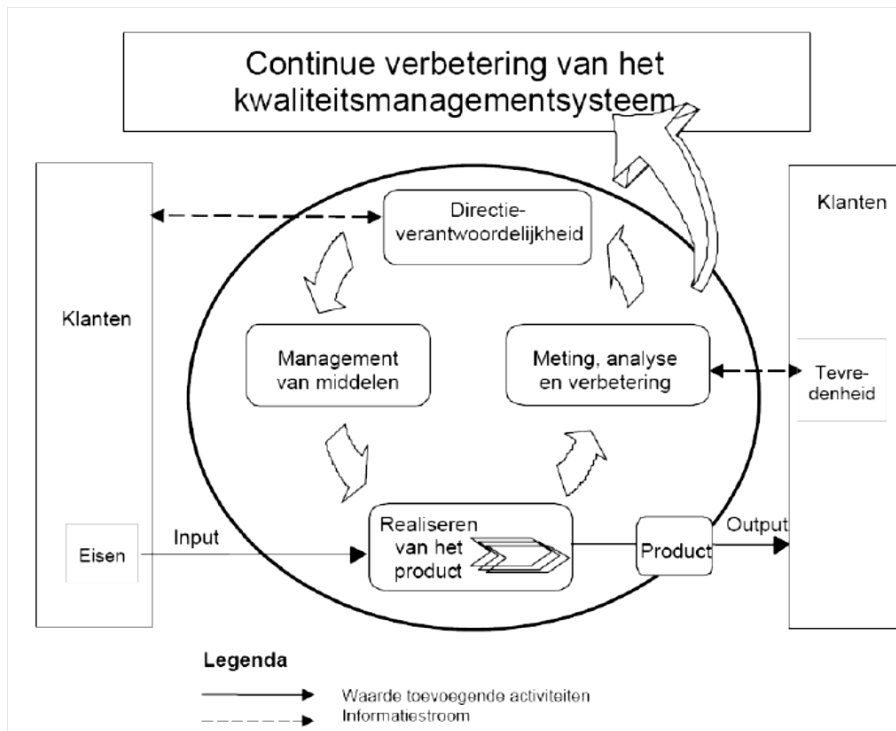
(Bron: Master plan, 2011)

Kleinere leidingen (diameter < 150 mm) worden doorgaans gelegd op diepten van circa 0.7-1.0 meter, terwijl de gemiddelde diepte van de grotere leidingen (diameter > 150 mm) ongeveer 1 meter is. De meeste zichtbare grote lekkages worden veroorzaakt door graafwerkzaamheden afkomstig van andere infrastructurele projecten, zoals wegenonderhoud en afwateringsonderhoudswerkzaamheden.

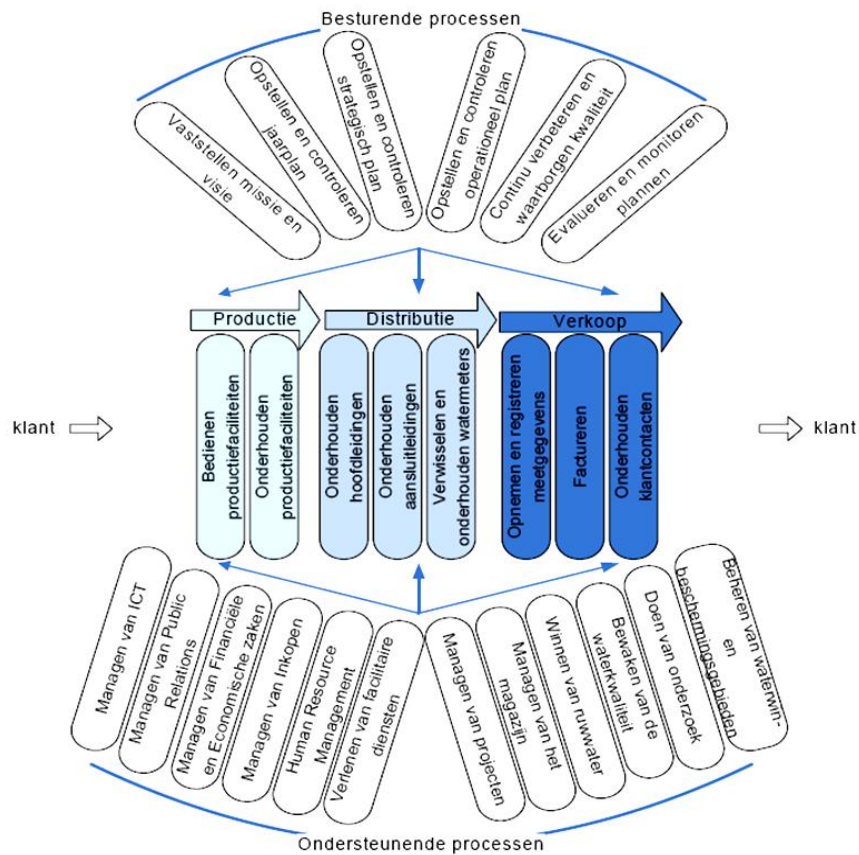
2.2 Activiteiten ter beheersing van de kwaliteit van de bedrijfsvoering

Voor de beheersing van de kwaliteit van haar bedrijfsvoering hanteert SWM een kwaliteitsmanagementsysteem conform de norm ISO 9001:2008. In de ISO 9001-norm wordt de klant centraal gesteld en dient de hele organisatie ingericht te worden om aan de eisen van de klant te voldoen. Er is een kwaliteitsmanagementsysteem (KMS) opgezet (figuur 6) dat beheerd wordt door de afdeling HSEQ; in dit systeem is ook de nodige documentatie voor het beheersen van de processen opgenomen. Als kernprocessen zijn in het KMS opgenomen: het productieproces, het distributieproces, het verkoopproces, de besturende processen en de ondersteunende processen (figuur 7). De toepassing van de Deming cirkel, als instrument om de kwaliteit van de processen en producten te monitoren, te evalueren en te verbeteren, wordt bedrijfsbreed ingezet. Voorts worden er sinds 2010 jaarlijks klanttevredenheidsonderzoeken uitgevoerd, waarin de dienstverlening van de SWM, waaronder de kwaliteit van het geleverde water door de klant beoordeeld wordt.

Op 15 maart 2013 heeft de SWM het ISO-certificaat voor het gehele bedrijf in ontvangst genomen.



Figuur 6. Het KMS-model gebaseerd op processen conform ISO 9001:2008



Figuur 7. De processen van de SWM (handboek SWM 2012)

2.2.1 Activiteiten ter beheersing van de waterkwaliteit in de bedrijfsvoering

Zoals eerder aangegeven, is de kwaliteit van het geleverde water een van de performance indicatoren waarop de SWM als waterbedrijf beoordeeld wordt door de klant. De criteria die gehanteerd worden om de waterkwaliteit te laten beoordelen door de klant zijn: geur, kleur en smaak. Deze drie aspecten van het drinkwater zijn van zeer grote invloed op de kwaliteitsbeleving van de klant, omdat de klant afgaat op wat de zintuigen kunnen ruiken, zien en proeven. Suriname heeft weliswaar nog geen waterkwaliteitsnormen in de wetgeving opgenomen, maar de SWM heeft voor haar bedrijfsvoering targets vastgesteld met betrekking tot de bacteriologische en fysisch/chemische kwaliteit van het drinkwater dat wordt geproduceerd en geleverd. Daarbij wordt gebruikgemaakt van streefwaarden en normen die zijn gebaseerd op de WHO guidelines voor drinkwaterkwaliteit. In de bijlagen zijn de waterkwaliteitstargets van de SWM te vinden.

Binnen de SWM-organisatie is de verantwoordelijkheid voor waterkwaliteitsmanagement ingebed in de functiebeschrijvingen van de afdelingen productie, distributie en het laboratorium.

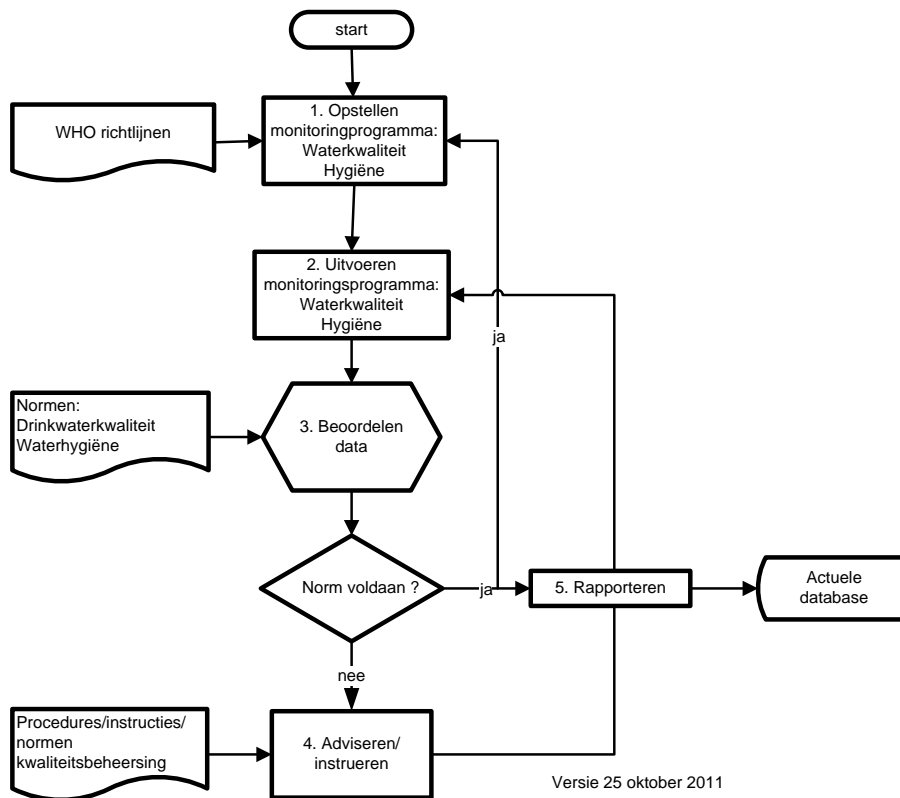
In het operationeel plan 2010-2013 van de SWM zijn de doelstellingen van de processen opgenomen. In het jaarplan 2013 van de SWM waaronder de afdelingsjaarplannen 2013 zijn er doelstellingen gesteld ter beheersing van de waterkwaliteit. De belangrijkste activiteiten zijn de volgende:

Sector	Activiteiten
Productie	Het monitoren van de werking van zuiveringsinstallaties. Het uitvoeren van onderhoudsplannen Het trainen van personeel in het hygiënisch werken
Distributie	Het verbeteren van de controle op het hygiënisch werken door aannemers middels labtesten Het monitoren van de waterdrukken in het distributienetwerk Het schoonspuien van het distributienet Het trainen van personeel in hygiënisch werken
Laboratorium	Het bewaken van de waterkwaliteit en het monitoren van de hygiënische maatregelen op alle vestigingen

Binnen de SWM is de afdeling Laboratorium verantwoordelijk voor de waterkwaliteitsbewaking. Het proces van waterkwaliteitsbewaking behoort tot de ondersteunende processen. De beschrijving van dit proces, de procedures en werkinstructies ervan zijn opgenomen in het KMS.

Het onderstaande stroomschema (figuur 8) geeft de uitvoering van het proces waterkwaliteitsbewaking.

Processchema Bewaken Waterkwaliteit



Figuur 8. Het proces van waterkwaliteitsbewaking van de SWM

Beschrijving processtappen waterkwaliteitsbewaking:

1. Het proces Waterkwaliteitsbewaking bestaat uit de twee subprocessen:
 - Subproces Monitoring Waterkwaliteit
 - Subproces Monitoring Hygiëne

Het subproces Monitoring Waterkwaliteit houdt zich bezig met het trekken van monsters, het analyseren van deze monsters en het uitgeven van rapporten. Het subproces Monitoring Hygiëne houdt zich bezig met het monitoren van de hygiënische omstandigheden in het proces van winnen, zuiveren en distribueren. Op basis van de richtlijnen van de WHO wordt een monitoringsprogramma opgesteld voor het monitoren van de kwaliteit van drinkwater en voor het monitoren van de hygiëne. Hiervoor is het hoofd van het laboratorium verantwoordelijk. Er is nog geen procedure vastgelegd voor het opstellen van de monitoringsprogramma's.

2. Het proces voor de waterkwaliteitsbewaking wordt uitgevoerd door middel van procedures en werkinstructies die zijn opgenomen in het handboek van het Laboratorium. De data afkomstig uit het proces worden verzameld met behulp van registratieformulieren. De parameters die gecontroleerd worden en de meetfrequenties staan vermeld in de tabellen 4 en 5.

3. De analyse en de beoordeling van de data vinden plaats op basis van de normen voor drinkwaterkwaliteit en voor de hygiëne die gelden binnen de SWM.
4. Het monitoringsprogramma wordt verder uitgevoerd indien er aan de geldende normen wordt voldaan. Anders worden er adviezen en of instructies gegeven door het Hoofd van het Laboratorium aan de verantwoordelijke binnen het primair proces om maatregelen te treffen voor het wegwerken van de normafwijking. De adviezen/instructies zijn afhankelijk van de aard van de afwijking. Na het uitvoeren van de maatregelen wordt opnieuw gemonitord om te controleren of de afwijking verholpen is.
5. Hierna vindt er rapportage van de verrichte activiteiten plaats. De verkregen data en informatie worden opgeslagen in de digitale vorm en als harde kopie volgens procedure. In de bijlagen is een voorbeeld te zien van een labrapport.

Het monitoringsprogramma

De doelen van het monitoringsprogramma, de activiteiten en de frequenties ervan zijn opgenomen in het jaarplan van de afdeling Laboratorium (zie tabel 4).

Op basis van het monitoringsprogramma worden op geregelde tijden en op bepaalde punten in het proces van winning-productie-distributie monsters genomen voor analyses. Bovendien worden er tijdens het uitvoeren van inspecties van de hygiëne, gegevens en informatie verzameld. Het huidige monitoringsprogramma is opgesteld op basis van de WHO guidelines (2^{de} editie) en de beschikbare middelen van de SWM. De scope van het huidige monitoringsprogramma bestrijkt het meetgebied vanaf pompput/rivierwaterwaterintake tot en met het distributienetwerk. In het monitoringsprogramma is reguliere monitoring van de grondwaterwingebieden en van het oppervlaktewaterwingebied nog niet meegenomen.

Tabel 3. Doelen van het monitoringsprogramma, activiteiten en de frequentie

Monitoringsactiviteit 2013	Frequentie	Doel monitoring
Monsternamen en analyse bronnen individueel	Elk kwartaal	Het vaststellen van veranderingen in de waterkwaliteit van de bronnen
Monsternamen en analyse zuiveringsprocessen	Elk station om de twee weken	Het monitoren van de werking van zuiveringsprocessen Het tijdig kunnen toetsen of de SWM-targets met betrekking tot waterkwaliteit, zoals vastgesteld in het operationeel plan, gehaald zijn.
Monsternamen en analyse distributienet	Elke maand: Vestiging Centraal : 40-50 monsters Vestiging West: 12 monsters Vestiging Oost: 12 monsters	Het tijdig kunnen toetsen of de SWM-targets met betrekking tot waterkwaliteit, zoals vastgesteld in het operationeel plan, gehaald zijn.
Monsternamen en analyse bij aanleg distributieleidingen	Afhankelijk van uitbreidings- en onderhoudsprogramma Distributie	Controle van de hygiëne in het distributienet
Monsternamen en analyse bij desinfectie-activiteiten op productiestations	Afhankelijk van onderhoudsprogramma Productie	Controle van de hygiëne in het productieproces
Uitvoeren van hygiëne-inspecties bij de bronnen	Elk kwartaal	Controle van de hygiëne in het productieproces
Uitvoeren van hygiëne-inspecties op de stations	Elk kwartaal	Controle van de hygiëne in het productieproces
Monsternamen/analyses in het kader van programma procestechnologie	Op aanvraag van procestechnoloog	Het verbeteren van de kwaliteit van het geleverde drinkwater. Het toetsen of de aangelegde werken voldoen aan de ontwerpeisen m.b.t. waterkwaliteit. Het optimaliseren van de zuiveringsprocessen van de SWM.

Meetparameters

Bij het bepalen van de meetparameters wordt het volgende onderscheid gemaakt:

- i. Meetparameters voor het onderzoek van een nieuw waterwingebied/nieuwe bron
- ii. Meetparameters voor het uittesten van een nieuwe waterzuiveringsinstallatie
- iii. Meetparameters voor de reguliere monitoring van de waterkwaliteit.

Alvorens besloten wordt of een nieuw waterwingebied/nieuwe bron in bedrijf wordt genomen, zijn er wateranalysedata nodig voor de bepaling van de kwaliteit van het ruwwater. Dit is belangrijk om te kunnen vaststellen of het ruwwater geschikt is voor de bereiding van drinkwater en zo ja, welke zuiveringsmethode dan wel vereist is.

Bij het uittesten van nieuwe waterzuiveringsinstallaties worden er meerdere parameters gemeten dan bij de reguliere monitoring. Er worden dan ook metingen gedaan van mangaan, ammonium, nitriet en nitraat.

Vanwege de meetbeperkingen van het laboratorium van de SWM worden er een aantal analyses uitbesteed aan lokale laboratoria. Niet alle nodige wateranalyses (bv. methaan) kunnen uitgevoerd worden, ook vanwege de meetbeperkingen van lokale laboratoria.

Sinds kort bestaat de mogelijkheid ook om metingen te laten uitvoeren op andere laboratoria nl.: het Centraal Lab van BOG, Fi Lab en Suralco Lab. Bij het uitvoeren van grote projecten wordt ook wel gebruikgemaakt van metingen van het laboratorium van het waterbedrijf Vitens (Nederland).

In tabel 4 zijn de procesparameters weergegeven die door het lab van SWM zelf uitgevoerd worden.

Tabel 4. Meetparameters voor de reguliere monitoring van de waterkwaliteit door SWM

Parameter	Grondwaterbron individueel	Ruwwater/grondwater inlaat	Belucht water	Filtraat zandfilter	Filtraat schelpenbed	Reinwateropslag	Reinwater af pomp	Distributie netwerk	Tapkraan klant		Ruwwater/oppervlaktewater	Zuivering oppervlaktewater	Reinwater opp. waterzuivering	Distributienetwerk continue desinfectie
Bacteriologisch														
Thermotolerante coliformen bij 44.5 °C	x	x				x	x	x	x		x		x	x
Totale coliformen bij 35 °C	x	x				x	x	x	x		x		x	x
Totaal kiemgetal bij 35°C											x	x	x	x
Fysisch/Chemisch														
pH	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Konductiviteit	x	x				x	x						x	x
TDS(Total dissolved solids)	x					x	x	x	x				x	x
Troebelheid	x					x	x	x	x				x	x
Temperatuur	x					x	x	x	x				x	x
Opgelost zuurstof	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x	x
CO ₂ (Kooldioxide)	x	x	x	x	x	x	x				x		x	x
HCO ₃ ⁻ (bicarbonaat)	x	x	x	x	x	x	x				x	x	x	x
CaCO ₃ (Calciumcarbonaat)	x				x	x	x						x	x
Fe totaal	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Mangaan														
Chloride	x	x				x	x	x			x		x	x
Calcium	x	x			x	x	x						x	x
Vrij chloor						x	x	x				x	x	x
Totaal chloor						x	x	x				x	x	x

Quality assurance en Quality control

In het kader van de ISO 9001:2008-certificering zijn het proces van waterkwaliteitsbewaking, de procedures en de bijbehorende werkinstructies beschreven. Voor het beheren van het KMS van het Lab is een kwaliteitsfunctionaris aangesteld. De werkvoorschriften voor monsternamen, analyses en rapportage worden besproken met alle medewerkers van het Laboratorium. De verantwoordelijkheden en bevoegdheden zijn eenduidig beschreven in functiebeschrijvingen. Met het personeel worden er werkafspraken gemaakt die elk kwartaal geëvalueerd worden. Voor het waarborgen van de kwaliteit van de analyses wordt gebruikgemaakt van interne controle en externe controle. De interne controle wordt uitgevoerd door het gebruik van shewartkaarten. Als externe controle was er in 2012 deelgenomen aan een proficiency testing welke georganiseerd werd door CROSQ via het Surinaams Standaarden Bureau.

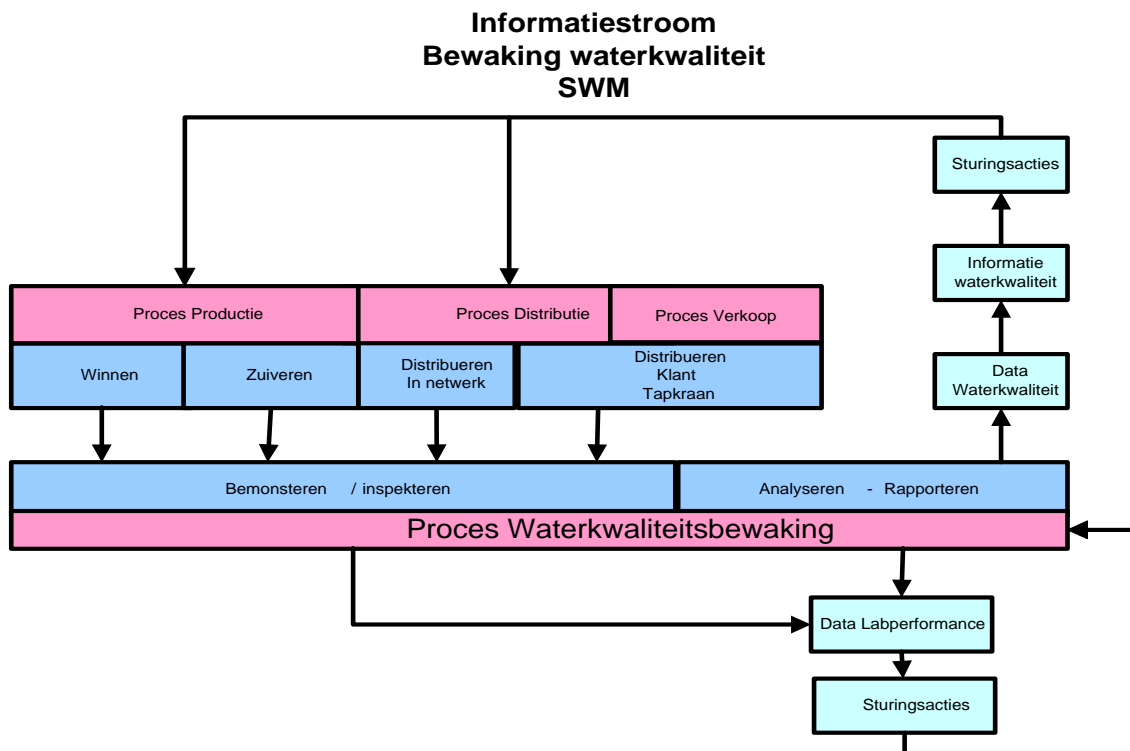
De diverse kwalificaties die gehanteerd werden (met behulp van een Z-score) bij de beoordeling van de analyses zijn de volgende:

- Satisfactory $|Z| \leq 2$
- Questionable $2 < |Z| < 3$: moet een waarschuwend signaal geven omtrent de betrouwbaarheid
- Unsatisfactory $|Z| \geq 3$: moet een alarmerend signaal geven omtrent de betrouwbaarheid

De resultaten van de analyses van het laboratorium van SWM vielen in de categorie “Satisfactory”.

Dataverwerking en communicatie

De verzamelde data worden binnen een bepaalde termijn gecommuniceerd met de relevante actoren binnen de SWM om tijdige acties mogelijk te maken. Voor het beheer van de labinformatie is er een LIMS-functionaris aangesteld. Er wordt gewerkt volgens een rapportageplan (zie bijlage IV). Hiervoor wordt gebruikgemaakt van Microsoft Excel en Microsoft Access. De verkregen data en informatie uit de analyses c.q. inspecties worden gebruikt voor het helpen beheersen van de waterkwaliteit in het proces van winning-productie-distributie (zie figuur 9).



Figuur 9. Het aanwenden van data en informatie voor het beheersen van de waterkwaliteit binnen de SWM

Eerder onderzoek waterkwaliteitsbeheersing

In 2010 werd een onderzoek uitgevoerd naar de veiligheid van het geproduceerde drinkwater (P.Kromotaroeno, 2010). Bij dit onderzoek werd als basis de WHO-benadering van risicomanagement “Catchment to consumer” voor veilig drinkwater toegepast. Op basis van dit onderzoek werd aanbevolen om bij het verbeteren van de veiligheid van drinkwater te werken met het door de WHO aanbevolen Water Safety Plan. Dit, om op een gestructureerde manier bezig te zijn en duurzame resultaten te behalen. Uit het in 2010 verrichte onderzoek bleek dat er wel reeds elementen aanwezig zijn in het systeem van de SWM voor het opzetten van een Water Safety Plan. Voor het onderzoek naar het opzetten van het waterkwaliteitsbewakingsplan van de SWM is er weer geïnventariseerd wat de status is van de genoemde elementen. In de bijlagen wordt de recente versie van deze inventarisatie aangehecht.

2.3 Activiteiten voor de verdere versterking van de capaciteit van de SWM

Ter bevordering van vakkennis en ervaring is de SWM al enkele decennialang een samenwerking aangegaan met de Nederlandse waterleidingbedrijven Vitens en Waternet. Om haar interne organisatie verder te versterken heeft de SWM in het kader van het EU-project “Capacity Building in Drinking Water Supply in Suriname”, dat loopt van 2013-2015, diverse projecten geïdentificeerd en geïnitieerd. Deze projecten worden met de ondersteuning van bovengenoemde Nederlandse zusterbedrijven uitgevoerd.

	Project	Doel
1	Managementefficiëntie	Bijdragen aan een structureel beter functionerende organisatie door professionalisering en ondersteuning van het management middels een adequaat MIS en bevordering van de betrokkenheid van het personeel.
2	Water resources management and source protection	Het opstellen van een goed en effectief beheer- en beschermingsplan voor de watervoorraden en het maken van een centrale database.
3	Drinking Water Treatment Plants Description of process of safe guarding water quality	Het garanderen van continue productie van voldoende en betrouwbaar drinkwater door de bedrijfszekerheid en leveringszekerheid van de productielocaties te verhogen.
4	Non Revenue Water	Het ontwikkelen en implementeren van een NRW-strategie door het beschrijven en het uittesten van een werkprocedure in een pilot-gebied, middels de IWA-waterbalans.
5	Het ontwikkelen van een kwaliteitsmanagementsysteem voor SWM-laboratoriumprocessen	Beschrijven van labprocessen; Trainen van labpersoneel; Uitbreiden van labequipment voor het analyseren van monsters in het lab en op het veld. Uitvoeren van “Pilot Project”
6	Awareness Raising Capacity Building Drinking Water Supply Suriname en Communication en visibility plan voor het projectmanagement	Het verhogen van de awareness van de verbruikers met betrekking tot hun rol en hun verantwoordelijkheid in de duurzame levering van drinkwater, het bevorderen van de communicatie tussen stakeholders in de watervoorziening en het bekendmaken van het EU-project bij het publiek.

Conclusies

Na bestudering van de activiteiten in de bedrijfsvoering van de SWM kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

1. Er wordt door de SWM aandacht besteed aan het beheersen van de kwaliteit van de verschillende bedrijfsprocessen.
2. Er wordt wel aandacht besteed aan het beheersen van de waterkwaliteit door verschillende actoren binnen het bedrijf.
3. Er zijn activiteiten opgenomen voor het beheersen van de waterkwaliteit in het jaarplan 2013 door de verschillende sectoren binnen het bedrijf, maar er is nog geen sprake van een samenhangend waterkwaliteitsbeheersplan.
4. Er zijn nog geen monitoringsactiviteiten voor de waterwingebieden opgenomen in het huidige monitoringsprogramma van het lab.
5. Er zijn beperkte mogelijkheden voor wateranalyses zowel bij het laboratorium van SWM als bij de lokale laboratoria.

