

ALTERNATIEWE LAE KOSTE RIOOLSTELSELS

P.A. ROSSOUW

CAPE/KAAPSE TECHNIKON
LIBRARY ITEM: 97000270



44056 .

ALTERNATIEWE LAE KOSTE RIOOLSTELSELS


Pieter Arnold Rossouw
8803188

Proefskrif ingelewer ter
gedeeltelike voldoening
aan die vereistes van die
MEESTERS DIPLOMA IN
TEGNOLOGIE (water) by die
skool vir Siviele
Ingenieurswese aan die
Kaapse Technikon.
Datum van indiening:
Desember 1992

VERKLARING

Ek, die ondergetekende, verklaar hiermee dat die werk in hierdie proefskrif vervat my eie oorspronklike werk is wat nog nooit vantevore geheel of gedeeltelik by enige ander instansie ter verkryging van 'n kwalifikasie voorgelê is nie.

Die menings hierin uitgespreek is my eie en nie noodwendig die van die Kaapse Technikon of enige firma wat ek mag verteenwoordig nie.



.....
HANDTEKENING

1/2/1992.....

DATUM

ERKENNINGS

Dankbetuiging word gerig aan die volgende persone en instansies:

My interne studieleier, mnr P. Slatter.

My eksterne studieleier, mnr C. F. Theart.

Die bibliotekpersoneel van die firma Ninham Shand Ing. in Kaapstad wat behulpsaam was met die opsporing van die bronne.

Die direkteure en personeel van die Bellville en Stellenbosch kantore van die firma Ninham Shand Ing. vir al hul raad, hulp en bystand.

Die direkteure en personeel van die firma Wouter Engelbrecht Ing. vir al hul raad, hulp en bystand asook finansieële ondersteuning om die proefskrif te voltooi.

My vrou, Renate, vir al haar ondersteuning en hulp met die skryf van hierdie proefskrif.

INHOUD

VERKLARING

ERKENNINGS

INHOUDSOPGAWE

LYS VAN TABELLE

LYS VAN FIGURE

LYS VAN BYLAES

WOORDELYS

SAMEVATTING

SUMMARY

INHOUDSOPGAWE

Bladsy

Hoofstuk 1 : Inleiding

1.1	Oorsig	1
1.2	Alternatiewe Rioolstelsels	2
1.3	Wat is lae koste sanitasie?	3
1.4	Sanitasie, watervoorsiening en gemeenskapsgesondheid	4
1.5	Opsomming	6

Hoofstuk 2 : Rioolstelsels

2.1	Inleiding	7
2.2	Rioolverwyderingstelsels	8
2.2.1	Verwerking	9
2.2.1.1	Verwerking op terrein	9
2.2.2.2	Verwerking op 'n ander terrein	11
2.2.2	'Nat-' of 'droeë' stelsels	11
2.3	Konvensionele gravitasierioolstelsels	12
2.3.1	Ontwerpsprosedures	13
2.3.2	Voor- en nadele	13
2.4	Septiese tenks	14
2.4.1	Beskrywing	15
2.4.2	Die Tenk	15

2.4.2.1	Uitsakking van die gesuspendeerde solides	18
2.4.2.2	Biologiese proses	18
2.4.2.3	Opgaar van slyk en skuim	19
2.4.2.4	Verwyderingstelsel	19
2.4.3	Ontwerpprosedure	20
2.4.4	Voor- en Nadele	22
2.5	Bewaartenks	23
2.5.1	Ontwerpprosedure	23
2.5.2	Voor- en nadele	24
2.6	Putlatrines	24
2.6.1	Beskrywing	25
2.6.2	Ontwerpprosedure	25
2.6.3	Voor- en nadele	26
2.7	Emmerstelsel	30
2.7.1	Ontwerpprosedure	31
2.7.2	Voor- en nadele	31
2.8	Gietspoelstelsel	32
2.8.1	Ontwerpprosedure	32
2.8.2	Voor- en nadele	35
2.9	Waterlatrine	35
2.9.1	Konvensionele waterlatrine	36
2.9.2	Self vul waterlatrine	36
2.9.3	Aflaat waterlatrine	37
2.9.4	Ontwerpprosedure	37
2.9.5	Voor- en nadele	39
2.10	Opsomming	40

Hoofstuk 3 : Lae Koste Riolverwyderingsmetodes

3.1	Inleiding	41
3.2	Verwerkingstelsel op die terrein	41
3.2.1	Beskrywing	41
3.2.2	Ontwerpsprosedure	43
3.2.3	Sosiale, Ekonomiese en Politiese gevolge	44
3.3	Riolverwydering na 'n ander terrein	46
3.3.1	Konvensionele riolverwyderingstelsels	47
3.3.1.1	Beskrywing	47

Hoofstuk 6: Ontwerps voorbeeld: Klein Diameter Riool netwerk

6.1	Scenario	85
6.2	Berekeninge	85
6.2.1	Kolom 1: Stasie	85
6.2.2	Kolom 2: Stasie Hoogte	86
6.2.3	Kolom 3: Afstand	86
6.2.4	Kolom 4: Hoogte verskil	86
6.2.5	Kolom 5: Lengte van seksie	86
6.2.6	Kolom 6: Gemiddelde helling	86
6.2.7	Kolom 7: Aantal aansluitings	87
6.2.8	Kolom 8: Ontwerps vloei	87
6.2.9	Kolom 9: Pyp diameters	87
6.2.10	Kolom 10: Vloei by vol pyp toestand	87
6.3	Opsomming	88

Hoofstuk 7: Lae Koste Riolverwerkingsmetodes

7.1	Inleiding	91
7.2	Vleilande	92
7.2.1	Inleiding	92
7.2.2	Stikstof	93
7.2.3	Fosfor	96
7.2.4	Organiese materiale	99
7.2.5	Swaar metale	100
7.2.6	Patogene	102
7.2.7	Ontwerpsriglyne	103
	7.2.7.1 Terrein	103
	7.2.7.1 Algemene Afmetings	107
	7.2.8 Opsomming	107
7.3	Rietbeddings	107
7.4	Grondsypelbeddings	110
7.5	Gevolgtrekking	116

3.3.2	Kleindiameter riole	47
3.3.2.1	Beskrywing	47
3.3.2.2	Toepassing in die Suid-Afrikaanse milieu	51
3.3.2.3	Voordele van die klein diameter rioolstelsel bo 'n konvensionele stelsel	52
3.3.2.4	Ontwerp	54
3.4	Opsomming	56

Hoofstuk 4: Biologiese Prosesse

4.1	Inleiding	57
4.2	Fisiese Eienskappe	58
4.3	Chemiese eienskappe	59
4.4	Biologiese Rioolverwerking	62
4.4.1	Ensieme	62
4.4.2	Biologiese groei	62
4.5	Biologiese prosesse van belang in 'n septiese tenk	64
4.5.1	Anaërobiese proses	64
4.5.2	Aërobiese proses	67
4.5.3	Versnelling van die Biologiese proses	68
4.6	Opsomming	69

Hoofstuk 5: Ontwerp van die onderskepper vir 'n Klein Diameter Rioolstelsel

5.1	Inleiding	72
5.2	Voorafvervaardigde tenks	73
5.3	Ontwerp van onderskepper	77
5.3.1	Hidrouliese vloei	79
5.3.2	Biologiese vloei	79
5.3.3	Stoorvermoë	80
5.3.4	Ventilasie	81
5.3.5	Noodoorloop	81
5.4	Ontwerpsvoorbeeld	81
5.5	Opsomming	83

Hoofstuk 8: **Sintese**

8.1	Inleiding	117
8.2	Standaarde	118
8.3	Kostes	119
8.4	Aanvaarbaarheid	120
8.5	Gevolgtrekking	121
8.6	Toekomstige navorsing	122
	Verwysingslys/Bronnelys	123

LYS VAN TABELLE

Tabel 2.1:	Tempo van skuim en slyk aanwas	21
Tabel 4.1:	Resultate van chemiese toetse op septiese tenks wat met bio-ensieme behandel is	70
Tabel 6.1:	Berekeninge van 'n klein diameter rioolnetwerk	89
Tabel 7.1:	Verskillende waterkwaliteit standaarde	91
Tabel 8.1:	Verskillende moontlike kostes vir verskillende rioolstelsels	119

LYS VAN FIGURE

Figuur 2.1:	Die samestelling van 'n gemiddelde huis se rou riool per volume	7
Figuur 2.2:	Skematiese voorstelling van 'n gemiddelde huis se rou riool	8
Figuur 2.3:	Generiese Klassifikasie van Rioolverwyderingstelsels	10
Figuur 2.4:	'n Tipiese septiese tenk	17
Figuur 2.5:	Sones in 'n tipiese septiese tenk	18
Figuur 2.6a:	Septiese tenk kapasiteite vir huise	21
Figuur 2.6b:	Septiese tenk kapasiteite vir ander geriewe	22
Figuur 2.7a:	Verbeterde geventileerde putlatrine	28
Figuur 2.7b:	Dubbele geventileerde putlatrine	29
Figuur 2.8:	Detail van 'n "Ballam waterslot"	34
Figuur 2.9:	'n Tipiese waterlatrine stelsel	38
Figuur 3.1:	Vloiediagram vir rioolverwerking op terrein	43
Figuur 3.2:	Tipiese erf riool uitleg	49
Figuur 4.1:	Grafiek wat die verhouding tussen die aggressiwiteit van huishoudelike riool en die volume oor 'n 24 uur periode toon	57
Figuur 4.2:	Biologiese groeikurwe van mikro-organismes	63
Figuur 4.3:	'n Skematiese voorstelling van die anaërobiese proses	65
Figuur 5.1:	1750 liter voorafvervaardigde septiese tenk	75

Figuur 5.2:	1750 l voorafvervaardigde septiese tenk	76
Figuur 6.1:	Tipiese lengtesnit	90
Figuur 7.1:	Hoof meganismes vir die verwydering van Stikstof	94
Figuur 7.2:	Hoof meganismes vir die verwydering van Fosfor	97
Figuur 7.3:	Tipiese dwarsnit van 'n Rietbedding	108
Figuur 7.4:	Gesuspendeerde Soliedes konsentrasie, voor en na behandeling	109
Figuur 7.5:	BSB konsentrasies, voor en na behandeling	109
Figuur 7.6:	Grond tekstuur klassifikasie driehoek	111
Figuur 7.7:	Details van 'n sypel sloot	112
Figuur 7.8:	Detail van 'n sypelput	113
Figuur 7.9:	Visgraat uitleg van sypelstrate	114
Figuur 7.10:	Evapotraspirasie beddings	115
Figuur 7.11:	Detail van 'n wal evapotraspirasie stelsel	116
Figuur 8.1 :	Bedryfskoste vergelyking tussen 'n paar alternatiewe rioolstelsels	120

LYS VAN BYLAES

- BYLAE A:** Riglyne vir die ontwerp van konvensionele rioolnetwerke soos vervat in "**Guidelines for provision of engineering services for residential townships**" soos vervat in die handleiding van die destydse departement van Gemeenskaps Ontwikkeling.
- BYLAE B:** Brosjures vir **Voorafvervaardigde alternatiewe rioolstelsels** beskikbaar in Suid-Afrika.
- BYLAE C:** **Formules vir die ontwerp van septiese tenks** soos vervat in "The Design of small bore sewer systems" deur R.J. Otis en D.D. Mara en "Alternative Sewer Systems" deur H.E. Schmidt et al.
- BYLAE D:** **Voorgestelde interseptor tenks vir 'n Klein Diameter Rioolstelsel.**
- BYLAE E:** **Vereistes vir die kwaliteit van die afvalwater vanaf Riolsuiwerings aanlegte.** Staatskoerant, 18 Mei 1984.
- BYLAE F:** Brosjures vir **Bio ensiem-samestellings wat komersieël beskikbaar is**, soos vervaardig deur: SANNITREE (PTY) LTD. en SERVAC (PTY) LTD.
- BYLAE G:** **Tabelle vir die Berekening van afvalwater hoeveelhede** soos vervat in: "A Guide to the use of Septic Tank Systems in South Africa"; deur R. J. L. C. Drews en "Septic Tank Systems" deur D. C. de Villiers

WOORDELYS

sanitasie - verbetering van gesondheidkondisies; aanleg van 'n sanitêre stelsel

rioolstelsel - die saamstel van riole van 'n dorp of stad

ekskresie - afskeiding van stowwe wat vir die liggaam onbruikbaar is.

ekskreta - uitwerpsels

bentoniet - kleisoort uit verweerde vulkaniese as wat groot hoeveelhede water kan opneem

epifiet - 'n plant wat op en met behulp van ander plante, maar nie parasities nie, groei

SAMEVATTING

Statistieke toon dat die bevolking in Suid-Afrika binne die volgende 25 jaar gaan verdubbel, terwyl die stedelike bevolking gedurende dieselfde tyd gaan vervierdubbel. Daar word verwag dat die grootste bevolkingstoename in die lae inkomstegroep, waarvan die grootste deel ongeskoold is, gaan plaasvind.

Verskeie stede en dorpe in ons land kan uit ondervinding oor die afgelope 4 of 5 jaar getuig van die onaanvaarbare gesondheidsrisiko wat deur onbeheerde en onbeplande plakkery meegebring word. Aangesien konvensionele gravitasieriolering baie duur is om te installeer en die metodes wat vir die verwerking en suiwering van die afvalwater gebruik word soms 'n hoogs tegnologiese en dus duur grondslag het, is dit noodsaaklik om alternatiewe vorms van rioolverwydering en riolsuiwering te ondersoek. Die klem moet val op 'n bekostigbare en geskikte alternatiewe vorm van sanitasie.

Uit hierdie ondersoek het dit geblyk dat rioolverwyderingstelsels hoofsaaklik in drie groepe verdeel kan word. Eerstens is daar die stelsels waar die riool op die terrein verwerk word, tweedens kan riool vanaf die terrein op 'n ander neutrale terrein verwerk word of, in die derde geval kan 'n kombinasie van die twee stelsels gebruik word.

Die term 'verwerking op terrein' verwys na die verwerking of gedeeltelike verwerking van riool op terrein. Stelsels wat onder hierdie kategorie ressorteer, is gewoonlik die goedkoopste, maar hou in sommige gevalle 'n gesondheids- en besoedelingsgevaar in. Die volgende stelsels word onder hierdie kategorie geklassifiseer: Putlatrines, Giet-Spoel

stelsels, Reid se reuklose klosette, Septiese tenks en Aqua-Privies

Rioolstelsels wat riool op 'n ander terrein verwerk, is oor die algemeen duur. Die aanvanklike installeringskoste asook die bedryfskoste van die meeste van hierdie stelsels is gewoonlik buite die bereik van ontwikkelende gemeenskappe. Die tipe stelsel kan in twee groepe verdeel word. Die eerste groep maak gebruik van die hidrouliese vloeikapasiteit van water onder gravitasie of druk. Konvensionele spoelrioolstelsels en die klein diameterstelsel val in hierdie groep. Die tweede groep se riool word op die erf versamel vanwaar dit op 'n meganiese wyse verwyder word. Onder hierdie groep kan die emmerstelsel, bewaartenks asook die vakuumstelsel as voorbeelde dien.

Die konvensionele stelsel sal altyd die norm wees waarteen 'n rioolstelsel beoordeel word. Daarom is dit noodsaaklik dat 'n goedkoper plaasvervanger wat dieselfde doel dien, maar teen 'n laer koste geïnstalleer en bedryf kan word, gevind word. Hierdie stelsel moet nie net 'n korttermyn oplossing bied nie, maar waar moontlik moet hy die konvensionele riool vervang.

Aangesien Suid-Afrika 'n land met redelike skaars waterbronne is, het die owerhede hoë standaarde vir waterkwaliteit daargestel om hierdie bronne te beskerm. Ten einde hierdie hoë standaard afloop te verseker word hoogs tegnologiese en gesofistikeerde watersuiweringsmetodes, wat baie duur is, tans gebruik. 'n Groot verskeidenheid rioolverwerkingstelsels is ondersoek. Uit hierdie ondersoek het dit duidelik geblyk dat daar 'n groot mate van onkunde in Suid-Afrika bestaan oor enige ander vorm van rioolstelsel, behalwe die konvensionele rioolstelsel en die verwante verwerkingsmetodes.

Alternatiewe stelsels is nie net op lae inkomste en informele gemeenskappe gemik nie. Tans is daar 'n groot

aantal dorpe, oorwegend kusdorpe (meestal vakansiehuise), wat nog van die septiese tenkstelsel gekoppel aan een of ander syferstelsel as rioolstelsel gebruik maak. Hierdie vorm van rioolstelsel kortwiek die groei van baie van hierdie gemeenskappe aangesien waterbronne redelik skaars is en die rioolstelsel die beskikbare bronne besmet. 'n Klein diameter riool sal in die meeste van hierdie gevalle die ideale oplossing bied.

Klein diameter rioolstelsels bied nie net 'n oplossing vir Suid-Afrika se lae inkomste behuisingssektor se soeke na 'n goedkoper en aanvaarbare rioolstelsel nie, maar is ook geskik vir die gebruik in bestaande dorpe sonder rioolnetwerke. Die meeste van die dorpe gebruik opgaartenks wat op 'n gereelde basis uitgesuig moet word. Hierdie tenks kan in die meeste gevalle direk aan 'n klein diameter stelsel gekoppel word. In die geval van lae inkomste behuisings is dit soms moontlik om die onderskeppers as deel van 'n werkverskaffingskema deur die plaaslike bevolking te laat bou.

SUMMARY

According to statistics the population in South Africa will double within the next 25 years, whilst the urban population will quadruple over the same period of time. It is expected that the largest growth will be in the low income group where the majority of the people are unskilled.

A number of cities and town in South Africa experienced the unacceptable health risk caused by unplanned and uncontrolled squatting. Conventional gravitation sewers and purification methods are too expensive to install and maintain. Alternative methods therefore need to be investigated. The emphasis should be on affordable and appropriate sewers.

Sewerage systems can be divided into three groups ie:

- i) Sewerage which is treated on site,
- ii) Sewerage which is treated on a neutral site and
- iii) A combination of i and ii above.

'Treated on site' means the treatment or partial treatment of sewerage on the site of origin. This system is usually the cheapest form of sanitation but poses a health and pollution risk. Systems such as the pit-latrines, pour-flush, Reid's odourless earth closet, septic tanks and Agua-privies fall into this category.

Sewerage treatment on other sites is usually expensive. The cost of installation and maintenance of such a sewerage systems is normally beyond the means of a developing community. This type of sewerage system may be divided into two groups.

- i) The first group uses the hydraulic flow characteristic of water under gravitation or pressure for sewerage transportation. Conventional and small diameter sewers fall into this group.

ii) In the second group, mechanical equipment is used to remove the sewerage from site. The vacuum system, bucket system and the conservancy tank fall into this group.

The conventional system sets the norm against which a sewerage system is evaluated. It is therefore important to find a system which operates in a similar way but which is less expensive to install and cheaper to operate. The new system should not only satisfy the short-term needs, but should also be capable of replacing the conventional system under most circumstances.

South Africa's natural water resources are very limited. Water-authorities thus demand the highest standards of treated effluent water quality in order to conserve these resources. The equipment needed to ensure those high standards of sewerage treatment is generally highly sophisticated and thus expensive.

A wide range of sewerage treatment systems have been investigated. These investigations have shown that there is a general lack of knowledge of alternative sewerage systems in South Africa. Alternative systems are not only intended for the low income or informal communities. There are also a large number of towns, especially coastal towns which still use the system of a septic tank coupled to one or other soakaway. This type of system indirectly restricts the growth of many of these communities due to the pollution, by this system, of the surrounding natural water resources. In this instance the ideal solution would be to install a small diameter sewer.

Small diameter sewer systems not only satisfy South Africa's low income housing sector's requirements of a cheaper and acceptable system, it is also suitable for use in existing towns where no sewer networks exist. Most of these towns use conservancy tanks which are regularly emptied. These tank can be coupled in most instances to the small bore sewerage system.

HOOFSTUK 1

INLEIDING

1.1 Oorsig

Die verwydering en wegdoening van menslike afval (ekskreta) op so 'n wyse dat die natuur op geen manier benadeel word nie, is 'n probleem wat die mens tot vandag toe nog nie volkome kon oplos nie. Baie min vooruitgang is vanaf voor Christus se geboorte tot laat in die 19de eeu in die geskiedenis opgeteken. Alhoewel baie vooruitgang vroeër hierdie eeu gemaak is, het die situasie nie veel verander nie (Rivett-Carnac, 1984). Maar met die bevolkingsaanwasprobleme waarmee die wêreld, veral die derde wêreld huidiglik te kampe het, word navorsers gedwing om metodes te ondersoek om die kwynende natuurlike hulpbronne te red (Brocard & Hagger, 1990). Suid-Afrika is geen uitsondering nie.

Suid-Afrika se huidige sosio-ekonomiese opset is besig om te faal voor die aanslag van die hoë tempo van verstedeliking en die steeds groeiende bevolkingsaanwas. Statistieke toon dat die bevolking in Suid-Afrika binne die volgende 25 jaar gaan verdubbel, terwyl die stedelike bevolking gedurende dieselfde tyd gaan vervierdubbel (Tanner & Wall, 1991). Daar word verwag dat die grootste toename in bevolking in die lae inkomstegroep, waarvan die grootste deel ongeskoold is, gaan plaasvind. Op die korter termyn word verwag dat die stedelike bevolking binne die volgende dekade met meer as 40% gaan toeneem. Groter stede soos Kaapstad, die PWV-gebied, Bloemfontein, Durban en Port-Elizabeth kan 'n minimum groeitempo van ongeveer 50% oor dieselfde tydperk verwag weens hulle groter aantrekkingskrag (Kolbé, 1991).

Verskeie stede en dorpe in ons land kan uit ondervinding oor die afgelope 4 of 5 jaar getuig van die onaanvaarbare gesondheidsrisiko wat meegebring word deur onbeheerde en onbeplande plakkery. Onbehandelde riool en afval besoedel die omgewing. Hieruit kan 'n plaag van kolera, lewerontsteking of ander watergebaseerde (water-bronne)

epidemies volg (Otis, 1985). So 'n epidemie sal onherstelbare politieke- sowel as ekonomiese skade aanrig. 'n Goeie voorbeeld van 'n natuurlike bron wat toenemend onder besoedeling gebuk gaan, is Valsbaai. Plakkers besoedel die Kaapse Vlakte met riool en ander afval gedurende die droë seisoen. Gedurende die reënseisoen word al die rommel en riool deur stormwater afgevoer en in die see gestort. Sommige strande is alreeds ongeskik vir swem verklaar as gevolg van hierdie besoedeling. As gevolg van die groot volume water in Valsbaai is die probleem nie so opsigtelik nie. In die binneland waar hierdie stormwater in riviere en damme, wat die gemeenskap van drinkwater voorsien, gestort word, kan hierdie probleem egter gou kritiese afmetings aanneem soos byvoorbeeld tydens die Duzirivier kanomarathon van 1990.

Dit is dus baie duidelik dat die gesondheid van die bevolking baie nou saamhang met 'n effektiewe rioolverwyderingstelsel.

Aangesien konvensionele gravitasiedreinerings baie duur is om te instaleer en die metodes wat vir die verwerking en suiwing van die afvalwater gebruik word soms 'n hoogs tegnologiese en dus duur grondslag het, is dit noodsaaklik om alternatiewe vorms van rioolverwydering en rioolsuiwing te ondersoek. Die klem moet val op 'n bekostigbare en geskikte alternatiewe vorm van sanitasie (van Rensburg, 1990).

1.2 Alternatiewe Rioolstelsels

Die eerste prioriteit vir 'n ontwikkelende land soos Suid-Afrika is om programme te ontwikkel en te implementeer om riool effektief te verwyder en te verwerk ten einde 'n gesonder gemeenskapslewe te bevorder (Kalbermatten, 1980a). Dit sal die voorkoms van relevante siektes en kwale grootliks hokslaan. Weens die hoë koste verbonde aan die installasie en bedryf van spoelrioolstelsels is dit nodig om

deeglik te besin oor alternatiewe metodes om die taak op 'n goedkoper wyse te verrig (Africa, 1991). Dit is sekerlik meer aanvaarbaar om 'n geskikte, effektiewe laekoste stelsel aan 'n groter persentasie van die bevolking beskikbaar te stel as om 'n klein persentasie van eerste wêreld standarde, ten koste van die massas, te voorsien (Jackson, 1989).

Die oogmerk met alternatiewe rioolstelsels is dus om 'n diens aan 'n betrokke gemeenskap beskikbaar te stel wat nie net aan hulle behoeftes voldoen nie, maar ook bekostigbaar met betrekking tot aanvanklike uitgawe asook onderhoud is. Die standaard (Tanner, 1991) asook die koste van so 'n diens word bepaal deur:

- a) die behoefte en verwagtinge van die gemeenskap,
- b) die bekostigbaarheid van die diens vir die gemeenskap en
- c) die standarde wat gestel word vir veiligheids- asook gesondheidsaspekte.

Om so 'n stelsel effektief te kan ontwerp is dit belangrik om die algehele oogmerk met die implementering van 'n rioolstelsel deeglik te omskryf en te verstaan. Die hoofoogmerk kan beskryf word deur die begrip 'Gesonde Omgewing wat behuising, watervoorsiening en sanitasie behels. Ten einde 'n koste effektiewe stelsel te ontwerp moet die interaksie tussen hierdie dienste baie goed verstaan word.

1.3 Wat is lae koste sanitasie?

Lae koste rioolstelsels (Emslie, 1986) is nie minderwaardige rioolstelsels nie; dit kan eerder beskryf word as goedkoper, geskikte alternatiewe sanitasie om aan 'n bepaalde gemeenskap se behoeftes te voldoen. In ontwikkelde lande word hierdie beginsel al vir baie jare toegepas.

Tans bestaan daar 'n groot verskil tussen wat deur die bevolking verwag word en wat aan hulle deur die owerhede voorsien word (Tanner, 1991). Een van die grootste oorsake

vir hierdie probleem kan voor die deur van die politieke magstryd tussen die verskillende politieke organisasies gelê word.

Vir Suid-Afrika om die bevolkingsaanwas- en politieke probleme die hoof te bied is dit belangrik dat die groot stremming wat op ontwikkeling geplaas word deur 'n tekort aan kapitaal so gou as moontlik uit die weg geruim moet word. Mense se denkswyse word baie beïnvloed deur hulle lewenskwaliteite. Om die kwaliteit van die lewe in 'n gemeenskap te verhoog kan daar op een of ander ontwikkelingsveld gekonsentreer word, maar 'n beter resultaat sal verkry word met 'n gesamentlike ondersteuningspoging in die proses van verandering binne die nasionale en ekonomiese bande. Dus moet daar so goedkoop as moontlik op 'n koste effektiewe wyse aan 'n gemeenskap dienste voorsien word wat aan sy behoeftes en verwagtinge voldoen.

Daar is tot dusver weinig ondersoeke in Suid Afrika gedoen om goedkoper en bekostigbare sanitasie aan minder gegoede gemeenskappe te voorsien. Die standarde van alle ander dienste is al drasties aangepas om die gemeenskap se sak te pas, maar wat watervoorsiening en sanitasie betref, is daar nog relatief min ontwikkelingswerk in Suid-Afrika gedoen.

In hierdie verhandeling sal die skrywer poog om nuwe standarde vir die voorsiening van goedkoper koste-effektiewe sanitasie aan meer gemeenskappe beskikbaar te stel.

1.4 Sanitasie, watervoorsiening en gemeenskapsgesondheid

Die voorsiening van skoon water tesame met voldoende sanitasie is absoluut noodsaaklik vir 'n gesonde gemeenskap. Effektiewe voorsiening van die twee dienste dra regstreeks

by tot die bekamping van siektes en epidemies wat veroorsaak word deur onhigiëniese lewensomstadighede.

Dit is dus onmoontlik om hierdie twee dienste te skei. Watervoorsiening is 'n noodsaaklike diens en is daarom ook een van die eerste dienste wat aan minder gegoede gemeenskappe voorsien moet word. Aan die ander kant van die spektrum kry voorsiening van 'n aanvaarbare vorm van afval- en ekskreta verwydering nie altyd die nodige aandag nie. In ontwikkelende gemeenskappe word soveel as 70% van alle water wat gebruik word as afvalwater gestort. Weens die direkte impak wat watervoorsiening (Tanner, 1991) op die gesondheid van 'n gemeenskap kan hê, is dit noodsaaklik om te besef dat die afwesigheid van 'n effektiewe rioolverwyderingstelsel net die klem van een vorm van gesondheidsprobleme na 'n ander sal verskuif. Die feit word onderstreep deur die volgende uitlating uit Indië (Aangehaal in Marias, 1991B, p2):

"In many urban towns where water supply was long since installed and a sewer system held up for want of adequate "subsidy", the delay is costing the communities dearly. In sanitation and mosquito nuisance have taken root and filariasis is becoming endemic over an ever widening urban area in the entire country. This is hardly a comforting thought. Ironically enough filariasis control is fast assuming an increasing importance as a health measure with prophylactics pressed into service. This is but fighting the shadow and not the substance."

Dit blyk dat die situasie eers deeglik ondersoek en geëvalueer moet word alvorens water- en rioolverwyderingsgeriewe aan 'n gemeenskap voorsien kan word. In wyd verspreide gemeenskappe behoort die afwesigheid van effektiewe watervoorsiening- en rioolverwyderingsgeriewe geen noemenswaardige invloed op die gemeenskap se algemene gesondheid te hê nie, maar in digbewoonde gebiede sal die sanitasiegewoontes van een

persoon noodwendig 'n invloed op sy buurman se leefwyse hê. Om die verspreiding van siektes en 'n moontlike epidemie te verhoed is dit noodsaaklik om die mees gevorderdste rioolverwyderingstelsel wat die gemeenskap kan bekostig te instaleer.

1.5 Opsomming

Deur voldoende waterverspreiding en rioolverwydering in 'n gemeenskap se gesondheidsprogram in te sluit word in 'n effektiewe langtermyn oplossing teen die verspreiding van epidemies belê. Die belangrikheid hiervan word onderstreep deur die Wêreld Gesondheidsorganisasie (Otis, 1985) se beraming dat ongeveer 80% van alle epidemies in onderontwikkelde lande deur onvoldoende skoon water vir menslike gebruik asook 'n onvoldoende rioolverwyderingstelsel veroorsaak word.

HOOFSTUK 2

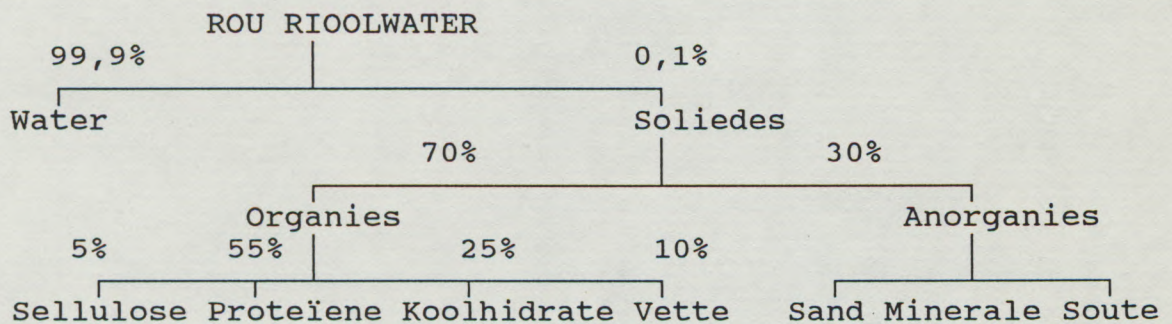
RIOOLSTELSELS

2.1 Inleiding

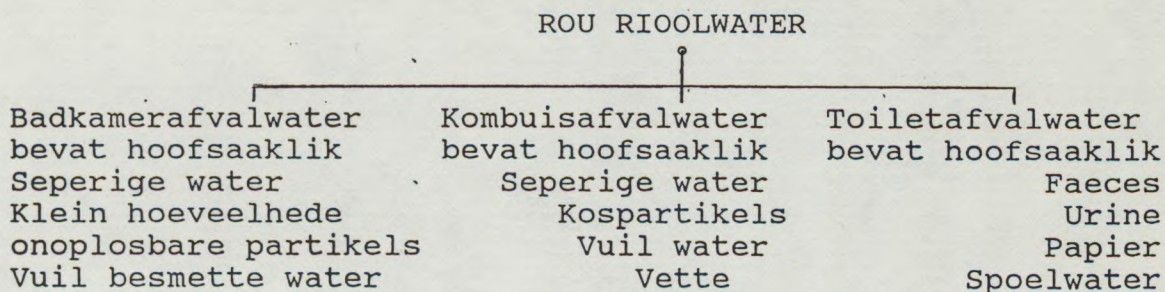
Ten einde 'n rioolverwyderingstelsel te ontwerp is dit belangrik om te weet waaruit huishoudelike rioolwater bestaan voordat dit verwyder kan word.

Rou huishoudelike rioolwater van 'n gemiddelde huishouding bestaan hoofsaaklik uit water en afvalstowwe soos aangedui in figuur 2.1. Die vernaamste afvalstowwe is menslike ekskreta, terwyl die water 'n kombinasie van waswater vanaf baddens, wasbakke, storte en kombuisopwasbakke asook urine

en spoelwater vanaf spoeltoilette is. 'n Skematiese voorstelling van rou huishoudelike riool word in figuur 2.2 aangetoon.



Figuur 2.1: Die samestelling van 'n gemiddelde huis se rou riool per volume (Tebbutt, 1983, p 14).



Figuur 2.2: Skematiese voorstelling van 'n gemiddelde huis se rou riool (Tebbutt, 1983, p 14).

Kreissl (1976) bevestig Tebbutt se voorstelling van huishoudelike riool soos getoon in figuur 2.2. Volgens Kreissl (1976) word ongeveer een derde van huishoudelike afvalwater deur die toilet gegengereer. Hierdie afvalwater staan bekend as "swartwater" ("blackwater"), terwyl die res van die afvalwater as "gryswater" ("greywater") bekend is. Die sogenaamde "swartwater" bevat ongeveer die helfte van al die organismes en soliedes, twee derdes van die stikstof, een vyfde van al die fosfor en die meeste van die bakterieë en virusse wat in rioolafloop voorkom.

Soos aangetoon in figuur 2.1 beslaan water die grootste volume van die afloop. Aangesien hierdie water besoedel is, is dit ongeskik vir enige vorm van hergebruik alvorens dit nie behandel word nie. Die water moet dus eers behandel word voordat dit in die natuur teruggeplaas of op een of ander wyse hergebruik kan word. 'n Rioolverwyderings- en rioolsuiweringsproses moet hier ingespan word om die rioolwater te versamel asook te behandel.

2.2 Rioolverwyderingstelsels

Die doel van 'n rioolverwyderingstelsel is om gebruikte huishoudelike water, met die inhoud daarvan, op 'n veilige,

higiëniese en koste effektiewe metode van 'n terrein af te verwyder (Universiteit van Wisconsin, 1978). Die water word dan behandel en hergebruik of gestort.

Riolverwyderingstelsels kan, soos aangetoon in figuur 2.3, hoofsaaklik in drie groepe verdeel word. Eerstens is daar die stelsels waar die riool op die terrein verwerk word, tweedens kan riool vanaf die terrein op 'n ander neutrale terrein verwerk word of, in die derde geval kan 'n kombinasie van die twee stelsels gebruik word. Die drie tipes kan nog verder onderverdeel word. Stelsels wat van water gebruik maak, staan bekend as "nat" stelsels en stelsels wat geen water gebruik nie, staan bekend as "droë" stelsels (Kalbermatten, 1982). Die verteringsprosesse wat in elk van hierdie stelsels plaasvind, is òf anaërobies òf aërobies òf 'n kombinasie van die twee. Anaërobiese vertering vind in die afwesigheid van suurstof plaas, terwyl suurstof nodig is vir aërobiese vertering (Sien hoofstuk 5).

2.2.1 Verwerking

2.2.1.1 Verwerking op terrein

Die term 'verwerking op terrein' verwys na die verwerking of gedeeltelike verwerking van riool op terrein. Stelsels wat onder hierdie kategorie ressorteer, is gewoonlik die goedkoopste, maar hou in sommige gevalle 'n gesondheids- en besoedelingsgevaar in. Die volgende stelsels kan onder hierdie kategorie geplaas word:

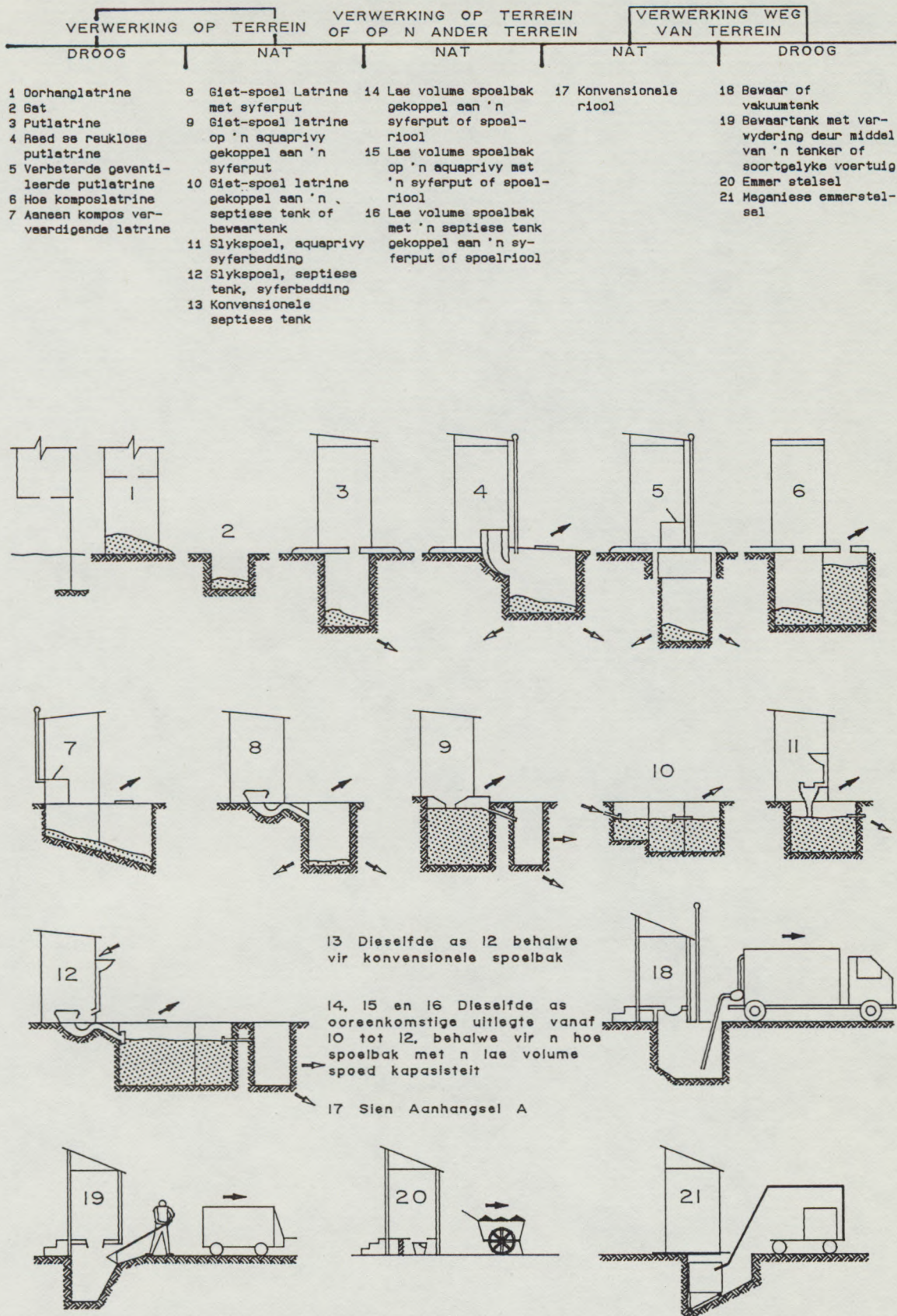
Putlatrines

Giet-Spoel stelsels

Reid se reuklose klosette

Septiese tenks

Aqua-Privies



Figuur 2.3: **Generiese Klassifikasie van Riolverwyderingstelsels** (The World Bank, Water Supply and Disposal, Poverty and Basic Needs Series, 1980, p 2.15).

2.2.2.2 Verwerking op 'n ander terrein

Rioolstelsels wat riool op 'n ander terrein verwerk, is oor die algemeen duur. Die aanvanklike installeringskoste asook die bedryfskoste van die meeste van hierdie stelsels is gewoonlik buite die bereik van ontwikkelende gemeenskappe.

Die tipe stelsel kan in twee groepe verdeel word. Die eerste groep maak gebruik van die hidrouliese vloeikapasiteit van water onder gravitasie of druk. Konvensionele spoelrioolstelsels en die klein diameterstelsel val in hierdie groep. Die tweede groep se riool word op die erf versamel vanwaar dit op 'n meganiese wyse verwyder word. Onder hierdie groep kan die emmerstelsel, bewaartenks asook die vakuumstelsel as voorbeelde dien.

2.2.2 "Nat-" of "droë" stelsels

Hierdie terme verwys na die voginhoud van die riool. Voginhoud bepaal watter tipe rioolverwydering- en/of verwerkingstelsel geskik sal wees vir 'n besondere geval.

"Nat" stelsels sluit die volgende in:

Septiese tenks

Konvensionele spoelriole

Selfvullende aqua-privies

"Droë" stelsels sluit in:

Putlatrines

Emmerstelsels

Biologiese toilette

"Semi-droë" stelsels sluit in:

Giet- spoelstelsels

Bioverteerders

Aqua privies

Hier volg nou 'n beskrywing van die basiese stelsel asook die ontwerpprosedure, gevolg deur 'n opsomming van elke stelsel se voor- en nadele.

2.3 Konvensionele gravitasierioolstelsels

Konvensionele gravitasierioolstelsels soos ons dit vandag ken, het sy ontstaan in Europa gehad. Die stelsel versamel, vervoer en behandel riool in drie fases.

Afvalwater word in residensiële gebiede in die stelsel afgelaat. Die afvalwater word dan deur middel van 'n ondergrondse netwerk van pype (min 100mm dia) na behandelingsaanlegte afgevoer. Ten einde te verhoed dat verstoppings in die pypnetwerk voorkom, word die pype teen bepaalde hellings geïnstalleer sodat die afvalwater 'n minimum vloeisnelheid van ongeveer 0.6 - 1.0 m/s kan handhaaf (Miles, 1973). Mangate word op elke hellingsverandering of rigtingsverandering met 'n maksimum afstand van 80m uitmekaar geïnstalleer (Bylae A). Hierdie mangate verleen toegang tot die stelsel vir skoonmaak en onderhoud. Rioolwater word dan op meganiese en chemiese maniere by die suiweringsaanleg gesuiwer.

Die stelsel word wêreldwyd aanvaar en gebruik omdat dit tans die beste tegniese oplossing bied om die rioolwater van groter gemeenskappe te verwyder.

2.3.1 Ontwerpprosedure

Basiese uitgangspunte vir die uitleg en ontwerp van 'n konvensionele rioolstelsel word saamgevat in "Guidelines for the provision of engineering services in residential townships" soos uitgereik deur die Departement van Gemeenskapsontwikkeling in 1988.

Die ontwerp van die pype word gebaseer op oop kanaalvloei. Soos reeds genoem moet 'n minimum vloeisnelheid van 0.6 m/s - 1.0 m/s in die pyp gehandhaaf word vir die doel van selfskoonmaak. Pype word nooit vir volvloei ontwerp nie; die optimum stroming in 'n pyp kom voor as die pyp ongeveer 80% vol is. Om aan hierdie parameters te voldoen word die diameters en hellings van die pype gevarieer, afhangende van die topografie en vloeirigting ten einde diep uitgrawings, waar moontelik, te vermy.

