

WASH; Xai-Xai, Mozambique.

**Integrale benadering van de situatie rond de
drinkwatervoorziening, de sanitaire voorzieningen
en de afvalverwerking.**



Hogeschool Van Hall Larenstein Leeuwarden: Afdeling Milieukunde

Afstudeerrapport

Auteur: Hans Kraaijvanger
Studentnummer: 600405001
Afstudeernummer: 598000

Afstudeerbegeleiders:	Jos Theunissen	(van Hall Larenstein)
	Leo Groendijk	(van Hall Larenstein)
	Tanja van Heuvelen	(van Hall Larenstein)
	Linda Baas	(VEI)
	Jos Schouwenaars	(Wetterskip Fryslân)

Datum: 10 juni 2013

Status: final

DANKWOORD

De studie milieukunde aan de hogeschool van Hall Larenstein in Leeuwarden was een logisch gevolg van mijn ambities op het gebied van afvalwater en sanitatie.

Deze werden in eerste plaats aangewakkerd door de participatie in het MobiSan-project in een sloppenwijk in Kaapstad Zuid Afrika en daarna gestimuleerd door VEI programma en directeuren Adriaan Mels en Idsart Dijkstra.

Via hen ben ik in contact gekomen met Linda Baas en Jos Schouwenaars, respectievelijk projectleider ter plaatse en project directeur van het Friese project "Schoon water voor Mozambique". In dit project heb ik in de rol van expert afvalwater en sanitatie, kennis kunnen nemen van de milieuproblematiek in Mozambique.

Door mijn enthousiasme met betrekking tot de problematiek en de positieve reacties en prikkelende ideeën hierover van zowel mijn afstudeerbegeleiders in het project als bij Van Hall, was de keuze van mijn afstudeeronderwerp al snel gemaakt.

In mijn dubbelrol als student en expert afvalwater en sanitatie, werd ik in de gelegenheid gesteld het onderzoek voor mijn afstudeeropdracht in de stad Xai-Xai, Mozambique uit te voeren. Tijdens een groot deel van het veldonderzoek in Mozambique kon ik gebruik maken van de lokale expertise van Adriano Bomba, hoofd onderhoud riolering van de gemeente Xai-Xai. Met hem als reisgezel heb ik veel achtergrond en in-site informatie op gedaan.

Een speciaal woord van dank gaat uit naar de hiervoor met namen genoemde personen, maar zeker ook naar Tanja van Heuvelen, Jos Theunissen en Leo Groendijk, mijn afstudeerbegeleiders bij van Hall Larenstein.

SAMENVATTING

Xai-Xai Mozambique haalt ruimschoots de doelstellingen van Millennium Development Goal 7. Op basis van de dekkingsgraad van de huidige drinkwatervoorziening > 80% en het niveau van de basis sanitaire voorzieningen >98% worden in eerste instantie geen problemen verwacht. Echter het grootste deel (89%) hiervan bestaat uit basis sanitatie in de vorm van pitlatrines. De continuïteit van de drinkwatervoorziening wordt ernstig bedreigd door uitspoeling van nitraat uit deze pitlatrines. In alle drinkwaterputten is het effect van uitspoelen van menselijke fecaliën in meer of mindere mate merkbaar. Bij een groot aantal putten ligt de nitraatconcentratie ruim boven de WHO-drinkwaternorm van 50 mg/l. Verhoogde concentraties worden vooral bij winputten in de wat oudere dichtbevolkte wijken gemeten. De hoogste concentratie worden aangetroffen in winputten in de directe nabijheid van de relatief grote scholen.

De aanvulling van de grondwatervoorraad in het hoge duingebied geschiedt door infiltratie van regenwater. Het infiltratiegebied ter grootte van 22 km² telt circa 93.000 inwoners die voornamelijk gebruik maken van pitlatrines. De aanvulling van het toekomstige drinkwater wordt daardoor belast met gemiddeld 123 mg/l nitraat. Om de bedreiging van de drinkwatervoorziening weg te nemen zijn adequate milieubescherpende maatregelen noodzakelijk. Milieu beschermende sanitaire voorzieningen als de introductie van een urinescheiding kan een oplossing bieden. De nitraatbelasting van het toekomstige drinkwater wordt hierdoor tot circa 25 mg/l gereduceerd.

De oorzaak van de kwaliteitsproblematiek is terug te herleiden tot de ondoordachte aanpak van het waterbedrijf bij de locatiekeuze van de nieuwe grondwater winputten. Op dit moment is er sprake van een ernstig dilemma. Het waterbedrijf kampt met ernstige begrotingstekorten maar zal op korte termijn extra moeten investeren om de kwaliteitsproblematiek te keren.

De huidige afvalinzameling betreft circa 12% van jaarlijks geproduceerde hoeveelheid vast afval. De gemeente Xai-Xai, verantwoordelijk voor de afvalverwerking, geeft aan dat de afvalproblematiek voornamelijk wordt veroorzaakt door een geringe transportcapaciteit en het ontbreken van een geschikte stortlocatie.

De problematiek rond de inzameling van vast afval wordt voornamelijk bepaald door het hoge percentage organisch materiaal van ruim 60%. Door op huishoudniveau geen organisch materiaal meer in te zamelen, worden mogelijkheden gezien voor een milieuvriendelijke verwerking van de jaarlijks geproduceerde hoeveelheid afval van circa 7000 ton. Met een gescheiden afvalinzameling in combinatie met een basis afvalscheiding en verwerking komt de verwerkingscapaciteit van dergelijke hoeveelheden binnen handbereik te liggen.

In ontwikkelingslanden als Mozambique wordt de problematiek rond de drinkwatervoorziening, de sanitaire voorzieningen en de afvalverwerking meestal als drie afzonderlijke onderwerpen gezien. Dit onderzoek toont aan dat een integrale benadering de problematiek inzichtelijk en daarmee hanteerbaar maakt.

Voor vragen en opmerkingen met betrekking tot dit rapport kunt u contact opnemen met:

H. B. M (Hans) Kraaijvanger
Hans.kraaijvanger@vitens.nl
+31 6 535 468 42

SUMMARY

Xai-Xai Mozambique ample met the objectives of Millennium Development Goal 7. Based on the coverage of the current drinking water supply > 80% and the level of the basic sanitation > 98% are initially no problems expected. However most (89%) of these consists of basic sanitation in the form of pitlatrines. Security of drinking water supply is severely threatened by leaching of nitrate from this pitlatrines. The effect of rinsing out human faecal matter is more or less noticeable in all drinking water wells. At a large number of wells the nitrate concentration is well above the WHO drinking water standard of 50 mg/l. Increased concentrations are measured especially in the older densely populated areas. The highest concentrations are found at boreholes in the immediate vicinity of the relatively large schools.

The replenishment of groundwater resource in the high dune area shall be carried out by infiltration of rainwater. The infiltration area the size of 22 km² has approximately 93,000 residents who mainly use pitlatrines. The addition of the future drinking water is thereby responsible for an average of 123 mg/l nitrate. Adequate environmental protection measures are necessary to take away the threat of the drinking water supply. Environmental protective sanitation as the introduction of a urine diversion can provide a solution. The nitrate content of the future drinking water will drop to about 25 mg/l.

The cause of the quality problems is back tracked to the thoughtless approach to the water company at the location choice of new groundwater boreholes. At present there is a serious dilemma. The water company is facing serious budget deficits but is forced to additional spends on short terms to the quality problems.

The current waste collection is approximately 12% of the annual quantity produced solid waste. The municipality of Xai-Xai, responsible for the waste treatment, indicates that the waste problems primarily caused by a lack of transport capacity and the lack of a suitable landfill site. The problems surrounding the collection of solid waste is mainly determined by the high percentage of organic material of over 60%. By stopping the collection of organic material on household level the opportunities for a more environmentally waste processing of the annually amount of waste produced by about 7000 tons rise. With a separate waste collection in combination with a basic waste separation the processing capacity of such quantities is within easy reach.

In developing countries like Mozambique is the issue of the supply of drinking water the sanitary facilities and the waste processing usually seen as three separate topics. This research shows that a integral approach to the issues makes it transparent and manageable.

For questions and comments regarding this report, please contact:

H. B. M (Hans) Kraaijvanger
Hans.kraaijvanger@vitens.nl
+31 6 535 468 42

LIJST VAN FIGUREN, FOTO'S EN TABELLEN

LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1.1	Landkaart Mozambique
Figuur 3.1	Overzichtskaart; situering Xai-Xai in provincie Gaza en <i>Mozambique</i>
Figuur 3.2	F-diagram of disease control and transmission
Figuur 3.2	Hygiëne- gezondheid- en milieueffecten van een stortplaats
Figuur 4.1	Schema van de waterkringloop
Figuur 4.2	Schematische weergave van de regenwater opvangzone
Figuur 4.3	Infrastructuur rioolsysteem
Figuur 4.4	Overzichtskaartje van de schoollocaties in Xai-Xai
Figuur 4.5	Omzettingsproces organisch gebonden stikstof
Figuur 4.6	Urine diversion hygienic risks and microbial guidelines for reuse
Figuur 4.7	Omzettingsproces ureum
Figuur 4.8	Ladder van Lansink
Figuur 6.1	Schematische weergave van de waterkringloop in het hoge duingebied, grondwaterstanden en regenwater opvangzone
Figuur 6.2	Schema grondwaterstandverlaging en optrekken van het brakwaterniveau
Figuur 6.3	Verschil in statische en dynamische grondwaterstandmetingen

LIJST VAN FOTO'S

Foto 1.1	FIPAG districtkantoor Xai-Xai
Foto 1.2	Voorbeeld nieuwe sanitaire voorzieningen op scholen
Foto 1.3	Gemeentehuis Xai-Xai
Foto 3.1	Akkerbouw door een huishouden op omheind terrein in eigendom van FIPAG
Foto 3.2	Detail podergemaal en lozingspunt kwelwater in Limpopo rivier
Foto 4.1	Voorbeelden van alternatieve drinkwaterbronnen
Foto 4.2	Lozingspunten rioolsysteem
Foto 4.3	Tractor met vacuümtank
Foto 4.4	Voorbeelden "improved" pitlatrine
Foto 4.5	Opbouw van een "traditional improved" pitlatrine
Foto 4.6	Leeghalen afvalbunker marktplaats door gemeentereiniging
Foto 4.7	Impressie gemeentelijke stortplaats Bairro 13
Foto 4.8	Impressie erosie geulen en poel en plasvorming in het woongebied
Foto 5.1	Afval op woonerf
Foto 5.2	Afval als wegverbeteraar
Foto 7.1	Xipoti toiletsysteem

LIJST VAN TABELLEN

Tabel 3.1	Data grondgebruik in Mozambique en Xai-Xai (<i>Bijlage 3</i>) Ontwikkeling inwoneraantal Xai-Xai
Tabel 3.2	Ontwikkeling inwoneraantal Xai-Xai
Tabel 3.3	Aantal ziektegevallen in relatie tot het aantal sterfgevallen Xai-Xai
Tabel 3.4	Sanitaire voorzieningen Mozambique versus Xai-Xai
Tabel 4.1	Rangschikking van de aanwezige sanitaire voorzieningen in typen en systemen
Tabel 4.2	Nutriënt aandeel per hoofd van de bevolking voor urine, feces en urine + feces in Zuid Afrika
Tabel 4.3	Nutriënt aandeel per hoofd van de bevolking voor urine, feces en urine + feces in Mozambique
Tabel 4.4	Nitraat- en ammoniumgehalten onder pitlatrines
Tabel 4.5	Overzicht beschikbare materieel en personele bezetting gemeente Xai-Xai
Tabel 5.1	Classificatie van de interviews in onderwerpen, Actoren en uitgesproken waardeoordeel
Tabel 6.1	Inwoneraantal in de regenwateropvangzone
Tabel 6.2	Water- en nutriëntenbalans infiltratiegebied
Tabel 6.3	Samenstelling van huishoudelijk afval
Tabel	Demografische statistieken (bijlage 3)
Tabel	Economische statistieken (bijlage 3)
Tabel	Gerapporteerde hoeveelheden urine en feces in verschillende publicaties (bijlage 14)
Tabel	Nutriënten uitscheiding per hoofd van de bevolking in verschillende landen (bijlage 14)
Tabel	Overzicht van de door FUSP uitgevoerde sanitatieprojecten bij scholen (bijlage 16)

AFKORTINGEN

WASH	Water, sanitation and Health
FUSP	Frisian Urban Sanitation Programme
NWP	Nederlandse Water Partners
UN	United Nations
UN MDG	United Nations Millennium Development Goals
FIPAG	Fundo de Investimento e Património de Abastecimento de Água (Fonds voor erfgoed en watervoorziening)
VEI	Vitens Evides International
NGO	Non-Gouvernementele Organisatie
DNA	Direcção Nacional de Águas (Nationaal Directoraat Water Mozambique)
ADB	African Development Bank
SADC	Southern African Development Community
WHO	World Health Organisation
NCDO	Nationale Commissie voor Internationale Samenwerking en Duurzame Ontwikkeling
DNA	Direcção Nacional de Águas (Nationaal Directoraat Water Mozambique)
LIMCOM	Limpopo Watercourse Commission
FAO	Food and Agriculture Organisation of the United Nations
IRC	International Water and Sanitation Centre
MISAU	Ministério de Saúde; Ministry of Health
MICOA	Ministry of Coordination of Environmental Affairs
AMURT	Ananda Marga Universal Relief Team
IISD	Internationaal instituut voor duurzame ontwikkeling
DGIS	Directoraat-generaal Internationale Samenwerking
CLTS	Community-led Total Sanitation
IFA	International Fertilizer Industry Association

INHOUDSOPGAVE

Dankwoord

Samenvatting

Summary

Lijst van figuren, foto's en tabellen

Afkortingen

1.	Inleiding	10
1.1.	Aanleiding.....	10
1.2.	Achtergronden	11
1.3.	Probleemschets.....	12
1.4.	Doelstelling en afbakening	12
1.5.	Onderzoeksvragen	13
1.6.	Leeswijzer	13
2.	Methode van het onderzoek.....	14
3.	Beschrijving van het gebied.....	16
3.1.	Fysisch Geografisch.....	16
3.2.	Hydrologisch	18
	3.2.1. Grondwater	18
	3.2.2. Poldergemaal.....	18
3.3.	Demografisch.....	18
3.4.	Economisch.....	21
4.	Beschrijving van de huidige situatie.....	23
4.1.	Drinkwatervoorzienning	23
	4.1.1. Waterwingebied	23
	4.1.2. Dekkingsgraad	24
4.2.	Sanitatie	25
	4.2.1. Afvalwaterbehandeling en riolering	25
	4.2.2. Criteria technologische toiletopties	26
	4.2.3. Beschrijving en dekkingsgraad aanwezige sanitatiesystemen	27
	4.2.4. Sanitatie projecten bij scholen	29
	4.2.5. Samenstelling menselijke fecaliën	29
	4.2.6. Omzettingsprocessen van fecaliën in de bodem	30
	4.2.7. Metingen uitspoeling nitraat en ammonium bij pitlatrines	31
4.3.	Afval	32
	4.3.1. Kwantitatieve en kwalitatieve aspecten huishoudelijk en industrieel afval	32
	4.3.2. Afvalverwerking	34
4.4.	Hygiëne en volksgezondheid.....	35
5.	Actorenonderzoek	37
6.	Relaties en risico's	43
6.1.	Situering diepe en ondiepe grondwater winningen	43
6.2.	Kwaliteit diepe en ondiepe grondwaterwinningen	45
6.3.	Effecten van de grondwater winningen	46
6.4.	Drinkwater lekverliezen	47
6.5.	Infiltratie huishoudelijk afvalwater.....	48
6.6.	Nitraatbelasting infiltratie- en waterwingebied	48
6.7.	Risicovolle activiteiten aan maaiveld.....	50

6.8. Effecten, bedreigingen en risico's	51
7. Afwegingen en mogelijkheden tot verbetering	53
7.1. Drinkwatervoorziening	53
7.1.1. Bescherming van waterwingebieden	53
7.1.2. Additionele zuivering	53
7.1.3. Oppervlaktewater als alternatief	53
7.1.4. Toekomstperspectief voor de komende jaren	53
7.2. Sanitatie	54
7.2.1. Meest kansrijke optie (ecologische sanitatie)	54
7.2.2. Wat komt na urinescheiding?	55
7.2.3. Urineverwerking	56
7.2.4. Urinescheiding in combinatie met compostering en of dehydratie toiletten ...	56
7.2.5. Urinescheiding in combinatie met grijswater	56
7.2.6. Haalbaarheid urinescheiding	57
7.2.7. Acceptatie	57
7.3. Huishoudelijk en industrieel afval	58
7.3.1. Gescheiden inzameling van het huisvuil	58
7.3.2. Organisch afval composteren op huishoud- of wijkniveau	58
8. Conclusies	60
9. Discussie	62
10. Aanbevelingen	63
11. Referenties	64
Bijlage 1 Samenvatting millenniumdoelen	67
Bijlage 2 Xai-Xai; Wijkindeling met de bijbehorende grondoppervlakken	69
Bijlage 3 Xai-Xai; Bodemgebruik	70
Bijlage 4 Statistieken	71
Bijlage 4 Statistieken (vervolg)	72
Bijlage 5 Data Poldergemaal	73
Bijlage 6 Dekkingsgraad drinkwaterbronnen op wijkniveau	74
Bijlage 7 Dekkingsgraad sanitatieopties op wijkniveau	75
Bijlage 8 Actorenlijst	76
Bijlage 9 Interviews	77
Bijlage 10 Situering diepe en ondiepe drinkwaterputten	78
Bijlage 11 Waterkwaliteit in relatie met kenmerken van de fipag winputten	79
Bijlage 12 Waterkwaliteit in relatie met kenmerken van de ondiepe waterputten	80
Bijlage 13 Xai-Xai; Regenwateropvanggebied	81
Bijlage 14 Data hoeveelheid en samenstelling fecaliën per capita in verschillende landen	82
Bijlage 15 Situering potentiële bedreigingen in relatie met Fipag diepe winputten en ondiepe waterputten	83
Bijlage 16 Overzicht schoolsanitatietoelagen	84
Bijlage 17 Basis opzet afvalverwerkingsinrichting	85

1.2. Achtergronden

Om meer inzicht in de samenhang en de relaties tussen de werkvelden van de drinkwatervoorziening, sanitatie en afvalverwerking te verkrijgen is gekozen voor een integrale benadering van het onderzoek. In eerste instantie richt het onderzoek zich op de stad Xai-Xai, de grootste van de vier deelnemende steden in het zuiden van Mozambique. Verwacht wordt dat de hier opgedane inzichten, kennis en ervaring daarna op de overige steden kan worden geprojecteerd.

Voor de lokale (drink)watervoorziening in Xai-Xai is het drinkwaterbedrijf FIPAG verantwoordelijk. FIPAG wordt hierbij met kennis en expertise ondersteund door "Vitens Evides International" (VEI) om in het kader van de MDG 7 zoveel mogelijk mensen te voorzien van veilig drinkwater.



Foto 1.1 FIPAG districtkantoor Xai-Xai

Het drinkwaterbedrijf wil het aansluitpercentage binnen de stad vergroten. Hiervoor is een aansluitprogramma opgestart waarbij wijk na wijk de woningen op het openbare drinkwater-net worden aangesloten. De mensen die (nog) geen beschikking hebben over een aansluiting op het openbaar drinkwater-net of dat niet kunnen veroorloven zijn aangewezen op de beschikbare ondiepe lokale bronnen of op het gebruik van oppervlaktewater.

In het kader van MDG 7 geeft het Frisian Urban Sanitation Program (FUSP) de bevolking van Mozambique toegang tot basis sanitaire voorzieningen. Het project betreft de realisatie van water- en sanitairevoorzieningen op circa 60 scholen en 10 publieke locaties, waarvan respectievelijk circa 20 en 3 in Xai-Xai.



Foto 1.2 Sanitaire voorziening op scholen

De doelstelling met betrekking tot huishoudelijk en industrieel afval betreft in het kader van MDG 8 een wereldwijde partnerschap voor ontwikkelingssamenwerking. De gemeente Xai-

Xai is verantwoordelijk voor het ophalen en verwerken van huishoudelijk en industrieelafval. De gemeente wordt hierin door FUSP ondersteund. Het project richt zich voornamelijk op capacity building.



Foto 1.3 Gemeentehuis Xai-Xai

(bron; Massinque Google Earth)

1.3. Probleemschets

In de huidige situatie wordt er binnen de onderwerpen drinkwatervoorziening, sanitatie en huishoudelijk (en industrieel) afval elk vanuit hun eigen invalshoek geredeneerd. Het is vooralsnog niet duidelijk of de gekozen (deel) oplossingen bijdragen aan een duurzame totaal oplossing. Onderstaand wordt per onderwerp de problematiek geschetst. Daarbij wordt tevens de invalshoek van/voor de gekozen/voorgestelde aanpak vermeld.

Drinkwatervoorziening

- *Problematiek:* In enkele **drinkwaterputten** worden **verhoogde nitraatgehaltes** aangetroffen.
- *Aanpak:* Bekijken in hoeverre het mogelijk is om de toiletvoorzieningen in de directe omgeving van een drinkwaterput in richten als een gesloten uitvoering.

Sanitatie

- *Problematiek:* De **noodzaak** van **goede sanitaire voorzieningen** in relatie tot **hygiëne, volksgezondheid en bewustwording** wordt via het FUSP schoolsanitie project volop onder de aandacht gebracht.
- *Aanpak:* Bouw van water- en sanitaire voorzieningen op 20 scholen en 3 publieke locaties.

Afvalverwerking

- *Problematiek:* Door **de gehele stad** wordt het straatbeeld **ontsierd door gedumpt afval**. De bestaande **stortplaatsen** liggen **midden in de woonwijken**.
- *Aanpak:* Hiervoor is nog geen aanpak gedefinieerd.

Probleemstelling

Korte termijn oplossingen bieden geen garantie voor een veilige en duurzame oplossing voor de lange termijn. Dit onderzoek moet de relaties tussen de deelgebieden inzichtelijk maken om te komen tot een duurzame lange termijn oplossing

1.4. Doelstelling en afbakening

Is er sprake van een serieuze en complexe milieuproblematiek die op termijn kan leiden tot ernstige problemen en hoge kosten? Een integrale studie van de situatie rond de

drinkwatervoorziening, de sanitaire voorzieningen en de afvalverwerking moet hierin meer inzicht geven.

Doelstelling:

Deze studie moet over de volgende onderwerpen duidelijkheid verschaffen:

- aantonen van duidelijke relaties en effecten binnen de werkvelden drinkwatervoorziening, sanitaire voorzieningen en huishoudelijk en industrieel afval.
- op grond van de aangetoonde relaties, effecten, mogelijkheden en onmogelijkheden een procesmatige aanpak van de milieuproblematiek ontwikkelen.
- aandragen van inhoudelijke oplossingen of oplossingsrichtingen.

Afbakening:

Het werkveld van deze studie is zodanig breed en diep, dat onmogelijk op elk onderdeel kan worden ingegaan:

- het onderzoek beperkt zich tot de directe relaties, processen en effecten binnen de werkvelden drinkwaterwinning, sanitatie en huishoudelijk en industrieel afval.
- uitgewerkte oplossingen en of oplossingsrichtingen beperken zich tot de onderwerpen sanitatie en afvalverwerking, waarbij rekening wordt gehouden met de overige aandachtsvelden.

1.5. Onderzoeksvragen

Het onderzoek moet een antwoord op de volgende onderzoeksvragen geven:

- 1 Welke fysische, chemische en microbiologische processen spelen een rol en welke effecten en of relaties vormen mogelijk bedreigingen en of risico's?
- 2 Welke actoren spelen een rol en kan er binnen het actorenveld overeenstemming worden bereikt over één of meer gezamenlijke belangen en of doelen?
- 3 Welke procesmatige aanpak en of technologieën kunnen mogelijk bijdragen aan een integrale oplossing van de problematiek?

1.6. Leeswijzer

Dit rapport is als volgt opgebouwd:

Hoofdstuk 2 geeft een analyse van de huidige situatie in het gebied. Het brengt de activiteiten in het onderzoeksgebied in beeld, geeft inzicht in hygiënische aspecten, omgevingseffecten, relaties, processen en risico's met betrekking tot de huidige drinkwatervoorziening, sanitaire voorzieningen en afvalverwerking.

In hoofdstuk 3 worden de onderzoeksresultaten gegeven. Het beschrijft de interactie tussen de actoren binnen de aandachtsvelden. De kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van het grondwater worden weergegeven. De milieu- en nutriëntbelasting van het gebied wordt inzichtelijk gemaakt en de onderlinge relaties, effecten en bedreigingen worden beschreven.

In hoofdstuk 4 worden per aandachtsveld de afwegingen, mogelijkheden en verbeteringen in relatie tot de in hoofdstuk 3 gegeven risico's en bedreigingen geschetst.

De conclusies, de discussie en aanbevelingen van het rapport worden respectievelijk in hoofdstuk 5, 6 en 7 gegeven.

2. METHODE VAN HET ONDERZOEK

In het onderzoek staat de integrale benadering van de problematiek centraal. De focus richt zich op het in kaart brengen van de huidige situatie met betrekking tot de drinkwatervoorziening, sanitairevoorzieningen en huishoudelijk (en industrieel) afval. Hierbij ligt de nadruk op kwalitatieve en kwantitatieve effecten en risico's met betrekking tot het milieu, hygiëne en de volksgezondheid.

Het onderzoek is gerubriceerd naar onderzoeksvraag en als volgt uitgevoerd:

Onderzoeksvraag 1

Welke fysische, chemische en microbiologische processen spelen een rol en welke effecten en of relaties vormen mogelijk bedreigingen en of risico's?

- Door het uitvoeren van een systematische gebiedsverkenning (meestal onder begeleiding van Adriano Bomba van de gemeente Xai-Xai) zijn alle activiteiten geïnventariseerd en geanalyseerd. Voor het maken van een overzichtskaart van alle activiteiten, zijn de coördinaten ervan met behulp van GPS (Garmin S60) in kaart gebracht. Een aantal van deze locaties zijn op een later tijdstip nogmaals bezocht om de activiteiten nader te analyseren. Van elke activiteit is de relatie met de onderzoeksvelden vastgesteld en is gekeken in hoeverre deze een bedreiging vormen.
- Geografische en sociaal economische gegevens over Mozambique en Xai-Xai zijn gebaseerd op informatie verstrekt door de gemeente Xai-Xai en literatuuronderzoek.
- Hygiëne en gezondheid gerelateerde zaken zijn deels gebaseerd op eigen veldwaarnemingen en deels op beschikbare rapportages van de gemeente Xai-Xai en aanvullende literatuurstudies.
- Informatie m.b.t. de beschikbaarheid van de huidige sanitaire voorzieningen en drinkwater-bronnen zijn gebaseerd op eigen veldonderzoek, beschikbare rapportages en informatie bij het drinkwaterbedrijf, de gemeente en literatuurstudie. De beschrijving van de keuze van de technologische toiletopties zijn gebaseerd op de definities volgens de WASTE Sanitatie Ladder.
- Gegevens voor de berekeningen van de waterbalans van het gebied zijn deels verkregen uit informatie van het drinkwaterbedrijf en deels uit de literatuur.
- Gegevens voor de berekeningen van de nutriëntenbalans van het gebied zijn gebaseerd op literatuurgegevens betreffende de geproduceerde hoeveelheden en de samenstelling van menselijke fecaliën.
- Informatie m.b.t. omzettings- en bodemprocessen met betrekking tot menselijke fecaliën en huishoudelijk en industrieel afval zijn gebaseerd op literatuuronderzoek. De informatie over uitspoeling van nitraat en ammonium betreft de interpretatie van de analyseresultaten van 2 studenten (van Hall Larenstein Velp, Roel Toonen en Bart van der Meer) die hieraan in opdracht van VEI (mede op mijn verzoek) metingen hebben verricht.

- Kwantitatieve en kwalitatieve aspecten van huishoudelijk- en industrieel afval en afvalverwerking zijn deels gebaseerd op eigen kwantitatieve veldmetingen van het afval op diverse dumpspots en deels op uit de literatuur beschikbare informatie.

Onderzoeksvraag 2:

Welke actoren spelen een rol en kan er binnen het actorenveld overeenstemming worden bereikt over één of meer gezamenlijke belangen en of doelen?

- De beschikbare drinkwaterputten van het drinkwaterbedrijf zijn onder begeleiding van Fipag medewerkers geïnventariseerd. De overige drinkwaterbronnen zijn deels onder begeleiding van de gemeentefunctionaris en deels onder begeleiding van diverse andere personen geïnventariseerd. Met behulp van GPS zijn de coördinaten en de hoogte t.o.v. zeeniveau ingemeten en geregistreerd. Van elke locatie is een beschrijving van de omgeving gemaakt en de afstand tot de dichtstbij liggende sanitaire voorziening, stortplaats, verontreiniging etc. vastgesteld. De beschikbare analyseresultaten en de boorbeschrijvingen van de afzonderlijke Fipag drinkwaterputten zijn opgevraagd, geïnventariseerd en nader geïnterpreteerd. Van de overige drinkwaterbronnen waarvan geen analyseresultaten beschikbaar zijn, is de waterkwaliteit ter plaatse m.b.v. HACH-teststrips voor pH, nitraat en nitriet gemeten.
- Om spraakverwarring bij het actorenonderzoek te voorkomen is een professionele tolk ingehuurd. Dit gold vooral bij de interviews op gemeentelijkniveau (verantwoordelijke wethouders en hun staf) en met de lokale bevolking (4 verschillende wijkraden). De interviews met de beide wethouders (per discipline) en hun staf betreffen 2 afzonderlijke interviews. Zo ook de interviews met de wijkraden deze zijn per wijk uitgevoerd.
- De informatie over de werking van het poldergemaal, de grootte van het poldergebied en de bijbehorende irrigatievoorziening is verkregen door de beheerder op locatie te interviewen. Tijdens dat bezoek zijn de opgestelde pompcapaciteiten en de bedrijfsuren van de afzonderlijke pompen sinds ingebruikname geïnventariseerd. De afvoercapaciteit van het gemaal betreft een inschatting op basis van de totale jaarlijkse neerslag en het totaal oppervlak van het poldergebied.