3 Wat is waterkwaliteitsbewaking?

Het woord “bewaken” betekent: toezicht houden op de veiligheid van (Van Dale, 2002). Drinkwater van goede kwaliteit is essentieel voor het leven. Om de kwaliteit van drinkwater op adequate manier te kunnen bewaken is het belangrijk om te weten wat de gevaren zijn waaraan drinkwater blootgesteld kan worden, de bronnen van gevaren, via welke wegen deze gevaren in het drinkwater terechtkomen en op welke wijze hierop toezicht gehouden dient te worden. Onveilige omstandigheden en de aanwezigheid van contaminaties bij de winning, productie en distributie van drinkwater kunnen leiden tot een onveilig product. Dit kan weer leiden tot aantasting van de gezondheid van de consument en tot het uitbreken van ziekten. Om te komen tot een helder, volledig en hedendaags begrip van gevaren voor drinkwater, het doel en de inhoud van waterkwaliteitsbewaking is er literatuuronderzoek verricht en zijn er richtlijnen bestudeerd welke betrekking hebben op dit onderwerp. De resultaten hiervan worden in dit hoofdstuk besproken. In paragraaf 3.1 wordt weergegeven wat de gevaren zijn voor drinkwaterkwaliteit en de oorsprong van deze gevaren, waarna in paragraaf 3.2 het doel van waterkwaliteitsbewaking en de internationale richtlijnen voor drinkwaterveiligheid worden belicht. In paragraaf 3.3 worden de elementen van een waterkwaliteitsbewakingsplan behandeld en in paragraaf 3.4 wordt onder de loep genomen welke stappen gevolgd moeten worden om het proces van waterkwaliteitsbewaking uit te voeren. Voorts wordt in paragraaf 3.5 aandacht besteed aan de eisen en regelgevingen in de nationale wetgeving met betrekking tot waterkwaliteitsbewaking en in paragraaf 3.6 worden belicht de relevante onderdelen van het Masterplan voor drinkwater in Suriname. De hoofdbronnen gebruikt bij dit hoofdstuk zijn de WHO Guidelines for Drinking-water Quality 4^{de} editie (2011), de Australian Drinking Water Guidelines Paper 6 (2011), Bartram en Ballance (1996) en het Suriname Water supply Master Plan, 2011.

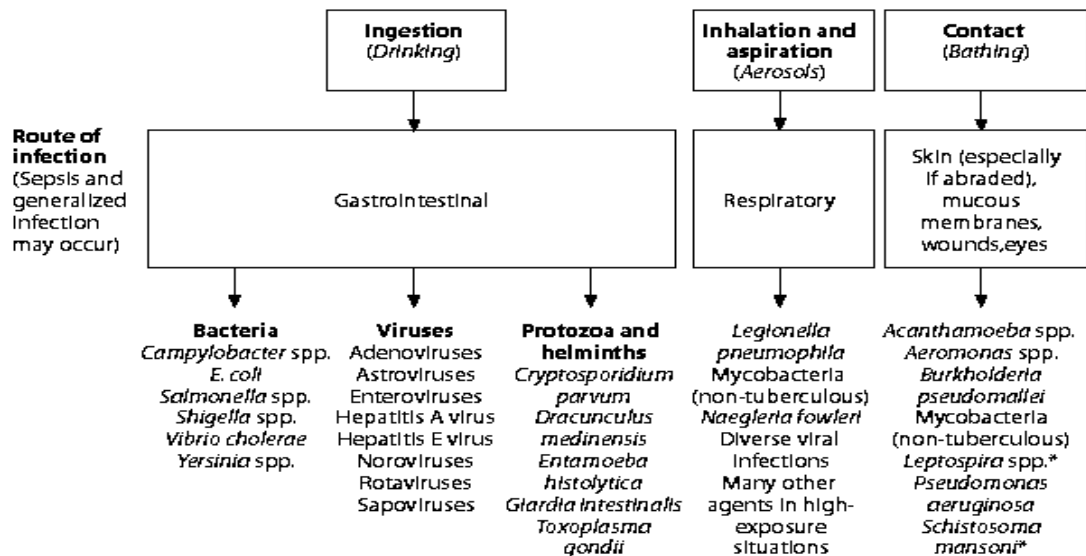
3.1 Gevaren voor drinkwaterkwaliteit

Veilig drinkwater, zoals gedefinieerd door de WHO Guidelines, geeft geen enkel significant risico voor de gezondheid bij levenslang gebruik. Drinkwater kan aan gevaar worden blootgesteld, waardoor de kwaliteit niet meer als veilig beschouwd kan worden. De definitie van “gevaar voor het drinkwater” zoals door de WHO gehanteerd luidt als volgt: een biologisch, chemisch, fysisch of radiologisch agens dat de potentie heeft om schade te veroorzaken aan de volksgezondheid (WHO, 2011).

In de volgende paragrafen worden de microbiologische, de chemische, de fysische en de radiologische gevaren voor drinkwaterkwaliteit onder de loep genomen.

3.1.1 Microbiologische gevaren voor drinkwater

Water kan als transportmiddel functioneren voor pathogenen. De pathogenen die via water overdraagbaar zijn, kunnen geclassificeerd worden naar hun groep of familie en behelzen virussen, bacteriën, protozoën en wormeieren of -larven. Besmettelijke ziekten veroorzaakt door deze pathogene organismen dragen bij aan de 3,4 miljoen watergerelateerde doden per jaar wereldwijd (WHO/OECD, 2003). De manier van overdracht van deze pathogenen via water is divers. Behalve via inname, kunnen pathogenen ons lichaam ook binnentreden door inademing van verneveld besmet water en via huidcontact. Figuur 10 geeft een aantal voorbeelden van pathogenen met hun infectieroute.



Figuur 10. Voorbeelden van watergerelateerde pathogenen en hun transmissieroute (WHO, 2011)

Impact

De effecten van microbiologische verontreiniging in drinkwater op de gezondheid zijn gewoonlijk acuut. De meeste pathogenen die via water overdraagbaar zijn, groeien niet in water en initiëren een infectie in het maag-darmkanaal na inname. Sommige pathogenen, zoals *Legionella pneumophila*, veroorzaken infectie aan de ademhalingswegen na inhaleren van verneveld besmet water en sommige zoals *Naegleria fowleri* en *Burkholderia pseudomallei*, kunnen bij contact infecties veroorzaken, zoals op de huid en in de hersenen. Het risico van het oplopen van een watergerelateerde infectie neemt toe met de mate van contaminatie door pathogene micro-organismen. De relatie is echter niet eenvoudig en hangt af van factoren zoals de infectieuze dosis en de gevoeligheid van de gastheer. Degenen die het grootste risico lopen bij watergerelateerde ziekten zijn zuigelingen en jonge kinderen, personen die verzwakt zijn of die onder onhygiënische omstandigheden leven, en de ouderen.

Oorsprong

Feces zijn een belangrijke bron van vele pathogenen (bijlage I). De grootste microbiologische risico's hebben te maken met de inname van water dat gecontamineerd is met feces van mens of dier (Dufour *et al.*, 2012).

De bacterie *Legionella* is echter overal aanwezig; deze wordt gevonden in diverse bronnen zoals in zoetwater, in water op de planten in het regenwoud, in grondwater en in zee water (WHO, 2007). De bacterie overleeft ook in kunstmatige bronnen van zoutwater. In bepaalde natuurlijke aquatische milieus, (zoals in grondwater dat verontreinigd is met aarde en een temperatuur heeft van lager dan 20 °C) kan *Legionella* in heel lage concentraties voorkomen welke niet te meten zijn door kweekculturen. Zulk water kan *legionella* potentieel overbrengen in opslagtanks en systemen in gebouwen, waar de fysieke en chemische condities hun groei bevorderen. *Legionella* gedijt goed bij temperaturen tussen 20 °C en 50 °C, met een optimale groeitemperatuur tussen 37 °C en 42 °C. Deze condities worden geschapen indien er verwarming van het water plaatsvindt (warmwaterinstallaties in gebouwen).

3.1.2 Chemische en fysische gevaren voor drinkwater

Er zijn vele chemische substanties die in water aanwezig kunnen zijn en die van belang zijn voor de volksgezondheid, voor de aanvaardbaarheid van het water en voor operationele prestatie van het drinkwaterbedrijf. De *WHO guidelines for Drinking-Water Quality* stellen richtlijnen vast voor bijna tweehonderd substanties (WHO, 2011a). Niet alle chemische stoffen die zijn opgenomen in de WHO Guidelines zullen aanwezig zijn in alle landen. Het is daarom belangrijk dat bij het vaststellen van nationale drinkwaterkwaliteitsnormen prioriteiten worden gesteld bij chemische stoffen. Prioriteitstelling zal ertoe leiden dat de meeste belangrijke stoffen worden opgenomen in de nationale standaarden en monitoringsprogramma's. Zodoende worden schaarse middelen niet onnodig gebruikt voor het beheersen van chemische stoffen die geen gevaar vormen voor de gezondheid en die geen invloed hebben op de aanvaardbaarheid van drinkwater. Van de chemische stoffen die kunnen voorkomen in drinkwater, zijn slechts enkele stoffen direct gevaarlijk voor de gezondheid wanneer ze in hogere concentraties aanwezig zijn. Deze zijn fluoride, arseen, nitraat, lood, selenium en uranium. De effecten van andere chemische contaminanten op de gezondheid kunnen mogelijk pas na jarenlange blootstelling schadelijk zijn (WHO, 2011). Er zijn dus weinig chemische bestanddelen in water die kunnen leiden tot acute gezondheidsproblemen, tenzij er door een ongeval enorme contaminatie plaatsvindt. In zulke gevallen wordt het water gewoonlijk ondrinkbaar als gevolg van onacceptabele smaak, geur en onacceptabel uiterlijk.

Impact

De chemische stoffen opgesomd in de WHO guidelines, die een direct gevaar vormen voor de gezondheid vanwege de giftigheid zijn zoals eerder genoemd: **nitraat, fluoride, arseen, selenium en lood**. Hoge concentraties **nitraat** en vooral **nitriet** kunnen methaemoglobinaemia veroorzaken bij zuigelingen, kinderen en zwangere vrouwen. Nitraat wordt daarbij gereduceerd tot nitriet in het lichaam, waarbij er vermindering van zuurstof in het bloed ontstaat. Dit wordt ook wel blue baby syndroom genoemd. Verhoogde **fluoride**-inname kan ernstige gevolgen hebben op het skeletweefsels. **Arseen** veroorzaakt acute en chronische effecten en kan kanker veroorzaken, zoals huid- en longkanker. Ook tast arseen het zenuwstelsel aan, het cardiovasculaire systeem, de lever en het endocriene systeem (Hughes 2002). Blootstelling aan **lood** kan leiden tot neurologische ziekten, hypertensie, kanker, verzwakte vruchtbaarheid, geboortefwijkingen en groeistoornissen in kinderen (Ahamed and Siddiqui, 2007). Hoge inname van **selenium** veroorzaken gastro-intestinale verstoringen, verkleuringen van de huid, tandbederf, verlies van haar en nagels en veranderingen in de perifere zenuwen (WHO, 2011).

Andere chemische stoffen zijn niet schadelijk, maar kunnen leiden tot indirecte negatieve gezondheidseffecten omdat ze invloed hebben op de fysische eigenschappen van het water en dit onaangenaam maken; de smaak, kleur en geur kunnen onacceptabel worden. Voorbeelden van stoffen die effect hebben op de fysische eigenschappen van het drinkwater zijn ijzer, mangaan, chloride en calcium en magnesium. Onaantrekkelijk drinkwater kan dan weer leiden tot afwijzing door de verbruikers waarbij voorkeur wordt gegeven aan een alternatieve bron voor drinkwater die mogelijk microbiologisch gecontamineerd is. Natuurlijk voorkomende chemische stoffen in water zijn over het algemeen eerder chronisch dan een acuut gevaar voor de gezondheid. Hiervoor is dan wel blootstelling vereist aan lage concentraties gedurende enkele jaren. Acute gezondheidseffecten door natuurlijk voorkomende chemische stoffen, zoals diarree, kunnen veroorzaakt worden door hoge sulfaatgehalten (voor diegenen die niet gewend zijn aan deze gehalten), maar dit is zeldzaam.

Oorsprong

Chemische stoffen kunnen afkomstig zijn van natuurlijke en menselijke bronnen. In tabel 6 wordt een classificatie gegeven van de bronnen van chemische stoffen die in het water kunnen voorkomen (WHO, 2011a).

Andere bronnen die de fysische eigenschappen van het drinkwater kunnen beïnvloeden, kunnen zijn:

- sedimenten afkomstig van leidingmaterialen, losgekomen biofilms of ijzer- en mangaanneerslagen;
- natuurlijke anorganische en organische chemische stoffen, biologische bronnen of biologische processen (waterorganismen);
- corrosie;
- processen tijdens zuivering, opslag en distributie van drinkwater.

Tabel 5. Categorië van bronnen van chemische stoffen in drinkwater

Bron van chemische stoffen	Voorbeelden van bronnen	Voorbeelden van chemische stoffen
Natuurlijk voorkomen	Gesteenten, bodems en de effecten van de geologische formatie en het klimaat Afbraak van plantmateriaal (ook onder invloed van rioolozingen en agrarische afstroming).	Anorganische chemische stoffen zoals arseen, fluoride, selenium, uranium, chromium, barium, boor, chloride, hydrogensulfide, ijzer, mangaan, sulfaat, sodium, kalium, Organische chemische stoffen zoals gifstoffen van blauw-groene algen (cyanobacteriën): microcystine-LR
Industriële bronnen en menselijke verblijfplaatsen	Mijnactiviteiten (extractie-industrieën), fabricage- en verwerkingsindustrieën. Riolering, dumpen van vast afval Stedelijke afstroming Olieproducten van brandstoflekkages.	Anorganisch zoals: cadmium, kwik. Organisch zoals: benzeen, carbontetrachloride, styreen, toluen, xyleen, pesticiden, herbiciden. Pharmaceutische middelen en hun metabolieten.
Agrarische activiteiten	Toepassing van dierlijke mest, kunstmest, intensieve veeteelt, onkruid- en insectenbestrijding	Nitraat, nitriet, pesticiden, herbiciden.
Waterzuivering of materialen in contact met drinkwater	Toepassing van vlokvorming en coagulatie, desinfectie, leidingmaterialen	Acrylamide, epichlorohydrin, pH-corrigerende stoffen, chloor, bijproducten van desinfectie (DBPs), koper, benzo[a] pyreen, lood, nikkel, vinylchloride.
Pesticiden gebruikt voor de volksgezondheid	Larviciden gebruikt in de beheersing van insectvectoren of ziekten	Pesticiden

3.1.3 Radiologische gevaren voor drinkwater

Radioactieve materialen komen in de natuur voor (b.v. uranium en thorium). Sommige radioactieve componenten zijn afkomstig van menselijke activiteiten (medisch en industrieel gebruik van radionucliden) en bepaalde natuurlijke bronnen van radiatie zijn geconcentreerd door mijnactiviteiten en andere industriële activiteiten. Het grootste deel van de menselijke blootstelling aan radiatie is afkomstig uit natuurlijke bronnen, van externe radiatiebronnen, zoals kosmische radiatie of door inname of inademing van radioactieve materialen. Een heel klein deel van de totale menselijke blootstelling komt van drinkwater.

Oorsprong

Radioactieve contaminatie van drinkwater kan veroorzaakt worden door:

- natuurlijk voorkomende radioactieve soorten (bv. radionucliden van thorium en uranium afbraakseries in drinkwaterbronnen);
- technologische processen waarbij natuurlijk voorkomende radioactieve materialen betrokken zijn (bv. het mijnen en verwerken van van minerale zanden en fosfaat mest-producties);
- radionucliden die geloosd worden door nucleaire energie-opwekkingsfaciliteiten (bv. lozing van Jood 131 en Cesium 134 in zeewater door vernietiging van de kerncentrale in Fukushima, Japan bij de aardbeving in 2011);
- gefabriceerde radionucliden die drinkwatervoorzieningen kunnen binnentreden als gevolg van reguliere lozingen, in het bijzonder in geval van onjuist medisch of industrieel gebruik en onjuiste afvoer van radionuclide materialen.

De bijdrage van drinkwater aan totale blootstelling is normaliter erg klein en is grotendeels te wijten aan natuurlijk voorkomende radionucliden van thorium en uranium afbraakseries.

Impact

Er zijn bewijzen uit onderzoek met mens en dier dat blootstelling van radioactieve straling bij lage tot matige dosis, het voorkomen van kanker op lange termijn kan doen toenemen. Uit onderzoek met dieren is gebleken dat de mate van genetische misvormingen kan toenemen door blootstelling aan radioactieve straling. Er worden geen vernietigende radiologische gezondheidseffecten verwacht uit de consumptie van drinkwater indien de concentraties van de radionucliden onder de richtlijnen zijn. Door de lage gehalten van radionucliden die normaal gevonden worden in drinkwatervoorzieningen, zijn acute gezondheidseffecten afkomstig van straling niet van grote zorg voor drinkwatervoorzieningen.

Uitgebreide informatie over de richtlijnwaarden van radionucliden in drinkwater afkomstig van natuurlijke bronnen of uit kunstmatige bronnen zijn te vinden in de WHO guidelines.

3.1.4 Het identificeren van prioriteiten

De verschillende gevaren kunnen verschillende prioriteiten vereisen bij het beheersen van drinkwaterkwaliteit. Over het algemeen zijn de prioriteiten in afnemende orde als volgt (WHO,2011):

- het verzekeren van adequate voorziening van microbiologisch veilig water en het handhaven van de aanvaardbaarheid om verbruikers te ontmoedigen potentieel microbiologisch minder veilig water te gebruiken;
- het beheersen van belangrijke chemische gevaren die bekendstaan om hun schadelijke gezondheidseffecten;
- het behandelen van andere chemische gevaren, vooral die welke effect hebben op de aanvaardbaarheid van het drinkwater in termen van smaak, geur en kleur;

- het toepassen van geschikte technologieën om contaminanten in bronnen te reduceren naar concentraties onder de guidelines of onder wettelijk vastgestelde eisen.

3.1.5 Conclusies

Op grond van de effecten van drinkwatercontaminaties op de gezondheid van de mens is het van levensbelang dat er toezicht wordt gehouden op de kwaliteit van drinkwater. Bij het bewaken van de drinkwaterkwaliteit zal rekening gehouden moeten worden met de volgende punten:

- Vanwege het acute effect op de gezondheid veroorzaakt door de microbiologische contaminaties zal aan de bewaking van de microbiologische kwaliteit prioriteit gegeven moeten worden.
- Wat de chemische gevaren betreft, moet voor de Surinaamse situatie kwik worden toegevoegd aan de lijst van chemische gevaren, vooral in drinkwatervoorzieningen die gebruikmaken van oppervlaktewater. Dit vanwege het gebruik van kwik in de goudwinning in het binnenland (hoofdstuk 1, figuur 1).
- Voor zover bekend, zijn er in Suriname geen radioactieve stoffen aanwezig in de natuur.
- Het is van levensbelang om de veiligheid van het drinkwater goed te bewaken en deze niet aan het toeval over te laten. Een goede bewaking vereist echter een goed doordacht en goed opgezet bewakingsplan. In paragraaf 3.2 wordt meer aandacht hieraan besteed.

3.2 Het doel van waterkwaliteitsbewaking

Definitie

Het woord waterkwaliteitsbewaking betekent: het toezicht houden op de veiligheid van de drinkwaterkwaliteit. Waterkwaliteitsbewaking wordt ook wel aangeduid als waterkwaliteitsmonitoring. De betekenis van het woord monitoren is controleren, bewaken of toezicht houden op (Van Dale, 2002). Monitoring wordt door de Internationale Organisatie voor Standaardisatie (ISO) als volgt gedefinieerd:

“Het geprogrammeerde proces van bemonsteren, metingen en daaropvolgende registratie of signalering, of beide, van verschillende waterkarakteristieken, vaak met het doel om conformiteit aan gespecificeerde doelstellingen te beoordelen” (UNEP/WHO, 1996).

Over het algemeen wordt waterkwaliteitsmonitoring onderscheiden in drie typen (Meybeck *et al.*, 1992):

- Langetermijnmonitoring; dit is de lange termijn, gestandaardiseerde meting en observatie van het aquatisch milieu met als doel het definiëren van de status en trends.
- Kortetermijnmonitoring of *surveys*; dit zijn intensieve programma's van eindige duur om de kwaliteit van het aquatisch milieu te meten en te observeren voor een specifiek doel.
- Continue monitoring of *surveillance*: dit is continue, specifieke meting en observatie ten behoeve van waterkwaliteitsmanagement en operationele activiteiten.

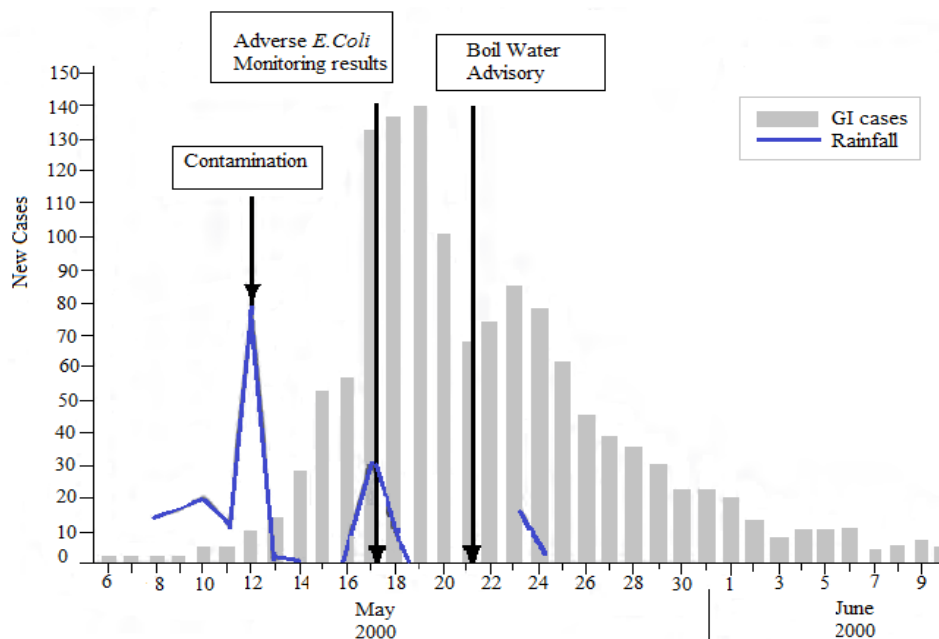
Het doel van waterkwaliteitsbewaking

Waterkwaliteitsbewaking moet gebaseerd zijn op duidelijke en goed doordachte doelen (Bartram en Ballance, 1996). Het ontbreken van een duidelijk doel en duidelijke beschrijving van de monitoring kan leiden tot het verzamelen van een aanzienlijke hoeveelheid data zonder enige bedoeling deze om te zetten tot informatie en zonder een gedefinieerde toepassing binnen de besluitvorming van de organisatie (Ward, Loftis en Graham, 2003). Het doel van waterkwaliteitsbewaking heeft zich in de loop der tijden sterk ontwikkeld. De

volgende subparagraaf handelt over de ontwikkeling welke waterkwaliteitsbewaking heeft ondergaan.

3.2.1 De traditionele benadering: eindproductcontrole

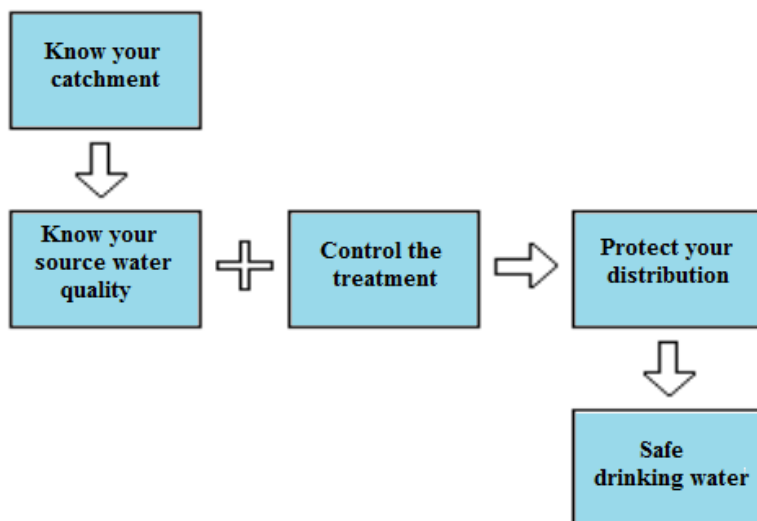
In de traditionele benadering was waterkwaliteitsmanagement gericht op het meten van de waterkwaliteit met als doel te verifiëren of de waargenomen waterkwaliteit geschikt is voor bedoeld gebruik (Helmer et al, 1999). Hierbij werd een grote nadruk gelegd op de routinemonitoring van de kwaliteit van het eindproduct, namelijk het geproduceerde drinkwater. Zulke monitoringsprogramma's, die zich primair richten op de kwaliteit van het gezuiverde drinkwater alleen, geven geen garantie voor de levering van veilig drinkwater. Contaminaties met korte tussenpozen of fouten van het systeem zijn erg moeilijk te herkennen en te beheersen middels het monitoren van het eindproduct alleen. Het focussen op het eindproduct heeft als gevolg dat er pas gereageerd kan worden als er afwijkingen worden geconstateerd in de waterkwaliteit. Dit betekent dat het water al geconsumeerd is door de klanten voordat de resultaten van de monitoring bekend zijn en voordat een verhoogd risico voor de gezondheid geïdentificeerd wordt. Een internationaal bekend geval is de uitbraak van *Escherichia coli* O157: H7 en *Campylobacter jejuni* door de verspreiding via drinkwater in Walkerton, Ontario, Canada in mei 2000. De uitbraak werd toegeschreven aan contaminatie van het ondiepe grondwater met veemest, afkomstig van een lokale boerderij en onvoldoende desinfectie van het drinkwater. Deze uitbraak heeft geresulteerd in andere belangrijke gevolgen waaronder een openbaar onderzoek dat \$ 9.5 miljoen (CAD) had gekost en meer dan \$ 65 miljoen (CAD) in economische kosten voor Walkerton, alsook honderden miljoenen dollars in kosten voor de provincie van Ontario (O'Connor, 2002). Uit het openbaar onderzoek is gebleken dat de contaminatie zou hebben plaatsgevonden op 12 mei, waarbij de testresultaten pas op 17 mei hebben uitgewezen dat het drinkwater besmet was (figuur 10). Door consumptie van dit water zijn 7 mensen gestorven en 2300 zijn ziek geworden (Rizak & Hruday, 2007). Het bouwen op eindproducttesten alleen biedt dus niet voldoende ondersteuning voor de bescherming van de volksgezondheid; het kan niet beschouwd worden als een methode van risicobeheersing, want het is geen preventieve benadering (WHO, 2004).