2.3.2 Voor- en nadele

'n Konvensionele gravitasierioolstelsel is 'n eenvoudige effektiewe stelsel wat onder normale omstandighede sonder probleme funksioneer en nie net gerieflik is nie, maar ook maklik is om te gebruik.

Vir ontwikkelende lande hou die stelsel egter 'n paar nadele in. Die groot hoeveelheid water wat deur die stelsel gebruik word, kan op beter maniere aangewend word. Daarby is nie net die aanvanklike kapitale uitgawe hoog nie, maar ook die onderhoudskoste. Indien die terrein nie heeltemal geskik is nie, moet die rioolafvoerpypleidings soms baie diep geïnstalleer word ten einde die

selfskoonmaak spoelsnelhede te handhaaf, wat die kapitale koste dan nog verder verhoog. As die terrein rotsagtig is, kan die aanvanklike kapitale uitgawe die hoogte inskiet. Sonder basiese opleiding kan die stelsel verkeerd aangewend word. Dit kan gebeur dat die toilette nie gereeld gespoel word nie, of dat die verkeerde skoonmaakmateriaal gebruik word. Indien die stelsel verkeerd gebruik word, kan dit baie maklik verstop. Om so 'n verstopping te verwyder is soms baie duur. Waar die terrein baie plat is, is dit nodig om rioolpompstasies te voorsien. Hierdie pompstasies is nie net baie duur om te installeer nie, maar is ook duur om te bedryf en te onderhou.

Die rioolwater wat weggevoer word, moet op een of ander wyse behandel word. Vir klein gemeenskappies kan die koste per erf vir 'n rioolsuiweringaanleg buite bereik wees. Die rioolstelsel asook die suiweringaanleg kan alleenlik net deur geskoolde personeel bedryf en onderhou word. Nie net is hierdie personeel relatief duur nie; hulle is ook skaars in ontwikkelende lande.

2.4 Septiese tenks

"The discovery of the septic tank is generally credited to John Louis Mouras who in the 1860's, constructed a masonry tank into which sewage, kitchen wastes and rain water from a small dwelling in Vesoul, France, were collected before passing into a cesspool. Twelve years later the tank was opened and found, contrary to expectations, to be almost free of solids. As a result of this discovery, a series of experiments were conducted in collaboration with a priest, Abbé Moigno, a scientific authority. The satisfactory completion of these experiments induced Mouras to patent his invention on 2nd September, 1881. In the USA the

household septic tank was first used in 1883 by Philbrick, and in England its use dates back to 1895 when Cameron introduced the system.

"It is uncertain when household septic tanks originated in South Africa. Communal septic tanks were first used in 1898 by the British authorities at military camps, and it is probable that single household systems were introduced about the same time" (Drews, 1985, p 1)

Afgesien van die feit dat die stelsel al so lank in gebruik is, is die werking, tekortkominge en funksies van die septiese tenk vir baie lank nie verstaan nie. Om die werking beter te kan verstaan, is dit belangrik om die samestelling en basiese beginsels te begryp.

2.4.1 Beskrywing

'n Septiese tenk word saamgestel uit twee hoofkomponente:

- * 'n Tenk, soos getoon in figuur 2.4 en
- * 'n verwyderingstelsel wat die uitvloeisel afvoer.

Aangesien beide die komponente 'n entiteit op sy eie is, moet elkeen afsonderlik ontwerp word.

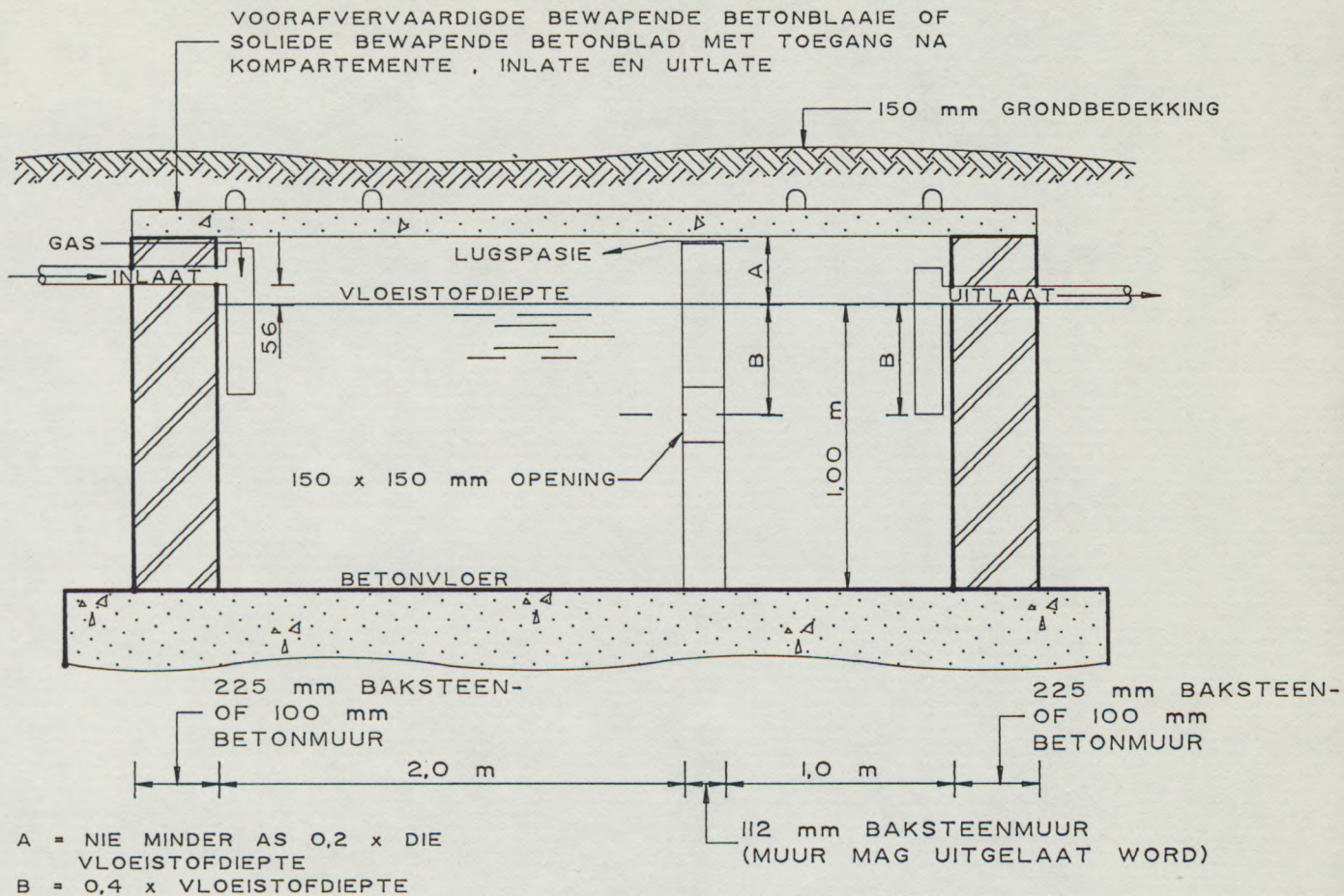
2.4.2 Die tenk

'n Septiese tenk se primêre doel is om die rou riool te kondisioneer sodat die soliedes van die water geskei kan word. Die water word dan uit die tenk gelaat vir verdere behandeling.

Septiese tenks word gewoonlik uit bakstene en sement vervaardig (De Villiers, 1987), maar deesdae is daar 'n wye verskeidenheid van vooraf vervaardigde tenks op die

mark beskikbaar (sien bylae B). Die tenks moet waterdig en toegerus wees met een of ander vorm van ventilasie vir elke kompartement om die gasse wat ontstaan gedurende die anaërobiese proses te laat ontsnap. Die tenk moet sover as prakties moontlik van die huis geplaas word met voldoende toegang vir skoonmaak- en uitsuigdoeleindes (Drews, 1985).

Die tenks kan as 'n saamgestelde eenheid of 'n afsonderlike eenheid gekonstrueer word. As al die afloopwater van die huishouding in een septiese tenk gestort word, dan staan dit bekend as 'n saamgestelde eenheid. Die kombuis- en badkamerafloopwater word verby die tenk na die verwyderingstelsel gepyp in die geval van die afsonderlike eenheid (Drews, 1985).



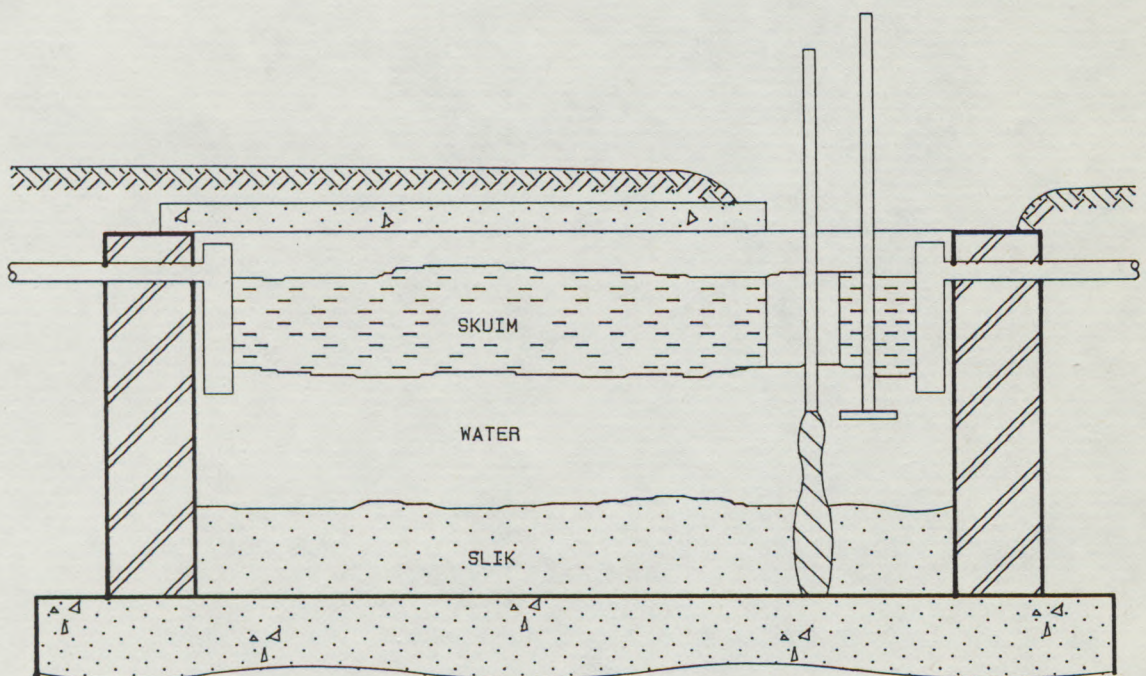
Figuur 2.4: 'n Tipiese septiese tenk (Drews, 1985, p 16).

Die afsonderlike eenheid het sy ontstaan vanuit die wanopvatting dat die aflope van die kombuis nadelig is vir 'n septiese tenk. Hierdie gedagte is verkeerd bewys, en daarom word slegs die saamgestelde stelsel deesdae gebruik (Tuesdale et al., 1968).

Rioolwater wat 'n septiese tenk binnekom, gaan deur die volgende prosesse:

2.4.2.1 Uitsakking van gesuspendeerde soliedes

Die soliedes en gesuspendeerde deeltjies sak na die bodem van die tenk uit of hulle versamel bo-op die water. In die tenk ontstaan daar drie duidelik onderskeibare sones (figuur 2.5). 'n Laag skuim dryf bo-op die water met 'n laag slyk onder die water in die tenk. Hierdie prosesse is suiwer meganies (Drews, 1985).



Figuur 2.5: **Sones in 'n tipiese septiese tenk** (Drews, 1985, p9).

2.4.2.2 Biologiese proses

Lewendige organismes, meestal bakteriologies van aard, verteer die organiese soliedes en opgeloste materiale in die riool na eenvoudiger vorms. Tydens die verteringsproses word byna al die soliede materiaal

verteer tot vloeistof en gas. Die volume soliedes in die tenk neem dus af, maar daar sal altyd 'n gedeelte oorbly.

Vette en olies wat in die septiese tenk beland, is geneig om in die skuimlaag bo-op die water te versamel en daar te bly.

Die biologiese proses word in hoofstuk 4 in meer besonderhede bespreek.

2.4.2.3 Opgaar van slyk en skuim

Die volume van 'n septiese tenk moet voorsiening maak vir die opgaar van slyk en skuim tussen skoonmaakbeurte. Indien die volume nie voldoende is nie, sal die slyk en skuim in die afloop uit die tenk beland wat dan sal meebring dat die kwaliteit van die afloopwater afneem.

2.4.2.4 Verwyderingstelsels

Hierdie proses bestaan uit twee fases. Eerstens moet die afloopwater op een of ander wyse verwyder word, en tweedens moet die skuim en slyk periodiek uit die tenk verwyder word.

Afloopwater uit die septiese tenk kan op verskillende maniere verwyder word. In die verlede is daar intensief gebruik gemaak van een of ander vorm van wegsyfering (Sien hoofstuk 7). Maar weens die gesondheidsrisiko daaraan verbonde, moes ander metodes gevind word. Een metode wat homself al in die buiteland bewys het, word in hoofstuk 3 bespreek.

Die slyk en skuim wat in die tenks opgaar, kan net deur een of ander fisiese metode verwyder word. 'n Suigtenker is die mees algemeenste metode wat deesdae gebruik word.

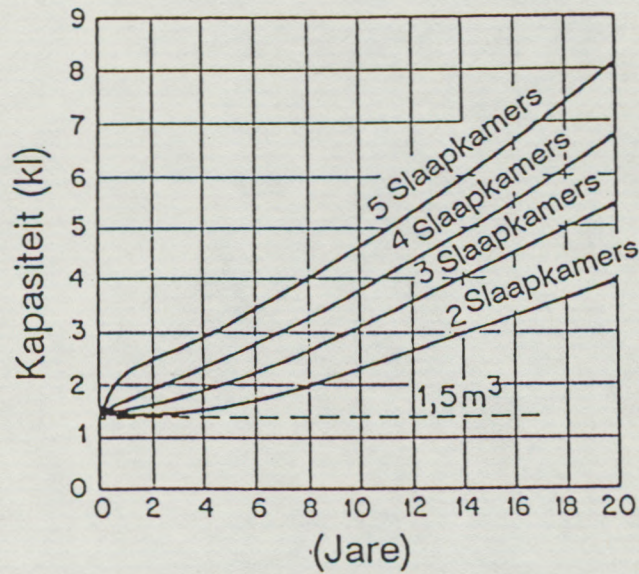
2.4.3 Ontwerpprosedure

'n Septiese tenk fungeer as 'n sedimentasie- en 'n verteringstenk (Drews, 1985). Omdat beide die prosesse in een tenk plaasvind, is hier teenstrydige vereistes. 'n Sedimentasietenk vereis stil, onversteurde toestande, terwyl deeglike vermenging vir vertering noodsaaklik is. Omdat vertering oor so 'n lang periode geskied, word die tenk ontwerp om te voldoen aan sedimentasie vereistes (De Villiers, 1987).

Die tenk se volume moet voorsiening maak vir ten minste 24 uur retensie (Drews, 1985; De Villiers, 1987; Otis en Mara, 1985; Schmidt, 1990) asook oor genoeg ruimte beskik om skuim en slyk te versamel sodat die tenk net elke 3 tot 5 jaar skoongemaak moet word. Alhoewel groot afwykings in die hoeveelheid slyk en skuim wat deur 'n enkel persoon in 'n septiese tenk bygedra kan word voorkom, kan tabel 2.1 en figure 2.6a en 2.6b, soos verskaf deur die WNNR, as riglyn gebruik word.

Tabel 2.1: Tempo van skuim en slyk aanwas (Drews, 1985, p 13).

Jare diens	Slyk en skuim aanwas (liter per persoon)	
1	95	93
2	120	152
4	175	244
6	235	323
8	305	400
10	385	476



Verwagte skoonmaak frekwensie

Figuur 2.6a: Septiese tenk kapasiteite vir huise (Drews, 1985, p 13).

Kapasiteit = $K \times$ Daaglikse vloei



Verwagte skoonmaak frekwensie

Figuur 2.6b: **Septiese tenk kapasiteite vir ander geriewe** (Drews, 1985, p 13).

Die syfers soos aangetoon in tabel 2.1 verteenwoordig gemiddeldes soos verkry deur die WNNR. Figuur 2.6 is gebaseer op die syfers soos aangetoon in tabel 2.1 met 'n retensieperiode van 24 uur.

2.4.4 Voor- en nadele

Die groot voordeel verbonde aan septiese tenks is dat die aanwending nie afhanklik is van die topografie nie. Sodra die verwyderingstelsel in gedrang kom, raak die topografie van die terrein in sommige gevalle 'n kwessie. 'n Klein diameter pypstelsel word byvoorbeeld tot 'n mate beperk deur die topografie. Die geaardheid en tipe grond kan stremmend wees as 'n syferslootstelsel gebruik word.

Daar kan dus afgelei word dat die verwyderingstelsel die grootste beperking op die gebruik van septiese tenks plaas.

2.5 Bewaartenks

Rioolwater word in die tenk afgelaat en bewaar totdat dit met 'n vragwa wat vir die doel toegerus is, verwyder kan word. Gewoonlik word net een huis, maar soms meer as een, aan 'n tenk gekoppel.

In die verlede is water vanaf die kombuis en badkamer nie in die bewaartenk gestort nie. Hierdie water is op 'n ander wyse, soos byvoorbeeld deur perkolasie in die grond in, verwyder. Weens strengere gesondheidsregulasies is hierdie praktyk egter stopgesit. Al die afvalwater moet nou in die bewaartenks gestort word.

2.5.1 Ontwerpprosedure

Die verwagte afloop van die huis of huise wat deur die tenk bedien word, moet bepaal word. Soos met alle ander rioolstelsels is die afloop ook 'n funksie van die aantal persone wat deur die tenk bedien word.

Na gelang van die aantal tenks in die gemeenskap en die aantal vragwaens wat die gemeenskap bedien, kan 'n skoonmaaksiklus bepaal word om hierdie vragwaens optimaal te benut. Die volume van die tenk moet beperk word om onnodige groot kapitaal uitgawes te beperk.

Die tenks word gewoonlik van standaard boumateriaal volgens die toepaslike bouregulasies vervaardig.

2.5.2 Voor- en nadele

Die stelsel is 'n verbetering van die emmerstelsel. Die riool word op meganiese wyses na die vragwa verwyder. Die erfbewoner se enigste taak is om te sorg dat die tenk gereeld gesuig word. Alhoewel die aanvanklike koste redelik laag is, is die bedryfskoste van hierdie stelsel, soos in die geval van die emmerstelsel, hoog.

2.6 Putlatrines

Putlatrines word algemeen gebruik in ontwikkelende lande, veral in die gebiede rondom stede waar die konsentrasie mense nog laag is. Die eenheid word saamgestel uit 'n struktuur, gewoonlik vanuit gegolfde plaat, wat oor 'n gat gebou word. Binne die struktuur is 'n hurkplaat of sitplek wat op 'n beton- of houtfondasie wat oor die gat span, gemonteer word. Die ekskreta val dan in die gat.

Sodra die gat byna vol is (ongeveer elke 5 jaar), word die gat opgevul, 'n nuwe gat gegrawe en die hele struktuur met al sy bybehore word na die nuwe gat verskuif. Die mees algemene probleme wat met die stelsel ondervind word, is slegte reuke, vlieë, muskiete, onstabiliteit van die struktuur en die gevaar wat dit mag inhou vir jong kinders. Bogenoemde probleme het meegebring dat die stelsel in onbruik verval het. In Zimbabwe het die Blair Navorsingsinstituut egter 'n oplossing vir die probleem gevind, naamlik die sogenaamde geventileerde putlatrines.

2.6.1 Beskrywing

Die grootste verbetering teenoor die gewone putstelsel is die aanbring van 'n ventilasiepyp met 'n vliegskerm aan die bo-punt. Die pyp verminder onaangename reuke en hou vlieë uit.

Ventilasie word teweeggebring as die wind oor die bek van die pyp waai. Lug word uit die pyp gesuig wat al die onaangename reuke uitdra. Vars lug word dan deur die struktuur of hurkplaat ingesuig. Die put behoort dan vry van onaangename reuke te wees.

Die reuke in die put trek die vlieë aan. Vlieë wat dan die put probeer indring, sal dan verhoed word om in die put te kom deur die vliegskerm op die ventilasiepyp. Indien dit wel gebeur dat vlieë die put binnedring en eiers lê, kan hulle nie weer uitgaan nie aangesien die enigste beligte uitgang deur 'n sif geblokkeer word.

Verdere verbeteringe is 'n ring wat op die boonste rand van die put aangebring word om ineenstorting te verhoed, 'n hoër vloerblad om die invloei van oppervlakwater af te sny en 'n stewiger en donker struktuur vir meer privaatheid.

2.6.2 Ontwerpprosedure

'n Put se ontwerplewe word gewoonlik as 10 jaar aanvaar. Die volgende formule word dan gebruik om die volume van 'n put, wat vlakker as 4m moet wees, te bepaal:

$$V = 1.33 C P N$$

waar:

V = volume van gat (m^3)

C = ontwerpskapasiteit (m^3 /persoon/jaar)

P = aantal gebruikers (persone)

N = ontwerpseleefityd (jare)

'n Waarde van ongeveer $0,06 m^3$ /persoon/jaar word gewoonlik vir C aanvaar (Mara, 1984). Indien lywige materiaal soos koerantpapier, mieliestronke, blare, gras of klippe in die latrine gebruik word, moet die put se ontwerpskapasiteit verdubbel word. Die faktor 1.33 laat toe dat die put teruggevul, of skoongemaak word as hy $3/4$ vol is.

Waar die put dieper as 4 m is, word die formule as volg aangepas:

$$V = C P N + 1$$

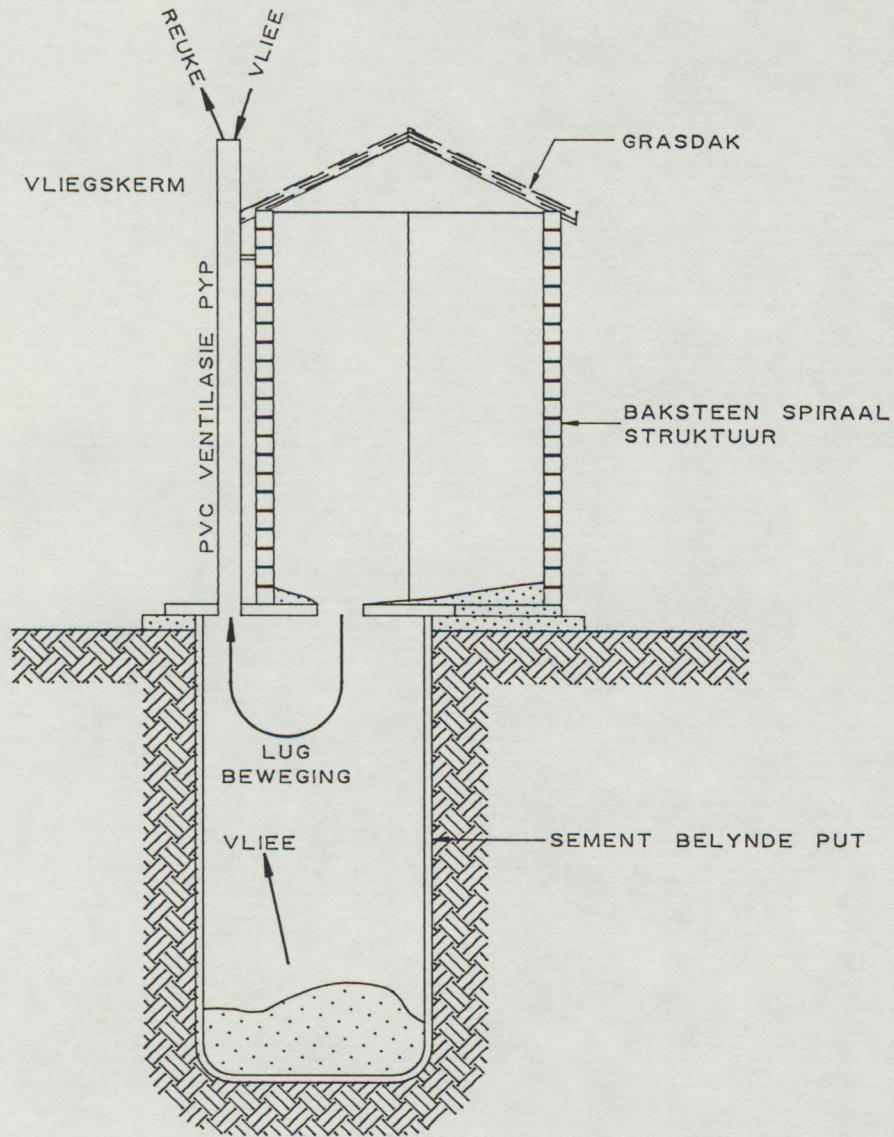
Die 1 laat toe vir 'n 1 m diep terugvul aan die einde van die put se leefityd. Figuur 2.7 toon 'n aantal tradisionele putlatrines aan.

2.6.3 Voor- en nadele

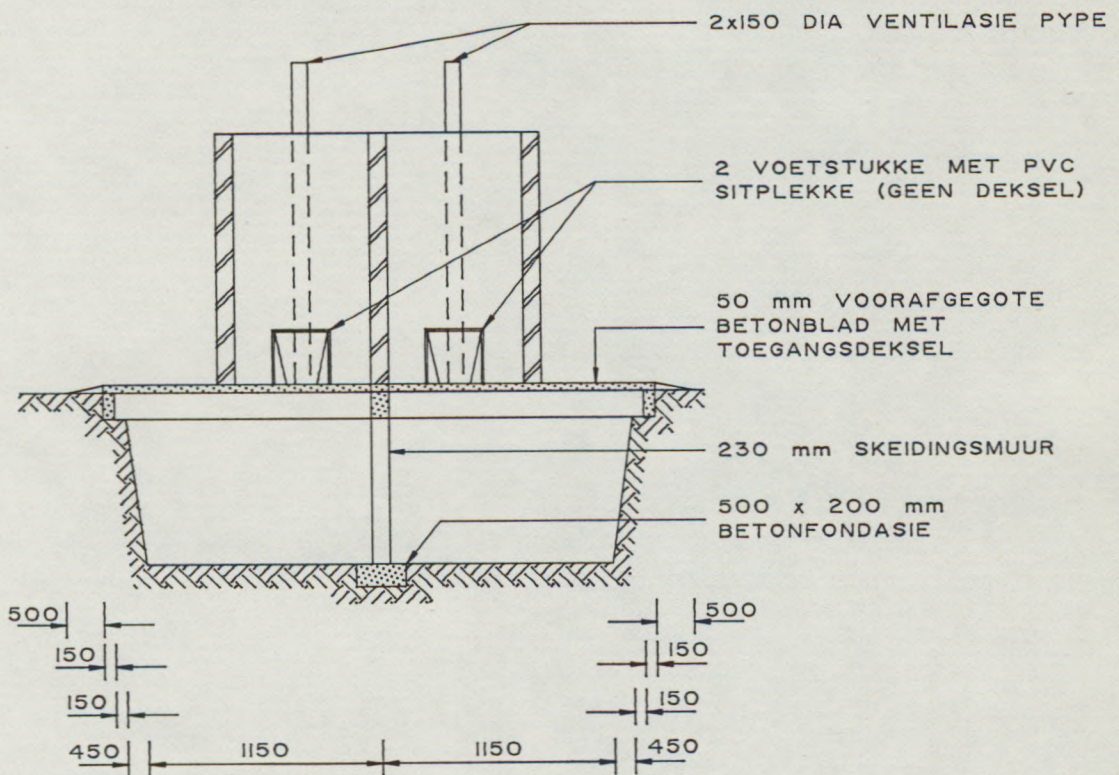
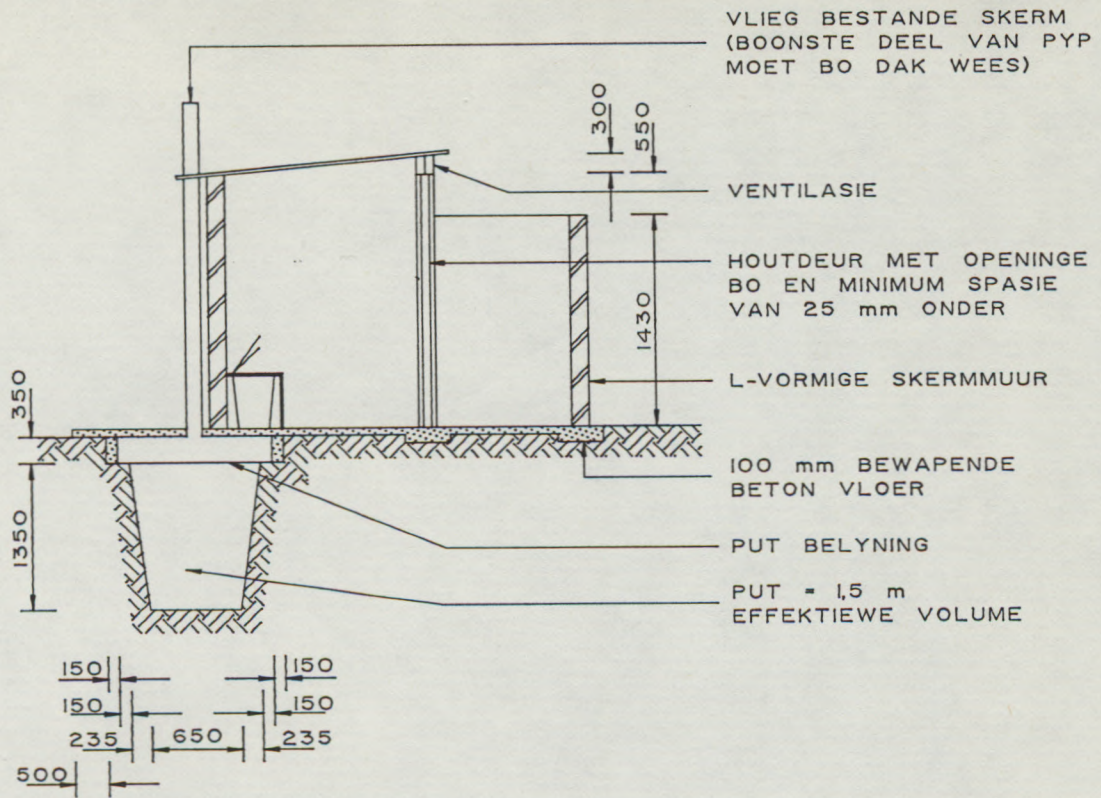
Omdat 'n putlatrine 'n rudimentêre vorm van rioolverwydering is, is dit baie goedkoop om te installeer en te bedryf. Geen water word benodig vir die bedryf van die stelsel nie en tog is die putlatrine 'n higiëniese oplossing waar toestande dit toelaat.

Die grootste nadeel aan die stelsel verbonde is dat die put verskuif moet word of skoongemaak moet word sodra hy vol raak. Die grondtoestande moet ook gunstig wees vir die latrine om effektief bedryf te word (ondeurdringbaar

en 'n lae watertafel). Aangesien die minimum aanbevole afstand vir die put vanaf die huis ongeveer 8 m is, vereis 'n putlatrine groot erwe. Huishoudelike afvalwater kan nie in die put gestort word nie.



Figuur 2.7a: **Verbeterde, geventileerde putlatrine**
(Mara, 1984, p 48).



Figuur 2.7b: **Dubbele, geventileerde putlatrine** (Rivett-Carnac, 1984, p 32).

2.7. Emmerstelsel

Ekskreta word in emmers versamel en dan van die terrein verwyder. Die emmers word gewoonlik onder 'n hurkplaat of 'n voetstuk met 'n sitplek in 'n buitegebou geplaas. Bewoners van die erf moet die emmers daagliks op 'n bepaalde plek buite die erf uitsit vanwaar dit dan deur arbeiders verwyder word (gewoonlik in die nag). Die emmers se inhoud word gewoonlik in 'n vragwa gestort waarna dit na 'n behandelingsaanleg of -terrein vervoer word. Voordat die riool by die terrein aankom, ondergaan dit geen vorm van behandeling nie.

Behandeling kan op verskillende wyses geskied, afhangende van die grootte asook die finansiële vermoë van die gemeenskap. Die riool kan in behandelingsdamme gestort, begrawe of toegelaat word om te verrot.

Die emmerstelsel word deesdae gereeld as tussentydse maatreël in plakkerkampe gebruik. 'n Sinkplaatstruktuur word gewoonlik tussen twee of meer gesinne gedeel. Die emmers word dan deur die plaaslike raad verwyder en in die bestaande stelsel of by 'n suiweringsaanleg gestort. Die emmerstelsel word vandag nog in sommige gedeeltes van dorpe en selfs stede as rioolverwyderingstelsel aangewend.

Deesdae word daar gepoog om sover as moontlik van hierdie stelsel weg te beweeg. Die nuutste filosofie is om 'n stelsel teen lae koste te installeer wat later opgegradeer kan word.

2.7.1 Ontwerpprosedure

Emmers moet van roesvrye materiaal met 'n kapasiteit van ongeveer 20 tot 25 liter vervaardig word.

Die raam van die sitplek moet op so 'n wyse vervaardig word dat die emmer reg onder die sitgedeelte pas. 'n Deksel oor die sitplek sal voorkom dat vlieë in die emmers kom.

2.7.2 Voor- en nadele

Een van die grootste nadele van hierdie stelsel is dat dit arbeidsintensief is en daarom duur is om te bedryf. Gelykstaande hieraan is die gesondheidsrisiko wat die verwydering van die emmers inhou. Weens die aard van die riool is dit ook baie moeilik om personeel te kry om die werk te verrig.

Die enigste voordeel van die stelsel is die lae installeringskoste. Emmers is redelik goedkoop en maklik bekombaar. Die sleepwa en die trekker of vragmotor kan gewoonlik teen redelike pryse op die tweedehandse mark bekom word.

Gebruikers aanvaar gewoonlik nie die stelsel nie. Emmers moet uitgesit word deur die gebruikers. Vlieë en muskiete raak veral in die warmer maande 'n groot oorlas.

2.8 Gietspoelstelsel

Die gietspoelstelsel het sy oorsprong in Indië gehad waar vir anale reiniging water gebruik word.

Die basis waarom die stelsel draai, is die seël wat geskep word deur water tussen die hurkplaat of toiletsitplek en die opgaartenk onder die toilet (Sien figuur 2.8). Dit verhoed dat enige onaangename reuke ontsnap asook dat insekte die stelsel binnedring. Water word gewoonlik met die hand op die bak gegiet om die ekskreta deur die waterseël, wat vlakker as dië van 'n konvensionele spoelriool is, te spoel. As die sisteem korrek ontwerp is, sal slegs sowat een tot twee liter water nodig wees vir die afspoel.

Die gietspoelstelsel kan aan 'n put, septiese- of bewaartenk gekoppel word. Indien 'n put gebruik word, kan die volume verminder word omdat vertering vinniger plaasvind onder vogtige toestande.

Die effektiwiteit van die waterseël kan die eienaar van 'n huis toelaat om die toilet binne-in sy huis te installeer en dan aan 'n tenk of 'n put buite die huis te verbind. Die gietspoelstelsel kan beskou word as 'n variasie van die konvensionele spoelriool.

2.8.1 Ontwerpprosedure

'n Tipiese gietspoelstelsel wat op 'n put of tenk geïnstalleer is, word in figuur 2.8 aangetoon. Indien die toilet in 'n huis geïnstalleer is en na 'n put of 'n tenk

buite die huis afloop, kan 'n vlakker vorm van die U-vorm waterseël gebruik word.

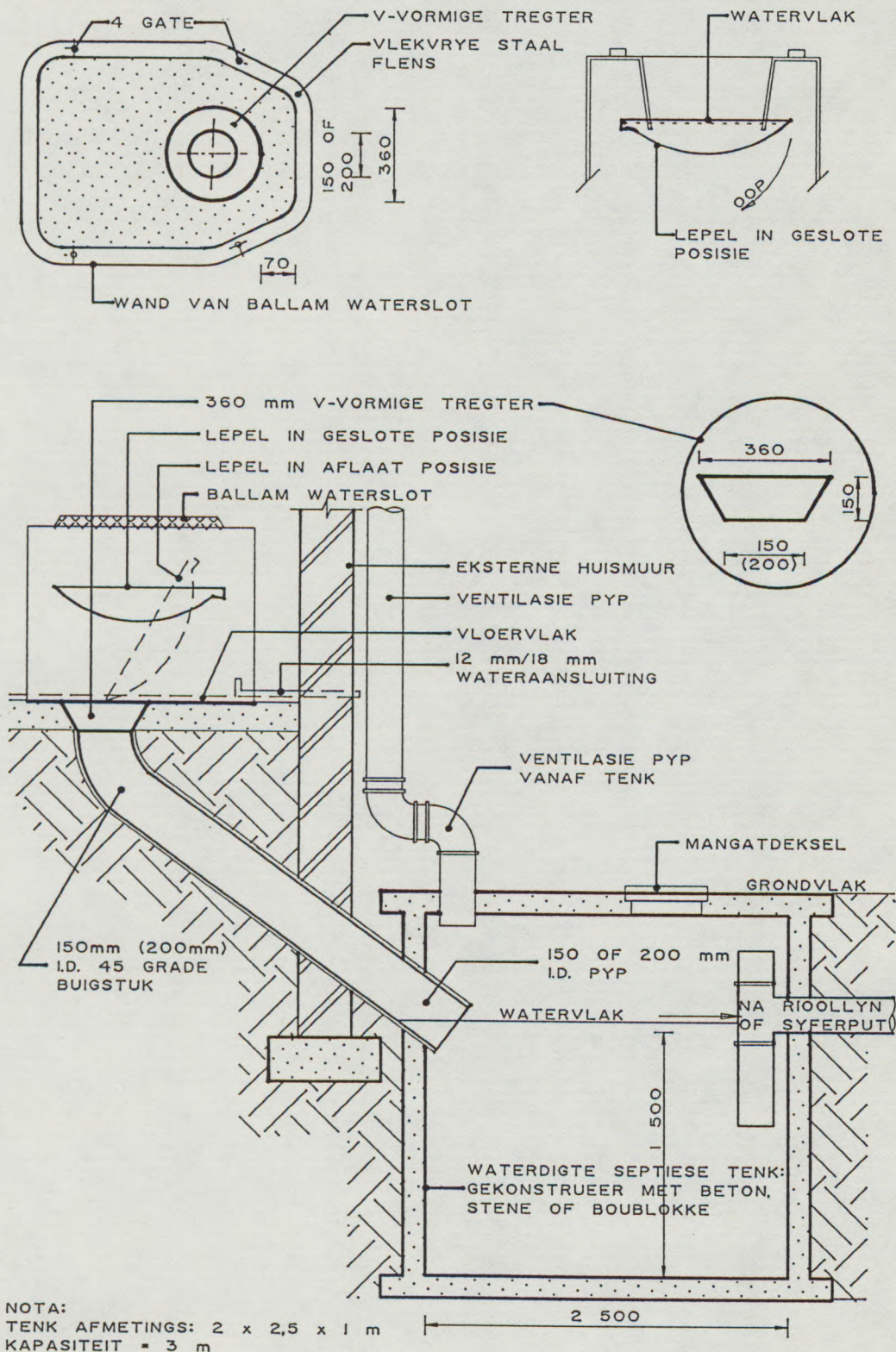
As die gietspoelstelsel aan 'n put verbind word, kan die formule vir die bepaling van 'n geventileerde put as volg aangepas word om die nodige volume van die nuwe put te verkry:

$$U = CPN \times 0.5$$

waar $C = 0.04 \text{ m}^2/\text{persoon}/\text{jaar}$ in vergelyking met 0,6 vir gewone putlatrines.

PLAAS BALLAM WATERSLOT
TOILET OP DIE REGTE POSISIE
OP DIE BASIS, MERK DIE GATE
OP DIE VLEKVRYE STAAL BODEM
UIT EN BOOR DIE GATE OM DIE
EENHEID MET 8 mm FISCHER
ANKERBOUTE OP DIE BODEM TE
BEVESTIG.

VOORDAT DIE VOETSTUK VASGEHEG
WORD, MOET N LAAG BITUMEN
AANGEBRING WORD OM N BEHOORLIKE
SEEL TE VERSEKER



Figuur 2.8: Detail van 'n "Ballam waterslot" (Ballam-Waterslot (PTY)LTD).

2.8.2 Voor- en nadele

Die grootste voordeel van die gietspoelstelsel is dat 'n waterseël met so min as 1 tot 2 liter water per spoel behou kan word in vergelyking met die 11 tot 15 liter wat deur die konvensionele spoelriool benodig word. Die laer volume water bring mee dat die lading op die verwyderingstelsels drasties afneem. Dit bring mee dat bewaartenks of septiese tenks se volume aansienlik verklein kan word en die retensietyd by 'n septiese tenk vermeerder word.

Die sisteem kan verbeter word deur dit aan 'n lae volume spoelbak te verbind en 'n meer effektiewe verwyderingstelsel te voorsien.

Alhoewel die stelsel in Indië suksesvol bedryf word, is dit te betwyfel of dieselfde hier in Suid-Afrika kan gebeur aangesien die beginsel van anale reiniging hier onbekend is. Omdat die stelsel nie lywige materiaal kan hanteer nie, moet gebruikers deeglik onderrig word in die gebruik van die stelsel. As dit nie gebeur nie, gaan die stelsel verseker misluk.

2.9 Waterlatrine (Aquaprivy)

Waterlatrines kan in drie groepe verdeel word:

- i) Eenvoudige of konvensionele waterlatrine,
- ii) selfvul of slyk waterlatrine en
- iii) aflaat waterlatrine

2.9.1 Konvensionele waterlatrine

Hierdie is die basiese vorm van 'n waterlatrine. 'n Konvensionele waterlatrine bestaan uit 'n hurkplaat bokant 'n klein septiese tenk. Die hurkplaat is met 'n 100-150 mm pyp aan die septiese tenk verbind. Die pyp se uitlaat is ongeveer 10-15 sentimeter onder die watervlak van die tenk. Die tenk het 'n klein luguitlaatpyp wat aan die struktuur wat oor die tenk en hurkplaat vir privaatheid aangebring word, gemonteer is. Die uitvloeisel uit die tenk word in 'n syfersloot, of iets soortgelyk, afgelaat.

Net soos in die geval van 'n normale septiese tenk vind 'n anaërobiese verteringsproses in die tenk plaas. 'n Stelselmatige opbouing van slik vind in die tenk plaas, ongeveer $0,03-0,04\text{m}^3/\text{gebruiker}/\text{jaar}$, wat verwyder moet word sodra die tenk $\frac{2}{3}$ vol is (Kalbermatten, 1980b).

2.9.2 Selfvul waterlatrine

Een van die grootste probleme wat met die konvensionele waterlatrine ondervind word, is die verbreking van die waterseël tussen die hurkplaat en die septiese tenk. Vir die stelsel om effektief te fungeer moet hierdie seël te alle tye behou word. Ten einde hierdie probleem te oorbrug is die selfvul waterlatrine ontwikkel.