Onderzoeksvraag 3:

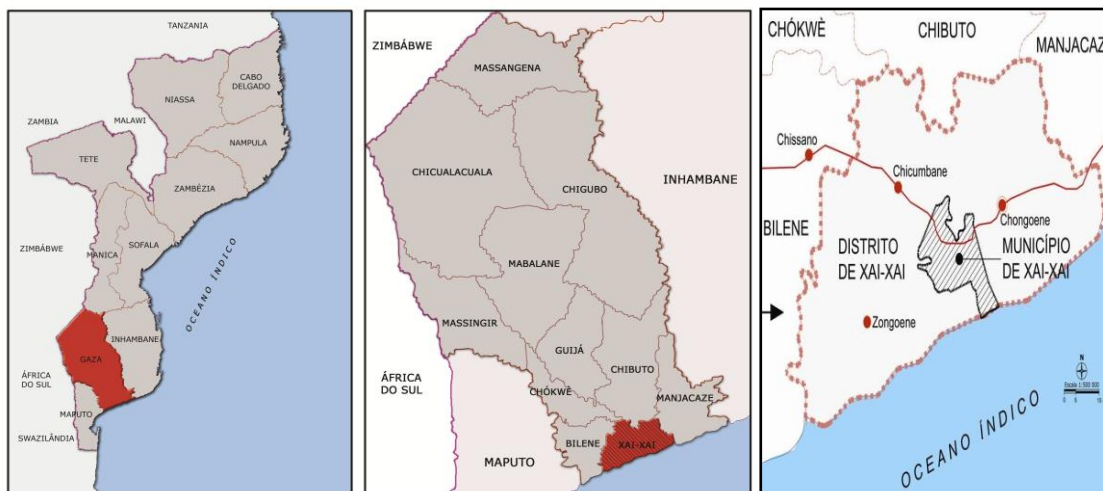
Welke procesmatige aanpak en of technologieën kunnen mogelijk bijdragen aan een integrale oplossing van de problematiek?

- Informatie m.b.t. ecologische sanitatie technieken zijn deels gebaseerd op zelf opgedane kennis, inzicht en ervaring bij het MobiSan project in de sloppenwijk Pooksebos in Kaapstad Zuid Afrika en deels op de in de literatuur gegeven huidige inzichten en voorkeuren.
- Informatie m.b.t. afvalverwerking, compostering van organisch afval is deels gebaseerd op het lesmateriaal van de module Energy and Waste van de opleiding Milieukunde aan het van Hall instituut Leeuwarden. Het overige deel betreft de in de literatuur beschikbare informatie m.b.t. de westerse inzichten en voorkeuren op dit gebied.

3. BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

3.1. Fysisch Geografisch

Xai-Xai is een van de vier grote steden in het zuiden van Mozambique en vormt de hoofdstad van de provincie Gaza. Het Xai-Xai district betreft de stad Xai-Xai met daaromheen de dorpen Zongoene, Chicumbane en Chongoene (figuur 3.1).



Figuur 3.1 Overzichtskaart Mozambique, situering Xai-Xai district in de provincie Gaza en situering van de stad Xai-Xai in het Xai-Xai district (bron; gemeente Xai-Xai)

Hoewel Xai-Xai als een grote stad wordt aangemerkt, kan deze qua opzet beter als peri-urban gebied worden beschouwd, omdat de structuur buiten het stadscentrum veel overeenkomst vertoont met die van een plattelandsdorp.

Xai-xai is ruwweg onder te verdelen in het lage rivierdeltagebied en het hoge duingebied. Minder dan 5% van de inwoners woont in de rivierdelta. Dit omdat de bevolking na de overstromingen in 2001 massaal naar het naastgelegen hoge duingebied is getrokken om zich daar te vestigen (*gemeente Xai-Xai*). De stad is onderverdeeld in 14 wijken met een gezamenlijk grondoppervlak van circa 123 km². De wijkindeling met de daarbij behorende grondoppervlakken wordt gegeven in bijlage 2

Het grondgebruik is recent door de gemeente Xai-Xai in kaart gebracht (bijlage 3). Het totale grondoppervlak bedraagt 2.680 ha. Van het totale grondoppervlak is circa 21,5% in gebruik als woon-, werk- en leefgebied en wordt circa 44% gebruikt voor landbouwdoeleinden. De landbouw concentreert zich voornamelijk in de rivierdelta.

Het landgebruik in Mozambique versus Xai-Xai is in tabel 3.1 samengevat. Landelijk gezien is per hoofd van de bevolking circa 2.000 m² akkerland beschikbaar. In Xai-Xai ligt dit met circa 430 m² akkerland per inwoner fors lager. Hierbij is geen rekening gehouden met het feit dat circa 60% van de huishoudens (buiten de opgegeven landbouwgrond) op het eigen erf, maar ook op elk beschikbaar stukje openbare- en of privaatgrond benut voor gewasteelt, voornamelijk mais. Ter illustratie foto 3.1.

Commerciële en industriële activiteiten als winkels, marktplaatsen, restaurants, garages, autosloperijen, tankstations concentreren zich voornamelijk in de directe omgeving van het

stadscentrum. Net als de gemeentelijke departementen en activiteiten als gemeentewerf, slachthuis, plantkwekerij, marktplaatsen, busstation en 1 van de 3 gezondheidsinstellingen. Ook 3 van de in totaal 36 onderwijsinstellingen variërend van basisschool, voortgezet onderwijs, technische beroepsopleiding tot hoger onderwijs bevinden zich in dit gebied. Het provinciale ziekenhuis bevindt zich op een van de hoogste duinen in het duingebied. Er is een stijgende trend in de ontwikkeling van kleinschalige bedrijfjes in alle woonwijken buiten de commerciële zone.

Tabel 3.1 Landgebruik statistieken Mozambique versus Xai-Xai;(World Bank Indicators 2010 en Xai-Xai Municipality 2010)

landgebruik		Mozambique	Xai-Xai
total oppervlak	km ²	799.380	125
landoppervlak	km ²	786.380	125
landbouwgrond	km ²	488.000	67,5
landbouwgrond	% v.h. landoppervlak	62,1	41,3
bouwland	ha	4.450.000	5.114*
bouwland	% v.h. landoppervlak	5,7	41
bouwland	(ha/person)	0,2	0,04
gemiddelde neerslag	mm/a	1.032	1.212
bosgebied	km ²	191.620	
bosgebied	% v.h. landoppervlak	24,4	
*inschatting			



Foto 3.1 Akkerbouw binnen de hekken van een FIPAG drinkwaterwinning rondom de winput.

Aan de zuidoost kant wordt de stad begrensd door de Indische Oceaan en in het noordwesten door de rivier Limpopo. Zowel naar het noordoosten als het zuidwesten wordt de stad omsloten door uitgestrekte duingebieden. Aan de zuidzijde grenst Xai-Xai met de wijk Praia aan de Indische oceaan. De Indische oceaan wordt in toenemende mate gebruik voor toeristische doeleinden.

3.2. Hydrologisch

3.2.1. Grondwater

De grondwaterkwaliteit in het Limpopo rivierbekken in Mozambique wordt in 6 verschillende zones verdeeld. Het grootste deel van het grondwater in deze gebieden is van slechte kwaliteit door de hoge mineralisatie (alluviale valleien en oude alluviale vlakten) of van nature brak water (diepere aquifer).

De duingebieden nabij de kust vormen hierop echter een uitzondering. Deze duinstroken in breedte variërend van 40 tot 60 km leveren exploiteerbare hoeveelheden grondwater. In deze gebieden infiltreert veel regenwater in de bodem. De jaarlijkse grondwateraanvulling bedraagt hier circa 50 - 200 mm (*FAO report: Drought impact mitigation and prevention in the Limpopo River Basin*).

3.2.2. Poldergemaal

In augustus 2008 is een poldergemaal in gebruik genomen dat het overtollige regen- en kwelwater uit de rivierdelta direct boven (noordzijde) Xai-Xai afvoert (foto 3.2). Dit gemaal regelt het waterniveau in een landbouwgebied ter grootte van circa 100 km². Op basis van een ruwe inschatting bedraagt de jaarlijkse afvoer capaciteit circa 43 miljoen m³ (bijlage 5).

Vanaf het poldergemaal wordt tevens de kunstmatige irrigatie voor een landbouwcoöperatie verzorgd. In dit gebied ter grootte van 358 ha wordt voornamelijk rijst verbouwd. Voor de irrigatie wordt kwelwater uit de duinen gebruikt.



Foto 3.2 Detail poldergemaal en lozingspunt kwelwater in Limpopo rivier

Het landbouwgebied tussen het hoge duingebied en de Limpopo rivier is hiervoor gekanaliseerd met 1,5 tot 2,5 meter diepe afwaterkanalen. Lokaal is de grondwaterstand hierdoor met circa 2 meter verlaagd. Dit betekent dat de afstroming van het grondwater vanuit het aangrenzende hoge duingebied in deze richting is toegenomen. In hoeverre dit van invloed is op de grondwaterstand in het hoge duingebied kan niet nader worden gekwantificeerd omdat hiervan geen data beschikbaar zijn.

3.3. Demografisch

De algemene trend in Mozambique is (net als in de omliggende Afrikaanse landen) dat de bevolking van het platteland naar de grote steden trekt. Van de totale bevolking woont circa 37 % in stedelijk gebied en dit percentage stijgt jaarlijks met 4,8 % (*UNICEF Statistics Mozam-*

bique 2008). Een selectie van de demografische data voor Mozambique versus die van Xai-Xai wordt in Bijlage 3 (Statistieken; demografische data) weergegeven.

Xai-Xai telt anno 2010 circa 120.000 inwoners, bijna een verdrievoudiging ten opzichte van 1980 (tabel 3.2). Het merendeel van de bevolking (>98%) woont buiten het stadscentrum in een min of meer landelijke dorpsomgeving.

Kenmerkend is dat 41% van de inwoners van Xai-Xai jonger is dan 15 jaar en landelijk gezien meer dan 50% van de bevolking onder de 18 jaar is. Landelijk vertoont de bevolkingsgroei een stijging van 2,6% per jaar. Dit betekent dat de bevolking in 27 jaar (2037) verdubbelt tot ruim 44,5 miljoen inwoners. Xai-Xai blijft met een bevolkingsgroei van circa 1,6 % ruim onder het landelijk gemiddelde. Naar verwachting stijgt het inwoneraantal de komende 25 jaar tot circa 180.000 inwoners.

Tabel 3.2 Toename inwoneraantal in periode 1980 t/m 2010 (bron; Xai-Xai municipality)

jaar	inwoners
1980	46.200
1997	99.440
2007	115.750
2010	120.000

Hygiëne en gezondheid

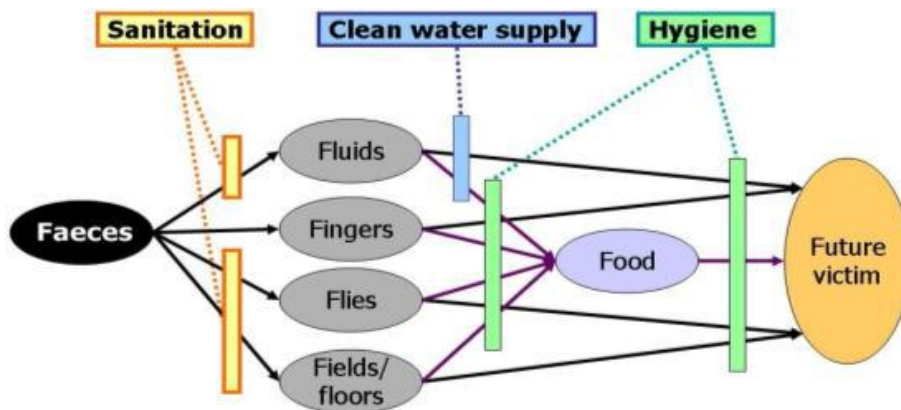
Een goede hygiëne is van levensbelang. De verspreidingsroute van ziekteverwekkers uit fecaliën loopt door middel van hand- vingercontant, insecten, grond/water/vloeroppervlak via voedselopname en vloeistoffen (figuur 3.2).

Een deugdelijk sanitaire voorziening vormt een extra barrière voor de overdracht van ziekteverwekkers naar open water, voorkomt verspreiding d.m.v. insecten en voorkomt dat het grond- en of vloeroppervlak in aanraking komt met fecaliën.

Schoon (drink)water in combinatie met de voedselbereiding kan hieraan positief bijdragen. De belangrijkste factor echter vormt een goede hygiëne. Deze barrière treedt pas in werking na voldoende bewustwording van de persoon in kwestie en bij consequent hygiënisch handelen. Wanneer het voedsel niet tegen insecten wordt beschermd, bij bereiding niet met schoon water wordt gewassen en de voedselbereider en diegene die het voedsel nuttigen vooraf geen handen wassen, blijft het risico van verspreiding van fecale ziekteverwekkers bestaan.

Handenwassen met zeep (of een alternatief als as) op de kritieke momenten kan de kans op diarree met 47 % en luchtweginfecties met 24% verlagen (Fewtrell et al., 2005).

Zodra het huishoudelijk afvalwater in aanraking komt met fecaliën, neemt het risico van verspreiding door watergedragen ziekten toe. Dit geldt eveneens als het afvalwater niet direct infiltreert en plasvorming optreedt. Dit vormt dan een ideaal voortplantingsgebied voor muskieten en andere insecten en verhoogt zo het risico op malaria en knokkelkoorts (WHO guidelines and WHO public health risk assessment and interventions).



Figuur 3.2 F-diagram van ziektebestrijding en transmissie (bron AID, technical guidance 2011)

Het algemene beeld van een woonerf is een kaal, keurig geveegd of geharkt terrein. Nergens tref je een gazon aan of iets dergelijks omdat volgens eigen zeggen, ongedierte dan ongemerkt dicht bij het woonhuis kan komen. Dit staat in schril contrast met het algemeen geaccepteerd gebruik van een eigen afvaldumpspot op het woonerf.

Afval trekt ongedierte aan en vormt een broedplaats voor ratten, slangen, vogels, kakkerlakken, vliegen, muskieten, bacteriën, schimmels etc.. Naast dat dit visueel zeer onaantrekkelijk is, genereert het stank, gevaarlijke situaties en verspreiding van ziekteverwekkers. Het vormt daarmee een potentieel risico voor de volksgezondheid.

Door compostering en mineralisatie van organisch afval bestaat ook nog het gevaar dat gevaarlijke substanties mobiel worden en lekken naar de bodem en het grondwater (Figuur 3.3).



Figuur 3.3 Hygiëne- gezondheid- en milieueffecten van een stortplaats

Statistieken van het aantal ziektegevallen in relatie tot het aantal sterfgevallen in Xai-Xai zijn, weliswaar gedeeltelijk, door het Ministerie van gezondheid in Mozambique (MICAU) beschikbaar gesteld. Het betreft de gegevens voor malaria, diarree, cholera, dysenterie en

meningitis als weergegeven in tabel 3.3. Diarree, dysenterie en cholera kunnen gezien worden als hygiëne gerelateerde ziekten.

Tabel 3.3 Aantal ziektegevallen in relatie tot het aantal sterfgevallen Xai-Xai. (MICAU Ministerie van Gezondheid Mozambique, Africon 2009; Xai-Xai Strategic Sanitation Plan)

period	malaria		diarrhoea		cholera		dysentery		menigitis	
	cases	deaths	cases	deaths	cases	deaths	cases	deaths	cases	deaths
31 jan - 31 july 2008	56542	7	4082	3	152	1	587	0	8	1
30 jan - 31 july 2009	33510	7	3903	1	0	0	381	0	14	2

Ondanks alle inspanningen van verschillende instanties om de bewustwording van de persoonlijke hygiëne in relatie tot sanitatie te verhogen, zijn op huishoudniveau nagenoeg geen handwasmogelijkheid in de directe omgeving van een pitlatrineesignaleerd.

3.4. Economisch

Mozambique is een van de armste en minst ontwikkelde landen van de wereld. De jarenlange burgeroorlog en mismanagement van de regering heeft het land zwaar afhankelijk gemaakt van buitenlandse hulp. De economische data zijn gegeven in bijlage 3 (Statistieken; economische data). De opbouw van het bruto nationaal product is als volgt:

- landbouw 23%,
- industrie 30,1 %
- diensten 46.8%.

Landbouw vormt met 81% van de totale werkgelegenheid een belangrijkste economische pijler (CIA The World Factbook 2013). Katoen, cashewnoten, suiker, citrusvruchten, kopra, kokosnoten, en hout zijn de belangrijkste gewassen. Verder wordt er ook thee, cassave, mais, sisal, tropisch fruit, aardappelen en zonnebloemen verbouwd. Runderen, geiten en gevogelte vormen de voornaamste vleesproductie. Voor de visserij is de garnalenvangst van groot belang. Het land bezit grote minerale afzettingen als marmer, bentoniet, steenkool, goud, bauxiet, graniet en edelstenen. Aluminium geldt als belangrijkste export product.

Zoals eerder aangegeven is landbouw een belangrijke economische pijler. Het in Mozambique totale beschikbare grondoppervlak voor akkerbouw is in 50 jaar gestegen van circa 2,5 MHa tot circa 4,5 MHa en is daarmee nagenoeg verdubbeld (world Bank indicators 2010) (bijlage 3). Daarentegen is in diezelfde periode het beschikbare akkerbouwoppervlak per inwoner afgenomen van 0,28 naar 0,20 hectare per persoon (world Bank indicators 2010) (bijlage 3).

Een verdubbeling van het aantal inwoners in de komende 25 jaar in combinatie met een afname van het beschikbare akkerbouw oppervlak per inwoner, impliceert in eerste instantie een zorgwekkende ontwikkeling met betrekking tot de voedselzekerheid. Hiervan is echter geen sprake. Mozambique heeft met 36 miljoen hectare juist een enorm agrarisch potentieel. Daarvan is momenteel slechts 12,5 % in gebruik (International Institute for Sustainable Development IISD).

De prijzen van de levensmiddelen in Mozambique daarentegen zijn zo hoog dat nagenoeg elk stukje grond in Xai-Xai door de plaatselijke bevolking wordt benut voor voedselproductie.

Uit een briefing van het internationale instituut voor duurzame ontwikkeling (*Gilberto Biacuana, Food Production in Mozambique and Rising Global Food Prices IISD, 2009*) blijkt het volgende:

- De hoge kostprijs voor levensmiddelen is door de landelijke politiek beïnvloed.
- Het aangepaste overheidsbeleid heeft de financiële ondersteuning aan de agrarische sector verlaagd.
- Investerings in de agrarische sector worden overgelaten aan de particuliere sector in de veronderstelling dat het duurder maken van het landgebruik tot een hogere productie zou leiden.
- Helaas is de productie niet toegenomen, omdat de vaak kleine landbouwbedrijven geen geld hadden voor landbouwproductiemiddelen.
- Voor de ontwikkeling van de agrarische sector in Mozambique is de particuliere sector van cruciaal belang.

Economisch draagvlak voor water en sanitatie in Mozambique draait volledig op buitenlandse steun. Verantwoordelijk voor de werving en de verdeling van de budgetten is het landelijke directoraat water (DNA). Gemeenten mogen zelf geen buitenlandse contracten afsluiten. Ze beslissen wel zelf over de besteding van het toegewezen budget. De bouw of ontwikkeling van sanitaire voorzieningen wordt niet door de gemeente ondersteund en komt volledig voor rekening van de bevolking.

De landelijk (*Unicef statistics 2008*) en gemeentelijke (*Africon 2009*) beschikbare data met betrekking tot de dekkingsgraad van het gebruik van basis faciliteiten voor sanitaire voorzieningen als wel de beschikbaarheid van goede drinkwaterbronnen worden in tabel 3.4 gegeven. In beide gevallen ligt de dekkingsgraad in Xai-Xai (semi-Urbaan gebied) beduidend hoger dan het landelijk gemiddelde op zowel stedelijk- als plattelandsniveau. Dit impliceert dat Xai-Xai landelijk gezien een gunstig welstandniveau heeft.

Tabel 3.4 Gezondheidsstatistieken Mozambique versus Xai-Xai; (*bron Unicef statistics 2008 en Africon 2009; Xai-Xai Strategic Sanitation Plan*)

Bevolkingspercentage dat gebruikt maakt van		Mozambique	Xai-Xai
basis sanitaire voorzieningen	%		67,5
platteland (2006)	%	19	
stedelijk	%	53	
verbeterde drinkwater bronnen	%		78
platteland (2006)	%	26	
stedelijk (2006)	%	71	

4. BESCHRIJVING VAN DE HUIDIGE SITUATIE

4.1. Drinkwatervoorziening

4.1.1. Waterwingebied

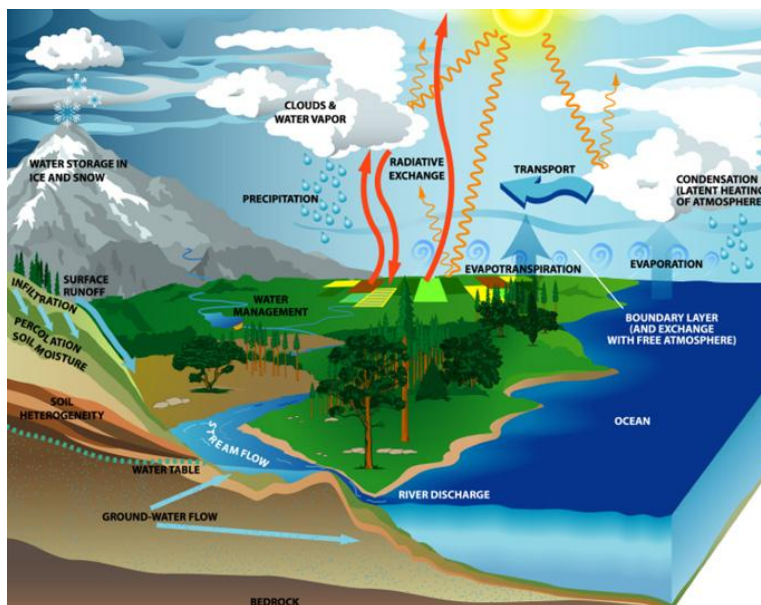
Het drinkwaterbedrijf maakt alleen gebruik van grondwater. Voor de winning van het grondwater heeft FIPAG in Xai-Xai sinds 2006 een 40-tal diepe winputten in gebruik. De winputten liggen verspreid over voornamelijk het hogere duingebied van de stad.

Het merendeel van de winputten zijn in medium fijn zand geboord. De gemiddelde diepte van de winputten ligt circa 30 - 40 m beneden zeeniveau. Enkele winputten zijn dieper geboord waarbij op een diepte van circa 45 m beneden zeeniveau een kleilaag werd vastgesteld. In Praia dicht tegen de kust zit de kleilaag op circa 60 m beneden zeeniveau.

Het grondwater wordt niet gezuiverd. Met behulp van onderwaterpompen wordt het diepe grondwater vanuit de putten naar de reservoirs en watertorens gepompt. Vandaar uit wordt het water onder vrij verval naar de consumenten gedistribueerd. Om de biologische kwaliteit van het drinkwater te garanderen wordt chloor gedoseerd.

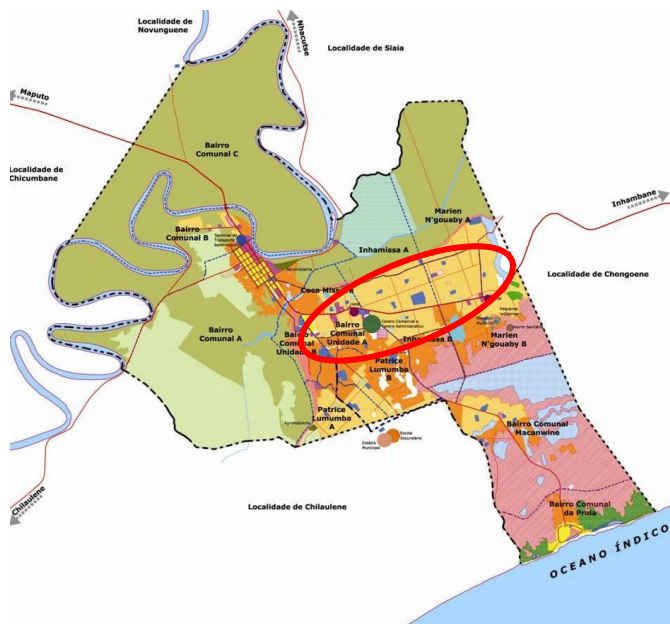
De beschikbare hoeveelheid zoet grondwater is primair afhankelijk van hoeveelheid neerslag die in de bodem kan infiltreren. In Xai-Xai bedraagt de gemiddelde hoeveelheid neerslag per jaar circa 851 mm (www.climatedata.eu).

De jaarlijkse hoeveelheid neerslag op het circa 123 km² grote grondoppervlak van Xai-Xai (bijlage 4) bedraagt circa 106 Mm³. Een gedeelte van het regenwater infiltrteert in de bodem. Een groot deel van het regenwater gaat door afstroming en verdamping verloren (figuur 4.1).



Figuur 4.1 Schema van een optimale waterkringloop
(bron US Global Change Research Program)

Voor een duurzaam gebruik van grondwater moet de aanvulling (infiltratie van regenwater) en de onttrekking (grondwaterwinning ter plaatse) met elkaar in balans zijn. De regenwater opvangzone wordt, rood omcirkeld, schematisch weergegeven in figuur 4.2.



Figuur 4.2 Schematische weergave regenwater opvangzone hoge duingebied
(bron onderliggende kaart, gemeente Xai-Xai)

4.1.2. Dekkingsgraad

De dekkingsgraad, het percentage van de inwoners dat toegang heeft tot FIPAG drinkwater bedraagt volgens eigen opgave circa 80 %. Dat betekent niet dat 80 % van de huishoudens een directe huisaansluiting op het openbare drinkwaternet heeft, maar dat deze kunnen beschikken over een tappunt in hun tuin (al of niet gedeeld met meerdere huishoudens) of in de directe omgeving gebruik kunnen maken van een centraal tappunt.

Dit betekent dat circa 20 % van de bevolking voor drinkwater afhankelijk is van alternatieve bronnen als oppervlaktewater, handpompen, open putten of regenwater (foto 4.1). Een overzicht van de dekkingsgraad van drinkwaterbronnen op wijkniveau is gegeven in bijlage 6 (Africon; *Strategic sanitation plants for Xai-Xai 2009*).



Foto 4.1 enkele alternatieve drinkwaterbronnen

4.2. Sanitatie

4.2.1. Afvalwaterbehandeling en riolering

De riolering in het oude stadscentrum is een zogenaamd gecombineerd afvalwater- en regenwaterafvoer systeem. Het riool is degelijke geconstrueerd en in een goede staat van onderhoud (*Africon; Strategic sanitation plants for Xai-Xai 2009*). De afvoer van de riolering is aangesloten op de Limpopo rivier. Het systeem beschikt hiervoor over twee lozingspunten (foto 4.2). Een overzicht van de infrastructuur van het rioolsysteem wordt in figuur 4.3 gegeven.



Foto 4.2 lozingspunten rioolsysteem

Het afvalwater uit private septictanks kan men via de gemeentelijke dienst tegen betaling laten ophalen. Dit geldt eveneens voor de publieke toilet systemen op de scholen, het busstation en de markt. De gemeente beschikt voor dit doel over een tractor (gedeelte inzet i.v.m. andere gemeentelijke activiteiten) en een vacuümtank (foto 4.3). Dit afvalwater wordt vervolgens geloosd in de uiterwaarden stroomafwaarts van het stadscentrum.

Het overige afvalwater wordt via open kanaaltjes naar het oppervlaktewater geleid of infiltreert ter plaatse in de bodem. Hergebruik van afvalwater wordt op dit moment nergens toegepast



Figuur 4.3 Infrastructuur riolering in het oude stadscentrum (*bron Africon 2009; Xai-Xai Strategic sanitation Plan*)



Foto 4.3 Tractor met vacuümtank

4.2.2. Criteria technologische toiletopties

Met de einddatum 2015 voor het behalen van MDG 7 (halveren van het aantal mensen zonder duurzame toegang tot schoon drinkwater en sanitaire voorzieningen) in zicht, is sanitatie momenteel een hot item. Wereldwijd worden op relatief kleine schaal verschillende sanitaire opties toegepast en wordt er in talrijke platforms veel over gediscussieerd en gepubliceerd.

Algemeen wordt de voorkeur voor urinescheiding uitgesproken wegens minder milieurisico's, belangrijke volumereductie en hergebruik van nutriënten in de landbouw. Toch kleven hieraan een aantal bezwaren zoals acceptatie, cultuur, achtergrond, betaalbaarheid etc.