Figuur 11. Chronologie van gebeurtenissen en gevallen van gastroenteritis in de Walkertonuitbraak (BGOSHU 2000, 2007)

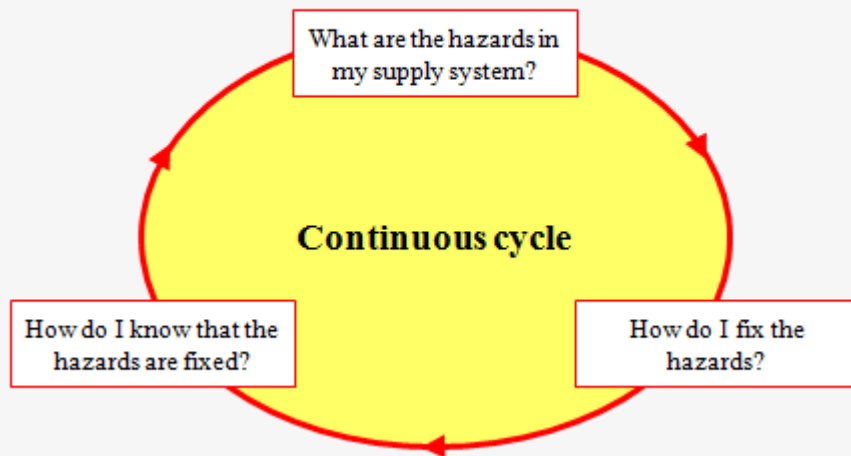
3.2.2 De hedendaagse benadering: procescontrole

Bij de hedendaagse benadering van waterkwaliteitsmanagement is het doel van waterkwaliteitsbewaking: het verzekeren van de drinkwaterveiligheid door het effectief monitoren van risico's in het gehele watervoorzieningsproces. In de hedendaagse benadering van waterkwaliteitsmanagement wordt de nadruk gelegd op de coherente benadering van risicobeoordeling en risicobeheersing vanaf de bron tot de klant ook wel "Catchment to consumer"-benadering (figuur 12). Dit concept van risicobeoordeling en -beheersing is grotendeels gebaseerd op de principes van HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Point). HACCP is een preventief risicomangementsysteem dat reeds tientallen jaren gebruikt wordt in de voedingsmiddelenindustrie. Deze principes zijn verfijnd en op maat gemaakt voor de context van drinkwater in navolging op de toepassing van HACCP door enkele waterbedrijven in de United States en in Australië. De ervaring van de toepassing van HACCP door deze waterbedrijven heeft informatie opgeleverd voor de ontwikkeling van Water Safety Plans. In 2005 is de WHO uitgekomen met het document Water Safety Plans, waarin het concept van waterkwaliteitsmanagement is beschreven. In 2009 is er een handleiding voor het opzetten van water safety plans uitgegeven door de WHO. In 2012 is er een trainingspakket uitgegeven bestaande uit 13 modules bestemd voor het trainen van professionals betrokken bij drinkwaterveiligheidsmanagement. Het Water Safety Plan (WSP) is een waterkwaliteitsmanagementsysteem dat als doel heeft de gevaren en risico's voor de waterkwaliteit tijdens het proces vanaf de bron tot de gebruiker totaal te beheersen. Dit gebeurt door middel van het toepassen van beheersmaatregelen bij kritieke controlepunten (CCP) in het systeem en het monitoren van de effectiviteit daarvan. Dit WSP dient door waterbedrijven opgezet en geïmplementeerd te worden. Figuur 13 geeft een simpele weergave van een WSP.



Figuur 12. 'Catchment to consumer'-benadering voor risicomangement van de drinkwaterveiligheid (Medema *et al.* 2003)

WSP in simple



Figuur 13. Een simplistische schematische weergave van een WSP (Techneau, 2007)

Door de WHO is verder aangegeven dat voor het beheersen van de veiligheid van drinkwater, naast het opzetten en uitvoeren van WSP's door waterbedrijven, ook nog de volgende voorzieningen getroffen moeten worden:

- Het vaststellen van health-based targets door een bevoegde regulerende autoriteit in samenwerking met de waterbedrijven en de gemeenschap. Deze targets zouden als doel moeten hebben de volksgezondheid te beschermen en te verbeteren.
- Een onafhankelijke surveillance welke erop moet toezien dat waterbedrijven voldoen aan de gestelde standaarden (effectiviteit WSP, kwaliteit drinkwater). Deze surveillance is complementair aan de waterkwaliteitsbewaking welke door het waterbedrijf zelf uitgevoerd dient te worden.

Het doel van waterkwaliteitsbewaking of monitoring zoals in het WSP gedefinieerd is het volgende: het bepalen of de componenten van de watervoorziening goed werken door middel van het uitvoeren van geplande series van observaties of metingen van operationele en/of kritieke limieten. Het op de juiste wijze implementeren van het WSP zal resulteren in de duurzame voorziening van veilig drinkwater.

3.3 Strategische waterkwaliteitsbewaking

Zoals aangegeven in paragraaf 3.2.2 zal de hedendaagse waterkwaliteitsbewaking ondersteunend moeten zijn naar de beheersing van de drinkwaterveiligheid volgens de benadering "Catchment to consumer". Hierbij zal de waterkwaliteitsbewaking belangrijke informatie moeten leveren over de aanwezige gevaren, risico's en de mate van beheersing van deze risico's in het watervoorzieningssysteem.

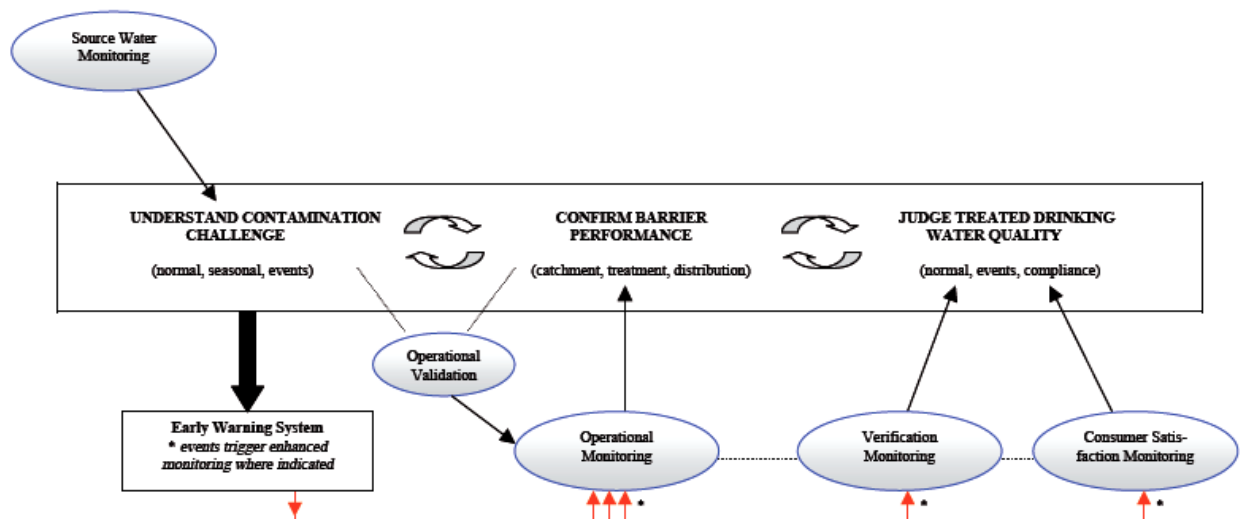
De Australische onderzoekers Rizak en Hruday (2007) hebben voor het effectief bewaken van drinkwaterkwaliteit een strategie ontwikkeld. Deze strategie is preventief/proactief en niet reactief en zal moeten leiden tot het effectief informeren over de risico's in de watervoorziening.

Bij de strategie van Rizak en Hrudehy worden er data verzameld die:

- de kennis van het watersysteem bevorderen;
- verbeterde inzichten geven in de totale kwetsbaarheid van het systeem (de gevaren, de performance van de zuiveringstappen en de integriteit van het distributiesysteem);
- het mogelijk maken om effectieve maatregelen te implementeren om de risico's uit die gevaren te beheersen;
- het mogelijk maken om op de juiste wijze de resources te investeren om de beoogde resultaten te maximaliseren.

De monitoringsactiviteiten hebben dan niet alleen betrekking op het verzamelen van monsters voor laboratoriumanalyses, maar ook op observaties, veldmetingen en het gebruik van on-line-instrumenten bij monitoring. Alle monitoringsactiviteiten en hun uitgangspunten dienen vastgelegd te worden in een uitvoerig monitoringsprogramma.

De verzamelde data behelzen behalve de waterkwaliteit ook data van andere parameters die als indicatoren functioneren voor de werking van elk onderdeel van de watervoorziening of als indicatoren van aanwezige risico's. Voorbeelden van parameters variëren van troebelheid van filtraatwater tot de status van de bronconstructie. (WHO Water Safety Plans, 2005; Australian Drinking Water Guidelines Paper 6, 2011). Figuur 14 geeft een schematische weergave van dit hedendaagse concept van strategische waterkwaliteitsbewaking in het proces van winning-zuivering-levering van drinkwater.



Figuur 14. Strategisch waterkwaliteitsmonitoringsysteem voor drinkwaterveiligheid. (Rizak & Hrudehy, 2007)

Strategische waterkwaliteitsbewaking integreert de volgende monitoringsaspecten:

- het monitoren van het ruwwater (source water monitoring);
- validatiemonitoring;
- operationele monitoring;
- verificatiemonitoring;
- klanttevredenheidsmonitoring (consumer satisfaction monitoring).

Source water monitoring

Effectief systeembeheer vereist kennis van het bronwater (hetzij oppervlaktewater, grondwater of zeewater) en de karakteristieken van het betrokken wingebed. Source water monitoring helpt de watervoorziener met informatie over de mogelijke gevaren en de contaminatieproblemen die kunnen ontstaan. Deze monitoring kan ook preventief zijn; deze kan ontwikkeld worden tot een “early warning system” of “vroegtijdig alarmsysteem”. Dit biedt het watervoorzieningssysteem gelegenheid voor realtime of directe procesbeheersing en voor het voorspellen van potentiële contaminaties. Bijvoorbeeld bij concentratiepieken van microbiologische pathogenen die gepaard gaan met zware regenval of stormen kunnen de geschikte maatregelen toegepast worden zoals het sluiten van het intakewater, het gebruiken van alternatieve bronnen indien beschikbaar, het aanpassen van de zuiveringsmethode, het verhogen van het toezicht op het systeem en intensievere monitoring.

Waar er een nieuwe waterbron in gebruik genomen zal worden, zijn een serie monitoringsactiviteiten en andere achtergrondonderzoeken nodig om informatie te verzamelen ten behoeve van gevarenidentificatie en risicobeoordeling voor het watervoorzieningssysteem. Monitoringsvereisten zullen beïnvloed worden door de karakteristieken van de waterbron en het wingebed. De soorten monitoring die overwogen moeten worden zijn:

- microbiologische monitoring gebaseerd op potentiële bronnen van fecale contaminatie (bv. riolering en septic afval, vee);
- microbiologische en chemische monitoring om met tussenpozen voorkomende of seizoensgebonden verontreinigingspatronen vast te stellen;
- chemische monitoring gebaseerd op geïdentificeerde verontreinigingsbronnen van agrarische, mijnbouwkundige, industriële en stedelijke aard;
- chemische monitoring gebaseerd op geologische eigenschappen (in het bijzonder voor grondwater);
- identificatie van bestaande landgebruiken en geplande ontwikkelingen.

In de bijlagen worden richtlijnen gegeven voor de bepaling van de parameters die gebruikt kunnen worden voor het monitoren van verontreinigingen van oppervlaktewater.

Validatiemonitoring

Deze monitoring wordt toegepast waar een nieuw zuiveringsstelsel in werking wordt gezet of als er significante operationele veranderingen worden aangebracht. Als het zuiveringsstelsel werkt zoals bedoeld, dan wordt dit, voor inbedrijfname, getest op de microbiologische en chemische karakteristieken om te bevestigen dat de bestanddelen gereduceerd kunnen worden tot acceptabele niveaus. Voorts wordt validatie van systemen uitgevoerd met behulp van accurate en betrouwbare technische informatie. Zulke informatie kan verkregen worden:

- van relevante industrieën;
- uit samenwerking en benchmarking met grotere autoriteiten;
- uit wetenschappelijke en technische literatuur;
- uit regulerende en wetgevende afdelingen;
- uit het oordeel van deskundigen.

Aannames en specificaties van fabrikanten voor elk equipment en voor elk zuiveringsstelselonderdeel dient gevalideerd te worden voor elk onderzocht stelsel om te verzekeren dat het equipment of het onderdeel effectief is in dat stelsel. Validatiemonitoring bevat normaliter meer uitgebreide en intensievere monitoring dan routine operationele monitoring. Als een stelsel eenmaal gevalideerd is, is continue

monitoring nodig om te verzekeren dat het correct werkt. Deze continue monitoring zal onderdeel vormen van het operationele monitoringsprogramma.

Operationele monitoring

Dit is een geplande opeenvolging van observaties en metingen die waarborgen dat elk onderdeel van het systeem (winning-zuivering-distributie) en de kwaliteit van het geproduceerde water beheerst worden. De soort en het aantal van beheersmaatregelen zijn specifiek voor elk systeem en worden bepaald door de aard van de gevaren en de omvang van het eraan verbonden risico. Voor elke beheersmaatregel dienen er operationele limieten gedefinieerd te worden. Deze limieten moeten gedefinieerd worden voor parameters die van toepassing zijn voor elke beheersmaatregel. Indien monitoring uitwijst dat er een operationele limiet wordt overschreden, kunnen er dan van tevoren vastgestelde correctieve acties worden toegepast. De detectie van de afwijking en implementatie van de correctieve acties moet mogelijk zijn in een tijdsbestek dat voldoende is om de performance en de veiligheid van het water te behouden. Voor bepaalde beheersmaatregelen kan een tweede serie van kritische limieten gedefinieerd worden die niet overschreden mogen worden om de betrouwbaarheid van de waterveiligheid te garanderen. Afwijkingen van kritische limieten vereisen gewoonlijk urgente actie, waaronder onmiddellijke melding aan de gezondheidsautoriteiten. Operationele en kritische limieten kunnen zijn: bovengrenzen en ondergrenzen of een bereik/gebied waarbinnen gewerkt moet worden.

Operationele monitoring moet aan de volgende eisen voldoen:

- een directe indicatie geven van de performance;
- geschikte meetmethodieken en indicatoren bevatten om continue monitoring mogelijk te maken;
- met voldoende frequentiefrequentie monitoren om elke fout tijdig te detecteren zodat er voldoende tijd is om erop te reageren;
- elk significant gevaar, dat in de risicobeoordeling is geïdentificeerd, monitoren.

Operationele monitoring van waterdistributie zal rekening moeten houden met de potentie voor waterstagnatie in het net en de entree van contaminatie via defecten of storingen in het distributiesysteem. Stagnatie en groei van biofilms kan plaatsvinden in slecht ontworpen en slecht bediende distributiesystemen, terwijl entree van contaminatie kan plaatsvinden via reservoirs, leidingen, kruisverbindingen aan het leidingstelsel en slecht beheer van of slechte installatie van nieuwe leidingen. Het monitoren van de integriteit van het distributiesysteem en van de kwaliteit van het geleverde water is nodig om te bevestigen dat drinkwaterkwaliteit gehandhaafd wordt. Een goed ontwerp, beheer en de integriteit van distributiesystemen zijn dus essentieel voor het handhaven van waterkwaliteit.

Verificatiemonitoring

Deze monitoring wordt toegepast om:

- de vereiste kwaliteit van het product bij het punt van levering te bevestigen;
- defecten te identificeren in het waterkwaliteitsmanagementsysteem;
- als een trigger te dienen voor correctieve acties om de waterkwaliteit te verbeteren.

Verificatiemonitoring is een periodieke beoordeling en omvat een aantal handelingen waaronder de audit van de implementatie van het waterkwaliteitsmanagementsysteem en waterkwaliteitsanalyses. Hierbij wordt ook informatie verzameld over de kwaliteit van het water in het distributiesysteem en bij de klant (consumer satisfaction monitoring).

Voor elk monitoringsaspect opgenomen in de strategische monitoring dient er een monitoringsprogramma opgezet en uitgevoerd te worden. In elk monitoringsprogramma dienen de activiteiten en de monitoringsuitgangspunten vastgelegd te worden.

3.4 Bouwstenen voor een waterkwaliteitsbewakingsplan

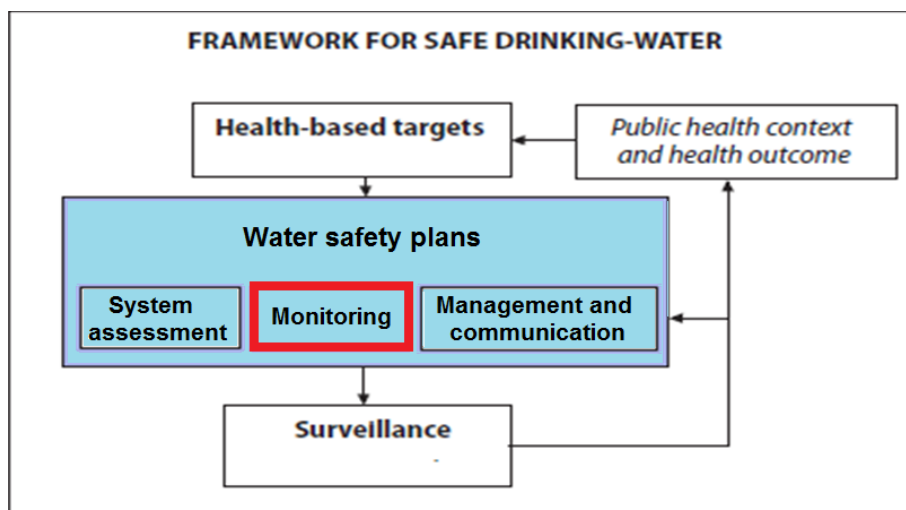
Effectieve waterkwaliteitsbewaking vereist het systematisch verzamelen van fysische, chemische, biologische en observatieve informatie en de analyse, interpretatie en rapportage van deze data, dit alles in overeenstemming met een voorgepland ontwerp (ANZECC and ARMCANZ, 2000).

Alvorens een monitoringsplan of waterkwaliteitsbewakingsplan te ontwerpen, is het nodig om te weten wat de richtlijnen hiervoor zijn en uit welke elementen het plan moet bestaan. Paragraaf 3.4.1 handelt over de richtlijnen die de WHO geeft voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan, paragraaf 3.4.2 handelt over de elementen van een waterkwaliteitsbewakingsplan zoals aanbevolen door Bartram en Ballance (1996), en paragraaf 3.4.3 beschrijft de stappen die gevolgd moeten worden voor het ontwikkelen van een monitoringsprogramma.

3.4.1 WHO-richtlijnen voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan

De WHO geeft in haar richtlijnen aanbevelingen voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor een waterbedrijf. Voor zowel operationele als verificatiemonitoring dienen er programma's ontwikkeld te worden als onderdeel van een WSP (zie figuur 15). In dit waterkwaliteitsbewakingsplan dienen de strategieën en procedures die gevolgd worden voor het monitoren van de verschillende aspecten van het drinkwatersysteem gedetailleerd beschreven zijn. Het waterkwaliteitsbewakingsplan moet volledig gedocumenteerd zijn en de volgende informatie dient hierin opgenomen te worden:

1. te monitoren parameters;
2. locatie en frequentie van monsternamen;
3. methoden van monsternamen en equipment;
4. schema's voor monsternamen;
5. verwijzingen naar procedures voor correctieve acties, inclusief de verantwoordelijkheden;
6. kwalificaties en certificatievereisten voor testlaboratoria;
7. methoden voor kwaliteitsborging en validatie van monsterresultaten;
8. eisen voor controle en interpretatie van resultaten;
9. verantwoordelijkheden en nodige kwalificaties van personeel;
10. eisen voor documentatie en beheer van registratie, inclusief de methode van registratie en opslag van monitoringresultaten;
11. eisen voor rapportage en communicatie van resultaten.



Figuur 15. Monitoring als onderdeel van Water Safety Plans (adapted WHO,2011)

Voor het waarborgen van de kwaliteit (quality assurance) van de activiteiten gerelateerd aan het genereren van drinkwaterkwaliteitsdata verwijst de WHO naar Bartram en Ballance (1996). Voor richtlijnen over monsternamen wordt verwezen naar de ISO-standaarden.

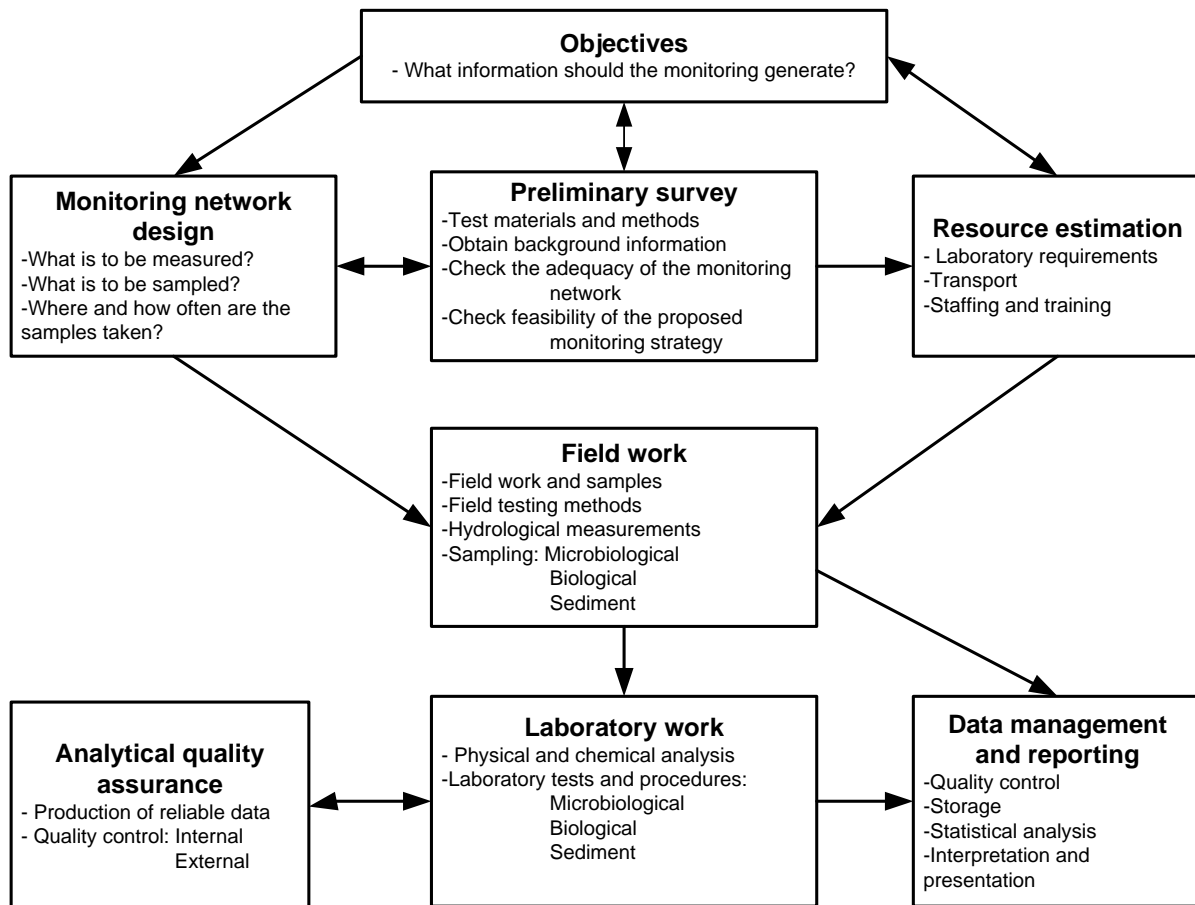
3.4.2 Richtlijnen Bartram en Ballance voor waterkwaliteitsbewaking

Om nationale waterkwaliteitsmonitoringsnetwerken in ontwikkelingslanden te versterken, waaronder de verbetering van de analytische capaciteit en de borging van datakwaliteit, is in het kader van het GEMS/WATER -programma¹ een handboek opgesteld met richtlijnen voor het ontwerpen en implementeren van zoetwateronderzoekingen en monitoringsprogramma's (Bartram & Ballance, 1996). In dit handboek zijn aanbevelingen gedaan over de elementen die meegenomen dienen te worden bij het opzetten van water quality monitoring en het proces dat gevolgd wordt bij het ontwikkelen van het monitoringsplan. Figuur 16 geeft de hoofdelementen weer van waterkwaliteitsmonitoring en hun onderlinge relaties zoals door Bartram en Ballance (1996) aangegeven.

In het handboek van Bartram en Ballance worden als hoofdelementen van waterkwaliteitsbewaking beschouwd:

1. de doelstellingen van het monitoringsplan/objectives;
2. het vooronderzoek/preliminary study;
3. het ontwerp van het monitoringsprogramma/monitoring network design;
4. de schatting van benodigde resources/resource estimation;
5. het veldwerk/fieldwork;
6. het laboratoriumwerk/laboratory work;
7. analytische kwaliteitsborging/analytical quality assurance;
8. databeheer en rapportage/data management and reporting.

¹ Het GEMS/WATER programma wordt medegesponsord door de United Nations Environment Programma(UNEP) en de WHO, tezamen met de United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization(UNESCO) en de World Meteorological Organization (WMO). GEMS/WATER staat voor Global Environmental Monitoring Systems Water programme.



Figuur 16. Hoofdelementen van waterkwaliteitsmonitoring en hun onderlinge relaties (adapted Bartram and Ballance, 1996)

3.4.3 Australische richtlijnen voor het ontwikkelen van een monitoringsprogramma

Voor een effectieve waterkwaliteitsbewaking dient er voor elk aspect van het watervoorzieningssysteem een monitoringsprogramma ontwikkeld te worden. Bij het ontwikkelen van een monitoringsprogramma dient een bepaald proces gevolgd te worden. De Australische richtlijnen voor drinkwater (2011) geven hierin handige handvatten.

Evenals de WHO-richtlijnen geven de Australische richtlijnen aan dat een monitoringsprogramma ontwikkeld en gebaseerd moet zijn op het proces van systeemanalyse en risicobeoordeling. Als de gevaren en belangrijkste karakteristieken van het watervoorzieningssysteem geïdentificeerd zijn en de preventieve maatregelen en zuiveringsstappen bepaald zijn, kan monitoring ontworpen worden om de nodige informatie te leveren voor het effectief beheer en de bedrijfsvoering van het watersysteem.

Het monitoringsprogramma moet zich richten op vier hoofdvragen:

1. Wat zijn de gevaren en risico's die van belang zijn, wat zijn de bronnen en wat voor data bestaan er? (bv. onderzoeks-, baselinemonitoring)
2. Zijn de hindernissen/onderdelen in het watersysteem voldoende om de gevaren en risico's te beheersen? (bv. validatiemonitoring)
3. Werken de preventieve strategieën nu? (bv. operationele monitoring)
4. Hebben de preventieve strategieën gewerkt? (verificatiemonitoring)

Figuur 17 is een schematische weergave van het algemeen proces van waterkwaliteitsbewaking en de activiteiten (Australian Guidelines, 2011).

Hieronder volgt de beschrijving van de processtappen:

1. Het beoordelen van risico's.

Er wordt gestart met een beoordeling van de aanwezige gevaren, van het maximale risiconiveau en van de preventieve beheersmaatregelen. Dit gebeurt voor elk aspect (ruwwaterbron-winning-zuivering-levering-klant) van het watervoorzieningssysteem. Voor elk risico worden de preventieve maatregelen en beheersmaatregelen vastgesteld. De onacceptabele risico's worden middels verbeterprogramma's geëlimineerd. Er wordt vastgesteld wat de acceptabele, resterende risico's zijn.