Om die waterseël te behou word al die huishoudelike afvalwater in die septiese tenk gestort. As gevolg van hierdie groter toevloei word meer water uit die tenk vrygestel. Die verwyderingstelsels moet aangepas word om hierdie groter afloop te hanteer.

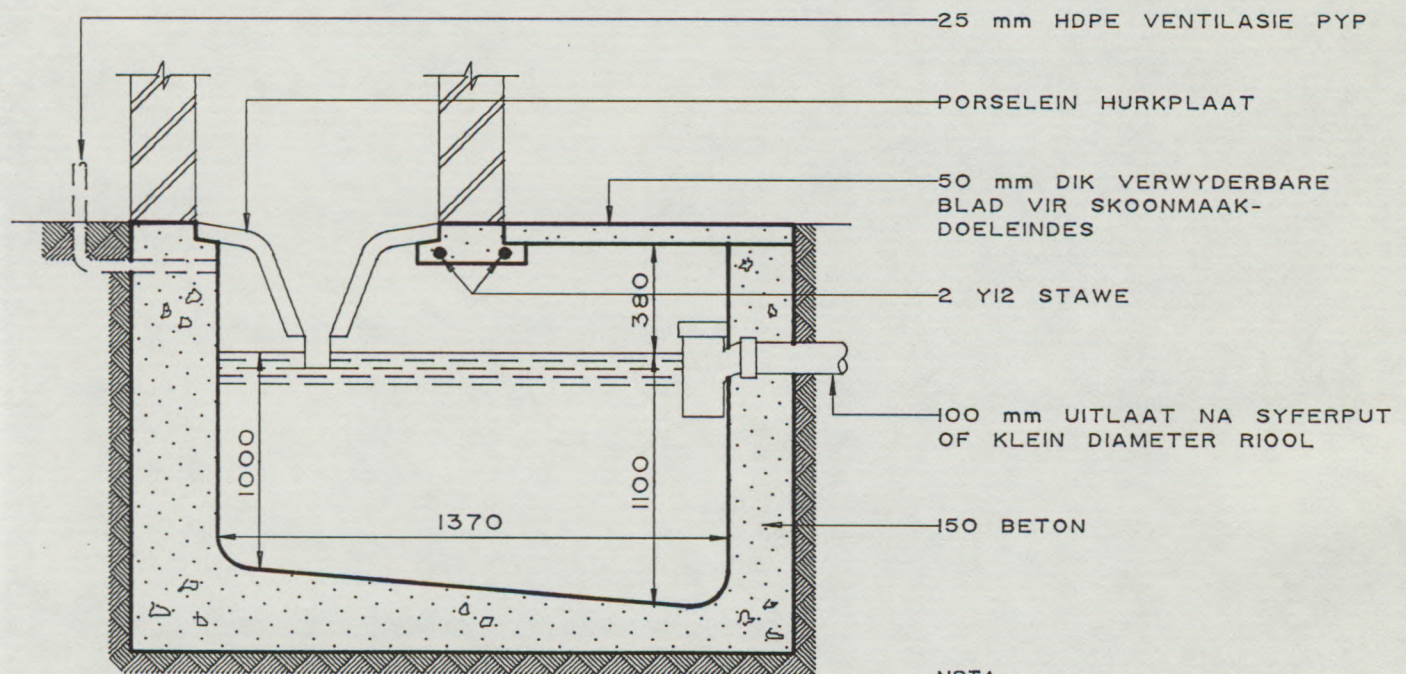
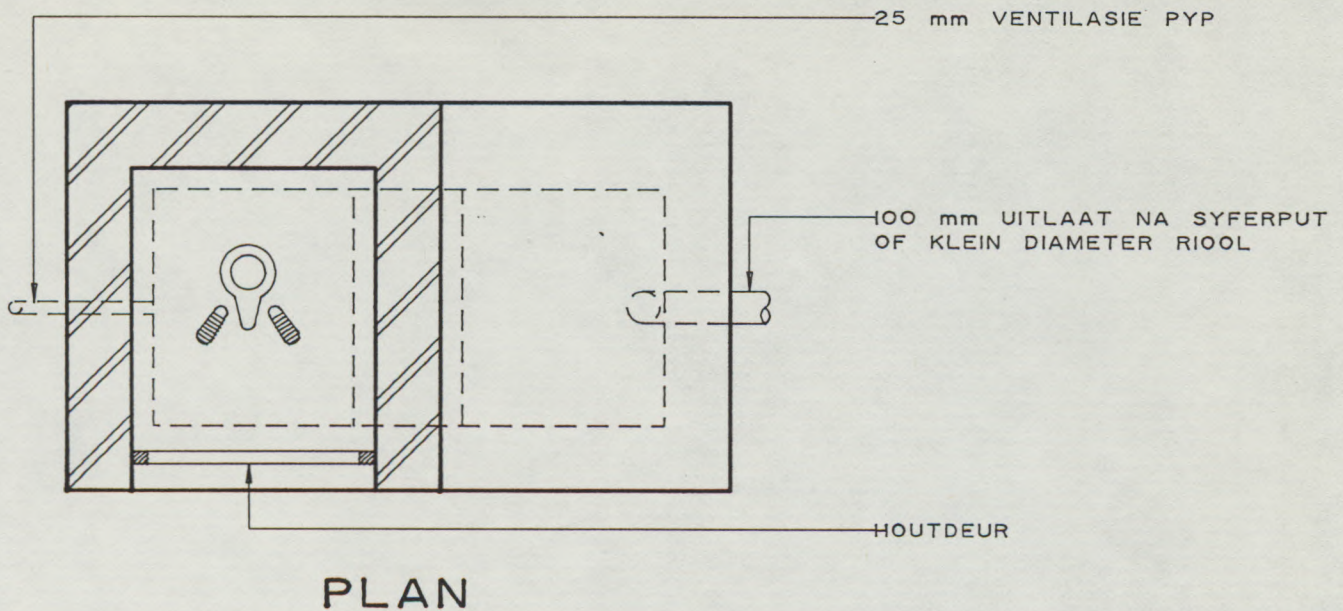
2.9.3 Aflaat waterlatrine

Hierdie stelsel is 'n verbeterde weergawe van die selfvul waterlatrine. Die septiese tenk bly dieselfde, maar die aflaat uit die tenk word nou in rioolpype weggevoer.

2.9.4 Ontwerpprosedure

Die tenks moet elke 2-3 jaar skoongemaak word. Die volume van die tenk word bepaal deur die aantal gebruikers. Elke gebruiker dra ongeveer $0,12 \text{ m}^3$ slyk per jaar tot die tenk by. Die water moet onegveer 1-2 m diep in die tenk wees. As die tenk dus vol is, moet die water in die tenk nog ten minste 1 m diep wees. Die tenks word as vol geag sodra $\frac{2}{3}$ van die volume deur slyk opgeneem word.

Laasgenoemde twee tipes waterlatrines het, anders as die konvensionele tipe, twee kompartemente ten einde hidrouliese steurnisse te verhoed. Figuur 2.9 toon 'n tipiese waterlatrine.



NOTA:

1. 'N HANDWASBAK KAN BYGEOVOEG WORD BOKANT DIE VERWYDERBARE BLAD. DIE DREINERINGSYP MOET 100 mm ONDER DIE WATERVLAK EINDIG OM 'N WATERSEEL TE VERSEKER.
2. ALLE AFMETINGS IS IN mm.

SNIT

Figuur 2.9: 'n Tipiese waterlatrine stelsel (Rivett-Carnec, 1984, p 55).

Verwyderingstelsels word in hoostuk 6 bespreek.

2.9.5 Voor- en nadele

Indien hierdie tipe stelsel behoorlik bedryf en onderhou word, is daar geen gesondheidsrisiko aan verbonde nie. Die stelsel sal nie verstop as die gebruiker materiaal soos koerantpapier, mieliestronke, blare, gras of klippe in die stelsel gebruik nie. Die stelsel vereis baie min ruimte aangesien die tenk deel van die struktuur is. Deur sorgvuldige beplanning, konstruksie en onderhoud kan hierdie stelsel as deel van 'n huis gebou word. Die stelsel is goedkoop om te onderhou en redelik maklik om op te gradeer.

Ten einde die tenk leeg te maak sal 'n plaaslike owerheid of ander buite-instansie betrokke moet raak. Die konstruksie moet deur gekwalifiseerde persone gedoen word aangesien die tenk waterdig moet wees. Klein, maar beduidende hoeveelhede water word vereis om die stelsel te bedryf.

Die meeste van die opgeloste organiese materiaal wat in die vleilande gestort word, word deur heterotopie mikro-organismes (figuur 7.1) afgebreek. Hierdie organismes sluit bakterieë, swamme en sommige alge in wat in die planktogene, epifitoties en bentoniet omgewings teenwoordig is (De Jong, Esser en Wuhrmann, aangehaal in Rogers, 1983). Die meer degradeerbare samestellings word vinnig afgebreek terwyl die meer weerbarstige samestellings teen 'n stadiger tempo opgebreek word.

Die meeste van die gesuspendeerde organiese materiaal wat in die vleiland invloei, sak uit as gevolg van die afname van die water se snelheid. Die maklik bio-degradeerbare verbindings word vinnig deur die heterotopie mikro-

organismes gebruik, terwyl die moeiliker samestellings in die sediment opgeneem word. Die verwydering van die organiese materiaal vanaf afvalwater word dus hoofsaaklik deur bakterieë, swamme en, tot 'n mindere mate alge gedoen.

2.10 Opsomming

'n Groot aantal rioolverwyderingstelsels is in hierdie hoofstuk ondersoek. Al hierdie stelsels kom in Suid Afrika voor. Behalwe van die konvensionele stelsel het nog nie een ander stelsel byval by die publiek of owerhede gevind nie.

Die konvensionele stelsel sal altyd die norm wees waarteen 'n rioolstelsel beoordeel word. Daarom is dit noodsaaklik dat 'n goedkoper plaasvervanger gevind word wat dieselfde doel dien, maar teen 'n laer koste geïnstalleer en bedryf kan word. Hierdie stelsel moet nie net 'n korttermyn oplossing bied nie, maar waar moontlik moet hy die konvensionele riool vervang.

Nog 'n kwessie wat deesdae meer algemeen in die Suid Afrikaanse pers bespreek word, handel oor die besoedeling van Suid-Afrika se beperkte waterbronne (Wood, 1990; Wood & Hensman, 1988; Kolbe, 1991; Little, 1990; Hensman, 1990; Smith-Vargo, 1991; Timmermans, 1990). 'n Groot bron van besmetting is gewoonlik sommige van die stelsels wat in hierdie hoofstuk bespreek is.

HOOFSTUK 3

LAE KOSTE RIOOLVERWYDERINGSMETODES

3.1 Inleiding

Die Rioolverwyderingstelsel is gewoonlik die oorheersende faktor wanneer 'n sanitasieselsel vir 'n sekere toepassing gekies moet word. In sommige gevalle vorm die verwyderingstelsel 'n intergrale deel van die sanitasieselsel (konvensionele riool), terwyl die ontwerper in ander gevalle geen keuse het nie (put-latrine en emmerstelsel).

Soos reeds vermeld in hoofstuk 2, paragraaf 2. kan rioolverwyderingstelsels in drie groepe verdeel word:

- i) verwydering na 'n verwerkingstelsel op die terrein,
- ii) verwydering na 'n verwerkingstelsel op 'n ander terrein of
- iii) 'n kombinasie van die twee.

3.2 Verwerkingstelsel op die terrein

3.2.1 Beskrywing

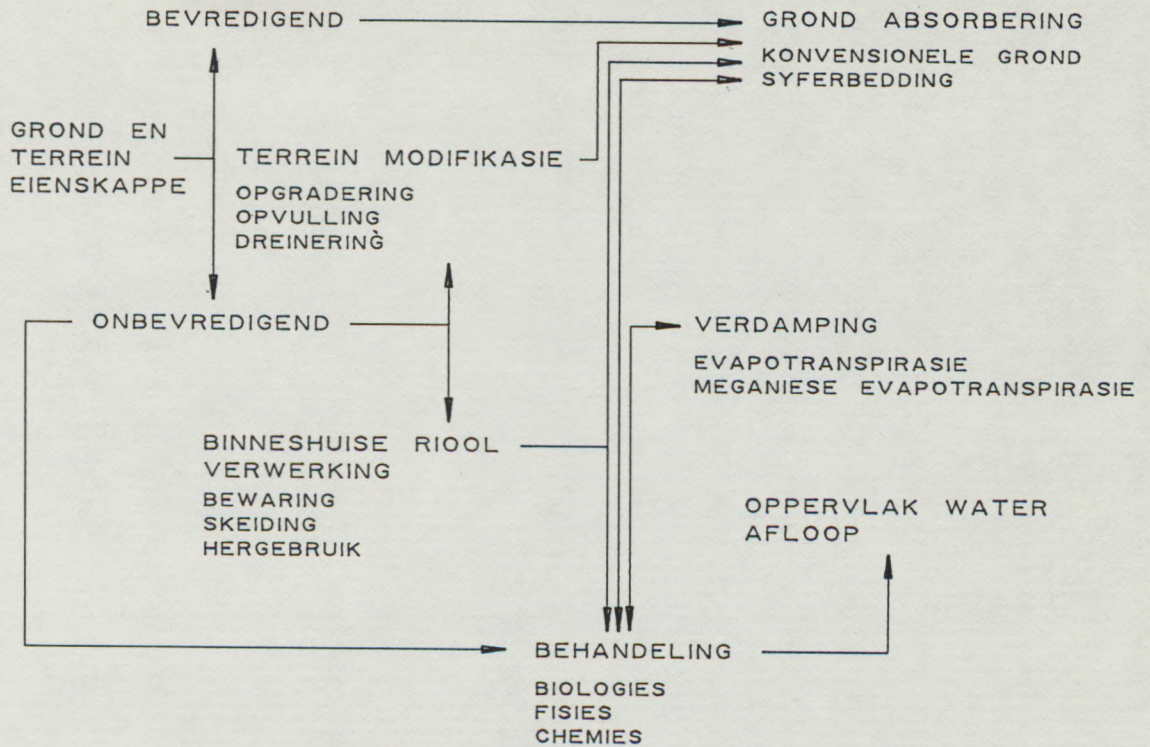
Rioolwater word gewoonlik deur middel van 'n konvensionele interne stelsel na een of ander vorm van syferput op 'n deel van die erf afgevoer. (Syferputte en alternatiewe stelsels word in hoofstuk 7 bespreek.)

Hierdie vorm van rioolverwydering asook verwerking het 'n baie beperkte toepassing. Die Departement van Waterwese en Bosbou het in 1991 die volgende kriteria neergelê wat deeglik ondersoek moet word alvorens enige vorm van syferputte op 'n terrein toegelaat word:

- * die diepte, absorbeer- en vogretensievermoë van die substrata
- * helling van die terrein
- * nabyheid van ondergrondse asook bogrondse waterbronne
- * aanwending van enige waterbronne wat beïnvloed mag word, veral as dit vir menslike gebruik is en
- * huidige en verwagte bevolkingsdigtheid.

Indien gemeenskappe afhanklik is van bronne wat moontlik deur hierdie tipe stelsel besmet kan word, moet 'n alternatiewe oplossing vir die sanitasieprobleme ondersoek word.

Figuur 3.1 toon 'n vloiediagram met verskilende opsies om die regte rioolafvalwater verwerkingsmetode vir 'n spesifieke grondtoestand te kies vir die verwerking op die terrein.



Figuur 3.1: Vloeiendiagram vir rioolverwerking op terrein (University of Winsconsin, 1978, p 58).

3.2.2 Ontwerpprosedure

Die basiese beginsels wat op interne rioolnetwerke van toepassing is, word hier gebruik. Die minimum helling waarteen die pype geïnstalleer mag word, is 1 : 60. Standaard ontwerpprosedures soos vervat in "Guidelines for the provision of engineering services for residential townships", soos uitgegee deur die voormalige Departement van Gemeenskapsontwikkeling, word in bylae A gelys.

Die ontwerp van die verskillende syferputte word in hoofstuk 5 bespreek.

3.2.3 Sosiale, Ekonomiese en Politieke gevolge

Hierdie vorm van rioolverwerking word al vir baie jare in Amerika gebruik (University of Wisconsin, 1978). Volgens Goddard (1976) word die sosiale en ekonomiese inpak van 'n rioolverwerkingstelsel op 'n terrein gewoonlik in grondaanwendings aangeleenthede gemanifisteer. Ondersoeke deur bogenoemde persoon het aan die lig gebring dat slegs 32% van alle grond in Amerika vir hierdie tipe stelsel geskik is. Aangesien die gebruik van grond en bewaring van grond in Suid-Afrika deesdae 'n brandpunt geword het, is dit belangrik dat hierdie kwessies vooraf ondersoek word.

Die volgende sosiale, ekonomiese en politieke aangeleenthede word deur Goddard (1976) onderstreep:

- * As gevolg van die lae persentasie grond (in Amerika) wat vir hierdie tipe rioolstelsel geskik is, word 'n premie op hierdie tipe grond geplaas wat meebring dat grondpryse onrealisties kan styg. Dit bring mee dat mense poog om die politiese omgewing te stimuleer vir toegewings of veranderings.
- * Indien dit sou gebeur dat 'n premie op die waarde van 'n terrein geplaas sou word omdat hy geskik sou wees vir rioolverwerking op die terrein, sal grond (sg. ongeskikte grond) se waarde daal. Oningeligte verbruikers kan dan hierdie grond bekom en te laat besef dat die ontwikkelingskoste veel hoër sal wees as wat aanvanklik beraam is.
- * Indien 'n area vinnig ontwikkel, kan die streng toepassing van regulasies meebring dat alternatiewe stelsels geïnstalleer moet word. Aanvanklike lae koste

vir dienste kan die groei van 'n gemeenskap stimuleer wat sal meebring dat die sosiale struktuur verander.

- * Die bewaring van prima landbougrond is van die uiterste belang vir 'n ontwikkelende gemeenskap. In baie gevalle is terreine wat geskik is vir rioolverwerking op die terrein prima landbougrond.
- * 'n Groot politieke struikelblok is die kommunikasiegaping tussen die tegniese personeel wat die regulasies opstel en toepas en die algemene publiek. Die publiek raak gefrustreerd, ongeduldig en moeg vir al die burokrasie wat met die regulasies gepaard gaan en veg terug deur middel van politieke proses.
- * Die ekonomiese waarde wat gekoppel kan word aan epidemies en relevante siektes het 'n groot impak op die bevolking. Die stygende koste van mediese behandeling en publike gesondheidsadministrasie het 'n besparingseffek in gemeenskappe waar regulasies streng toegepas word. Verlore man-ure, hospitaalkostes, versekeringspremies en ander direkte en indirekte kostes moet oor die langtermyn geëvalueer word.

Suid-Afrika staan nou ook voor dieselfde uitdagings as wat Amerika in die sewentiger jare moes trotseer. Dus kan 'n parallel tussen die situasie in Amerika en dié in Suid-Afrika getrek word.

Om hierdie punt te illustreer noem Goddard (1976) die volgende voorbeeld wat vandag van toepassing is op Suid-Afrika. In die staat Pennsylvania het die gemeenskap van Gettysburg oorwegend van sypelbeddings gebruik gemaak vir rioolverwydering en -verwerking. Omdat die gemeenskap oor 'n groot gebied versprei was, is regulasies nie te streng toegepas nie aangesien hulle geen ander rioolstelsel kon

bekostig nie. Die tendens van 'n tweede huis vir ontspannings- of aftree-doeleindes het die gemeenskap binne die bestek van 'n paar jaar laat ontplof, aangesien Gettysburg naby groot metropolitaanse gebiede soos Washington en Baltimore is. Skielik word groot name in die ontspanningsbedryf aan die dorpie gekoppel. Die plaaslike gemeenskap, oorwegend landbougemeenskap, is oornag oorrompel deur die 20ste eeu. Owerhede het te laat besef dat regulasies vir rioolstelsels onvoldoende was. Die situasie kon eers na 10 jaar se onderhandelinge en 'n enorme kapitale inset beredder word.

Die regulasies wat deur die Departement van Waterwese en Bosbou neergelê is, spreek baie van die faktore wat deur Goddard (1976) uitgewys is aan. Streng toepassing van hierdie regulasies in 'n vroeë stadium mag moontlik verhoed dat Suid-Afrika voor dieselfde dilemma te staan kom as Amerika.

3.3 Rioolverwydering na 'n ander terrein

Behalwe meganiese metodes wat gewoonlik relatief duur is (byvoorbeeld emmerstelsels, suigputte en vakuumstelsels), is daar net twee metodes wat onafhanklik funksioneer wat geskik is vir toepassing in ontwikkelende lande (Otis & Mara, 1985);

- * Konvensionele gravitasieriole en ;
- * Klein diameter riole.

3.3.1 Konvensionele Riolverwyderingstelsels

3.3.1.1 Beskrywing

Hierdie tipe stelsel word oor die algemeen reg oor die wêreld gebruik. Aangesien die stelsel gewoonlik besonder duur is en dus nie werklik 'n lae koste stelsel is nie, word dit nie verder bespreek nie. Bylae A toon die ontwerpprosedure soos vervat in "Guidelines for the provision of engineering services for residential townships", soos uitgegee deur die voormalige Departement van Gemeenskapsontwikkeling wat geld as algemene standaard vir dorpsontwikkeling.

3.3.2 Klein diameter rirole

3.3.2.1 Beskrywing

Klein diameter rioolstelsels is relatief onbekend in Suid-Afrika. Hierdie tipe stelsel is al met groot sukses in lande soos Amerika, Australië, Nigerië, Zambië en Zimbabwe geïnstalleer (World Bank TAG note 14). Een van baie min klein diameter stelsels wat in Suid-Afrika aangetref word, kom in die myndorp Alexanderbaai aan Suid-Afrika se noord-oostelike grens voor. Die stelsel word, volgens die myningenieur, al vir die afgelope 50 jaar sonder probleme bedryf.

Schmidt et al. (1986) definieer 'n klein diameter rioolstelsel as 'n rioolstelsel wat net anaërobies-gekondisioneerde afvalwater vanaf gebruikers na geselekteerde punte vervoer deur gebruik te maak van die energieverkil wat ontstaan as gevolg van die

hoogteverskil tussen die begin- en eindpunte. Hierdie rioolstelsel word uit die volgende komponente (Otis & Mara, 1985) saamgestel: 'n interne geslote rioolnetwerk op die erf wat in 'n onderskepper in die vorm van 'n septiese tenk dreineer, 'n PVC- of soortgelyke pyp wat die septiese tenkuite late met mekaar verbind, steekoë en mangate, ventilasiepunte en pompstasies.

*** Huisaansluitings**

'n Konvensionele geslote interne netwerk word gebruik om die afvalwater na die onderskepper af te voer. Hierdie netwerk word volgens standarde, soos neergelê vir 'n konvensionele netwerk, geïnstalleer. (Sien bylae A.)

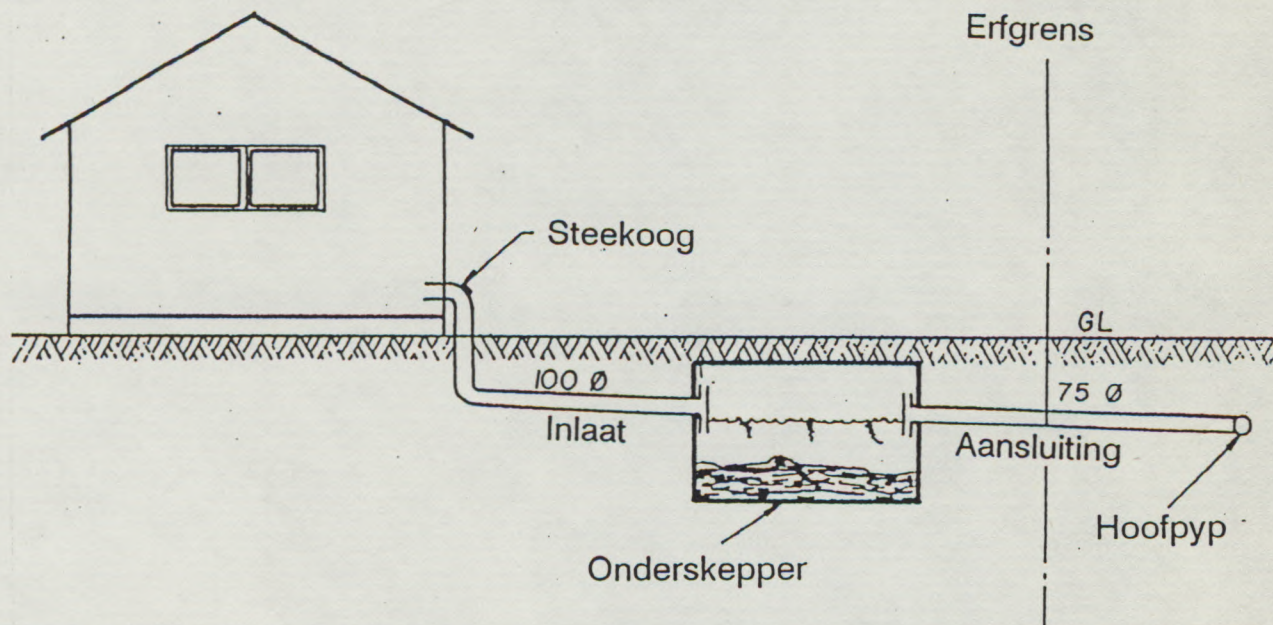
*** Onderskepper**

Die doel van die onderskepper is om soliedes van die water te skei, die soliedes agter te hou en water in die netwerk uit te laat (Van der Westhuizen, 1990). 'n Effens aangepaste vorm van die septiese tenk word gewoonlik vir hierdie doel aangewend. Basiese septiese tenks is reeds in hoofstuk 2, paragraaf 2.4 beskryf. Die onderskepper word breedvoerig in hoofstuk 5 bespreek.

*** Rioolnetwerk**

Uitlate van septiese tenks word met 'n PVC of soortgelyke pyp aan mekaar verbind. Dieselfde kriteria wat by die bepaling van 'n konvensionele stelsel se roete van toepassing is, word ook vir die roetebepaling van die klein diameter riool gebruik. Anders as by konvensionele stelsels word die pype nie met 'n uniforme helling van mangat tot mangat gelê nie. Dit beteken dat 'n klein diameter riool wisselende hellings tussen twee knooppunte kan hê. Dit impliseer dat die helling op sekere plekke opwaarts kan wees wat sal meebring dat die water onder statiese toestande stilstaan. Horisontaal kan die

rioollyn om enige obstruksie soos byvoorbeeld 'n rotsblok of ander hindernis bely n word sonder om die effektiwiteit te benadeel. Tydens die ontwerp van 'n klein diameter rioolstelsel is die oogmerk om die energie wat ontstaan weens die hoogteverskil tussen die stroomop en stroomaf end van die pyp maksimaal te benut. Figuur 3.2 toon die posisie van die onderskepper in verhouding met die res van die rioolstelsel.



Figuur 3.2: **Tipiese erf riooluitleg** (Schmidt et al., 1986, p 5).

* **Mangate en steekoë**

Mangate en steekoë verleen toegang tot die stelsel. Mangate word sover as moontlik beperk weens die infiltrasie van grond, sand en ander ongewenste artikels (Schmidt et al., 1986). Steekoë word verkies omdat hulle dig geseël kan word en versteek kan word onder die grond.

* **Ventilasiepunte**

Ten einde vryvloeitoestande in die pypnetwerk te verseker moet ventilasiepunte voorsien word in die

stelsel. Gewoonlik is die vetilasiepunte by 'n huis voldoende. 'n Uitsondering is egter wanneer die helling varieer en 'n hoë punt vorm. Indien 'n huisaansluiting nie op so 'n punt aangebring kan word nie, moet 'n aansluitkas met 'n geventileerde deksel, steekoog of ventilasieklep voorsien word.

* **Pompstasies**

'n Pompstasie mag soms nodig wees om 'n netwerk te voltooi of by 'n sekere punt aan te sluit. Deeglike ondersoek moet gedoen word om vas te stel of die pompstasie ekonomies regverdigbaar is.

Klein diameter rirole word opgedeel in twee groepe (Schmidt et al., 1986). Die eerste groep se pype word op relatief konstante hellings gelê (soos vir 'n konvensionele stelsel), terwyl die tweede groep se hellings gedurig varieer en op sommige plekke selfs opwaarts kan wees. Die verskil tussen die twee groepe is hoofsaaklik tydens die ontwerpfase ter sprake.

Weens die afwesigheid van soliedes in die water is slegs die netto helling van die pyp van belang (Simmons & Newman, 1985; Schmidt et al., 1986; Otis & Mara, 1985). Om dieselfde rede is die skoonspoelsnelheid ook nou baie laer, ongeveer 0,3 l/s wat meebring dat 'n baie platter helling gebruik kan word (Schmidt et al., 1986; Otis & Mara, 1985). Die afwesigheid van die soliedes bring ook mee dat die aanvanklike hellings, soos benodig vir 'n konvensionele rioolstelsel, baie platter kan wees met die resulterende besparing van uitgraving.

Hierdie rioolstelsel is baie geskik vir ontwikkelende lande aangesien minder vaardighede nodig is vir die installasie van die stelsel, konstruksie op 'n arbeidsintensiewe (werkskeppende) basis kan geskied en die stelsel baie buigsaam is om aan te pas by

omstandighede. Indien 'n gebied alreeds deur septiese tenks bedien word, kan die tenks met geringe aanpassings deur middel van 'n klein diameterstelsel gedreineer word.

3.3.2.2 Toepassing in die Suid-Afrikaanse milieu

In 1987 het die firma Lillicrap Crutchfield Cragg & Vennote van Port Elizabeth op versoek van die Kaapse Provinsiale Administrasie (K.P.A.) die wenslikheid vir die installasie van 'n klein diameter rioolstelsel vir die gemeenskap van Marselle naby die Boesmansriviermond ondersoek (Timmermans, 1990). Die stelsel is in 1988, na aanpassing deur die Kaapse Provinsiale Administrasie (Van der Westhuizen, 1990) geïnstalleer. Volgens navrae by die K.P.A. funksioneer die stelsel op hierdie stadium nog sonder enige probleme.

Hierdie stelsel word tans deur die betrokke owerhede geëvalueer. Die wetslae van hierdie projek sal tot 'n groot mate bepaal of nog geld in soortgelyke stelsels belê gaan word. Van der Westhuizen (1990) sluit sy artikel oor bogenoemde stelsel met die volgende paragraaf af:

" it is believed small bore sewers as a waste water disposal option offers an appropriate and affordable solution to the problems of not only low income but also more affluent communities in rural areas in particular and should in fact be seen as an option offering vast opportunities to conserve cost, capital and water and to develop and sustain the self-help potential latent in such communities"

(p 34)

Die afleiding wat Van der Westhuizen (1990) maak word onderskryf deur Otis en Mara (1985) en al die ander,

naamlik dat die klein diameter rioolstelsel veral geskik is vir lae inkomste gemeenskappe omdat dit 'n hoë mate van gebruikers gerief daarstel. Owerhede is ook tevrede met die koste en inset verbonde aan die installasie en onderhoud van die stelsel.

3.3.2.3 Voordele en nadele verbonde aan die klein diameter rioolstelsel bo 'n konvensionele stelsel

Ten einde die geskiktheid vir gebruik in Suid-Afrikaanse omstandighede te evalueer is dit nodig om die klein diameter riool met die konvensionele rioolstelsel te vergelyk aangesien dit die norm is waarteen die stelsel gemeet gaan word.

Voordele

- * Die afwesigheid van soliedes en die retensie van die afloop deur 'n onderskepper bring mee dat die afloop in die pype baie laer is, met die gevolg dat die spitsvloei in die netwerk ook laer is. 'n Spitsfaktor van hoogstens 2 word aanbeveel, terwyl die minimum vloeisnelheid in die pype so laag as 0,3 m/s kan wees met gradiënte wat soms negatief kan wees op voorwaarde dat die netto gradiënt van begin tot einde positief is (Simmons & Newman, 1985). Otis en Mara (1985) beveel ook 'n spitsfaktor van ongeveer 2 in die afwesigheid van voldoende inligting om die teendeel te bewys aan. Volgens Schmidt et al. (1986) bepaal die wateroppervlakte van die onderskepper tesame met die tipe inlope die spitse wat verwag kan word.
- * Verminderde konstruksiekostes kan voorkom, aangesien minder of in sommige gevalle geen mangate benodig word nie. Pype kan nie net vlakker nie, maar ook tot 'n sekere mate rondom of oor vertikale of horisontale

obstruksies gelê word. Plastiese pype en passtukke kan gebruik word (Otis & Mara, 1985).

- * Verminderde suiweringsbehoefte aangesien sifting, verwydering van grint en soliedes, en die sedimentasie van die meeste gesuspendeerde soliedes al klaar op die terrein plaasgevind het met die daarmee gepaardgaande vermindering in die bruto suurstofbehoefte (BSB) van ongeveer 60% en fekalieë coliform (faecal coliform) van ongeveer 90% in die onderskeppers (Otis & Mara, 1985).
- * Verminderde water infrastruktuurkoste (Van der Westhuizen, 1990).
- * Verminderde algemene onderhoud en bestuursbehoefte (Emslie, 1986).
- * Geskiktheid as gemeenskap self help projekte (Otis, & Mara, 1985) asook in ooreenstemming met regeringsbeleid van die 'gebruiker betaal' (Van der Westhuizen, 1990).
- * Verminderde arbeidskoste aangesien lae- en ongeskoolde arbeid gebruik kan word (Emslie, 1986).
- * Verminderde aantal pompstasies aangesien platter gradiënte gebruik word (Schmidt et al., 1986).
- * Aangesien pompstasies net skoon water moet pomp sal die pomptoerusting baie goedkoper wees (Schmidt et al., 1986).
- * Aangesien net water in die netwerk afgevoer word, sal die neiging om te verstop verminder (Emslie, 1986).

- * Verminderde infiltrasie en invloei (Schmidt et al., 1986).
- * Die stelsel kan maklik aangepas word om in te skakel by bestaande septiese- of bewaartenks asook bestaande konvensionele stelsels (Emslie, 1986).

Nadele

- * Die grootste nadeel verbonde aan die klein diameter riool is die feit dat die onderskeppertenks gereeld skoongemaak moet word ten einde verstoppings in die pypstelsel te voorkom (Otis & Mara, 1985).
- * 'n Deeglike bestuurs- en onderhoudsprogram word vereis om die effektiwiteit van die stelsel te verseker (Schmidt et al., 1986).
- * Swak ontwerpe kan reuk- en korrosieprobleme veroorsaak (Van der Westhuizen, 1990).
- * Hoë koste van die onderskeppertenks (Emslie, 1986).

3.3.2.4 Ontwerp

Die basiese stappe om 'n klein diameter rioolstelsel te ontwerp is as volg:

- i) Horisontale uitleg van die stelsel: oorwegings wat van toepassing is vir roetebepaling van 'n konvensionele rioolstelsel geld origens ook hier (Otis & Mara, 1985).
- ii) Stip die vertikale grondprofiel aan.
- iii) Dui die verwagte aansluitingspunte van die onderskeppertenks se uitlate, beide in die

horisontale sowel as vertikale verband, op die lengtesnitte aan.

- iv) Bepaal die aantal huise wat elke been sal bedien.
- v) Bepaal die aflope vanaf die huise asook die spitsaflope wat in die onderskeie dele van die netwerk verwag kan word.
- vi) Deur een van die empiriese formules vir pypvloei te gebruik, bepaal die vloei in die pype. Volvloei- toestande kan gebruik word asook 'n geskikte wrywingsfaktor om aan te pas by die tipe pype wat gebruik gaan word.
- vii) Stip die maksimum hidrouliese gradiënt aan vir die voorgestelde sektor van die netwerk op die grondprofiel.
- viii) Verander die pypdiameters, diepte van die uitgraving en helling van die pype om te verhoed dat die water onder spitsvloei toestande terug stoot in een van die septiese tenks.
- ix) Bepaal of enige pompstasies, terugslagkleppe of lugkleppe op die netwerk benodig word (Simmons & Newman, 1985).

Bogenoemde stappe dien slegs as 'n riglyn. Elke netwerk moet behoorlik ontleed word. Aandag moet veral geskenk word aan afwykings.

Omdat die sisteem geslote is, moet deeglike aandag aan die ventilasie van die stelsel geskenk word. Elke onderskepper moet kan ventileer, alle plekke in die netwerk waar lug vasgevang kan word, moet geventileer word. Elke aansluitingspunt moet as ventilator kan dien. Daar moet dus 'n vry vloei van lug vanaf die aansluiting tot by die ventilasiepunt van die onderskeppertenk aan die huis wees.

Meganiese of elektriese toerusting moet verkieslik vermy word. Indien 'n lugklep op 'n pyp voorsien moet word,

kan 'n steekoog of iets soortgelyks eerder gebruik word.
Die netwerk moet sover as moontlik onderhoudvry wees.

3.4 Opsomming

Klein diameter rioolstelsels is 'n nuwe konsep vir Suid-Afrika. Die literatuur dui daarop dat die stelsel met 'n paar klein aanpassings moontlik 'n oplossing kan bied nie net vir lae inkomste behuising nie, maar ook vir ander toepassings waar 'n konvensionele stelsel nie regverdigbaar is nie.

Die grootste beperking van hierdie rioolstelsel is die feit dat die onderskepper op 'n gereelde basis leeg gesuig moet word. Indien hierdie skoonmaakproses nie gereeld gebeur nie, kan die uitvloeiende wat soliedes bevat, dalk in die netwerk beland wat dan kan meebring dat die pype verstop. Nog 'n vraag wat onmiddellik opduik is hoe bepaal moet word wanneer die tenk uitgesuig moet word, met ander woorde wanneer word die volume slyk in die tenk 'n gevaar vir die werking van die rioolnetwerk.

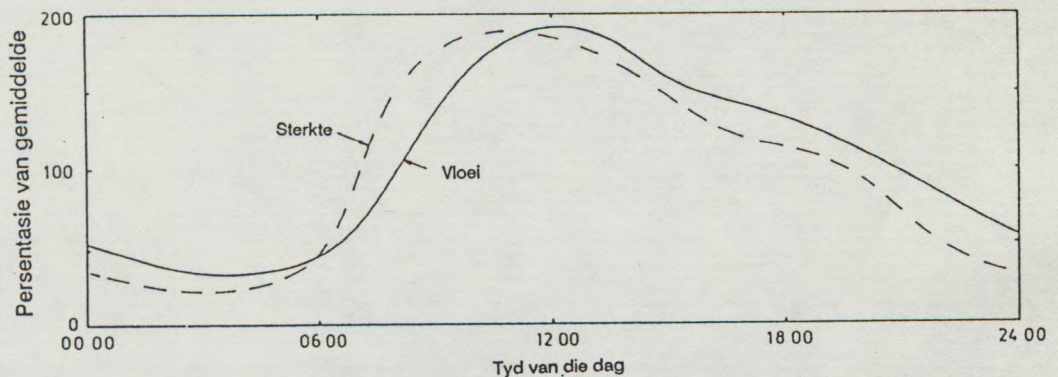
Aangesien die onderskepper 'n aangepaste septiese tenk is, vind daar biologiese prosesse in die tenk plaas (Otis & Mara, 1986). Die moontlikheid dat hierdie prosesse verbeter of versnel kan word, het beslis aandag nodig. Indien die effektiwiteit van die onderskepper verbeter kan word en eerder as 'n tipe reaktor aangewend kan word, sal die stelsel meer aanvaarbaar wees.

HOOFSTUK 4

BIOLOGIESE PROSESSE

4.1 Inleiding

Die eienskappe van afvalwater vanaf huise asook ander bronne in 'n gemeenskap het nie net 'n invloed op die rioolstelsel nie (hoofstuk 2), maar beïnvloed ook die effektiwiteit van die rioolverwerking en stortingsmetode. Verskillende huishoudings gebruik water op verskillende maniere op verskillende tye van die dag. Dit bring mee dat afvalwater met verskillende grade van aggressiwiteit op verskillende tye van die dag in die rioolstelsel gestort word (University of Winsconsin, 1978). Figuur 4.1 toon grafies die verhouding tussen die aggressiwiteit van die rioolafloop vanaf 'n konvensionele huishouding en die volume oor 'n 24 uur periode.



Figuur 4.1: Die verhouding tussen die aggressiwiteit van huishoudelike riool en die volume oor 'n 24 uur periode (Tebbutt, 1983, p 20).

In 1908 het 'n Koninklike Kommissie oor Rioolwatersuiwering, wat in 1898 in Brittanje aangestel is die volgende definisie vir rioolwater verskaf: Rioolwater bestaan oor die algemeen uit 'n southoudende mengsel in oplossing asook stikstofhoudende en koolstofhoudende organiese materiaal in

oplossing en in suspensie tesame met 'n sekere hoeveelheid rioolgruis en minerale materiaal (Tebbutt, 1983).

Om rioolwater te kan suiwer is dit belangrik dat die samestelling eers ontleed word. Soos reeds beskryf in hoofstuk 2 bevat gemiddelde rou riool slegs sowat 1000mg soliedes per liter in oplossing en suspensie, terwyl die oorblywende 99.9% water is (Tebbutt, 1983). Ongelukkig is dit nie voldoende om net die samestelling van die soliedes te bepaal nie, aangesien skoon natuurlike water net soveel soliedes kan bevat as rou riool.

Drie hooftipes organiese materie kan volgens Tebbutt (1983) onderskei word:

- a) Koolhidrate (CHO) wat onder andere koolstof, waterstof en suurstof bevat. Voorbeelde hiervan is suikers, byvoorbeeld glukose $C_6H_{12}O_6$, stysels en sellulose.
- b) Stikstofhoudende verbindings (CHONS) wat koolstof, waterstof, suurstof, stikstof, en soms swawel bevat. Die hoofbestanddele van hierdie groep is proteïene (wat komplekse molekules is), aminosure (wat die basis van proteïene vorm) en ureum. Die stikstof in hierdie verbindings word as ammoniak gedurende die oksidasieproses herwin.
- c) Vetstowwe (CHO) wat koolstof, waterstof en 'n klein hoeveelheid suurstof, wat effens oplosbaar in water is, maar in organiese oplossings oplos, bevat.

4.2 Fisiese eienskappe

- a) **Temperatuur:** Hierdie eienskap is belangrik as gevolg van sy effek op ander eienskappe, byvoorbeeld die versnelling van chemiese reaksies, vermindering van die vloeibaarheid van gasse en verandering van smake en reuke.

- b) Smake en reuke: As gevolg van opgeloste onsuierhede, gewoonlik organies van aard, is dit baie moeilik om hierdie eienskap te meet.
- c) Kleur: Gewone drinkwater is nie kleurloos nie. Groot hoeveelhede water het 'n ligte blou-groen skynsel. Daar moet onderskei word tussen ware kleur as gevolg van materiale in oplossing en skynbare kleure as gevolg van materie in suspensie. Organiese sure is verantwoordelik vir die geel kleur wat soms in waterstrome voorkom. Hierdie sure is geheel en al skadeloos aangesien dit dieselfde tipe looisuur is as wat in tee voorkom. Water met 'n hoë suurstofinhoud het 'n beter kleur as water met 'n lae suurstofinhoud.
- d) Troebelheid: Gesuspendeerde soliedes teenwoordig in water veroorsaak 'n dowwe skynsel wat nie net onaanvaarbaar is nie, maar ook gevaarlik kan wees.
- e) Soliedes: Soliedes kan in water teenwoordig wees of in suspensie en/of in opgeloste vorm. Verder kan soliedes ook nog opgedeel word in organiese en anorganiese materiaal. Totaal opgeloste soliedes is die gevolg van oplosbare materiaal wat in rou riool voorkom, terwyl gesuspendeerde partikels diskrete partikels in die water is wat gemeet kan word deur die water deur fyn papier te laat filtreer.
- f) Elektriese geleidingsvermoë: Die geleidingsvermoë van 'n oplossing hang af van die hoeveelheid opgeloste soute teenwoordig en in die geval van verdunde oplossings is dit proporsioneel tot die totale opgeloste soliede-inhoud.