In het discussierapport "The case for sanitation" (*NWP, Simavi, Waste, IRC and DGIS 2007*) ter voorbereiding van het internationaal jaar van de sanitatie 2008 in Nederland wordt het volgende aangegeven:

- In de literatuur worden vele gedocumenteerde verslagen over de ervaringen en de benadering van verschillende technologische sanitaire opties beschreven. De keuze in methodieken en technologische opties is daarbij ongekend.
- Positieve casestudy's ter illustratie van de succesvolle ervaringen in een bepaalde regio worden genivelleerd door andere gezaghebbende verslagen waarin geen gebruikers-acceptatie werd bereikt.

Het laatste decennium wordt bij het ontwerpen van sanitaire voorzieningen meer aandacht aan gezondheidsfactoren, milieufactoren en duurzaamheid gegeven. Dit heeft uiteindelijk geleid tot wijdverspreide uitvoering van een ecologische sanitaire benadering en de opkomst van kennis en lobby netwerken voor deze aanpak. Terwijl de discussie over de gevolgen van deze bredere benadering blijft doorgaan, zijn de verschillen in criteria tussen de Europese donoren op het gebied van sanitaire voorzieningen aanzienlijk.

Nederland hanteert de onderstaande criteria volgens de WASTE Sanitation Ladder; Sustainable sanitation hierarchy; (IRC; Sanitation for all; *Gert de Bruijne (WASTE), Mirjam Geurts (WASTE), and Brian Appleton June 2007*):

- 1 Geen sanitaire voorzieningen
De nadruk ligt hier op het verbeteren van de hygiëne. Ondersteuning van lokale initiatieven door onderwijs programma's
- 2 Basic sanitaire voorzieningen
Over het algemeen goedkope technologieën ter bescherming van de volksgezondheid, creëren van barrières tussen pathogenen en de mens in de huishoudelijke omgeving en het veiligstellen van de hygiënische verwijdering van uitwerpselen en afvalwater.
- 3 Milieubeschermd sanitaire voorzieningen
Uitbreiding van de focus ter voorkoming van verontreiniging van waterbronnen. Effectief gebruik en hergebruik van water, bescherming van de gezondheid van de bredere gemeenschap en de bescherming van het milieu.

4 Ecologische sanitaire voorzieningen

Met een extra zorg voor hergebruik en recycling van voedingsstoffen ter verbetering van de productie van levensmiddelen, evenals bescherming van de gezondheid en het milieu.

4.2.3. Beschrijving en dekkingsgraad aanwezige sanitatiesystemen

Sanitatie systemen kunnen qua techniek in 4 verschillende typen worden onderscheiden (*IRC; sanitation technical options*). In tabel 4.1 zijn de geïnventariseerde sanitaire voorzieningen gerangschikt in typen en systemen.

Uit eigen veldwerk en beschikbare data (*Africon; Xai-Xai Strategic Sanitation Plan*) blijkt dat alle sanitatie-typen in Xai-Xai voorkomen. De voorkomende sanitatie systemen variëren van (geen "open deficatie"), (pitlatrines UIP, IP en VIP) tot aan een watercloset aangesloten op de riolering of een septictank.

Het meest voorkomende systeem is de pitlatrine. Deze bestaat uit een in de bodem gegraven gat van circa 1,8 - 2,0 m diep, met een diameter van circa 0,5 tot 0,8 m en vormt de verzamelplaats van de feces, urine en eventueel ook huishoudelijk afval (organisch materiaal, as, etc.)

Bij deze pitlatrines wordt onderscheid gemaakt tussen:

- unimproved (al of niet voorzien van een tak of plank om op te zitten)
- improved (eventueel met verstevigde zijwand en of afdekking)
- traditional improved (verstevigde zijwand + traditionele betonslab afdekking).

Van de "improved" pitlatrines zijn er maar zeer weinig als VIP uitgevoerd. Enkele voorbeelden van een "improved" pitlatrine en de opbouw van een "traditioneel improved" pitlatrine worden respectievelijk in foto 4.4 en 4.5 gegeven.



Foto 4.4 Voorbeelden "improved" pitlatrine



Foto 4.5 Opbouw van een "traditional improved" pitlatrine

Bij de septictanks is de algemene indruk dat deze, hoewel relatief deugdelijk geconstrueerd, niet volgens de internationale "best practices" zijn gebouwd. In veel gevallen zijn de

afdichtingen niet in orde en ontbreekt een deugdelijk leegzuig-systeem (*Africon; Strategic sanitation plants for Xai-Xai 2009*).

De toegepaste sanitatie systemen variëren sterk per wijk. Waterclosets in combinatie met een aansluiting op de riolering komen uitsluitend in het oude stadscentrum voor. Een groot deel van de bebouwing in het centrum is ingericht als kantoor, winkel, horeca, kleinschalige industrie, publieke werken etc.. Het aantal huishoudens in dit gebied wordt op maximaal 500 geschat. Dit betekent dus dat maar een zeer klein percentage van de huishoudens gebruik maakt van een watercloset in combinatie met een rioolaansluiting.

Toepassing van waterclosets in combinatie met een aansluiting op een septic- of storagetank beperkt zich voornamelijk tot het rijkere gedeelte van 4e Bairro Communal.

Het percentage huishoudens dat beschikt over een aansluiting op septic tanks bedraagt 9%.

Het grootste percentage (89%) van de huishoudens beschikt over een pitlatrine, die in meer of mindere mate is gemodificeerd ter verhoging van het comfort en de privacy.

Circa 2% van de huishoudens heeft geen sanitaire voorziening ter beschikking.

De dekkinggraad van de beschikbare sanitatieopties op wijkniveau wordt gegeven in Bijlage 7 (*Africon; Strategic sanitation plants for Xai-Xai 2009*)

Bij circa 90 % van de aangetroffen sanitatie typen vindt uitspoeling en of weglekken van fecaliën naar het milieu plaats.

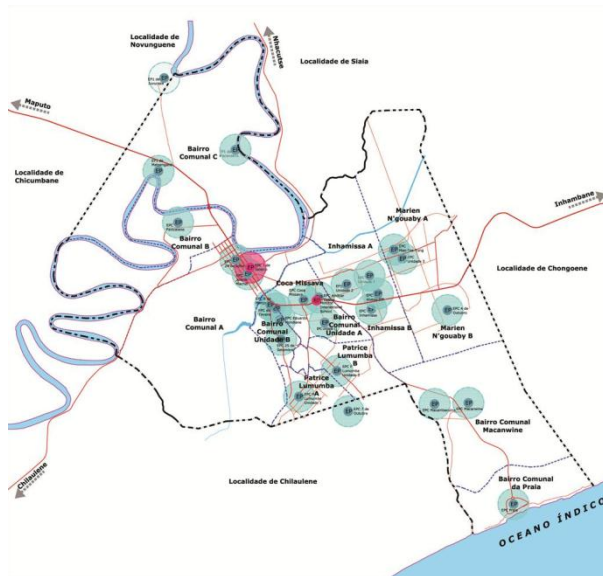
De vele pitlatrines verspreid over het totale gebied veroorzaken een diffuse nitraatverontreiniging van het grondwater. De pitlatrines op de scholen daarentegen kunnen gezien worden als een grote punt verontreiniging, waaronder een grote pluim nitraat hangt. Wanneer een dergelijk nitraatpluim in het intrekgebied van een winput komt te liggen, zal dit tot verhoogde nitraatconcentraties in het drinkwater leiden.

Tabel 4.1 Rangschikking van de aanwezige sanitaire voorzieningen in typen en systemen
(bron IRC: *sanitation technical options en Africon; Strategic sanitation plants for Xai-Xai 2009*)

Sanitation type	Sanitation systems
dry on-plot	unimproved pit (UIP) improved pit (IP) ventilated improved pit (VIP) ventilated improved double pit (VIDP) storage latrine enviroloo, jojo ecosan, chemforce easylop simple urine diversion systems (UDS) double vault urine diversion toilet (UDDVS)
wet on-plot	flush toilet to septic tank with soak away flush toilet to conservancy tank
wet on/off-plot	septic tank with overflow to waterborne system flush toilet to conservancy tank
wet off-plot	small bore solid-free sewer full or conventional waterborne sewerage conventional waterborne system with shallow sewerage

4.2.4. Sanitatie projecten bij scholen

Door FUSP zijn inmiddels bij 20 scholen toiletgebouwen gerealiseerd. De fecaliën en urine worden in kelders onder het toiletgebouw opgeslagen. Hierdoor vindt geen uitspoeling naar het milieu plaats. Van deze scholen liggen er 13 in het infiltratie-gebied/waterwingebied. Op deze scholen verblijven dagelijks circa 450 leraren en 20.500 studenten die van deze faciliteiten gebruik maken (bijlage 16). In figuur 4.4 wordt een overzichtskaart van de scholen gegeven.



Figuur 4.4 Overzichtskaartje van de schoollocaties in Xai-Xai (bron; gemeente Xai-Xai)

4.2.5. Samenstelling menselijke fecaliën

Menselijke fecaliën bestaan uit feces en urine. De geproduceerde hoeveelheid fecaliën per hoofd van de bevolking, varieert per land. Een samenvatting van de gerapporteerde hoeveelheden en samenstelling van de urine en feces per land wordt gegeven in bijlage 14 (*WASTE; fact sheet on sanitation Mirjam Geurts 2005*) (Schouw et al., 2002).

Eveneens worden er grote verschillen in de nutriënten uitscheiding per hoofd van de bevolking in verschillende landen gerapporteerd (Jönsson & Vinnerås, 2004) (bijlage 14). De belangrijke factoren die van invloed zijn op de relatief grote verschillen per land, zijn de welvaartstandaard en het voedingspatroon van de plaatselijke bevolking.

Meer recente data uit Zuid Afrika (CSIR 2008) (tabel 4.2) geven een hoger nutriënt aandeel voor fecaliën per hoofd van de bevolking. Voor Mozambique worden in de literatuur geen concrete meetwaarden gemeld. De berekeningen in dit rapport voor het nutriëntaandeel in de fecaliën voor Mozambique zijn uitgevoerd met de gemiddelde waarden van Uganda en Zuid Afrika (uit respectievelijk bijlage 15 en tabel 2.6) als gegeven in tabel 4.3.

Uitgaande van het nutriënt aandeel stikstof in de fecaliën (3.24 kg N/cap,jaar) bedraagt de jaarlijkse stikstofproductie in het infiltratiegebied op basis van het huidige inwoneraantal circa 290 ton. Uitgedrukt in nitraat betekent dit een productie van circa 1290 ton nitraat/jaar oftewel gemiddeld circa 59 g nitraat per m². Een nitraatbelasting van deze ordegrootte vormt een ernstige bedreiging van de drinkwaterkwaliteit.

Tabel 4.2 Nutriënt aandeel per hoofd van de bevolking voor fecaliën, urine en feces in Zuid Afrika (bron CSIR 2008, EcoSanRes; Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production Report 2010-1

product	kg/(cap. jaar)		
	N	P	K
fecaliën	3,98	0,58	1,47
urine	3,56	0,34	1,26
feces	0,42	0,24	0,21

Tabel 4.3 Nutriënt aandeel per hoofd van de bevolking (volwassenen) voor fecaliën, urine en feces in Mozambique (berekend uit de gegevens van Zuid Afrika en Uganda)

product	kg/(cap. jaar)		
	N	P	K
fecaliën	3,24	0,49	1,44
urine	2,88	0,34	1,13
feces	0,36	0,33	0,16

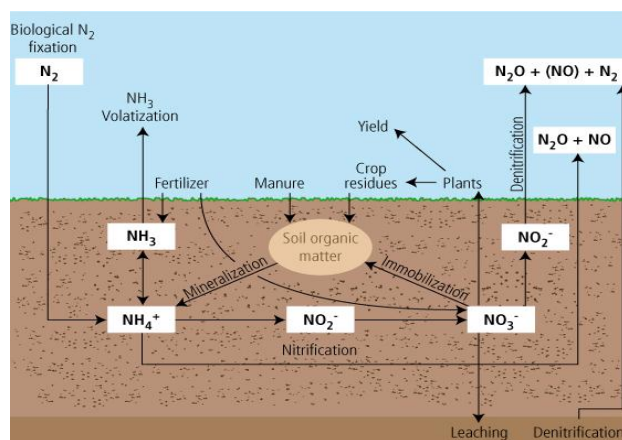
4.2.6. Omzettingsprocessen van fecaliën in de bodem

In een aërobe watervoerende laag (waarvan in een dungebied sprake is) wordt in de bovenlaag het organisch gebonden stikstof uit de feces in eerste instantie gemineraliseerd tot ammonium waarna het vervolgens door nitrificerende bacteriën wordt omgezet in nitraat (figuur 4.5).

Het ureumbestanddeel uit de urine, dat verantwoordelijk is voor 80% van de stikstofbelading van menselijke fecaliën (Jönsson & Vinnerås, 2004) wordt in de bovengrond omgezet in ammonia.

De pH-waarde van urine bij de uitscheiding ligt rond de 6 – 7 en stijgt gedurende de omzetting van ureum naar ammonium/ammoniak tot circa 9 (figuur 2.11 vergelijking 1). Hierbij verdwijnt een deel van het vluchtige ammoniakgas.

Vervolgens wordt ammonium met behulp van nitrificerende bacteriën omgezet in nitraat (figuur 4.6 vergelijking 2 en 3) waarbij 2 protonen (H⁺) vrijkomen. De pH-waarde zal hierdoor afnemen (figuur 4.7).



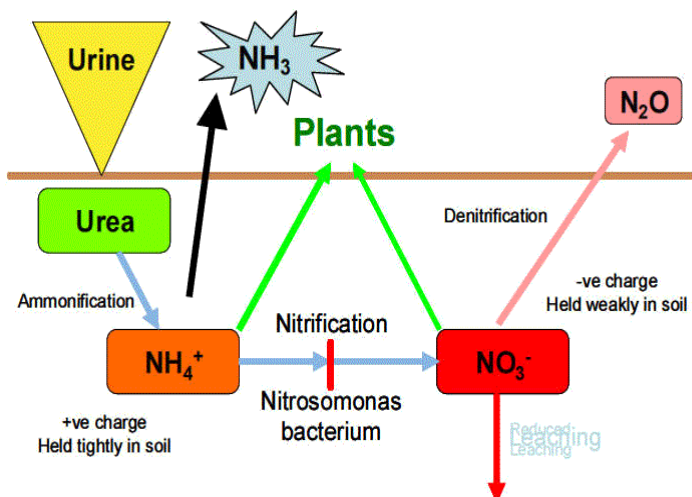
Figuur 4.5 omzettingsproces organisch gebonden stikstof (bron IFA)

$\text{NH}_3^+ + \text{H}_2\text{O}$	$\rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{OH}^-$	(1)
$\text{NH}_4^+ + 1,5 \text{ O}_2$	$\rightarrow \text{NO}_2^- + 1 \text{ H}_2\text{O} + 2 \text{ H}^+$	(2)
$\text{NO}_2^- + 0,5 \text{ O}_2$	$\rightarrow \text{NO}_3^-$	(3)

Figuur 4.6 Urine diversion hygienic risks and microbial guidelines for reuse
(SE-171 82 SolnaSweden © Caroline Schöning)

Ammonium en nitraat spoelen uit naar het grondwater als tijdens het omzettingsproces van de fecaliën geen ammonium- en nitraatopname door de plantwortel wordt opgenomen.

Door de aerobe aquifer in combinatie met onvoldoende organisch materiaal en mineralen als pyriet (FeS) in bodem van het duingebied spoelt nitraat zonder omzettingsprocessen (denitrificatie) uit naar het dieper grondwater.



Figuur 4.7 Omzettingsproces ureum (bron Tegasc))

4.2.7. Metingen uitspoeling nitraat en ammonium bij pitlatrines

Om inzicht te krijgen in de uitspoeling van ammonium en nitraat bij pitlatrines, is de ondergrond van 2 verschillende locaties hierop nader onderzocht. Met behulp van een puls zijn boorgaten in de pitlatrine gemaakt waarbij op een diepte van 3 tot 4 meter bodemonsters zijn genomen. Uit het boorgat gehaalde vochtige grond is daarna met een vaste hoeveelheid water gemengd en gefiltreerd. De gemeten concentraties nitraat en ammonium in het gefiltreerde water zijn gegeven in tabel 4.4.

De meetwaarden van de duplometingen per locatie liggen dermate dicht bij elkaar, dat de analyseresultaten als betrouwbaar kunnen worden aangemerkt. Het forse concentratieverschil tussen de beide locaties kan worden verklaard door enerzijds de mate waarin de pitlatrine wordt belast (gezinssamenstelling) en anderzijds door de standtijd (hoe lang op

deze plek al in gebruik) van de pitlatrine. Helaas kan dit niet nader geverifieerd worden omdat deze gegevens niet beschikbaar zijn.

Tabel 4.4 Nitraat- en ammoniumgehalten onder pitlatrines

locatie	datum	nitraat mg/l	ammonium mg/l
Patrice Lumumba			
1e monster	9-nov-10	36,2	0,184
2e monster	9-nov-10	46,9	0,222
1e monster	23-nov-10	42,1	0,192
2e monster	23-nov-10	48,0	0,298
CFPP			
1e monster	9-nov-10	101,0	1,59
2e monster	9-nov-10	113,1	1,68
1e monster	23-nov-10	114,3	1,62
2e monster	23-nov-10	119,2	1,77

Het relatief hoge aandeel nitraat in relatie tot het geringe aandeel ammonium duidt erop dat nitrificatie van organisch gebonden stikstof en ammonium al heeft plaatsgevonden. Nitraat vormt de stabiele eindfase van het nitrificatieproces. Het aanwezige nitraat spoelt uiteindelijk uit naar het diepere grondwater.

4.3. Afval

4.3.1. Kwantitatieve en kwalitatieve aspecten huishoudelijk en industrieel afval

In het oude centrum zijn op regelmatige afstand van elkaar afvalbakken geplaatst. Op centrale plaatsen (marktplaats, busstation etc.) staan afvalkarren en containers opgesteld. 's Avonds na winkelsluitingstijd wordt de binnenstad door schoonmaakkploegen gereinigd.

Afval wordt in 5 van de 12 wijken opgehaald (Cidade, Coca Missava, Lунidade, Chinunguine en Praia). Het zijn vooral de in het oog springende en goed te bereiken wijken als het oude stadscentrum met directe omgeving en de toeristencentra aan de kust. Ook het afval van de marktplaats aan de rand van de oude binnenstad wordt periodiek opgehaald. Op foto 4.6 wordt de centrale afvalbunker door de gemeentereinigingsdienst leeggehaald.



Foto 4.6 Leeghalen afvalbunker marktplaats door gemeentereiniging.

Kleinschalige industrie en bedrijvigheid is geconcentreerd in het oude stadscentrum. Het industrieel afval wordt niet apart ingezameld maar lift mee met de afvalinzameling aldaar. Hier zijn verder ook geen cijfers van bekend.

Op basis van de officiële afvalproductiecijfers en de kwalificering van het (huishoudelijke en industrieel) afval in 3 hoofdgroepen (*MICOA Waste Management (2003)*) kan de jaarlijkse afvalproductie in Xai-Xai als volgt worden weergegeven.

60% (10.300 ton/a) gemakkelijk te composteren, organisch materiaal vermengd met agrarisch afval, straatafval, industrieel en commercieel afval, medisch afval en puin

25% (4.300 ton/a) potentieel herbruikbare materialen

15% (2.600 ton/a) overige

(bron: MICOA Waste Management 2003)

Volgens de officiële cijfers produceert Xai-Xai jaarlijks 17.200 ton afval. Per inwoner wordt dus circa 143 kg afval geproduceerd. De huidige afvalinzameling in Xai-Xai wordt geschat op circa 12 % (Africon town report 2009) van de totaal geproduceerde hoeveelheid. Dit komt neer op ruim 2.000 ton per jaar.

Voor de uitvoering van al haar gemeentelijke taken beschikt Xai-Xai over de middelen en personele bezetting als gegeven in tabel 4.5.

Tabel 4.5 Overzicht beschikbare materieel en personele bezetting gemeente Xai-Xai

materieel		personele bezetting	
truck (5 ton)	1	manager (afval en sanitatie)	1
tractor (3 ton)	3	vuilophalers	13
schuifwagen	2	tuinlieden	13
manden (110 l)	24	markt medewerkers	1
kruiwagens	5	septictank dienst	2
schoppen	18	begraafplaats	7
spades	7	slachthuis	4
vacuümtank	1	straatvegers	37

Officieel worden er binnen de gemeente 3 stortlocaties als zodanig erkend. Dit betreft de huidige 2 gemeentelijke stortplaatsen in Bairro 13 en in Praia en de oude voormalige stortlocatie in Bairro 13. Ondanks de redelijk tot goede bereikbaarheid van de huidige stortlocaties wordt het *afval* door tijdgebrek, weersinvloeden en andere oorzaken random gedumpt.

Hoewel op zeer veel plaatsen gedumpt afval in forse volumes wordt aangetroffen, zijn nog zeker 4 locaties van dusdanige omvang geregistreerd, dat het predicaat stortplaats wel op zijn plaats is. Eén daarvan betreft de kilometers lange weg die vanuit de stad gezien stroomafwaarts langs de rivier loopt. Deze weg wordt tevens door de gemeentelijke vacuümtruck gebruikt om bij de vloeistof- slibdumpplaats te komen. De weg naar de slibdumpplaats is aan beide zijden volgestort met karladingen afval. Geschat wordt dat dit telkens de laatste lading afval uit het oude stadgedeelte betreft die door de gemeentelijke dienst niet meer binnen de beschikbare werktijd naar een officiële stortplaats kan worden gebracht.

De bestaande stortplaatsen liggen midden in de woonwijken en vormen een bedreiging voor mens en milieu. De huidige stortplaats in Bairro 13 (foto 4.7) is gelegen op de buitenste rand van het hoge duingebied in de meest dichtbevolkte wijk van Xai-Xai. Op een hoogte van circa 46 m boven zeeniveau wordt het afval over duinrand in een grote door erosie ontstane kloof gestort.



Foto 4.7 Impressie gemeentelijke stortplaats Bairro 13

De in Praia gesitueerde gemeentelijke stortplaats ligt te midden van het hoge duingebied, circa 28 m boven zeeniveau. De stortplaats vormt een combinatie met de gemeentelijke zandwinning. De zandwinning berust op een duinafgraving. Het duinzand wordt met de hand in de leeg gekomen huisvuilkar geschept waarna deze vol naar de stad terug rijdt. De situering van de oude voormalige gemeentelijke stortplaats in Bairro 13 is vergelijkbaar met de huidige stortplaats daar, maar ligt met circa 36 meter boven zeeniveau iets lager.

Jaarlijks wordt in Xai-Xai circa 2.000 ton huishoudelijk en industrieel afval ingezameld en afgevoerd naar de stort. Op basis van het maximale tonnage (14 ton) van het beschikbare materieel zou 2.000 ton afval ruim 140 volle vrachten per jaar opleveren. Dit impliceert dat de gemeente over ruim voldoende transportcapaciteit beschikt. Opmerkelijk is dat door de gemeente juist de transportcapaciteit als één van de hoofdredenen van de huidige afvalproblematiek wordt aangevoerd.

In de huidige situatie wordt dus circa 1.200 ton/jaar van het jaarlijks ingezamelde afval betreffende gemakkelijk te composteren organisch materiaal, gezamenlijk met circa 516 ton potentieel recyclebare materialen en circa 312 ton overige materialen gestort. Ongesorteerd storten is volgens de ladder van Lansink de meest milieuonvriendelijke vorm van afvalbeheer.

4.3.2. Afvalverwerking

Op de "ladder van Lansink" (figuur 4.8) worden de afvalbeheer methodes, preventie, hergebruik, recycling, verbranden en storten van afval van boven naar beneden gerangschikt. Hoe hoger de methode op de ladder staat aangegeven hoe meer deze op basis van meest milieuvriendelijke methode is te verkiezen boven de onderstaande methodes. Duidelijk is dat voorkomen (preventie) van afval de meest milieuvriendelijke optie vormt. Wanneer dit niet mogelijk blijkt, kies je voor producten die je opnieuw kunt gebruiken (b.v. hergebruik van glazen flessen, composteren van organisch afval). Als dat niet mogelijk is, zoek je naar het best recyclebare alternatief.

Het afval dat niet kan worden vermeden, opnieuw gebruikt of gerecycleerd, wordt verbrand om zoveel mogelijk energie eruit terug te winnen. Afval dat niet volgens één van de hiervoor genoemde methodes kan worden verwerkt, wordt gestort.



Figuur 4.8 Ladder van Lansink (bron IVAREM België)

Volgens de nieuwste inzichten qua afvalverwerking wordt de ladder van Lansink uitgebreid met de methodiek nuttige toepassing. Deze toepassing betreft composteren en vergisten van organisch materiaal. Op de ladder van Lansink komt deze toepassing tussen recyclage en verbranden te staan. Duidelijk is dat de afvalinzamelaar/afvalverwerker de bevolking maximaal moet prikkelen zo weinig mogelijk afval te produceren om verbranden en storten zoveel mogelijk te voorkomen.

De gemeente Xai-Xai, verantwoordelijk afvalinzamelaar/afvalverwerking, werkt niet volgens deze methodes. Al het verzamelde afval wordt ongesorteerd gestort.

Realisatie Millennium Development Goal 8

MDG 8 met betrekking tot de afvalproblematiek scoort laag. Hier is op basis van de gemeentelijke visie op afvalbeleid, nog een lange weg te gaan. De focus is gericht op een optisch schone (binnen)stad, transportcapaciteit en een stortlocatie buiten het zicht van de stad. Hoewel ze wel belang inzien van een milieuvriendelijk vorm van afvalverwerking, wachten ze op externe initiatieven.

4.4. Hygiëne en volksgezondheid

Gezien de hoge aantallen van hygiëne gerelateerde ziekten als diarree, dysenterie en cholera blijft hygiëne een belangrijk aandachtspunt. Ondanks de inspanningen van verschillende instanties om de bewustwording van de persoonlijke hygiëne in relatie tot sanitatie en afval te verhogen, zijn op huishoudniveau geen handwas-faciliteiten in de directe omgeving van een pitlatrine opgemerkt.

Het lokale neerslagpatroon (in korte tijd zeer veel neerslag) in combinatie met het heuvelachtige duingebied (grote hoogteverschillen) geeft veel run-off water. Veel run-off water veroorzaakt, naast zware erosie van het landoppervlak, regelmatig overstromingen en overstorten van de sanitatiesystemen (zowel off-plot en on-plot typen) in het gebied. Ook het barsten van drinkwaterleidingen (combinatie van hoge leidingwaterdruk, verkeersbelasting en slechte kwaliteit leidingmaterialen) veroorzaakt veel schade aan de omgeving en de infrastructuur. Leef- en werkgebieden lopen hierdoor onder water of overstromen. Tevens ontstaan hierdoor plassen en poelen waarin langdurig water blijft staan (foto 4.8). De potentiële gezondheidsrisico's door verspreiden van ziekteverwekkers zijn hierdoor zorgwekkend en vormen een ernstige milieu-hygiënische aanslag op de kwaliteit van leven.

van de bevolking. De mensen zijn zich hiervan onvoldoende bewust. Water gedragen en hygiëne gerelateerde ziekten zoals malaria en meningitis komen hier dan ook zeer frequent voor.



Foto 4.8 Impressie erosie geulen en poel en plasvorming in het woongebied

5. ACTORENONDERZOEK

Om inzicht te krijgen hoe er op verschillende niveaus tegen de beschikbare voorzieningen voor drinkwater, sanitatie en afvalverwijdering wordt aangekeken en de relatie daarmee op de volksgezondheid, zijn de volgende actoren geïnterviewd;

- Op landelijk niveau; het plaatsvervangend hoofd sanitatie van het Nationaal Directoraat Water (DNA).
- Op gemeentelijk niveau en tevens als service verlener voor afvalverwijdering en sanitatie; de verantwoordelijke wethouders en hun staf.
- Met drinkwaterleverancier Fipag; de regiodirecteur Fipag zuid en de lokale directeur Xai-Xai.
- De lokale bevolking als eindgebruikers; vertegenwoordigers van een 4-tal verschillende wijkraden.

Voor de volledige gegevens van de geïnterviewde personen zie bijlage 8.

Bij de interviews zijn telkens per onderwerp (watervoorziening, afvalverwijdering en sanitatie) de volgende vragen gesteld:

- Wat vindt u van de beschikbaarheid en de bereikbaarheid?
- Ziet of voorziet u hierbij mogelijke problemen voor de toekomst?
- Ziet u mogelijkheden of heeft u ideeën voor verbeteringen?
- Zijn er volgens u verbanden te leggen met de volksgezondheid?

Om de visie van een onafhankelijk waarnemer mee te wegen, zijn op basis van mijn onderzoeksresultaten binnen het FUSP-team vele discussies gevoerd. De uitkomsten hiervan zijn als referentie meegenomen.