2. Het uitvoeren van monitoringsprogramma's.

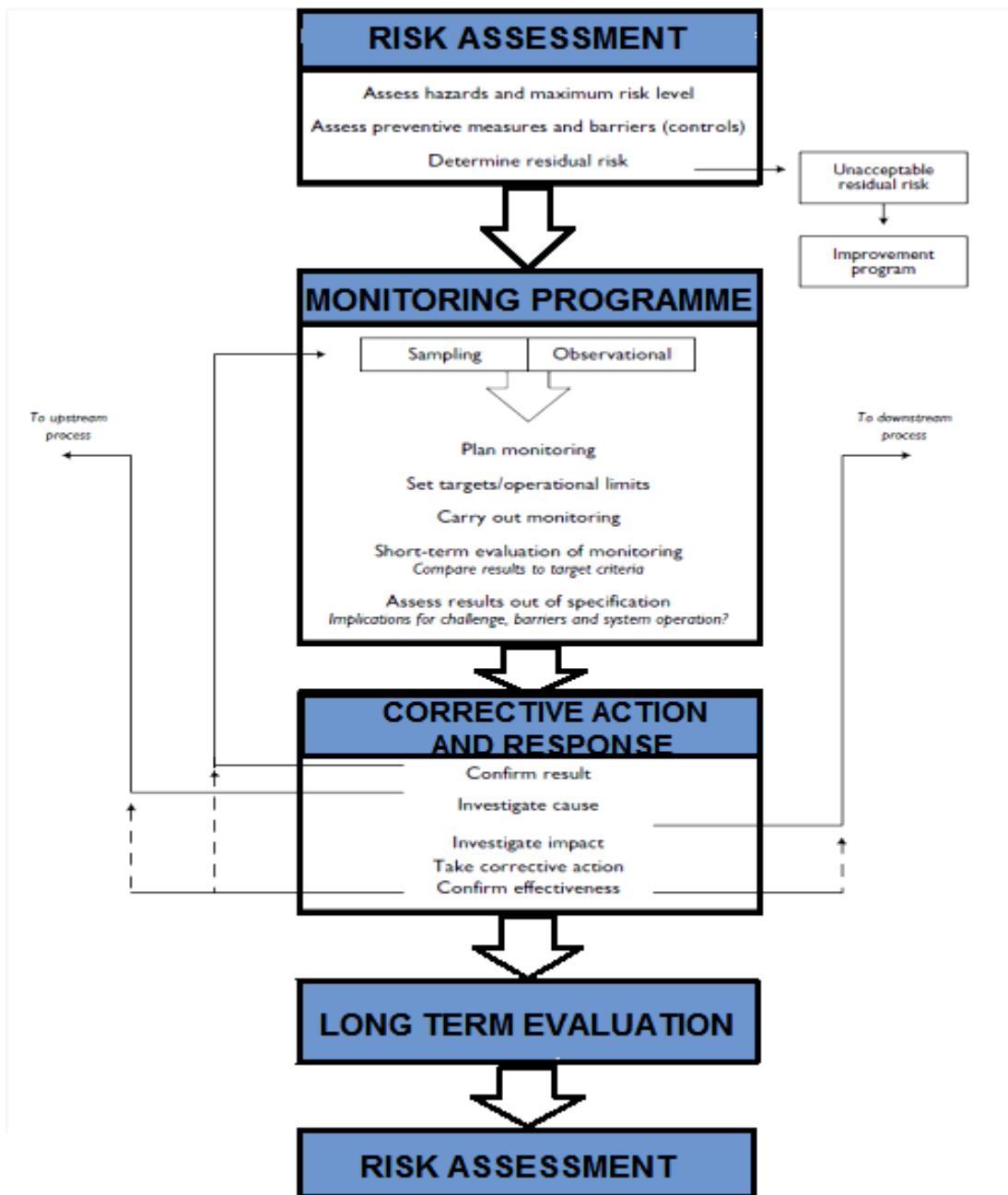
Er wordt toezicht gehouden op de resterende risico's middels het uitvoeren van een monitoringsprogramma. Voor elk aspect van het watervoorzieningssysteem wordt monitoring gepland. Hierbij worden de targets en operationele limieten voor de toegepaste beheersmaatregelen in het watervoorzieningssysteem vastgesteld. Er wordt toezicht gehouden op deze targets en operationele limieten middels monstername- en observatieve activiteiten. Kortetermijnmonitoring wordt geëvalueerd door het vergelijken van de monitoringsresultaten met targetcriteria. De resultaten worden beoordeeld en er wordt nagegaan of er problemen zijn in de onderdelen van het zuiveringsproces en de bedrijfsvoering van het waterzuiveringssysteem.

3. Het toepassen van correctieve acties en reponsmaatregelen.

Overschrijdingen en of afwijkingen van de targets roepen correctieve acties en respons op. De respons start met bevestiging van het monitoringsresultaat middels monstername of observatie. Na bevestiging volgt een onderzoek naar de oorzaak van de afwijking stroomopwaarts van het proces en naar het gevolg ervan stroomafwaarts in het proces. Er wordt een correctiemaatregel getroffen en de effectiviteit ervan wordt hierna bevestigd middels een monstername of inspectie in het proces, zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts.

4. Het evalueren van monitoringsdata.

Er wordt periodiek evaluatie uitgevoerd van de monitoringsdata (lange termijn); en dit wordt gevoed in de analyse en in de risicobeoordeling van het watersysteem. Dit om te bepalen of er enige significante veranderingen zijn opgetreden bij belangrijke eigenschappen op lange termijn.



Figuur 17. Het proces van waterkwaliteitsbewaking en de activiteiten (NHMRC, NRMCC (2011)).

3.5 Wettelijke eisen en regelgeving voor drinkwaterkwaliteitsbewaking

De SWM als waterbedrijf dient in elk aspect van haar bedrijfsvoering rekening te houden met de wetten van het land. Zo ook zal de kwaliteit van het door de SWM geproduceerde drinkwater moeten voldoen aan de wettelijke eisen van het land. Voor dit onderzoek is het daarom belangrijk om mee te nemen wat de eisen en regelgeving zijn die zijn opgenomen in de Surinaamse wetgeving met betrekking tot waterkwaliteitsbeheersing en waterkwaliteitsbewaking. Het op te zetten waterkwaliteitsbewakingsplan dient hiermee rekening te houden. Deze paragraaf handelt hierover. De belangrijkste bronnen voor deze paragraaf zijn de conceptwetten gerelateerd aan drinkwater en de rapporten van het Suriname Watersupply Master Plan(SWMP), 2011.

3.5.1 De Surinaamse wetgeving

In de Surinaamse wetgeving kan de volgende wet genoemd worden die betrekking heeft op drinkwater: “de Wet van 22 februari 1938 (G.B. 1938 no.33)”. Deze wet is sterk verouderd.

In de afgelopen jaren is er initiatief ondernomen door de SWM om met verschillende stakeholders in Suriname te werken aan diverse wetsproducten voor het beschermen van de drinkwaterkwaliteit en drinkwaterwingebieden, alsmede de regulering van grondwateronttrekkingen. De volgende conceptwetten zijn het resultaat van deze inspanningen:

- Wet Toezicht Drinkwaterkwaliteit (concept, 2011)
- Wet Grondwaterbeschermingsgebieden (concept, 2011)
- Wet Onttrekking van Grondwater (concept, 2011)

Toelichting wetten

De Wet van 22 februari 1938 (G.B. 1938 no.33)

Deze wet bevat verbodsbepalingen met betrekking tot watervergaarplaatsen in Paramaribo en voorschriften over de verplichte aansluiting op het waterleidingnet van bepaalde woningen en gebouwen. Het doel van deze wet was de sanitaire voorzieningen te verbeteren en uitbraak van besmettelijke ziekten door besmet water te voorkomen. De doelgroep van deze wet was het publiek, met name de huisbezitters. Regels en standaarden met betrekking tot drinkwaterkwaliteit, het toezicht daarop en de hygiëne in de waterbedrijven ontbreken in deze wet.

Wet Toezicht Drinkwaterkwaliteit (concept)

Ter vervanging van bovengenoemde wet (G.B. 1938 no. 33) is de conceptwet “Wet Toezicht Drinkwaterkwaliteit” opgesteld. Het doel van deze wet is de bevolking van goed drinkwater te voorzien door vaststelling van regels met betrekking tot het toezicht van de overheid op waterbedrijven. In deze wet is vastgesteld dat het ministerie van Volksgezondheid, in de persoon van de directeur, toezicht uitoefent ten aanzien van de kwaliteit van drinkwater. Hierbij wordt het waterbedrijf verplicht gesteld te rapporteren aan de directeur van Volksgezondheid bij het optreden van afwijkingen of vermoedelijke afwijkingen die de naleving van de wet beletten, of wanneer de directeur ingelicht wenst te worden. Voorts is in deze wet bepaald dat per staatsbesluit regels worden vastgesteld met betrekking tot:

1. het toezicht door of vanwege het waterbedrijf te houden over:
 - de kwaliteit van het in dat waterbedrijf bereide drinkwater;
 - de toestand en de werking van het waterbedrijf;
 - de gezondheidssituatie van het personeel.

2. de inrichting van en het toezicht op de aan het leidingnet van een waterbedrijf direct aangesloten leidingen en toestellen.

Voorts is bepaald dat per ministeriële beschikking de drinkwaterkwaliteitsnormen vastgesteld worden. Er zijn geen specifieke eisen vermeld met betrekking tot drinkwaterkwaliteitsmanagement en drinkwaterkwaliteitsbewaking waaraan waterbedrijven zouden moeten voldoen.

De laatste versie van deze wet is gedateerd juni 2011. De status van deze wet is dat deze, na finale aanpassingen, bij de Nationale Assemblée wordt ingediend.

Wet Grondwaterbeschermingsgebieden (concept)

Deze wet is van belang voor de bescherming van de grondwaterwingebieden in Suriname. De “Wet Grondwaterbeschermingsgebieden” is evenals de ” Wet Toezicht Drinkwaterkwaliteit” nog in conceptfase en zal na finale aanpassingen ook worden ingediend bij de Nationale Assemblée. De wet stelt beschermingszones in voor de waterwingebieden om risico’s voor de volksgezondheid uit te sluiten en de continuïteit van de grondwaterwinning op middellange termijn te garanderen. Met het verbodsstelsel in deze wet wordt getracht om zoveel mogelijk te voorkomen dat schadelijke stoffen het grondwater ongeschikt maken voor de grondwaterwinning; dat activiteiten plaatsvinden die de in de bodem voorkomende waterreservoirs kwetsbaar maken voor schadelijke stoffen en dat potentiële verontreinigingsbronnen binnen het beschermingsgebied worden gebracht. De laatste versie van deze wet is gedateerd juni 2011.

Wet Onttrekking van Grondwater (concept)

Deze conceptwet handelt over het beheren van nationale grondwaterhulpbronnen en verbiedt het boren en onttrekken van grondwater. De doelgroep van deze wet is iedereen op Surinaams grondgebied. De laatste versie van deze wet is gedateerd juni 2011.

3.6 Het Suriname Water Supply Masterplan en drinkwaterkwaliteitsbewaking

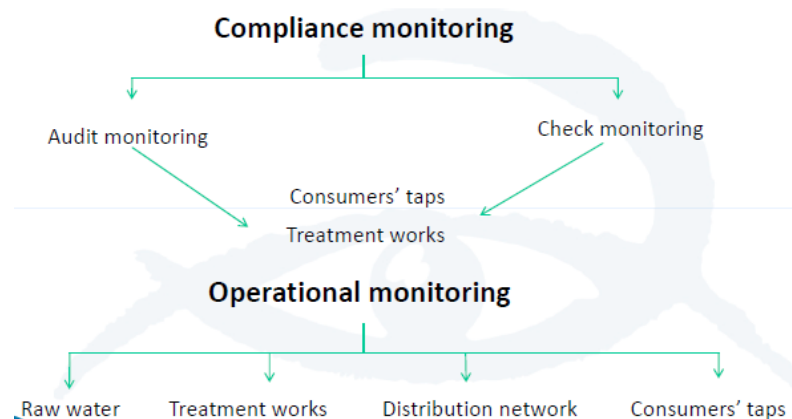
De N.V. Surinaamsche Waterleiding Maatschappij heeft in april 2010 het consultancy bureau GENIVAR ingehuurd om het Water Supply Master Plan voor Suriname gereed te maken. Dit onderzoek is uitgevoerd in de periode april 2010 – juli 2011 (Suriname Water Supply Master Plan Final Report Volume 1, 2011) en had als doel de nodige infrastructuur en institutionele versterking te bepalen teneinde te voldoen aan de groeiende waterbehoefte voor het hele land tot het jaar 2024.

Een van de onderdelen van het Water Supply Master Plan (*Volume VI Regulatory and Institutional Framework for the Water Sector, and Stakeholder Participation Plan*) bevat aanbevelingen ten behoeve van de institutionele ontwikkeling van de watersector, waaronder de upgradung van het wettelijke en regulerende raamwerk waarin de sector opereert.

Een van de bevindingen van dit rapport was dat er in Suriname geen nationaal waterkwaliteitsmonitoringsplan bestaat dat door de overheid wordt gehanteerd voor de waterkwaliteitsbewaking in Suriname. De verschillende bedrijven die water produceren en leveren, zoals bottling bedrijven en de SWM hebben elk een eigen waterkwaliteitsprogramma, maar die zijn niet gebaseerd op hogere nationale programma’s en worden niet gecontroleerd door hogere monitoringsinstituten. Er is ook geen centrale informatiebron betreffende verontreinigde waterbronnen of betreffende drinkwaterkwaliteit om de potentiële gezondheidsrisico’s te beoordelen. Als aanbeveling is gegeven om een

nationaal water quality monitoring program (WQMP) te ontwerpen om de drinkwatersector te verbeteren en om te voorzien in richtlijnen en begeleiding aan waterbedrijven. Dit WQMP zou, ondersteund door een sanitaire survey, een belangrijk onderdeel moeten vormen van het Raamwerk voor het Management van drinkwaterkwaliteit en zou moeten leiden tot een belangrijke verbetering en veiligstelling van veilig drinkwater aan de bevolking van Suriname. De aanbeveling is gedaan om de verantwoordelijkheid voor dit WQMP te leggen bij het Bureau Openbare Gezondheidszorg (BOG). De elementen die opgenomen moeten worden in het WQMP zouden moeten resulteren in:

- aanbevelingen voor de aanname van waterkwaliteitstandaarden voor ruwwater en gezuiverd water;
- waterkwaliteitsmonitoring van ruwwater (oppervlakte- en grondwater) en gezuiverd water in distributiesystemen, ook wel compliance monitoring (figuur 16) genoemd;
- aanbevelingen voor het versterken van de toerusting en human resources bij het laboratorium van de SWM en het Ministerie van Volksgezondheid;
- een plan om hygiënesurveys uit te voeren om gebreken te identificeren die invloed kunnen hebben op de waterkwaliteit of dienstverlening;
- ISO-certificering van laboratoria om te waarborgen dat de resultaten internationaal geaccepteerd worden;
- de vaststelling van procedures voor het rapporteren van contaminatiegevallen, het falen van monitoring of gebreken van waterzuiveringen aan de autoriteiten en aan het algemeen publiek.



Figuur 18. Schematische weergave van monitoringsscope van het nationale WQMP

Voor de operationele monitoring (figuur 16) worden de waterleidingbedrijven verantwoordelijk gesteld met als doel de operations te controleren van hun zuiveringen en distributienetwerken en naleving van nationale standaarden te garanderen.

Elk waterbedrijf dient een operationeel monitoringprogramma (in lijn met de nationale WQMP) te hebben om:

- te controleren dat zuiveringsstations en distributienetwerken effectief opereren;
- vroege signalering te geven van problemen die zich ontwikkelen zoals verslechtering van bronwater en het falen van het zuiveringsproces;
- het vertrouwen van de klant te winnen bij het leveren van goed water;
- te voorzien van monitoringsregistraties voor input in ontwikkelingsplannen;
- te voorzien in reguliere calibratie van instrumentatie, meters, testkits;
- rekening te houden met de geldende richtlijnen van het WQMP (EPA/WHO) .

3.7 Conclusies literatuuronderzoek

Uit het literatuuronderzoek kunnen de navolgende conclusies getrokken worden:

1. De bestudeerde literatuur heeft bijgedragen aan een heldere beeldvorming omtrent het doel, de inhoud en de uitvoering van het traditionele en hedendaagse concept van waterkwaliteitsbewaking, de desbetreffende internationale richtlijnen en de huidige status van de nationale wetgeving met betrekking daarop.
2. De hedendaagse benadering van waterkwaliteitsbewaking legt de nadruk op procescontrole in tegenstelling tot de traditionele benadering, welke eindproducttesting voorstaat. Bij procescontrole worden naast parameters voor waterkwaliteit ook observatieve parameters gecontroleerd om te bevestigen of elk onderdeel van het drinkwatersysteem naar behoren werkt.
3. De aanbevelingen met betrekking tot strategische monitoring van Rizak en Hrudehy (2007) sluiten aan op het concept van de WHO met betrekking tot water safety management. Deze aanbevelingen zijn zeker bruikbaar in de SWM-situatie.
4. Bartram en Ballance(1996) leveren bruikbare informatie met betrekking tot de elementen voor het opzetten van het waterkwaliteitsbewakingsplan. Aangezien deze richtlijnen aanvankelijk zijn opgesteld voor onderzoek van zoetwater en met name grondwater/ oppervlaktewater, moet onderzocht worden of de aanbevolen elementen direct toepasbaar zijn op een drinkwaterbedrijf en of er aanpassingen nodig zijn.
5. De Australische richtlijnen (2011) met betrekking tot het ontwikkelen van waterkwaliteitsbewakingsprogramma's zijn zeer uitvoerig en helder. In dit proces is als eerste stap opgenomen: risicobeoordeling, welke aansluit op het concept van het Water Safety Plan van de WHO. Deze Australische richtlijnen zijn direct gericht op een waterbedrijf en zijn direct toepasbaar op de SWM.
6. De Surinaamse wetgeving en het Suriname Water Supply Masterplan bieden geen specifieke handvatten voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM. Voor het opzetten van het waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM zal er daarom gebruikgemaakt moeten worden van de internationale richtlijnen.
7. Volgens de WHO-richtlijnen moet het waterkwaliteitsbewakingsplan een integraal onderdeel vormen van het waterkwaliteitsmanagementplan.

Op basis van bovenstaande feiten zal onderzoek verricht worden naar de toepasbaarheid van de elementen welke zijn opgenomen in de richtlijnen van Bartram en Ballance (1996) voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM. In dit onderzoek worden meegenomen als referentie: de richtlijnen van de WHO van 2011 met betrekking tot het opzetten van het monitoringsplan en de Australische richtlijnen met betrekking tot het ontwikkelen van monitoringsprogramma's. In hoofdstuk 4 wordt nader ingegaan op dit onderzoek.

4 Onderzoeksmethode

Om te onderzoeken of de elementen naar het model van Bartram en Ballance (1996) toepasbaar zijn voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM worden de volgende stappen gevolgd:

1. De elementen worden geanalyseerd. Bij deze analyse zullen de inhoud en de onderlinge relaties van de elementen onder de loep genomen worden en wordt bekeken of ze direct bruikbaar zijn voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor een waterbedrijf. Er wordt hierbij opgelet of er gaps aanwezig zijn en of er aanpassingen nodig zijn. Als referentie worden de richtlijnen voor monitoring van de WHO (2011) en van Australië (2011) gebruikt.
2. Na de analyse wordt onderzocht welke aanpassingen getroffen moeten worden om deze elementen bruikbaar te maken voor het waterkwaliteitsbewakingsplan van de SWM. Hierbij zal ook gelet worden op de aansluiting van het op te zetten waterkwaliteitsbewakingsplan met de internationale richtlijnen en met het huidige kwaliteitsmanagementsysteem van de SWM (ISO 9001:2008).
3. De nodige aanpassingen worden aangebracht in het model.
4. De toepasbaarheid van het aangepaste model wordt getoetst in de praktijk; er wordt een waterkwaliteitsbewakingsplan opgezet conform het aangepaste ontwerp. Echter zal het, vanwege de beperkte tijd voor het onderzoek, niet mogelijk zijn om een volledig uitgewerkt waterkwaliteitsbewakingsplan voor geheel SWM op te stellen, maar zal er afgebakend worden. De volgende afbakening vindt plaats:
 - a. Er wordt gekozen voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor een productiestation en zijn voorzieningsgebied. Vanwege de efficiency van dit onderzoek wordt de keuze van het productiestation gebaseerd op de hoeveelheid reeds beschikbare informatie over dit station en op de hoeveelheid reeds beschikbare informatie over de waterkwaliteit van het ruwwater.
 - b. De elementen die uitgewerkt zullen worden, zijn de volgende: de doelstellingen, het vooronderzoek, het ontwerp van het monitoringsprogramma. Van het ontwerp van het monitoringsprogramma wordt niet meegenomen het onderdeel "bepalen van analysemethoden", omdat dit weer een apart onderzoek vereist. De werkwijze die gevolgd wordt om de elementen uit te werken is te vinden in bijlage IX.

5 Resultaten onderzoek

Dit hoofdstuk handelt over de resultaten van het uitgevoerde onderzoek. In 5.1 worden de resultaten van de analyse van het model van Bartram en Ballance weergegeven, waarin de geconstateerde gaps ten opzichte van de richtlijnen van de WHO (2011) en van Australië (2011). In 5.2 worden de aanpassingen weergegeven, die getroffen zijn om het model van Bartram en Ballance geschikt te maken voor de SWM. 5.3 geeft een toepassing van het nieuwe model waterkwaliteitsbewakingsplan voor het productiestation van de SWM.

5.1 Analyse model Bartram en Ballance

5.1.1 Scope

De richtlijnen van Bartram en Ballance concentreren zich vooral op het voorzien van praktische informatie nodig voor het ontwerpen, implementeren en uitvoeren van monitoringprogramma's in zoetwater, met name oppervlaktewater en grondwater en geven een basis voor waterkwaliteitsbeoordeling en onderzoek naar de impact van verontreiniging op het natuurlijk milieu. De nadruk wordt gelegd op het verzamelen en analyseren van watermonsters en op het monitoren van het natuurlijk milieu.

Als hoofdelementen van waterkwaliteitsmonitoring worden door Bartram en Ballance genoemd:

1. de doelstellingen van het monitoringsplan;
2. het vooronderzoek;
3. het ontwerp van het monitoringsprogramma;
4. de schatting van benodigde resources;
5. het veldwerk;
6. het laboratoriumwerk;
7. analytische kwaliteitsborging;
8. databeheer en rapportage.

Hieronder volgt een korte toelichting van de elementen en hun onderlinge relaties.

5.1.2 Toelichting elementen

Ad 1 De doelstellingen van het monitoringsplan

De eerste stap om te komen tot een plan is het vaststellen van de doelstellingen van het plan. Een heldere formulering en vastlegging van de doelen en doelstellingen is noodzakelijk om te verzekeren dat alle nodige data worden verzameld teneinde te voorkomen dat er tijd, inspanning en geld worden verspild.

De volgende vragen kunnen helpen bij het vaststellen van de doelstellingen. Waarom worden er data verzameld? Wat is de betekenis van deze data? Wat vertellen deze data ons? Hoe verhogen deze data de kennis van het systeem en hoe helpen ze in een betere besluitvorming? Is dit de meest effectieve manier om deze informatie te genereren? Welke alternatieven zijn beschikbaar voor het bereiken van de gewenste doelstellingen? Wat is praktisch en wat is haalbaar (menselijke en financiële resources)? Hoe zullen de data verzameld worden? Wat zal gedaan worden met de informatie/waarvoor worden de data gebruikt? Hoe zullen deze data geïnterpreteerd worden en op welke manier zal gereageerd worden op deze data? Zullen deze data de besluitvorming ondersteunen, naleving van standaarden verzekeren, prioriteiten

voor acties identificeren, vroege waarschuwing geven voor toekomstige problemen of hiaten opsporen in huidige kennis?

Ad 2 Vooronderzoek of preliminary study

Een vooronderzoek of een inspectie is nodig om in achtergrondkennis te voorzien over de veldcondities, problemen en probleemgebieden en hun mogelijke oorzaken. Op basis van deze voorkennis worden de logistieke aspecten van monitoring (bv. toegang monsterpunten, transportmethoden) verfijnd, de benodigde testmethoden en materialen bepaald, de geschiktheid van het monitoringsnetwerk bepaald en de haalbaarheid van de voorgestelde monitoringstrategie getoetst. Het vooronderzoek zal ook bepalen wat de nodige resources zullen zijn voor het uitvoeren van het plan en biedt ook de gelegenheid voor het trainen en betrekken van het personeel in het planningsproces.

Ad 3 Het ontwerp van het monitoringsprogramma of monitoringsnetwork design

Het ontwerp van het monitoringsnetwerk/-programma moet bepaald worden door de doelstellingen van het plan en op basis van de resultaten van het vooronderzoek. Op basis van dit ontwerp zullen de metingen, bemonsteringen en analyses uitgevoerd worden. In het ontwerp worden opgenomen:

- een beschrijving van het monitoringsgebied waarin wordt opgenomen de omvang van het gebied, een opsomming van condities en processen die de waterkwaliteit kunnen beïnvloeden, meteorologische en hydrologische informatie, een beschrijving van de watermassa en een opsomming van actueel en potentieel gebruik van water;
- een programma met de te meten parameters, te nemen monsters, de monsterlocaties en meet-/monsterpunten, de meet-/bemonsteringsfrequenties en meet-/bemonsteringstijden en de meet-/bemonsteringsmethoden.

Ad 4 Benodigde resources

Het uitvoeren van een monitoringsplan vereist toegang tot de nodige resources waaronder een toegerust laboratorium, kantoorruimte, veldequipment, transport, communicatie en getraind personeel. De schatting van nodige resources zal voortvloeien uit het vooronderzoek, maar zal ook kunnen bijdragen tot het bijstellen van de doelen van het plan. De beschikbare resources zullen effect hebben op de uitvoering van de veldactiviteiten. Twee belangrijke punten moeten overwogen worden bij het starten van een monitoringsprogramma:

- Het is beter om een complete vastlegging te hebben van betrouwbare data van de waterkwaliteit bij enkele monsterpunten dan een heleboel data te hebben van onbetrouwbare kwaliteit van veel monsterpunten.
- Indien gerapporteerde data niet geloofwaardig zijn, zal het monitoringsprogramma de geloofwaardigheid verliezen.

Er zijn diverse opties voor het uitvoeren van wateranalyses, zoals via eigen of externe laboratoria, maar ongeacht de keuze dient de analytische dienstverlening adequaat te zijn voor het volume van het te verwachten werk.

Het soort transportmiddel nodig voor het werk is afhankelijk van de toegankelijkheid van de monsterpunten.

De bemensing voor het uitvoeren van een waterkwaliteitsbewakingsplan kan onderverdeeld worden in management, veldpersoneel, labpersoneel, kwaliteitsmedewerkers en dataverwerkers. De vereiste aantallen van elke categorie zijn afhankelijk van de grootte en scope van het monitoringsprogramma.

Voor grote permanente monitoringsprogramma's is een strategie voor personeelsoverontwikkeling te adviseren. Dit zou moeten bevatten: duidelijke afspraken met betrekking tot aansprakelijkheden en verantwoordelijkheden, functiebeschrijvingen, wervingsrichtlijnen (kwalificaties, ervaring, vereiste vaardigheden), loopbaanstructuren, motivatiemechanismen, beoordelingssystemen, standaardtrainingspakketten, procedures, handleidingen en trainingshandleidingen voor veldwerk, labwerk en managers.

Ad 5 Veldwerk

Er wordt op basis van het monitoringsontwerp een programma opgesteld van veldwerken en monsternamen, veldmetingen, hydrologische metingen, en monsternamen. Het bemonsteringsproces moet gecoördineerd worden met het laboratorium zodat de activiteiten van het laboratorium afgestemd kunnen worden op de te verwachten monsters. Het veldpersoneel dient volledig getraind te zijn in de bemonsteringstechnieken en de veldmetingen. Het dient bewust te zijn van de doelstellingen van het monitoringsprogramma omdat het invloed heeft op de bemonsteringsprocedures. Het verkrijgen van een monster dat volkomen representatief is voor de watermassa is moeilijk en de monsternamen en het hanteren van monsters vormen ook bronnen van fouten. De keuze van een representatief monsterpunt en het gebruik van geschikte bemonsteringstechnieken zijn dus van fundamenteel belang. De data verkregen uit het veldwerk worden aangeleverd ter verwerking in het datamanagementsysteem.