4.3 Chemiese eienskappe

- a) pH: Die pH dui die intensiteit van die basis- of suurgehalte van die water aan. Die pH dui in werklikheid net die konsentrasie waterstofione wat in die water teenwoordig is aan ($\text{pH} = -\log_{10}[\text{H}^+]$).

- b) Oksidasie-reduksie-potensiaal (ORP): In 'n stelsel wat geoksideer word, is daar gedurig 'n verandering in die verhouding van materiale wat in die geoksideerde vorm is asook van materiale wat in die gereduseerde vorm is. In so 'n situasie word die potensiaal benodig om elektrone van 'n geoksideerde vorm na 'n gereduseerde vorm oor te dra uitgedruk as:

$$\text{ORP} = E^{\circ} - \frac{0.059}{z} \log_{10} \frac{[\text{produkte}]}{[\text{reaktans}]}$$

waar E° = sel oksidasie potensiaal

en z = aantal elektrone in die reaksie is.

Operasionele ondervinding (Tebbutt, 1983) het getoon dat ORP-waardes kritiek is by verskeie oksidasiereaksies.

Aërobiese reaktors se ORP waarde is ongeveer $> 200\text{mV}$, terwyl anaërobiese reaksies plaasvind onder 50 mV .

- c) Alkaliniteit: Alkaliniteit is 'n nuttige eienskap van rioolwater aangesien dit 'n buffer daarstel wat veranderinge in die pH teenwerk.
- d) Suurgehalte: Die meeste natuurlike water en huishoudelike riool word beskerm deur 'n $\text{CO}_2\text{-HCO}_3^-$ bufferstelsel. Die koolsuurverbinding H_2CO_3 word eers ten volle geneutraliseer sodra die pH bo 8,2 gaan, maar sal ook nie die pH laer as 4,5 laat daal nie. Dus behou koolsuurgas sy suurgehalte tussen 'n pH van 8,2 en 4,5. Suurgehalte word gewoonlik uitgedruk in terme van CaCO_3 .
- e) Hardheid: Hierdie eienskap van water verhoed dat skuim vorm en veroorsaak 'n neerslag in warmwaterstelsels.
- f) Opgeloste suurstof: Suurstof is die belangrikste element in die kwaliteitsbeheer van water. Suurstof se teenwoordigheid is belangrik om biologiese lewe aan die gang te hou. Indien rioolwater in 'n rivier afgelaat sou word, sal die effek op die rivier afhang van die hoeveelheid suurstof wat in die water teenwoordig is. Ongelukkig kan suurstof net tot 'n beperkte mate in water oplos.
- g) Suurstofbehoefte: Organiese samestellings is oor die algemeen onstabiel en kan biologies of chemies geoksideer word na stabiele eindprodukte soos CO_2 , NO_3

en H_2O . Deur die hoeveelheid suurstof te bepaal wat nodig sal wees om rioolwater te stabiliseer kan 'n aanduiding van die hoeveelheid organiese inhoud van rioolwater verkry word (Dillard & Goldberg, 1985). Drie verskillende norme kan vir hierdie doel gebruik word:

- i) Biochemiese suurstofbehoefte (BSB): dit is die suurstof wat deur mikro-organismes benodig word om organiese materiaal af te breek.
- ii) Permagenaat waarde (PV): chemiese oksidasie deur van 'n potasium permagenaat oplossing gebruik te maak.
- iii) Chemiese suurstofbehoefte (CSB): chemiese oksidasie deur verhitte potasium dichromaat en gekonsentreerde swawelsuur.

Die antwoorde grote orde van bogenoemde waardes word gewoonlik as volg gerangskik: $PV < BSB < CSB$.

- h) Stikstof: Hierdie is 'n belangrike element aangesien biologiese reaksies slegs kan plaasvind indien daar genoegsame stikstof teenwoordig is. Vir die doeleindes van hierdie werkstuk word net vier hoofvorms van stikstof aangespreek, nl:
 - i) Organiese stikstof: stikstof in die vorm van proteïene, aminosure en ureum,
 - ii) Ammonia stikstof: stikstof as ammoniasoute, byvoorbeeld $(NH_4)_2CO_3$, of as ammonia,
 - iii) Nitriet stikstof: 'n oorgangsoksidasiefase wat gewoonlik nie in groot hoeveelhede teenwoordig is nie en
 - iv) Nitraat stikstof: finale oksidasieproduk van stikstof.
- j) Chloried: Chloried is verantwoordelik vir die wrang smaak in besoedelde water en dui dus daarop dat die water besoedel kan wees, moontlik as gevolg van die chloried-inhoud van urine.

Ten einde die rioolafvalwater te verwerk is daar 'n wye verskeidenheid rioolverwerkingsmetodes deesdae beskikbaar, maar net 'n paar is ekonomies en ekologies aanvaarbaar (hoofstuk 7).

4.4 Biologiese Rioolverwerking

4.4.1 Ensieme

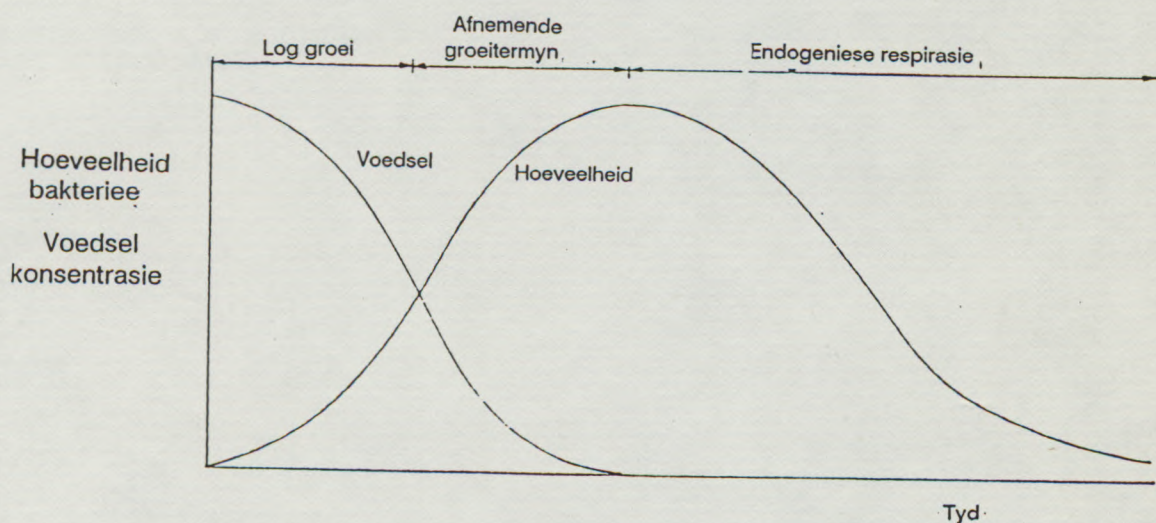
Ensieme (proteïenmolekules) en organiese katalisators beheer die tempo waarteen sekere biologiese reaksies paasvind (Dilard & Goldberg, 1978). Die organiese katalisators word deur lewende organismes geproduseer en versnel die tempo van die reaksie sonder om deur die biologiese proses verbruik te word en sonder om die balans van die reaksie te versteur. Ensieme is baie sensitief vir omgewingsfaktore soos temperatuur, pH, metaalione en dien net as katalisators vir spesifieke reaksies. Die verskillende ensieme word geklassifiseer volgens die tipe reaksie wat hulle kataliseer. Tebbutt (1983) beskou die volgende reaksies wat met ensiemkatalisators versnel kan word belangrik in biochemie:

- * Oksidasie - die byvoeging van suurstof of verwydering van waterstof
- * Reduksie - die byvoeging van waterstof en verwydering van suurstof
- * Hidrolise - die byvoeging van water by groot molekules wat resulteer in die afbreek na kleiner molekules
- * Ontaminesasie - die verwydering van 'n NH_2 groep vanuit aminosure of amien
- * Koolstofdioksidisasie - die verwydering van koolstofdioksied

4.4.2 Biologiese groei

Die biologiese groeiproses word in Figuur 4.2 grafies getoon. Op die eerste deel van die biologiese groeikurwe (figuur 4.2) is daar volop voedsel, maar 'n beperkte

hoeveelheid mikro-organismes. Reprodusie van die mikro-organismes vind in hierdie stadium op 'n eksponensiële basis plaas, terwyl die bron van voedsel afneem. Op 'n stadium begin die onvoldoende voedselbron die groei in die aanwas van mikro-organismes strem en die groeitempo begin afneem. Sodra alle voedsel verbruik is, staak die aanwas van mikro-organismes en die aantal mikro-organismes begin afneem. Organiese materiaal van dooie selle word deur die oorblywende lewende mikro-organismes verbruik.



Figuur 4.2: **Biologiese groeikurve van mikro-organismes** (Tebbutt, 1983, p 54)

Vir suksesvolle biologiese groei word die volgende voedingstowwe benodig (Tebbutt, 1983):

- * Bronne van koolstof en stikstof: 'n Empiriese formule vir protoplasma is $C_5H_7NO_2$. Die formule dui daarop dat die samestelling van die sel die behoeftes van die organismes sal bepaal. Dus is koolstof, stikstof en tot 'n mindere mate fosfor die belangrike elemente vir die bevordering van groei.
- * Energiebronne: Mikro-organismes benodig energie vir hulle metaboliese aktiwiteite. Hierdie energie word verkry deur die energie wat oorspronklik gebruik is om chemiese verbindings te vorm op te neem sodra die verbinding ontbind word.

- * Anorganiese ione: 'n Groot aantal anorganiese ione, hoofsaaklik klein hoeveelhede metale soos kalsium, magnesium, potasium, yster, mangaan en kobalt, is essensieel vir die groei van die mikro-organismes. Hierdie ione kom gewoonlik in water en dus ook in rioolwater voor.
- * Groeifaktore: Daar bestaan redes om te glo dat materiale soos vitamies deur sommige mikro-organismes benodig word vir optimale groei.

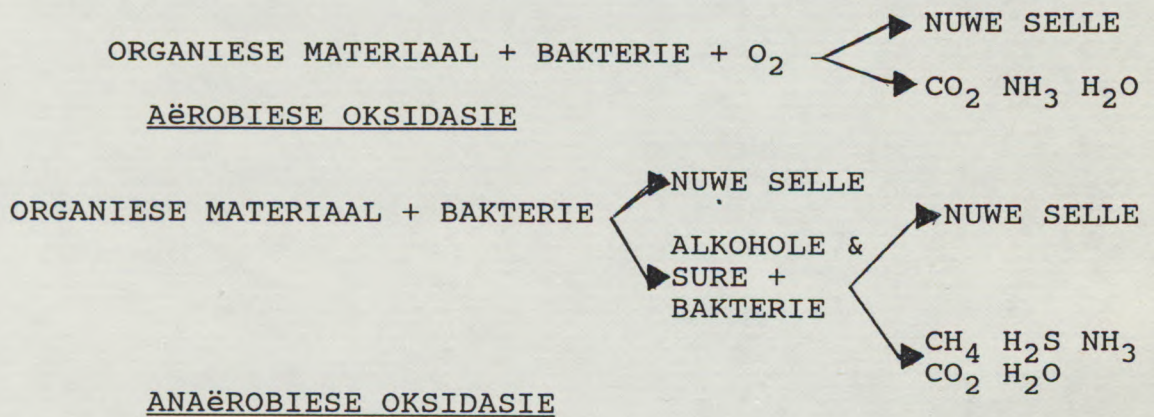
Indien enige van bogenoemde bronne afwesig is, sal dit die biologiese groei benadeel en meebring dat die vorm van die groeikurve (figuur 4.2) sal verander.

4.5 Biologiese prosesse van belang in 'n septiese tenk

4.5.1 Anaërobiese proses

Anaërobiese prosesse kan in twee kenmerkende biochemiese groepe opgedeel word, naamlik fermentasie- en anaërobiese respiratore. Fermentasie kan beskryf word as 'n energieproduserende metaboliese proses waartydens organiese samestellings as beide elektrongewer en -aannemer dien. Tydens anaërobiese respirasie dien oksiderende anorganiese samestellings soos nitrate, sulfate en karbonate as elektronaannemers. In die anaërobiese milieu val bakterieë normaalweg organiese molekules soos vette, sellulêre materie en proteïene aan en verteer dit dan tot 'n molekulêre grootte wat dan deur middel van hidrolise gefermenteer word. 'n Komplekse groep anaërobiese mikro-organismes fermenteer ander sure wat dan relatiewe stabiele produkte soos alkohol, koolsurgas (CO_2), natriumhidroksied (NH_3), waterstof (H_2) en sulfate lewer (Tebbutt, 1983).

'n Tweede proses skakel die organiese sure en alkohole om na asynsuur en nog waterstof (H_2). Derdens vorm 'n wyd uiteenlopende groep metaandraende bakterieë deur middel van die waterstof (H^2) en koolsuurgas (CO_2) produkte soos metaan (CH_4), koolstofdiksied (CO_2) en koolwaterstof (H_2S). Hierdie proses word skematies in figuur 4.3 voorgestel. Hierdie prosesse is belangrik in die anaërobiese proses aangesien die opwekking van die metaangas, klein hoeveelhede koolstofdiksied en koolwaterstof verantwoordelik is vir die vermindering van die bruto suurstofbehoefte (BSB) in rioolwater. Die hidrolitiese- en fermentasiereaksies transformeer net die molekules, BSB neem eers af sodra metaanvorming plaasvind. Omdat die mikro-organismes wat verantwoordelik is vir metaanvorming (metaanbakterieë) baie sensitief is vir omgewingstoestande hang die effektiwiteit van die anaërobiese fermentasieproses grootliks af van proseskontrole (University of Winsconsin, 1978).



Figuur 4.3: 'n Skematiese voorstelling van die aërobiese en anaërobiese proses (Tebbutt, 1983, p 52).

Die teenwoordigheid van sulfate, nitrate en ander oksiderende anorganiese organismes is ook van belang in die anaërobiese proses. Nitraatverwydering vind plaas deur die anaërobiese respirasie van nitrate wat dan stikstof vrystel. Die vermindering van hierdie

oksiderende samestellings help ook om die BSB te stabiliseer (University of Winsconsin, 1978).

Die kinetika van die anaërobiese proses hang af van die hoeveelheid en kwaliteit van die mikro-organismes teenwoordig en die toestande in die omgewing van die proses (Iza et al., 1991). Vir optimale metaangasproduksie moet geen opgeloste suurstof teenwoordig wees nie, die pH moet tussen 6,7 en 7,4 wees, die ORP-waardes moet laag wees en die temperatuur moet tussen 32-37°C of 50-55°C wees (University of Winsconsin, 1978). Die kwaliteit van die rioolwater wat gesuiwer moet word, bepaal die tempo van die anaërobiese proses (Zhao en Zhang, 1991). 'n Hoër tempo van verwerking kan volgens Iza et al. (1991) verkry word indien die volgende drie aspekte bevredigend aangespreek word:

- * Opgaring: Die stadig groeiende mikro-organismes moet in die proses behou word deur seker te maak dat die gemiddelde retensietyd vir soliedes baie meer is as die hidrouliese retensietyd. Die vereiste word tot 'n groot mate nagekom in 'n septiese tenk. Die enigste afwyking wat voorkom dat sommige van die mikro-organismes deur die hidrouliese vloei deur die tenk opgeneem word en dan uit die tenk stroom.
- * Verbeterde kontak tussen die biologies-aktiewe materiale en die rioolwater deur vermenging.
- * Verbeterde groei in die biologies-aktiewe materiaal.

Die meeste septiese tenks wat op die huidige stadium in die klein diameter rioolstelsel gebruik word, dien bloot as onderskeppers en opgaarders. Ten einde die opbou van slyk sover as moontlik te verminder moet die ontwerp van die tenks aangepas word om voorsiening te maak vir verbeterde biologiese reaksies.

4.5.2 Aërobiëse prosesse

Die mees effektiewe metode om die organiese inhoud van verdunde vloeistof afval te verminder is deur die aërobiëse proses te gebruik. Die organismes wat vir hierdie proses verantwoordelik is, het die vermoë om komplekse organiese verbindings af te breek en dan die gewonne energie vir reproduksie en groei te gebruik. Die gedeelte van die organiese materie wat gebruik word om energie te produseer word omgeskakel na stabiele produkte soos koolsuurgas (CO_2), water (H_2O) en ammoniak (NH_3) (figuur 4.3), terwyl die oorblywende materie omgeskakel word na nuwe selle wat uitsak (University of Winsconsin, 1978).

Suurstof moet voortdurend gedurende die aërobiëse proses voorsien word omdat die suurstof as die finale elektron-akseptor vir die oksidasie van die organiese materie dien. Gedurende hierdie elektron-oordrag word baie energie herwin wat weer gebruik word vir die samestelling van nuwe selle. Die hoeveelheid suurstof wat benodig word om die organiese materiaal te stabiliseer hang af van die organiese inhoud van die riool asook die fisiologiese toestand van die organismes. In die konvensionele aërobiëse behandelingsproses is dit moontlik dat die samestelling van nuwe biologiese groei tussen 50 en 60% van die droë gewig van die organiese materiaal wat aan die proses gevoer word, kan wees. Die reproduksietempo van selle neem egter af sodra selle langer begin leef.

Geen aërobiëse stelsel op enige plek kan, tot op datum, die slyk wat in rou rioolwater voorkom volkome verwerk nie.

4.5.3 Versnelling van die biologiese proses

Bylae F toon brosjures van firmas wat produkte bemark om die biologiese proses in 'n septiese tenk te versnel.

Die produkte is in wese net 'n mengsel van mikro-organismes en bio-ensieme wat deur water geaktiveer word. Die mikro-organismes in die produkte is volgens die vervaardigers so gekies dat hulle onder aërobiese en anaërobiese toestande kan funksioneer. Sommige van die mikro-organismes is spesifiek in die mengsel bygevoeg om sekere probleme op te los. Die produkte bevat ongeveer twee biljoen anaërobes en drie biljoen aërobes per gram en is gemik daarop om die anaërobiese en die aërobiese proses onderskeidelik te stimuleer.

Die ensieme in die produkte is saamgestel om spesifieke verbindings af te breek, byvoorbeeld:

- * Die 'amylase'-ensiem sal amilose (produkte wat stysel bevat soos groentes en grane) afbreek na produkte wat in water oplos. Daar is ongeveer 16 000 maltose-eenhede per gram in elke toediening.
- * Die 'proteases'-ensiem verteer proteïene (byvoorbeeld vleis en kaas). Daar is ongeveer 24 Northrop-eenhede per gram in elke toediening.
- * Die 'lipases'-breek vette (byvoorbeeld botter, spek en olie) af na produkte wat oplosbaar is in water. In elke toediening is daar ongeveer 11 lipase-eenhede per gram.

Volgens die vervaardigers kan van die organismes selfs die swawel-waterstof wat deur sommige bakterieë vrygestel word onderdruk om sodoende slegte reuke te voorkom.

Temperatuur, konsentrasie en sensiwiteit het volgens die

vervaardigers 'n effek op die effektiwiteit van die produk. 'n Verhoging in temperatuur van 10°C sal meebring dat die reaksietempo verdubbel, terwyl 'n verlaging van 10°C die reaksietempo met die helfte sal verminder. Dit beteken dat die tempo gedurende die wintermaande afneem en weer toeneem sodra dit warmer word. Dieselfde beginsels is van toepassing op die konsentrasie van die toediening. Deur dus die toediening in die winter in verhouding met die verandering in temperatuur aan te pas is dit moontlik om dieselfde reaksietempo regdeur die jaar te verkry.

Aangesien hierdie produkte bloot net die biologiese prosesse versnel, is hulle ook sensitief vir 'n oordosis swaar metale, sanitêre skoonmaakmiddels wat gebaseer is op chloor (Cl), 'n verandering in pH en 'n oordosis reinigingsmiddels. Indien enige van bogenoemde in 'n septiese tenk beland, sal al die biologiese lewe uitgewis word. Slegs nadat al die beskadigde materiaal uit die tenk verwyder is, sal die biologiese lewe weer begin groei.

4.6 Opsomming

Toetse wat op verskillende tipes rioolstelsels wat met produkte soos in paragraaf 4.5.3 beskryf is, behandel is, het baie bemoedigende resultate gelewer. Een so 'n toets is op septiese tenks by 'n fabriek aan die buitewyke van die noordelike voorstede in die Kaapse Skiereiland gedoen. Die septiese tenks ontvang die afloop vanaf die kleedkamers van 'n fabriek. Die tenk bestaan uit drie afsonderlike kompartemente. Die rou rioolwater word in die eerste tenk (A) gestort, waarna dit oorloop na die tweede tenk (B) en dan na die derde tenk (C). Die finale afloop in die derde tenk word getoets voordat die bio-ensieme toegedien word. Ses weke later is al drie tenks weer getoets. Die volgende resultate is deur die betrokke plaaslike owerheid voorsien

(persoonlike kommunikasie, mnr Mostert, Durbanville Munisipaliteit).

Tabel 4.1: Resultate van chemiese toetse op septiese tenks wat met bio-ensieme behandel is.

Determi- nante	Meet een- heid	Algemene Stan- daard*	voor	6 weke na toediening			% Ver- wyder
			C	A	B	C	
CSB	mg/l	75 na	170	50006	23979	86	49
Ammoniak- Stikstof	mg/l	kor 10	21	180	78	9.9	53
Kjeldahl- Stikstof	mg/l		6.5	650	277	3.9	40
TSS	mg/l	25	64	9099	5231	26	59
TOS	mg/l		307	825	523	186	39
pH		5.5-9.5	6.8	6.71	6.40	6.8	0
Alkalinite as CaCO ₃	mg/l		70	1560	590	35	50
Geleidings- vermoë	mS/m	>15% van toevoer	32	152	60	30	6

*Bylae E toon die vereistes vir die suiwing van afvalwater. (Staatskoerant, Mei 1984)

Soos afgelei kan word uit die resultate van tabel 4.1 is daar 'n beduidende verbetering in die gehalte van die afloop uit die tenks. Indien hierdie produkte op die regte wyse aangewend kan word, kan dit moontlik wees om die pompsiklus van septiese tenks drasties te verleng. Die moontlikheid bestaan selfs dat dit geheel en al uitgeskakel kan word indien effektiewe bestuurspraktyke toegepas word.

Die bewering kan gestaaf word deur die volgende voorbeeld: Die Instituut vir Natuurlike Hulpbronne in Natal het die produk op vier halfvol putlatrines getoets. Die mengsel is drie keer in sewe dae toegedien, waarna die putte vir nog sewe dae laat staan is. Tydens inspeksie na twee weke is gevind dat drie van die vier putte leeg was. Die vierde put se volume het geensins verander nie. Verdere ondersoek het

getoon dat die put naby 'n kliniek geleë was en dat die personeel die toilet op 'n daaglikse basis met ontsmettingsmiddels behandel het wat al die mikro-organismes doodgemaak het. (Persoonlike skakeling met mnr D.J. Crawford van Die Instituut van Natuurlike Hulpbronne).

Indien die algemene gebruiker van 'n septiese tenk opgevoed kan word om bogenoemde produkte korrek aan te wend kan dit groot besparings in rioolsuiweringskoste meebring asook besparings in pompkoste vir die publiek en die plaaslike owerheid. Indien die septiese tenks deur middel van 'n klein diameter rioolstelsel gedreineer word, sal die besparings nog groter wees omdat die uitvloeisel van 'n beter gehalte is en die tenks minder uitgesuig moet word.

HOOFSTUK 5
ONTWERP VAN DIE ONDERSKEPPER VIR 'n
KLEIN DIAMETER RIOOLSTELSEL

5.1 Inleiding

Uit hoofstuk 3 blyk die onderskeppertenk met sy verwante aktiwiteite die grootste nadeel van die klein diameter rioolverwyderingstelsel te wees. Die feit dat die tenk op 'n gereelde basis skoongemaak moet word, beperk die stelsel se aanwendingspotensiaal. Die ander nadele, soos in hoofstuk 3, paragraaf 3.3.2.3 beskryf, blyk op die oog af irrelevant te wees, maar indien die probleme nie korrek aangespreek word nie, kan die moontlike besparings wat die stelsel kan meebring, geneutraliseer word. Die laaste twee items op die lys, en tot 'n groot mate die tweede item ook, kan aangespreek word deur die behoorlike ontwerp van onderskeppertenks.

Die onderskeppertenk is gewoonlik 'n gemodifiseerde septiese tenk. Die kriteria soos beskryf in hoofstuk 2, paragraaf 2.4 geld steeds met die volgende byvoegings:

- * die tenk moet oor genoeg addisionele ruimte beskik om die spits afloop van die huis te alle tye te huisves (Schmidt et al., 1986; Otis & Mara, 1985)
- * skuim en ander soliedes wat gedurig in suspensie bly, moet verhoed word om in die afloop te beland (Simmons & Newman, 1985; Iza et al., 1991)
- * uitgesakte materiaal wat versteur word wanneer invloei plaasvind, moet nie in die afloop beland nie (Simmons & Newman, 1985; Iza et al., 1991)
- * 'n ventilasiepunt moet vir elke tenk voorsien word aangesien dit ideaal is dat die tenks behoorlik afgedig

- moet wees om die indringing van ongewenste materiaal te alle tye te verhoed (Simmons & Newman, 1985) en
- * 'n nooduitlaat wat onder die inlaatvlak van die laagste afvalwater aflaatpunt in die huis is, maar bo die hidrouliese gradiënt tydens spitsvloeitoestande is, moet water kan uitlaat in geval van 'n verstopping.

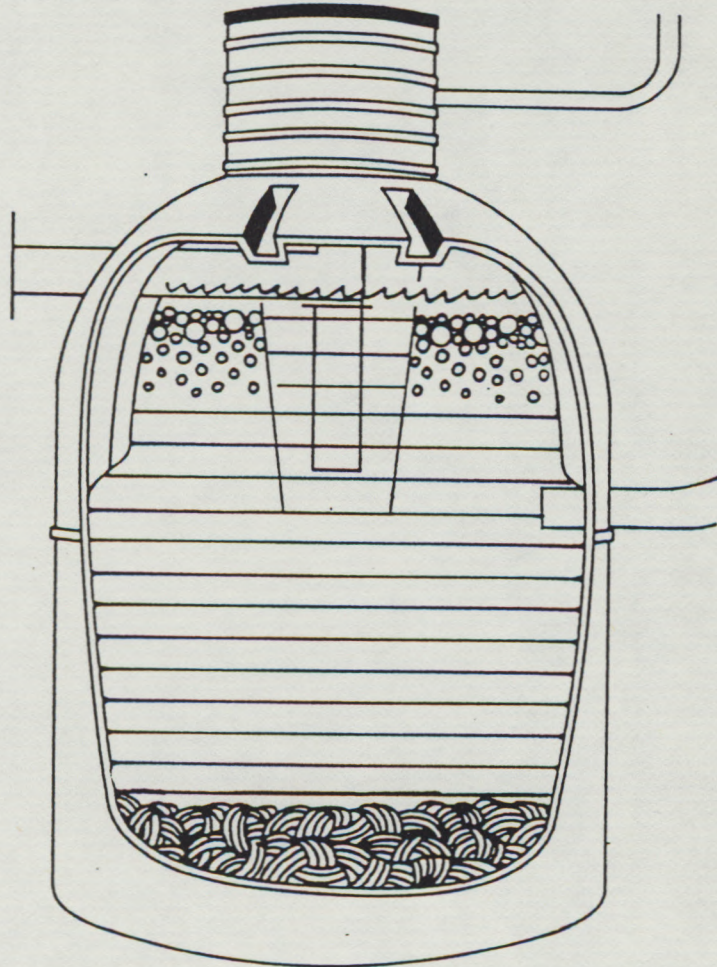
5.2 Voorafvervaardigde tenks

Verskeie voorafvervaardigde tenks is op die Suid-Afrikaanse mark beskikbaar. Figuur 5.1 en 5.2 toon diagrammatiese voorstellings van twee tipes voorafvervaardigde septiese tenks, terwyl bylae B brosjures van verskeie produkte wat op die Suid-Afrikaanse mark beskikbaar is, toon. Die voorafvervaardigde tenks wat vir die projek soos beskryf in hoofstuk 3, paragraaf 3.3.2.2 (Marselle) gebruik is, is soortgelyk aan dié wat in figuur 5.1 getoon word.

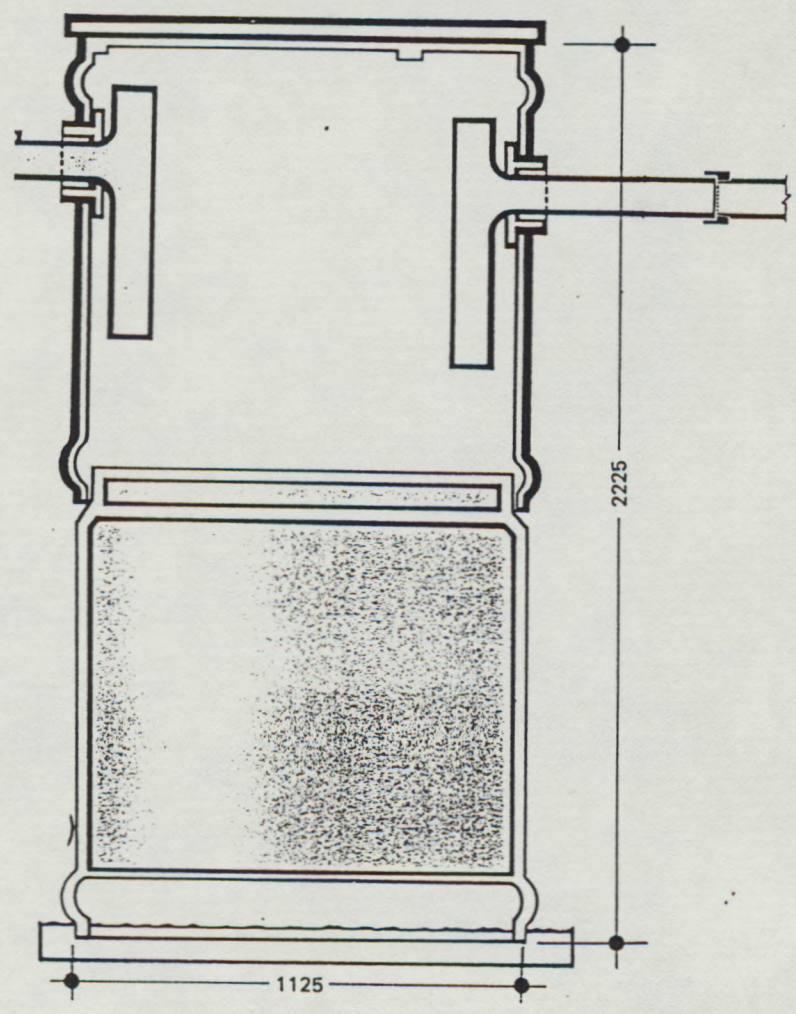
Volgens die vervaardiger se brosjure (bylae B, brosjure A) is die teoretiese skoonmaaktydperk van die tenks (1750 l) wat in Marselle (lae inkomste behuising) gebruik is, gebaseer op SABS 0400-1987 en De Villiers se "Septic tank Systems" (1987) elke 3,41 jaar. Indien die formules soos verskaf deur Otis en Mara (1986) asook Schmidt et al (1986) egter toegepas word, blyk dit asof die tenks oor onvoldoende kapasiteit beskik en daarom ongeveer elke jaar skoongemaak moet word om te verhoed dat die stelsel verstop (Van der Westhuizen, 1990).

Die formules waarna Van der Westhuizen (1990) verwys, word in bylae C aangeheg. Indien hierdie formules op die 1750 liter tenk soos getoon in figuur 5.1 toegepas word, word 'n teoretiese skoonmaaktydperk op elke 0,88 jaar beraam. Dit beteken dat die formules wat die vervaardigers gebruik het, nie ooreenstem met dié van Otis en Mara (1985) nie. Indien die brosjure egter bestudeer word, kom dit voor asof daar

nie fout is met die argument wat gebruik word nie. Deur die formules, soos aangetoon in bylae C te bestudeer, kan die afleiding gemaak word dat die spesifieke eenheid se area te klein is wat veroorsaak dat die slyk nie effektief gestoor en verteer kan word nie. Dit weerspieël Otis en Mara (1985), Drews (1985), Simmons en Newman (1985), De Villiers (1987) en Schmidt et al. (1986) se stellings dat reghoekige tenks meer geskik is.



Figuur 5.1: 1750 liter voorafvervaardigde septiese tenk (Bylae B).



Figuur 5.2: 1750 liter voorafvervaardigde septiese tenk (Bylae B).

5.3 Ontwerp van die onderskepper

Ten einde die onderskepper korrek te ontwerp is dit noodsaaklik dat die doel van die onderskeppertenk duidelik omskryf word. Volgens Van der Westhuizen (1990) is die primêre doel van die onderskepper om die soliedes van die water te skei, die soliedes agter te hou en die water in die netwerk uit te laat. Otis en Mara (1985) gebruik dieselfde beskrywing, maar voeg by dat die onderskepper ook die soliedes opgaan vir verwydering op 'n later stadium. Soos reeds genoem is hierdie een van die aspekte van 'n klein diameter rioolstelsel wat dit onekonomies maak om so 'n stelsel onder sekere toestande te installeer.

Simmons en Newman (1985) gebruik dieselfde beskrywing as bogenoemde twee bronne, maar voeg egter die volgende by:

"...wastewater is liquefied in modified septic tanks that have two compartments; one for initial primary treatment, and the other for liquid storage." (p 1074)

Die tenks wat hulle beskryf, het hulle teëgekóm in Alabama in die Verenigde State van Amerika. Otis en Mara (1985) onderstreep wat Simmons en Newman (1985) sê met die volgende:

"...Digestion: Anaerobic biological digestion of the sludge is a beneficial result of prolonged storage of the solids in the tank. The bacteria in the tank deplete any oxygen that may be dissolved in the waste while feeding on the concentrated organics. Anaerobic bacteria attack the complex organic compounds reducing them to soluble compounds and gases including H_2 , CO_2 , NH_3 , H_2S and CH_4 . This digestion has several effects on tank performance:

- (i) **Sludge volume reduction**
The sludge volume may be reduced by up to 50-80% (depending on temperature), so reducing sludge pump frequency.
- (ii) **Mixing**
The rising gas bubbles from the sludge blanket may carry active organisms with them seeding the liquid clear space providing anaerobic decomposition of colloidal and soluble organic solids remaining in the liquid phase.
- (iii) **Turbulence**
The rising bubbles may re-suspend solids so that they are carried out of the tank.
- (iv) **Hazardous atmosphere**
Toxic, anoxic or explosive atmospheres may result from the accumulation of the gases produced in the tank. This atmosphere can be hazardous to septage pumpers." (p 7)

Deur 'n volume water wat dieper as die inlaat- asook die uitlaatpunt is, word aan die eerste doel van 'n septiese tenk voldoen. Indien water wat soliedes bevat by een punt van 'n tenk invloei, sal die swaarder soliedes in die tenk uitsak, terwyl die ander op die water sal dryf. Water wat van onder die oppervlakte, maar bokant die bodem uit die tenk onttrek word, sal dus relatief vry van soliedes wees. Maar daar moet verder na die tenk se verband met die klein diameter riool asook 'n rioolstelsel in die algemeen gekyk word. Schmidt et al. (1986) beklemtoon die feit dat die tenk oor genoeg addisionele ruimte moet beskik om die spits afloop vanaf die woning te alle tye te huisves. Indien hierdie kriteria nie nagekom word nie, kan dit gebeur dat die water wat uit die kombuisopwasbak gespoel word in die bad uitloop, of dat die toilet wat gespoel word in die bad opstoot. Dit sal dus 'n onaanvaarbare situasie tot gevolg hê.

5.3.1 Hidrouliese vloei

Rioolwater wat deur die tenk vloei het 'n sekere tyd nodig om deur die tenk te beweeg ten einde te verseker dat die gesuspendeerde partikels uitsak, dit staan bekend as hidrouliese vloei (Otis & Mara, 1985)

Formules (1) en (5) in bylae C bepaal die volume wat nodig is om hidrouliese vloei deur die tenk te verseker. Sodra hierdie volume te klein raak, sal die vloeisnelheid van die water deur die tenk van so 'n aard wees dat sedimentasie nie meer kan plaasvind nie. Indien hierdie snelheid te hoog raak, sal die tenk "kortsluit" (Otis & Mara, 1985; Schimdt et al., 1986). Indien die hidrouliese vloei bloot van 'n inlaat- na 'n uitlaatpyp geskied, sal die stroming deur die tenk in die lyn tussen die inlaat en die uitlaat gesentreer word sodra die tenk begin vol raak. Om hierdie en ander redes wat hier onder bespreek word, is dit belangrik dat die tenk meer as een kompartement moet hê. Die vloei van die een kompartement na die ander moet oor die wydte van die tenk plaasvind.

5.3.2 Biologiese vloei

Soliedes wat uitsak en dan weer gesuspendeer word deur gasse of die invloei van water sak nader aan die uitlaat van die tenk uit. Dit bring mee dat die biologiese aktiwiteite eweredig regdeur die tenk versprei as gevolg van die voortdurende skommeling.

Formules (2) en (4) van bylae C bepaal die volume benodig vir die biologiese vloei deur die tenk. As gevolg van die lae snelheid waarteen die biologiese prosesse plaasvind,

is dit noodsaaklik dat voldoende volume hiervoor beskikbaar is (Iza et al., 1991; Otis en Mara, 1985). Sodra afvalwater vanaf die huis die tenk binnestroom, vind daar 'n hidrouliese opwelling plaas. Die organiese materie wat gesedimenter het, sal dan versteur word en 'n groot persentasie sal weer gesuspendeer word. Formule (2) bepaal die minimum volume benodig vir hierdie materie om weer uit te sak asook die volume benodig vir vars materie wat saam met die afvalwater die tenk binnegestroom het om uit te sak.

Volgens Iza et al. (1991) en McCarty en Mosey (1991) moet die verlies van groeiende mikro-organismes wat belangrik vir die effektiwiteit van die biologiese proses is sover as moontlik verhoed word. Hierdie mikro-organismes word gesuspendeer sodra hidrouliese opwellings plaasvind en sal dan saam met die water uit die tenk vloei. Hierdie feit bevestig Drews (1985) en Simmons en Newman (1985) se stelling dat 'n beter kwaliteit afloop verkry word vanaf 'n tenk met meer as een kompartement. Otis en Mara (1985) beweer dat 'n enkelkompartement tenk voldoende is aangesien die gesuspendeerde soliedes wat saam met die water uit so 'n tenk vloei, geen gevaar van verstopping bied nie. Gesien in die lig van Iza et al. (1991) en McCarty en Mosey (1991) se navorsing, asook die resultate getoon in bylae D figuur , word 'n meer kompartement septiese tenk aanbeveel.

5.3.3 Stoorvermoë

Deur die resultate van formules (5), (6) en (7) bymekaar te tel kan die diepte van die tenk onder die inlaat hoogte bepaal word. Paragraaf 5.4 toon 'n tipiese berekening van die volume van 'n septiese tenk.

5.3.4 Ventilasie

Ten einde al die gasse wat in die tenk opbou uit te laat moet 'n ventilasiepunt voorsien word. Deur 'n T-stuk vertikaal op die uitlaatpunt te plaas (sien skets in bylae D) kan die ventilasiestelsel van die interne pypleiding gebruik word (Otis & Mara, 1985). Hierdie ventilasiepunt sal ook as ventilasie dien vir die pypnetwerk.

5.3.5 Noodoorloop

Om voorsiening te maak vir 'n verstopping kan 'n pyp met sy inlaatpunt onder die watervlak vanaf die tenk na 'n nabygeleë struktuur voorsien word. Die uitlaatpunt van hierdie pyp moet onder die inlaat van die laagste afvalwater-genererende toestel in die huis wees (gewoonlik die bad). Die oorloop moet ondertoe gerig wees en die inlaat moet voldoende teen indringing van ongewenste artikels beskerm wees.

5.4 Ontwerpvoorbeeld

'n Volledige lys van die formules wat in hierdie voorbeeld gebruik is, verskyn in bylae C.

Voorbeeld:

'n Onderskeppertenk word benodig vir 'n huishouding van ses mense. Tydens fase 1 van die ontwikkeling gaan die huis van net een wateraftappunt en 'n spoeltoilet voorsien word. Verder behoort die huis na voltooiing van al die fases water in die kombuis asook 'n badkamer met bad te hê. Die

plaaslike owerheid beplan om die tenks elke 5 jaar skoon te maak. Hoe groot moet die tenk wees?

Berekeninge:

Aanvanklik sal die waterverbruik in die huis baie laag wees. Volgens die tabelle in bylae G kan ongeveer 70l afvalwater per persoon tydens fase een van die ontwikkeling verwag word. Die onderskeppertenk moet ontwerp word om voorsiening te maak vir die aflope na voltooiing van al die fases.

Tabel in bylae G dui aan dat ongeveer 840 l afvalwater per dag van die huishouding verwag kan word.

a) Bereken die minimum hidrouliese retensietyd:

$$\begin{aligned} t_h &= 1,5 - 0,3 \log (Pq) & [1] \\ &= 1,5 - 0,3 \log (840) \\ &= 0,623 \text{ dae} \end{aligned}$$

b) Volume benodig vir sedimentasie:

$$\begin{aligned} V_h &= 10^{-3} (Pq) t_h & [2] \\ &= 10^{-3} (840) 0,623 \\ &= 0,523 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

c) Slyk opgaar en retensievolume:

$$\begin{aligned} V_s &= 70 \times 10^{-3} PN & [3] \\ &= 70 \times 10^{-3} (6 \times 5) \\ &= 2,1 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

d) Minimum diepte benodig vir sedimentasie:

$$\begin{aligned} d_s &= V_h / A & [4] \\ &= 0,523 / 3 \\ &= 0,174 \text{ m} \end{aligned}$$

e) Maksimum toelaatbare slykdikte:

$$\begin{aligned} d_{sc} &= 0,82 - 0,26A \quad (\text{minimum waarde} = 0.3\text{m}) & [7] \\ &= 0,82 - 0,26 (3) \\ &= 0,04 \text{ m} \end{aligned}$$

aanvaar d_{sc} as 0.3 m

f) Minimum toelaatbare skoon area:

$$\begin{aligned} h_s &= 0,075 + d_{sc} & [5] \\ &= 0,075 + 0,3 \\ &= 0,375 \text{ m} \end{aligned}$$

g) Maksimum toelaatbare slykdikte:

$$\begin{aligned} S_{sd} &= V_s / A & [8] \\ &= 2,1 / 3 \end{aligned}$$

$$= 0,700 \text{ m}$$

h) Maksimum toelaatbare skuimdikte onder watervlak:

$$d_{ss} = 0,7 / A \quad [6]$$

$$= 0,7 / 3$$

$$= 0,233 \text{ m}$$

Effektiewe diepte van die tenk is dus:

$$D = 0,700 + 0,233 + 0,375$$

$$= 1,308 \text{ m}$$

Die onderskeppertenk se afmetings sal dus as volg wees:

$$\text{Wydte} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Lengte} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Diepte} = 1,6 \text{ m (waterdiepte} = 1,31 \text{ m)}$$

$$\text{Stoorkapasiteit} = 3\,900 \text{ liter}$$

De Villiers (1987) beveel die volgende riglyne aan in verband met die verhouding van die afmetinge van die tenk:

- i) die vloeistofdiepte moet tussen 1 en 1,8 m wees,
- ii) die vorm moet reghoekig wees en
- iii) die lengte van die tenk moet ongeveer drie maal die wydte wees.