Interacties tussen actoren

Een samenvatting van de interviews is gegeven in bijlage 9. Uit de antwoorden zijn de meest belangrijke/voorkomende zaken per onderwerp geselecteerd. Hieraan is vervolgens een waardering gekoppeld die wordt gegeven in tabel 5.1. Met de minimale waardering van 1* wordt (zeer weinig/slecht) bedoeld, met de maximale waardering van 5* wordt (zeer veel/goed) aangegeven. Daartussen liggen de waarderingen (weinig/slecht), (gemiddeld/redelijk) en (veel/goed). De in tabel 3.1 gegeven waarderingen worden de in de volgende paragrafen per onderwerp beschreven.

Drinkwatervoorziening:

Over het algemeen zijn de actoren het met elkaar eens dat in de drinkwatervoorziening een forse voortgang is geboekt. De betrokkenheid bij dit onderwerp wordt door zowel de gemeente als de bewoners met laag beoordeeld. Deze beoordeling heeft vooral betrekking op het communicatiebeleid van Fipag met betrekking tot de uitbreidingsplannen. De in Xai-Xai geboden faciliteiten, de beschikbaarheid en de toegankelijkheid ervan worden als goed beoordeeld.

Landelijk gezien zijn er twijfels met betrekking tot de betaalbaarheid van de drinkwatervoorziening.

Fipag maakt zich ook zorgen over de betaalbaarheid van de drinkwatervoorziening. De huidige drinkwatervoorziening is gerealiseerd met geld van de African Development Bank. In 2011 start hiervan de terugbetalingstermijn, hetgeen direct resulteert in een investerings-

Tabel 5.1 Classificatie van de interviews in onderwerpen, Actoren en uitgesproken waardeoordeel

drinkwater	DNA	gemeente	FIPAG	wijkraden	FUSP
voortgang	***	*****	*****	****	*****
betrokkenheid	****	**	*****	**	****
faciliteiten	**	*****	****	****	***
beschikbaarheid	***	*****	****	****	****
toegankelijkheid	***	*****	*****	****	****
betalbaarheid	***	****	**	**	**
bronnen	****	*****	*****	*****	**
kwaliteit	***	*****	****	*****	***
kwantiteit	**	*****	****	***	***
bedreigingen	****	***	*****	**	*****
verbeteringen	*****	**	*****	**	****
gezondheid relaties	*****	***	*****	**	*****
sanitatie	DNA	gemeente	FIPAG	wijkraden	FUSP
voortgang	***	****	***	****	*
betrokkenheid	****	**	***	****	**
faciliteiten	*	**	***	****	*
beschikbaarheid	*	*****	***	*****	**
toegankelijkheid	*	*****	***	*****	**
betalbaarheid	*	***	***	**	*
kwaliteit	*	*	*	***	*
bedreigingen	*****	**	***	*****	*****
verbeteringen	*****	***	***	***	*****
gezondheid relaties	*****	***	****	***	***
vast afval	DNA	gemeente	FIPAG	wijkraden	FUSP
voortgang	**	***	**	**	*
betrokkenheid	**	****	**	****	*
faciliteiten	**	**	**	**	*
beschikbaarheid	**	**	**	**	*
toegankelijkheid	**	**	**	**	*
betalbaarheid	**	*	**	**	*
kwaliteit	**	***	*	**	*
bedreigingen	****	***	***	**	*****
verbeteringen	*****	*****	*****	*****	*****
gezondheid relaties	***	**	***	***	*****

en exploitatietekort voor 2011. Ook speelt hierbij mee dat de politiek wil meedelen in de behaalde successen en een aandeel van de omzet claimt.

Ook de bevolking maakt zich ernstig zorgen over de waterrekening en noemt hiervoor verschillende redenen. De hoge aansluitkosten (bijna 2 minimum maandsalarissen) maakt dat veel gezinnen geen eigen aansluiting kunnen betalen. Zo wordt een aansluiting vaak gedeeld met meerdere huishoudens die dan per toerbeurt betalen. Ook worden de armere gezinnen vaak door burens met wel een aansluiting geholpen door het water onderhands per jerrycan door te leveren. Door Fipag en de gemeente wordt dit als illegaal en niet wenselijk ervaren, omdat zij hierdoor inkomsten mislopen.

Opvallend is dat betaalbaarheid van het drinkwater door de gemeente met goed wordt beoordeeld en door de andere actoren negatiever is ingeschat.

Op wijkniveau geeft men aan dat het werkelijke waterverbruik vaak niet fatsoenlijk wordt afgelezen. De waterrekening wordt dan op basis van het kleinverbruiker tarief overhandigd. De huishoudens die een aansluiting delen en of doorleveren aan anderen zijn bang hiervoor

een boete te krijgen en/of alsnog geconfronteerd te worden met het werkelijke verbruik en daardoor met het duurdere grootverbruiker tarief belast te worden. Veel huishoudens kampen met een forse betalingsachterstand en proberen met Fipag een betalingsregeling te treffen.

De gemeente introduceert volgend jaar een sanitaire belasting. Deze wordt gekoppeld aan de waterrekening waardoor de rekening volgend jaar duurder uit zal vallen.

In de armere deelwijken zijn vele gezinnen voor drinkwater aangewezen op handpompen. Een fors aantal van deze voorzieningen zijn defect. De kosten hiervan moeten door de bewoners zelf opgebracht worden. De wijkraden zijn van mening dat de gemeente hieraan moeten bijdragen.

Op landelijk niveau maakt men zich niet alleen zorgen over de beschikbaarheid en de kwaliteit van de drinkwaterbronnen maar ook over de technische invulling hiervan in combinatie met de sterk uitbreidende woonwijken. In Xai-Xai zijn een aantal drinkwaterputten om kwaliteits-reden uit productie genomen. Toch leeft hier nog het idee over voldoende waterbronnen van geschikte kwaliteit te kunnen beschikken. Fipag merkt daarbij wel op dat pitlatrines in de onmiddellijke nabijheid van een winlocatie de waterkwaliteit negatief kan beïnvloeden wat als risico kan worden aangemerkt.

Door alle partijen wordt erosie als een zeer bedreigende factor aangemerkt. Erosie wordt enerzijds veroorzaakt door hevige regenval (groot volume regenwater in relatief korte periode), anderzijds door het barsten van drinkwaterleidingen (combinatie van hoge leidingwaterdruk, verkeersbelasting en slechte kwaliteit leidingmaterialen). Hierdoor ontstaat veel schade aan de omgeving en de infrastructuur. Leef-en werkgebieden lopen onder water of overstromen. Ook ontstaat hierdoor plas- en poelvorming waarin gedurende langere tijd water blijft staan. Leidingbreuken veroorzaken tevens het hoge lekwaterverlies waar Fipag mee te maken heeft.

Als mogelijke verbeteringen wordt een aantal zaken voorgesteld variërend van invoering van controle en monitoring programma's, uitvoeren van milieucontroles en het werven van goed opgeleid personeel. Dit zou moeten leiden tot minder schades aan apparatuur en materieel, minder fouten en dus minder risico's en moet tevens de mogelijkheid bieden om geavanceerde technieken als automatisering, telemetrie etc. toe te kunnen passen.

Op wijkniveau wordt sterk verschillend gedacht over de relatie tussen goed drinkwater en volksgezondheid. Zo wordt zelfs opgemerkt dat cholera en diarree al lange tijd geen rol spelen en alleen malaria en HIV van belang zijn.

Sanitatie:

Op landelijk niveau geeft men aan dat het platteland met enorme sanitatie problemen wordt geconfronteerd en de stedelijke gebieden voor enorme uitdagingen komen te staan. Als oorzaak wordt de gebrekkige technologie in combinatie met een minimale dekkingsgraad genoemd. Verwacht wordt dat de MDG landelijk gezien niet worden gehaald en wordt een forse toename van diarree gerelateerde ziekten als cholera verwacht. Kindersterfte wordt sterk gerelateerd aan gebrekkige sanitatie, veel sterker dan aan het ontbreken van veilig drinkwater. Bewustwording en hygiëne zijn de sleutelwoorden voor vooruitgang. Wel wordt opgemerkt dat in het zuiden al veel vooruitgang is geboekt.

Op gemeentelijk niveau wordt ook over een grote vooruitgang gesproken maar dit heeft voornamelijk betrekking op het School Sanitatie Programma en het Capacity Building

Program beide met ondersteuning van FUSP. Volgend jaar wordt een gemeentelijke sanitatie-belasting ingevoerd, die wordt gekoppeld aan de waterrekening. De betrokkenheid van de gemeente is laag, omdat sanitaire voorzieningen als een huishoudelijke aangelegenheid en als dito verantwoordelijkheid wordt beschouwd.

De betrokkenheid van de gemeente beperkt zich tot het rioleringssysteem en het verlenen van een betaalde service voor het leegzuigen van huishoudelijke septic-tanks. Het rioolwater wordt onbehandeld op de rivier de Limpopo geloosd. De inhoud van de septic-tank wordt in een wadi naast de rivier gedumpt. Men realiseert zich dat hierdoor contaminatie van de bodem, grondwater en het oppervlaktewater optreedt. Er is echter geen geld beschikbaar voor de uitbreiding van het huidige rioleringssysteem en de bouw van een afvalwater-zuiveringsinstallatie. De meeste huishoudens maken gebruik van pitlatrines waarvan de kostprijs als redelijk en de beschikbaarheid en toegankelijkheid als zeer goed worden gekwalificeerd.

De gemeente geeft aan zich ervan bewust te zijn, dat gebrekkige sanitaire voorzieningen een verhoogd risico voor de volksgezondheid vormen en dat in dit kader meer voorlichting nodig is. De wethouder van gemeentelijke diensten vindt de overdracht van ziekte-verwekkers en vooral cholera een ernstig probleem. De wethouder van volksgezondheid merkt op dat de laatste 4 jaar zich geen gevallen van cholera hebben voorgedaan.

Met de beschikbaarheid, kwaliteit en betaalbaarheid van de faciliteiten wordt het gemeentelijk beschikbare materieel bedoeld en wordt als zodanig als zeer slecht beoordeeld. Er is simpelweg geen geld voor beter/ander materiaal en ook niet voor uitbreiding van het serviceniveau.

Op wijkniveau is men van mening dat er veel vooruitgang is geboekt en wordt een grote betrokkenheid gesignaleerd. Over het algemeen is men zeer tevreden met de bestaande faciliteiten, omdat nagenoeg elk huishouden wel kan beschikken over een vorm van een pitlatrine. De kwaliteit van de voorziening staat wel ter discussie, omdat daaraan in de meeste gevallen nog veel kan worden verbeterd.

De verbeterde pitlatrine (met bakstenen wandversteving en traditionele betonslab-afdekking) wordt algemeen als de ultieme sanitaire voorziening gezien. De kostprijs hiervan bedraagt circa 1500 MTC (circa 70% van een minimum maandsalaris) en is daarmee voor vele huishoudens onbereikbaar. Zeker in de slecht bereikbare gebieden waarbij de transportkosten tot circa 600 MTC kunnen oplopen. Hier wordt dan ook gepleit voor productiefaciliteiten in de directe omgeving en of subsidie op de transportkosten.

Toch worden op wijkniveau een aantal bedreigingen en problemen ervaren. De pitlatrine moet elke 1,5 tot 5 jaar (onderhoud en gezinsgrootte afhankelijk) worden verplaatst omdat deze dan vol zit. De plek van de oude pit wordt daarna sterk vermeden en als verloren grondstuk beschouwd. De pit wordt traditioneel zover mogelijk van de woonruimte geplaatst om ongedierte bij de leefruimte te weren. Om deze reden wordt ook het gehele perceel geharkt en of schoongeveegd om een overzichtelijk terrein te creëren zonder schuilmogelijkheden voor ongedierte. Men is bang dat hierdoor na verloop van tijd geen geschikte plek op het eigen erf meer over blijft.

Als dreigend gevaar maar ook als ergerlijk wordt een stinkende pitlatrine ervaren. Vooral als de burens geen enkele vorm van onderhoud verrichten en zich daar verder ook niet aan storen. Door het gebruik van absorptiemiddelen als hete as, zout en paraffine kan stankoverlast eenvoudig worden voorkomen. Ook kan het gebruik van absorptiemiddelen de gebruiks-/levensduur van een pit met een factor 3 verlengen.

Een andere dreiging is gerelateerd aan het gebruik van een septictank. Op veel locaties is deze niet bereikbaar voor de gemeentelijke vacuümtruck zodat deze handmatig geleegd moet worden. Het gebruik van een septictank wordt überhaupt niet als een verbetering gezien omdat deze in combinatie met sanitaire voorzieningen als een watercloset en een douche als onbetaalbaar worden aangemerkt.

In het kader van de volksgezondheid wordt een verband gelegd tussen sanitatie en diarree. Vooral de relatie van spelende kinderen in combinatie met kakkerlakken en vliegen wordt vaker gehoord.

Afvalverwerking: Landelijk gezien staat afvalverwerking in de kinderschoenen en is als zodanig niet georganiseerd. Hiervoor is geen wetgeving beschikbaar en niemand neemt of draagt hiervoor verantwoordelijkheid. Door het hele land wordt afval ongescheiden gestort. De voortgang hierin wordt, met uitzondering van de gemeente, door iedereen als beperkt ervaren. Betrokkenheid wordt alleen door de gemeente en de bewoners zelf aangegeven.

Op gemeentelijk niveau is men zich ervan bewust dat de huidige manier van afvalverwerking niet voor de middellange en lange termijn werkt. De beschikbaarheid, toegankelijkheid, efficiëntie, kwaliteit en de betaalbaarheid van middelen wordt met slecht tot zeer slecht gekwalificeerd. Dit wordt tevens als de belangrijkste beperking bij het uitvoeren van haar taken gezien. De gemeente is bekend met het fenomeen afvalscheiding. Zij geven aan zelf hiermee geen ervaring te hebben en ook niet in staat te zijn om zoiets zonder ondersteuning op te zetten en of te realiseren.

Desondanks denkt men bij de gemeente de huidige problematiek op te kunnen lossen door het vergroten van de transportcapaciteit en een nieuwe stortlocatie, bij voorkeur buiten het zichtveld van de stad.

Het belang van educatie en communicatie met betrekking tot omgaan met afval wordt door de gemeente onderkend. Ze wil dit verder uitbouwen door samen met de wijkraden sanitaire commissies op te zetten.

Op wijkniveau geeft men aan dat afvalinzameling alleen in het oude centrum en directe omgeving werkt. Faciliteiten, beschikbaarheid, toegankelijkheid, betaalbaarheid en geleverde kwaliteit wordt algemeen als slecht beoordeeld. Dit heeft ertoe geleid dat het afval in de meeste wijken op het eigen woonerf wordt gestort, verbrand en/of begraven (foto 5.1). Traditioneel wordt het afval zo ver mogelijk van de woning gestort.

Ook wordt het afval random gedumpt en hoewel dit door de gemeente niet wordt gestimuleerd, als opvulmateriaal voor wegen en door erosie ontstane geulen toegepast (foto 5.2). Opmerkelijk is dat dit behalve door de gemeente maar door een enkeling als negatief straatbeeld wordt ervaren. Men is het gewoon gaan vinden om overal met afval geconfronteerd te worden. Ook de bevolking is net als de gemeente van mening dat de huidige afvalproblematiek door vergroting van de transportcapaciteit is op te lossen, maar dan wel in combinatie met een goed ophaalschema.



Foto 5.1 Afval op woonerf



Foto 5.2 Afval als wegverbeteraar

In algemene zin is men het erover eens, dat de gemeente een oneerlijk afvalbeleid toepast met de koppeling van de afvalbelasting aan de elektriciteitsrekening. In een aantal wijken betalen huishoudens met een elektriciteitsaansluiting wel afvalbelasting, maar wordt het afval niet opgehaald. In andere wijken wordt het afval van huishoudens zonder een elektriciteitsaansluiting wel opgehaald.

In de wijken Unidade 9 en 13 voelen de bewoners zich zeer bevoorrecht dicht bij stortplaats Bairro 13 te wonen en zodoende het afval per kruiwagen daar naartoe te kunnen brengen. Ook hier wordt op gemeentelijk- en wijkniveau sterk verschillend gedacht over de relaties tussen afval en gezondheid.

6. RELATIES EN RISICO'S

6.1. Situering diepe en ondiepe grondwater winningen

Van de Fipag winputten zijn geen betrouwbare hoogtemetingen van zowel de referentiepunten als van de statische grondwaterstand beschikbaar. De grondwaterstand wordt op basis van de uitgevoerde statische en dynamische grondwaterstandmetingen en de via GPS ingemeten referentiepunten geschat op 3 - 5 m + zeeniveau.

Door infiltratie van regenwater in het duingebied heeft zich een zoetwaterbel gevormd. De hoogte van de zoetwaterbel reikt tot aan de kleilaag op circa 45 m - zeeniveau. Uitgaande van een gesloten kleilaag onder het gehele gebied, dringt er geen zoetwater door de kleilaag en zal het water onder de kleilaag brak zijn (ter illustratie figuur 6.1). Als dit niet het geval is zal de zoetwaterniveau een grotere diepte bereiken.

Om een goed en overzichtelijk beeld van de grondwaterkwaliteit te verkrijgen zijn alle (beschikbare) drinkwaterputten in kaart gebracht. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen diepe putten (de Fipag winputten) en de ondiepe putten waaruit de lokale bevolking het drinkwater haalt. De afzonderlijk coördinaten en maaiveldhoogten van alle putten zijn m.b.v. GPS (Garmin S60) handmatig ingemeten en getransporteerd in Google Earth (bijlage 10)

Een situatiebeschrijving van de directe omgeving wordt voor de diepe Fipag winputten in bijlage 11 en voor de ondiepe putten in bijlage 12 gegeven. Tevens is de omgeving m.b.v. foto's vastgelegd.

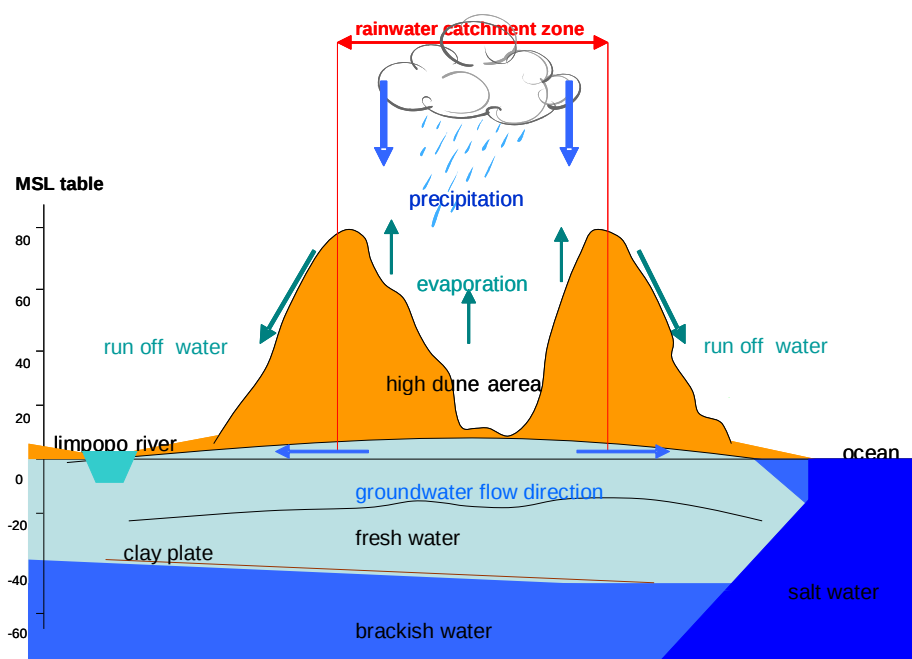
Met betrekking tot de situering van de 38 in 2006 nieuw geboorde diepe winputten staat van 2 putten vast dat de gekozen locatie, aanleiding tot sluiting is geweest. Put 4 ligt op een privéterrein waarop het waterleidingbedrijf niet wordt toegestaan daar activiteiten te ontplooiën. Put 6 is weliswaar in het hogere duingebied geplaatst (51 m boven zeeniveau) maar gelegen in een duinkom. Tijdens hevige regenval loopt het pompgebouw onder water. Het waterniveau daarin stijgt tot circa 1,5 meter hoogte. Een derde put (Put 13) is compleet gesloopt, de reden hiervan blijft vooralsnog onduidelijk. Van oorspronkelijk 38 nieuwe winputten zijn om uiteenlopende redenen (bijlage 11) er nu nog 28 beschikbaar voor de drinkwaterproductie.

De grondwateronttrekking wordt door Fipag uitgedrukt in het waterverbruik per hoofd van de bevolking (100 l/dag (2010)) oftewel circa 36 m³/inwoner.jaar. Met een inwoneraantal van circa 120.000 bedraagt de grondwateronttrekking circa 4,4 Mm³/jaar. Landelijk gezien wordt een waterverbruik van circa 46 m³/inwoner.jaar opgegeven. (FAO *Aquastat. Fact Sheet Mozambique 2001*). Het opgegeven jaarlijks landelijke waterverbruik ligt aanmerkelijk hoger omdat hierin tevens het waterverbruik ten behoeve van de landbouw is meegenomen.

De grondwaterwinning concentreert zich voornamelijk op het hoge duingebied. Rondom dit gebied is sprake van drainage, zowel natuurlijke richting Indische oceaan en de Limpopo als wel geforceerd door een poldergemaal. Bij het vaststellen van de regenwater opvangzone is rekening gehouden met directe afstroming van het regenwater vanaf de buitenste hellingen van het hoge duingebied teneinde een zo reëel mogelijk beeld te scheppen (figuur 6.1).

De opvangzone is in google earth ingetekend zodat het oppervlak kon worden berekend op circa 22 km² (bijlage 13). Uitgaande van de jaarlijks voor deze regio maximaal opgegeven hoeveelheid grondwateraanvulling van 200 mm (FAO report: Drought impact mitigation and prevention in the Limpopo River Basin), bedraagt de grondwateraanvulling in dit gebied circa 4,4 Mm³ per jaar.

Op basis van het opgegeven inwoneraantal per wijk (*Municipality of Xai-Xai, plan of structure 2010*) is een inschatting gemaakt van het aantal inwoners dat in regenwateropvangzone woont (zie Tabel 6.1). Circa 78 % van de totale bevolking blijkt in dit gebied te wonen. Op basis van het huidige inwoneraantal van circa 120.000 wonen er nu circa 93.000 mensen in dat gebied. Dit betekent een bevolkingsdichtheid van 4.250 inwoners/km². Ter vergelijking, de bevolkingsdichtheid in Amsterdam bedraagt circa 4.800 inwoners/km² landoppervlak* (*landoppervlak = totaal oppervlak - wateroppervlak; (Gemeente Amsterdam; bureau bevolking en statistiek 2012).



Figuur 6.1 Schematische weergave van het waterkringloop in het hoge dungebied, grondwaterstanden en regenwater opvangzone.

Tabel 6.1 Inwoneraantal in de regenwateropvangzone
(bron; gebaseerd op gemeente Xai-Xai, plan of structure 2010)

bairro	capita per bairro	catchmentzone
	2007	
Bairro 1	3.600	3.600
Bairro 2	4.625	4.625
Bairro 3	3.415	3.415
Bairro 4	1.983	1.983
B. Inhamissa	19.148	14.500
B. M Nguabi	19.130	14.500
B. Cimento	1.449	0
B. Chiguine	2.546	0
B. Macawine	1.930	0
B. C. Missava	9.614	9.614
B. P. Lumumba	23.429	17.500
B. U. Comunal	24.883	20.000
total	115.752	89.737

De milieubelasting van een gebied met een bevolkingsdichtheid van deze omvang is groot. Zeker gezien in relatie tot het ontbreken van milieubeschermdende maatregelen met betrekking tot sanitaire voorzieningen en afvalverwerking.

6.2. Kwaliteit diepe en ondiepe grondwaterwinningen

Om inzicht in de waterkwaliteit van de afzonderlijke Fipaq winputten te verkrijgen, zijn de beschikbare analyses over de periode januari 2009 t/m mei 2010 geïnventariseerd. Het aantal uitgevoerde analyses per put varieert hierbij tussen 1 en 10. De analyses betreffen de chemische en biologische parameters: pH, geleidbaarheid, troebelheid, kleur, zwevende bestanddelen, totale hardheid, ijzer, ammonia, nitraat, nitriet, chloride, coliformen (fecaal), coliformen (totaal).

Bij 6 van de 38 diepe winputten zijn geen wateranalyses beschikbaar. Bij 9 putten wordt het gemiddeld nitraatgehalte van de beschikbare analyses tussen 53 en 94 mg/l vastgesteld en ligt daarmee ruim boven de WHO-norm van 50 mg/l. Bij 6 putten liggen deze gehalten tussen 25 en 50 mg/l en bij 16 putten liggen deze tussen de 11 en 25 mg/l.

Dit betekent dat het effect van uitspoelen van menselijke fecaliën uit pitlatrines in alle putten (in meer of mindere mate) kan worden vastgesteld.

De analyseresultaten worden gegeven in bijlage 11. Om een relatie van de waterkwaliteit met de situering van de diepe winputten onderling inzichtelijk te maken zijn nitraatgehalten als volgt in kleuren gekwalificeerd:

- <25 mg/l (groen)
- >25 <50 mg/l (oranje)
- >50 mg/l (rood)

Op basis van de waterkwaliteit en de situering van de diepe winputten (bijlage 10) kan een sterke relatie worden gelegd tussen de bestaansduur en de bevolkingsdichtheid van de verschillende wijken. De wijken dicht bij het oude stadscentrum zijn het langst als woonleefomgeving in gebruik. De bevolkingsdichtheid in deze wijken is hoog in vergelijking met wijken gelegen in de uitbreidingsgebieden. De hogere nitraatgehalten worden dan ook voornamelijk in winputten gelegen in de oudere wijken aangetroffen.

Van de 35 geïnventariseerde ondiepe drinkwaterbronnen werd op 6 locaties een defecte bron aangetroffen. Opmerkelijk is dat bij het plaatsen van de handpomp op het schoolplein van Escola Fenecilline in het lage gedeelte van de stad nabij de rivier de Limpopo geen rekening is gehouden met de aanwezigheid van brak water.

Op twee locaties werd een nitraatgehalte tussen de 20 en 50 mg/l gemeten en bij 5 locaties lag deze tussen de 10 en 20 mg/l. Bij de overige locaties werd een nitraat-gehalte lager dan 10 mg/l gemeten.

Gezien de meetnauwkeurigheid voor nitraat is in bijlage 12 gekozen voor een afwijkende kleurenkwalificatie <10 mg/l (groen), >10 <20 mg/l (oranje) en >20 <50 mg/l (rood).

Bij de ondiepe drinkwaterbronnen met een verhoogd nitraatgehalte was de gemeten pH-waarde structureel lager dan bij de bronnen waarin geen nitraat werd aangetroffen. Dit is te verklaren door nitrificatie van ammonium naar nitraat waarbij H^+ -ionen vrijkomen die de bovenste aquifer licht verzuren. Bij de diepe winputten is dit enerzijds door de grote spreiding in gemeten pH-waarden en anderzijds door een grotere verdunfactor in de diepere

aquifer niet eenduidig vast te stellen. Uit bijlage 10 blijkt dat bij de ondiepe winputten gelegen in de dichtbevolkte wat oudere wijken verhoogde nitraatgehalten worden gemeten.

Realisatie Millennium Development Goal 7

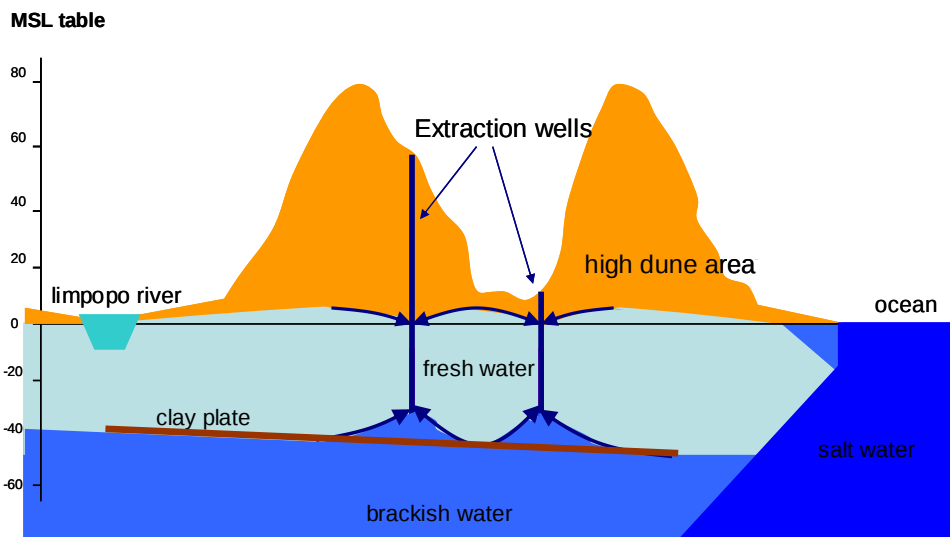
MDG 7 "de bevolking voorzien van veilig drinkwater en toegang geven tot basis sanitaire voorzieningen" lijkt in eerste instantie met een dekkinggraad voor drinkwater van >80% en een dekkinggraad voor sanitaire voorzieningen (WASTE sanitatie ladder niveau 2) van 98 % met succes gerealiseerd. Echter de in Xai-Xai behaalde resultaten hebben in relatief korte tijd geleid tot een ernstige bedreiging van de drinkwatervoorziening. In paragraaf 6.8 wordt hier nader op ingegaan.