Ad 6 Laboratoriumwerk

Er worden op basis van het monitoringsontwerp microbiologische, biologische en sedimenttesten uitgevoerd en er worden hiervoor procedures opgesteld. De beste kwaliteit reagens dient gebruikt te worden, met de kwalificatie "analytical grade reagent". De data verkregen uit het laboratoriumwerk worden aangeleverd ter verwerking in het datamanagementsysteem. Er dient hieraan een kwaliteitsborgingsprogramma gekoppeld te worden voor het waarborgen van de kwaliteit van geproduceerde labdata.

Ad 7 Analytische kwaliteitsborging

Laboratoriumtesten moeten betrouwbare data produceren. De betrouwbaarheid van data hangt af van strikte navolging van werkprocedures voor waterbemonstering en analyse. De consistente toepassing en monitoring van deze procedures vormen de kwaliteitsborging. De procedures moeten gebaseerd zijn op een systeem van feedback en traceerbaarheid. Interne en externe kwaliteitscontrole dienen toegepast te worden op de analyses, om de betrouwbaarheid van de analyseresultaten te bewaken. Voorts dient een kwaliteitsborgingsprogramma (quality assurance of QA) opgesteld en uitgevoerd te worden. Een gangbare methode voor het implementeren van een kwaliteitsborgingsprogramma is het aanvragen van accreditatie. Accreditatie is de implementatie van een QA-programma conform een erkend systeem zoals ISO 17025.

Hierbij wordt het programma onafhankelijk beoordeeld tegen een overeengekomen standaard, wat een kostbare zaak kan zijn. Een alternatief is het implementeren van QA door te refereren aan een ISO 9001:2008-norm zonder noodzakelijkerwijs de uitgaven te doen voor de accreditatie. Echter kunnen commerciële, wettelijke of politieke overwegingen vereisen dat formele accreditatie wordt geadopteerd door het lab, omdat formele accreditatie betekent dat er naleving plaatsvindt van een erkend QA-systeem.

Bij certificatie toetst een onafhankelijke certificatie-instelling of het kwaliteitssysteem van het laboratorium voldoet aan vooraf vastgestelde normen.

Bij accreditatie van het lab wordt niet alleen gekeken of het managementsysteem van het lab aan de eisen voldoet, maar wordt ook de competentie van de organisatie en haar personeel en de onafhankelijkheid en onpartijdigheid van de organisatie beoordeeld door een gezaghebbende instantie.

Ad 8 Databeheer en rapportage

Dataverwerking en -beheer

Er zijn een aantal soorten programmatuur die gebruikt kunnen worden in de verwerking en het beheer van data:

- Statistische software die numerieke data verwerkt en statistische testen en analyses uitvoert.
- Spreadsheets die zowel numerieke data als tekst verwerken en gewoonlijk krachtige grafische en statistische vermogens bevatten (bv. Microsoft Excel).
- Database software welke ontworpen is om de input, de bewerking en het terugkrijgen van numerieke data en tekst te beheersen (bv. Microsoft Access).
- Geografische Informatie Systemen (GIS), ontworpen om data te relateren aan geografische locaties en deze beide als output levert in de vorm van kaarten.

De scope en aard van de geautomatiseerde dataverwerkingsprocessen zullen gedicteerd worden door de doelstellingen van het waterkwaliteitsbewakingsplan. Vanwege de grote hoeveelheid data die verzameld wordt, zal een database de beste manier bieden om data op te slaan, te verwerken en te exporteren in vormen die geaccepteerd worden door alle goede statistische, spreadsheet- en GIS-applicaties.

5.1.3 Evaluatie waterkwaliteitsbewakingsplan

Waterkwaliteitsbewakingsplannen dienen periodiek geëvalueerd te worden om te verzekeren dat er aan de informatiebehoeften voldaan wordt. Terwijl meer kennis over de condities in het watervoorzieningssysteem verkregen wordt, kan er behoefte ontstaan aan additionele informatie. Of het kan zijn dat bepaalde informatie niet meer nodig is. In beide gevallen moet er een bijgewerkt monitoringsprogramma klaargemaakt worden en gedistribueerd worden naar de gebruikers van de informatie.

5.1.4 Geconstateerde gaps en nodige aanpassingen

De scope van Bartram en Ballance (1996) is gericht op sourcewater, waardoor de richtlijnen in het handboek van Bartram en Ballance wel bruikbaar zijn voor sourcewatermonitoring. Echter zijn ze niet direct toepasbaar op de aspecten van validatie-, operationele en verificatiemonitoring van een drinkwatervoorzieningssysteem.

Dientengevolge zijn er gaps in de volgende elementen.

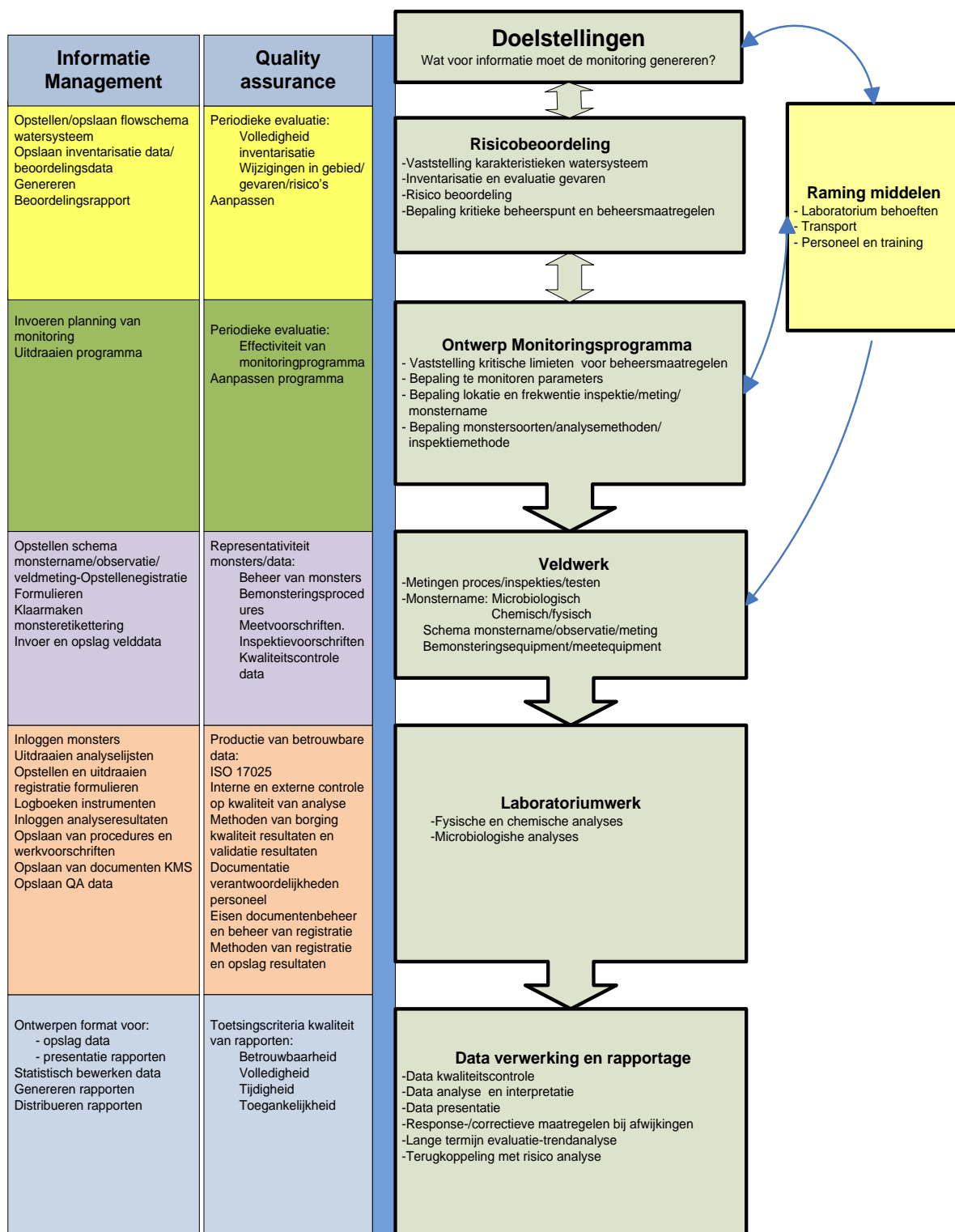
1. Het doel van het vooronderzoek is gericht op het meten van de waterkwaliteit van sourcewater en niet op de risicoanalyse en het risicomanagement nodig voor de beheersing van waterkwaliteit bij de bedrijfsvoering van een waterbedrijf, zoals voorgeschreven door het WSP van WHO. Voor de SWM zal de inhoud van dit element aangepast moeten worden.

2. Het ontwerp van het monitoringsprogramma is gericht op onderzoek naar sourcewater en niet op beheersing van waterkwaliteit bij de bedrijfsvoering van een waterbedrijf. Ook hier is aanpassing vereist; als gevolg hiervan zal de uitvoering van het monitoringsprogramma (veldwerk en laboratoriumwerk), welke is gebaseerd op het ontworpen monitoringsprogramma, ook aangepast moeten worden.
3. Het datamanagement richt zich meer op output van onderzoek en is nog niet gericht op het beheer van informatie als ondersteuning naar het totale proces van waterkwaliteitsmonitoring. Voor de SWM, waar continue monitoring wordt toegepast en de omvang van de monitoring op grote schaal is, zal dit element aangepast moeten worden.
4. In figuur 14, de afbeelding van het model van Bartram en Ballance, wordt de kwaliteitsborging niet voldoende uitgebeeld. Deze is ogenschijnlijk alleen gericht op analytische procedures, maar in de richtlijnen is er wel aandacht voor de periodieke review van het monitoringsprogramma. Het bereik van de kwaliteitsborging zal aangepast worden, zodat de aansluiting op het kwaliteitsmanagementsysteem van de SWM (ISO 9001:2008) gemakkelijker wordt.

5.2 Aanpassingen van model Bartram en Ballance ten behoeve van het waterkwaliteitsbewakingsplan SWM

Element	Aanpassing voor SWM
Vooronderzoek	Deze stap zal ingevuld worden door risicoanalyse en de formulering van de nodige beheersmaatregelen voor elke component van de watervoorziening; bron-winning-zuivering-distributie.
Ontwerp monitoringsprogramma	Het ontwerp is gebaseerd op de risicoanalyse in het vooronderzoek. Voor elke beheersmaatregel dienen er targets en operationele limieten te worden vastgesteld. Deze zijn dan de parameters die gemeten moeten worden.
Veldwerk	De veldwerkzaamheden zullen inhouden: observaties en metingen van procestechnologische parameters, testen van chemische en fysische aard en monsternamen van chemisch/fysische en microbiologische monsters.
Laboratoriumwerk	De analyses: fysisch/chemisch en microbiologisch
Datamanagement en rapportage	Informatiemanagement wordt toegevoegd als ondersteuning voor het totale proces van waterkwaliteitsbewaking.
Kwaliteitsborging	Wordt voor het totale waterkwaliteitsbewakingsplan toegepast voor de aansluiting op het KMS van de SWM. De plan-do-check-act cirkel wordt toegepast op elk element.

Onderstaande figuur (figuur 19) is een weergave van het aangepaste model.



Figuur 19. Model voor het opstellen van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM

5.3 Toepassing model

De toepasbaarheid van het aangepaste model wordt getoetst in de praktijk door waterkwaliteitsbewakingsplan op te zetten conform het aangepaste ontwerp (zie figuur 19). Echter zal het, vanwege de beperkte tijd voor het onderzoek, niet mogelijk zijn om een volledig uitgewerkt waterkwaliteitsbewakingsplan voor geheel SWM op te stellen, maar zal er afgebakend worden. De volgende afbakening vindt plaats:

5.3.1 Scope monitoringsprogramma

Er wordt een operationeel en een verificatiemonitoringsprogramma opgesteld voor een grondwaterzuiveringsstelsel en het bijbehorende voorzieningsgebied. Aangezien er recente informatie beschikbaar is van de kwaliteit van het ruwwater van de stations die bronwater onttrekken uit de A-Zandlaag en de Coesewijne-aquifer wordt het monitoringsprogramma hierop toegespitst. Het monitoringsprogramma is van toepassing op de navolgende stations.

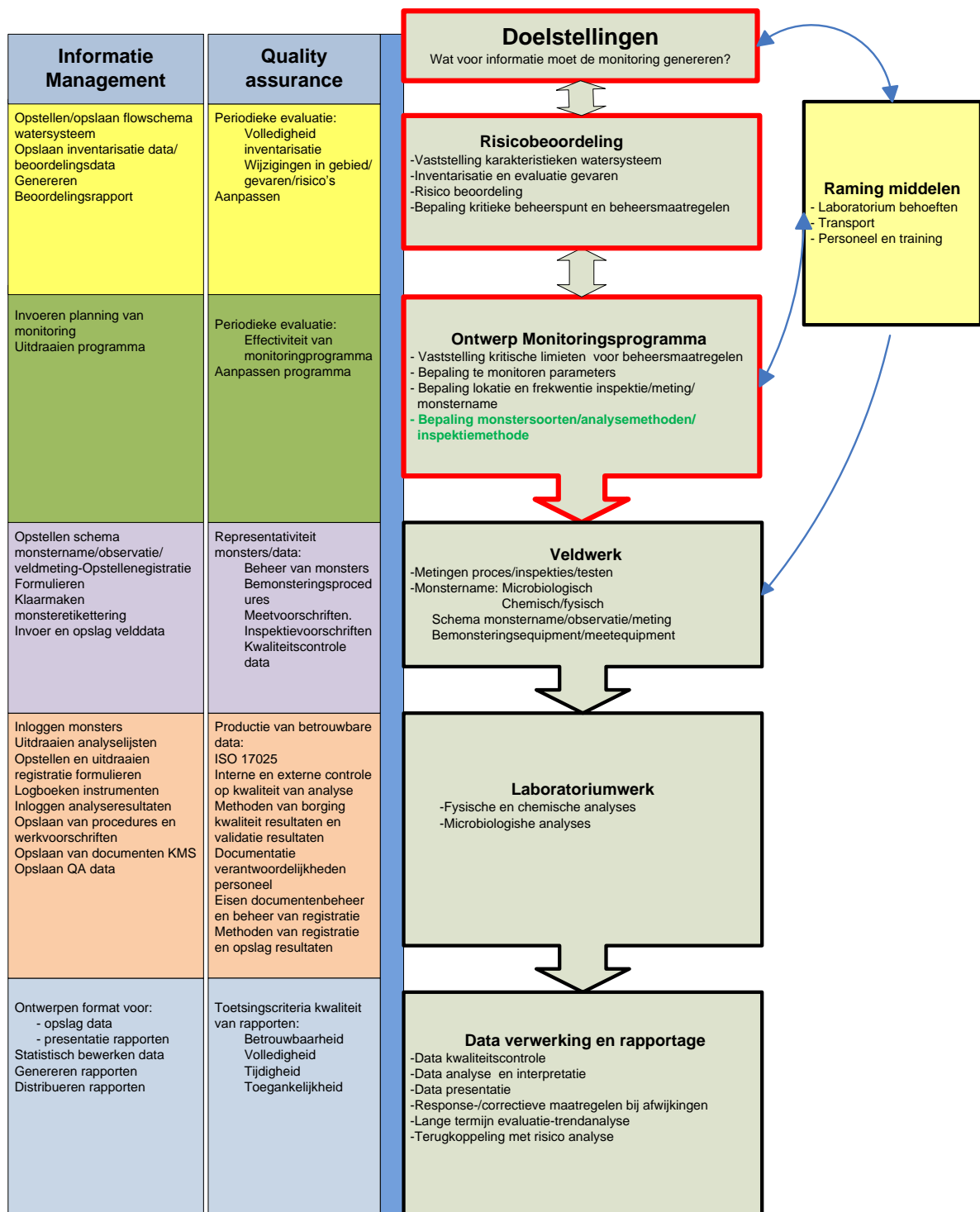
District	Station	Aantal bronnen	Aquifer
Nickerie	Nieuw Nickerie	5	Coesewijne
Nickerie	Sidoredjo	3	Coesewijne
Paramaribo	Blauwgrond	5	A-Zand
Paramaribo	Flora	3	A-Zand
Paramaribo	Leysweg	4	Coesewijne
Paramaribo	Leysweg	4	A-Zand
Paramaribo	Livorno	11	A-Zand
Paramaribo	Tourtonne	3	A-Zand
Paramaribo	WK Plein	15	A-Zand
Wanica	Koewarasan	4	Coesewijne
Wanica	Koewarasan	2	A-Zand
Wanica	Leiding 9a	7	Coesewijne
Saramacca	Uitkijk	1	Coesewijne
Saramacca	Uitkijk	1	A-Zand
Wanica	Helena Christina	8	A-Zand

5.4.2 De uitgewerkte elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan

De elementen die uitgewerkt worden, zijn de volgende (zie roodomrande elementen van onderstaand model):

- de doelstellingen;
- de risicobeoordeling;
- het monitoringsprogramma.

Van het monitoringsprogramma wordt het onderdeel “bepalen van analysemethoden” niet meegenomen, omdat dit weer een apart onderzoek vereist.



Figuur 20. De uitgewerkte elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan

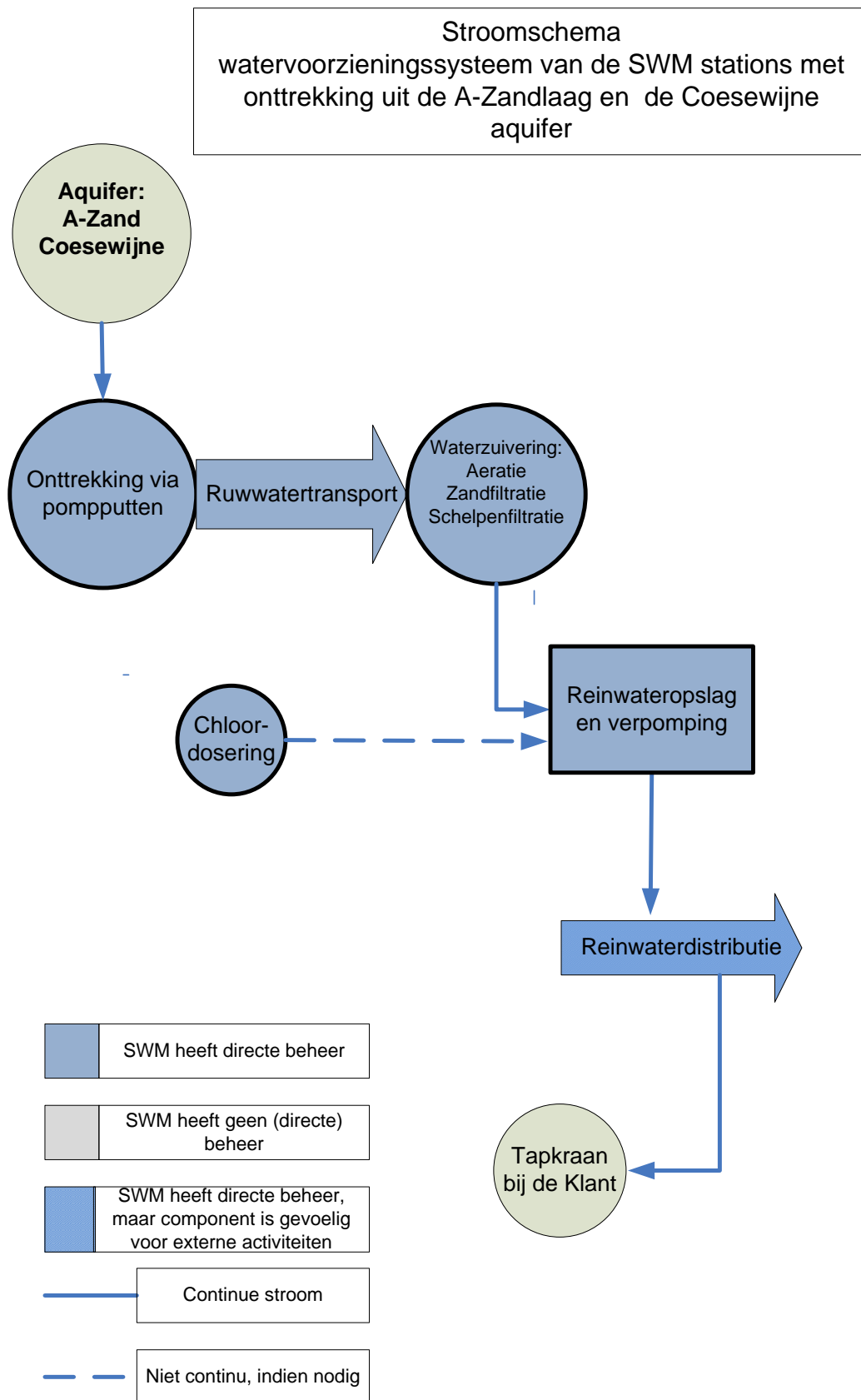
Ad a. De doelstellingen van het waterkwaliteitsbewakingsplan

Als doelstellingen van het waterkwaliteitsbewakingsplan wordt het volgende geformuleerd. Het bewaken van waterkwaliteit wordt ondernomen om de volgende doelstellingen te realiseren:

- om trends in de kwaliteit van het ruwwater bij de pompputten te monitoren;
- om te monitoren of de drinkwaterveiligheid in het proces van winnen-zuiveren-opslag en leveren continu wordt beheerst;
- om te verifiëren of het aan de klant geleverde water continu voldoet aan de kwaliteitseisen gesteld door de wetgeving en de WHO-richtlijnen.

Ad b. De risicobeoordeling

Hieronder wordt het stroomschema weergegeven van de watervoorzieningssystemen van de SWM die gebruikmaken van de A-zandlaag en de Coesewijne-aquifer. Op basis van het stroomschema worden de gevaren en risico's beoordeeld. Het uitgewerkte resultaat is te vinden in de bijlagen.



Figuur 21. Stroomschema watervoorzieningssysteem van SWM-stations met onttrekking uit de A-zandlaag- en de Coesewijne-aquifer.

Ad c. Het monitoringsprogramma

Het monitoringsprogramma is opgebouwd op basis van de risicoanalyse, waarbij naast de waterkwaliteitsparameters ook de procesparameters worden gemeten. De uitwerking is te vinden in de bijlagen. De waterkwaliteitsparameters zijn bepaald op basis van de ruwwaterkwaliteitsgegevens, historische en recente gegevens.

6 Conclusies en aanbevelingen

Conclusies

Aan de hand van het onderzoek kunnen de navolgende conclusies worden getrokken:

1. De toegang tot duurzaam en veilig drinkwater in een land dient veiliggesteld te worden middels de wetgeving. Echter zijn er geen eisen en regelgeving opgenomen in de huidige wetgeving van Suriname met betrekking tot drinkwaterveiligheid.
2. Voor de duurzaamheid van de voorziening van veilig drinkwater is het noodzakelijk dat waterbedrijven een Water Safety Plan opzetten en implementeren. De SWM heeft nog geen Water Safety Plan conform de WHO-richtlijnen opgesteld en geïmplementeerd. Echter zijn er in de bedrijfsvoering van de SWM activiteiten opgenomen voor de beheersing van de processen in de bedrijfsvoering en voor de beheersing van de waterkwaliteit. Deze activiteiten vormen goede elementen voor het opzetten van een Water Safety Plan.
3. Voor het beheersen van de risico's die kunnen voorkomen in de watervoorziening dient waterkwaliteitsbewaking uitgevoerd te worden als integraal onderdeel van het Water Safety Plan. De SWM doet aan waterkwaliteitsbewaking, maar het huidige monitoringsprogramma is niet opgesteld op basis van een volledige risicobeoordeling zoals vereist voor een WSP. Voor de totale beheersing van de waterkwaliteit zal dit aangepast moeten worden en zal het waterkwaliteitsbewakingsplan integraal met het Water Safety Plan opgezet moeten worden.
4. Er is in dit onderzoek een model opgesteld voor het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de SWM. Dit model sluit aan op de WHO-benadering voor drinkwaterveiligheid (Water Safety Plan):
 - a. In dit model wordt gebruikgemaakt van een risicoanalyse voor het opstellen van het monitoringsprogramma.
 - b. In dit model wordt rekening gehouden met de kwaliteitsborging van de activiteiten gerelateerd aan de productie van drinkwaterkwaliteit.Voor de completering van het monitoringsprogramma zal verder onderzocht moeten worden de keuze van de toe te passen analysemethoden, de software voor het informatie managementsysteem en de benodigde resources.
5. Het voorgestelde model voor het waterkwaliteitsbewakingsplan sluit goed aan op het huidige KMS van de SWM. De PDCA-cyclus wordt toegepast voor het effectief houden van het monitoringsprogramma.
6. Het EU-project "*Capacity Building in Drinking Water Supply in Suriname*", dat momenteel in uitvoering is, zal de SWM goed op weg helpen bij het opstellen van een waterkwaliteitsbeheersplan en in het traject van accreditatie van het laboratorium conform ISO 17025.

Aanbevelingen

De volgende aanbevelingen worden gedaan:

1. Gezien het belang van veilig drinkwater voor de volksgezondheid wordt de aanbeveling gedaan aan de overheid om het raamwerk voor veilig drinkwater zoals door de WHO aanbevolen aan te nemen en de volgende voorzieningen te treffen:
 - d. het vaststellen van health-based normen met betrekking tot drinkwaterkwaliteit en deze op te nemen in de wetgeving;
 - e. het wettelijk reguleren van het toezicht op waterkwaliteit;
 - f. het vaststellen van eisen met betrekking tot de kwaliteitsborging van de analytische procedures van waterlaboratoria.
2. Voor de duurzame voorziening van veilig drinkwater dient de SWM een Water Safety Plan op te zetten. Het Water Safety Plan moet systeem-specifiek zijn, gericht op de bestaande gevaren en risico's van het specifieke watervoorzieningssysteem zelf. Dit Water Safety Plan dient waterkwaliteitsbewaking als integraal onderdeel op te nemen. Voor het opzetten van Water Safety Plans en de daarbij behorende monitoring zijn de volgende documenten aan te bevelen:

Aspect	Document
Drinkwatervoorziening algemene toepassing WSP:	Water Safety Plans - Managing Drinking-Water Quality from Catchment to Consumer (WHO, 2005) Water Safety Plan Manual, Step-by-step risk management for drinking-water suppliers (WHO, IWA, 2009)
Drinkwatervoorziening praktische toepassing WSP:	AUSTRALIAN DRINKING WATER GUIDELINES 6, 2011 VOLUME 1 National Water Quality Management Strategy (Commonwealth of Australia 2011)
Grondwater	Protecting Groundwater for Health - Managing the Quality of Drinking-water Sources (WHO, 2006)
Oppervlaktewater	Water Pollution Control. A guide to the use of water quality management principles (UNEP, WHO, WSSCC, 1997) Water quality monitoring program design-A guideline for field sampling for surface water quality monitoring programs (Government of Western Australia 2009)
Distributienetwerken	Safe Piped Water: Managing Microbial Water Quality in Piped Distribution Systems (WHO, 2004)
Waterleiding- installaties	Health Aspects of Plumbing (WHO, World Plumbing Council 2006)

3. Voor de totale beheersing van de kwaliteit van het drinkwater wordt aanbevolen om het waterkwaliteitsbewakingsplan van de SWM op te zetten conform het model voorgesteld in dit onderzoek en het plan verder te completeren:
 - e. Voor de stations die grondwater onttrekken uit de Zanderij-aquifer en de Coropina-aquifer en voor het station Moengo dat oppervlaktewater onttrekt, dient het waterkwaliteitsbewakingsplan nog opgezet te worden.
 - f. De aspecten validatiemonitoring en sourcewater monitoring moeten verder onderzocht worden.