5.5 Opsomming

Soos deur Van der Westhuizen (1990) uitgewys is blyk die standaard wat neergelê is vir die ontwerp en gebruik van septiese tenks in Suid-Afrika onvoldoende te wees. Indien die riglyne gevolg word, kan die tenks waarop besluit word 'n groot finansiële las vir die gebruikers asook vir plaaslike owerhede meebring.

In bylae D word vergelykings tussen die neergelegde Suid-Afrikaanse standaard vir die ontwerp van tenks vergelyk met die Amerikaanse ontwerpstandaarde. Die bylae toon duidelik dat die tenks wat in Suid-Afrika gebruik word te klein is. Dit is dus noodsaaklik dat plaaslike navorsing gedoen moet

word om die standarde te bevestig indien septiese tenks in enige vorm in die toekoms in Suid Afrika gebruik gaan word.

HOOFSTUK 6

ONTWERPVOORBEELD: KLEIN DIAMETER RIOOL NETWERK

6.1 Scenario

Die tenks wat in hoofstuk 5 beskryf word moet in 'n klein diameter riool gestort word. Figuur 6.1 toon die lengtesnit van die terrein aan. Tabel 6.1 toon 'n tipiese uitleg van die berekeninge.

In hoofstuk 3 paragraaf 3.3.2.4 word al die ontwerpstappe bespreek. In hierdie hoofstuk word slegs 'n voorbeeld van die berekeninge getoon.

6.2 Berekeninge

Tabel 6.1 bestaan uit 'n aantal kolomme wat genommer is. Hierdie kolomme word hieronder afsonderlik bespreek.

6.2.1 Kolom 1: Stasies

Kritiese punte op die lengtesnit word vooraf geïdentifiseer en vanaf die stroom-af punt genommer. Kritiese punte word geplaas waar 'n verandering in die parameters plaasvind, byvoorbeeld as 'n syyp by die pyp wat ontwerp word aansluit, of waar kritiese hellingsveranderings plaasvind. Dus word seksies met uniforme vloei-eienskappe geïdentifiseer.

6.2.2 Kolom 2: Stasie hoogte

Die hoogte van elke stasie bo 'n bepaalde datum, in meter eenhede, word in hierdie kolom aangedui.

6.2.3 Kolom 3: Afstand

Die afstand van elke stasie vanaf stasie 1 word hier aangedui (in meter).

6.2.4 Kolom 4: Hoogte verskil

Die verskil in hoogte (vanaf kolom 2) van die aangrensende stasies oor die spesifieke seksie word hier getoon.

6.2.5 Kolom 5: Lengte van seksie

Die afstand tussen die stasies (kolom 3), in meter word hier aangebring.

6.2.6 Kolom 6: Gemiddelde helling

Deur kolom 4 se waarde deur die van kolom 5 te deel word die gradient in m per m uitgedruk. Die waarde is in die voorbeeld omgeskakel na die omgekeerde (1:xx).

6.2.7 Kolom 7: Aantal aansluitings

Die aantal erwe wat stroom-op van die stroom-af stasie op 'n seksie aansluit, word in hierdie kolom aangebring.

6.2.8 Kolom 8: Ontwerpvloei

Die aantal erwe per seksie (kolom 7) word met die ontwerpvloei vir die netwerk vermenigvuldig ten einde die afloop vanaf die seksie te verkry. Die afloop word in liters per sekonde in die kolom aangedui.

6.2.9 Kolom 9: Pyp diameter

'n Geskate pyp diameter (in mm) word aanvanklik deur die ontwerper in hierdie kolom aangebring. Namate die ontwerp vorder, sal die diameters waar nodig aangepas word om aan te pas by die vloei soos bereken in kolom 10.

6.2.10 Kolom 10: Vloei by vol pyp toestand

Die pyp wat in kolom 9 gekies is se kapasiteit vir vol vloei toestand teen die helling soos aangedui in kolom 6, word nou bereken. Enige van die empiriese formules vir pyp vloei kan gebruik word. Volgens Otis en Mara (1985) is dit belangrik dat die ontwerper in gedagte moet hou dat vloeitoestand in die seksies kan varieer. In sommige gevalle sal die pype vol loop terwyl 'n vorm van oop kanaal vloei in sommige seksies sal plaasvind. Seksies wat konstant onder water is (tussen stasie 5 en stasie 8)

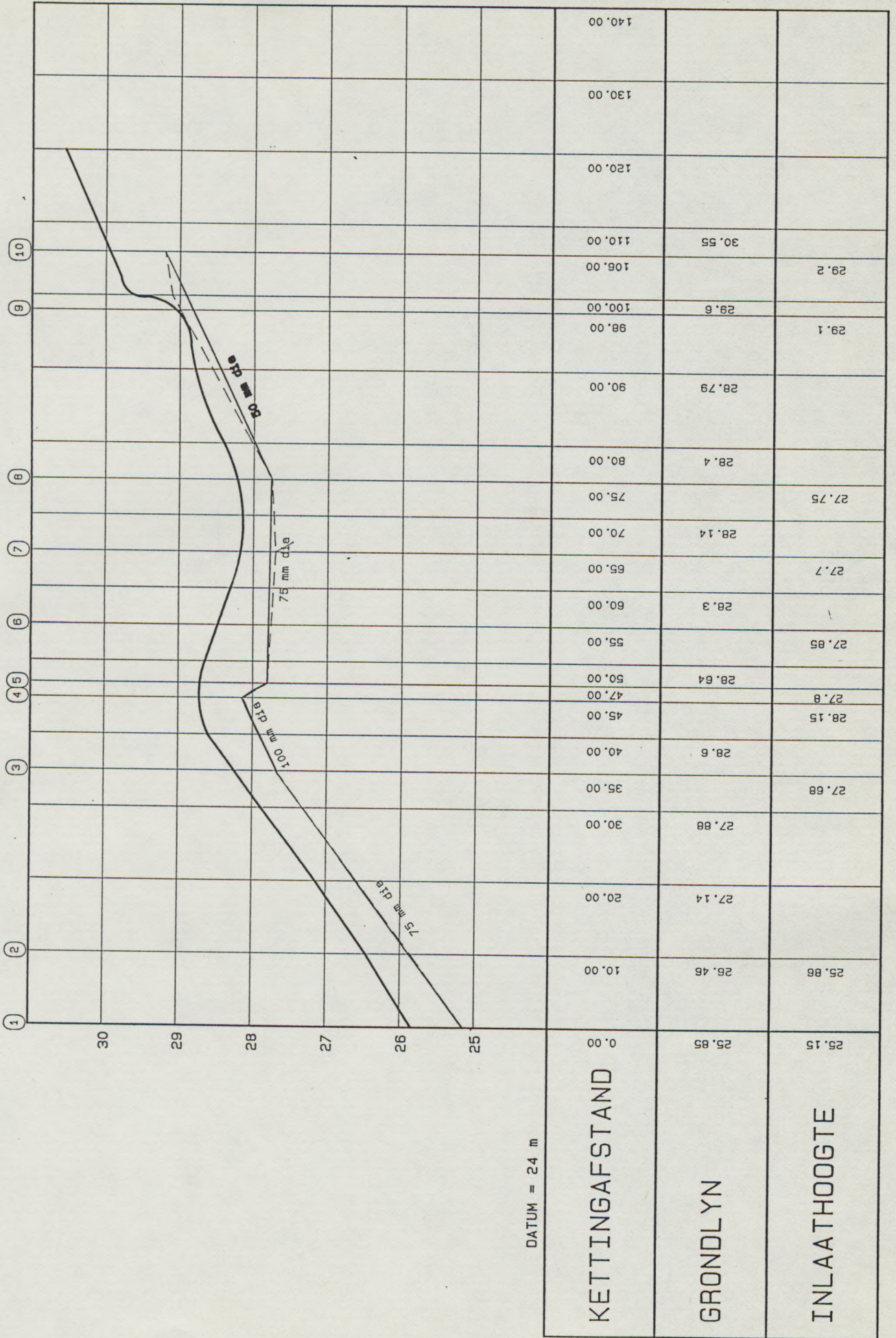
verg spesiale aandag. Indien die hidrouliese gradient nie laag genoeg by hierdie punt is nie, sal die riool onder spitsvloei toestande in die huisaansluitings opstoot.

6.3 Opsomming

Alhoewel die berekeninge op die oog af redelik eenvoudig voorkom, sal 'n mate van ondervinding en praktiese blootstelling verseker dat 'n stelsel reg ontwerp word. Otis en Mara (1985) beveel aan dat die minimum diameter pyp wat in 'n netwerk gebruik moet word nie kleiner as 100 mm moet wees nie

Tabel 6.1: Berekeninge van 'n klein diameter riool netwerk

1 Stasie (m)	2 Stasie Hoogte (m)	3 Afstand (m)	4 Hoogte Verskil (m)	5 Lengte van Seksie	6 Gem. Helling 1:xx	7 Aantal Aansluit- ings	8 Ontwerp Vloei (l/s)	9 Pyp Diameter (mm)	10 Vloei by pyp vol (l/s)	11 Vloei- snelheid (m/s)
1	25.15	0	0.71	10	14.085	86	1.839	75	6.39	1.127
2	25.86	10	1.82	25	13.736	73	1.839	75	6.47	1.137
3	27.638	35	0.47	10	850	71	1.519	100	1.772	0.223
4	28.15	45	0	2	850	70	1.497	100	1.772	0.253
5	27.8	47	0.05	8	850	41	0.877	75	0.877	0.202
6	27.85	55	0	10	900	40	0.856	75	0.856	0.2
7	27.7	65	0.05	10	200	39	0.834	75	1.696	0.382
8	27.75	75	1.35	23	17.037	38	0.813	50	1.972	0.955
9	29.1	98	0.1	8	80	11	0.235	50	0.91	0.389
10	29.2	106						50		



DATUM = 24 m

FIGUUR 6.1: TIPIESE LENGTESNIT

HOOFSTUK 7**LAE KOSTE RIOOLVERWERKINGSMETODES****7.1 Inleiding**

Suid-Afrika is 'n land wat redelike skaars is aan waterbronne (hoofstuk 1). Ten einde hierdie bronne te beskerm het die owerhede hoë standaarde vir waterkwaliteit daargestel (Alexander & Wood, 1986). In tabel 7.1 word 'n vergelyking tussen die vereiste standaarde vir waterkwaliteit in Suid-Afrika en ander Europese lande getref.

Tabel 7.1: **Verskillende waterkwaliteit standaarde**

	Rou Riool ¹	Kony Afl ²	Europese Limiet ³	SA Limiet ⁴
BSB mg/l	400	20	7	10
CSB mg/l	800	100	30	<75 kor
BSB/CSB verhouding	0.50	0.20	0.23	
TOS mg/l	300	35		
SS mg/l	500	30		25
Turbilensie (eenhede)				
Cl mg/l	100	100	200	0.1
Org.N mg/l	25	0	0	
Amm.N mg/l	25	5	2	10
NO ₃ -N mg/l	0	20		
Totale Soliedes mg/l	1000	1000	1000	0
Totale Hardheid mg/l	250	250		
PO ₄ mg/l	10	6	0.7	
ABS mg/l	2	0.2	0.5	
Kleur		50	50	
Cloriform MPN/100 ml	10 ⁷	10 ⁶	5x10 ⁴	
E.Coli E.Coli/100ml				0
NH ₃ mg/l				10

Bronne:

1,2,3 Tebbutt, 1983

4 Bylae E toon die vereistes vir gesuiwerde afvalwater.
(Staatskoerant, Mei 1984)

Ten einde hierdie hoë standaard afloop te verseker word hoogs tegnologiese en gesofistikeerde watersuiweringsmetodes gebruik. Maar weens 'n gebrek aan kennis en die onvermoë om die stelsel te onderhou het baie van hierdie aanlegte in onbruik verval of lewer 'n afloop wat glad nie aan die neergelegde vereistes voldoen nie (Alexander & Wood, 1986).

Regdeur Afrika is daar baie voorbeelde van die tragiese gevolge wat 'n tekort aan water meebring. Die tekort, gekoppel aan die hoë bevolkingsgroei (hoofstuk 1) beklemtoon die behoefte aan die optimalisering van alle bestaande bronne asook die hergebruik van behandelde afvalwater. Dus bestaan daar in Suid-Afrika 'n ernstige behoefte aan die ontwikkeling van 'n lae koste en lae tegnologie suiweringsstelsel wat aflope van 'n hoë gehalte kan lewer (Wood & Hensman, 1989).

7.2 Vleilande

7.2.1 Inleiding

Vleilande word deur Morant (aangehaal in Twinch & Aston, 1983) as volg beskryf:

"...land where an excess of water is the dominant factor determining the nature of soil development and the types of animal communities living in the soil surface..."

(p 104).

In verskeie lande is daar al navorsing gedoen oor die gebruik van vleilande vir die verwerking van rou riool, veral huishoudelike riool (Wood en Hensman, 1989).

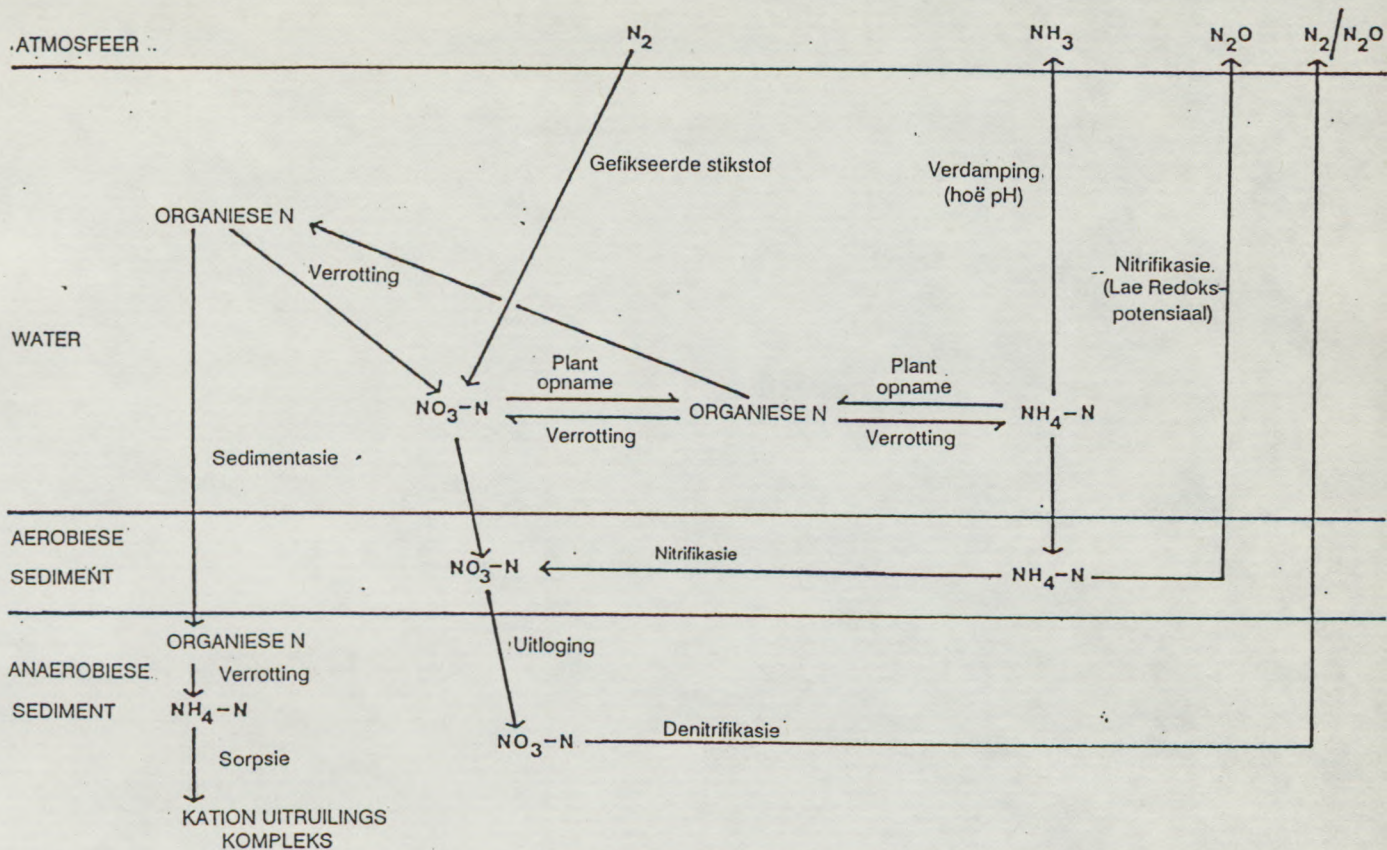
Munisipale afvalwater bestaan uit 'n komplekse samestelling van chemikalieë wat van industriële- sowel as huishoudelike riole afkomstig is. Hierdie samestellings

bevat 'n wye verskeidenheid organiese verbindings wat wissel van bio-degradeerbare koolhidrate, proteïene en vette tot onoplosbare, soms toksiese, oplossings soos karbolsuur en plaagdoders. Munisipale afvalwater bevat ook hoë konsentrasies voedingstowwe, veral stikstof en fosfor wat in organiese verbindings of soms in anorganiese vorms voorkom (Weider, 1989). Patogene, vanaf menslike oorsprong, word ruimskoots in huishoudelike riool aangetref, terwyl swaar metale in industriële aflope voorkom.

Konsentrasies van die meeste van hierdie verbindings veroorsaak 'n ernstige gesondheidsrisiko en moet dus uit die water verwyder word. Om hierdie rede styg waterkwaliteitstandaarde gedurig, wat meebring dat die koste van watersuiwering teen 'n stywer tempo styg. De Jong (1976) en Sloey et al. (1978) het die moontlikhede van vleilande raakgesien en navorsing gedoen op nagmaakte vleilande. Volgens Kelman et al. (1989) word vleilande in Amerika nie net gebruik om munisipale afvalwater te suiwer nie, maar ook vir die suiwering van aflope vanaf steenkool- en metaalmyne, asook tekstiel-, landbou- en fotografie industrieë.

7.2.2 Stikstof

Navorsing deur onder meer Boyt et al. (1977), De Jong (1976) en Hammer (1982) het getoon dat vleilande die stikstofinhoud in rioolwater drasties kan verminder. Vermindering is gewoonlik ongeveer 90%, maar kan soms so hoog as 100% wees (Watson et al, 1989). Figuur 7.1 toon 'n grafiese voorstelling van die werksmetodiek van die vier hoofmeganismes wat verantwoordelik is vir die verwydering van stikstof.



Figuur 7.1: Hoofmeganismes vir die verwydering van stikstof (Rogers, 1983, p 111)

Waterplante en alge beskik oor die vermoë om aansienlike hoeveelhede stikstof (N) uit rioolwater te verwyder. Ashton (1979) het bereken dat plante wat bo die watervlak uitstaan soveel as 1 tot 2 ton N per hektaar per jaar uit die water verwyder, terwyl ondergedompelde plante 'n laer kapasiteit het, byvoorbeeld *Patamogeton pectinatus* verwyder ongeveer 760 kg N per jaar per hektaar terwyl *Ceratophyllum demersum* ongeveer 261 kg N per jaar per hektaar kan verwyder. Maar baie van die stikstof wat deur die plante opgeneem word, gaan verlore sodra die plant doodgaan en verrot wat meebring dat die oplossing net tydelik van aard is (Twinch & Ashton, 1983). Stikstof in die ondergrondse sones van meerjarige plante en in die struktuur materiaal van vleigrond is meer permanent verwyder, terwyl die sedimentaanwas bepalend is in die hoeveel stikstof wat verwyder word. Oesting of verbranding van die plante op 'n gereelde basis het tot

gevolg dat die meeste van die stikstof uit die bogrondse plante verwyder word.

Ammoniumstikstof ($\text{NH}_4\text{-N}$) word uit die water verwyder in die vorm van natruimhidroksied (NH_3) sodra die pH bo 8 styg. Kreft, Van Eck en Stander (aangehaal in Rogers, 1983) het bepaal dat klein, maar beduidende hoeveelhede natruimhidroksied (NH_3) met 'n pH van so laag as 7,3 vrygestel word. Stikstofvrystelling deur middel van ammoniak verdamping kan dus 'n belangrike meganisme vir stikstof vrystelling in vleilande met 'n hoë pH wees.

Nitrifikasie en denitrifikasie vorm volgens Bartlett et al. (1979) asook Engler en Patrick (1974) (aangehaal in Rogers, 1983) 'n belangrike metode om van stikstof ontslae te raak. Nitrifikasie behels die transformasie van $\text{NH}_4\text{-N}$ na $\text{NO}_3\text{-N}$ wat deur 'n aantal bakterieë wat net onder aërobiese toestande voorkom, aangehelp word.

Denitrifikasie behels die omskakeling van $\text{NO}_3\text{-N}$ na di-stikstofoksiede (N_2O) met behulp van bakterieë wat in anaërobiese toestande voorkom en 'n voldoende voorraad organiese materiaal om as energiebron te dien.

Anaërobiese vleilande wat ryk is aan organiese sediment is dus ideaal vir denitrifikasie. Engler en Patrick (aangehaal in Rogers, 1983) het bereken dat ongeveer 3,5 kg stikstof per hektaar varswater en 7,4 kg per hektaar soutwater moeras vrygestel word.

Terwyl die vermindering van $\text{NO}_3\text{-N}$ slegs in die afwesigheid van suurstof voorkom, is nitrietstikstof ($\text{NO}_2\text{-N}$) minder stabiel in waterige stelsels en sal in aërobiese toestande verminder (Ponnamperuma, aangehaal in Rogers, 1983).

Omdat nitrietstikstof in die oksidasie van ammoniak na nitrate voorkom, beweer Ponnamperuma (aangehaal in Rogers, 1983) dat denitrifikasie via $\text{NO}_2\text{-N}$ meer algemeen en wydverspreid voorkom as wat oor die algemeen aanvaar word.

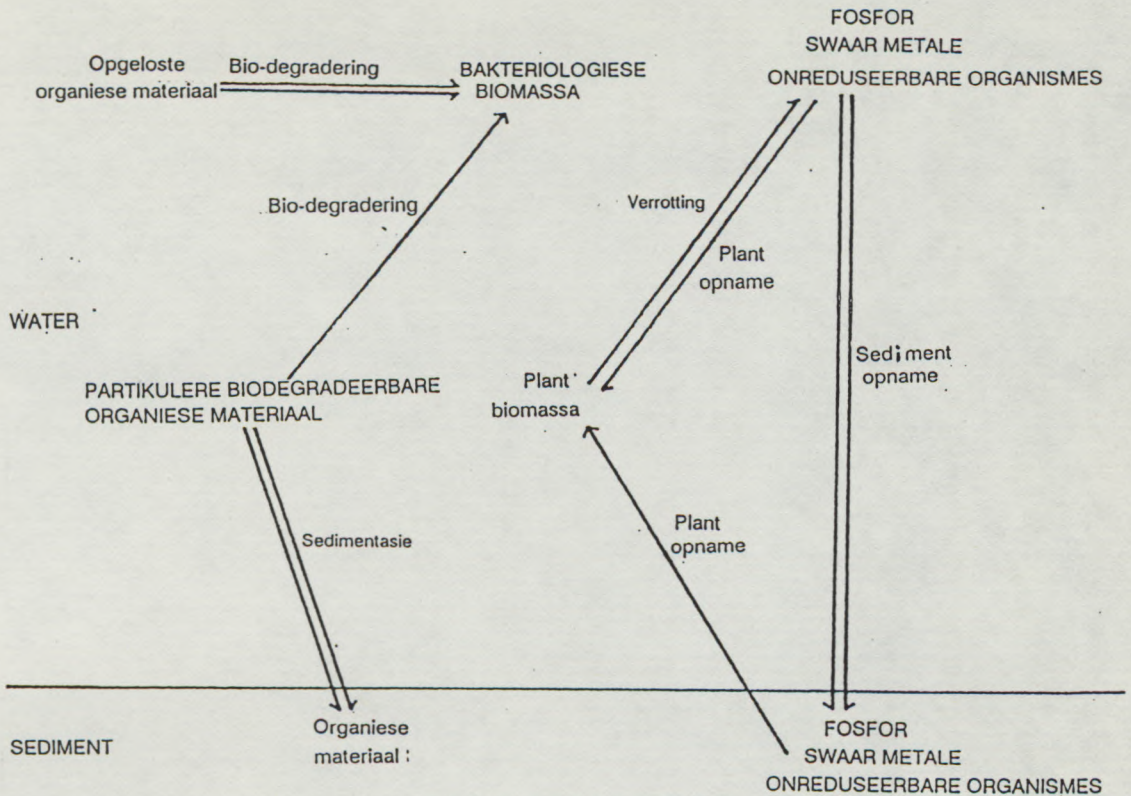
Stikstof kan ook, volgens Howard-Williams (aangehaal in Rogers, 1983), as di-stikstofoksiede (N_2O) aan die

atmosfeer vrygestel word gedurende die nitrifikasieproses indien die oksidasie-reduksiepotensiaal effens laer is as wat gewoonlik vereis word.

7.2.3 Fosfor

Verslae oor fosforverwydering uit vleilande verskil baie. Volgens Boyt et al. (aangehaal in Rogers, 1983) en Dolan et al. (aangehaal in Rogers, 1983) is soveel as 97 - 98 % van alle fosfor (P) wat in Florida aan twee vleilande toegedien is, verwyder. Dieselfde verwyderingstempo is regdeur die jaar deur die wetenskaplikes gerapporteer. In teenstelling daarmee het Loucks (aangehaal in Roger, 1983) beweer dat die opnametempo heelwat laer gedurende die herfs- en winterseisoen is. Fetter et al. (1978) het bewys dat sommige vleilande in Amerika fosfor wat gedurende die groeiseisoen opgeneem is gedurende die winter en lente weer in die water vrylaat.

Die twee grootste meganismes vir fosforverwydering in vleilande is plantopname en sedimentopname soos skematies voorgestel in figuur 7.2 (Rogers, 1983).



Figuur 7.2: Hoofmeganismes vir die verwydering van Fosfor (Rogers, 1983, p 112).

Waterplante wat met rioolwater bedien is, toon verbeterde groei en gewoonlik ook 'n hoër konsentrasie fosfor in sy weefsels. Gevolglik kan hierdie plante, volgens Kadlec en Tilton (aangehaal in Rogers, 1983) asook Wood en Hensman (1989), beduidende hoeveelhede fosfor uit rioolwater verwyder. Rogers (1983) beweer dat die opname van fosfor van 20 kg fosfor per hektaar per dag in die geval van *Ceratophyllum demersum* tot soveel as 344 kg per dag in die geval van *Eichhornia crassipes* wissel. Volgens Boyd (aangehaal in Rogers, 1983) hang die fosforopname nie net af van die plantspesie nie, maar ook van die hoeveelheid en ouderdom van die plante, sowel as die hoeveelheid voedingstof in die water. Soos in die geval van stikstof is die meeste van die plantopnames net tydelik en word groot hoeveelhede weer vrygestel sodra die plant vrek en begin verrot. Slegs die fosfor wat in die ondergrondse dele van die meerjarige plante en in die vleigrond

voorkom, word meer permanent verwyder. Bestuurspraktyke soos oesting en verbranding is die enigste manier om fosfor permanent uit die bogrondse plantmassas te verwyder.

Onderliggende vleilandsediment kan groot hoeveelhede opgeloste fosfor uit water deur middel van absorpsie en presipitasie opneem. Aanvanklik kom dit voor asof die verwydering oppervlakkig is, maar volgens Twitch (aangehaal in Rogers, 1983) raak die verwydering na 'n rukkie meer permanent sodra die fosfor deur die ondergrondse strukture opgeneem word. Fosfor kan ook in die sediment opgeneem word deur die sedimentasie van fosfordraende organiese- en anorganiese materiale. Die sediment in vleilande vorm dus 'n belangrike versamelplek vir fosfor in rioolwaterbehandeling. Faktore wat die verwydering van fosfor beïnvloed, sluit onder andere die konsentrasie van fosfor, oksidasie-reduksiepotensiaal, die pH en kenmerke van die sediment in (byvoorbeeld die Fe- en Al-inhoud).

Verwydering van fosfor deur die sediment is nie altyd permanent nie omdat die sediment fosfor vrystel sodra die boliggende water se konsentrasie fosfor biologies verminder word en waterplante fosfor uit die sediment kan opneem en aan die water vrystel. Slegs fosfor wat in die sediment in 'n onbeskikbare vorm soos byvoorbeeld apatiet (kalsiumfosfaat) of permanent in onderliggende lae sediment begrawe is, is permanent uit die vleiland verwyder. Die sediment aanwastempo is dus belangrik by die bepaling van die kapasiteit van 'n vleiland om permanente verwydering van fosfor te verseker. Volgens Twinch en Breen (aangehaal in Rogers, 1983) is die behoud van die geoksideerde mikrosone net so belangrik aangesien dit die verlies van fosfor aan die boliggende watermassa verminder.

7.2.4 Organiese materiaal

Studies toon dat vleilande oor verskillende kapasiteite beskik om organiese materiaal uit afvalwater te vewyder met resultate wat varieer van 'n toename in organiese koolstof (Peverly, aangehaal in Rogers, 1983) en chemiese suurstofbehoefte (CSB) (Lee et al., aangehaal in Rogers, 1983) tot 'n afname in bruto suurstofbehoefte (BSB), organiese koolstof en chemiese suurstofbehoefte (CSB) van meer as 95% volgens Boyt et al., De Jong, Hartland-Rowe en Wright (aangehaal in Rogers, 1983).

Vleilande is baie produktiewe stelsels (Richardson, aangehaal in Rogers, 1983) en mikro-organismes wat in hierdie sisteem geproduseer word, mag uitgevoer word as drywende fragmente, gesuspendeerde afslytsel en opgeloste organiese samestellings. Gevolglik kan water wat uit 'n vleiland gelaat word 'n persentasie organiese materiaal bevat, alhoewel die meeste organiese materiaal wat in die stelsel gestort word deur die ekosisteem van die vleiland verwyder word.

Gekonsentreerde gebruik van moeilik-degradeerbare samestellings soos skoonmaakmiddels, karbolsuur en plaagdoders bring mee dat hierdie middels in afvalwater gekonsentreer word. Omdat hierdie samestellings moeilik oplos, versamel hulle in die sedimente van die vleilande en word stadig opgelos deur die mikro-biologiese prosesse wat rondom hulle plaasvind (Furness, 1983). Dit is onmoontlik om te sê hoe lank hulle in die sediment in hulle oorspronklike vorm behoue gaan bly aangesien baie min opnames van die tempo waarteen biodegradasie plaasvind, gemaak is (Paris et al., aangehaal in Rogers, 1983).

Terwyl sommige waterplante nie kan oorleef wanneer hulle blootgestel word aan hoë konsentrasies fenoliese verbindings nie, floreer ander (byvoorbeeld *Juncus* spp., *Schoenplectus* spp. en *Eichhornia crassipes*) terwyl hulle fenol uit die water verwyder (Seidel et al. & Wolverton et al., aangehaal in Rogers, 1983). Wolverton et al. (Aangehaal in Rogers, 1983) het bereken dat *Eichhornia crassipes* soveel soos 8,64 kg fenol per akker per dag kan verwyder. Die plante het ook die konsentrasies van ander hidro-koolstowwe ('n koolwaterstofverbinding) verminder.

Baie min is op hierdie stadium bekend oor die langtermyn effek van moeilik-degradeerbare materiale op vleilande en of die vleiland-ekosisteen daartoe in staat is om hierdie verbinding volkome op te breek. In 'n tien jaar periode wat rioolslyk in Amerikaanse moerasse gestort is, kon Teal et al (aangehaal in Rogers, 1983) slegs twee gevalle van nadelige uitwerking op die vleilande opmerk. Eerstens het sowat 50% van die "fiddler"-krap bevolking in die slag gebly weens die teenwoordigheid van aldrien en tweedens het die "tabanid"-larwe drasties verminder as gevolg van die teenwoordigheid van halogeenryke hidrokarbonate.

7.2.5 Swaar metale

Ondersoeke van Banus et al., Boyt et al., Valiela, Vince en Teal (aangehaal in Rogers, 1983) het getoon dat die konsentrasie swaar metale afneem soos die water deur die vleiland vloei. Die effektiwiteit varieer, maar kan so hoog as 90% wees.

Sedimentasie blyk die mees effektiewe metode vir die verwydering van metale uit afvalwater in vleilande te wees (figuur 7.2). Swaar metale neig om aan die sedimente te verbind en in die omgewing van die punt van besoedeling te bly (Teal et al., aangehaal in Rogers, 1983). Banus et

al. (aangehaal in Rogers, 1983) het gevind dat meer as 90% van die lood (Pb) wat in die vlei gestort is, is in die sedimente opgeneem, terwyl Teal et al. (aangehaal in Rogers, 1983) bevind het dat die meeste van die yster (Fe) en kwik (Hg) ook op hierdie wyse verwyder word. Kadnium (Cd) is meer mobiel en hoë konsentrasies is deur Teal et al. (aangehaal in Rogers, 1983) regdeur die fauna en flora van die vleiland opgespoor.

Volgens Kadlec en Kadlec (aangehaal in Rogers, 1983) is waterplante in staat om beduidende hoeveelhede swaar metale uit water en sediment te verwyder (Figuur 7.2). Seidel (aangehaal in Rogers, 1983) het bevind dat 1-3 mg nikkel (Ni) en 8-57 mg boor (B) per kg droë plantmassa voorkom. Wolverton (aangehaal in Rogers, 1983) het bereken dat *Eichhornia crassipes* ongeveer 0,176 mg lood per kg droë plantmassa uit die water verwyder. Dus is die gereelde oesting van die plante 'n permanente metode om beduidende hoeveelhede swaar metale uit afvalwater in die vleilande te verwyder.

Daar bestaan 'n moontlike gevaar deur metale deur middel van vleilande uit afvalwater te verwyder. Aangesien sommige stowwe baie giftig is, kan hulle teenwoordigheid in die plantmassas meebring dat hulle via die voedselketting dalk deur die mens ingeneem kan word (Kadlec & Kadlec, aangehaal in Rogers, 1983; Appelton, 1983). Verder mag hulle 'n vernietigende effek op die vleilande hê wat kan veroorsaak dat die vleiland se watersuiweringskapasiteit ingekort kan word. Tot tyd en wyl meer bekend is oor die invloed van swaar metale op vleilande is dit raadsaam om swaar metale sover as moontlik uit vleilande te hou.

7.2.6 Patogene

'n Hoë konsentrasie patogene bakterieë en virusse word afgeskei deur menslike ekskreta en is dus teenwoordig in residensiële munisipale afvalwater. Verskeie ondersoeke na vleilande het getoon dat beduidende hoeveelhede koliform bakterie (wat wissel van 86,2% na 99%) deur die vleilande verwyder word (Boyt et al., Fetter et al., Hartland-Rowe & Wright, & Turner et al., aangehaal in Rogers, 1983). Weinig data is beskikbaar oor wat uiteindelik met die patogene virusse in die vleilande gebeur (Rogers et al., aangehaal in Rogers, 1983). Moontlike metodes om die virusse te verwyder, sluit die volgende in:

1. Absorpsie na organiese patrikels met die gevolglike sedimentasie
2. Produksie van toksiese middels deur die waterplante en alge
3. Vernietiging deur lig
4. Absorpsie deur plantoppervlakte epifise
5. Ongunstige temperature
6. Veroudering

Baie min inligting is op die huidige stadium oor die oorlewingsvermoë van patogene bakterieë en virusse wat na die oppervlakte in vleilande geabsorbeer word, beskikbaar. Virusse wat deur Moore et al. en Schaub en Sagik (aangehaal in Rogers, 1983) getoets is, het getoon dat hulle in die geabsorbeerde vorm steeds besmet is.

7.2.7 Ontwerpriglyne

7.2.7.1 Terrein

Die posisie van die terrein word gewoonlik deur die bron van die afvalwater, aard van die grond en beskikbaarheid van 'n geskikte terrein bepaal (Gregory, 1989). Hierdie proses kan geoptimaliseer word deur 'n omvattende terreinondersoek proses wat onder andere 'n omgewingsimpakstudie, 'n ekonomiese evaluasie en geotegniese studies insluit. Die keuse van 'n terrein word gewoonlik gebaseer op geologiese, geotegniese, hidrologiese en ander omgewingsinformatie wat die konstruksie, werking en invloed van die vleiland op die omgewing beïnvloed.

Die omvang van 'n projek bepaal die intensiteit van die terreinondersoek. 'n Munisipale rioolsuiweringsvleiland sal 'n baie groter area as 'n vleiland wat 'n myn se water behandel, beslaan. Die terreinondersoek en gevolglike keuse van 'n geskikte terrein word gewoonlik stapsgewys as volg aangepak (Gregory, 1989):

- * 'n voorlopige feite-ondersoek,
- * 'n lugfoto-opname,
- * beperkte ondergrondse ondersoeke, klassifikasie van terrein materiaal en die insameling en evaluasie van omgewingsdata,
- * gedetailleerde ondergrondse ondersoeke en insameling van omgewingsdata soos benodig, en
- * evaluering van die inligting, ondersoek na moontlike omgewingsinvloede en ondersoek na regulerende vereistes.

Volgens Gregory (1989) kan die keuse van 'n geskikte terrein vir 'n vleiland in vier kategorieë, almal ewe belangrik, ingedeel word: gebruik van die land en

algemene oorwegings, hidrologie, geologie asook omgewings- en regs oorwegings.

(a) **Landgebruik en algemene oorwegings**

Een van die belangrikste oorwegings vir die plasing van 'n vleiland is die gebruik van die land en toegang tot die terrein. Daarbenewens moet die afvalwater wat behandel moet word maklik by die terrein kan uitkom. Geskikte toegang vir konstruksietoerusting, bedryfpersonnel en chemiese afleweringvoertuie moet voorsien word asook voldoende reg van weg vir elektriese- en wateraansluitings. Indien publieke toegang nie beheer kan word nie, moet sekuriteit op 'n koste-effektiewe metode voorsien word.

Die beskikbaarheid van grond is byna altyd 'n kwessie. Grondeienaars in die onmiddellike omgewing van die voorgestelde terrein asook grondeienaars wat belang by die ontwikkeling van 'n vleiland kan hê, moet geraadpleeg word ten einde die ontwikkeling te beskerm en seker te maak dat toegang vir die ontwerpleeftyd beskikbaar is. Die area wat benodig word, word bepaal deur die grootte van die vleiland, vloeibeheerstrukture, geassosieerde strukture en store, toegangspaaie en roetes, 'n buffersone en ander relevante strukture.

Gebruike en waardes van grond rondom die terrein moet ook ten opsigte van publieke teenstand teen moontlike reuke, muskiete, laer grond en besigheidswaardes geëvalueer word asook 'n moontlike afname in waterkwaliteit, die estetiese impak en ander omgewingsimpakte. Die publiek moet ingelig word oor presies wat beoog word. Vir hierdie doel kan die media, toesprake, terreinbesoeke, vergaderings en persoonlike besoeke gebruik word.

(b) **Hidrologie**

Die eienskappe, vloeipatrone, gebruike, hoeveelheid en chemiese samestelling van die oppervlakte en grondwater moet deeglik ondersoek word. Eienskappe van die dreineringskom van die voorgestelde terreine kan bepaal of die vleiland 'n sukses sal wees. Maksimum, minimum en gemiddelde watervlakke vir die verskillende seisoene moet bepaal word. Indien die vleiland ontwerp is om net bepaalde munisipale rioolaflope en reën wat op die vleiland val, te hanteer, kan 'n oorstroming of onverwagte invloei van 'n groot hoeveelheid stormwater 'n katastrofiese effek op die vleiland hê. Dus moet die vleiland nie naby enige stroompies of riviere geplaas word nie.

Water wat uit die vleiland vloei se standaard moet van so 'n aard wees dat dit vir die stroomaf verbruikers geen gevaar inhou nie. 'n Studie om die gebruik van water in die stroomafgebied te bepaal moet dus onderneem word, en indien die water nie vir 'n sekere gebruiker geskik sal wees nie, moet óf 'n ander bron vir die gebruiker gevind word óf 'n ander terrein vir die vleiland gesoek word. In bylae E word die minimum standarde waaraan water moet voldoen om in 'n openbare stroom gestort te word getabuleer.

(c) **Geologie**

Geologiese opnames ten opsigte van die eienskappe van die bogrondmateriaal, diepte van rotsbanke, beskikbare konstruksiemateriaal, topografie en ander geologiese en geotegniese aspekte wat die werking van die vleiland kan beïnvloed, moet onderneem word. Indien hierdie ondersoek nie deeglik voltooi word

nie, kan dit die werking van die vleiland nadelig beïnvloed en konstruksiekoste baie verhoog.

Die grond en oppervlakmateriale op die voorgestelde terreine se eienskappe moet deeglik ondersoek en getabuleer word ten opsigte van diktes en dieptes, klassifikasie en samestellings, geskiktheid as konstruksiemateriaal, dreineringseienskappe, erosiepotensiaal en bruikbaarheid. Grondstrukture en samestellings het 'n belangrike invloed op die effektiewe werking van vleilande, byvoorbeeld grond wat hoë verwyderbare neerslagte van aluminium bevat, het 'n groter fosforverwyderingsvermoë as organiese grond, terwyl grond met 'n hoë organiese inhoud beter is om water met 'n hoë suurgehalte te behandel en grond met hoë biologiese aktiwiteit het 'n groot nitraat-transformasiepotensiaal (Brodie, 1989).

(d) Omgewings- en regsoorwegings

Omdat hierdie konsep redelik nuut in Suid-Afrika is, bestaan daar tans nog geen wetgewing in enige provinsie ten opsigte van vleilande vir die behandeling van rioolwater nie. Soos reeds genoem, sal standarde soos neergelê deur die Departement van Waterwese en Bosbou op die kwaliteit van afvalwater van toepassing wees.

Die enigste regsoorweging wat hier van toepassing kan wees, het betrekking op natuurlike vleilande. Suid-Afrika het in 1971 in Ramsar, Iran, tydens 'n Internasionale Vleiland Konvensie 'n onderneming onderteken om alle natuurlike vleilande te bewaar (Breen, 1991). In dié onderneming het die ondertekenaar onderneem om alle vleilande van internasionale belang op die sogenaamde "Ramsar sites"- register te plaas (Maltby, 1990). Suid-Afrika het wel 'n paar op die register geplaas, maar daar is nog vele ander wat nog nie die nodige

erkenning geniet nie. Volgens Breen (1991) bestaan daar ook nog geen nasionale beleid of strategie ten opsigte van natuurlike vleilande in Suid-Afrika nie.

7.2.7.2 Algemene Afmetings

Die algemene afmetings vir vleilande is as volg (Watson & Hobson, 1989):

Die lengte tot wydte verhouding van 'n vleiland is tussen 10:1 en 3:1.