6.3. Effecten van de grondwater winningen

Grondwateronttrekking door de diepe winputten heeft naast dat het de lokale grondwaterspiegel beïnvloedt, ook effect op het dieper gelegen grensvlak zoet- zoutwater (brakwater). De verlaging van de grondwaterspiegel staat in relatie met de water doorlaatbaarheid (aanvoercapaciteit) van de bodem. Als er meer grondwater wordt onttrokken dan er in de directe omgeving horizontaal kan worden aangevoerd, treedt een plaatselijke verlaging van de grondwaterspiegel op.

Op de overgebleven 28 beschikbare winlocaties wordt plaatselijk dus meer water (circa 36%) onttrokken dan oorspronkelijk gepland. Dit geeft lokaal een grotere verlaging van de grondwaterstand.

Hoe groter de onbalans des te groter de verlaging van de grondwaterspiegel en de invloedssfeer op de grootte van het gebied rondom de winput. Ditzelfde fenomeen kan zich min of meer aan de onderzijde van het putfilter voordoen waardoor "upconing" van brakwater optreedt (figuur 6.2). In het ergste geval is het aandeel brakwater zo hoog dat het niet meer voor drinkwater geschikt is

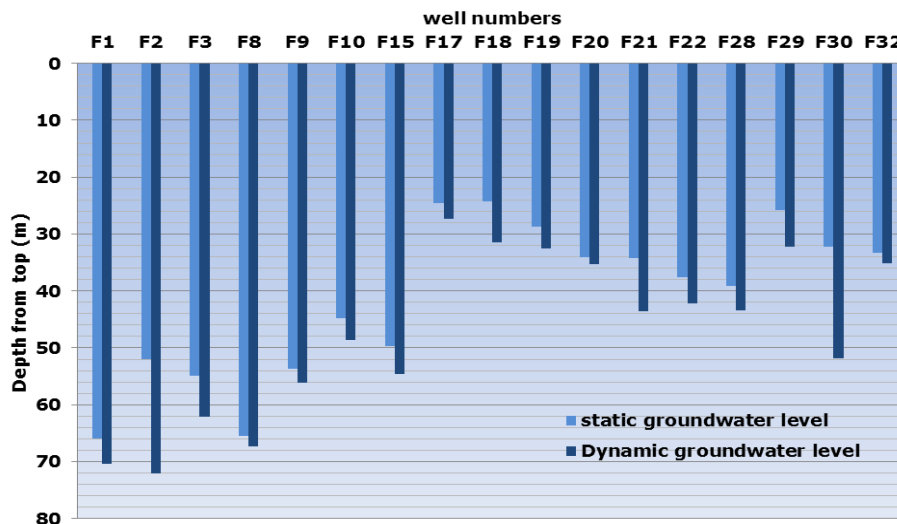


Figuur 6.2 Schema grondwaterstandverlaging en optrekken van het brakwaterniveau

Een 17-tal drinkwaterputten zijn uitgevoerd met een mogelijkheid om de grondwaterstand te peilen. Bij deze putten zijn metingen uitgevoerd om de grondwaterstandsverlaging door

drinkwateronttrekking vast te stellen. Hierbij is tijdens onttrekking (pomp in bedrijf) de dynamische grondwaterstand gemeten en vervolgens tijdens stilstand (pomp uit bedrijf) de statische grondwaterstand (figuur 6.3).

Bij de winputten (F2, en F30) werden in 2010 forse verschillen in de dynamisch- en statisch gemeten grondwaterstand vastgesteld (respectievelijk circa 20,0 m en 19,6 m). Dit duidt op putverstopping en wel de verstopping van het putfilter. Als deze verstopping in het bovenste gedeelte van het putfilter optreedt, zal meer water uit het onderste gedeelte worden aangetrokken. Uit de nog beschikbare putten wordt lokaal steeds meer water onttrokken. Hierdoor is bij put F2 en F30 door het omhooghalen van brakwater mogelijk een verhoogd risico op verzilting.



Figuur 6.3 Verschil in statische en dynamische grondwaterstandmetingen
(bron Fipag winputten 2010)

6.4. Drinkwater lekverliezen

De drinkwaterafzet in 2010 wordt door Fipag uitgedrukt in een maandelijks verbruik van 13 tot 18 m³ per aansluiting opgegeven. Met 14.500 aansluitingen bedraagt het watergebruik op basis van een gemiddeld verbruik circa 2.6 Mm³/jaar.

Uitgaande van een opgepompte hoeveelheid grondwater van 4.4 Mm³/jaar is hier sprake van zeer forse waterverliezen of lekverliezen. Circa 1.8 Mm³/jaar gaat tijdens transport en of distributie van het drinkwater verloren; oftewel een lekverlies van circa 41%.

Het drinkwaterbedrijf wijt het hoge lekverlies aan de slechte kwaliteit van de gebruikte leidingmaterialen. Dit is maar voor een deel juist. De wijze waarop het bedrijf met de geleverde materialen omgaat, werkt een verslechtering van de kwaliteit van de leidingen in de hand. Zo worden de op rol geleverde poly-ethyleen-leidingen (PE) in de volle zon opgeslagen. Ultravioletstraling (UV) tast de weekmakers in het PE aan en maakt het materiaal broos. Bij de aanleg van nieuwe leidingen ontstaan dan al haarscheurtjes in de leidingwand die mogelijk tot leidingbreuk kunnen leiden.

Op kritische locaties worden geen voorzieningen als een mantelbuis ter bescherming van de leiding tegen mechanische belasting door bijvoorbeeld zwaar verkeer toegepast. Ook wordt onvoldoende aandacht besteed aan het stempelen van de leidingen en het verdichten van de

grondafdekking in de leidingsleuven. De niet verdichte bovengrond spoelt gemakkelijk weg. De leiding komt daarna bloot te liggen en wordt vervolgens kapot gereden.

6.5. Infiltratie huishoudelijk afvalwater

Drinkwater wordt naast dat het direct wordt geconsumeerd, ook gebruikt voor koken, handenwassen, tandenpoetsen, de was, de afwas, (douche)water en beregening. Het huishoudelijk afvalwater bevat daarom vuil, voedselresten, vetten en sporen van schoonmaakmiddelen, wasmiddelen, bleekmiddelen, zeep, shampoo en cosmetica.

Gedurende de transformatie van drinkwater naar huishoudelijk afvalwater zakt de gemiddelde nitraatconcentratie (circa 33 mg/l) van het drinkwater niet. Dat wil zeggen dat hierbij geen processen plaatsvinden waardoor het nitraatgehalte zou kunnen afnemen. In tegendeel zelfs. Omzettingen van organisch materiaal als etensresten en dergelijke geven een stijging (weliswaar een zeer geringe) van het nitraatgehalte.

Door afwezigheid van infrastructuur, infiltreert het huishoudelijk afvalwater in het gebied. De hoeveelheid betreft nagenoeg het totale drinkwaterverbruik (100 l/cap,dag) van circa 3,4 Mm³/jaar, exclusief verdampingfactor bij koken en beregenen.

Bij de infiltratie van huishoudwater levert het nitraatgehalte van het drinkwater lokaal een substantiële bijdrage aan de totale stikstofbelasting van het infiltratiegebied.

6.6. Nitraatbelasting infiltratie- en waterwingebied

De breed verspreide en meetbare beïnvloeding van de diepe drinkwaterbronnen door uitspoeling uit pitlatrines is niet omkeerbaar. In alle putten is wel enige beïnvloeding merkbaar. Op basis van hierna genoemde uitgangspunten is in tabel 6.2 een water- en nutriëntenbalans van het infiltratie- waterwingebied opgesteld.

Kwantitatief staat tegen de grondwateronttrekking ten behoeve van de drinkwaterproductie van circa 4,4 Mm³/jaar, een grondwateraanvulling door infiltratie van circa 7,4 Mm³/jaar. Bij het vaststellen van de grondwateraanvulling is gerekend met een verlies van 20 % aan verdampingsverliezen en vochtopname in de wortelzone. Dit betekent een overschot van circa 3 Mm³/jaar.

Kwalitatief gezien bevat het huidige grond- drinkwater een gemiddeld nitraatgehalte van 33 mg/l. Bij de infiltratieberekening van het huishoudelijk afvalwater en de leidingwaterverliezen is dit ook meegenomen.

Gezien de leeftijdsopbouw in Xai-Xai (Bijlage 3; demografische data) is voor het aantal volwassenen gerekend met de leeftijdscategorie >15 jaar en voor het aantal kinderen met de leeftijdscategorie <15 jaar. Voor de berekening van de nutriënt belasting van volwassenen is uitgegaan van de jaarlijkse stikstof-belasting van de fecaliën per inwoner als gegeven in tabel 2.7. Bij de kinderen is uitgegaan van een 30 % lagere stikstofbelasting.

Voor het vaststellen van de gemiddelde nitraatbelasting is rekening gehouden met een stikstofreductie van 30% door vervluchtiging van ammoniak en nutriënt opname in de wortelzone.

De totale nitraatbelasting van het infiltratie- waterwingebied bedraagt 1015 ton per jaar. De gemiddelde nitraatbelasting van het infiltratiewater ligt met circa 135 mg/l een factor 4 hoger dan de gemiddelde waarde van de huidige grondwaterwinning.

De realisatie van het FUSP schoolsanitieproject voorkomt dat een deel van de fecaliën (substantieel deel van het totale inwoneraantal) uitspoelt naar het grondwater. Voor de berekening van de nitraatbelasting is uitgegaan van 50 % van het jaarlijks door leraren en studenten geproduceerde hoeveelheid fecaliën.

Tabel 6.2 Water- en nutriëntenbalans infiltratiegebied

				total area		Infiltration area				
						mass balance				
						out		in		
					NO3		NO3		-20% plant- uptake /evapo- ration. nitrate	-30% plant- uptake /evapo- ration. nitrate
				tons/y	Mm3/a	tons/a		Mm3/a	tons/a	
residents total		n	120000					93000		
residents >15		n	70800					54870		
residents <15		n	49200					38130		
residents >15 (use FUSP school sanitation)		n	544					455		3,3
residents <15 (use FUSP school sanitation)		n	23960					20412		102,5
landsurface		km2	123,6					22,0		
drinkingwater extraction		Mm3/a	4,4		4,4					
drinkingwater usage		Mm3/a	2,6					2,0		
leakage losses		Mm3/a	1,8					1,4	1,1	32,2
rainwater infiltration		Mm3/a	4,4					4,4	4,4	0,0
infiltration household water		Mm3/a	2,6					2,0	1,6	46,4
nitrate excreta populatin >15	(3,24 kg N/(cap.a))	kg/NO3(cap.a)	14,4	1016				788		630
nitrate excreta populatin <15	(2,27 kg N/(cap.a))	kg/NO3(cap.a)	10,0	494				383		306
nitrate content drinkingwater		mg/l	33			145,2				
urine production (based on 1 l/(cap.day))		Mm3/a	0,44					0,34	0,27	
water balance		Mm3/a			4,40			7,40		
nitrate balance		tons/a		1511		145				1015
nitrate balance; corrected with school sanitation		tons/a								909

Een gemiddelde school met 1.800 leerlingen produceert op basis van de hiervoor beschreven rekenmethodiek een jaarlijkse nitraatbelasting van ruim 8 ton.

Met de bouw van de toiletfaciliteiten op de scholen, wordt met ruim 100 ton nitraat per jaar, een reductie van circa 10 % op de totale nitraatbelasting gerealiseerd (tabel 3.3 *cursief gedrukt*).

De werkelijke nitraatbelasting (na realisatie van de schoolsanitieprojecten) van het infiltratie- waterwingebied bedraagt hierdoor circa 909 ton per jaar. De gemiddelde nitraatbelasting van het infiltratiewater ligt met circa 123 mg/l een factor 3,7 hoger dan het huidige onttrokken grondwater.

In het voorgaande wordt gesproken over de gemiddelde nitraatconcentratie van de grondweraanvulling. Zonder een absoluut waardeoordeel over de juistheid van de berekening te geven, is wel duidelijk dat plaatselijk zeer grote variaties in nitraatgehalten kunnen optreden. Hoge concentraties nitraat zijn (nog) onderweg en daarmee is de plafondwaarde in de winputten nog niet bereikt.

De verdenking dat de pitlatrines van de scholen de grondwaterkwaliteit inderdaad negatief hebben beïnvloed, wordt versterkt doordat in de dichtbevolkte gebieden de hoogste nitraatconcentraties in winputten direct naast scholen worden gemeten. Echter ook in de minder dicht bevolkte gebieden worden verhoogde tot hoge nitraatconcentraties gemeten in de winputten gelegen in de directe omgeving van een school (winput; 31, 32, 33 en 37).

6.7. Risicovolle activiteiten aan maaiveld

Zowel op de stortlocaties als op de verschillende dumplocaties wordt afval aangetroffen dat als zeer gevaarlijk kan worden gekwalificeerd. Zo wordt behalve het reguliere afval van het plaatselijke ziekenhuis bestaande uit verbandmiddelen, mondkapjes, injectiespuiten, infuusmiddelen en dergelijke, ook medicijnen die over datum zijn, aangeboden op de stortplaatsen. Ziekenhuisafval bestaande uit met vloeistof gevulde ampullen, injectiespuiten, infuus- en verbandmiddelen en dergelijke worden ook op dumpspots aangetroffen, net als grote hoeveelheden geitenmest.

Ook zijn er slooplocaties gespot van accu's en koel- en vriesapparatuur waar men weliswaar op eigen terrein, het accuzuur en koelvloeistoffen in de bodem laat lopen. En wordt de afgewerkte olie van de gemeentewerf in een open gat op het eigen erf gedumpt.

Bijlage 15 geeft een overzicht van alle locaties waarbij risicovolle activiteiten zijn gelokaliseerd. Deze variëren van vuilstortplaatsen, dumpspots, tankstations, auto-garage/sloperij/schade herstel/spuiterij, zware open bodemverontreinigingen met afgewerkt olie en smeermiddelen, tot recyclinglocaties van accu's, koel- en vriesapparatuur.

Vooraf organische micro verontreinigingen en zware metalen die in de bodem lekken en uitspoelen naar de aquifer worden hierbij als risicovol aangemerkt. Om een voorbeeld te geven, 1 druppel olie kan de smaak van 1 miljoen liter water verpesten.

Op basis van verschillende en op diverse locaties random uitgevoerde volumebepalingen is de samenstelling van het gestorte/gedumpte afval gekwalificeerd (tabel 6.3)

Tabel 6.3 Samenstelling van huishoudelijk afval

samenstelling huishoudelijk afval	%
Organisch materiaal	70
plastics	15
papier	5
textiel	2
glas	1
metaal	1
overig	6

Na vergelijking van de eigen metingen met de door MICOA opgegeven kwalificatie, mag worden gesteld dat er sprake is van een redelijk eenduidig beeld van de samenstelling van het afval.

6.8. Effecten, bedreigingen en risico's

Hieronder worden de effecten, bedreigingen en risico's per deelgebied beschreven. Bij alle deelgebieden is een directe negatieve relatie met de hygiëne en de volksgezondheid te leggen. Voor het onderwerp hygiëne en volksgezondheid met betrekking tot waterbeheer, de economische aspecten van de voedselproductie en de realisatie van de Millennium Development Goals worden apart beschreven

Drinkwatervoorziening

- Het effect van uitspoeling uit de sanitaire voorzieningen is in alle diepe drinkwaterputten merkbaar. Door de hoge bodem doorlatendheid in het duingebied infiltreren fecaliën in de bodem. Door onvoldoende organisch materiaal en mineralen in de bodem, spoelt nitraat zonder omzettingsprocessen uit naar dieper grondwater en veroorzaakt een nitraatprobleem.
-
- De ondergrond in het duingebied bevat onvoldoende organisch materiaal en mineralen waardoor nutriënten, ammonium en nitraat zonder omzettingsprocessen in de bodem uitspoelen naar het grondwater. Uitspoeling van fecaliën, maar vooral urine beïnvloeden en bedreigen de drinkwatervoorziening in zeer ernstige mate. Dit veroorzaakt een nitraatprobleem. Ook het risico op een fecale E-Coli besmetting is hierdoor reëel.
- De huidige nitraatconcentratie in het drinkwater bedraagt gemiddeld 33 mg/l. De winputten gelegen in de dichtst bevolkte wijken geven de hoogste nitraatgehalten. De nitraatconcentratie van het toekomstige drinkwater dat in het waterwingebied infiltreert en dus onderweg is bedraagt 2,5 x de WHO drinkwaternorm. Vervuiling met nitraat zal hierdoor verder toenemen. De nitraatnorm is gebaseerd op gezondheidskundige effecten. Een dergelijke overschrijding is absoluut ontoelaatbaar. Het grondwater is niet meer geschikt voor de drinkwatervoorziening.
- De risicovolle activiteiten aan maaiveld vormen een ernstige bedreiging van de drinkwatervoorziening. Door omzettingsprocessen in het ongesorteerd (random) gestorte afval worden gevaarlijk stoffen mobiel spoelen uit naar het grondwater. De vele gesignaleerde puntverontreinigingen en activiteiten vormen een moeilijk controleerbaar risico.
- Verontreinigingen als organische micro's en zware metalen worden niet gemeten in het drinkwater. Het betreft dure analyses die niet in Mozambique kunnen worden uitgevoerd. Het is dus ook niet bekend hoe reëel deze bedreigingen op dit moment zijn. In dit kader wordt sterk aanbevolen deze analyses alsnog in het buitenland uit te laten voeren. Ook al is het maar eenmalig om eenduidig vast te stellen of al een verslechtering van de waterkwaliteit heeft plaatsgevonden. Ook wordt een regelmatige inspectie van de risicolocaties aanbevolen en maatregelen te nemen om vervuiling te voorkomen.
- Door de hoge bevolkingsdichtheid in het gebied is de milieubelasting van het gebied erg hoog. Het risico voor zowel het milieu als de drinkwatervoorziening wordt nog eens vergroot door de opkomende economie en het toenemende inwoneraantal. Het ontbreken van milieubescherpende maatregelen bij de sanitaire voorzieningen en de afvalverwerking verergert de situatie.
- De ingebruikname van het poldergemaal heeft effect op de afstroming van het grondwater uit het waterwingebied/infiltratiegebied en de grondwaterstand in het hoge duingebied. Zeer waarschijnlijk heeft dit geleid tot een verlaging van de grondwaterstand in de meest noordelijk gelegen winputten. De werkelijke verlaging van de grondwaterstand kan niet nader worden gekwantificeerd omdat hiervan geen data beschikbaar zijn.

- De toename van de grondwateronttrekking per winlocatie veroorzaakt een verlaging van de grondwaterstand en vergroot het risico van putverstopping en/of verzilting van de winputen.

Sanitaire voorzieningen

- Bij circa 90 % van de aangetroffen sanitaire voorzieningen vindt uitspoelen en of weglekken van fecaliën naar het milieu plaats
- De vele huishoudelijke pitlatrines verspreid over het totale gebied vormen een diffuse nitraatverontreiniging van het grondwater. De pitlatrines op de scholen vormen in dit kader grote puntverontreinigingen.
- Met de bouw van water en sanitaire voorzieningen op 20 scholen heeft FUSP de beoogde doelstellingen ruimschoots behaald. Door de gesloten uitvoering van deze inrichtingen in het waterwingebied is een nitraatreductie van circa 10% gerealiseerd en onbewust de eerste stap gezet met betrekking tot de bescherming van het waterwingebied maar is onvoldoende om de drinkwatervoorziening veilig te stellen
- De rechtstreekse lozing van het afvalwater van het rioolsysteem in het oude stadcentrum op de rivier vormt een serieuze milieuvervuiling. Dit geldt ook voor het ongecontroleerd lozen van het slib/afvalwater uit de septictanks en de storagetanks. Vooral als deze het oppervlaktewater vervuult, vormt dit een ernstig potentieel publiek- en milieurisico
- Afhankelijk van het lokale nitraatgehalte in het drinkwater, werkt infiltratie van huishoudelijk afvalwater gunstig door op de verdunningsfactor voor nitraat. Echter door het toenemende inwoneraantal en een verbetering in de economische situatie (lees levensstandaard) van de bevolking, zal het huishoudelijk afvalwater op termijn zwaarder worden belast, vooral met verontreinigingen uit producten voor persoonlijke hygiëne/verzorging en was- en schoonmaakmiddelen. Ook zal hierdoor het gebruik van brandstoffen, olie, smeermiddelen, oplosmiddelen, chemicaliën, verf etc. op huishoudniveau toenemen.

Afval

- In Xai-Xai wordt jaarlijks circa 17.000 ton huishoudelijk en industrieel afval geproduceerd. De afvalinzameling bedraagt circa 2.000 ton/a. Afval wordt overal aangetroffen. Of het nu de officiële vuilstort, dumpspots langs de weg of de dumpspots op het eigen woonerf betreft, nergens wordt het afgeschermd of afgedekt. Kinderen spelen erin, huisdieren, kippen vogels en ongedierte scharrelen er in rond. Dit is vanuit het oogpunt van hygiëne en volksgezond zeer ongewenst.
- Het ongesorteerd storten van huishoudelijk en industrieel afval vormt een bedreiging voor de hygiëne en volksgezondheid, het milieu en de drinkwatervoorziening. De vrijkomende schadelijke stoffen kunnen door uitloging en uitspoeling in het grondwater terecht komen

7. AFWEGINGEN EN MOGELIJKHEDEN TOT VERBETERING

7.1. Drinkwatervoorziening

7.1.1. Bescherming van waterwingebieden

Doordat de pitlatrines voorlopig blijven bestaan, lijkt een adequate bescherming van het waterwingebied haast onmogelijk. Om de nitraatconcentratie van het infiltratiewater op gelijk niveau met de huidige grondwateronttrekking te krijgen, zou de totale urineproductie in dit gebied moeten worden opgevangen.

Dit geeft een nitraatreductie van circa 727 ton/jaar. De totale nitraatbelasting van het infiltratiegebied daalt daardoor tot circa 182 ton nitraat/jaar. De gemiddelde nitraatconcentratie van de grondwateraanvulling komt dan uit op circa 25 mg/l.

7.1.2. Additionele zuivering

Een additionele zuivering voor nitraatverwijdering wordt, door de verspreiding van de huidige winlocaties over een relatief groot gebied (geen centrale behandeling mogelijk) en de hoge investeringskosten van dergelijke zuiveringstechnieken met dito hoge exploitatiekosten, niet haalbaar geacht.

7.1.3. Oppervlaktewater als alternatief

De meest voor de hand liggende waterbron de Limpopo rivier is door het hoge zoutgehalte voor de bereiding van drinkwater ongeschikt. Tijdens vloed dringt het zoute oceaankwater landinwaarts. Tijdens het droge seizoen wordt dit nog eens versterkt door het ontbreken van voldoende watermanagementvaardigheden en slechte afvoersystemen. De hierdoor ontstane verzilting van de bodem is tot 50 km landinwaarts (ver voorbij Xai-Xai) merkbaar. (*FAO report: Drought impact mitigation and prevention in the Limpopo River Basin produces by the Natural Resources*).

Ook het gebruik van oppervlaktewater uit verderop gelegen meertjes komt niet in aanmerking, omdat de infrastructuur hiervoor ontbreekt en het waterbedrijf in een zeer ongunstige investeringspositie verkeert. Het gebruik van dit water als infiltratiebron van het hoge duingebied om een grotere verdunningsfactor voor de huidige problematiek te creëren zou mogelijk een alternatief kunnen bieden. Hier wordt verder niet op ingegaan omdat dit buiten de scope van dit onderzoek ligt.

7.1.4. Toekomstperspectief voor de komende jaren

Er is sprake van een ernstige bedreiging van de drinkwatervoorziening. Het toekomstperspectief voor de komende jaren is gezien de huidige financiële situatie van het drinkwaterbedrijf volledig afhankelijk op de huidige beschikbare voorzieningen. Echter om de drinkwaterkwaliteit binnen de WHO-normering te houden, is het op korte termijn noodzakelijk om water uit de nitraatrijke putten met water uit de nitraatarme putten te mengen. Waarschijnlijk zijn hiervoor lokaal onvoldoende nitraatarme winputten beschikbaar. Nieuwe putten moeten dan bij voorkeur in de minder intensief belaste gebieden of beter buiten het huidige infiltratie/waterwingebied geboord worden.

In de huidige situatie wordt drinkwater voornamelijk door vrij verval distributiesystemen vanuit de verschillende hoog gelegen reservoirs gedistribueerd. Elk van de afzonderlijke

reservoirs worden gevoed door specifiek daaraan vastgekoppelde winputten. Voor de realisatie van menging van waterkwaliteiten zijn dus aanpassingen in de huidige infrastructuur noodzakelijk. Dit vereist aanvullende investeringen.

7.2. Sanitatie

7.2.1. Meest kansrijke optie (ecologische sanitatie)

De huidige sanitaire situatie in Xai-Xai laat zich volgens de "Waste Sanitation Ladder" vertalen naar niveau 1 en 2. Deze situatie heeft echter in relatief korte tijd ertoe geleid dat een doorstap naar niveau 3 noodzakelijk is. De doorstap naar niveau 3 uitvoeren in combinatie met niveau 4 zou hier een logische keuze zijn.

Uit het oogpunt van het milieu, volksgezondheid, voedselvoorziening en de economische situatie in Mozambique zou de introductie van een additionele urinescheiding op relatief korte termijn een enorme vooruitgang betekenen en de levensstandaard van de bevolking op een hoger niveau brengen.

De nutriënten in de urine vertegenwoordigen een bemestende waarde die in agrarische sector kan worden ingezet. Afhankelijk van de lokale kunstmestprijzen ligt de nutriënt-waarde op basis van de jaarlijks geproduceerde hoeveelheid urine van een persoon tussen 4 en 7 Euro (*Jönsson and Vinnerås 2004*).

Voor een stad als Xai-Xai vertegenwoordigt de jaarlijks geproduceerde hoeveelheid urine een waarde tussen de €480.000- en € 840.000. Wellicht maakt deze potentie het voor derden aantrekkelijk om hierin te investeren.

Inzet van de nutriënten stikstof, fosfaat en kalium in de landbouw geven een forse verhoging van de productopbrengst. Deze nutriënten zijn volop aanwezig in kunstmest, maar ook in menselijke urine. Beide vormen dan ook een belangrijk landbouwproductiemiddel. Kunstmest is relatief duur en wordt daarom niet toegepast.

Menselijke urine is volop aanwezig maar is niet voor grootschalige inzet in de landbouw beschikbaar. Als deze beschikbaar komt, kan dit van grote betekenis zijn voor de verdere ontwikkeling van de agrarische sector in Mozambique.

Introductie van een urinescheidingssysteem geeft hiervoor een eerste aanzet

Introductie van een urinescheidingssysteem is goed uitvoerbaar als de gebruikers vooraf goed worden geïnstrueerd en daarna zelf de voordelen van een schoon en hygiënisch toiletsysteem kunnen ervaren (*The MobiSan approach: informal settlements of Cape Town, South Africa ,2010; A. Naranjo, D. Castellano, H. Kraaijvanger, B. Meulman, A. Mels and G. Zeeman*)

Om hiervoor lokaal een betaalbaar systeem te kunnen introduceren heeft FUSP het initiatief tot de ontwikkeling van een modulair op te bouwen toiletsysteem overgenomen. Aanleiding van het initiatief was het idee om de betonnen afdekslab van de traditionele pitlatrine te vervangen door een goedkopere en lichtere constructie vervaardigd uit gerecycled plastic. Met de inzameling van plastics zouden de huishoudens dan zelf de grondstof kunnen aanleveren.

Een modulaire toiletsysteem is inmiddels beschikbaar (foto 7.1) en onder de naam XIPOTI regionaal in de markt gebracht (*Schoon water voor Mozambique; XIPOTI poster*).



Foto 7.1 Xipoti toiletsysteem (<http://www.schoonwatervoormozambique.nl>)

Mits urinescheiding op een verantwoorde wijze wordt toegepast levert dit geen gezondheidsrisico's op. De meeste risico's zijn hygiëne gerelateerd en treden op tijdens transport, opslag, verwerking en de inzet van urine voor agrarische doeleinden (*Urine diversion; hygienic risks and microbial guidelines for reuse, SE-171 82 © Caroline Schönnin, Solna Sweden*).

Over de toepassing van urine in de land- en tuinbouw is al veel gepubliceerd. Over de hele wereld heeft men op kleine tot zeer kleine schaal ervaringen opgedaan. Er is veel informatie beschikbaar met betrekking tot scheidingssystemen, opslag en de verwerking van de urine. Maar ook over de toe te passen verdunningen, doseringen en vermeerdering van de gewasopbrengst per plantsoort (*EcoSanRes; Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production, Report 2010-1*)

Gezien de grootschalige aanpak (93.000 inwoners) van urinescheiding in dit gebied, het geringe hygiënebesef in combinatie met de (door de bevolking) lage prioritering voor sanitatie, lijkt het niet verstandig om urine (zoals hiervoor aangegeven) direct als meststof in te zetten.

7.2.2. Wat komt na urinescheiding?

De keuze om de ingezamelde urine op een centrale locatie tot een minder risicovol eindproduct te verwerken genereert een aantal voordelen ten opzichte van de optie urine direct als meststof in de landbouw in te zetten. De aanbevolen (gewasafhankelijke) urine-opslagperiode ter afdoding van pathogene bij het direct gebruik van urine als meststof bedraagt 1 tot 6 maanden. Logistiek gezien is het zeer gunstig als er geen urine-opslag(periode) noodzaak is. Dit beperkt de investeringskosten en de milieurisico's van (lekkende) decentrale urine-opslagtanks. Ook blijft het effect op de omgeving hierdoor gering en blijven alleen investeringskosten op huishoudniveau noodzakelijk.