- g. Het waterkwaliteitsbewakingsplan dient uitgewerkt te worden op basis van risicobeoordeling.
 - h. De nodige analysemethoden, software voor het informatiemanagement en de resources dienen verder onderzocht te worden.
 - i. Het traject van accreditering van het laboratorium conform ISO 17025 moet vervolgd worden.
4. Het is zeer aan te bevelen om de awareness binnen de SWM en in Suriname te verhogen omtrent:
- d. de hedendaagse benadering van waterkwaliteitsmanagement, waarbij er van bron tot klant beheersing van de waterkwaliteit dient plaats te vinden;
 - e. het hedendaagse doel van waterkwaliteitsbewaking;
 - f. de rol van de verschillende actoren in het realiseren van veilig drinkwater.

Slot

Dit onderzoek heeft mij veel inzicht verschaft in de manier waarop er heden ten dage toezicht op drinkwaterveiligheid moet worden uitgeoefend en in de manier waarop de waterkwaliteit tijdens het proces van watervoorziening dient te worden beheerst. Erg belangrijk is ook de mindshift die moet plaatsvinden namelijk: van controle op waterkwaliteit naar controle op het proces van drinkwatervoorziening. Tijdens dit onderzoek heb ik geconstateerd dat de toepassing van het concept van het Water Safety Plan zoals aanbevolen door de WHO, wereldwijd in opmars is. Ik hoop dat dit onderzoek zal bijdragen aan de toename van de bewustwording van veilig drinkwater in Suriname en dat hierdoor de waardering zal groeien voor het drinkwater in ons land dat over het algemeen veilig uit de kraan gedronken kan worden.

Literatuurlijst

1. Ahamed, M, K.J. Siddiqui. (2007), *Environmental lead toxicity and nutritional factors*. Clin. Nutr. 26: 400-408.
2. ANZECC (Australia and New Zealand Environment and Conservation Council) and ARMCANZ (Agriculture and Resource Management Council of Australia and New Zealand) (2000).
3. *Australian Guidelines for Monitoring and Reporting*. National Water Quality Management Strategy Paper No. 7, ANZECC and ARMCANZ, Canberra.
4. Bartram, J. and Ballance, R. [Eds] 1996. *Water Quality Monitoring; A Practical Guide to the Design and Implementation of Fresh Water Quality Studies and Monitoring Programmes*. Chapman & Hall, London.
5. BGOSH.(2000). *The Investigative Report of the Walkerton Outbreak of Waterborne Gastroenteritis May-June 2000*. Owen Sound, Ontario, Bruce-Grey-Owen Sound Health Unit.
6. Davison, A., Howard, G., Stevens, M., Callan,P., Fewtrell, L., Deere, D. and Bartram, J.(2005) *Water Safety Plans: Managing drinking-water quality from catchment to consumer*, WHO, Geneva.
7. De Moel, P.J, Verberk J.Q, van Dijk J.C (2006). *Drinking Water –Principles and Practices*. TU Delft.
8. De Vet, W.W.(2011). *Biological drinking water treatment of anaerobic groundwater in trickling filters*. TU Delft.
9. Dufour A, Bartram J, Bos R, Gannon V (Eds.) (2012). *Animal waste, water quality and human health*. International Water Association, London, World Health Organization, London, Geneva. Available at:
http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2012/animal_waste/en/index.html (accessed 18 October 2012).
10. Helmer,R., Bartram,J. and Galal-Gorchev,H.(1999). Regulation of drinking-water standards. *Water Supply*, 17(3/4),1-6.
11. Hughes, M.F. 2002. Arsenic toxicity and potential mechanisms of action. *Toxicol. Lett.* 33: 1-16.
12. Kromotaroeno, P. (2010). De productie van gezond drinkwater, bedrijfsverslag HLO, PTC.
13. Meybeck, M., Kimstach V. & Helmer, R. (1992). Strategies for water quality assessments. In: *Water Quality Assessments* (ed. by D. Chapman). Chapman & Hall, London.
14. NHMRC, NRMCC (2011). *Australian Drinking Water Guidelines Paper 6 National Water Quality Management Strategy*. National Health and Medical Research Council, National Resource Management Ministerial Council, Commonwealth of Australia, Canberra.
15. O'Connor, D.R. (2002) *Report of the Walkerton Enquiry: The events of May 2000 and related issues*. Queen's Printer for Ontario, Toronto.
16. Rizak, S. & Hrudehy, S.(2007). *Strategic water quality monitoring for drinking water safety. Research report 37*. CRC for water quality and treatment, Salisbury, Australia.
17. Suriname Water Supply Master plan Final report, Juni 2011.
18. UNEP/WHO, 1996. *Water Quality Monitoring - A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programs*
19. Ward, J., Loftis J. and Mc Bride, G.2003. *Design of Water Quality Monitoring Systems*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, New Jersey.

20. Water quality and treatment 5th edition- *A Handbook of Community Water Supplies*. American Water Works Association, 1999.
21. Water quality monitoring program design- *A guideline for field sampling for surface water quality monitoring programs*. Government of West Australia, 2009.
22. WHO (2011a). *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition*. World Health Organization, Geneva. Available at http://whqlibdoc.who.int/publications/2011/9789241548151_eng.pdf (accessed 30 May 2012).
23. WHO *guidelines for drinking-water quality-Training Pack* 2005.
24. WHO Rapid Assessment for Drinking-water Quality, 2012.

Concepten Waterwetten:

- “Wet Toezicht Drinkwaterkwaliteit”, versie juni 2011
- “Wet Grondwaterbeschermingsgebieden”, versie juni 2011
- “Wet Onttrekking van Grondwater”, versie juni 2011

SWM-documenten en data:

- Kwaliteitshandboek SWM versie 2012
- Operationeel plan SWM 2010-2013
- Jaarplan 2013 Vestiging Oost SWM
- Jaarplan 2013 Vestiging West SWM
- Jaarplan 2013 Vestiging Centraal SWM
- Waterkwaliteitsdata 2010-2012 SWM afkomstig van Dik Brummel(Vitens)
- Laboratoriumkwaliteitsdocumenten
- Productiekwaliteitsdocumenten

Websites:

WSP training Package:

<http://water-l.iisd.org/news/who-iwa-release-wsp-training-package/> (accessed 13 augustus 2013)

Foto omslag:

<http://www.sourcewatercollaborative.org/> (accessed 18 juli 2013)

Bijlagen

Zie bijlagenboek

Het opzetten van een waterkwaliteitsbewakingsplan voor de Surinaamsche Waterleiding Maatschappij

Bijlagen



**Afstudeerverslag ter verkrijging van de graad van
Bachelor of Applied Technology (B.Tech.)
in de studierichting HLO-Chemie**


Bijlagen

I:	Overzicht van bronnen op de productiestations van de SWM.....	2
II:	Voorbeeld van een labrapport.....	3
III:	SWM-targets 2013 voor drinkwaterkwaliteit	4
IV:	Rapportageplan Laboratorium SWM.....	5
V:	Raamwerk voor veilig drinkwater	6
VI:	Overzicht van pathogenen afkomstig uit feces	10
VII :	Overzichten van de effecten van landgebruik op de kwaliteit van oppervlaktewater.....	11
VIII:	Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van pomputten	14
IX:	Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van waterzuiveringssystemen SWM die gebruikmaken van de A-zand- en de Coesewijne-aquifer	17
X:	Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring bij opslag, levering en distributie drinkwater	19
XI:	Verificatiemonitoring distributienetwerk SWM	22
XII:	Werkwijze voor het uitwerken van de eerste drie elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan	23
XIII:	Lijst van begrippen	29

Bijlage I: Overzicht van bronnen op de productiestations van de SWM
 (Bron: SWMP, 2011)

District	Station	Aantal bronnen	Aquifer
Marowijne	Wonoredjo	9	Coropina
Marowijne	Albina	2	Coropina
Nickerie	Nieuw Nickerie	5	Coesewijne
Nickerie	Nieuw Nickerie	1	Zanderij
Nickerie	Sidoredjo	3	Coesewijne
Para	La Vigilantia	8	Zanderij
Para	Republiek	11	Zanderij
Paramaribo	Blauwgrond	5	A-Zand
Paramaribo	Flora	3	A-Zand
Paramaribo	Leysweg	4	Coesewijne
Paramaribo	Leysweg	4	A-Zand
Paramaribo	Livorno	11	A-Zand
Paramaribo	Tourtonne	3	A-Zand
Paramaribo	WK Plein	15	A-Zand
Wanica	Koewarasan	4	Coesewijne
Wanica	Koewarasan	2	A-Zand
Wanica	Leiding 9a	7	Coesewijne
Wanica	Lelydorp	9	Zanderij
Wanica	Van Hattemweg	11	Zanderij
Saramacca	Uitkijk	1	Coesewijne
Saramacca	Uitkijk	1	A-Zand
Wanica	Helena Christina	8	A-Zand

Bijlage II: Voorbeeld van een labrapport

 Afdeling Laboratorium SWM N.V.				Analyseresultaten Lelydorp										
ID monster	Code monster	Uur sampling	Datum sampling	Bacteriologische parameters			Chemisch/fysische parameters						Opmerkingen	
				Totale coliformen /100ml bij 35°C	Thermotolerante coli bij 44,5°C	Totaal kiemgetal in KVE/ml bij 35 °C	pH	CO ₂ in mg/l	HCO ₃ ⁻ in mg/l	Tot hardh in mg/l CaCO ₃	Fe Tot in mg/l	Cl- in mg/l		TDS in mg/l
92411	PSLL-RLD1MP01		11-Jul-13	0			6.08	124	67		15.33	147.79		
92412	PSLL-RLD2MP01		11-Jul-13	0			6.07	99	72		11.45	97.58		
92413	PSLL-VFD1MP04		11-Jul-13				5.88	65	30		0.03			
92414	PSLL-VFD2MP04		11-Jul-13											Uit bedrijf.
92415	PSLL-VFD3MP04		11-Jul-13				5.85	60	34		0.05			
92416	PSLL-VFD4MP04		11-Jul-13				5.87	69	43		0.01			

Tuesday, July 16, 2013 3:45:04 PM
 Hoofd Lab : I.Kuisch-Ardjosoedro

Coördinator Lab: S.Akkal

Ontvangers rapport: Bedrijfsleider, Hfd.Productie

Page 1 of 3

Bijlage III: SWM-targets 2013 voor drinkwaterkwaliteit

1. Chemische kwaliteit reinwater af productiestations:

Alle vestigingen:

- Cl-gehalte: ≤ 250 mg/l m.u.v. Leysweg (Vestiging Centraal), Nieuw Nickerie en Sidoredjo (beiden Vestiging West)
- Fe-gehalte: $\leq 0,1$ mg/l
- Chloorrest: $\geq 0,5$ mg/l en ≤ 5 mg/l, bij het toepassen van continue desinfectie
- Troebelheid: ≤ 1 FTU
- Opgeloste zuurstof: ≥ 2 mg/l
- Total dissolved solids: ≤ 1.000 mg/l
- pH: $\geq 6,5$ en $\leq 8,5$

1. Chemische kwaliteit reinwater in distributienetwerken:

Alle vestigingen:

- Chloorrest: groter dan 0,0 mg/l en max. 5 mg/l, bij het toepassen van continue desinfectie
- Troebelheid: max. 1 FTU
- Opgeloste zuurstof: min. 2 mg/l
- pH: min. 6,5 en max. 8,5

2. Bacteriologische kwaliteit reinwater af productiestations:

Alle vestigingen:

- Totale coliformen: 0 per 100 ml
- Thermotolerante coliformen: 0 per 100 ml

3. Bacteriologische kwaliteit reinwater in distributienetwerken:

SWM-vestiging Centraal:

Thermotolerante coliformen: $\geq 90\%$ van de monsters negatief (= redelijk)

SWM-vestiging Oost:

Moengo/ Wonoredjo: Thermotolerante coliformen: $\geq 95\%$ van de monsters negatief (= redelijk)

Albina: Thermotolerante coliformen: $\geq 90\%$ van de monsters negatief (= uitmuntend)

SWM-vestiging West:

Thermotolerante coliformen: $\geq 90\%$ van de monsters negatief (= redelijk).

Bijlage IV: Rapportageplan Laboratorium SWM

Activiteit Lab:	Titel Rapport:	Ontvangers rapport	Frequentie	Target Rapportage 2012
Monitoring Waterkwaliteit				
Monitoring waterkwaliteit van de bronnen	Monitoring bronnen	Bedrijfsleider Hoofd Productie Vestigingshoofd Geohydroloog SWM	1x/kwartaal	Binnen 2 weken na monstername
Monitoring waterkwaliteit van de zuivering	Analyseresultaten station	Bedrijfsleider Hoofd Productie Vestigingshoofd Procestechnoloog	1x/2 weken	Binnen 2 weken na monstername
	MIS-gegevens	Planning en Onderzoek	1x/kwartaal	Binnen 1 week na aanvraag
Monitoring waterkwaliteit van het netwerk	Monitoring waterkwaliteit distributienetwerk	Hoofd Distributie Vestigingshoofd	1x/maand	2 ^e week van de maand
Wateranalyses t.b.v. projecten	Analyseresultaten projecten	Aanvrager	Op aanvraag	Conform aanvraag
Controle Hygiëne				
Hygiëne-inspectie station+bronnen	Hygiëne-inspectie station Hygiëne-inspectie bronnen in bedrijf Hygiëne-inspectie bronnen uit bedrijf	Bedrijfsleider Hoofd Productie Vestigingshoofd OD operaties	1x/kwartaal	Binnen 2 weken na inspectie.
Controle desinfecties bij productie	Telefonische rapportage	Bedrijfsleider	Op aanvraag	Op de dag van aflezen analyseresultaat
Controle hygiëne en desinfecties bij distributie	Keuringsformulier Keuringen van leidingen	Chef Distributie Hoofd Distributie	Op aanvraag	Op de dag van aflezen analyseresultaat
	Periodieke overzichten verrichte keuringen Periodieke overzichten goedgekeurde leidingen	Hoofd Distributie Vestigingshoofd OD operations	1x/maand	Elke 2 ^e week van de maand
Klachtenafhandeling				
Behandelen waterkwaliteitsklachten	Klachtenformulier	Klantenservice Storingsdienst-Distributie	Bij voorkomen	Na afhandeling van de klacht
Verslagen				
Jaarverslag	Jaarverslag waterkwaliteit SWM	OD-operations vestigingshoofden	1x/jaar	2 ^e kwartaal 2012
	Jaarverslag hygiëne bij productie van drinkwater	OD-operations vestigingshoofden	1x/jaar	2 ^e kwartaal 2012
	Jaarverslag performance laboratorium	OD-operations	1x/jaar	2 ^e kwartaal 2012
Halfjaarlijks verslag	Halfjaarlijks verslag waterkwaliteit af-productie SWM	OD-operations vestigingshoofden		3 ^e kwartaal 2012
Kwartaalverslag	Kwartaalverslag waterkwaliteit SWM-netwerken	OD-operations vestigingshoofden		4 ^e maand
Analyses t.b.v. externe klanten				
Staatsolie wateronderzoek	Analyseresultaten Staatsolie	Staatsolie N.V.	1x/maand	1 week na monstername
Particulieren	Analyseresultaten	aanvrager	Op aanvraag	Binnen 1 week na monstername

Bijlage V: Raamwerk voor veilig drinkwater

Inventarisatie van activiteiten SWM ten behoeve van Raamwerk voor veilig drinkwater naar het concept “Catchment to consumer” (**herziene versie, P.Kromotaroeno, 2010**)

Stap	Nr.	Activiteiten	Wie verantwoordelijk	Status maart 2013
Ken je waterwin-gebied	1	Monitoringsprogramma en beheersplan voor waterwingebied opstellen en uitvoeren.	Afdeling Waterwinning	In EU-project is geïnitieerd het project: Water resources management, waarin als activiteit is opgenomen het opzetten van een waterresourcesmanagement-plan. Kick off datum 13 maart 2013 Nog niet in place: Wetgeving bescherming waterwingebieden Wetgeving ten aanzien van het onttrekken van grondwater
	2	Trainingsprogramma opzetten en uitvoeren voor medewerkers voor het uitvoeren van monitoring waterwingebied en opzetten database	Projectgroep EU	Wordt in EU-project meegenomen
	3	Procedures opstellen duurzame en veilige waterwinning	Proceseigenaar waterwinning- ISO 9001:2008	Lopend
	4	Het werken conform procedures beheersing waterwinning	Afdeling waterwinning Afdeling Productie	Lopend

Stap	Nr.	Activiteiten	Wie verantwoordelijk	Status
Ken de kwaliteit van jouw ruwwater	1	Inspectie- en beheersprogramma voor bronnen opstellen en uitvoeren	Afd. Productie Afdeling Waterwinning	Werkinstructies en planningschema inspectie hygiëne in het kader van ISO 9001:2008 al opgesteld. Moet nog uitgevoerd worden door productie. Beheersprogramma moet opgezet worden.
	2	Monitoringsprogramma voor waterkwaliteit bronnen opstellen en uitvoeren	Afdeling Laboratorium	Reeds in uitvoering, lijst parameters moet gecompleteerd worden
	3	Trainingsprogramma opzetten en uitvoeren voor medewerkers voor het uitvoeren van inspectie bronnen	PZ met ondersteuning management	Training Waterkwaliteit en -zuivering verzorgd in periode april-juli 2009, moet gecontinueerd worden

Stap	Nr.	Activiteiten	Wie verantwoordelijk	Status
Beheers de zuivering	1	Waterkwaliteitsbeheersplan opzetten Monitorings- en beheersprogramma opstellen en uitvoeren voor performance zuiveringsproces (technische parameters)	EU-projectgroep 3 Afdeling Productie	Lopende Beheersprogramma moet opgezet worden. Productiemonitoringsmedewerker aangesteld april 2012, parameters zuiveringsprocessen worden gemonitord en aansturing vindt plaats met verkregen data.
	2	Monitoringsprogramma opstellen en uitvoeren voor waterkwaliteit bij zuivering drinkwater	Afdeling Lab Afdeling Productie Procestechnoloog	In place voor waterkwaliteit, lijst parameters moet gecompleteerd worden. Nog niet in place: Wetgeving ten aanzien van het toezicht op drinkwaterkwaliteit.
	3	Inspectie- en beheersprogramma voor hygiëne bij zuivering van drinkwater opzetten en uitvoeren	Afd. productie Afd. Laboratorium	Werkinstructies en planningschema inspectie in het kader van ISO 9001:2008 al opgesteld. Moet nog uitgevoerd worden door productie.
	4	Trainingsprogramma opzetten en uitvoeren voor medewerkers voor het uitvoeren van hygiëne-inspectie bij de waterzuivering	PZ met ondersteuning management	Training Waterkwaliteit en -zuivering verzorgd in periode april-juli 2009, moet gecontinueerd worden. Wederom verzorgd in september-oktober 2012.
	5	Onderhoudsplan opstellen en uitvoeren: Bronnen, zuiveringsfaciliteiten, infrastructuur, terreinen, gebouwen	EU-projectgroep 3 Werkgroep Productie-ISO 9001:2008 Productie	Lopende
	6	Trainingsprogramma opzetten en uitvoeren voor personeel om waterzuivering te bedienen, te onderhouden en hygiënisch te werken	EU-projectgroep 3 PZ met ondersteuning management	Trainingsprogramma moet opgezet worden
	7	Werkvoorschriften productiestations opstellen	Werkgroep Productie-ISO 9001:2008	Reeds uitgevoerd
	8	Werken conform werkvoorschriften productiestations	Afdeling Productie	Nog niet voor alle stations in place

Stap	Nr.	Activiteiten	Wie verantwoordelijk	Status
Bescherm de distributie	1	Monitoringsprogramma opstellen en uitvoeren voor waterkwaliteit bij distributie drinkwater	Afdeling Lab	In place voor waterkwaliteit
	2	Monitorings- en beheersprogramma opstellen en uitvoeren voor performance distributieproces: Waterdruk, klachten vuil water, lekkages etc..	Afdeling Distributie Afdeling Waterverdeling	Nog niet in place
	3	Inspectie- en beheersprogramma voor hygiëne bij distributie van drinkwater opstellen en uitvoeren	Afdeling Distributie met ondersteuning van Afdeling Lab	Werkinstructies en planningschema inspectie in het kader van ISO 9001:2008 al opgesteld. Moet nog uitgevoerd worden door Distributie. Beheersprogramma moet nog opgesteld worden.
	4	Onderhoudsprogramma opstellen en uitvoeren voor distributie infrastructuur, -faciliteiten	Wergroep Distributie-ISO 9001:2008 Afdeling Distributie	Nog niet in place
	5	Trainingsprogramma opzetten en uitvoeren voor personeel hygiënisch werken bij distributieactiviteiten	PZ met ondersteuning management	Training Waterkwaliteit en -zuivering verzorgd in periode april-juli 2009, moet gecontinueerd worden.
	6	Opstellen werkvoorschriften afdeling Distributie	Wergroep Distributie-ISO 9001:2008	Werkinstructies in het kader van ISO 9001:2008 al opgesteld.
	7	Werken conform voorschriften Distributie	Afdeling Distributie	Lopende

Stap	Nr.	Activiteiten	Wie verantwoordelijk	Status maart 2013
Veilig drinkwater	1	Kwaliteitseisen en kwaliteitstargets vaststellen voor SWM-drinkwater	Directie	Vanaf 2007 een feit, streefwaarden/bedrijfstechnische normen SWM moeten geëvalueerd worden
	2	Kwaliteitsmanagementsysteem voor heel SWM (ISO 9001:2008) opzetten	Directie	15 maart 2013 : ISO 9001-certificaat ontvangen
	3	Reguliere trainingsprogramma's veilig drinkwater en hygiënisch werken opstellen en uitvoeren	PZ met ondersteuning management	Er is een aanvang gemaakt met training "Waterzuivering en -kwaliteit" Volledig trainingsprogramma moet opgezet worden
	4	Voorlichtingsprogramma opzetten en uitvoeren t.b.v. publiek betreffende veilig drinkwater en de rol en verantwoordelijkheid van het publiek daarin met als doel besef en verantwoordelijkheidsgevoel te vergroten en betrokkenheid te stimuleren	Directie en PR EU-projectgroep 5	Projectvoorstel gereed voor uitvoering
	5	Team aanstellen voor opstellen	Directie	Nog niet in place

		Water safety plan voor de SWM		
	6	Committering aan drinkwaterkwaliteitsmanagement	Directie	

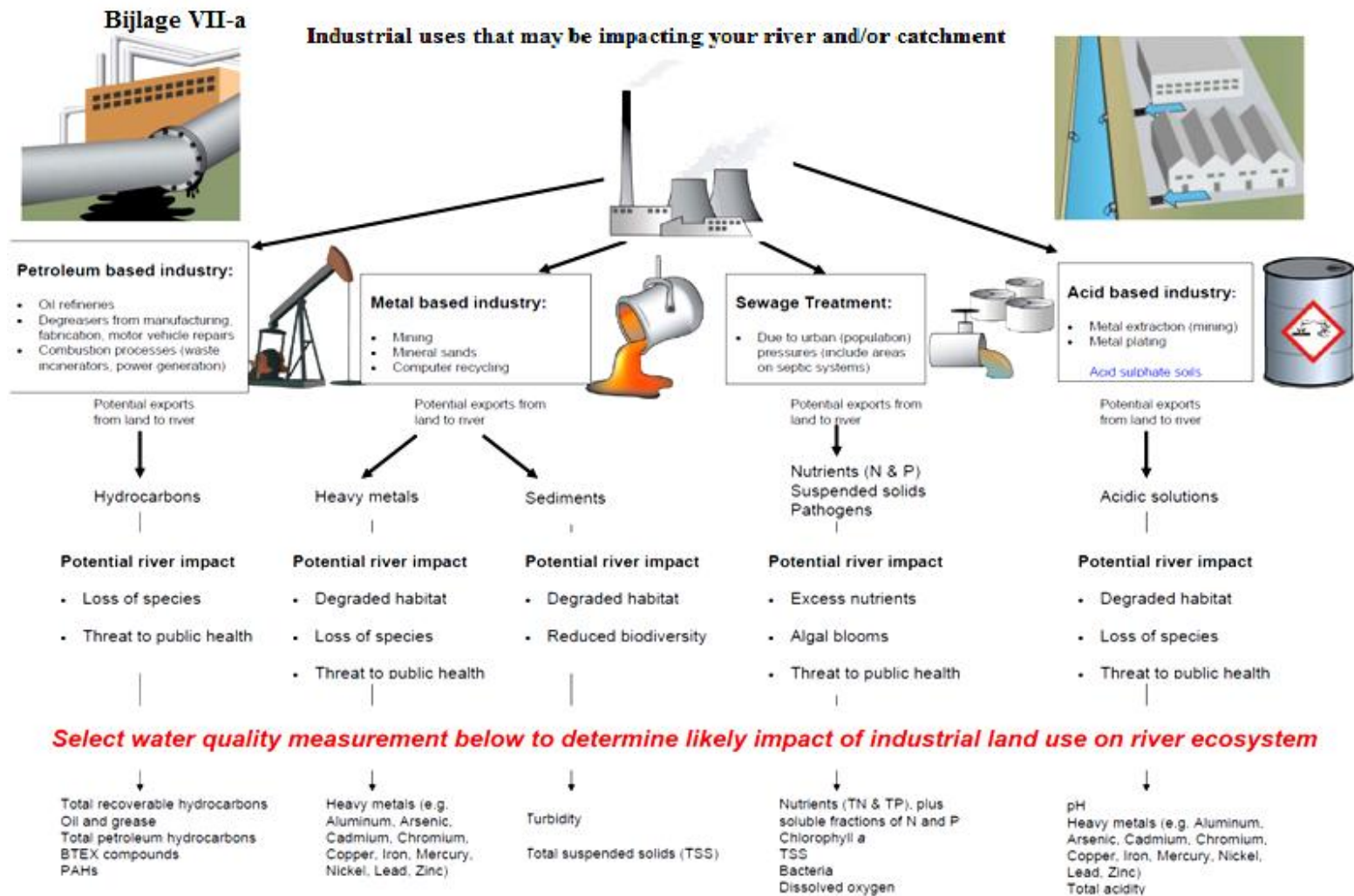
Bijlage VI: Overzicht van pathogenen afkomstig uit feces

Bron: AWWA, 1999

Organism	Major disease	Primary source
Bacteria		
<i>Salmonella typhi</i>	Typhoid fever	Human feces
<i>Salmonella paratyphi</i>	Paratyphoid fever	Human feces
Other <i>Salmonella</i> sp.	Gastroenteritis (salmonellosis)	Human/animal feces
<i>Shigella</i>	Bacillary dysentery	Human feces
<i>Vibrio cholerae</i>	Cholera	Human feces, coastal water
Pathogenic <i>Escherichia coli</i>	Gastroenteritis	Human/animal feces
<i>Yersinia enterocolitica</i>	Gastroenteritis	Human/animal feces
<i>Campylobacter jejuni</i>	Gastroenteritis	Human/animal feces
<i>Legionella pneumophila</i>	Legionnaires' disease, Pontiac fever	Warm water
<i>Mycobacterium avium</i> <i>intracellulare</i>	Pulmonary disease	Human/animal feces, soil, water
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Dermatitis	Natural waters
<i>Aeromonas hydrophila</i>	Gastroenteritis	Natural waters
<i>Helicobacter pylori</i>	Peptic ulcers	Saliva, human feces?
Enteric viruses		
Poliovirus	Poliomyelitis	Human feces
Coxsackievirus	Upper respiratory disease	Human feces
Echovirus	Upper respiratory disease	Human feces
Rotavirus	Gastroenteritis	Human feces
Norwalk virus and other caliciviruses	Gastroenteritis	Human feces
Hepatitis A virus	Infectious hepatitis	Human feces
Hepatitis E virus	Hepatitis	Human feces
Astrovirus	Gastroenteritis	Human feces
Enteric adenoviruses	Gastroenteritis	Human feces
Protozoa and other organisms		
<i>Giardia lamblia</i>	Giardiasis (gastroenteritis)	Human and animal feces
<i>Cryptosporidium parvum</i>	Cryptosporidiosis (gastroenteritis)	Human and animal feces
<i>Entamoeba histolytica</i>	Amoebic dysentery	Human feces
<i>Cyclospora cayatanensis</i>	Gastroenteritis	Human feces
Microspora	Gastroenteritis	Human feces
<i>Acanthamoeba</i>	Eye infection	Soil and water
<i>Toxoplasma gondii</i>	Flu-like symptoms	Cats
<i>Naegleria fowleri</i>	Primary amoebic meningoencephalitis	Soil and water
Blue-green algae	Gastroenteritis, liver damage, nervous system damage	Natural waters
Fungi	Respiratory allergies	Air, water?