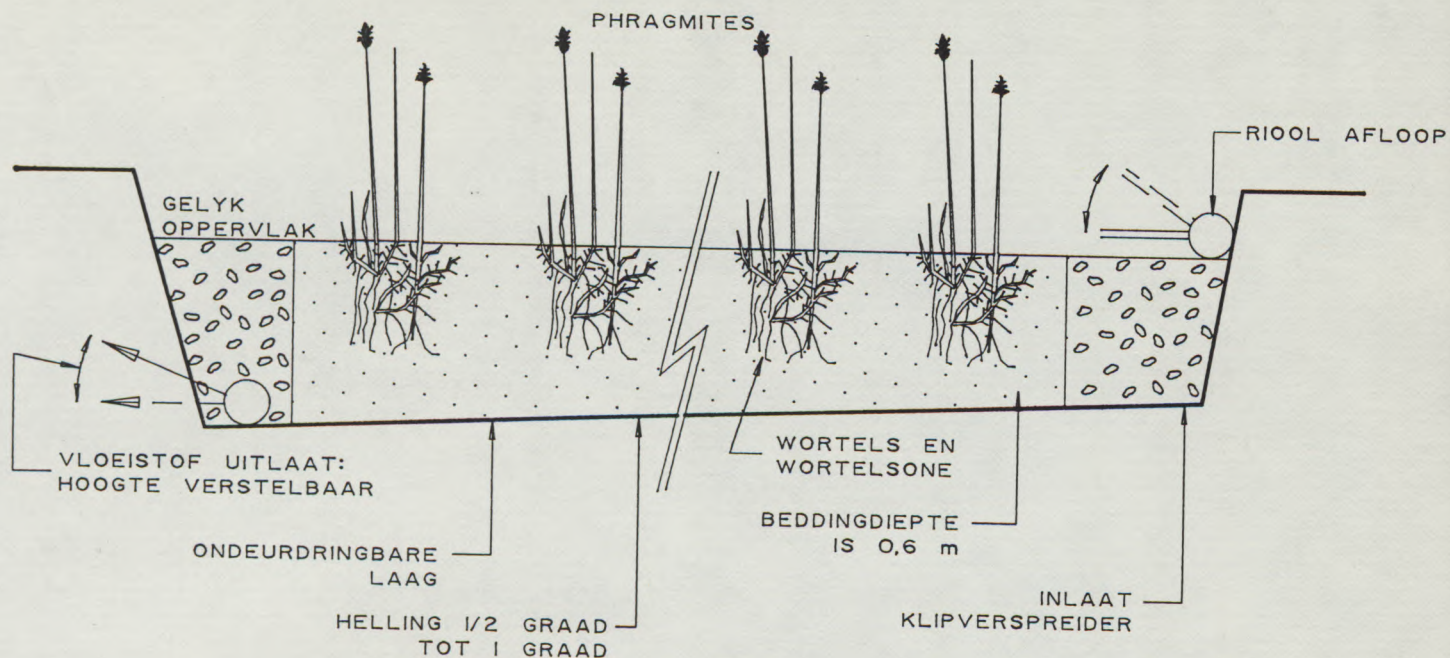
Die water diepte varieer tussen 10 cm en 60 cm.

7.2.8 Opsomming

Stikstof, fosfor, organismes en metale kan uit die afvalwater in vleilande op verskeie wyses verwyder word. Die prosesse wissel vanaf chemiese absorpsie en verdamping tot biologiese prosesse wat plante, alge en bakterieë insluit. Op hierdie stadium blyk dit onmoontlik te wees om te voorspel watter proses al die elemente die beste uit afvalwater in vleilande sal verwyder. Wat wel seker is, is dat nitrifikasie en denitrifikasie wel 'n rol gaan speel in stikstofverwydering uit die meeste stelsels (Rogers, 1983).

7.3 Rietbeddings

Rietbedding rioolbehandeling het die afgelope 5 jaar in Europa groot belangstelling gewek (Cooper et al., 1990). Die stelsel het die potensiaal om 'n baie koste-effektiewe rioolsuiweringsmetode vir klein gemeenskappe daar te stel. Figuur 7.3 toon 'n tipiese dwarsnit van 'n rietbedding.



Figuur 7.3: **Tipiese dwarsnit van 'n Rietbedding** (Kolbe et al., 1991, p 11).

Hierdie tipe rioolbehandelingsaanleg kan ook as 'n tipe vleiland beskou word (Cooper et al., 1988). Die sleuteleienskappe van hierdie stelsel word deur Cooper et al. (1988) as volg uiteengesit:

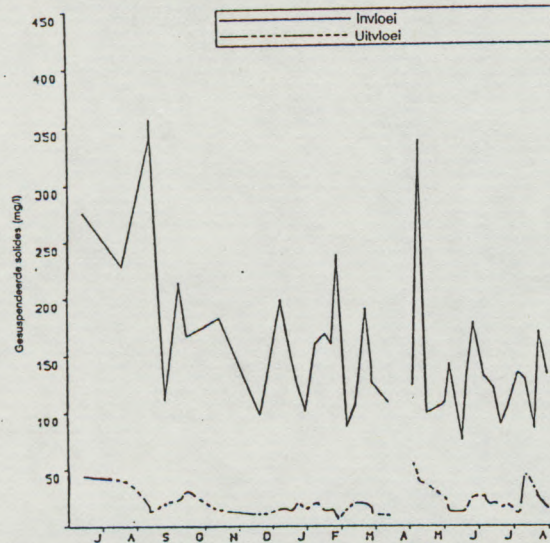
- a) 'n Wortelsone waar wortels vertikaal en horisontaal groei om sodoende die grond oop te maak en 'n hidrouliese vloei-pad te skep
- b) Rioolwater word deur die bakteriologiese aktiwiteite in die wortelsone behandel, anaërobiese en aërobiese prosesse vind in die omliggende grondstruktuur plaas
- c) Suurstof word deur die blare opgeneem en deur die plante se wortels aan die biologiese prosesse vrygestel
- d) Gesuspendeerde soliedes word aërobies tot kompos gedegradieer in die bogrondse laag dooie blare en takke

Rietbeddings bied die volgende voordele:

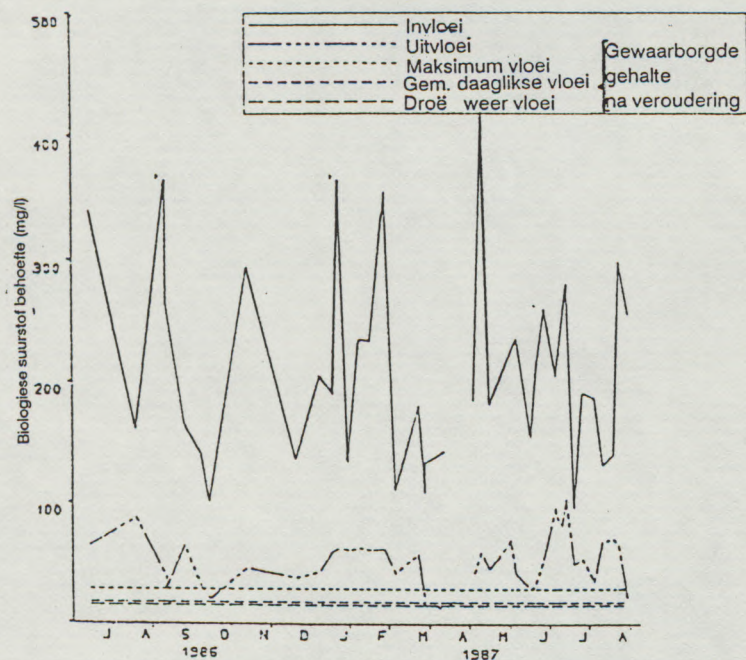
- a) Lae aanvanklike kapitale uitleg,
- b) eenvoudige konstruksie,
- c) geen meganiese of elektriese toerusting word benodig nie,

- d) lae onderhoudskoste,
- e) die proses is baie buigsaam en kan 'n verskeidenheid bedryfstoestande hanteer,
- f) die uitvloeisel se kwaliteit bly konstant en
- g) die proses is omgewingsvatbaar en bied die potensiaal van natuurbewaring.

Figure 7.4 en 7.5 dui grafies die verbetering van die gehalte van rioolafloop aan nadat dit deur 'n riet bedding gevloei het.



Figuur 7.4 : **Gesuspenseerde Soliedes konsentrasie, voor en na behandeling** (Chalk & Wheale, 1989, p 206).



Figuur 7.5 : **BSB konsentrasies, voor en na behandeling** (Chalk & Wheale, 1989, p 206).

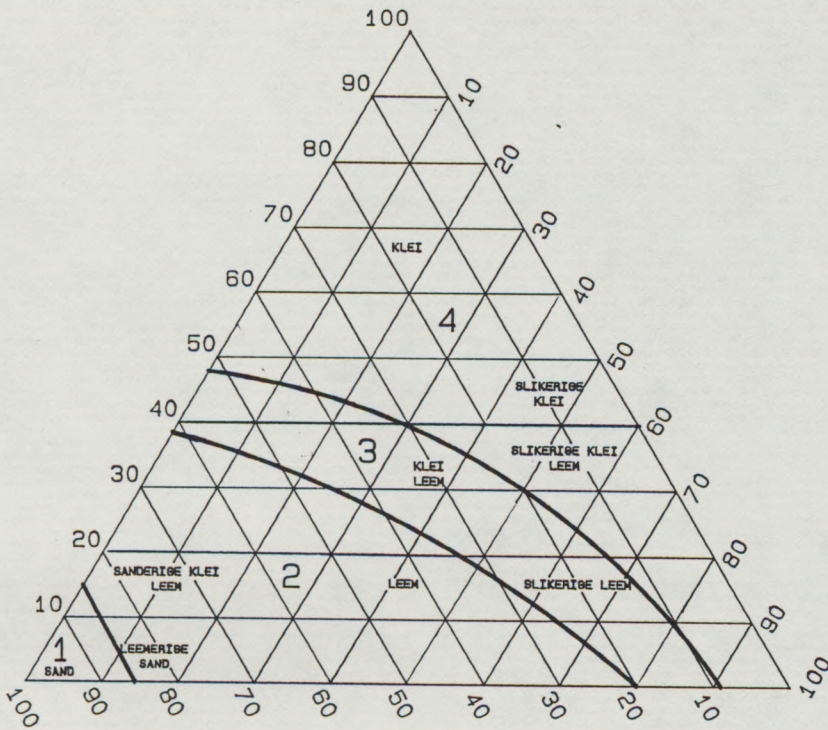
7.4 Grondsypelbeddings

Hierdie metode van rioolafvalwaterbehandeling kom baie algemeen voor. Die stelsel is op die korttermyn die goedkoopste uit die individuele oogpunt. Die grootste nadeel aan hierdie stelsel verbonde is die besoedeling wat plaasvind (Pate, 1976). Sypelbeddings is geneig om na 'n tydperk van gebruik te faal. Die bring mee dat die rioolstelsel as geheel faal. Noss (1988) skryf die faling van sypelbeddings aan die volgende onafhanklike prosesse toe:

- * Mikrobiologiese groei veroorsaak 'n slymlagie
- * Soliedes vanaf die septiese tenk word vasgevang in die poreë
- * Die afbreek van sulfate na ondeurdringbare ferrous sulfiede as gevolg van die ontwikkeling van anaërobiese toestande in die slyklaag.

Al die bakterieë wat in die afvalwater was, word in 'n radius van ongeveer drie meter gekonsentreer, terwyl virusse en ander skadelike organismes deur kan vloei tot in die ondergrondse water bronne in sekere gevalle. Volgens Drews (1985) was daar al gevalle waar die chemikalieë meer as vyf km vanaf die bron na sewe of agt jaar gevind is.

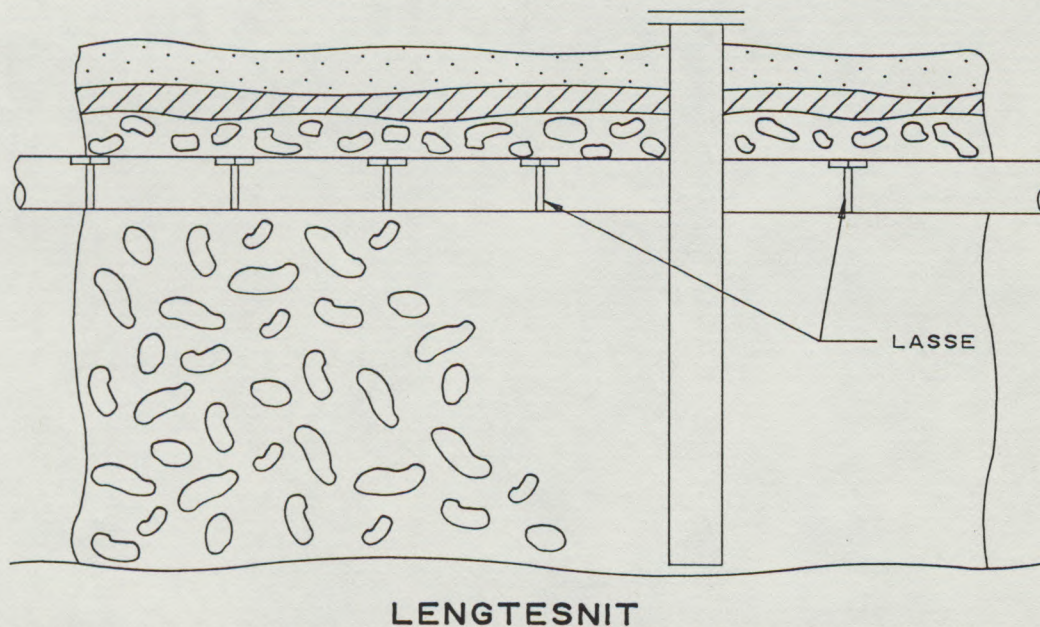
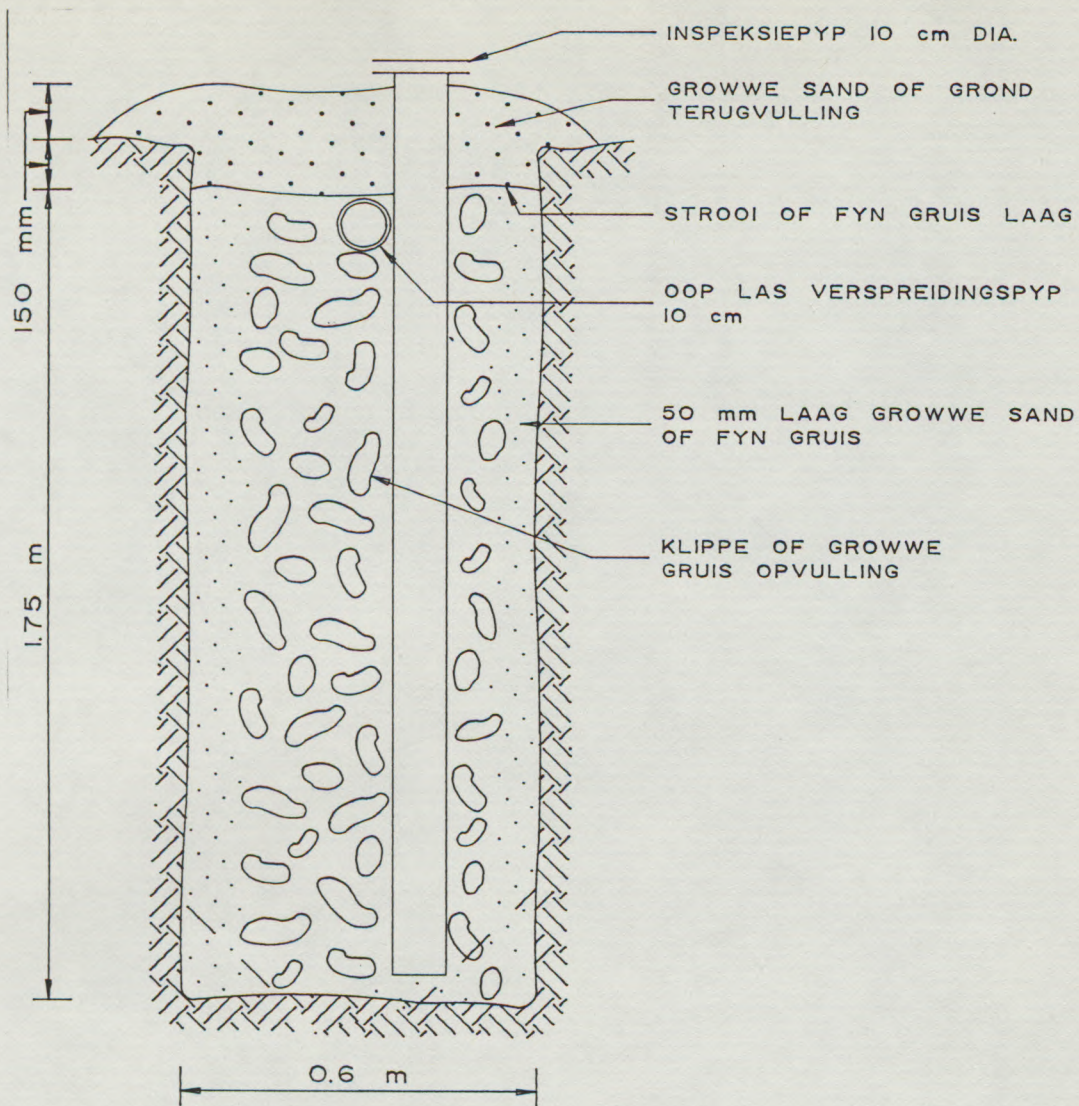
Voordat so 'n stelsel oorweeg kan word, moet eers vasgestel word of enige ondergrondse waterbronne benadeel kan word. Geen mens of dier mag die water wat op enige wyse met die afloop in aanraking was, gebruik nie. Die tweede aspek wat ondersoek moet word, is die aard van die grondprofiel. Nie alle tipes grond is geskik om as 'n sypelbedding te dien nie. Figuur 7.6 toon 'n grondtekstuur driehoek om die klassifikasie van grond te bepaal.



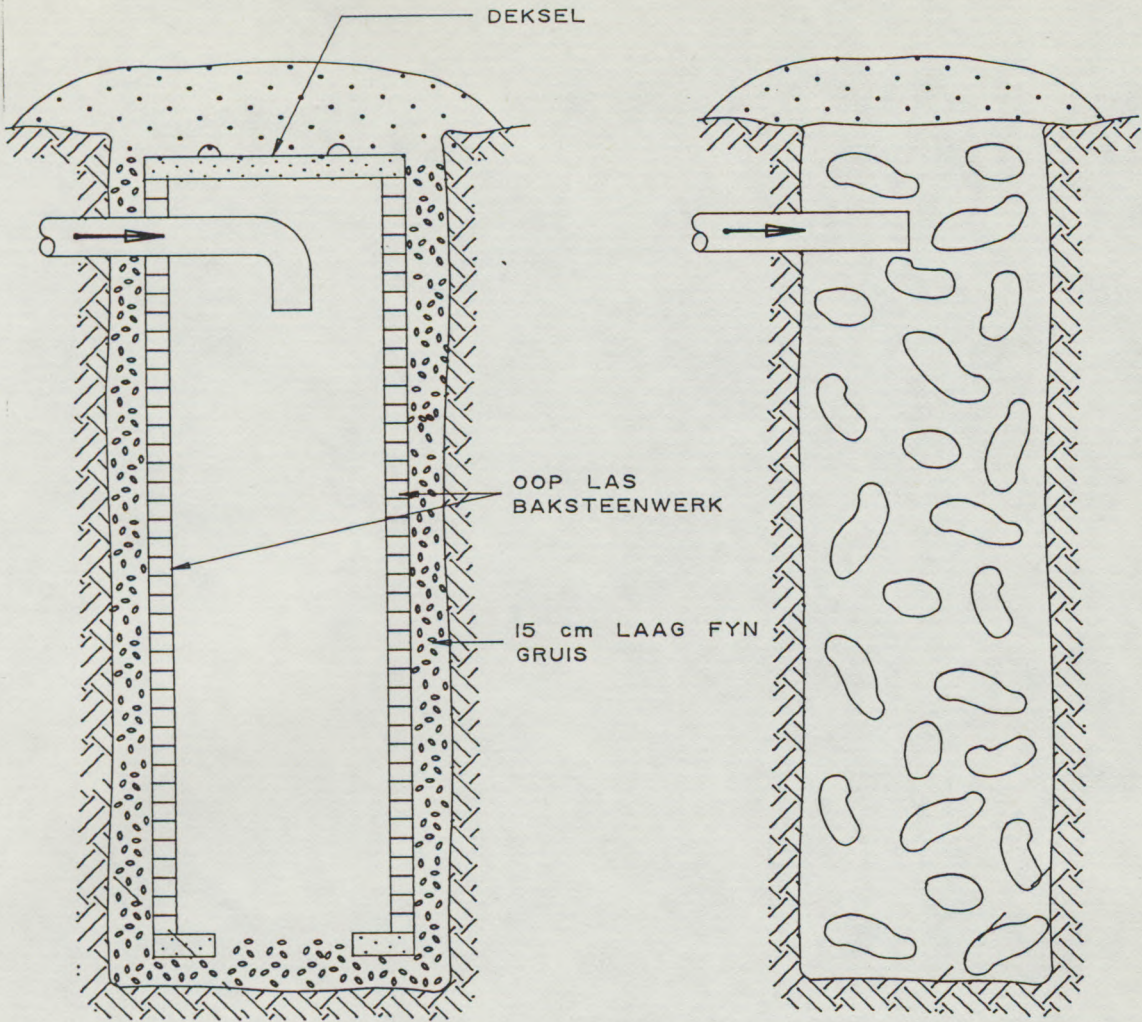
- SONE 1 = TE GROF VIR
EFFEKTIEWE WEGDOENING
- SONE 2 = AANVAARBAAR
- SONE 3 = GEMIDDELD
- SONE 4 = ONAANVAARBAAR

Figuur 7.6: **Grondtekstuur klassifikasie driehoek** (De Villiers, 1987, p 11).

Indien die terrein geskik is vir 'n sypelstelsel is daar 'n wye verskeidenheid metodes wat aangewend kan word. Figuur 7.7 tot 7.11 toon sketse van 'n paar metodes.

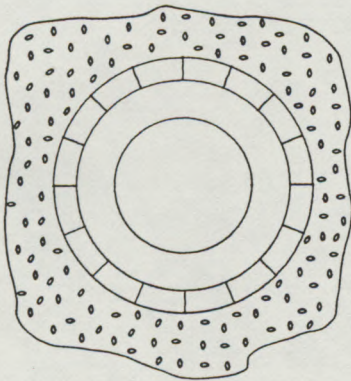


Figuur 7.7: Details van 'n sypelsloot (Drews, 1985, p 24).



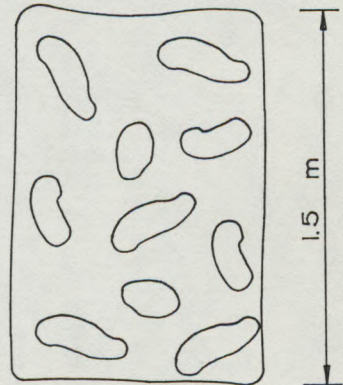
SNIT

SNIT



1 - 1.5 m d

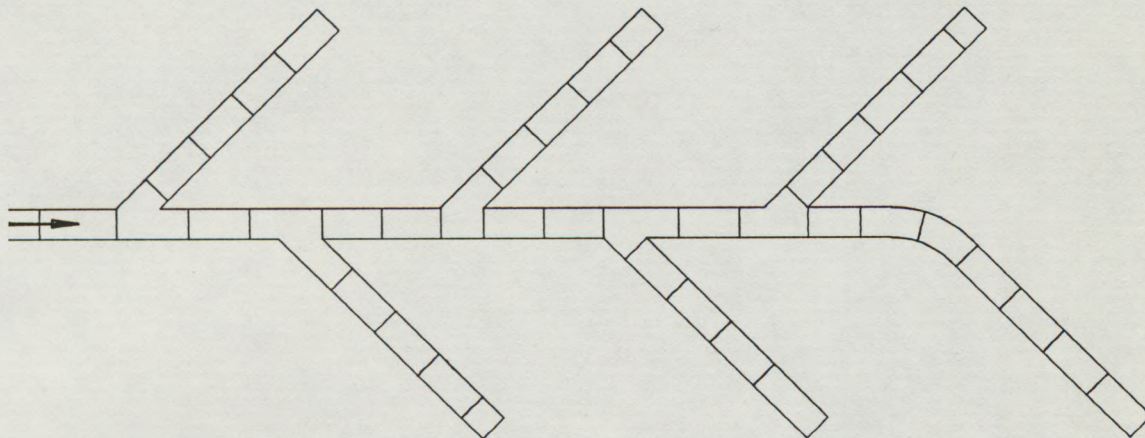
PLAN



0.7 m

PLAN

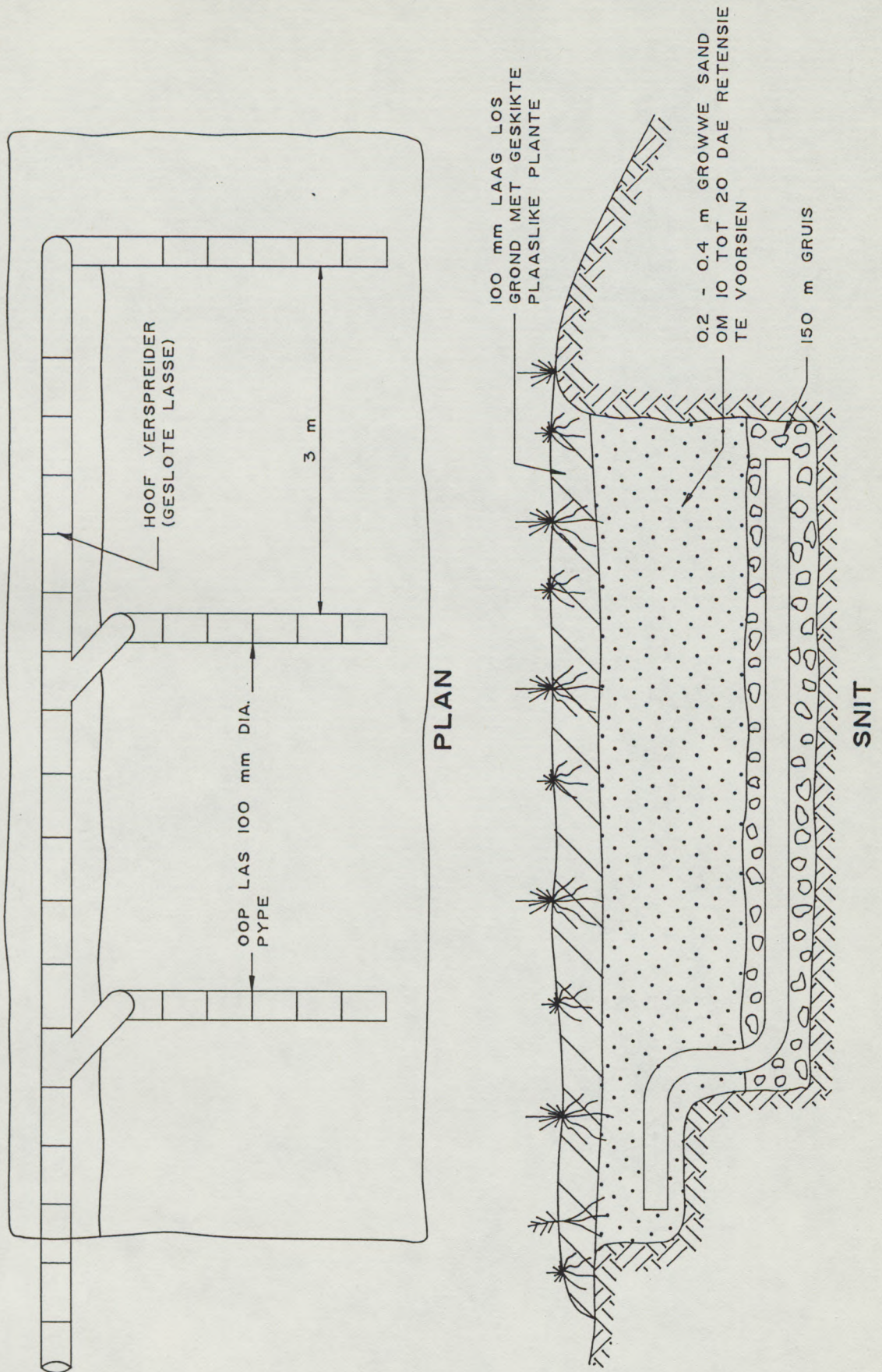
Figuur 7.8: Detail van 'n syphelput (Drews, 1985, p 25).



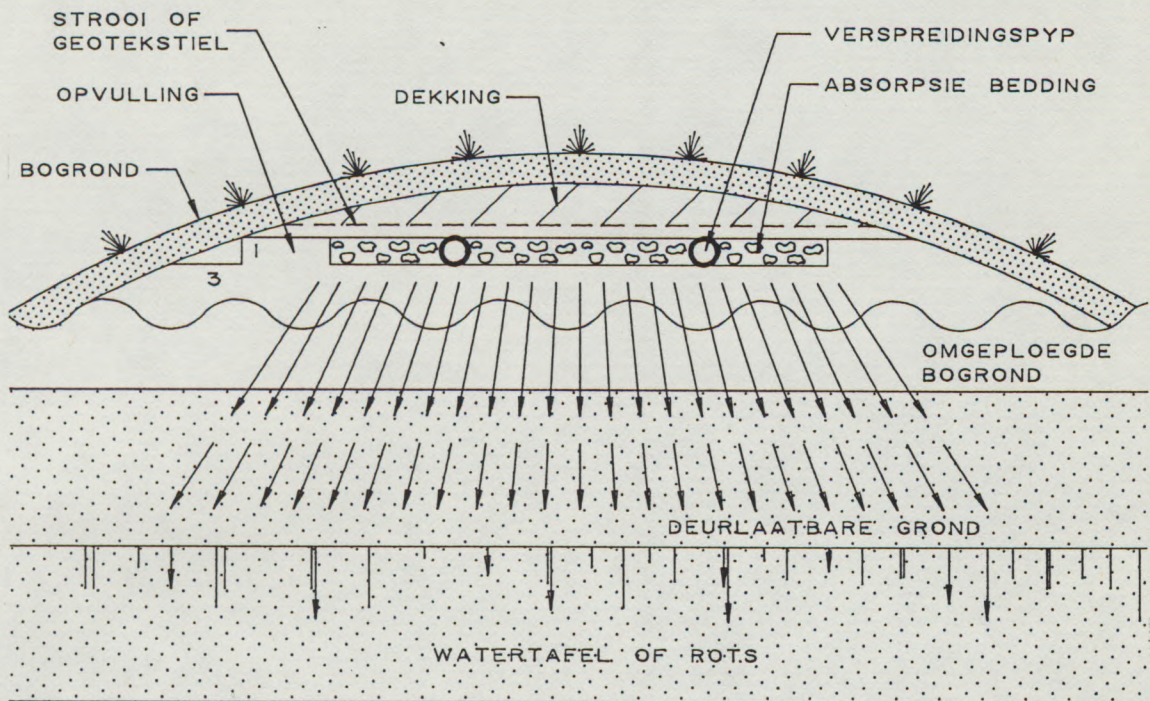
Notas:

1. Die afstand tussen die slote moet nie minder as twee keer die diepte van die slote wees nie.
2. Die hoofverspreidingspyp moet met digte lasse gelas word, terwyl die pype in die slote met oop lasse gelas moet word.

Figuur 7.9: "Visgraat"-uitleg van sypelstote (Drews, 1985, p 26).



Figuur 7.10: Evapotranspirasie beddings (Drews, 1985, p 28).



Figuur 7.11: **Detail van 'n wal evapotranspirasie stelsel**
(De Villiers, 1987, p 15).

7.5 Gevolgtrekking

In hoofstukke 1, 2 en 3 is die redes waarom enige vorm van sypelbedding stelsel onaanvaarbaar is, genoem. Vleilande en rietbeddings hou groot beloftes in vir die toekoms.

Tans is daar 'n navorsings projek in samewerking met 'n groot stadsraad aan die gang om die geskiktheid vir hierdie stelsels vir die Suid-Afrikaanse mark te ondersoek. Met die skrywe hiervan was die finale resultate nog nie bekend nie.

HOOFSTUK 8

SINTESE

8.1 Inleiding

'n Groot verskeidenheid rioolstelsels is ondersoek. Uit hierdie ondersoek het dit duidelik geblyk dat daar 'n groot mate van onkunde in Suid-Afrika bestaan oor enige ander vorm van rioolstelsel, behalwe die konvensionele rioolstelsel. 'n Aantal entrepreneurs is besig om Ingenieurs 'n rat voor die oë te draai met sogenaamde goedkoper rioolstelsels (Marais, 1992). Die stelsels werk gewoonlik op die oog af goed en funksioneer gewoonlik suksesvol vir sowat 'n jaar. Sodra die probleme begin bestaan die firma nie meer nie. Een goeie voorbeeld hiervan kan in Soweto in die Transvaal aangetref word.

'n Sogenaamde waterslotstelsel wat ongeveer 0,9 liter water per spoel gebruik, is aan die plaaslike owerheid verkoop. Nadat 'n paar duisend van hierdie stelsels geïnstalleer is, het die owerheid besef dat die stelsel nie vir die inwoners aanvaarbaar is nie. Na ongeveer 12 maande se gebruik was dit nodig om die onderskeper tenks skoon te maak. Volgens die vervaardigers sou dit net elke derde jaar nodig wees. Die firma het toe reeds nie meer bestaan nie (Marais 1992).

Ten einde alternatiewe stelsels in Suid-Afrika 'n kans te gee is dit nodig dat deeglike toetse op stelsels uitgevoer moet word. Tans is daar weinig navorsingresultate van stelsels wat op plaaslike bodem getoets is, beskikbaar. Die resultate van sulke toetse moet vir almal beskikbaar wees - dit sal nie alleen die werkbaarheid van sekere stelsels bevestig nie, maar ook meer ontwerpers bewus maak van die bestaan van alternatiewe stelsels.

Alternatiewe stelsels is nie net op lae inkomste en informele gemeenskappe gemik nie. Tans is daar 'n groot aantal dorpe, oorwegend kusdorpe (meestal vakansiehuise), wat nog van die septiese tenkstelsel gekoppel aan een of ander syferstelsel as rioolstelsel gebruik maak. Hierdie vorm van rioolstelsel kortwiek die groei van baie van hierdie gemeenskappe aangesien waterbronne redelik skaars is en die rioolstelsel die beskikbare bronne besmet. 'n Klein diameter riool sal in die meeste van hierdie gevalle die ideale oplossing bied.

8.2 Standaarde

Die neerlê van geskikte standarde vir die Suid-Afrikaanse milieu is van die uiterste belang. Aangesien die bevolkingsaanwas teen 'n hoë tempo geskied, moet die owerhede die kwessie van alternatiewe stelsels deeglik ondersoek en standarde daarstel om die implementering van enige stelsel te reguleer. Dit is die enigste manier om probleme in die toekoms die hoof te bied.

Standaarde wat net op 'n gedeelte van die Suid-Afrikaanse bevolking tot op hede van toepassing was, sal drasties aangepas moet word om voorsiening te maak vir die hele bevolking. Daar moet gepoog word om die kwaliteit in so 'n aanpassing sover as moontlik op die huidige vlak te behou.

8.3 Kostes

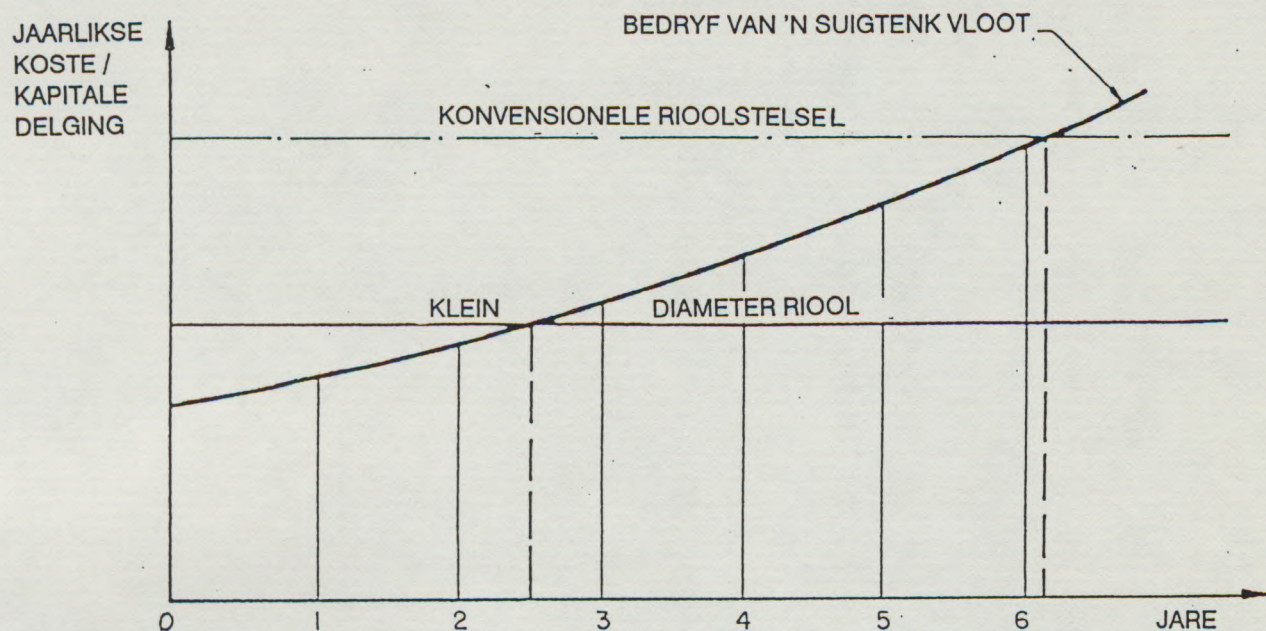
Aangesien elke geval uniek met betrekking tot kostes is, is dit baie moeilik om statistiek te verskaf. Elke projek het sy eie stel faktore wat kostes direk beïnvloed. Tabel 8.1 toon die verskillende moontlike kostes om verskillende stelsels op dieselfde terrein te voorsien.

Tabel 8.1: **Verskillende moontlike kostes vir verskillende rioolstelsels** (Verslag soos voorgelê deur Wouter Engelbrecht Ing. aan K.P.A., p 15)

Beskrywing	Beraamde Koste per erf
1) Putlatrine (sien bylae A)	R 1 982
2) Klein Diameter Riool	R 1 978
3) Konvensionele rioolstelsel	R 2 186

Bogenoemde pryse sluit onderhoud vir 'n tydperk van 20 jaar in. Dus is daar selgs 'n besparing van ongeveer 10% moontlik in bogenoemde geval ('n klein diameter rioolstelsel teenoor 'n konvensionele stelsel). Volgens Emslie (1986) kan 'n besparing van ongeveer 40% verkry word deur 'n klein diameter riool in plaas van 'n konvensionele stelsel te gebruik indien 'n septiese tenk of onderskepper op elke erf beskikbaar is. Indien 'n onderskepper as deel van 'n rioolnetwerk voorsien moet word, beraam Emslie (1986) die besparing ongeveer op 13%.

Volgens Emslie (1986) is die bedryfskoste van 'n klein diameter riool egter laer op die lang duur. Figuur 8.1 toon 'n bedryfskoste vergelyking tussen 'n konvensionele rioolstelsel, 'n klein diameter rioolstelsel en 'n emmerstelsel.



Figuur 8.1: **Bedryfskoste vergelyking tussen 'n paar alternatiewe rioolstelsels** (Emslie, 1986, p 21).

Een van die grootste voordele van die klein diameter rioolstelsel teenoor enige van die ander stelsels is die beduidende lae suiweringskoste. Aangesien die meeste suiwing alreeds op die erf in die onderskepper plaasvind, word 'n suiweringsaanleg wat ongeveer 35% minder as normaalweg kos, benodig (Emslie, 1986).

8.4 Aanvaarbaarheid

Soos uitgewys in hoofstuk 1 moet 'n rioolstelsel vir 'n gemeenskap aanvaarbaar wees om suksesvol aangewend te kan word. Dit is dus belangrik om met die gemeenskap te onderhandel en hulle insigte en voorkeure vas te pen voordat 'n spesifieke rioolstelsel op 'n gemeenskap afgedwing word.

Die meer moderne stelsel is nie altyd 'n verbetering op die tradisionele stelsel nie. Indien die gebruikers nie 'n stelsel goedkeur en kan bedryf nie, sal die stelsel beslis faal.

8.5 Gevolgtrekking

Weens die hoë vestedelikingstempo en die gesondheidsrisikos wat geskep word in oorbevolkte, ongedienste areas is dit van uiterste belang dat die regte rioolstelsel gekies word om by die omgewing in te pas. Deur 'n sogenaamde goedkoper, onaanvaarbare stelsel aan 'n gemeenskap te voorsien sal op die langtermyn groot verliese meebring.

Uit hierdie ondersoek blyk dit duidelik dat die klein diameter rioolstelsel die enigste rioolstelsel is wat in plaas van 'n konvensionele stelsel gebruik kan word. Maar omrede hierdie tegnologie tans nog so onbekend in Suid-Afrika is, is dit baie moeilik om plaaslike owerhede se goedkeuring te verkry. Tot tyd en wyl hierdie tegnologie homself nie onder Suid-Afrikaanse toestande bewys het nie, sal die stelsel nie algemene gebruik kan word nie.

Ten einde die klein diameter rioolstelsel in Suid-Afrika te vestig sal dit nodig wees om 'n netwerk te installeer en te bedryf terwyl dit konstant gemonitor moet word. So 'n aksie sal meebring dat die ontwerp- en bedryfsriglyne soos vervat in die beskikbare literatuur en hierdie ondersoek aangepas en verbeter moet word.

Klein diameter rioolstelsels bied nie net 'n oplossing vir Suid-Afrika se lae inkomste behuisingsektor se soeke na 'n goedkoper en aanvaarbare rioolstelsel nie, maar is ook geskik vir gebruik in bestaande dorpe sonder rioolnetwerke. Die meeste van die dorpe gebruik opgaartenks wat op 'n

gereelde basis uitgesuig moet word. Hierdie tenks kan in die meeste gevalle direk aan 'n klein diameter stelsel gekoppel word. In die geval van lae inkomste behuising is dit soms moontlik om die onderskeppers as deel van 'n werkverskaffingskema deur die plaaslike bevolking te laat bou.

Die grootste probleem wat huidiglik die groei van hierdie stelsel benadeel, is die risiko wat betrokke is aangesien die stelsel nog nie in alledaagse gebruik in Suid-Afrika is nie.

8.6 Toekomstige navorsing

Standaarde vir die berekening van die volumes van septiese tenks sal indringend ondersoek moet word in die lig van bylae D. Hiermee saam moet die biologiese proses in die tenk en ander moontelike metodes om dit te versnel ook onder die vergrootglas geplaas word.

Die effektiwiteit van hierdie tupe stelsels kan slegs verbeter en ook goedkoper word indien behoorlike navorsing gedoen word en die stelsels verbeter word waar nodig.

Verwysingslys/BronnelysBrontipes(i) Boeke

De Villiers, D.C. 1987. **Septic Tank Systems.** National Building Research Institute, Council for Scientific and Industrial Research, Pretoria.

Drews, R.J. 1985. **A Guide to the use of septic tank systems in South Africa.** Nasionale Instituut vir Waternavorsing, WNNR, Tegnieke Gids K86.

Dillard, C.R. & Goldberg, D.E. 1985. **Chemistry, reactions, structure, and properties.** Tweede uitgawe. Macmillan Publishing Co., Inc. New York.

Kalbermatten, J.M. et al. 1980a. **Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: A Sanitation Field Manual.** United Nations Development Programme, Technology Advisory Group, Washington, U.S.A.

Kalbermatten, J.M. et al. 1980b. **Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: A Planner's Guide (volume 2).** United Nations Development Programme, Technology Advisory Group, Washington, U.S.A.