Doordat urine dagelijks op de centrale verwerkingslocatie kan worden aangeleverd kan de opslagcapaciteit hiervoor minimaal blijven. De verwerkingscapaciteit kan op basis van de urineproductie van 1 liter per persoon per dag worden gedimensioneerd (*WASTE; fact sheet on sanitation Mirjam Geurts 2005*) (Bijlage15).

Door voor een modulair verwerkingssysteem te kiezen, kan de verwerkingscapaciteit gefaseerd worden uitgebreid en parallel lopen met de toename van het aantal deelnemende huishoudens.

Het urine inzamelingssysteem kan hierdoor zeer basic en low budget worden opgezet. Op basis van de hiermee opgedane ervaringen kunnen op termijn gerichte keuzes worden gemaakt.

7.2.3. Urineverwerking

Neem de westerse afvalverwerkende industrie als voorbeeld. Deze heeft de steeds groter wordende afvalproblematiek in de laatste decennia omgevormd tot een winstgevende bedrijfstak. Deze bedrijfstak blijft zichzelf ontwikkelen en groeien.

Gedurende langere tijd werd als enige techniek voor de verwerking van urine aan termen als de productie van struviet (bemeste leemaarde; bekalken + bemesten) gedacht. Vooral de laatste jaren, is op laboratoriumschaal grote vooruitgang geboekt in de terugwinning van nutriënten zoals dat van het wereldwijd schaarser wordende fosfaat.

Maar ook in het kader van de inrichting van een duurzame waterketen is een praktische stap gezet met de brongerichte verwerking en terugwinning van fosfaat en stikstof uit urine. Deze stoffen worden hierbij als schone meststoffen teruggewonnen (*SaniPhos; GMB slibverwerking Zutphen*).

Een grote stap kan worden gemaakt als de huidige in Nederland beschikbare kennis en stand der techniek op het gebied van urineverwerking en nutriëntterugwinning wordt gebundeld. Met de ontwikkeling en het op de markt brengen van een modulair urineverwerkingssysteem op basis van nutriëntterugwinning kan Nederland Kennisland zich internationaal met een doel- en resultaatgerichte aanpak duidelijk onderscheiden en profileren in ontwikkelings-samenwerkingsprogramma's.

7.2.4. Urinescheiding in combinatie met compostering en of dehydratie toiletten

Door te kiezen voor de gecombineerde aanpak urinescheiding in combinatie met compostering of dehydratie toiletten wordt de aanpak veel complexer en daarmee minder kansrijk. Het is ook niet noodzakelijk hiervoor te kiezen omdat met de start van alleen de urinescheiding al circa 80 % van de huidige milieuproblematiek wordt aangepakt. Tevens wordt in de huidige situatie een forse comfortverbetering (stankvermindering) bereikt doordat alleen feces in pitlatrines komt.

7.2.5. Urinescheiding in combinatie met grijswater

Urine scheiding in combinatie met grijswater is voorlopig nog niet aan de orde. Dit omdat in een aanvangs- introductiestadium van een additionele scheidingstechniek, het verwerken van grote vloeistofvolumes niet is aan te bevelen. Hierbij speelt ook de minimaal beschikbare infrastructuur en voorzieningenniveau een belangrijke rol. Temeer omdat uitgebreide sanitaire voorzieningen als een douche en een watercloset door de plaatselijke bevolking alleen in combinatie met een septictank wordt gezien. Behalve dat dit voor hun onbetaalbaar is, wordt een septictank over het algemeen niet als een verbetering beschouwd. Dit betekent dat het relatief schone huishoudwater voorlopig in de bodem kan infiltreren. Het vormt als zodanig een waardevolle (lees verdunfactor) aanvulling op de huidige grondwatervoorraad.

7.2.6. Haalbaarheid urinescheiding

Gezien het voorgaande lijkt Xai-Xai bij uitstek geschikt als proeftuin voor een WASH haalbaarheidsstudie naar de introductie van een urine scheidingssysteem in combinatie met een urine verwerkingssysteem op semi-Urban niveau.

Urinescheiding vermindert de nitraatuitspoeling naar het grondwater en levert een belangrijke grondstof voor de landbouw op. Door snelle introductie van dit systeem kan de drinkwatervoorziening mogelijk nog gered worden. De in het vooruitzicht gestelde milieuwinst en het mogelijk nog tijdig afwenden van de bedreigde drinkwaterkwaliteit leidt direct tot een verduurzaming van de huidige drinkwatervoorziening. Mogelijk kan dit de noodzaak van toekomstige investeringen hierin beperken.

Parallel aan de haalbaarheidsstudie, lijkt de uitvoering van een pilot zinvol. In de pilot opgedane kennis en ervaring kan waardevolle informatie voor de initiëring van een gedegen haalbaarheidsstudie opleveren. Het verdient de voorkeur bij de start van de pilot een gerichte locatiekeuze te maken, van waaruit later verder opgeschaald kan worden.

7.2.7. Acceptatie

De meeste huishoudens maken in de huidige situatie gebruik van een pitlatrine. Deze wordt lokaal als een volwaardige basisvoorziening gezien. De traditioneel verbeterde pitlatrine geldt als standaard voor de meest ideale toiletvoorziening. Echter voor veel huishoudens is dit te duur.

De noodzaak van goede sanitaire voorzieningen en het belang van hygienisch handelen wordt door de schoolsanitieprojecten van FUSP en AMURT volop onder de aandacht gebracht. De kennis wordt vervolgens via de kinderen op de ouders overgedragen.

Maar de kinderen beheren de huishoud portemonnee (nog) niet. Mogelijk dat deze groep (potentiele nieuwe gezinnen / huishoudens) daar in de toekomst meer aandacht voor heeft en een volgende stap maakt. Voorlopig worden de risico's en gevaren betreffende de sanitaire voorzieningen onvoldoende onderkend. Zolang er geen prioriteit aan sanitatie wordt gegeven, zal in de huidige situatie geen verandering optreden.

Om de bevolking tot verandering te bewegen zou sanitatie, op de een of andere manier een hot en trendy onderwerp moeten worden. Een item waar iedereen in mee zou willen gaan. Een goed voorbeeld hiervan is de mobiele telefoon. Bijna iedereen heeft een mobieltje of wil er binnenkort een aanschaffen. Dit terwijl ze er eigenlijk helemaal geen geld voor hebben. Er wordt duidelijke prioriteit aan het bezit van een mobieltje gegeven.

Voor de plaatselijke overheid en de bevolking heeft sanitatie geen hoge prioriteit. Wanneer het wenselijk is wijzigingen of aanpassingen aan de huidige sanitaire voorzieningen door te voeren is een gerichte aanpak noodzakelijk. De aanpak moet zich richten op een door de gemeenschap gedragen duurzame sanitaire oplossingen (community-led Total Sanitation (CLTS)).

De CLTS-aanpak houdt in, dat er een duidelijke vraag naar sanitaire faciliteiten moet worden gecreëerd. Het heeft geen zin mensen een sanitaire voorziening op te dringen, ze moeten het zelf heel graag willen. Door de lage prioriteit die de bevolking hieraan geeft, komt het niet op de politieke agenda.

De behoefte aan sanitaire voorzieningen is laag. Zeker in vergelijking met andere basis voorzieningen. Hieronder worden de belangrijkste redenen waarom mensen geld besteden aan sanitaire voorzieningen en of faciliteiten gegeven:

Gemak	vooral vrouwen hebben er een hekel aan om lange afstanden te moeten lopen om zich zelf te verlichten
Comfort	mensen hebben een hekel aan de geur van uitwerpselen en in dichtbevolkte gemeenschappen vindt men openbare toiletten over het algemeen erg onaantrekkelijk;
Veiligheid	plekken waar men zich kan ontlasten zijn vaak gevaarlijke voor vrouwen en kinderen;
Status	gezinnen zijn beschaamd wanneer ze gasten geen goede faciliteiten kunnen bieden

Mogelijk kan het in vooruitzicht stellen van een vergoeding (bv. beltegoed) of kwijtschelding van sanitatie-belasting voor het aanleveren van urine de bevolking aanzetten tot verandering.

7.3. Huishoudelijk en industrieel afval

7.3.1. Gescheiden inzameling van het huisvuil

Door te stoppen met de inzameling van organisch afval op huishoudniveau komt ruim 60 % meer transportcapaciteit beschikbaar voor de inzameling van huisvuil.

Naast dat dit logistiek veel voordeel biedt, komt een milieuvriendelijke vorm van afvalbeheer binnen handbereik te liggen. Dit omdat een jaarlijkse verwerkingscapaciteit van circa 7.000 ton potentieel recyclebaar en overige afval (op basis van de totaal jaarlijks geproduceerde afval) is te overzien.

Door inrichting van een basic afvalscheidingsstation in combinatie met een basic afval-verbrandingsinstallatie en composteerinrichting wordt afval dat niet gerecycled of hergebruikt kan worden verbrand en wat niet verbrand kan worden, wordt gestort

Circa 70% – 80% van het afval wordt op deze wijze duurzaam en milieuvriendelijk verwerkt. Recyclebaar materiaal levert geld op. Een relatief klein percentage overige afval moet worden gestort, maar is minder gevaarlijk. Een zogenaamde “droge stortplaats” geeft minder/geen omzettingsprocessen en minder/geen uitloging/uitspoeling naar bodem en grondwater.

Het grootste voordeel wordt gehaald door alle handelingen op één locatie te verrichten bijvoorbeeld de nieuw te kiezen stortlocatie. De verwerkingscapaciteit van de totale inrichting bedraagt dan circa 27 ton per dag (op basis van 260 werkdagen/jaar). In bijlage 17 wordt een schematische inrichting van een dergelijke locatie gegeven.

7.3.2. Organisch afval composteren op huishoud- of wijkniveau

Er kan veel worden gediscussieerd over wel of niet gescheiden afval inzameling in peri-urbane gebieden. Ook over de manier waarop daar invulling aan kan worden gegeven. Vooral in de (semi-plattelandsgebieden) is volop ruimte en mogelijkheden aanwezig zijn om

organisch afval op huishoud- straat- of wijkniveau te composteren. Composteren van organisch afval levert lokaal direct een meerwaarde voor de kleinschalige voedselteelt.

Natuurlijk kleven er allerlei bezwaren aan het op huishoud- of wijkniveau composteren van organisch afval. Zaken als draagvlak, betrokkenheid, bewustwording, begrip, acceptatie haalbaarheid en verantwoordelijkheid van de actoren zullen hiervoor van doorslaggevend belang zijn. Vast staat dat hiermee met minimale investeringen de basis voor een hoogwaardig, duurzaam en milieuvriendelijk afvalverwerkingssysteem kan worden gelegd.

Compostering van organisch afval in combinatie met afval uit de compostering en of dehydratie toiletten maakt de nutriëntenkringloop sluitend en verhoogt de duurzaamheid van het totale sanitatie-systeem.

8. CONCLUSIES

De conclusies zijn hieronder per onderzoeksvraag gerubriceerd. Daarna wordt een vertaling van de conclusies in relatie tot heel Mozambique gegeven.

Onderzoeksvraag 1

Welke fysische, chemische en microbiologische processen spelen een rol en welke effecten en of relaties vormen mogelijk bedreigingen en of risico's?

- De drinkwaterkwaliteit bedreigt de volksgezondheid. De hoge bevolkingsdichtheid en bodem doorlatendheid maakt dat hoge concentraties nitraat vanuit de sanitaire voorzieningen uitspoelen naar het grondwater, dat gebruikt wordt voor de drinkwatervoorziening.
- Het ongecontroleerd lozen van het slib/afvalwater uit de septic- en storagetanks op of nabij oppervlaktewater vormt een ernstig risico voor mens en milieu.
- Het ongesorteerd (random) gestorte afval vormt direct of soms na omzettingsprocessen, een bedreiging voor de volksgezondheid en het milieu..
- De vele risicovolle activiteiten aan maaiveld vormen eveneens een bedreiging voor mens en milieu. Onbekend is in hoeverre deze activiteiten al het drinkwater beïnvloeden.

Onderzoeksvraag 2:

Welke actoren spelen een rol en kan er binnen het actorenveld overeenstemming worden bereikt over een of meer gezamenlijke belangen en of doelen?

- Financiële problemen, gebrek aan kennis, inzicht, initiatieven, ondernemerschap, prioriteitstelling en de bereidheid tot veranderingen, staan in toenemende mate verdere ontwikkelingen in de weg. Dit geldt op alle niveaus aangaande de aandachtsvelden drinkwatervoorziening, sanitaire voorzieningen en afval.
- Voor het nuttige inzetten van fecaliën in de landbouw is samenwerking van de gemeente, een commerciële partij en de agrarische sector van doorslaggevend belang. Het vergroot het draagvlak, vermindert de kosten en bevordert de productafzet.
- MDG 7 "de bevolking voorzien van veilig drinkwater en toegang geven tot basis sanitaire voorzieningen". Dit lijkt in eerste instantie met een dekkingsgraad >80% voor drinkwater en een dekkingsgraad voor sanitaire voorzieningen van 98 % met succes gerealiseerd. De behaalde resultaten in Xai-Xai hebben echter in relatief korte tijd geleid tot een ernstige bedreiging van de drinkwatervoorziening.
- MDG 8 "wereldwijde partnerschap voor ontwikkelingssamenwerking in relatie met de afvalproblematiek". Hier is op basis van de gemeentelijke visie op afvalbeleid, nog een lange weg te gaan. Hoewel ze wel belang zien in een milieuvriendelijke vorm van afvalverwerking, wachten ze op externe initiatieven.

Onderzoeksvraag 3:

Welke procesmatige aanpak en of technologieën kunnen mogelijk bijdragen aan een integrale oplossing van de problematiek?

Drinkwatervoorziening

Lange termijn

- De huidige drinkwatervoorziening bedreigt de volksgezondheid en is niet duurzaam, Voor de langere termijn moet naar een andere waterbron worden gezocht. Hiervoor moet een gedegen plan worden opgesteld. Dit plan moet rekening houden met zaken als bevolkingsgroei, voldoende afstand van de stad, voldoende beschikbaarheid van schoon grondwater- oppervlaktewater en bescherming van de bron.

Korte termijn

- Om de nitraatgehalten in de komende jaren enigszins acceptabel te houden, zullen putten met een hoog nitraatgehalte met putten met een laag gehalte gemengd moeten worden. Hiervoor moeten nieuwe drinkwaterputten in de minder intensief belaste delen van het huidige infiltratie- en waterwingebied worden geboord. Of beter nog buiten dit gebied.
- Mogelijk kan infiltratie van grond- of schoon water van elders, voldoende verdunning van het grondwater in het huidige waterwingebied geven en daarmee de waterkwaliteit positief beïnvloeden
- Een adequate bescherming van het waterwingebied lijkt haast onmogelijk. Om de nitraatconcentratie van het infiltratiewater op gelijk niveau met de huidige grondwateronttrekking te krijgen moet de totale urineproductie met behulp van urinescheidingssystemen worden opgevangen
- Investeren in een korte termijn oplossing in het huidige waterwingebied verhoogt de duurzaamheid van de drinkwatervoorziening niet. Eventuele investeringen moeten versneld worden afgeschreven.

Sanitaire voorzieningen

- Introductie van geschikte (overdekte) droogbedden voor het slib/afvalwater uit de septic- en storagetanks beperkt de risico's van het ongecontroleerd lozen.
- Introductie van een urinescheidingssysteem maakt nuttige inzet van urine in de landbouw mogelijk. De opbrengsten van nuttige inzet beperken de totale kosten van het systeem.

Afvalverwerking

- Composteren van organisch afval op huishoudniveau en of introductie van gescheiden inzameling/afvalscheiding biedt kansen voor een efficiënte , milieuvriendelijke afvalverwerking.

Vertaling van de conclusies voor geheel Mozambique

Door zijn specifieke ligging in een duingebied met een hoge doorlatendheid van de bodem is Xai-Xai extra kwetsbaar voor activiteiten aan maaiveld. De activiteiten aan maaiveld bedreigen de grondwaterkwaliteit en daarmee de drinkwatervoorziening. Gezien de kust van Mozambique zich over een lengte van ruim 2650 km uitstrekt is Xai-Xai daarin niet uniek. Meer landinwaarts en in het bijzonder in de grote rivierdalen speelt de doorlatendheid van de bodem een minder grote rol. Echter ook hier dient de locatiekeuze voor het winnen van grondwater t.b.v. drinkwaterwinning een weloverwogen beslissing te zijn. De overige conclusies zijn rechtstreeks door te vertalen naar geheel Mozambique.

9. DISCUSSIE

Alles wijst erop dat in de ontwerpfase van de huidige drinkwatervoorziening voornamelijk is gestuurd op minimale infrastructurele kosten. Een integrale benadering/aanpak met aandacht voor de omgeving (gebiedsverkenning, risico-inventarisatie, omgevingsmanagement). had voortijdig inzicht in de problematiek gegeven en daarmee veel ellende kunnen voorkomen.

Door het voortschrijdend inzicht bij het schrijven van de eindrapportage neemt de behoefte aan meer en of betere informatie toe. Zo ook het besef dat tijdens het onderzoek een aantal zaken zijn vergeten, te weinig aandacht aan besteed, anders of beter hadden gekund of op bepaalde momenten meer doorgevraagd had moeten worden. In een aantal gevallen kon dit achteraf nog worden hersteld of aangevuld worden, maar ook in een aantal niet. Om enkele voorbeelden te noemen, is het achteraf erg jammer dat de agrarische sector niet bij het actorenonderzoek is betrokken. De inventarisatie en de uitgevoerde veldanalyses voor het vaststellen van drinkwaterkwaliteit is beperkt op winputniveau. Op basis hiervan is weliswaar een goed beeld van de lokale waterkwaliteiten verkregen en de gemiddelde nitraatconcentratie vastgesteld. Dit zegt echter niets over de lokaal geleverde drinkwaterkwaliteit omdat dit het mengwater van meerdere putten betreft. Aanvullende wateranalyses uit de verschillende drinkwaterreservoirs hadden hierin meer inzicht gegeven. Ook is het een gemis dat de GPS-coördinaten van de verschillende scholen niet zijn ingemeten. Het waren wel belangrijke leermomenten die vast bij andere projecten en of situaties van pas komen.

Het actorenonderzoek verdient een kanttekening. Bij de verkregen interviewresultaten met de lokale bevolking zou sprake zijn van enige terughoudendheid met betrekking tot het geven van kritiek op het gemeentelijke functioneren. De aanwezigheid (weliswaar op de achtergrond) van een gemeenteambtenaar zou volgens eigen zeggen hiervan de oorzaak zijn.

De betrouwbaarheid van de aangeleverde cijfers met betrekking tot de opgepompte- en geleverde hoeveelheden drinkwater kan niet goed worden ingeschat. Dit omdat het waterbedrijf zelf erg vaag is aangaande de opgepompte hoeveelheden water en lekverliezen. Officieus doen daarover de meest uiteenlopende percentages de ronde.

Bij de statische- en dynamische grondwaterstandmetingen moet worden opgemerkt dat deze zijn gebaseerd op een enkele meting.

Voor de bepaling van nitraatbelasting in het infiltratiegebied is voor de jaarlijkse stikstofbelasting voor de fecaliën van kinderen een aanname gedaan. Dit geldt ook voor de reductie van stikstof door vervluchtiging van ammoniak en nutriënt opname in de wortelzone. In beide gevallen wordt hierover in de literatuur geen of geen eenduidige melding gemaakt. Indien de percentage afwijken, zal dit weinig effect hebben op de strekking van dit rapport.

Het praktische deel van het afstudeeronderzoek in Mozambique is uitgevoerd in de periode juni t/m december 2010. Door omstandigheden kon pas met de rapportage worden begonnen in januari 2012. Hierdoor is de beschrijving van de huidige situatie en de conclusies in dit rapport voor een deel niet meer actueel. Zo is bijvoorbeeld al een start gemaakt met de bouw en inrichting van een composteerunit t.b.v. het slib/afvalwater uit de septic- en storagetanks.

10. AANBEVELINGEN

Analyseer de kwaliteit van het grondwater in het waterwingebied op zware metalen en organische microverbindingen om de mate van de drinkwaterverontreiniging door activiteiten aan het maaiveld in beeld te brengen.

Voer regelmatige inspecties van de risicolocaties uit, geef voorlichting over de gevaren en de te nemen maatregelen om verdere milieuvervuiling te beperken.

Creëer draagkracht bij de gemeente en de bevolking. voor de introductie van een urine-scheidingssysteem op basis van de huidige pitlatrines

Stel een business case op voor de introductie van urinescheiding in Xai-Xai, mogelijk in combinatie met een centrale urine verwerkingsunit.

Ondersteun de gemeente Xai-Xai met het verbeteren van de afvalverwerking door uitbreiding van het FUSP-partnerschap, mogelijk in samenwerking met een commerciële partij.

Verhoog de duurzaamheid van het sanitatiesysteem door het gezamenlijk composteren van organisch afval en afval uit de compostering en of dehydratie toiletten.

Nederland-Kennisland kan zich internationaal onderscheiden en profileren in ontwikkelings-samenwerkingsprogramma's door:

- bundeling van kennis op het gebied van urineverwerking en nutriënt terugwinning;
- ontwikkeling en op de markt brengen van een modulair urineverwerkingssysteem op basis van nutriëntterugwinning
- op de markt brengen van een modulair basis afvalscheiding- en afvalverwerkings-systeem

11. REFERENTIES

- **United Nations Millenniumgoals;** www.un.org/millenniumgoals; 2 april 2013
- **Millenniumproject;** <http://www.unmillenniumproject.org/>; 2 april 2013
- **World Health Organisation WHO;**
http://www.who.int/water_sanitation_health/dwg/guidelines/en/; 2 april 2013
 Public health risk assessment and interventions; The Horn of Africa: Drought and famine crisis July 2011
http://www.who.int/diseasecontrol_emergencies/publications/who_hse_gar_dce_2011_3.pdf 7 april 2013
- **Nationale Commissie voor Internationale Samenwerking en Duurzame Ontwikkeling;** <http://www.ncdo.nl/weten/de-feiten-op-een-rij> 31 maart 2013
- **Netherlands Water Partnership;** <http://www.nwp.nl/activiteiten/wash/>; 2 APRIL 2013
http://www.nwp.nl/docs/publicaties/Smart_Sanitation_Solutions_EN_2006.pdf
 7 april 2013
- **UNESCO-IHE; Institute for water education;** <http://www.unesco-ihe.org/About/News/Phosphorus-recovery-from-source-separated-urine-through-the-precipitation-of-struvite> 2 april 2013
- **WASTE; advisors on urban environment and development;** www.Waste.nl
http://waste.nl/sites/default/files/product/files/manual_sanitation_decision_support_tool.pdf 2 april 2013
- **Schoon water voor Mozambique;** www.schoonwatervoormozambique.nl
http://www.schoonwatervoormozambique.nl/upload/files/jaarverlagen/Annual_Report_2010_Final_version_june_2011.pdf 7 april 2013
- **FIPAG Mozambique;** www.fipag.co.mz
- **Vitens Evides International; VEI;** www.vitensevidesinternational.com .
www.vitens.nl
<http://www.vitensevidesinternational.com/projects/mozambique.html> 7 april 2013
<http://www.mapsofworld.com/mozambique> 7 april 2013
- **Ministry of Public Works and Housing Mozambique; MOPH;** www.moph.gov.mz
 4 januari 2013
- **DNA Mozambique;** National Directorate of Water; Direcção Nacional de Águas; DNA; www.dnaguas.gov.mz ; <http://www.irc.nl/page/49525> 7 april 2013
- **Government of Mozambique;** <http://www.gksoft.com/govt/en/mz.html> ..7 april 2013
- **UNICEF;** www.unicef.org;
http://www.unicef.org/infobycountry/mozambique_statistics.html 7april 2013
- **Xai-Xai;** <http://www.gaza.gov.mz/gaza> 1 april 2013
http://xaixai-mozambique.com/gaza_mozambique.htm 7 april 2013
- **Central Intelligents agency; CIA;** www.cia.gov 7 april 2013
<https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/mz.html>
- **World Bank Indicators;** 28 maart 2013
<http://www.tradingeconomics.com/mozambique/indicators>
<http://databank.worldbank.org/data/home.aspx>
<http://www.tradingeconomics.com/mozambique/arable-land-hectares-wb-data.html>
<http://www.tradingeconomics.com/mozambique/arable-land-hectares-wb-data.html>
- **AFRICON; consultancy services for preparation of strategic sanitation plans; for Xai-Xai. Chockwé. Inhambane and Maxixe municipalities; General report December 2009**

- **World climate data**; 28 maart 2013
<http://www.climatedata.eu/climate.php?loc=mzxx0006&lang=en>
- **Limpopo river awareness kit**; <http://www.limpoporak.com/en/mozambique.aspx>
<http://www.limpoporak.com/en/river/geography.aspx> 28 maart 2013
- **FAO report: Drought impact mitigation and prevention in the Limpopo River Basin produces by the Natural Resources**; Management And Environmental Department; <http://www.fao.org/docrep/008/y5744e/y5744e06.htm#TopOfPage> 28 maart 2013
- **US Global Change Research Program**; <http://www.gtn-h.net/> 7 maart 2013
- **IRC; International Water and Sanitation Centre; Sanitation technical options; Sanitation for all** www.irc.nl/content/download/127289/343819; -7 maart 2013
<http://www.irc.nl/page/49525> 7 januari 2013
- **IRC; Sanitation for all** *Gert de Bruijne (WASTE), Mirjam Geurts (WASTE), and Brian Appleton June 2007 IRC International Water and Sanitation Centre*; <http://www.irc.nl/page/36722>
- **IVAREM Belgie**; <http://www.ivarem.be/laddervanlansink.html> 7 april 2013
- **Aquastat Factsheet**;
http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/factsheets/aquastat_fact_sheet_moz_en.pdf 7 april 2013
- **Gemeente Amsterdam; dienst onderzoek statistiek**; www.os.amsterdam.nl 7 april 2013
- **EcoSanRes; Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production; Report 2004-2**; Jönsson & Vinnerås, 2004; http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR-factsheet-06.pdf 7 april 2013
- **WASTE; fact sheet on sanitation** Mirjam Geurts 2005
Drangert, J. Water SA Vol. 24 No. 2 April 1998
Jönsson et al., Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production, SEI, 2004, Sweden
Porto D. del, Carol Steinfeld, composting toilet systems book, Massachusetts, 1999
Vleuten-Balkema, A.J. van der, Sustainable Wastewater Treatment; developing a methodology and selecting promising systems, TU Eindhoven, 2003
WHO: A guide to the development of on-site Sanitation WHO 1992
- **Composition of human excreta ; a case study from Southern Thailand**;
Schouw et al., 2002;
- **CSIR South Africa 2008; EcoSanRes; Guidelines on the Use of Urine and Faeces in Crop Production; Report 2010-1**;
http://www.ecosanres.org/pdf_files/ESR2010-1-PracticalGuidanceOnTheUseOfUrineInCropProduction.pdf 7 april 2013
- **International Fertilizer Industry Association**; IFA; www.fertilizer.org
<http://www.fertilizer.org/ifa/HomePage/SUSTAINABILITY/Climate-change/Nitrogen-cycle.html> 7 april 2013
- **Teagasc; The Irish Agriculture and Food Development Authority**;
http://www.teagasc.ie/publications/2008/20081110/rep2008_paper02.asp 7 april 2013
- **Urine diversion; hygienic risks and microbial guidelines for reuse**, SE-171 82 Solna Sweden © Caroline Schöningg
<http://sanitation.captivafrica.com/sites/default/files/File%20attachments/WHO%20Vol%204%20Final%20Draft%20Dec%202005.pdf> 7 april 2013
- **AID, technical guidance 2011**; Fewtrell et al., 2005
<http://www.allindiary.org/page/hygiene-promotion> 7 april 2013

- **Global Handwashing**; <http://globalhandwashing.org/why/health-impact> 7 april 2013
- **MICOA Waste Management; Report 2003**,
http://sustainabledevelopment.un.org/dsd_aofw_ni/ni_pdfs/NationalReports/mozambique/Waste_Management.pdf 7 april 2013
- **The MobiSan approach**; (*The MobiSan approach: informal settlements of Cape Town, South Africa ,2010; A. Naranjo, D. Castellano, H. Kraaijvanger, B. Meulman, A. Mels and G. Zeeman*) <http://www.irc.nl/docsearch/title/173521> 9 mei 2013
- **XIPOTI poster**; <http://www.schoonwatervoormozambique.nl/toiletgebouwen-op-scholen-in-mozambique/xipoti-the-sensation-of-a-modern-toilet-without-using-water/> 9 mei 2013
- **The case for sanitation; Essential elements of sanitation, as a basis for a joint Dutch strategy**; Discussion paper for de launch of the International Year of Sanitation 2008 in the Netherlands; Inspired by the "Schokland WASH Akkoord" prepared by NWP, Simavi, Waste, IRC en DGIS 2007
- **International Institute for Sustainable Development; IISD; Food Production in Mozambique and Rising Global Food Prices** ; Gilberto Biacuana; IISD 2009; -;
<http://www.iisd.org/tkn/research/pub.aspx?id=1075> 2 april 2013;
- **Food and Agriculture Organisation of the UN; FAO**;
<http://www.fao.org/countryprofiles/index/en/?iso3=MOZ> 7 april 2013
- **Country data Mozambique**; <http://www.ine.gov.mz/Dashboards.aspx> 7 april 2013
- Google Earth; <http://www.Google.Earth.com>

BIJLAGE 1 SAMENVATTING MILLENNIUMDOELEN

Acht internationale afspraken

In 2000 hebben regeringsleiders van 189 landen afgesproken om vóór 2015 de belangrijkste wereldproblemen aan te pakken. Er zijn acht concrete doelstellingen vastgelegd: de millenniumdoelen.