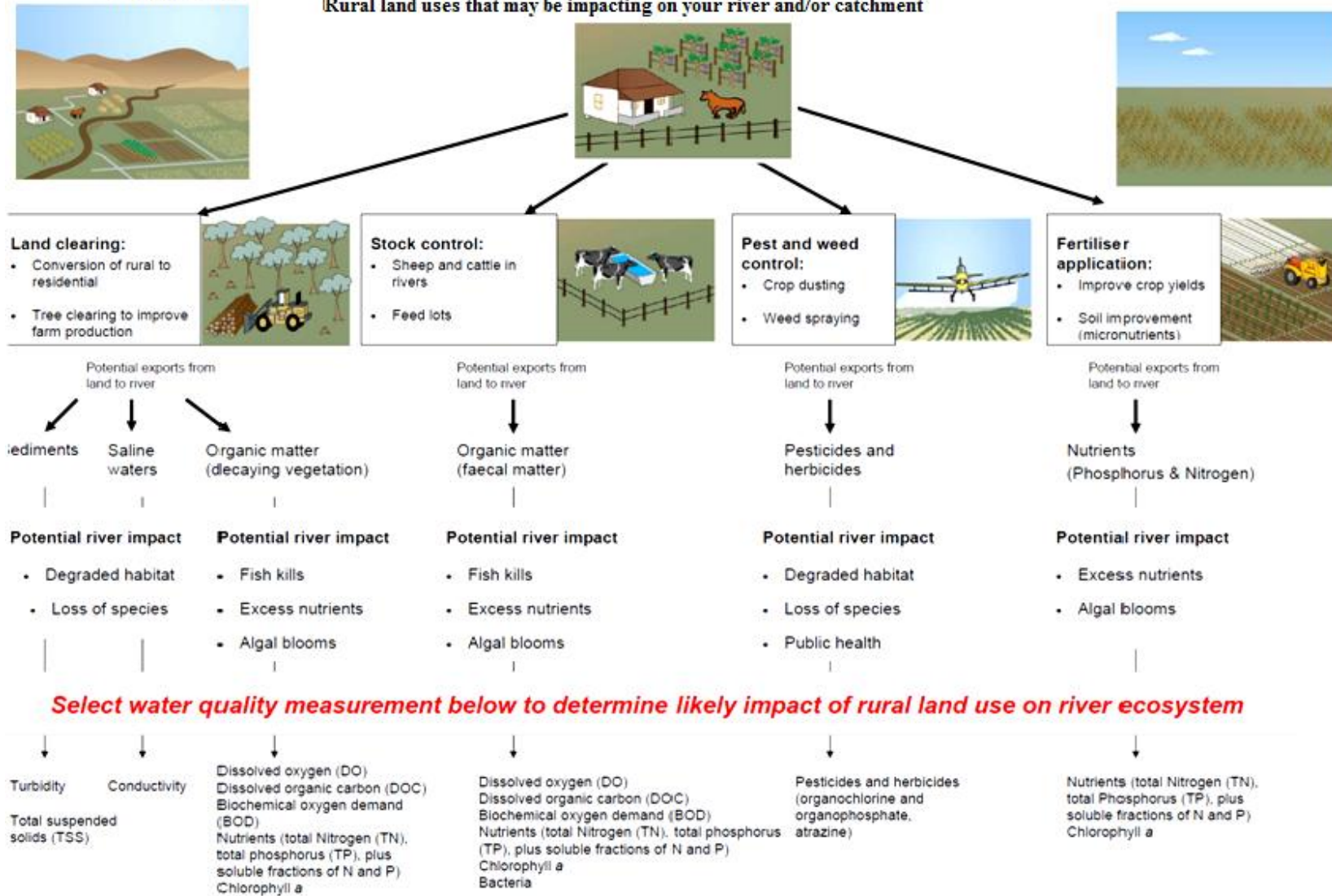
Bijlage VII : Overzichten van de effecten van landgebruik op de kwaliteit van oppervlaktewater

bron: Government of Western Australia, 2009)



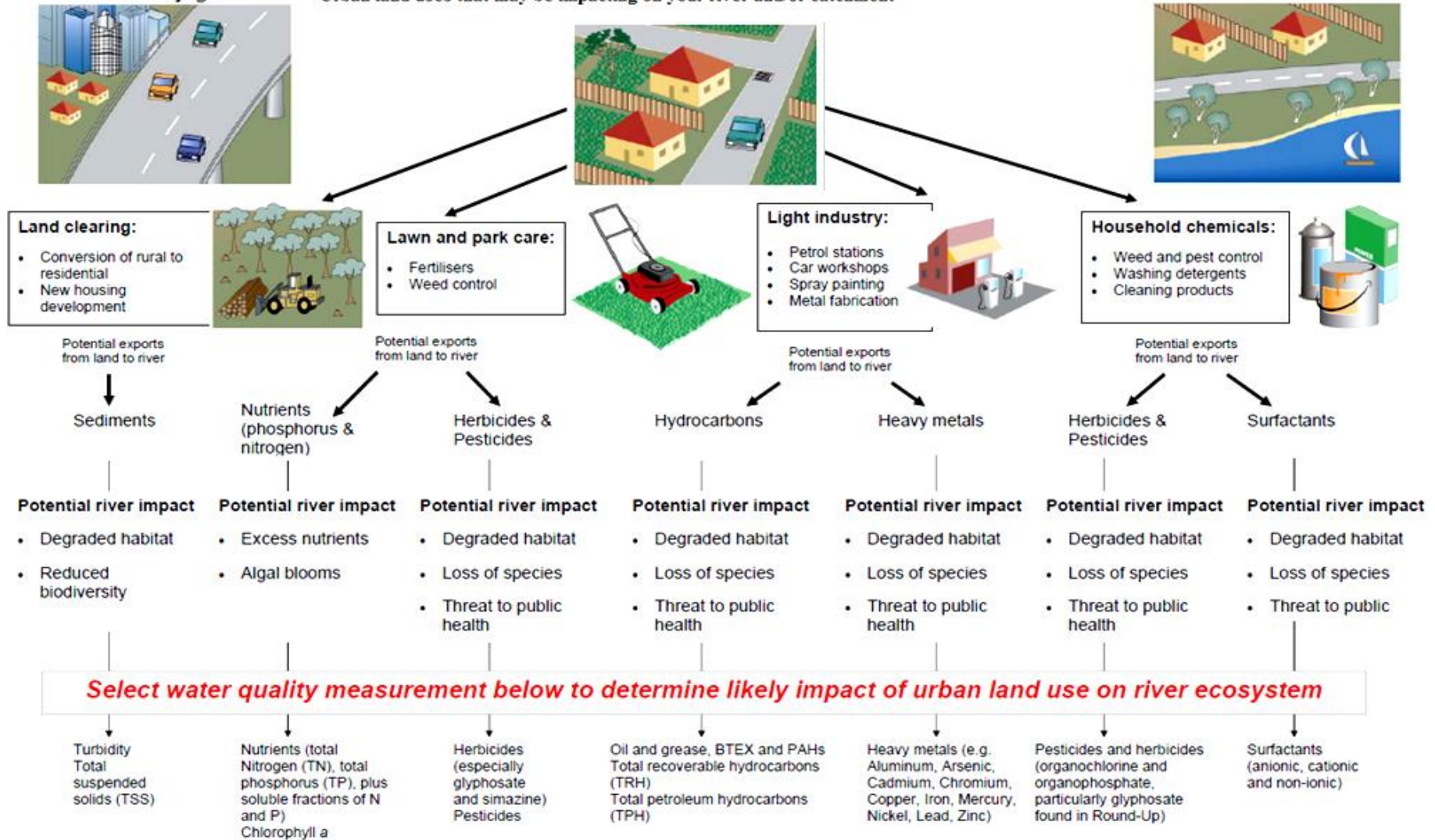
Bijlage VII-b

Rural land uses that may be impacting on your river and/or catchment



Bijlage VII-c

Urban land uses that may be impacting on your river and/or catchment



Bijlage VIII: Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van pompputten
(gebaseerd op Davison et al, 2005)

Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Monitoring			Correctieve actie	Verificatie			
				Target	Actie vereist indien	Wat?	Wanneer?	Wie?					
Directe entree van besmet oppervlaktewater in de pompput	Slechte afwerking van putkop	Onwaarschijnlijk/ groot	Goede afwerking putkop	1 meter betonnen omstorting om de putkop; schacht stijgt 30 cm boven de platform; draineergreppels aanwezig	Einde broncasing bij maaiveld.	Sanitaire/ hygiëne-inspectie	Maandelijks	Operator	Verhogen van broncasing	Hygiëne-inspectie. E.coli, fecale streptococci. Bacteriofagen			
					Omstorting beschadigd of gescheurd								
					Greppels vol water, defect, of afwezig						Repareren van omstorting		
Entree van verontreiniging door slechte constructie of beschadiging van de casing	Slecht onderhouden putkopafwerking	Matig/groot	Goede afwerking putkop	Bovenste 5 meter van de schacht afgedicht. Stijgbuis in goede conditie.	Schacht afgedicht voor minder dan 3 meter.	Sanitaire/ hygiëne-inspectie.	Maandelijks	Operator	Plaatsen van afdichting om de schacht	Hygiëne-inspectie.			
					Kleursveranderingen.						Helderheid water.	Vervangen van versleten en gecorrodeerde stijgbuizen	Analyse van kleur, ijzer en troebelheid
					Verhoogde uitpompings vereist om water naar boven te halen.						CCTV	Gebruik van materiaal dat minder onderhevig is aan corrosie (bv. pvc)	
Overstroming omgeving pompput met besmet oppervlaktewater	Gebrek aan afvoergreppels	Onwaarschijnlijk/ groot	Goede drainering om de putkop	Afvoergreppels van adequaat formaat, in goede conditie en vrij van rommel	Rommel in greppel of tekenen van slijtage	Sanitaire/ hygiëne-inspectie	Wekelijks	Operator	Repareren en schoonmaken greppel Vergroten gebruikte greppel	Hygiëne-inspectie.			
Toename uitloging van contaminanten door verpompings	Toename uitloging van chemische stoffen door verpompen	Onwaarschijnlijk/ groot	Verpompingsregime aanpassen	Uitloging van contaminanten binnen voorspelde bereik	Bewijs van toegenomen uitloging van contaminanten	Monitoring van belangrijke relevante contaminanten	Maandelijks	Operator	Wijzigen van verpompingsregime	Hydrochemische modellen			
Trekken van verontreinigd ondiep water in de aquifer.	Hydraulische verbinding tussen ondiepe en diepere aquifers met als resultaat verlaging van het waterniveau naar de diepere aquifer	Bijna zeker/ matig	Beheersing van pompregime. Op diepte stellen intake.	Geen bewijs van afgeleide lekkage	Bewijs van niveauverlaging van ondiep water. (bv. ondiepe bron droogt op)	Kleur (uiterlijk), smaak.	Wekelijks	Operator	Dieper stellen intake (microben)	Bacteriofagen, nitraat, tracer onderzoek			
						Geur							
						Elektrische geleidbaarheid.							
						Kleur							
						Elektrische geleidbaarheid.							
		Hydrologische modellen											

Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van pompputten

(gebaseerd op Davison et al, 2005)

Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Monitoring			Correctieve actie	Verificatie
				Target	Actie vereist indien	Wat?	Wanneer?	Wie?		
Terugheveling vanuit pijp in boorput	Ontbreken van installatie terugslagpreventie	Waarschijnlijk/minder	Terugslagklep op leidingen	Terugslagklep geïnstalleerd	Ontbreken van terugslagklep	Het inspecteren van pompwerken	Installaties Periodieke controles.	Constructeur Operator/ bedrijfsleider	Installeren terugslagklep	Audit van putkop en pomp
Falen in desinfectieproces	Falen van desinfectieproces	Onwaarschijnlijk/groot catastrofisch	Effectieve chlorering met contacttijd	Ct-waarde adequaat en restchloro verkregen	Ontbreken van restchloro	Monitoren chloordosering en restchloro	Dagelijks/ elk uur	Operator	Ontkoppelen pomp van de lijn en repareren desinfectie-unit	Audit van resultaten. E.coli, fecale streptococci, bacteriofagen.
Mobilisatie van giftige chemicaliën en uitwassen van virussen	Mobiliseren en uitwassen door veranderingen in landgebruik en toegenomen recharge	Zeldzaam/ klein tot matig	Beheersing van landgebruik, vooral het managen van irrigatie	Kleine kustmatige recharge door irrigatie, pH en Eh van water stabiel	Duidelijke veranderingen in landgebruik. Toegenomen gebruik van irrigatie	Landgebruik; pH van grondwater Redox (Eh)	Wekelijks	Operator	Reduceren kunstmatige recharge	E.coli, fecale streptococci, bacteriofagen. Relevante chemische stoffen.
Uitloggen van microbiologische contaminant in aquifer	Uitloggen van fecaal materiaal afkomstig van sanitatie, vast afval, draineringen	Matig/matig	Beschermingszones en terugvalzones	Laterale scheiding gedefinieerd op basis van reistijden en hydrogeologie	Latrines/ rioleringen aangelegd of vuilstortplaatsen aangelegd binnen scheidingsafstanden	Hygiëne-inspectie; inspectie van beschermingszone, elektrische conductiviteit. Lekkage riolering	Maandelijks	Operator	Verwijderen bronnen van contaminatie, verbeteren sanitatie-ontwerp, reduceren lekkage riolering, plaatsen van afscheidingswanden rondom rioleringen.	Inspectie, E.coli, fecale streptococci, bacteriofagen, nitraat, chloride, tracer testen.
Natuurlijk voorkomende mineralen in het bronwater	Chemische stoffen in giftige gehalten in geologische formatie	Matig/ matig	Selectie van bron	Gebruik grondwater met chemische stoffen niet in giftige concentraties	Aanduiding van natuurlijke contaminaties	Risicobeoordeling van geologische formatie. Aan het begin een beoordeling van de waterkwaliteit.	Voor de installatie	Constructeur	Gebruiken alternatieve bron. Zuivering	Risicobeoordeling, waterkwaliteitsbeoordeling, monitoring van relevante chemische stoffen
Verontreiniging van landbouw afkomstig: nitraat	Gebruik van anorganische of organische kunstmeststoffen, dichtheid van vee	Onwaarschijnlijk/klein	Beschermingszone	Nitraatkwetsbare zones gedefinieerd voor aquifer ter voorkoming overmatige uitloging	Aanduiding van toenemende nitraatlevels	Monitoren van nitraat in grondwater. Monitoren bemestingstoepassingen Monitoren dichtheid veestapel	Maandelijks	Leverancier Milieu- instituut	Beheersing van gebruik van meststoffen Mengen van drinkwater	Nitraatgehalten in grondwater. Audit toepassing van meststoffen, Audit dichtheden van veestapels
Verontreiniging van landbouw afkomstige: pesticiden	Uitloggen van pesticiden in het grondwater	Onwaarschijnlijk/klein	Beschermingszone	Beheerst gebruik van pesticiden in wingebied	Aanduiding op toenemende pesticiden in water. Aanduiding op gebruik van pesticiden in hogerisicogebieden	Monitoren gebruik van pesticiden	Maandelijks	Leverancier Milieu- instituut	Beheersing van gebruik pesticiden	Pesticidegehalten in grondwater. Audit pesticidetoepassingen.

Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van pomputten (gebaseerd op Davison et al, 2005)

Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Monitoring			Correctieve actie	Verificatie			
				Target	Actie vereist indien	Wat?	Wanneer?	Wie?					
Uitloggen van chemicaliën afkomstig van vuilstortplaatsen in grondwater	Uitloggen van chemicaliën afkomstig van vuilstortplaatsen in grondwater, afvalstortplaatsen, industriële afvoer naar grondwater	Matig/ klein	Beschermingszone	Vuilstortplaats sanitair en goed geseald	Aanduiding van de toename van migratie van verontreiniging middels monitoring rondom verontreinigingsbronnen	Monitoren van de belangrijkste contaminanten rondom de bronnen van verontreiniging	Wekelijks/dagelijks	Managers afvalverwerking	Verplaatsen van verontreinigingsbronnen, verbeteren vervuilingbeperking, het monitoren van een netwerk rondom bronnen van verontreinigingen	Inspectie.			
				Het voorkomen van vuilstortplaats beheerst op basis van reistijden en hydrogeologie							Monitoren vrachtfacturen	Milieu-instituut	Analyse van chemische compositie van verontreiniging.
												Leverancier	Analyse waterkwaliteit
													Audit facturen voor compositieafval.
Besmetting grondwater met pathogenen van ziekenhuisafval	Uitlogging in grondwater door slechte verwerking van ziekenhuisafval	Onwaarschijnlijk/ catastrofaal	Juiste afvalverwerking ziekenhuisafval	Ziekenhuisafval met ziekteverwekkend materiaal verbrand in de oven	Ziekenhuisafval op vuilstortplaatsen of in de grond verwerkt	Monitoren manieren van verwerken ziekenhuisafval	Dagelijks	Water-leverancier Gezondheidsautoriteiten	Verzekeren dat alle pathogeen materiaal in de oven wordt verbrand of gesteriliseerd wordt.	Audit afvalverwerking ziekenhuizen			
Contaminatie grondwater met verontreiniging van urbane gebieden	Recharge van grondwater door slecht gesealde drainering	Matig/ klein	Beschermingszones	Onmogelijk voor drainage-water voor rechargen grondwater	Verhoogde potentieel voor recharge door slecht geconstrueerde drains	Inspectie	Wekelijks	Operator	Verzekeren dat alle draineringen goed zijn afgedicht in rechargegebied of in kwetsbaar gebied	Audit drainagekanaal ontwerp, constructie en onderhoud.			
Contaminatie grondwater door industriële afvoer	Overstromen pomput of uitlogging in de aquifer door slechte verwerking industriële afvoer kan	Matig/ klein	Beperking en behandeling van afval	Effectieve afvalverwerkingsmethoden ter voorkoming spills en uitloggen	Geen zekerheid tegen overstroming en uitloggen in gebruikte afvalverwerkingsmethoden	Monitoren beperkingsmethoden op de industriële terreinen	Maandelijks	Waterbedrijf/Milieu-instituut	Verzekeren dat alle bronnen goed zijn afgedicht in rechargegebieden of in kwetsbare gebieden. Verzekeren dat alle industriële afval goed is verpakt en behandeld op het industrieterrein.	Audit industriële afvalwaterzuiveringsplant.			

Bijlage IX: Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van waterzuiveringssystemen SWM die gebruikmaken van de A-zand- en de Coesewijne-aquifer
(P.Kromotaroeno, 2013)

Procesonder-deel	Gevaar/Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Operationele Monitoring			Correctieve actie	Verificatiemonitoring			
					Target	Actie vereist indien	Wat?	Wanneer?	Wie?		Wat?	Wanneer?	Wie?	
Toevoer ruwwater-leiding	Entree van bacteriologische verontreiniging.	Lekkages aan ruwwaterleiding door corrosie stalen leiding/scheur in AC-leiding/scheur in pvc.	Matig/groot	Vervangen/onderhoud ruwwaterleidingstelsel	Lekvrij leidingstelsel	Constatering lekkage	Inspectie-systeem	Wekelijks	Bedrijfsleider	Reparatie ruwwaterleiding	Totale coliformen, thermotolerante coli, totaal kiemgetal.	Twee-wekelijks	Lab	
	Stijging chloridegehalte	Verzilt bron	Matig/matig	Mengen drinkwater. Kiezen alternatieve bron	Chloride: max 250mg/l	Chloride >250 mg/l	Chloride-meting	Twee-wekelijks	Bedrijfsleider	Mengen drinkwater. Kiezen alternatieve bron	chloride	Twee-wekelijks	Lab	
Beluchting	Entree van bacteriologische verontreiniging.	Ophoping stof en vuil aan gaaswerk ventilator. Opening veroorzaakt door corrosie materiaal beluchtingssysteem. Aanwezigheid fecaal materiaal in omgeving.	Matig/groot	Schoonmaak gaaswerk. Hygiënisch werken.	Gaaswerk altijd schoon en intact.	Stof/scheur aanwezig op/in het gaaswerk .	Inspectie	Dagelijks	Bedrijfsleider	Desinfectie drinkwater. Reparatie gaaswerk.	Thermotolerante coliformen, totaal kiemgetal. Restchlor	Twee-wekelijks	Lab	
				Onderhoud beluchtingssysteem	Infrastructuur ongeschonden	Roestvorming aanwezig	Inspectie	Maandelijks	Bedrijfsleider	Onderhoud beluchting				
				Productie-omgeving vrij van fecaal materiaal en vuilophoping.	Omgeving vrij van gedierten/fecaal materiaal.	Gedierten aanwezig in omgeving		Inspectie	Dagelijks	Bedrijfsleider	Bedrijfsterrein omrasteren en dichthouden			
	Onvolledige verwijdering gassen/inbreng zuurstof	Verminderde luchttoevoer veroorzaakt door verstopping vullichamen/beluchtingsplaten	Matig/klein	Goede beheersing beluchting	Optimale efficiency beluchting	Afname efficiency ventilator met 50%	Luchtdruk en debiet luchttoevoer	Maandelijks	Bedrijfsleider	Schoonmaak beluchtersysteem	CO ₂ meting, zuurstofmeting	Twee-wekelijks	Lab	
Zandfilter	Onvolledige verwijdering Fe/Mn/Ammonium	Onvoldoende beluchting. Onvoldoend filtermedium.	Matig/groot	Goede beheersing beluchting	Optimale efficiency beluchting	Druk =0 bar	Luchtdruk luchttoevoer	Elk uur	Productie-medewerker	Vervangen/repareren compressor	CO ₂ -meting, zuurstofmeting	Twee-wekelijks	Lab	
				Goede beheersing filtratie	Optimale filterbedhoogte	≤ 1.50 meter	Metten filterbed-hoogte	Maandelijks	Bedrijfsleider	Aanvullen filtermedium	Fe, Mn, ammonium, nitriet, nitraat.	Twee-wekelijks	Lab	
	Doorbraak Fe en Mn (hydro-)oxiden	Overschrijden looptijd filters. Gaten in afvoerleidingen spoelgoot/-bodem, losse spoeldoppen van filterketels. Juiste spoelprocedure niet toegepast	Matig/klein	Aanhouden looptijden. Toepassen goede spoelprocedure.	Drukverschil <1 bar	Drukverschil >1 bar	Druk in filterbed/ Spoeldebiet en spoeldruk.	Elk uur/ bij elke spoelbeurt	Productie-medewerk-er	Schoonmaak kelder. Verbeteren spoelprocedure.	Troebelheid, Fe	Twee-wekelijks	Lab	
	Leidingbreuk	Verhoogde bodemweerstand/filterbedweerstand door verstopte spoeldoppen/verstopt filterbed	Matig/klein	Onderhoud filterketels	Ongeschonden infrastructuur	Onvolkomenheden filter	Inspectie	Maandelijks	Technische medewerker station	Onderhouds-werkzaamheden				
		Onderhoud filterketels		Ongeschonden infrastructuur	Onvolkomenheden filter	Inspectie	Maandelijks	Technische medewerker station	Onderhouds-werkzaamheden					

Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring van waterzuiveringssystemen SWM die gebruikmaken van de A-zand- en de Coesewijne-aquifer
(P.Kromotaroeno, 2013)

Procesonder-deel	Gevaar/Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Operationele Monitoring			Correctieve actie	Verificatiemonitoring		
					Target	Actie vereist indien	Wat?	Wanneer?	Wie?		Wat?	Wanneer?	Wie?
Zandfilter	Entree van bacteriologische verontreiniging bij open filters.	Breuken/openingen in filtergebouw	Groot/catastrofaal	Goede afscherming open filters	Waterdichte afscherming	Opening aanwezig	Inspectie	Dagelijks	Bedrijfsleider	Desinfectie reinwater. Afdichten filtergebouw	Tot. coliformen, thermotolerante coli, totaal kiemgetal, restchloor.	Tweewekelijks	Lab
	Entree van bacteriologische verontreiniging bij aanvullen filtermedium.	Lekkende afsluiters naar kelder	Groot/catastrofaal	Onderhoud afsluiters. Hygiënisch werken	Goedwerkende afsluiters	Constatering gebrek afsluiter	Inspectie	Maandelijks	Bedrijfsleider	Desinfectie reinwater. Vervangen afsluiters	Tot. coliformen, thermotolerante coli, totaal kiemgetal, restchloor.	Tijdens aanvullen filtermateriaal	Lab
Schelpenfilter	Onvoldoende conditionering	Onvoldoende filtermedium	Klein/matig	Goede beheersing conditionering	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$	$\text{pH} \leq 7.0$	Meten filterbedhoogte	Wekelijks	Bedrijfsleider	Bestellen filtermedium	pH, HCO_3^- , CO_2 , totale hardheid	Tweewekelijks	Lab
	Leidingbreuk	Verhoogde bodemweerstand/filterbedweerstand door verstopte spoeldoppen/verstopt filterbed	Matig/klein	Onderhoud filterketels	Ongeschonden infrastructuur	Onvolkomenheden filter	Inspectie	Maandelijks	Technische medewerker station	Onderhoudswerkzaamheden			
	Entree van bacteriologische verontreiniging.	Scheuren/openingen in reservoir	Groot/catastrofaal	Goede afscherming reservoirs	Waterdichte afscherming	Aanwezigheid scheur/opening	Inspectie, rest chloor meting	Jaarlijks	Bedrijfsleider/Productiemedewerker	Desinfectie reinwater. Afdichten reservoir	Tot. coliformen, thermotolerante coli, totaal kiemgetal, restchloor.	Tweewekelijks	Lab
Opslag reinwater	Ophoping sediment	Niet optimale filtratie	Klein/matig	Optimale werking filters	$\text{Fe} < 0.1 \text{ mg/l}$, $\text{FTU} < 1$	$\text{Fe} > 0.1 \text{ mg/l}$	meten troebelheid	1/2 jaarlijks		Schoonmaak reservoir			
					$\text{Mn} < 0.05 \text{ mg/l}$	$\text{Mn} > 0.05 \text{ mg/l}$	Inspectie	Tweewekelijks	Bedrijfsleider/Productiemedewerker	Verbeteren filterwerking	Troebelheid, Fe, Tot. coliformen, thermotolerante coli.	Tweewekelijks	Lab

Bijlage X: Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring bij opslag, levering en distributie drinkwater
(WSP, WHO 2005)

Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Correctieve actie	Operationele Monitoring		
				Target	Actie vereist indien		Wat?	Wanneer?	Wie?
Intrede van gecontamineerd drinkwater in distributienetwerk	Falen zuivering	Matig/catastrofaal	Optimaliseren zuivering	Zuivering effectief	Afwijkende streefwaarden van zuiveringsstation	Uit bedrijfhalen zuiveringsstap en de juiste correctieve maatregel toepassen	Ct -waarde (chloorrest, indien desinfectie toegepast) Particle count/troebelheid	Elk uur/ dagelijks	Productiepersoneel
Microbiële contaminatie van kelder/reservoir	Vogels/ dieren contaminatie van kelders/ reservoirs	Onwaarschijnlijk/ catastrofaal	Verzekeren dat kelders/reservoirs vrij zijn van vogels en dieren	Alle luchtopeningen bedekt, inspectie deksels in orde en gesloten. Geen overhangende boomtakken over het reservoir. Omheining rondom tank.	Ontluchtingsklep of inspectiedeksel niet in orde of beschadigd; omheining beschadigd, opdringen boomtak boven op de tank	Repareren en vervangen beschadigde ventilatieopeningen en inspectiedeksels. Snoeien boomtakken.	Troebelheid Hygiëne-inspectie	Dagelijks	Productiepersoneel
Vorming biofilm en/of sedimentatie in kelder/reservoir door microbiële contaminatie	Afstoting of verstoring biofilm en sedimentatie	Waarschijnlijk/klein	Beheersen van biofilm and sedimentatie	Binnenkant van reservoir schoon en sedimentatie geminimaliseerd en ongestoord	Biofilmontwikkeling en toename in chloorconsumptie	Uit bedrijfhalen tank gedurende schoonmaak en spoelen. Spoelen leidingen na afronding met gechloord water.	Hygiëne-inspectie, chloorrest, troebelheid, biofilmdeeltjes	Dagelijks	Productiepersoneel
Toegang van gecontamineerd water in kelder/reservoir	Lekkage in tanks onder de grond of lekkage bij verzameling van stilstaand water rondom de basis	Onwaarschijnlijk/klein	Structurele integriteit en drainage	Tank structuur goed zonder scheuren en drainage kanalen in goede conditie	Drainagekanalen geblokkeerd, scheuren ontwikkelen zich in tankstructuur	Schoonmaken drainagekanalen. Uit bedrijf nemen tank voor reparatie. Spoelen tank alvorens in bedrijf te stellen.	Hygiëne-inspectie	Dagelijks	Productiepersoneel
Intrede contaminatie in distributiesysteem bij de afsluiter bij de kelder/het reservoir	Afsluiter overstroomd door gecontamineerd water	Matig/groot (afhankelijk van locatie en bediende bevolking)	Structurele integriteit, drainage en onderhoud van afsluiterdozen	Kleppendoos met doorlaatbare basis en adequate drainage	Waterophoping in afsluiteruimte, schade aan drains of schoonmaak drains nodig	Repareren lekdrainering en afsluiters. Repareren klep bij tekenen van slijtage	Hygiëne-inspectie	Dagelijks	Productiepersoneel
Intrede contaminatie in distributiesysteem bij de afsluiter in het distributienetwerk	Afsluiter overstroomd door gecontamineerd water	Matig/groot (afhankelijk van locatie en bevolking bediend)	Structurele integriteit en onderhoud van kleppendozen	Kleppendoos met doorlaatbare basis en adequate drainage	Waterophoping in afsluiteruimte, schade aan afvoer, schoonmaak drains nodig	Repareren lekdrainering en afsluiters. Repareren klep bij tekenen van slijtage	Hygiëne-inspectie, chloorrest, troebelheid	Dagelijks	Distributiepersoneel

Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring bij opslag, levering en distributie drinkwater

(WSP, WHO 2005)

Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Correctieve actie	Operationele Monitoring		
				Target	Actie vereist indien		Wat?	Wanneer?	Wie?
Intrede van contaminatie afkomstig van grote instituten in distributiesysteem	Terugheveling vanuit groot instituut naar leidingen door intermitterentie of fluctuaties in de druk	Waarschijnlijk/matig	Verzekeren dat terugslagkleppen worden geïnstalleerd (een-richting kleppen). Institutionele WSP ontwikkeld	Terugslagklep correctwerkend en waterkwaliteitsmanagementplan ontwikkeld en gevolgd	Terugslagklep niet aanwezig/defect. Afwezigheid van een waterkwaliteitsmanagementplan	Adviseren instituut door nutsbedrijf omtrent waterkwaliteitsmanagementplan. Repareren terugslagklep	Hygiëne-inspectie van terugslagpreventie	Wekelijks/maandelijks	Personeel waterbedrijf
Contaminatie als gevolg van kruisverbinding aan rioleringsysteem	Intrede pathogenen in het watervoorzienings-systeem door lekkende riool te dicht bij leidingen	Waarschijnlijk/catastrofaal (afhankelijk van locatie en bediende bevolking)	Goed ontwerp van riolering en leidingen, lekkage-beheersprogramma's	Systemen ontworpen om kruisverbindingen te voorkomen onder alle omstandigheden	Plots chloorverlies, verhoogd risico bij risicobeoordeling	Direct repareren lekkages in water-voorziening en riolering; rehabilitatie om hydrostatische druk te verbeteren; scheidingswanden in hogerisicogebieden	Chloorrest, troebelheid, hygiëne-inspectie/risicomodel	Maandelijks	Operations (zowel waterbedrijf als rioleringsbedrijf)
Terugheveling van gecontamineerd water	Intrede van water met pathogenen afkomstig van fecaal-gecontamineerde grond door lekkages in leiding gecombineerd met verlagingen in druk (zowel intermitterend of voorbijgaande drukgolven)	Waarschijnlijk/matig (afhankelijk van locatie en bevolking)	Reduceren van intermitterentie en beperken potentieel voor voorbijgaande drukgolven door het limiteren van directe verbindingen met persleidingen	Watervoorziening via leidingen met lekbeheersprogramma en positieve hydrostatische druk. Afscheidingswanden	Plots chloorverlies, toename in troebelheid, verhoogd risico bij risicobeoordeling	Reduceren intermitterentie. Lekkage beheersprogramma. Waar intermitterentie onvermijdelijk, desinfectiestrategie ontwikkeld. Scheidingswanden geconstrueerd in hoge risico gebieden. Reduceren voorbijgaande drukgolven	Chloorrest, troebelheid, hygiëne-inspectie/risicomodel	Dagelijks	Personeel waterbedrijf
				Beperkte drukverlaging					

Risicobeoordeling, beheersmaatregelen en monitoring bij opslag, levering en distributie drinkwater

(WSP, WHO 2005)

Gevaarlijke gebeurtenis	Oorzaak	Risico	Beheersmaatregel	Operationele limieten		Correctieve actie	Operationele Monitoring		
				Target	Actie vereist indien		Wat?	Wanneer?	Wie?
Contaminatie geïntroduceerd gedurende reparaties in het distributiesysteem	Contaminatie in het systeem door slechte hygiëne in reparatiewerken	Matig/catastrofaal	Hygiënische gedragsregels/werkgewoonten voor het werken op distributieleidingen	Hygiënegedragcode ontwikkeld, beschikbaar voor alle personeelsleden en wordt gevolgd	Tekenen van niet volgen hygiënegedragcode	Verzekeren van klaarmaken hygiënegedragcode en beschikbaar stellen aan alle personeelsleden. Training in goede hygiëne voor leidingenreparatieteams.	Troebelheid Chloorrest Plaatselijke inspectie	Dagelijks	Management/ personeel
Biofilmafgifte in drinkwater	Ontwikkeling van biofilm vanwege hoog AOC-gehalte en gebrek van beheersingsstrategie Afgifte biofilm door hydraulische veranderingen (zuigingen/ drukverlaging)	Matig/klein	Minimaliseren biofilmformatie (chlorering of gebruik biologisch stabiel water)	Weinig biofilm ontwikkeld en beperkt risico van loslating van biofilm	Toenamen in troebelheid, chloor, veranderingen in kleur	Vervangen van pijpmateriaal met hoge aanhechting, verbeteren biologische stabiliteit door geoptimaliseerde zuivering, verbeteren gestadige stroming in netwerk	Chloorrest, kleur, troebelheid, geur, klachten van de klant, corrosie coupons	Dagelijks	Operations

Bijlage XI: Verificatiemonitoring distributienetwerk SWM

(naar WSP, WHO 2013)

Audit performance zuivering op jaarbasis	
Bemonsteringen verspreid over het distributiesysteem. Aanbevolen minimum aantal monsters voor testen fecaal indicator in distributie systeem(WHO,2011)	
Populatie	Totaal aantal samples/jaar
<5 000	12
5000 tot 100 000	12 per 5000 bewoners
>100,000-500,000	12 per 10,000 bewoners plus een additionele 120 monsters
>500,000	12 per 50,000 bewoners plus een additionele 600 monsters

Parameters voor verificatie

E.coli, zuurstof, troebelheid, hygiëne-inspecties, restchloor op maandbasis.

Eenmaal per jaar: arseen, fluoride, nitraat en selenium, conductiviteit, assimileerbaar organisch carbon (AOC), nitraat, nitriet, ammonium, Fe, Mn en andere door de wet vereiste parameters, legionella.

Bijlage XII: Werkwijze voor het uitwerken van de eerste drie elementen van het waterkwaliteitsbewakingsplan

Doelstellingen

Voor het formuleren van de doelstellingen van het waterkwaliteitsbewakingsplan wordt nagegaan wat de behoefte is aan informatie binnen de SWM met betrekking tot waterkwaliteit. Hierbij wordt gebruikgemaakt van:

- resultaten van eerder gehouden enquêtes over de dienstverlening van het laboratorium;
- informatie uit het jaarplan 2013 van de SWM.

Risicobeoordeling/vooronderzoek

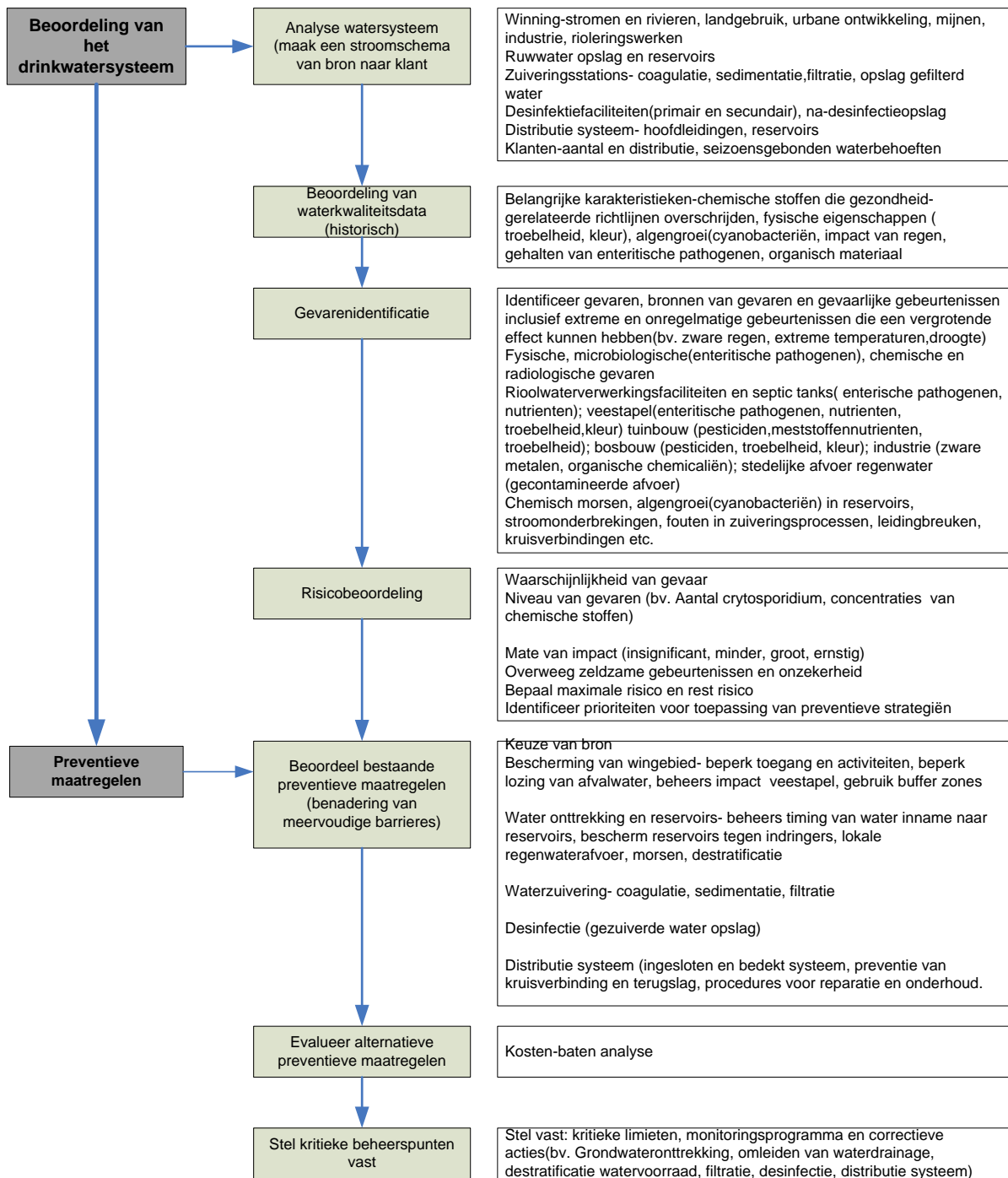
De risicobeoordeling geschiedt op basis van een beoordeling van het drinkwatersysteem en de bestaande gevaren. Zie onderstaand schema voor de stappen van systeembeoordeling naar risicobeoordeling (figuur 21, Australische richtlijnen, 2011). De waterkwaliteitsdata worden beoordeeld op overschrijdingen van WHO-richtlijnen. Per component wordt geïventariseerd welke gevaren aanwezig zijn, wordt er beoordeeld wat het niveau van de risico's is en worden de beheersmaatregelen vastgesteld. Hieronder een risicomatrix als hulpmiddel voor de bepaling van aanwezige risico's.

Matrix voor de bepaling van risico's

Waarschijnlijkheid/frequentie van voorkomen/kans		
Bijna zeker	eenmaal per dag	5
Misschien	eenmaal per week	4
Matig	eenmaal per maand	3
Onwaarschijnlijk	eenmaal per jaar	2
Zeldzaam	eenmaal per 5 jaar	1

Impact/effect		
Catastrofaal	potentieel dodelijk voor grote populatie	5
Groot	potentieel dodelijk voor kleine populatie	4
Matig	potentieel schadelijk voor grote populatie	3
Minder	potentieel schadelijk voor kleine populatie	2
Onbelangrijk	geen effect of niet meetbaar	1

Risico = kans x effect					
	Onbelangrijk	Minder	Matig	Groot	Catastrofaal
Bijna zeker	5	10	15	20	25
Misschien	4	8	12	16	20
Matig	3	6	9	12	15
Onwaarschijnlijk	2	4	6	8	10
Zeldzaam	1	2	3	4	5
Risicoscore	< 6	6-9	10-15	> 15	
Risico-kwalificatie	Laag	Middelmatig	Hoog	Heel hoog	



Bron: Australian Drinking Water Guidelines, 2011

Figuur 1. Schema voor de beoordeling van een drinkwatersysteem, de gevaren en de risico's

Ontwerp monitoringsprogramma

De volgende stappen worden gevolgd voor het ontwerpen van het monitoringsprogramma: Het monitoringsprogramma wordt ontworpen op basis van de uitkomsten van de risico-beoordeling van het watervoorzieningssysteem.

1. Voor de beheersmaatregelen die zijn geïdentificeerd in het watervoorzieningssysteem worden vastgesteld:

- operationele limieten of kritische limieten;
- de te meten parameters (procesparameters/waterkwaliteit).

Voor de bepaling van de operationele limieten en de procesparameters wordt er afgestemd met Hoofd Productie en de productiemonitoringsmedewerker van de SWM. De procestechnoloog wordt ook geconsulteerd.

2. De locatie van de meetpunten en de frequentie van metingen worden bepaald. De locatie wordt samen bepaald met de verantwoordelijke van het station of van de regio. De frequentie van metingen wordt bepaald op basis van de fluctuaties van de meetresultaten. Hoe meer fluctuaties, hoe frequenter de metingen. De frequentie van metingen in het netwerk wordt bepaald op basis van de WHO-richtlijnen met behulp van het aantal populatie.

3. Er wordt onderzocht welke analysemethoden/meetmethoden toegepast kunnen en zullen worden. (Dit is niet meegenomen in dit onderzoek).

Kwaliteitsdata ruwwater van stations SWM

			Uitkijk	Lei- ding 9A	Helena Christi- na	Lelydorp	Blauwgrond	Leysweg
			put 1	putten	put 15	put 22	put 06	Ruwwater- verzameling
			juni 2011	6-dec- 09	25-aug- 11	19-aug- 11	19-aug-11	3-mrt-2009
Parameter	eenheid	WHO guideline						
pH			6	6.25	6.15	5.85	6.8	6.28
EGV	mS/m		61	97.8	48	52	95	116
CO ₂	mg/l		120	150	97	96	51	72
HCO ₃ ⁻	mg/l		77	146	62	34	154	84
troebeling	FTE		3	13	0.70 *	31 *	1.3 *	18
kleur	mg Pt/Co/l		<3	<3	<3	<3	<3	<5
Zuurstof	mg/l		6.5	0.6	5.2 *	7.4 *	2.7 *	---
UV-extinctie	l/m		0.98	1.8	12	1.6	1.4	<1
Nitriet	mg/l	3	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Nitraat	mg/l	50	<1	<1	<1	1.1	<1	<1
Ammonium	mg/l		1.1	1.5	0.84	0.94	0.92	1.4
Chloride	mg/l		160	150	56	140	230	320
Fosfaat-ortho	mg/l		0.14	0.07	<0.03	0.04	0.3	<0.05
Sulfaat	mg/l		<2	210	110	34	16	44
Silicaat	mg/l		10		14	14	7	
KMnO ₄	mg/l		---	2.8				
Cyanide	µg/l		---					
negatieve ionen	meq/l		---	11.08				
positieve ionen	meq/l		---	10.65				
Fluoride	mg/l	1.5	---					
Arseen	µg/l	10	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Aluminium	µg/l		<2	<2	<2	<2	<2	<5
Boor	µg/l	2400	70	117	72	56	238	108
Barium	µg/l	700	216	41	40	54	768	1100
Beryllium	µg/l		0.26	<0.1	0.12	<0.10	<0.10	<0.5
Cobalt	µg/l		<0.20	<0.2	<0.20	0.22	<0.20	<0.2
Chroom	µg/l	50	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<2
Molybdeen	µg/l		<2		<2	<2	<2	
Nikkel	µg/l	70	1.4	1.2	<1	<1	1.2	<1
Seleen	µg/l	40	<1	<1	<1	<1	<1	<1

			Uitkijk	Leiding 9A	Helena Christi- na	Lelydorp	Blauwgrond	Leysweg
			put 1	putten	put 15	put 22	put 06	Ruwwater- verzameling
Parameter	eenheid	WHO guideline	juni 2011	6-dec- 09	25-aug- 11	19-aug- 11	19-aug-11	3-mrt-2009
Strontium	µg/l		174	400	127	198	247	390
Vanadium	µg/l		<0.50	<0.5	<0.50	<0.50	<0.50	<0.5
Zink	µg/l		32	<5	<5	<5	8.7	6
Zilver	µg/l		<1	<1	<1	<1	<1	<5
Cadmium	µg/l	3	<0.10	<0.1	<0.10	<0.10	<0.01	<0.10
Lood	µg/l	10	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<1
Koper	µg/l	2000	<5	<5	<5	<5	<5	<10
Kwik	µg/l	6	<0.02		<0.02	<0.02	<0.02	
Natrium	mg/l		90	75	76	51	184	160
Kalium	mg/l		6	10	6	5	6.9	8.9
Calcium	mg/l		9.6	32.3	5.8	17	8.6	19.6
Magnesium	mg/l		21	63	12	23	11	36.8
IJzer	mg/l		6.3	6.4	0.13	5	0.13	1.3
Mangaan	mg/l		0.38	1.1	0.18	0.61	0.06	0.62
Totale hardheid	mmol/l		1.15	3.4	0.66	1.42	0.6	2
Totale hardheid	°D		6.4		3.7	7.9	3.4	11.2
Evenwichts-pH	pH		8.76	8.1	9.25	9.02	8.72	8.5
Verzadigingsinde x	SI		-2.74	-1.84	-3.1	-3.2	-1.9	-2.22
DOC	mg/l			0.85	0.68	0.94	0.76	
CH ₄	µg/l		32		<10*	<10*	<10*	44

mS: milliSiemens

µg/l: microgram per liter

mg: milligram per liter

mmol/l: millimol per liter

°D: Duitse hardheid

FTE: Formazine troebelheidseenheid

meq/l: milli-equivalent per liter

Kwaliteitsdata reinwater van stations SWM

		Leysweg	Koewarasan	Leiding 9A	Tourtonne	W.K.Plein	Blauwgrond
		oktober	oktober	oktober	oktober	oktober	oktober
		2012	2012	2012	2012	2012	2012
pH		7.9	8.07	8.25	8.25	7.19	8.1
EGV	mS/m	122	81	94	103	96	99
CO2 ber	mg/l	1.3	1	1.3	1.5	9	2.2
HCO ₃ ⁻	mg/l	65	70	120	153	83	149
FTE		0.14	<0.1	<0.1	0.34	0.25	0.11
O2	mg/l	7.7	8.2	8.2	7.3	7.3	6
NH ₄ ⁺	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.92
NO ₂ ⁻	mg/l	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
NO ₃ ⁻	mg/l	5.5	6.3	5.2	3.9	4.8	2.2
Cl ⁻	mg/l	330	170	150	260	260	250
SO ₄ ²⁻	mg/l	69	115	190	<2	5	3
PO ₄ ³⁻	mg/l	<0.03	<0.03	<0.03	0.21	<0.03	0.24
Fe	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01
Mn	mg/l	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04
EV-pH		8.57	8.29	8.17	8.47	8.73	8.57
corrosie- index		9.5	6	4	3	5	3
SI- index*	10°C	-0.47	-0.02	0.32	-0.01	-1.3	-0.25
Ca	mg/l	23	36	32	12	12	10
Mg	mg/l	46	44	63	12	21	11
Tot.hh.	mmol/l	2.58	2.81	3.54	0.82	1.21	0.73
Na	mg/l	167	68	82	207	166	198
Kleur	Pt/Co/l	<3	<3	<3	<3	<3	<3
UV-ext.	l/m	1.2	1.2	1.4	0.92	0.8	0.82
silicaat	mg/l	10	18	18	6.6	7.9	6.6

Bijlage XIII: Lijst van begrippen

Aquifers:

Lagen gesteenten of sedimenten in de bodem die voldoende poreus zijn om water op te slaan en die permeabel genoeg zijn om water door te laten stromen in economisch uitvoerbare hoeveelheden.

Beheersmaatregel:

Die stappen in het proces van watervoorziening die direct de waterkwaliteit beïnvloeden en die gezamenlijk waarborgen dat het water op consistente manier de gezondstargets haalt. Ze zijn acties, activiteiten en processen toegepast om te voorkomen of om te minimaliseren dat gevaren zich voordoen.

Bronwater/sourcewater:

Ruw water afkomstig uit aquifers (grondwater) of uit rivieren, meren, oceanen (oppervlaktewater) gebruikt als grondstof voor de bereiding van drinkwater.

Distributiesysteem:

Een netwerk van leidingen dat loopt vanuit een waterzuiveringstation naar de klanten.

Drinkwaterkwaliteitsmanagementplan/Water Safety Plan;

Een plan voor de beheersing van de veiligheid van drinkwaterkwaliteit tijdens de winning, zuivering, opslag en levering van drinkwater toe te passen door een drinkwaterbedrijf.

Gevaar (definitie WHO):

Een gevaar is een biologisch, chemisch, fysisch of radiologisch agens dat de potentie heeft om schade te veroorzaken aan de volksgezondheid.

Gevaarlijke gebeurtenis:

Een gevaarlijke gebeurtenis is een incident dat of een situatie die kan leiden tot de aanwezigheid van gevaar.

HACCP (hazard analysis critical control point) systeem:

Een systematische methodologie om gevaren in een proces te beheersen middels een tweedelige techniek. Ten eerste wordt een analyse uitgevoerd om gevaren te identificeren met hun ernst en de kans van voorkomen. Ten tweede worden kritieke beheerspunten en hun monitoringscriteria geïdentificeerd om beheersing vast te stellen. Deze beheerspunten zullen de geïdentificeerde gevaren reduceren, voorkomen of elimineren.

Kritiek controlepunt:

Een punt, stap of procedure waarbij beheersing toegepast kan worden en dat belangrijk is om een gevaar te voorkomen, te elimineren of te reduceren naar een acceptabel niveau.

Maximaal risico:

Risico in de afwezigheid van preventieve maatregelen.

Meervoudige barrières:

Het gebruik van meer dan één preventieve maatregel als een barrière tegen gevaren bij de waterzuivering.

Monitoren:

Controleren, bewaken of toezicht houden op.

Operationele limiet:

Een voorgeschreven tolerantie waaraan voldaan moet worden om te verzekeren dat een kritiek controlepunt op effectieve wijze een potentieel gezondheidsgevaar beheerst; een criterium dat aanvaardbaarheid scheidt van onaanvaardbaarheid.

Oppervlaktewater:

Alle natuurlijke wateren die openstaan voor de atmosfeer (rivieren, stromen, meren en reservoirs).

Pathogeen:

Ziekteverwekkend organisme (bijv. bacterie, virus).

Quality Assurance:

Het totaal systeem dat is opgezet voor het waarborgen van een vereist niveau van kwaliteit voor een onderneming. Het behelst zaken zoals de definitie van standaarden en kwaliteitsdoelstellingen van data en de documentatie van het systeem zelf. Het verzekert degenen die gebruikmaken van de data dat de data betrouwbaar zijn, van betekenis zijn en van de vereiste kwaliteit. Quality assurance omvat quality control, maar bevat ook andere aspecten waaronder:

- een volledig gedocumenteerd systeem;
- het klaarmaken van een gedocumenteerd bemonsterings- en analyseplan;
- het uitvoeren van monsternamen met gebruikmaking van gestandaardiseerde en consistente procedures die gedocumenteerd zijn in het bemonsterings- en analyseplan;
- het verzekeren dat het equipment goed onderhouden is, schoongemaakt en volledig gekalibreerd voor gebruik door middel van specifieke, volledig gedocumenteerde procedures;
- het verzekeren dat individuen die de bemonsteringen doen competent zijn en daartoe worden getraind;
- het beschikken over toegewezen systemen zoals een informatiemanagementsysteem dat nauwkeurig data verwerkt en opslaat middels gestandaardiseerde procedures en het terugwinnen van data mogelijk maakt.

Quality control:

Het genereren van data om te beoordelen en te monitoren hoe goed de methoden van monsternamen en analyse zijn en hoe goed ze werken.

Risico:

Risico is de aannemelijkheid dat geïdentificeerde gevaren schade veroorzaken in blootgestelde populaties in een gespecificeerd tijdsbestek, waaronder de mate van die schade en/of de gevolgen.

Ruw water:

Onbehandeld water dat gebruikt wordt voor de drinkwaterbereiding

Surveillance:

Bewaking, toezicht

Survey:

Onderzoek, inspectie

Waterkwaliteitsbewaking/water quality monitoring:

Alle handelingen die verricht worden om de kwaliteit van het water en de parameters van de processen van de watervoorziening te bewaken met als doel water te leveren met een consistente kwaliteit.

Stroomgebied:

Landoppervlakte die regenval verzamelt en bijdraagt aan oppervlaktewater (stromen, rivieren, moerassen) of aan grondwater.