Kalbermatten, J.M. et al. 1982. **Appropriate Technology for Water Supply and Sanitation: Low Cost Technology Options for sanitation.** United Nations Development Programme, Technology Advisory Group, Washington, U.S.A.

Mara, D. 1984. **The Design of Ventilated Improved Pit Latrines.** United Nations Development Programme, Technology Advisory Group note no. 13, Washington, U.S.A.

Otis, R.J. & Mara, D.D. 1985. **The Design of Small Bore Sewer Systems.** United Nations Development Programme, Technology Advisory Group note no. 14, Washington, U.S.A.

Schmidt, H.E. et al., 1986. Task force on Alternative Sewer Systems. 1986. **Alternative Sewer Systems**. Water Pollution Control Federation, Alexandria, Virginia, U.S.A.

Tebbutt T.H.Y 1983. **Principles of Water Quality Control**. University of Birmingham, Pergamon Press Ltd., Headington Hill Hall, Oxford, England.

University of Wisconsin, 1978. **Management of Small Waste Flows**. Publication No. EPA-600/2-78-173, United States Environmental Protection Agency, Cincinnati, Ohio.

(ii) Artikels en bydraes in versameling

Africa, J. 1991. **A Viewpoint on the standard of services for the low income community**. Seminaar 19 Julie 1991, "Cost effective Township Services".

Appelton, C.C. 1983. **Wetlands and public health**. J. Limnol. Soc. sth Afr. 9(2), 117 - 122.

Brodie, G.A. 1989. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: municipal, industrial and agricultural. Proceedings of international conference. Hammer, D.A. (Red.) **Selection and Evaluation of Sites for Constructed Wastewater Treatment Wetlands**. Chattanooga, Tennessee. 307 - 317.

Chalk, E & Wheale, G. 1987. IWEM Young Members Study Tour. **The Root-Zone Process at Holtby Sewage-Treatment Works**. Water Research Centre, Stevenage, United Kingdom, 3 April 1989, 201 - 207.

Cooper, P.F. et al. 1988. IWEM Young Members Study Tour. **Sewage Treatment by Reed Bed Systems**. Water Research Centre, Stevenage, United Kingdom, 3 Februarie 1988, 60 - 74.

Furness, H.D. 1983. **Wetlands as Accreting Systems: Inorganic Sedimentation**. J. Limnol. Soc. sth Afr. 9(2), 90 - 95.

Goddard, M.K. 1976. The Social, Economic and Political Impact of Onlot Sewage Disposal. McClelland, N.I. (Red). **Individual Onsite Wastewater Systems.** Ann Arbor, Michigan. 15-20.

Kelman, R. et al. 1989. Preliminary Considerations Regarding Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. Hammer, D.A, N.I. (Red). **Costructed Wetlands for Wastewater Treatment.** Chelsea, Michigan. 297-305.

Kreissl, J.F. 1976. U.S. Response to pl 92500 relating to rural wastewater problems. McClelland, N.I. (Red). **Individual Onsite Wastewater Systems.** Ann Arbor, Michigan. 21-29.

Marais, G v R. 1991a. **First world vs third world technology.** Munisipale Ingenieurswese kursus aangebied by Universiteit van Stellenbosch, November 1991.

Marais, G v R. 1991b. **Sanitation for the Urbanized poor.** Seminaar 19 Julie 1991, "Cost effective Township Services".

Pate, P. 1976. Onsite Wastewater Disposal: A Local Government Dilemma. McClelland, N.I. (Red). **Individual Onsite Wastewater Systems.** Ann Arbor, Michigan. 67-80.

Rivett-Carnac, J.L. 1984. **Sanitation for Per-Urban and Rural Communities in Natal/Kwa-Zulu.** Institute of Natural Resorces, University of Natal.

Rogers, F.E. 1983. **Wetlands as Accreting Systems: Wastewater Treatment.** J. Limnol. Soc. sth Afr. 9(2), 110 - 116.

Rogers, K.H. 1983. **Wetlands as Accreting Systems: Organic Carbon.** J. Limnol. Soc. sth Afr. 9(2), 110 - 116.

Twinch, A.J. & Ashton, P.J. 1983. **Wetlands as Accreting Systems: Nutrient Cycling in Wetlands.** J. Limnol. Soc. sth Afr. 9(2), 96 - 103.

Watson, J.T. et al. 1989. **Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: municipal, industrial and**

agricultural. Proceedings of international conference. Hammer, D.A. (Red.) **Performance Expectations and Loading Rates of Constructed Wetlands.** Chattanooga, Tennessee. 319 - 351.

Watson, J.T. & Hobson, J.A. 1989. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: municipal, industrial and agricultural. Proceedings of international conference. Hammer, D.A. (Red.) **Hydraulic Design Considerations and Control Structures for Constructed Wetlands.** Chattanooga, Tennessee. 379 - 391.

Wieder, R.K. et al. 1989. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: municipal, industrial and agricultural. Proceedings of international conference. Hammer, D.A. (Red.) **Preliminary Considerations regarding Constructed Wetlands for Wastewater Treatment.** Chattanooga, Tennessee. 297 - 305.

Wood, A. & Hensman, L.C. 1989. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment: municipal, industrial and agricultural. Proceedings of international conference. Hammer, D.A. (Red.) **Research to Develop Engineering Guidelines for Implementation of Constructed Wetlands for Wastewater Treatment in South Africa.** Chattanooga, Tennessee. 319 - 351.

Zhao, Q. & Zhang, Z. 1991. Temperature influence on the performance of oxidation ponds. In Wang, B.Z. et al (Red) **Low-Cost and Energy-Saving Wastewater Treatment Technologies.** Harbin Instituut van Argitektuur en Siviele Ingenieurswese, Harbin, China.

(iii) Tydskrifartikels

Alexander, W.V. & Wood, A. 1986. Experimental Investigations into the use of Emergent Plants to treat Sewage in South Africa. **Water Science and Technology**, 19(10), 51 - 59

Breen, C.M. 1991. Wetlands. **Conserva**, Mei/June 1991, 8 - 11.

Brocard, D. & Hagger, C. 1990. Making Ground Water Safe to Drink. **WATER/Engineering & Management**, Oktober 1990, 28-31.

Cooper, P.F. et al. 1990. The Use of Reed Bed Treatment Systems in the UK. **Wat. Sct. Tech**, 22(34), 57 - 64.

Emslie, A.J. 1986. An Alternative Sewage Disposal System. **IMIESA**, September 1986, 17-21.

Iza, E.C, et al. 1991. International workshop on anaerobic treatment technology for Municipal and Industrial wastewaters. **Water Science and Technology**, 24(8), 1 - 16

Jackson, B.M. 1989. Water supply, sanitation and money: The need for a more informed approach. **Water Sewage and Effluent**, 9(4), 29-32.

Kolbè, F, 1991. Sewage Treatment in the Nineties. **IMIESA**, Mei 1991, 9-13,30.

Little, P.R. 1990. To Treat Wastewater, Hire mother Nature. **COMPRESSED AIR MAGAZINE**, 95(7), 14-20.

Maltby, E. 1990. Wetland management goals: wise use and conservation. **Landscape and Urban Planning**, 20 (1991) 9-18.

McCarty, P.L. & Mosey, F.E. 1991. Modelling of anaerobic digestion proceses. **Water Science and Technology**, 24(8), 17 - 33

Miles, L.C. 1973. Minimum Grades for Small Sewers. **Munisipale Ingenieur**, 4(6), 10-21.

Noss, R. 1988. Septic System Maintenance Management. **Journal of Urban Planning and Development**, 114(2), 73-90.

Simmons, J.D. & Newman, J.O. 1985. Small-diameter, variable grade gravity sewers. **WPCF Journal**, 57(11), 1074-1077.

Smith-Vargo, L. 1991. New Possibilities for Wastewater Treatment. **WATER/Engineering & Management**, March 1991, 27-29.

Tanner, A. & Wall, K. 1991. Infrastructure Solutions and Standards in Low Income Residential Townships. **IMIESA**, Julie 1991, 10-23.

Timmermans, N..1990. Instalation of an appropriate sewer system. **Munisipale Ingenieur**, Junie 1990, 14-19.

Van Rensburg, L. 1990. Riolsuiweringswerke in die Kaap-Provinsie: Probleme met bekostigbaarheid. **IMIESA**, Maart 1990, 17-20.

Van der Westhuizen, P.C. 1990. Selection of, investigation into and implementation of a small bore sewer system for Marselle Black township. **Water and Sewage Effluent**, 10(4), 25-34.

Wood, A. & Hensman, L. 1988. Treating effluents nature's way. **SA Waterbulletin**, Oktober/ November 1988, 18 - 21.

Wood, A. 1990. Ecological plant treatment for septic tank effluent. **Water Sewage and Effluent**, 10(3), 23 - 25.

(iv) Amptelike publikasies

Suid-Afrika. 1987. **Guide: Permissible utilisation and disposal of treated sewage effluent**. Departement van Gesondheid. Pretoria, Staatsdrukker.

Suid-Afrika. 1991. **Water Supply and Sanitation for Developing Communities**. Konsep Beleid, Departement van waterwese en bosbou. Pretoria, Staatsdrukker

(v) Koerante

Sake-Rapport. 1991. Verstedeliking bedreig ekonomiese ontwikkeling. 20 Oktober 1991. Kaapstad.

(vi) Ongepubliseerde Bronne

Persoonlike kommunikasie Mnr Mostert, Durbanville
Munisipaliteit

Persoonlike kommunikasie Mnr Crawford, Instituut van
Natuurlike hulpbronne

Konfidensiële chemiese veslae

Persoonlike kommunikasie Prof. G. v R Marias.

Konfidensiële veslag deur die firma Wouter
Engelbrecht Ing. aan die Kaapse Provinsiale
Administrasie.

BYLAE A:

Riglyne vir die ontwerp van konvensionele
rioolnetwerke soos vervat in "**Guidelines for provision
of engineering services for residential townships**"
soos vervat in die handleiding van die destydse
departement van Gemeenskaps Ontwikkeling.

SEWERAGE

1. SCOPE

These guidelines are applicable to the design and construction of the sewerage reticulation of undeveloped townships in residential areas where the housing is to be provided with fully waterborne sanitation. They do not apply to on-site drainage and do not cover any form of on-site disposal such as septic tanks and soil percolation systems.

Certain basic guidelines applicable to non-gravity systems, i.e. pump stations and rising mains, are included, but detailed design criteria applicable to such systems are not included.

2. DESIGN CRITERIA

2.1 Unit design flows

2.1.1 Units of flow

The unit of flow rate to be used in these guidelines should be litres per second.

2.1.2 Depth of flow and infiltration

Sewers should be designed to flow full at the peak design flow. An allowance of 15 per cent for stormwater infiltration and other contingencies is to be incorporated in the design figures to be used for single family dwelling units.

2.1.3 Average daily flow (A)

The average daily flow figures per single family dwelling units are as follows:

Income Group	Lower	Middle	Higher
Litre per dwelling unit per day	500	750	1 000
Based on an average total persons per dwelling unit	7	6	5

2.1.4 General residential

For erven zoned as general residential, including blocks of flats and hotels, an average daily flow of 600 l/day for every 100 square metres of erf size should be used.

NOTES

(i) The above figure is based on using as a unit a dwelling unit with a floor area of 100 square metres, with a floor space ratio (FSR) of 0,6. If a FSR other than 0,6 is prescribed the flow figure above must be adjusted accordingly.

(ii) Maximum density allowable under the scheme is the overriding factor.

2.1.5 Church sites

A church site should be treated as a Special Residential erf.

2.1.6 Schools and business sites

The discharge from day school and business sites need not be taken into account, since these are relatively minor flows that do not peak at the same time as the main residential peak.

2.1.7 Peak design flows

In these documents the following should apply for single family dwelling units:

Peak Factor = 2,5

Percentage allowed for extraneous flow = 15 per cent

To calculate the unit design flow rate:

Average daily flow (litres/dwelling unit/day) = (A)

Average daily flow rate (litres/sec) = $\frac{A}{24 \times 60 \times 60}$

Peak flow rate = Average daily flow rate x Peak Factor

$$= \frac{A \times P.F.}{86\ 400} = (B)$$

Design flow rate = Peak flow rate + % of peak flow rate for extraneous flows

$$= B + 0,15 \times B$$

$$= B \times 1,15 = (C)$$

Thus for populations up to 1 500

$$C = 1,15 \left(\frac{A \times 2,5}{86\ 400} \right) = 0,00033A$$

$$= \frac{A}{30\ 000} \text{ litres per second per dwelling unit}$$

Thus from 2.1.3

C = 0,0167 l/s/dwelling unit for lower income group

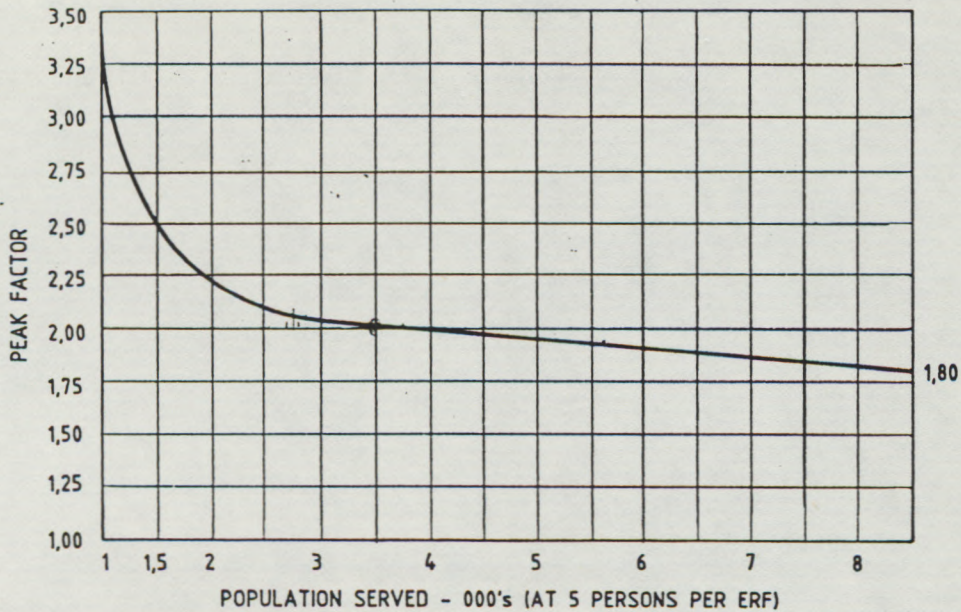
= 0,025 l/s/dwelling unit for middle income group

= 0,0333 l/s/dwelling unit for higher income group

If unit design flows are to be used, derived from the actual flow gauging of adjacent townships of similar nature, these unit design flows should not exceed those derived in terms of Sections 2.1.3, 2.1.7 and 2.1.8 of these guidelines.

2.1.8 Attenuation

In order to take advantage of the attenuation of peak flows in gravity sewer systems as the contributor area and population increases, design peak factors may be reduced in accordance with the following graph for sizing any sewer receiving the flow from populations greater than 1 500. This graph has tentatively been used on best available figures. If actual local attenuation factors are available these should be used.



2.2 Hydraulic design

2.2.1 Flow formulae

The following flow formulae are acceptable for the calculation of velocity and discharge in sewers:

Manning	(n = 0,012)
Crimp and Bruges	(n = 0,012)
Colebrook-White	(Ks = 0,600)
Kutter	(n = 0,012)

Any formulae can be used as long as it produces values approximately the same as the equivalent Colebrook-White formulae using $K_s = 0,6$.

2.2.2 Minimum size of sewers

The minimum diameter of pipe to be used in sewer reticulation should be 100 mm.

2.2.3 Limiting gradients

With regard to gradients, sewers in general may follow the slope of the ground, provided that a minimum full bore velocity of 0,7 metres per second is maintained.

The table below gives the minimum grades to give this minimum full bore velocity for various pipe sizes up to 300 mm diameter.

Sewer diameter (mm)	Minimum gradients
100	1 : 120
150	1 : 200
200	1 : 300
225	1 : 350
250	1 : 400
300	1 : 500

If and when flatter grades and lower velocities than those above are contemplated, it is essential that a detailed cost benefit study should be done taking into account the cost of a regular systematic maintenance and silt/sand removal programme that would be required when flatter grades and lower velocities are used as against the additional first cost required to maintain the above minimum grades and full bore velocity of 0,7 metres per second.

2.2.4 Non-gravity systems

(a) Rising mains

- Velocities

The minimum velocity of flow in a rising main should be 0,7 metres per second.

The maximum velocity of flow in a rising main should be 2,5 metres per second.

- Minimum diameter

The minimum diameter of a rising main should be 100 mm except where a macerator system is used in which case the diameter can be reduced to 75 mm.

- Gradient

Wherever practicable rising mains should be graded so as to avoid the use of air and scour valves.

- Stilling chambers

Stilling chambers should be provided at the heads of all rising mains and should be so designed that the liquid level always remains above the level of the soffit of the rising main where it enters the chamber. Stilling chambers should preferably be ventilated.

(b) Sumps for pump stations

- Emergency storage

A minimum emergency storage capacity representing a capacity equivalent to 4 hours flow at the average flow rate should be provided over and above the capacity available in the sump at normal top water level (i.e. the level at which the duty pump cuts in). This provision applies only to pump stations serving not more than 250 dwelling units. For pump stations serving larger numbers of dwelling units the sump capacity should be subject to special consideration in consultation with the local authority concerned. Emergency storage may be provided inside or outside the pump station.

- Sizing

In all pump stations sumps should be so sized and pump operating controls so placed as to restrict pump starts to a maximum of six per hour.

- Flooding

Care should be taken in the design of pump stations to avoid flooding of the dry well and/or electrical installations by stormwater or infiltration.

- Screens

Adequate protection, where necessary, in the form of screens or metal baskets, should be provided at the inlets to pump stations for the protection of the pumping equipment.

(c) Pumps

- Standby

All pump stations should be provided with at least one standby pump of a capacity at least equal to the capacity of the largest duty pump. The standby pump must come into operation

automatically if a duty pump or its driving motor fails due to mechanical failure.

(d) Safety precautions

Safety precautions in accordance with the relevant legislation should be incorporated into the design of all pump stations, and, in particular:

- Ventilation
All sumps and dry wells should be adequately ventilated.
- Handrails
Handrails should be provided to all landings and staircases and to the sides of open sumps and dry wells.
- Walking surfaces
Skid-proof surfaces should be provided to all floors and steps.
- Access
The layout of the pumps, pipework and equipment should be such as to allow easy access to individual items of equipment without obstruction by pipework.

2.3 Physical design

2.3.1 Minimum depth and cover

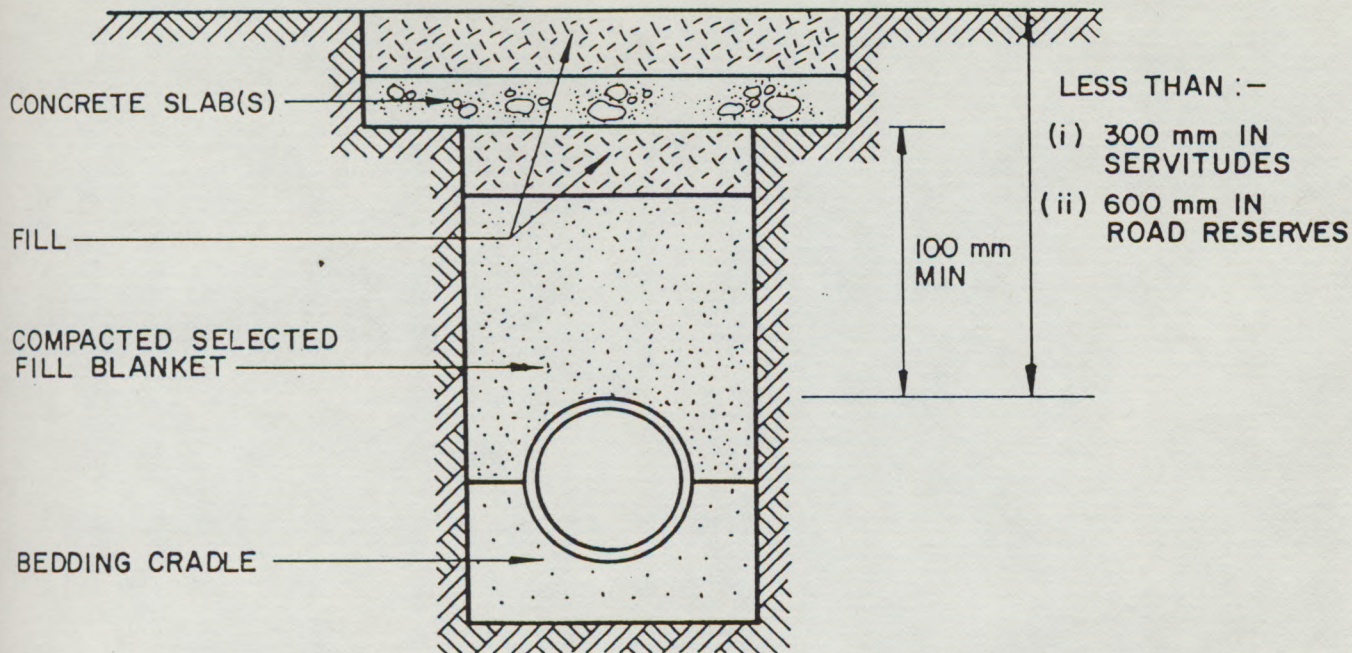
Except under circumstances contained in the following paragraph, the following are the minimum allowable values of the cover to the outside of the barrel of the pipe for sewers other than connecting sewers:

- | | |
|--------------------------|--|
| (a) In servitudes | 600 mm |
| (b) In sidewalks | 1,4 metres below final kerb level |
| (c) In road carriageways | 1,4 metres below final constructed road level. |

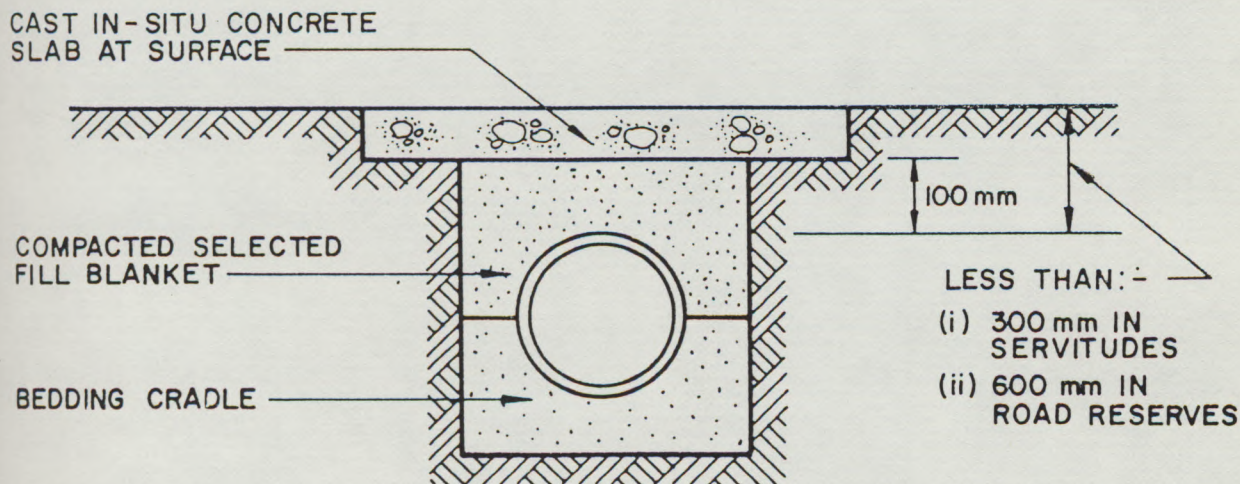
Lesser depths of cover may be permitted subject to integrated design of all services including trunk services allowed for in development plans, provided that where the depth of cover in roads or sidewalks is less than 600 mm or where the depth of cover in servitudes is less than 300 mm, the pipe should be protected from damage by means of:

- (a) The placement of cast-in-situ or precast concrete slab(s) over the pipe, isolated from the pipe crown by a soil cushion of 100 mm minimum thickness. The protecting slab(s) should be wide enough and so designed to prevent excessive superimposed loads being transferred directly to the pipes (see Figure E1).
- (b) The use of structurally stronger pipes able to withstand superimposed loads at the depth concerned.
- (c) The placement of additional earth filling over the existing ground level in isolated cases where this is possible.

Except in very special circumstances the encasement of pipes in concrete is not recommended. Where encasement has to be employed it should be made discontinuous at pipe joints so as to maintain joint flexibility (see Figures E2, E3 and E4).



GENERAL CASE



LIMITING CASE

FIGURE E1

PROTECTION OF PIPES AT REDUCED DEPTHS OF COVER
 (E.G. CLASS B BEDDING)

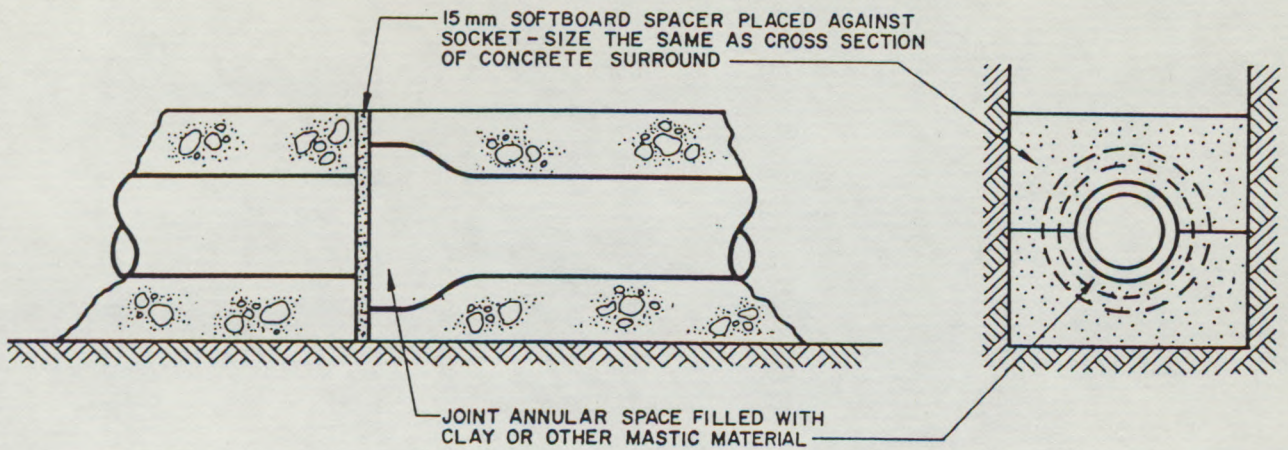


FIGURE E2

CONCRETE ENCASEMENT OF SEWERS - MAINTENANCE OF JOINT FLEXIBILITY SOCKET AND SPIGOT RIGID PIPE WITH FLEXIBLE JOINTS

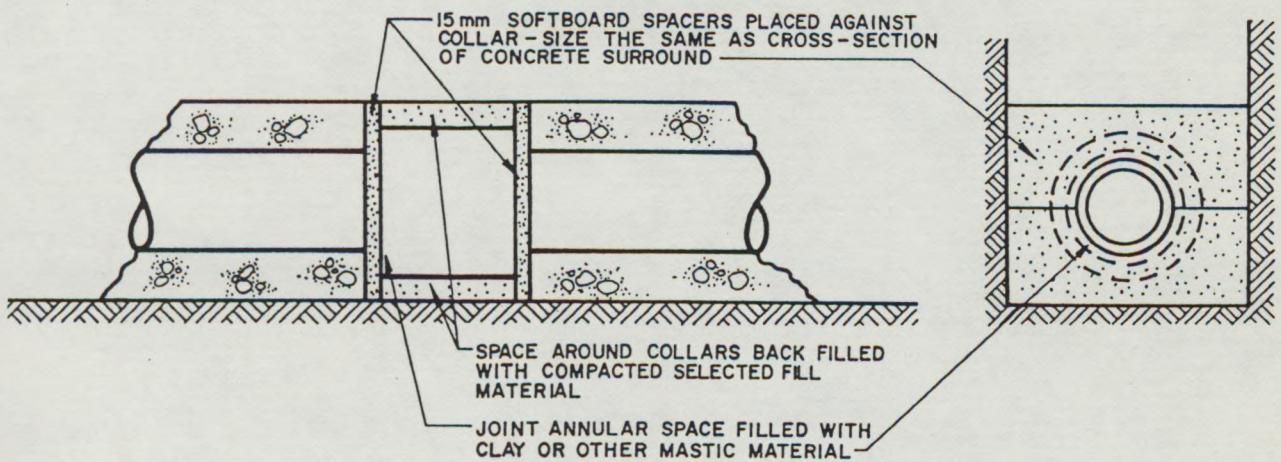


FIGURE E3

CONCRETE ENCASEMENT OF SEWERS - MAINTENANCE OF JOINT FLEXIBILITY RIGID PIPE WITH RIGID COLLAR FLEXIBLE RING JOINTS

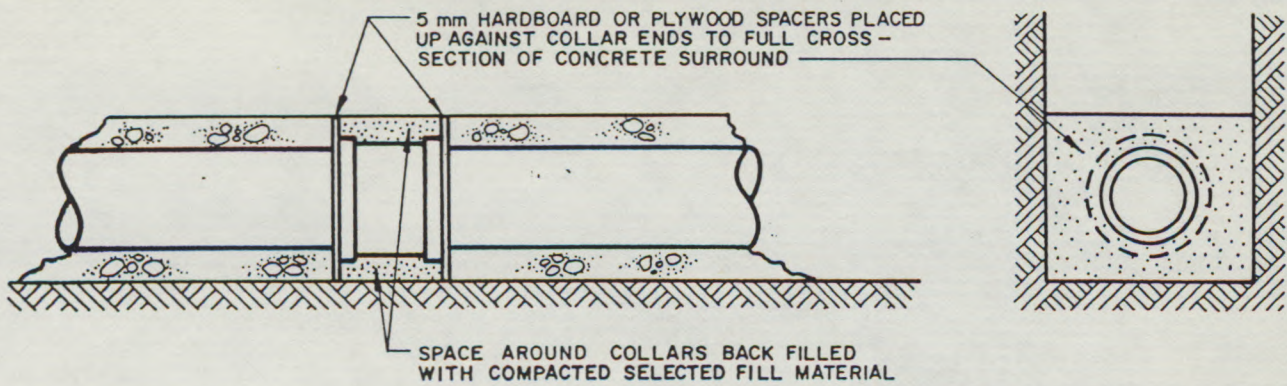


FIGURE E4

CONCRETE ENCASEMENT OF SEWERS - MAINTENANCE OF JOINT FLEXIBILITY RIGID PIPE WITH FLEXIBLE PLASTIC SLEEVE JOINTS

2.3.2 Trenching, bedding and backfilling

The trenching, bedding and backfilling for all sewers should be in accordance with the requirements of SABS 1200 LB and supporting Specifications.

Under normally occurring ground conditions for township sewers up to 225 mm diameter structural design considerations for pipe strength and increased bedding factors do not come into play and standard rigid pipes are laid on either Class D or Class C beds as depicted in Drawing LB-1 of SABS 1200 LB, while flexible pipes (plastics or pitch fibre) are laid according to Drawing LB-2 of SABS 1200 LB.

Structural design of the pipe/bedding should be checked using the tables referred to in Reference B5, where trenches are:

- (a) located under roads
- (b) deeper than 3 metres
- (c) other than those classified as 'narrow', i.e. where overall trench width is greater than nominal pipe diameter $d + 450$ mm for pipes up to 300 mm diameter.

Where grades steeper than 1 in 10 are required, provide 20 MPa concrete anchor blocks that are at least 300 mm wide and are embedded into the sides and bottom of the trench for at least 150 mm as shown on Drawing LD-3.2 of SABS 1200 LD.

2.3.3 Curved alignment

In normal circumstances straight alignment between manholes should be used, but curvilinear horizontal or vertical alignment may be used where the economic circumstances warrant it, subject to the following limitations:

- (a) The minimum radius of curvature is 30 metres.
- (b) Curvilinear alignment may only be used when approved flexible joints or pipes are used.
- (c) In the construction of a drop of the type referred to in section 2.3.5 (e) bend fittings may be used at the top and bottom of the steep short length of pipe, providing curved alignment between

the flat and steep gradients.

2.3.4 Siting

Sewers should be sited in such a manner as to provide the most economical design taking the topography into account (i.e. in road reserves, servitudes, parks, open spaces, etc). When the sewer is to be located in a trench by itself the minimum clear width to be allocated to it in the road reserve should be 1,5 m.

2.3.5 Manholes

(a) Location and spacing

Manholes should be placed at all junctions and, except in the case of curved alignment and at the top of shallow drops as provided for in section 2.3.5 (e), at all changes of grade and/or direction.

The maximum distance between manholes on either straight or curved alignment should be:

- 150 metres where the local authority concerned has power rodding machines and other equipment capable of cleaning the longer lengths between manholes;
- 100 metres where the local authority concerned only has hand-operated rodding equipment.

NOTE

The economics of acquiring power cleaning equipment in order to permit the greater manhole spacing should be demonstrated to local authorities.

Where manholes have to be constructed within any area that would be inundated by a flood of 50 years recurrence interval, they should, wherever practicable, be raised so that the covers are above this flood level.

(b) Sizes

The minimum internal dimensions of manhole chambers and shafts should be as follows:

Shape	Chamber	Shaft
Circular	1 000 mm	750 mm
Rectangular	910 mm	610 mm

The minimum height from the soffit of the main through pipe to the underside of the roof slab of a manhole chamber before any reduction in size is permitted should be 2 metres.

(c) Benching

An area of benching should be so provided in each manhole as to permit a man to stand easily, comfortably and without danger to himself, on such benching while working in such manhole.

Manhole benching must be laid at a grade not steeper than 1 in 5 nor flatter than 1 in 25 and should be a battered back equally from each side of the manhole channels such that the opening at the level of the soffit of the pipes has a width of $1,2 d$ where d is the nominal pipe diameter.

(d) Design

All manholes, including the connection between manhole and sewer, should be designed in accordance with the requirements of SABS 1200 LD and, where manholes are of cast-in-situ concrete, chambers, slabs and shafts should be structurally designed to have a strength equivalent to a brick or precast concrete manhole.

Spacer rings or a few courses of brickwork should be allowed for between the manhole roof slab and the cover frame for manholes located in road reserves to facilitate minor adjustments in level of the manhole cover. Adjustable manhole frames may also be used.

(e) Steep drops

Steep drops should be avoided wherever possible, but where this is unavoidable (e.g. to connect two sewers at different levels) use should be made of a steep short length of pipe connected to the higher sewer by one or more $1/16$ bends and to a manhole on the lower sewer also by one or more $1/16$ bends as shown in Figure E5.

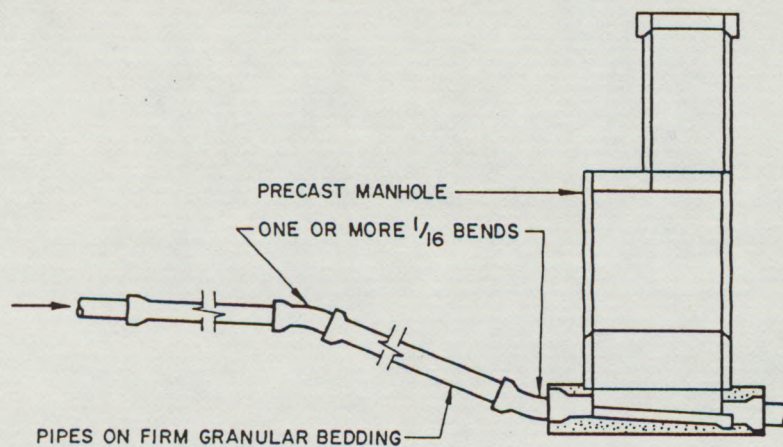


FIGURE E5
STEEP DROPS IN SEWERS

2.3.6 Sewer connections

(a) Size and siting

Each erf, excepting those listed below, should be provided with a 100 mm (minimum) diameter connecting sewer terminating with a suitable watertight stopper on the boundary of the erf or the boundary of the sewer servitude, whichever is applicable. The connecting sewer should be located deep enough to drain the full area of the erf on which building construction is permitted.

Exceptions:

- In special residential areas, where an erf extends for a distance of more than 50 metres from the boundary to which the connecting sewer is laid, provision need only be made to drain the area of the erf within 50 metres of this boundary.
- School sites should be given special consideration with regard to the position, diameter and depth of the connection(s) to be provided.
- Where detailed development proposals are submitted for subdivided erven as group schemes one connecting sewer may be provided to serve such group of erven.

NOTE

Where erven have to be connected to a sewer on the other side of a street consideration must be given to the economics of providing 100 mm diameter sewer branches across the road to serve the connecting sewers from two or more erven.

The sewer connection should be provided at the lowest suitable point on the erf. On street boundaries the connection should be located either at a distance of 1,15 m or at a distance of 5 m or more from a common boundary with an adjacent erf, unless a local authority has already an accepted standard location.

(b) Depth and cover

Except under the circumstances contained in the following paragraph, the following are the minimum allowable values of the cover to the outside of the barrel of the pipe for connecting sewers:

- In servitudes 600 mm
- In road reserves 1,0 metres

Where lesser depths of cover are permitted this should be on the same conditions as in 2.3.1 and the same protection should be provided.

In designing the depth to the invert of the main sewer to ensure that all the erven can drain to it the fall required from ground level at the head of the house drain to the invert of the main sewer at the point where the connecting sewer joins the main sewer should be taken as the sum of the following components:

- 450 mm to allow for a minimum cover at the head of the house drain of 300 mm, plus 150 mm for the diameter and thickness of the house drain.
- The fall required to accommodate the length of the house drain and the connecting sewer, assuming a minimum grade of 1 in 60 and taking into account the configuration of the erf and the probable route and location of the house drains.
- The diameter of the main sewer (see Figure E6).

NOTE

In the case of very flat terrain and where the house drains may be laid as an integral part of the engineering services, flatter minimum grades than 1 in 60 for the house drains may be considered. This relaxation could also be applied to isolated erven difficult to connect or the ground in such erven could be filled to provide minimum cover to the drains.

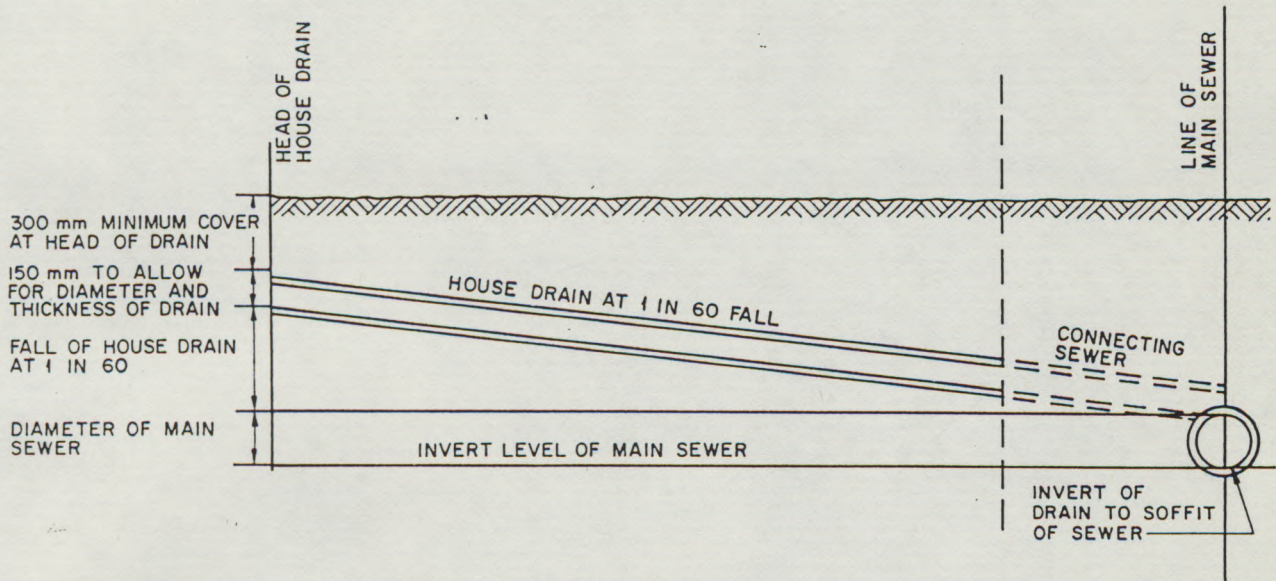


FIGURE E6

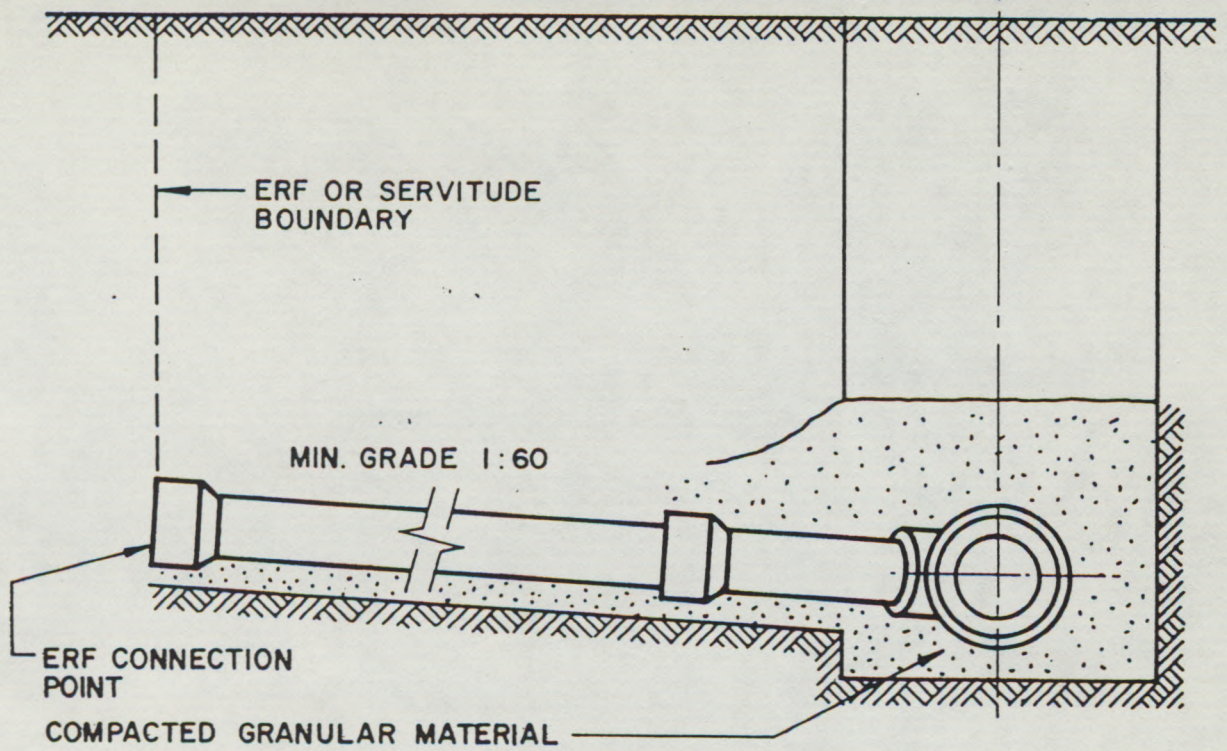
DIAGRAMMATIC ILLUSTRATION OF ELEMENTS IN DESIGN OF DEPTH OF MAIN SEWER TO ACCOMMODATE HOUSE CONNECTIONS

(c) Junction with main sewer

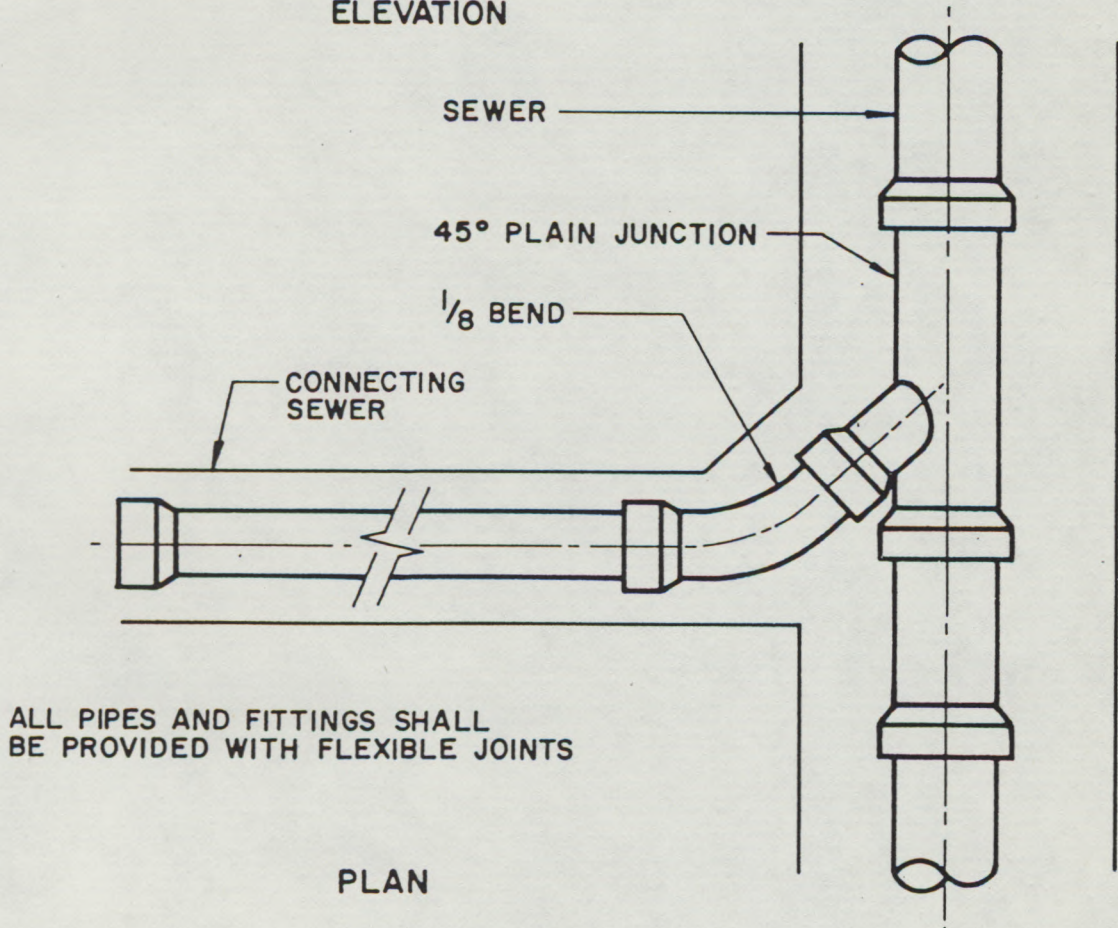
A plain 45° junction should be used at the point where the connecting sewer joins the main sewer. Saddles shall not be permitted during initial construction.