Millenniumdoel 1; armoede halveren en minder mensen

Het percentage mensen dat in extreme armoede leeft, moet in 2015 ten minste voor de helft zijn teruggebracht ten opzichte van 1990. Extreme armoede betekent dat iemand minder dan \$1.25 per dag te besteden heeft. In 1990 leefden 1.8 miljard mensen in extreme armoede, oftewel 41.7 procent van de wereldbevolking.



Millenniumdoel 2; iedereen naar school

In ontwikkelingslanden gaan miljoenen kinderen nog niet naar school. Vaak worden zij thuis gehouden om mee te helpen in het huishouden of om een bijdrage te leveren aan het gezinsinkomen. In millenniumdoel twee is vastgelegd dat in 2015 alle kinderen in alle landen basisonderwijs moeten volgen.



Millenniumdoel 3; mannen en vrouwen gelijkwaardig

Het derde millenniumdoel gaat over de rechten van vrouwen. Mannen en vrouwen hebben formeel dezelfde rechten. Dit is vastgelegd in internationale mensenrechtenverdragen. In de praktijk blijkt dit echter niet voldoende om achterstelling van vrouwen tegen te gaan.



Millenniumdoel 4; minder kindersterfte

Het percentage kinderen jonger dan vijf jaar dat in ontwikkelingslanden overlijdt moet in 2015 met tweederde zijn teruggebracht ten opzichte van 1990. In dat jaar stierven in de arme landen 13 miljoen kinderen.



Millenniumdoel 5; verbeteren van de gezondheid voor moeders

Jaarlijks overlijden meer dan een half miljoen vrouwen aan de gevolgen van hun zwangerschap. In de millenniumdoelen is vastgelegd dat moedersterfte in 2015 met driekwart moet zijn teruggebracht ten opzichte van 1990. Om dit te kunnen realiseren zijn reproductieve en seksuele rechten voor vrouwen essentieel.



Millenniumdoel 6; bestrijding HIV/aids, malaria e.a. dodelijke ziektes

Sinds begin jaren '90 heeft aids miljoenen slachtoffers gemaakt, vooral in Afrika. Afgesproken is dat in 2015 de verspreiding van hiv/aids tot staan moet zijn gebracht. Ook moet in 2015 iedereen met hiv/aids hiervoor de juiste medicijnen kunnen krijgen.



Millenniumdoel 7; meer mensen in een duurzaam leefmilieu

Armoedebestrijding gaat hand in hand met milieubescherming. Luchtvervuiling, ontbossing en uitputting van landbouwgrond zijn directe bedreigingen voor de levensomstandigheden en gezondheid van mensen. Een duurzaam milieubeleid is daarom van levensbelang.



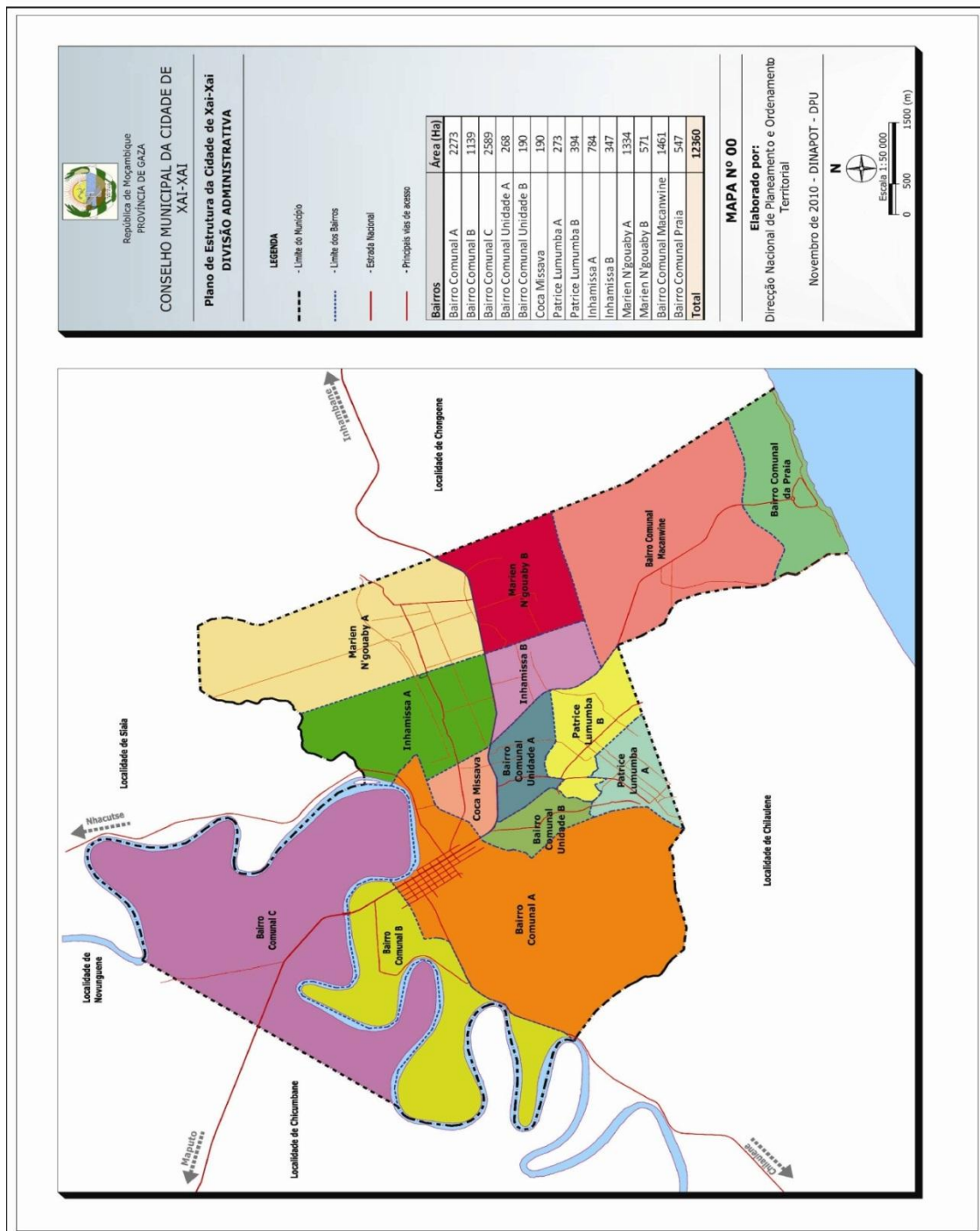
Millenniumdoel 8; mondiaal samenwerkingsverband voor ontwikkeling

Het achtste millenniumdoel gaat over de manier waarop de rijke landen ontwikkelingslanden kunnen helpen met het behalen van de andere millenniumdoelen. Bijvoorbeeld door meer ontwikkelingshulp te geven, schulden te verlichten en door het wegnemen van handelsbarrières. Hierdoor krijgen de arme landen meer mogelijkheden hun producten te exporteren naar de rijke landen.

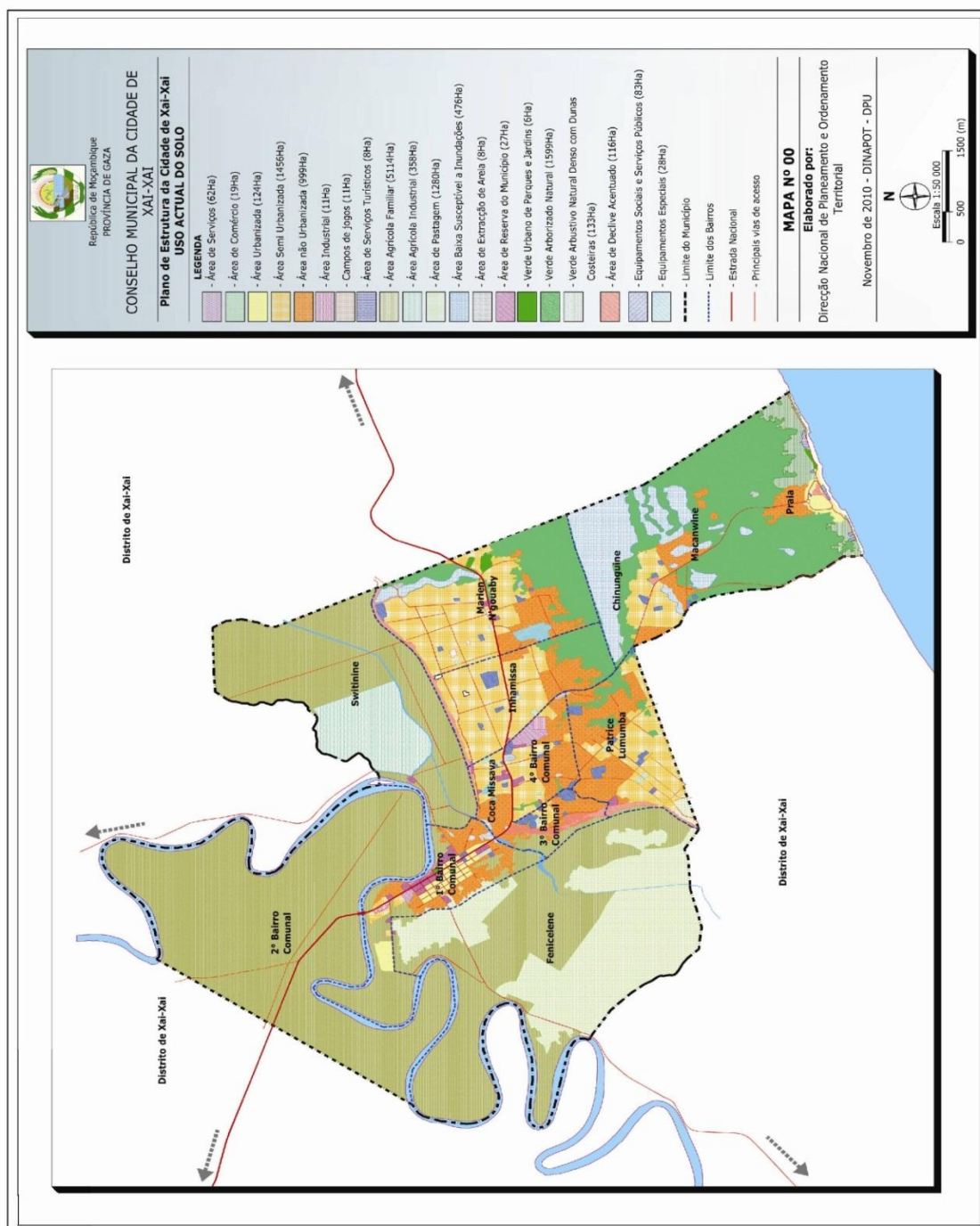
Bron; NCDO staat voor Nationale Commissie voor Internationale Samenwerking

<http://www.unmillenniumproject.org/>

BIJLAGE 2 XAI-XAI; WIJKINDELING MET DE BIJBEHORENDE GRONDOPPERVLAKKEN



BIJLAGE 3 XAI-XAI; BODEMGEBRUIK



BIJLAGE 4 STATISTIEKEN

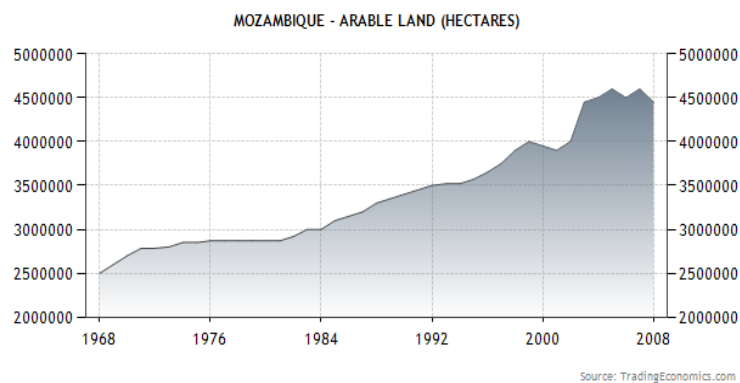
Demographic		Mozambique	Xai-Xai
Population	millions	22,383	0,120
Population density	n/km2	27,92	960
Population annual growth rate	%	2,6	1,6
Population <5	millions	3,8	-
Population <18	millions	11,315	-
Population <15	%	-	41
Crude death rate	n/1000	16	-
Crude birth rate	n/1000	39	-
Infant mortality rate (under 1)	n/1000	90	-
Under 5 mortality rate	n/1000	130	-
Annual no of births	millions	0,876	-
Annual no of under-5 deaths	millions	0,110	-
Life expectance	year	48	-
Total fertility rate	n/woman	5,1	-
Literacy (youth 15-24 years)	% male/female	58/48	-
total adult literacy rate	%	44	-
Urban population	%	37	-
Average annual growth rate urban population	%	4,8	-

Demographic statistics Mozambique versus Xai-Xai; (source Unicef Mozambique statistics 2008 and Xai-Xai Municipality statistics 2007)

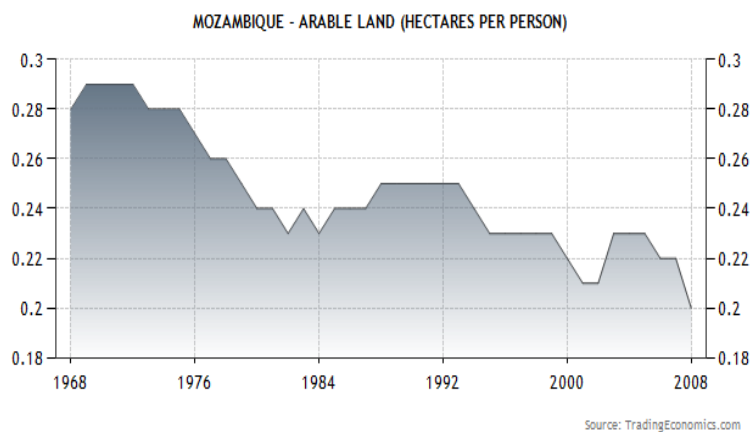
Economic		Mozambique
GNI per capita	US\$	370
GPD per capita average annual growth rate	%	4,3
Average annual rate of inflation	%	19
% of population below int. poverty line	%	75
% of central government expenditure; Health	%	5
% of central government expenditure; Education	%	10
% of central government expenditure; Defence	%	35

Economic statistics Mozambique; (source Unicef Mozambique statistics 2008)

BIJLAGE 4 STATISTIEKEN (VERVOLG)



Ontwikkeling beschikbare akkerbouwgronden in hectares
(source Word Bank Indicators 2010)



Ontwikkeling beschikbare akkerbouwgrond in hectares per inwoner
(source Word Bank Indicators 2010)

BIJLAGE 5 DATA POLDERGEMAAL

In gebruik sinds augustus 2008

Het poldergemaal regelt het waterniveau in een gebied van circa 100 km². De afvoercapaciteit van het poldergemaal wordt geschat op circa 43 Mm³/jaar (inschatting op basis van 50% van de totale jaarlijkse neerslag in dit gebied).

Via een sluis stroomt het water onder vrij verval in de Limpopo rivier. Bij hoge waterstand van de rivier wordt het water met 4 drainagepompen in de rivier gepompt.

capacity	m3/s	1,97
pump	m3/h	7092
1	h	79
2	h	169
3	h	547
4	h	200
total	h	995
	Mm ³	7,1
total	m3/y	3,5

Pompcapaciteit, bedrijfsuren en de jaarlijkse hoeveelheid water dat met de drainage-pompen wordt verpompt.

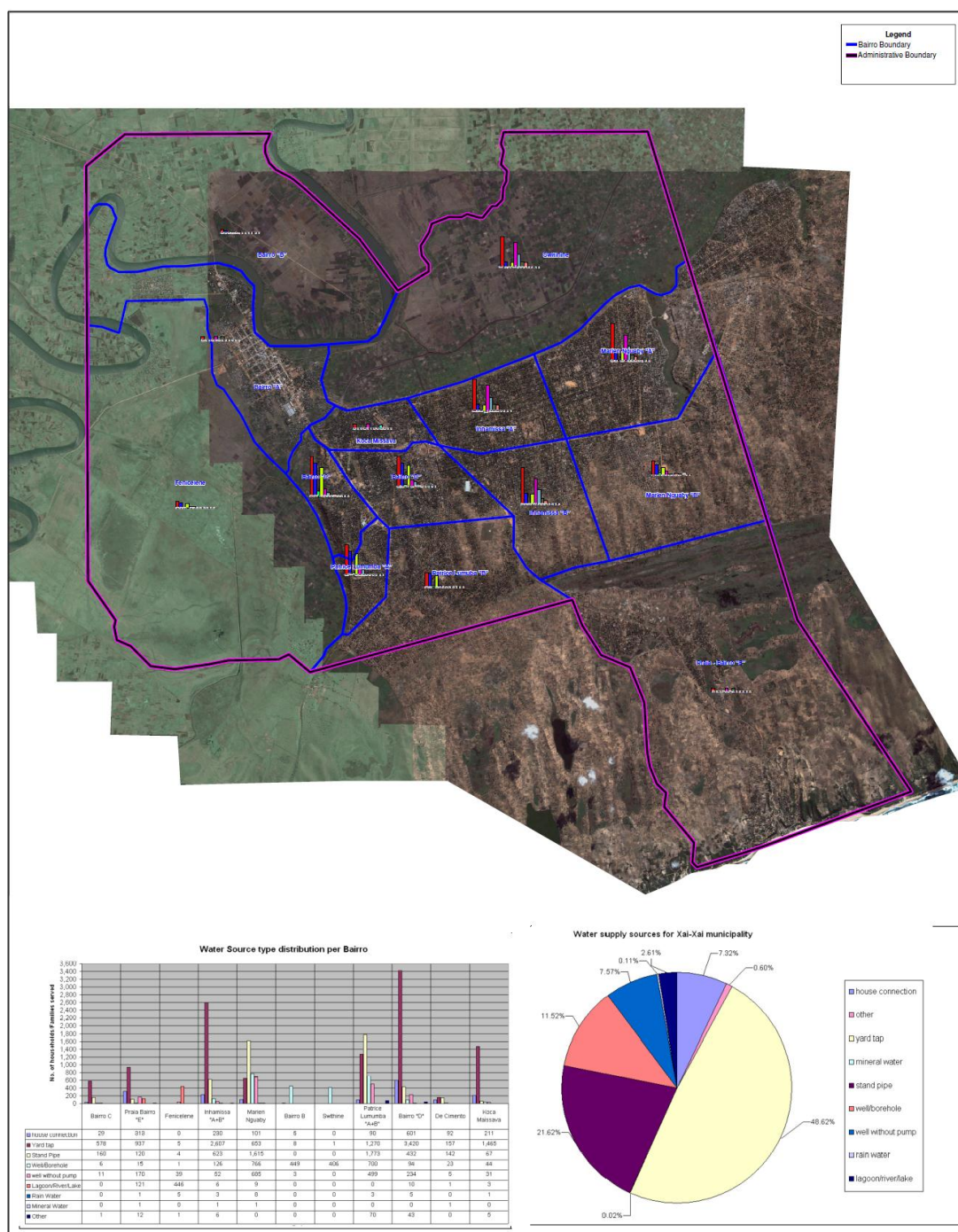
Vanuit het poldergemaal wordt ook de irrigatie van een private landbouwcoöperatie geregeld. Het betreft een totaal oppervlak van circa 358 ha verdeeld over 4 verschillende gebieden. te weten: Encostas vallei, Ponila vallei, Umbabe vallei en Engluzane vallei.

Elk gebied heeft een eigen irrigatiepomp. Het irrigatiewater wordt gebufferd in een betonnen opslagtank met een inhoud van 270 m³.

capacity	m3/s	0,32
pump	m3/h	1152
1	h	1750
2	h	1750
3	h	1750
4	h	1750
total	h	7000
	Mm ³	8,1
total	m3/y	4

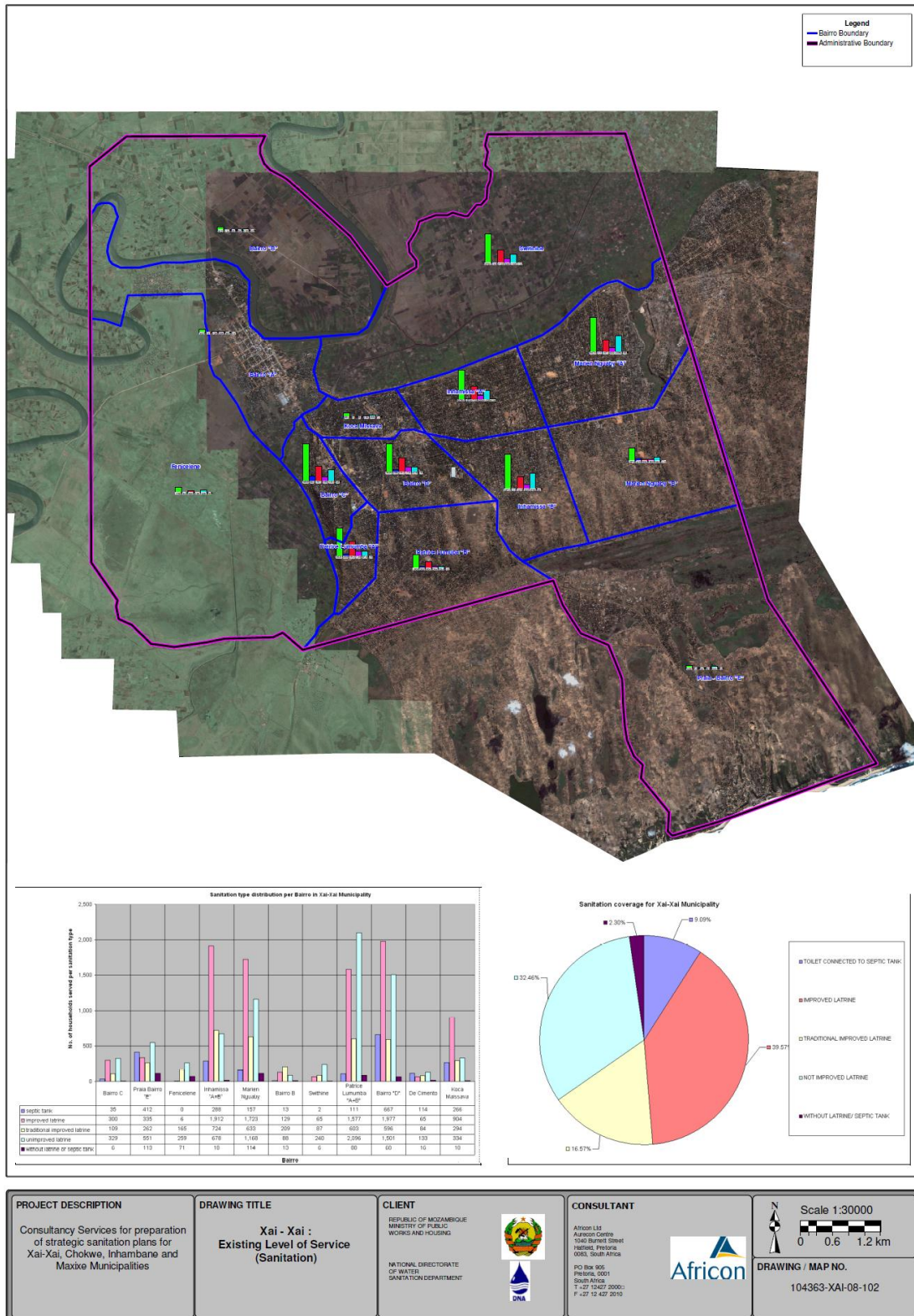
Pompcapaciteit, bedrijfsuren en de jaarlijkse hoeveelheid water dat met de irrigatiepompen wordt verpompt.

BIJLAGE 6 DEKKINGSGRAAD DRINKWATERBRONNEN OP WIJKNIVEAU



PROJECT DESCRIPTION Consultancy Services for preparation of strategic sanitation plans for Xai-Xai, Chokwe, Inhambane and Maxixe Municipalities	DRAWING TITLE Xai - Xai : Existing Level of Service (Water Supply)	CLIENT REPUBLIC OF MOZAMBIQUE MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND HOUSING  NATIONAL DIRECTORATE OF WATER SANITATION DEPARTMENT 	CONSULTANT Africon Ltd Africon Centre 104363 08 Street Harare, Harare 00505, South Africa  PO Box 905 Harare, 00501 South Africa T: +27 12427 2000; F: +27 12 427 2010	DRAWING / MAP NO. 104363-XAI-08-101  Scale 1:30000
--	--	--	---	---

BIJLAGE 7 DEKKINGSGRAAD SANITATIEOPTIES OP WIJKNIVEAU



BIJLAGE 8 ACTORENLIJST

DNA Mozambique:

Deputy Head Sanitation; Raul Mutevuie Junior Bombate

Municipality of Xai-Xai:

Alderman department drinking water, energy, health social affairs; Clara Manhiqui

Alderman department municipal services; Anselmo Siteo

Head drinking water and health; Sergio Roger Simbibe

Head sanitation services and municipal sanitation sewage; Carlos Chichavel

Head maintenance sewage; Adriano Bombe

Fipag:

Director Southern Region; Luis de Soussa

Director Xai-Xai; Assucena Alferes

FUSP Sanitation Departement:

Project Leader; Linda Baas

Traning Specialist; Elsa Macie

Organisatie ontwikkelings adviseur; Troels Kolster

Xai-Xai districts:

Marien Ngoaubi

Chefe de Poste; Marien Ngoaubi, Artura Silvestre Manave

Secretario bairro A, Jaquin Chavane

Secretario bairro B, Alberto Gonhane

Adjunto Secretario; bairro B, Alberto Bombe

Patrice Lumumba

Adjunta Unidade 1; Estavao Xavier Cossa

Adjunto Secretario; Unidade 6 Eusibio Tamele Junior

Unidade 8, 10 en 11

Adjunta Unidade 11B, Lino Jose Chilenque

Secretario Unidade 10, Ernesto Siteo

Secretario Unidade 11A, Joa Pedreo Navango

Secretario Bairro communal A, Vasco Sobrinho Mula

Adjunto Secretario Unidade 11, Lucia Mario Banze

Adjunto Secretario Unidade 11C, Henriqueta Estevao Javane

Unidade 9 en 13

Organizacao a nivel Bairro 13 Jorge Siteo

Chefe dos Desportos Poste bairro 9, Neres Ndara

Chefa da Quadeiral Juventude bairro 9, Emilio Mucavele

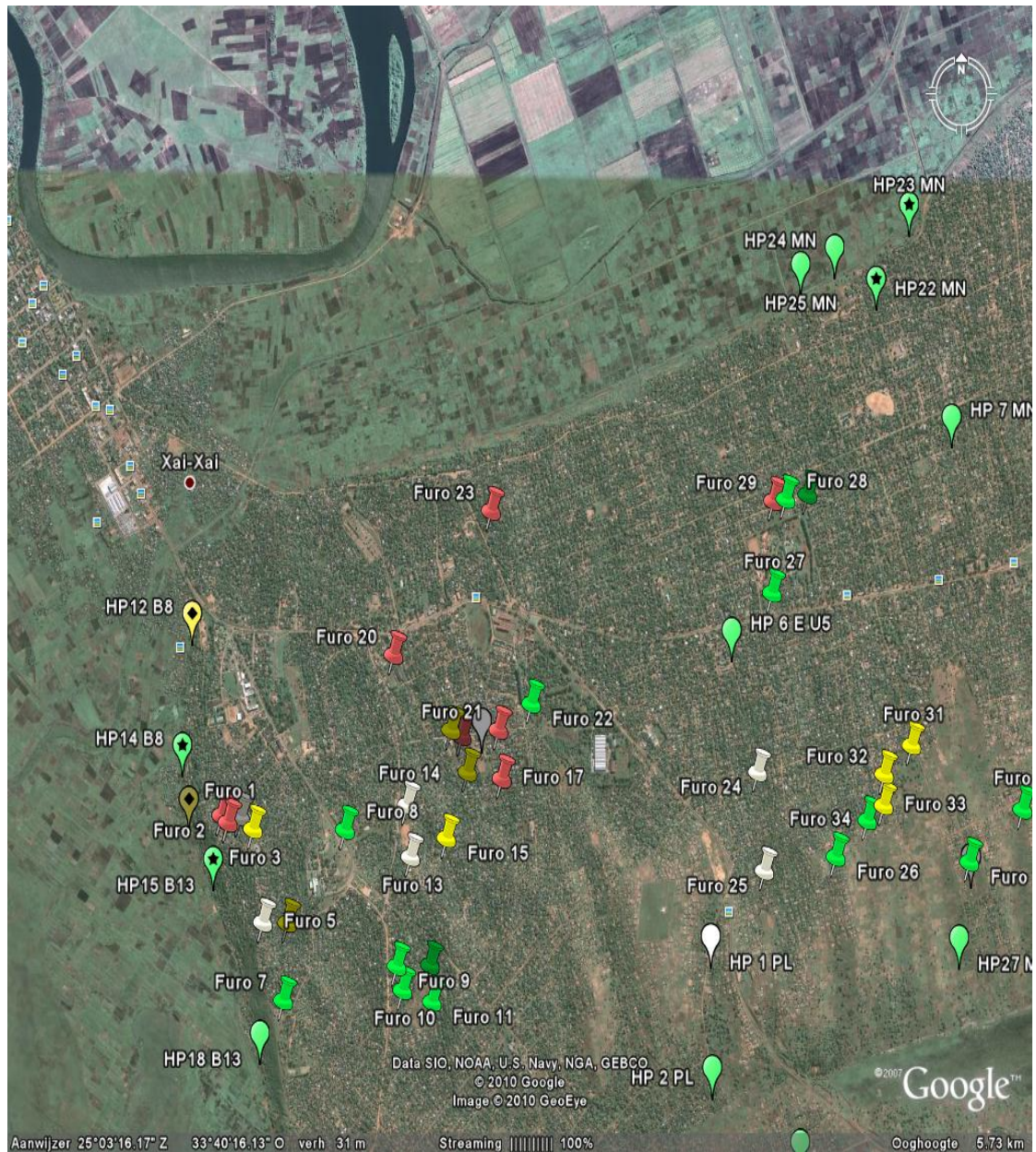
OMM Marcelina

OMM finanças Odette

BIJLAGE 9 INTERVIEWS

	DNA Mozambique	solid waste	sanitation	drinking water	energy, health, social affairs department	sanitation	drinking water	solid waste	sanitation	Municipality: department of sanitation services	drinking water	solid waste	sanitation	drinking water	solid waste	sanitation	drinking water	solid waste	sanitation
availability	was very big problem	still poor	poor coverage	random accessibility	50% good services	urban sewage	not over the bridge	50% good services	urban sewage	good access	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made
accessibility	now developing, capita lities	not organized	across the country	not over the bridge	large mutual detan-	septic tank (paid municipal services)	good quality	large mutual detan-	septic tank (paid municipal services)	85-90% Flapag still working on expanding coverage	insufficient service in sub urban parts	still pose a problem	extensive pipeline 24 h/day (failure only available discharges on river most people use pits	insufficient service in sub urban parts	still pose a problem	extensive pipeline 24 h/day (failure only available discharges on river most people use pits	insufficient service in sub urban parts	still pose a problem	extensive pipeline 24 h/day (failure only available discharges on river most people use pits
future	new water sources	no laws available	HOG	groundwater pollution	no separation	contamination	groundwater pollution	no separation	contamination	water pollution due to limited access to basic sanitation (pitlatrines)	transmission of diseases	pollution water resources	-increasing water rate, random dumping necessary investments living spots, water quality, flooding, road stuffing employees, politics, negative appearance erosion	transmission of diseases	pollution water resources	-increasing water rate, random dumping necessary investments living spots, water quality, flooding, road stuffing employees, politics, negative appearance erosion	transmission of diseases	pollution water resources	-increasing water rate, random dumping necessary investments living spots, water quality, flooding, road stuffing employees, politics, negative appearance erosion
problems	contamination of aquifers	logistics	cholera	connection sharing, illegal commercial or domestic contract	waste dumping, on living spot, road stuffing	sol, groundwater pollution river	connection sharing, illegal commercial or domestic contract	waste dumping, on living spot, road stuffing	sol, groundwater pollution river	water pollution due to limited access to basic sanitation (pitlatrines)	transmission of diseases	transmission of diseases	necessary investments living spots, water quality, flooding, road stuffing employees, politics, negative appearance erosion	water pollution due to limited access to basic sanitation (pitlatrines)	transmission of diseases	transmission of diseases	necessary investments living spots, water quality, flooding, road stuffing employees, politics, negative appearance erosion	water pollution due to limited access to basic sanitation (pitlatrines)	transmission of diseases
improvement	increasing Barros	all waste landfilled/ water transportation	HIV resistance	domestic contract	landfill equipment	pollution river	domestic contract	landfill equipment	pollution river	100% coverage	substantial improvement by landfill	need investments	payment system suitable landfill	100% coverage	substantial improvement by landfill	need investments	payment system suitable landfill	substantial improvement by landfill	need investments
relation	control-monitoring municipal, environmental control what water can be used for the future	strategic policies management systems filled up landfills special planning cooperation/awareness	awareness hygiene	service level (poor) pay only for actual consumption	education dealing with waste new landfill	traditional improved pitlatrines	service level (poor) pay only for actual consumption	education dealing with waste new landfill	traditional improved pitlatrines	guarantee no pollution in main boreholes site construction safe drinking water over the bridge	transmission of diseases	expand sewage and stormwater system build improved pitlatrines	higher educated people preventing corrosion automation, efficiency waste bins, busstation etc. etc. etc. maintain order	guarantee no pollution in main boreholes site construction safe drinking water over the bridge	transmission of diseases	expand sewage and stormwater system build improved pitlatrines	higher educated people preventing corrosion automation, efficiency waste bins, busstation etc. etc. etc. maintain order	transmission of diseases	expand sewage and stormwater system build improved pitlatrines
health	great importance to public health	clearly	lack of sanitation means infant mortality, more than caused by drinking water	without good health possible	links are seen but there are no diseases	no case of cholera for 4 years now	without good health possible	links are seen but there are no diseases	no case of cholera for 4 years now	good quality of water has a positive influence on human health	transmission of diseases such as cholera is a serious problem	lack of sanitation causes an increase in various disease	poorly influence to lea dumps attracts stench, liquids and smoke causes diseases	good quality of water has a positive influence on human health	transmission of diseases such as cholera is a serious problem	lack of sanitation causes an increase in various disease	poorly influence to lea dumps attracts stench, liquids and smoke causes diseases	transmission of diseases such as cholera is a serious problem	lack of sanitation causes an increase in various disease
availability	enough resources	no effective system	small storage capacity	availability last 7 years	short term thinking	nothing	availability last 7 years	short term thinking	nothing	good access	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made	good access	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made	good access	service limited to urban zone
accessibility	network not everywhere available	irregular collection broken bags by dogs	In current septic tank collected by MS and than what???	30 to 93% accessibility OK	visual clean important no chain thinking hide and shift problems	public and domestic bad service bad education	30 to 93% accessibility OK	visual clean important no chain thinking hide and shift problems	public and domestic bad service bad education	85-90% Flapag still working on expanding coverage	insufficient service in sub urban parts	still pose a problem	extensive pipeline 24 h/day (failure only available discharges on river most people use pits	85-90% Flapag still working on expanding coverage	insufficient service in sub urban parts	still pose a problem	extensive pipeline 24 h/day (failure only available discharges on river most people use pits	85-90% Flapag still working on expanding coverage	insufficient service in sub urban parts
future	quality threats	current system is	contamination water resources	next year starts repair, ban investment/bank	high risks, control, training, education, management capacity, low priority so no money available	urban and rural effects environmental, health, at rural and municipality level, relations are not seen yet, HYGIENE!!!!!!!	quality threats	current system is	contamination water resources	good quality of water has a positive influence on human health	transmission of diseases such as cholera is a serious problem	lack of sanitation causes an increase in various disease	poorly influence to lea dumps attracts stench, liquids and smoke causes diseases	quality threats	current system is	contamination water resources	next year starts repair, ban investment/bank	high risks, control, training, education, management capacity, low priority so no money available	urban and rural effects environmental, health, at rural and municipality level, relations are not seen yet, HYGIENE!!!!!!!
problems	the next 2-3 year due to not working for the wells next to customers medium and long term some already left environmental degradation (coliforms and nitrate)	environmental degradation (coliforms and nitrate)	increasing population increasing problems	sanitation tax is in the water bill	integrated approach reduce capacity problem by separated waste collection and self composting	people not aware of dangers and risks	the next 2-3 year due to not working for the wells next to customers medium and long term some already left environmental degradation (coliforms and nitrate)	environmental degradation (coliforms and nitrate)	increasing population increasing problems	sanitation tax is in the water bill	integrated approach reduce capacity problem by separated waste collection and self composting	people not aware of dangers and risks	the next 2-3 year due to not working for the wells next to customers medium and long term some already left environmental degradation (coliforms and nitrate)	environmental degradation (coliforms and nitrate)	increasing population increasing problems	sanitation tax is in the water bill	integrated approach reduce capacity problem by separated waste collection and self composting	people not aware of dangers and risks	the next 2-3 year due to not working for the wells next to customers medium and long term some already left environmental degradation (coliforms and nitrate)
improvement	resources outside city education /training upgrading service level awareness	education /training upgrading service level awareness	start sanitation service education program	No sanitation tax is in the water bill	integrated approach reduce capacity problem by separated waste collection and self composting	people not aware of dangers and risks	resources outside city education /training upgrading service level awareness	education /training upgrading service level awareness	start sanitation service education program	good quality of water has a positive influence on human health	transmission of diseases such as cholera is a serious problem	lack of sanitation causes an increase in various disease	poorly influence to lea dumps attracts stench, liquids and smoke causes diseases	resources outside city education /training upgrading service level awareness	education /training upgrading service level awareness	start sanitation service education program	No sanitation tax is in the water bill	integrated approach reduce capacity problem by separated waste collection and self composting	people not aware of dangers and risks
health	well trained tech. staff invest in management, improved quality pipe equipment and experts materials	equipment and experts collaborate public works	integrated cooperation	quality, quantity and access to waste dumping	high risk by random waste dumping	people not aware of dangers and risks	well trained tech. staff invest in management, improved quality pipe equipment and experts materials	equipment and experts collaborate public works	integrated cooperation	good quality of water has a positive influence on human health	transmission of diseases such as cholera is a serious problem	lack of sanitation causes an increase in various disease	poorly influence to lea dumps attracts stench, liquids and smoke causes diseases	well trained tech. staff invest in management, improved quality pipe equipment and experts materials	equipment and experts collaborate public works	integrated cooperation	quality, quantity and access to waste dumping	high risk by random waste dumping	people not aware of dangers and risks
relation	water is essential to health	obvious	contact with faeces increases the risk on diseases	quality, quantity and access to waste dumping	high risk by random waste dumping	people not aware of dangers and risks	water is essential to health	obvious	contact with faeces increases the risk on diseases	good access	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made	good access	service limited to urban zone	urban zones covered	great progress is made	good access	service limited to urban zone
availability	Bairro Marien Ngoubi	solid waste	sanitation	drinking water	solid waste	sanitation	Bairro Patrice Lumumba	solid waste	sanitation	Unidade 8-10-11	solid waste	sanitation	Unidade 9 en 13	solid waste	sanitation	Unidade 9 en 13	solid waste	sanitation	Unidade 9 en 13
accessibility	60-70% black spots no clear connection program	1 offering point per street MS irregular, plastic bags broken by dogs	satisfied with present situation	sharing connection others Handpump 1 MTC/20 liter	1 x week collection not enough, waste dumping on living spot	satisfied with present situation	60- 99% high access no pressure during daytime	no accessibility MS Bairro 11 plastic bags broken by dogs	satisfied with present situation	60- 99% high access no pressure during daytime	no accessibility MS Bairro 11 plastic bags broken by dogs	satisfied with present situation	>50% sharing connection with 3 families very satisfied	barrio 8,9,13 use landfil barrio 13 barrio 10-11 have municipal services, collecting irregular	barrio 8,9,13 use landfil barrio 13 barrio 10-11 have municipal services, collecting irregular	>50% sharing connection with 3 families very satisfied	barrio 8,9,13 use landfil barrio 13 barrio 10-11 have municipal services, collecting irregular	barrio 8,9,13 use landfil barrio 13 barrio 10-11 have municipal services, collecting irregular	>50% sharing connection with 3 families very satisfied
future	connection cost high pressure, pipes crack destroyed on	old truck often broken waste dumping on living spot taxes SW/E unfair policy	stench problem loss of space	water bill not based on taxes SW/E high water pressure, leakage, ponding afford for fine	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin	often move pit causes loss of space distance pit and house vermin
problems	water saving	good collection schemes	comprehensive sanitation (pricesless) so septic tank means no improvement	more distribution points	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt
improvement	reliable equipment	extra vacuum truck	comprehensive sanitation (pricesless) so septic tank means no improvement	more distribution points	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	more distribution points	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt
relation	water saving	good collection schemes	comprehensive sanitation (pricesless) so septic tank means no improvement	more distribution points	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	water saving	good collection schemes	comprehensive sanitation (pricesless) so septic tank means no improvement	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	water saving	good collection schemes	comprehensive sanitation (pricesless) so septic tank means no improvement	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt	education by use of bricks -maintenance by us of salt
health	cholera and diarrhoea are no issue only malaria and HIV	rats, cockroaches	flies, cockroaches	good quality requirement related to drinking	mosquitos malaria	paying kids diarrhoea	good quality requirement related to drinking	mosquitos malaria	paying kids diarrhoea	good quality -no complains	storage far away from the houses kids playing with waste	malaria education from hospital and healthcare in rainy season	education in area by health departement	good quality -no complains	storage far away from the houses kids playing with waste	malaria education from hospital and healthcare in rainy season	education in area by health departement	good quality -no complains	storage far away from the houses kids playing with waste

BIJLAGE 10 SITUERING DIEPE EN ONDIEPE DRINKWATERPUTTEN



Punaises; Fipag drinkwaterputten, situering in relatie met het nitraatgehalte.

Nitraatgehalten: rood >50, geel >25 <50, groen <25, wit geen analyse

Ballonen; ondiepe drinkwaterbronnen, situering in relatie met het nitraatgehalte.

Nitraatgehalten: rood >20 , <50, geel >10 <20, groen <10, wit geen analyse

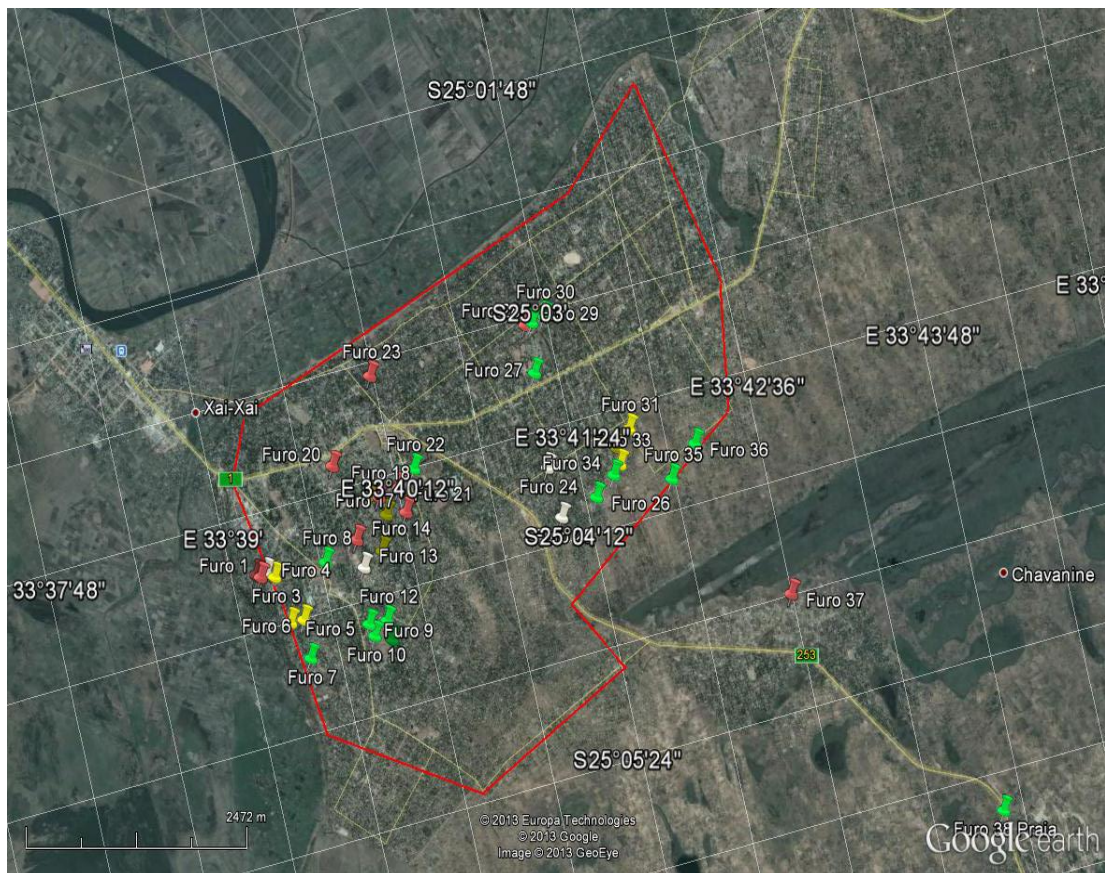
BIJLAGE 11 WATERKWALITEIT IN RELATIE MET KENMERKEN VAN DE FIPAG WINPUTTEN

Furo nr	Zone nr	Picture nr	Condition	Level a.see (m)	pH	Nitrate NO3- mg/l	Description surrounding	presents solid waste
1	Bairro 13	180-183	good	71	>6,43 <6,66	>50	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
2	Bairro 13	188-191	good	66	>6,53 <6,65	>50	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
3	Bairro 13	193-196	resenable	61	>6,39 <7,7	>25 <50	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	yes
4	Bairro 13	no pict.	resenable	60	no analyses	no analyses	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
5	Bairro 13	173-176	good	72	no analyses	no analyses	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
6	Bairro 13	160-163	good	51	>6,36 <7,47	>25 <50	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
7	Bairro 13	167-170	good	80	>6,36 <6,94	<25	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
8	Bairro 13	201-205	good	65	>6,49 <6,94	<25	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
9	Bairro 11	150-153	good	51	>6,58 <7,07	<25	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
10	Bairro 11	156-159	good	49	>6,5 <6,76	<25	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
11	Patrice Lumumba	146-149	good	33	>6,49 <6,70	<25	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
12	Patrice Lumumba	141-145	good	45	6,62	<25	living area / little corn field	no
13	Bairro 11	241-244	demolished	79	no analyses	no analyses	high dunes, border line densely populated living area	no
14	Bairro 11	210-213	bad	60	6,68	no analyses	high dunes, border line densely populated living area	yes
15	Bairro 11	214-217	resenable	50	>7,14 <7,2	>25 <50	high dunes, clean, poor, densely populated clean living area	no
16	Bairro 11	59-62	good	25	7,14	>25 <50	poor clean living area	no
17	Bairro 11	63-69	resenable	29	>6,14 <7,3	>50	poor clean living area	no
18	Bairro 11	55-58	resenable	29	6,19	>50	living area (Fipag district office)	no
19	Bairro 11	51-54	good	26	>6,38 <6,97	>25 <50	living area (Fipag district office)	no
20	Bairro 11	136-140	resenable	34	>6,37 <6,79	>50	outside living area, industrial/agraric area (middle of corn field)	no
21	Bairro 11	76-79	resenable	40	>6,31 <6,42	>50	living area	no
22	Bairro 11	80-83	good	43	>6,15 <6,98	<25	living area border line / agraric region	yes
23	Bairro 7	218-222	resenable	19	>6,31 <6,42	>50	countryside, border line living area, very basic living	yes
24	Inhamissa 6	225-228	resenable	19	no analyses	no analyses	countryside, clean, very poor living area	no
25	Inhamissa 6	84-87	good	29	no analyses	no analyses	agraric countryside, very basic living	no
26	Inhamissa 6	113-116	good	80	6,7	<25	high dune, border line living area / agraric area	no
27	CFPP	118-121	good	37	>6,53 <7,25	<25	living / agraric area, next to road to Inhambane	no
28	CFPP	132-135	good	38	>6,36 <7,07	<25	living / agraric area	no
29	CFPP	123-126	resenable	32	>6,43 <6,54	>50	living / agraric area	no
30	CFPP	127-130	resenable	24	>6,67 <7,08	<25	living area	yes
31	Inhamissa 6	97-100	good	35	>6,51 <7,07	>25 <50	wildness	no
32	Inhamissa 6	236-240	resenable	42	>6,42 <6,65	>25 <50	living area border line / agraric region	no
33	Inhamissa 6	88-91	good	36	>6,62 <6,85	>25 <50	agraric countryside, very basic living	no
34	Inhamissa 6	92-95	good	38	>6,94 <7,42	<25	agraric countryside, very basic living	no
35	Marien Nguaby	100-105	good	56	6,76	<25	higher dunes Living area border line / agraric region	no
36	Marien Nguaby	108-111	good	59	>6,44 <6,52	<25	higher dunes Living area border line / agraric region	no
37	Chinunguine	245-246	not connected	25	>6,31 <6,42	>50	agraric region, new neighborhood construction area	no
38	Praia	249-252	good	13	6,75	<25	agraric area	no
Poc1	Praia	253-257	bad	12	6,87	<25	living area next to the beach	yes
General remarks								
most of the wells not proper closed								
malfunction of entrance gates								
X	furos not in use							

BIJLAGE 12 WATERKWALITEIT IN RELATIE MET KENMERKEN VAN DE ONDIEPE WATERPUTTEN

HP nr	Zone nr	Picture nr	Condition	Level a. see (m)	Water table (-m)	pH	Nitrate NO3- mg/l	Description surrounding
HP1	Patrice Lumumba	289-294	broken	6		no analyses	no analyses	B3QB low dence populated poor living/agraric area
HP2	Patrice Lumumba	295-298	good	9		>6 <7	<2	B3QG low dence populated poor living/agraric area
HP3	Bairo 6	301-304	good	61		7	>2 <5	2000 jasse/paia low dence populated poor living/agraric area
HP4	Bairo 6	305-311	good	35		7	>2 <5	2000 jasse/paia low dence populated poor living/agraric area
HP5	Chinunquine	312-315	resenable	12		>6 <7	<1	BCQ3 low dence populated poor living/agraric area
HP6	Inhamissa	316-319	good	51		>6 <7	>2 <5	escola Unidade 5
HP7	Marien Nguaby	331-334	resenable	15		7	<2	B2QC low dence populated poor living/agraric area
HP8	Marien Nguaby	106	broken	56		no analyses	no analyses	high dunes area, low dence populated poor living/agraric area
HP9	Marien Nguaby	335-339	resenable	15		>6 <7	<2	Unidade 7, low dence populated poor living/agraric area
HP10	Praia	365-272	resenable	8	?	6	<2	agraric area, nurcery Praia next to landfill
HP11	Praia	373-376	bad	6	10	no analyses	no analyses	agraric area, women water tap
HP12	Bairo 8	394-397	bad	10	3	6	>20<50	border line agraric/dencely populated poor living area
HP13	Bairo 8	398-401	bad	10	3	6	>20<50	border line agraric/dencely populated poor living area
HP14	Bairo 8	421-424	bad	1	1,5	6	>10<20	border line agraric/dencely populated poor living area
HP15	Bairo 13	214-217	resenable	1	3	6	>10<20	QA border line agraric/dencely populated poor living area
HP16	Patrice Lumumba	402-406	very bad	2	4	8	<2	B1 border line agraric/low dencely populated poor living area
HP17	Patrice Lumumba	407-410	resenable	4	5	7	>10<20	B1QC border line agraric/low dencely populated poor living area
HP18	Bairo 13	425-429	resenable	0	3	>6 <7	>2 <5	QB border line agraric/ dencely populated poor living area
HP19	Patrice Lumumba	431-434	good	9		>7 <8	>5 <10	QF low dencely populated poor living area
HP20	Patrice Lumumba	435-438	resenable	17		>7 <8	>2 <5	QB low dencely populated poor living area
HP21	Patrice Lumumba	441-444	resenable	26		7	<2	QA low dencely populated settling area
HP22	Marien Nguaby	447-451	good	17		6	>10<20	QH dencely populated poor living area
HP23	Marien Nguaby	452-456	bad	10	5	6	>10<20	U3 borderline, dencely populated poor living area
HP24	Marien Nguaby	457-462	bad	8	2	7	<2	U3 borderline, dencely populated poor living area, escola MTST
HP25	Marien Nguaby	463-468	bad	5	0,5	7	<2	U3 borderline, dencely populated poor living area
HP26	Bairo 11	481-484	broken	21		no analyses	no analyses	Escola primera U11, decely living area
HP27	Marien Nguaby	491-496	bad	15	8	>6 <7	>2 <5	low dencely populated poor living/agraric area
HP28	Chonquiene	504-507	resenable	43		>6 <7	>2 <5	higher dunes, very poor low dencely living/agraric area
HP29	Chonquiene	508-511	broken	45		no analyses	no analyses	higher dunes, very poor low dencely living/agraric area
HP30	Chonquiene	512-515	resenable	16	5	6	>2 <5	very poor low dencely living/agraric area
HP31	Chonquiene	516	bad	18	?	no analyses	no analyses	very poor low dencely living/agraric area
HP32	Chonquiene	517-521	resenable	27		>6 <7	>2 <5	very poor low dencely living/agraric area
HP33	Chonquiene	522-525	bad	8	5	>6 <7	>2 <5	very poor low dencely living/agraric area
HP34	escola Macambacuine	665-668	bad	19		>6 <7	>5 <10	poor low dencely living area
HP35	escola Fenecilline	767-770	very bad	8		>8 <9	>2 <5	lower area before de limpopo bridge
HP36	Chimanque	286-288	river	8		no analyses	no analyses	Very poor living area over the limpopo bridge
General remarks								
X	not in use							

BIJLAGE 13 XAI-XAI; REGENWATEROPVANGGEBIED



Situering Fipag drinkwaterputten in het infiltratiegebied.

Infiltratiegebied is rood omlijnt aangegeven

Punaises; Fipag drinkwaterputten, situering in relatie met het nitraatgehalte. Punaises;
Nitraatgehalten: rood >50, geel >25 <50, groen <25, wit geen analyse

BIJLAGE 14 DATA HOEVEELHEID EN SAMENSTELLING FECALIËN PER CAPITA IN VERSCHILLENDE LANDEN

contingent/country/diet	urine l/cap, day	feaces l/cap, day	faeces kg/cap, day
Europe	1.2	0.15	
Netherlands	1.5	0.19	
Sweden	1.5	0.4	0.14
Noth America	1.2	0.15	0.9
South America			
Peru (rural indians)			0.32
Asia			
China	1.6	0.3	0.26
India			0.28
Tailand*	0.6 - 1.2		
Malaysia			0.48
Africa			
Kenya		0.52	0.52
Uganda (villagers)			0.47
high-protein diet (temperate climate)	1.2		0.12
vegetarian diet (tropical climate)	1.0		0.4
not specified	0.8 - 1.5		
not specified	1.37	0.14	

Gerapporteerde hoeveelheden urine en feces (volwassenen) in verschillende publicaties. *Bron WASTE; fact sheet on sanitation Mirjam Geurts 2005)*

* Schouw et al., 2002

country		nitrogen kg/cap,yr	phosphorus kg/cap,yr	potassium kg/cap, yr
China	excreta	4.0	0.6	1,8
	urine	3.5	0.4	1,3
	feaces	0.5	0.2	1,3
Haiti	excreta	2.1	0.3	1,2
	urine	1.9	0.2	0,9
	feaces	0.3	0.1	0,9
India	excreta	2.7	0.4	1,5
	urine	2.3	0.3	1,1
	feaces	0.3	0.1	0,4
South Africa	excreta	3.4	0.5	1,6
	urine	3.0	0.3	1,2
	feaces	0.4	0.2	0,4
Uganda	excreta	2.5	0.4	1,4
	urine	2.2	0.3	1,0
	feaces	0.3	0.1	0,1

Nutriënten uitscheiding per hoofd van de bevolking in verschillende landen

bron; Jönsson & Vinnerås, 2004

Fipag drinkwaterputten

ondiepe drinkwaterbronnen

stortplaatsen, auto-garage/sloperij/schade herstel/spuiterij,
gemeente werf, accu-sloperij.

tankstations

BIJLAGE 16 OVERZICHT SCHOOLSANITATIEPROJECTEN

	schools	total area		infiltration area	
		number pupils	number teacher	number pupils	number teacher
1	EPC Jozina Machel	1149	24		
2	EP1 U2 Inhamissa	558	16	558	16
3	EPC U1 Inhamissa	757	19	757	19
4	EPC 25 de Maio	712	20		
5	EPC Anexa ao IFP	944	38	944	38
6	EPC U3 Patricice L.	2570	46	2570	46
7	EPC U1 Patricice L.	2173	38	2173	38
8	EPC 7 de Outubro	1536	40	1536	40
9	EPC Marien Ngouabi	3400	80	3400	80
10	EPC 4 Outubro	1691	38	1691	38
11	EPC Mao Tze-Tung	1122	22	1122	22
12	EPC U11	2000	35	2000	35
13	EPC Amilcar Cabral	1177	33	1177	33
14	EPC Eduardo Mondlane	1138	26	1138	26
15	EPC 25 de Setembro	1346	24	1346	24
16	EPC Macawine	635	15		
17	EPC Macambacuine	654	15		
18	EP1 Matsengane	108	5		
19	EP1 Macandene	116	5		
20	EP1 Jovucaze	174	5		
total		23960	544	20412	455

Overzicht van de door FUSP uitgevoerde schoolsanitatatieprojecten
(bron; www.schoonwatervoormozambique jaarverslag 2010)

BIJLAGE 17 BASIS OPZET AFVALVERWERKINGSINRICHTING