(d) Type details

Details of the connecting sewer should be in accordance with one of the types on Figures E7, E8 and E9.

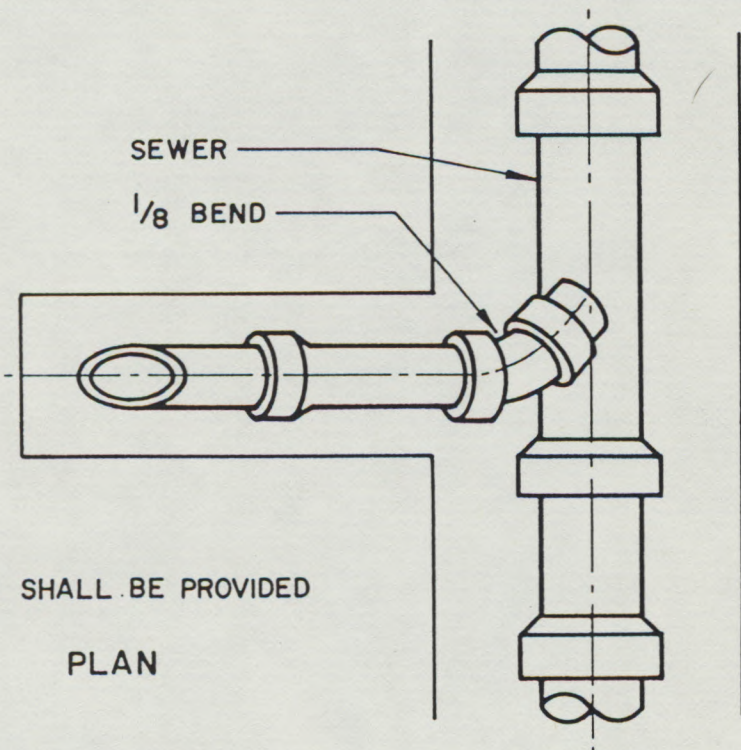
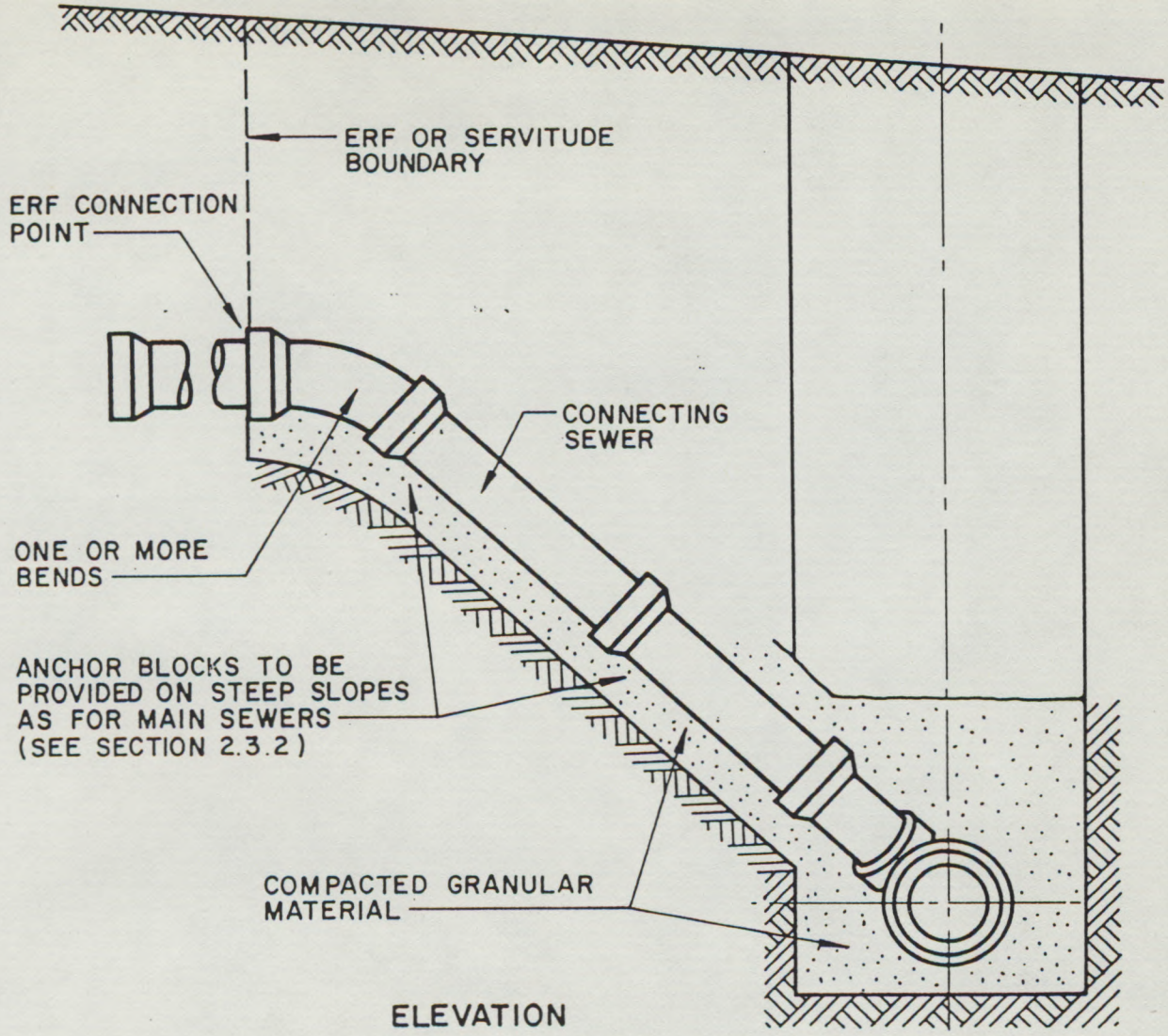


ELEVATION



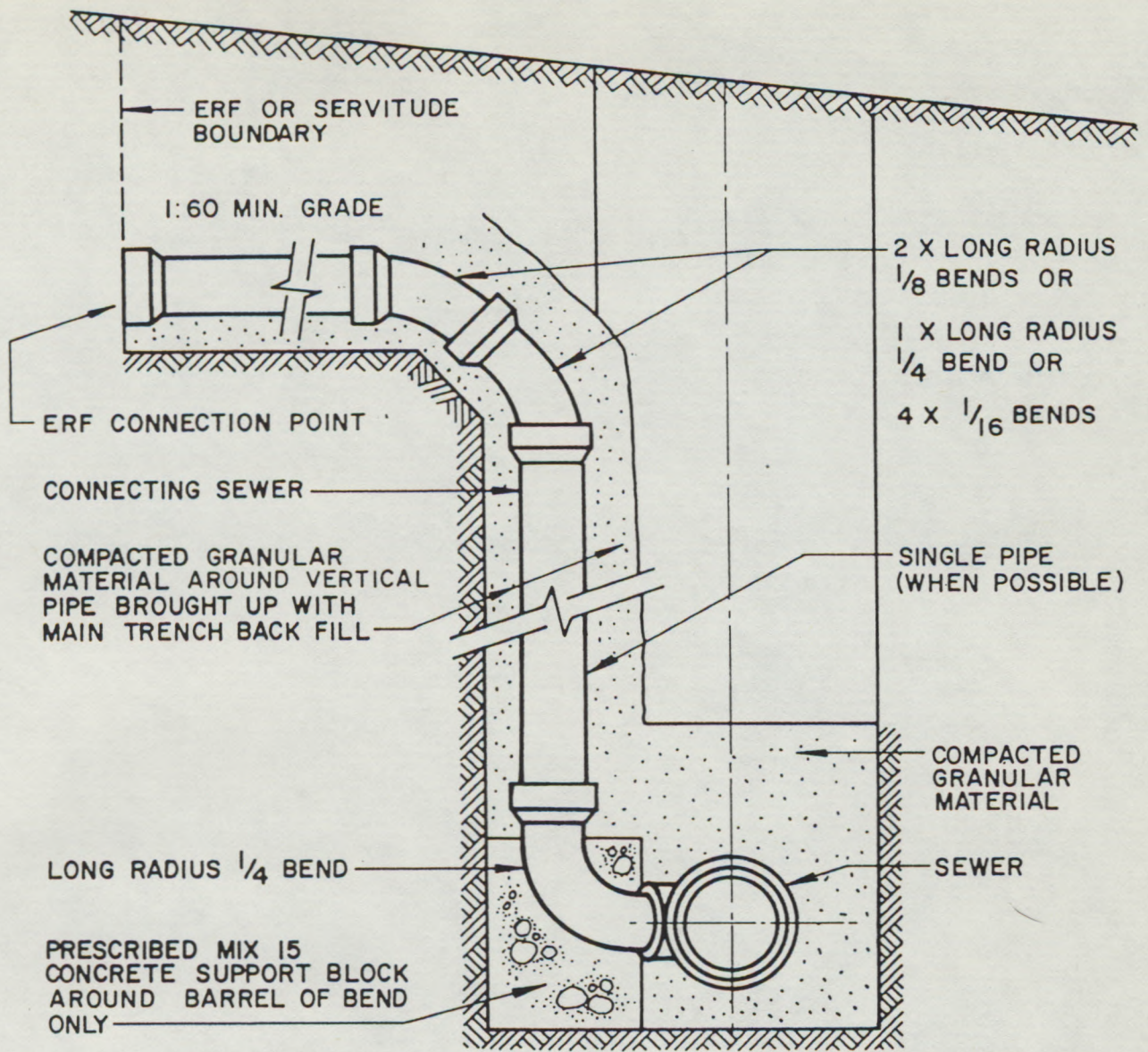
PLAN

FIGURE E 7
DIRECT HOUSE CONNECTION



ALL PIPES AND FITTINGS SHALL BE PROVIDED WITH FLEXIBLE JOINTS

FIGURE E 8
SLOPING DROP HOUSE CONNECTION



ELEVATION

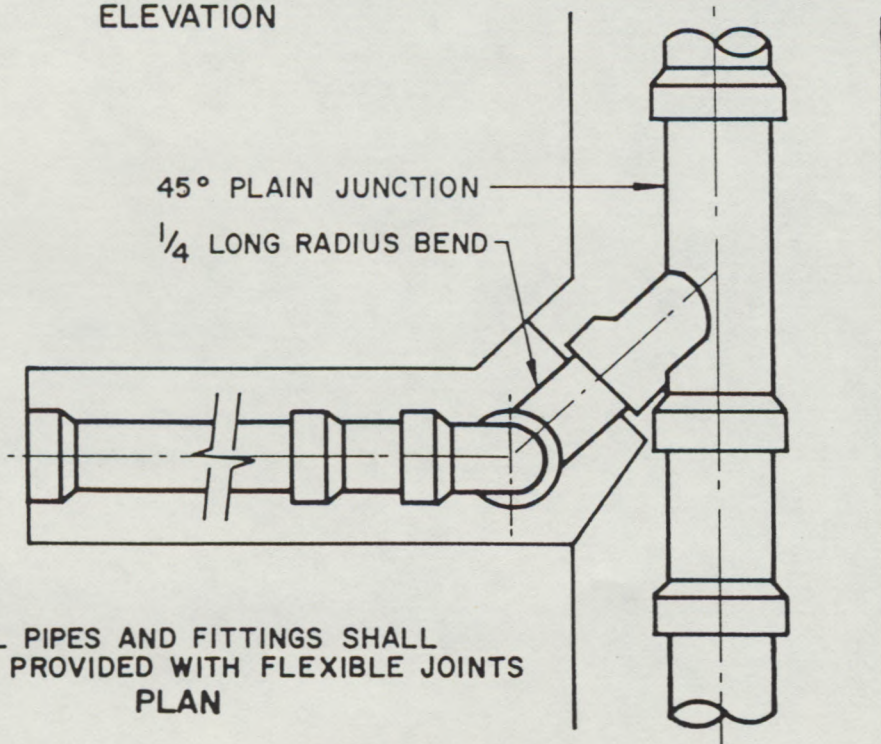


FIGURE E 9
VERTICAL DROP HOUSE CONNECTION

2.3.7 Invert levels

The invert levels indicated at a manhole location should be the levels projected at the theoretical centre of the manhole by the invert grade lines of the pipes entering and leaving such manhole.

The manhole channel should be laid at the slope necessary to join the invert levels of the pipes entering and leaving the manhole without the allowance of any additional fall through the manhole chamber.

3. MATERIALS

3.1 Pipes and joints

Pipes suitable for the conveyance of sewage under the working and installation conditions under which they will operate may be used in accordance with SABS 1200 LD Sections 3.1 and 3.2.

All joints used for rigid pipe should be of a flexible type and rigid joints will only be permitted where the pipes themselves are flexible.

3.2 Manholes

All materials used for manholes should be in accordance with SABS 1200 LD Section 3.5.

3.3 Pumping installations

In general all materials should be durable and suitable for use in the conditions of varying degrees of corrosion to which they will be exposed.

3.3.1 Pipework

The relevant requirements for materials of SABS 1200 L and 1200 LK should apply if a rising main forms part of the sewerage system.

3.3.2 Concrete

Structural reinforced concrete and plain concrete below ground level and/or in contact with sewage should be designed and constructed in accordance with SABS 1200 G or 1200 GA, whichever is applicable.

3.3.3 Structural steelwork

All exposed steelwork should be adequately protected against corrosion with a suitable approved paint system and otherwise should be designed and constructed in accordance with SABS 1200 H or 1200 HA, whichever is applicable.

3.3.4 Electrical installations

All electrical installations should comply with the Factories Act and with the relevant local authority electricity supply by-laws/regulations.

3.3.5 Other materials

Other materials used should comply with the requirements of SABS 1200 LD where relevant.

4. CONSTRUCTION AND GENERAL

All construction should in general be in accordance with the SABS 1200 Series of Standardized Specifications for Engineering Construction and relevant SABS 0120 documents unless specifically otherwise

required.

4.1 Coordination of design and construction

To enable both the design and construction of all services to be properly coordinated 'PART I.D - LOCATION OF SERVICES IN ROAD RESERVES' should be referred to during the layout planning phase of the township development.

4.2 Safety precautions

During construction work all necessary safety precautions to protect the workmen and the public in accordance with the relevant legislation should be observed (Reference A19). In road reserves safety precautions in accordance with Chapter 5 of Part 1 of the South African Road Traffic Signs Manual (Road Construction and Maintenance Operations) should be observed. With regard to recommended good practice see Reference A20.

4.3 Testing and inspection

All testing should be carried out in accordance with SABS 1200 LD Section 7. Final acceptance testing of any section should only be carried out after completion of the backfilling of that section.

4.4 Records of installation

Durable 'as built' transparencies should be prepared and completed from, and to the same scale as, the original drawings. These transparencies should, inter alia, indicate the exact sizes and positions of all sewers, manholes, connecting sewers and sewer connections, the type of materials used and the pipe bedding conditions.

4.5 Supervision

4.5.1 Irrespective of the agreed supervision arrangements made in the services undertaking given to the controlling authority and contained in the services construction contract(s), the controlling authority has the right to inspect any aspect of any work at any time at its own cost.

4.5.2 The construction supervisor in charge of the construction site should be acceptable to the controlling authority and he should perform his duties to the satisfaction of the controlling authority in ensuring that the construction is in accordance with the approved construction specifications.

4.6 Temporary disposal facilities

Where temporary purification and/or disposal facilities are required, they should be to the satisfaction of the local authority concerned and should comply with the Water Act (Act No 54 of 1956) and/or other relevant legislation.

4.7 Controlled emergency measures

In the design and construction of gravity sewerage systems and pumping stations provision may be made for controlled emergency discharges to stormwater systems or streams which would only come into operation in the event of unforeseen natural or other disasters.

REFERENCES

The references given below really fall into two categories, i.e. those from which material was specifically needed in formulating these guidelines, and those containing more detailed and useful design, materials and construction guidance on particular aspects covered by the guidelines.

A. SOUTH AFRICA

1. Transvaal Provincial Administration. Guidelines: Municipal Services, 1980.
2. SHAW, V.A. The development of contributor hydrographs for sanitary sewers and their use in sewer design. Civ. Engr. S Africa, September 1963, Vol 5, No 9, pp 246-52. NBRI RD/83.
3. BARNARD, J.L. Corrosion of concrete sewers, CSIR Research Report 1967 (NBRI Bulletin 45) BRR/250.
4. CRABTREE, P.R. The use of asbestos-cement pipes for drainage above and below ground and sewerage. CSIR, NBRI Special Report, August 1969, BOU/19.
5. CRABTREE, P.R. Kitchen food waste disposers and the sewerage system. Municipal Engineer, Jan/Feb 1972, Vol 3, No 1, pp 5-11. NBRI R/BOU 408.
6. CRABTREE, P.R. Guide to the use of various types of sewer and drainpipes. Municipal Engineer, May/June 1972, Vol 3, No 3, pp 7-21. NBRI R/BOU 435.
7. MILES, L.C. Manhole spacing. Municipal Engineer, Nov/Dec 1972. NBRI R/BOU 451.
8. MILES, L.C. Minimum grades for small sewers. Municipal Engineer, November/December 1973.
9. CRABTREE, P.R. Flow measurement and design criteria. Municipal Engineer, July/August 1973, Vol 4, No 4, NBRI R/BOU 447.
10. MILES, L.C. Curved sewers for sanitary sewer reticulation systems. Municipal Engineer, March/April 1974. NBRI R/BOU 512/1974.
11. NBRI Information Sheet X/BOU 2-34, 1976. The NBRI air test for sewers and drains.
12. HAMM, P.C. Toetse vir die digtheid van vuilriole. Municipal Engineer, Maart/April 1978. NBRI R/BOU 613.
13. NBRI Information Sheet X/BOU 2-43, 1979. Flexible joints for vitrified clay sewer and drain pipes.
14. NBRI Information Sheet X/BOU 2-45, 1979. Sewer design data from gauging.
15. Concrete Society of South Africa - Concrete Pipe Handbook, 1976.
16. Vitrified Clay Pipe Industry in South Africa - Vitrified Clay Pipe Manual, 1978.
17. Hume Pipe Company. Loads and supporting strengths for concrete pipelines.
18. Hume Pipe Company. Design and installation criteria for reinforced concrete pipe culverts.
19. The Factories, Machinery and Building Works Act, Act No 22 of 1941 (as amended).
20. The South African Road Traffic Signs Manual : South African Department of Roads, Cape Town.

B. UNITED KINGDOM

1. CLARKE, N.W.B. and YOUNG, O.C. Some structural aspects of the design of concrete pipelines. Proc. Instn Civ. Eng., September 1959.
2. CLARKE, N.W.B. and YOUNG, O.C. Loads on underground pipes caused by vehicle wheels. Proc. Instn Civ. Eng., January 1962.
3. CLARKE, N.W.B. The wide trench conditions and its effects on the loads imposed on rigid underground conduits. Proc. Instn Civ. Eng., September 1963.
4. CLARKE, N.W.B. The loads imposed on conduits laid under embankments or valley fills. Proc. Instn Civ. Eng., January 1967.
5. CLARKE, N.W.B. Simplified tables of external loads on buried pipelines. National Building Studies Special Report 32. Building Research Station, Department of the Environment, U.K. HMSO.
6. CLARKE, N.W.B. Pipelaying principles. National Building Studies Special Report 35, 1963. HMSO.
7. CLARKE, N.W.B. Loading charts for the design of buried rigid pipes. National Building Studies Special Report 37. Building Research Station, Department of the Environment, U.K. HMSO.

8. CLARKE N.W.B. Buried pipelines : A manual of structural design and installation. MacLaren and Sons, London.
9. WALTON, J.H. The structural design of the cross-section of vitrified clay pipelines buried in trenches. Clay Pipe Development Association Limited, 31 Davies Street, London, SW1.
10. CRIMP and BRUGES. Tables and diagrams for designing sewers and water mains. London Technical Publishing Company.
11. GIBSON, A.H. Hydraulics and its applications. Constable & Co. Limited, London.
12. BLAND, G.E.G. Design tables for determining the flow capacity of vitrified clay pipelines. Clay Pipe Development Association, 1972.
13. WALTON, J.H. Gradually varied steady flow in vitrified clay pipelines. Clay Pipe Development Association, 1965.
14. YOUNG, O.C. High strength beddings for unreinforced concrete and clayware pipes. National Building Studies Special Report 38, 1967. HMSO.
15. British Code of Practice CP2005 : 1968. Sewerage. British Standards Institution, London.
16. British Code of Practice CP2007, Part 2 : 1970. Design and construction of reinforced and prestressed concrete structures for the storage of water and other aqueous liquids. British Standards Institution, London.
17. Building Research Station Digest : Drainage Pipelines. Department of the Environment, U.K. HMSO. 1971.
18. Ministry of Housing and Local Government. Working Party on the design and construction of underground pipe sewers - First, Second and Third Reports and Note of Guidance on practical consideration in the structural design and in the construction of small diameter sewers and drains. HMSO, 1967.
19. Building Research Station Digest No 130, Part 1 and 2 - Drainage Pipelines, June/July 1971.
20. Department of the Environment - Working Party on sewers and water mains. First Report, HMSO, 1975.
21. Hydraulics Research Station, Department of the Environment - Tables for the hydraulic design of pipes, metric edition, 1977. HMSO.

C. UNITED STATES OF AMERICA

1. American Society of Civil Engineers. Design and construction of sanitary and storm sewers, Chapter II, Manual of Practice 37. Water Pollution Control Federation, Washington DC, 1961, Revised 1976.
2. U.S. Department of Commerce, Bureau of Public Roads. Reinforced concrete pipe culverts. August 1963.
3. Southern Clay Pipe Institute, Atlanta, Georgia. Clay Pipe Engineer Manual, 1962.
4. American Concrete Pipe Association, Arlington, Virginia. Concrete Pipe Design Manual, 1970.
5. Building Research Advisory Board of The Federal Housing Administration. Small-size pipe for sanitary lateral sewers. National Academy of Sciences/National Research Council. Publication 507, 1957, Revised 1960.
6. American Public Works Association, Kansas City Metropolitan Chapter. Design criteria for sanitary sewers and appurtenances.
7. U.S. Department of Housing and Urban Development/Federal Housing Administration. Minimum design standards for community sewerage systems.
8. City of Houston, Texas, Department of Public Works. Specifications for sewer construction.
9. Union Sanitary District, California. Standard Specifications for Sewer Construction, August 1971.
10. City of Phoenix, Arizona, Water and Sewers Departments. Sewer Design Standards.
11. Texas State Department of Health. Design Criteria for Sewerage Systems, 1970.
12. State of California, Department of Public Works. Manual of Operations : Sanitary sewerage system design standards.
13. City and County of Denver, Department of Public Works, Waste Water Control Division. Standard construction specifications and drawings.
14. SPANGLER, M.G. Soil engineering. International Text Book Company.

BYLAE B:

**Brosjyre vir Voorafvervaardigde septiese alternatiewe
rioolstelsels beskikbaar in Suid-Afrika**

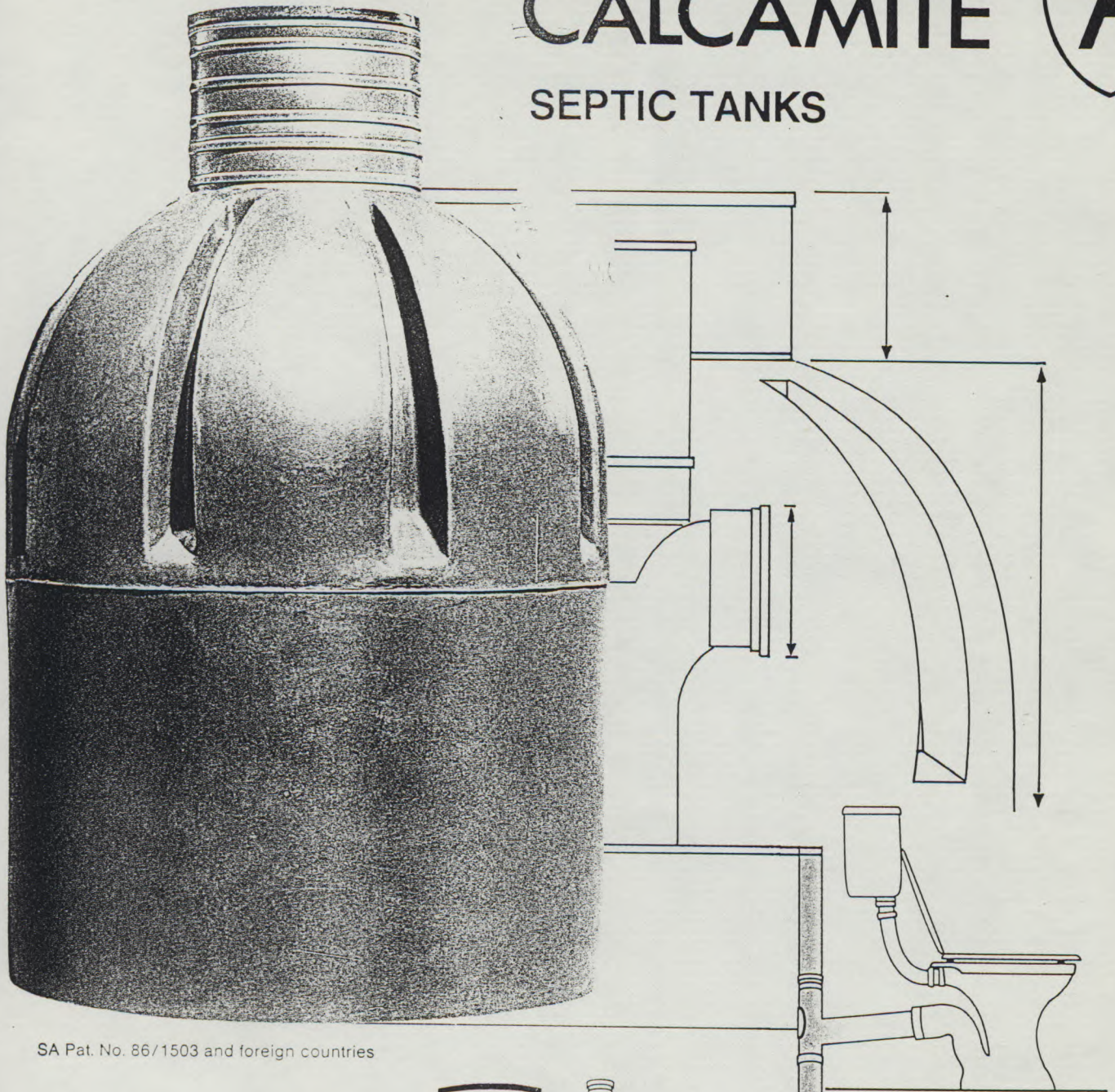
A: Brosjure vir Voorafvervaardigde septiese tenks

soos vervaardig deur:

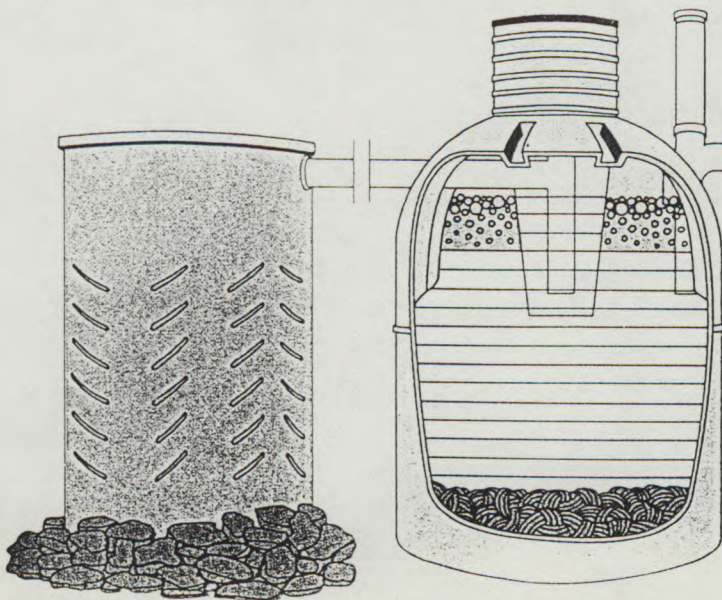
CALCAMITE (PTY) LTD.

CALCAMITE

SEPTIC TANKS



SA Pat. No. 86/1503 and foreign countries



Calcamite polyethylene septic tanks are manufactured by the Roto-Molding process to the highest specifications.

Calcamite septic tanks are widely used in cities, towns, schools, recreational areas, townships, farms and small-holdings.

CALCAMITE SEPTIC TANKS

INTRODUCTION

CALCAMITE OFFERS THE FOLLOWING TECHNICAL DATA ON SEPTIC TANKS TO FACILITATE THE CHOICE FOR THE MOST EFFECTIVE SEWAGE DISPOSAL SYSTEM.

The SABS 0400-1987 Code of Practice for the application of the National Building Regulations and Building Standards Act of 1985, reads as follows:

PP10 CONSERVANCY TANKS, SEPTIC TANKS AND FRENCH DRAINS

PP10.1 Any conservancy tank or septic tank to be used on a site for the reception of sewage shall-

- (a) be so designed and constructed that it will be impervious to liquid;
- (b) be so sited-
 - (i) that there will be a ready means of access for the clearing of such tank;
 - (ii) as not to endanger the structure of any building or any services on the site; and
- (c) be so designed and sited that it is not likely to become a source of nuisance or a danger to health.

PP10.2 Any septic tank shall, subject to the requirements contained in subrule PP10.7, discharge to a french drain.

PP10.3 Any septic tank shall-

- (a) where it is to serve a dwelling house or dwelling unit be of a designed capacity of not less than 1,7 m³ and be capable of receiving one day's sewage flow as given in Table 1.
- (b) where it is to serve any building not being a dwelling house or dwelling unit, be of a designed capacity not less than three times the daily flow from such a building, using the per capita sewage flow given in Table 2 or such other flow as may be determined by the local authority where not so given.
- (c) be so constructed that-
 - (i) it is provided with a means of access for the purpose of emptying and cleaning; and
 - (ii) the depth in such tank below the outlet invert is not less than 1,0 m and there is an airspace of not less than 200 mm between the surface of the liquid contained therein and the underside of the top cover of such tank.

TABLE 1 - SEWAGE FLOWS FROM DWELLING HOUSES OR DWELLING UNITS

1	2
Number of bedrooms	Sewage flow, l per day
2	700
3	900
4	1 100
5	1 400

TABLE 2 - SEWAGE FLOW FROM BUILDINGS NOT BEING DWELLING HOUSES OR DWELLING UNITS

1	2
Type of establishment	Sewage flow, l per person per day
Boarding houses (Additional kitchen wastes for non-resident boarders)	110 23
Hotels without private baths	110
Hotels with private baths	140
Restaurants (toilet & kitchen wastes per patron)	20
Tourist camps or caravan parks with central bath-house	90
Day schools	37
Day workers at offices per shift	90
Hospitals	500
Factories (l per person per shift, exclusive of industrial wastes)	140
Swimming baths	9
Motels (per bed)	90
Drive-in theatres (per car space)	9

PP10.4 No industrial effluent shall be allowed to flow into any septic tank.

In a report titled **Septic Tank Systems** by D C de Villiers of the CSIR's National Building Research Institute, the following data is provided on septic tank systems:

CAPACITY

"The capacity of the septic tank should be adequate to store sludge and scum, as well as to retain liquid for at least 24 hours. For this reason it is necessary to determine the expected sewage flow, as well as the rate of accumulation of sludge and scum, before a septic tank can be designed." (De Villiers 1987:4)

According to the CSIR report, sewage flow from **non-residential** establishments fluctuates widely and peak flows can be estimated by fixture-unit methods based on probability studies. This subject is fully covered in the National Building Regulations Act of 1985.

The following facts can be highlighted with regard to residential sewage installations:

Residential sewage flow in low income areas is related to the level of water supply in the area.

Estimated sewage/wastewater flow for lower-income areas where water is obtained from standpipes

Level of water supply	Litres per person per day
Public street standpipes	12-15
Single on-site standpipe with dry sanitation system	20-25
Single on-site standpipe with a WC connected to water supply	45-55
Single in-house tap with a WC connected to water supply	50-70

Table 1

In the higher income areas there is often a relationship between the number of occupants in a house and the number of bedrooms.

Sewage flow that could be expected from dwellings with full in-house water reticulation

Description	Litres per stand per day
Lower-income area (2-3 bedroomed houses)	
Houses with unmetered water supply	1 000
Houses with metered water supply	840
Middle to high-income area	
House with 2 bedrooms	700
House with 3 bedrooms	900
House with 4 bedrooms	1 100
House with 5 bedrooms	1 400
House with 6 bedrooms	1 600

Table 2

SLUDGE AND SCUM ACCUMULATION

The CSIR report offers the following information on sludge and scum accumulation:

"The rate of accumulation of sludge and scum will depend on various factors such as ambient temperature, living standard, diet, health of occupants, their occupations and working conditions. Accumulation rates are therefore very variable."

The following tables give an indication of the anticipated accumulation rates:

Rate of sludge and scum accumulation for low-income areas

Materials used for anal cleansing	Litres per person per year
Sand, stone etc.	
Toilet wastes only	55
Additional household sullage	70
Hard paper, leaves and grass	
Toilet wastes only	40
Additional household sullage	50
Water and soft paper	
Toilet wastes only	25
Additional household sullage	40

Table 3

Rate of sludge and scum accumulation in l per person for middle- to high income areas (multiple sanitary fittings)

Years of service	Sludge	Scum	Total
1	65	20	85
2	105	35	140
3	125	60	185
4	145	75	220
5	170	85	255
6	195	95	290
7	240	120	360
8	295	145	440

Table 4

TYPICAL EXAMPLES

In the two examples that follow, the Calcamite 1 750 l and 2 700 l septic tanks are suitable for six and nine persons respectively.

Example 1: Lower income area

Calcamite 1 750 l septic tank

The estimated sewage/wastewater flow based on a single in-house tap with a WC connected to the water supply, is six persons × 70 l = 420 l per day (see Table 1). This leaves a capacity of 1 330 l available for sludge and scum storage.

The rate of sludge and scum accumulation based on water and soft paper for anal cleansing (toilet wastes and additional household sullage), is six persons × 65 l = 390 l per year (see Table 3). At this rate, de-sludging will theoretically have to take place every

$$\frac{1\ 330}{390} = 3,41$$

years (see paragraph regarding capacity).

Example 2: Middle to high income area

Calcamite 1 750 l septic tank

The sewage flow that could be expected from dwellings with full in-house water reticulation based on a house with three bedrooms, is 900 l per day (see Table 2). This leaves a capacity of 850 l available for sludge and scum storage.

The theoretical rate of sludge and scum accumulation in l per person (multiple sanitary fittings), is

$$\frac{850}{6} = 141,7\text{ l}$$

per person or two years of service (see Table 4).

Calcamite 2 700 l septic tank

The estimated sewage wastewater flow based on a single in-house tap with a WC connected to water supply, is nine persons × 70 l = 630 l per day (see Table 1). This leaves a capacity of 2 070 l available for sludge and scum storage.

The rate of sludge and scum accumulation based on water and soft paper for anal cleansing (toilet wastes and additional household sullage), is nine persons × 65 l = 585 l per year (see Table 3). At this rate, de-sludging will theoretically have to take place every

$$\frac{2\ 070}{585} = 3,54$$

years (see paragraph regarding capacity).

Calcamite 2 700 l septic tank

The sewage flow that could be expected from dwellings with full in-house water reticulation based on a house with three bedrooms, is 900 l per day (see Table 2). This leaves a capacity of 1 800 l available for sludge and scum storage.

The theoretical rate of sludge and scum accumulation in l per person (multiple sanitary fittings), is

$$\frac{1\ 800}{9} = 200\text{ l}$$

per person or 3,5 years of service (see Table 4).

ADVANTAGES OF THE CALCAMITE SYSTEMS

* The greater volume of the outer chamber compared with conventional septic tanks, makes for a more efficient biological reaction, thus diminishing the incidence of solids suspended in the raw sewage.

* The hazard of rising sludge entering the outlet device is effectively eliminated by:

(a) The outlet pipe falling in the clear water zone.

(b) The outlet pipe being sealed at its bottom end - perforations in the pipe allowing the free exit of effluent to the soak pit.

* Easy access to inlet and outlet pipes facilitates inspection, rodding and cleaning, thus minimizing the possibility of blockages.

* In the case of the 2 700 l tank, the doming of the base of the tank lessens sludge build-up on the floor of the chamber.

* The Calcamite septic tank is integrally moulded as one unit, making it totally watertight. This eliminates water egress (avoiding contamination of ground water), thus rendering it harmless as a source of nuisance or a danger to health.

* Normal amounts of domestic bleach, caustic materials, soaps, detergents and drain cleaners do not impede the bacteriological process.

* The Calcamite septic tank has a removeable manhole cover, facilitating physical clearing. The cover is 466 mm in diameter and when filled with concrete, the lid has a mass of 28 kg. The lid provides an effective seal against odours escaping from the septic tank.

* Lightweight and robust, the Calcamite septic tank requires no special packing and transports easily.

* Unskilled labour can install and backfill the Calcamite septic tank in a short period of time, rendering it available for use the same day.

* The life expectancy of the polyethylene unit is twice or thrice that of traditional methods.

* The polyethylene septic tank is resistant to the action of sewer gases.

* Due to the factory production process, the quality of the Calcamite septic tank is consistent.

DE-SLUDGING

It is accepted that the main cause of problems is failure to de-sludge the tank periodically because, as the volume of sludge and scum increases, the efficiency of treatment decreases, resulting in failure.

In the CSIR report, **Septic Tank Systems**, it is stated that "no special chemicals are needed to start digestion" and that "no chemical additives are needed to assist septic tank processes". We at Calcamite fully agree with these statements about chemical additives. As an additional service however, we can supply Sannitree bio-enzyme granules, which dramatically increase the liquification of solids such as fats, oils, grease, proteins, starches and cellulose.

With the monthly introduction of Sannitree into the system, it is our opinion that de-sludging will only become necessary every 10 to 15 years.

Sannitree can be used both in the 1 750 l and 2 700 l septic tank - the two top quality Calcamite products.

FEATURES

Both the 1 750 l and 2 700 l septic tanks have the following features:

* Roto moulded as one integral unit which renders them totally watertight.

* Manufactured from linear low density polyethylene, resulting in:

(a) high rigidity

(b) good low temperature impact strength

(c) excellent environmental stress crack resistance

(d) broad spectrum of chemical resistance

(e) good weatherability (ultra violet light stabilised).

INSTALLATION INSTRUCTIONS

Requirements

The position of the excavation should be situated in such a way as to allow the easy connection of the incoming sewer to the inlet of the septic tank, and the link-up of the outlet to the french drain/soakpit.

Method

- * Excavate a hole of approximately 2,1 m or 1,6 m in diameter where appropriate, to a depth that allows:
 - (a) a 1:40/1:60 fall between the head of the drain and the inlet of the septic tank; and
 - (b) a maximum depth of 0,5 m fill above the inlet of the septic tank.
- * While the excavation is proceeding, the polyethylene lid of the septic tank should be filled with concrete while standing on a flat surface, and then allowed to cure.
- * When the excavation is complete, ensure that the base of the excavation

is undisturbed, horizontal and sufficiently hard to form a solid foundation for the septic tank when full. If the base of the excavation is unsuitable as a foundation for the septic tank because of clay etc., it is advisable to over-excavate and cast a 150 mm thick horizontal concrete foundation or compacted granular foundation.

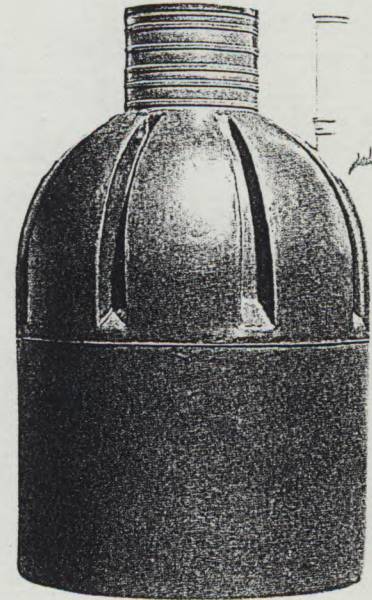
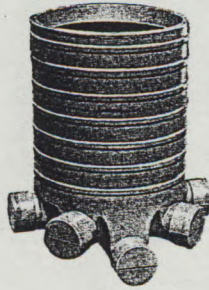
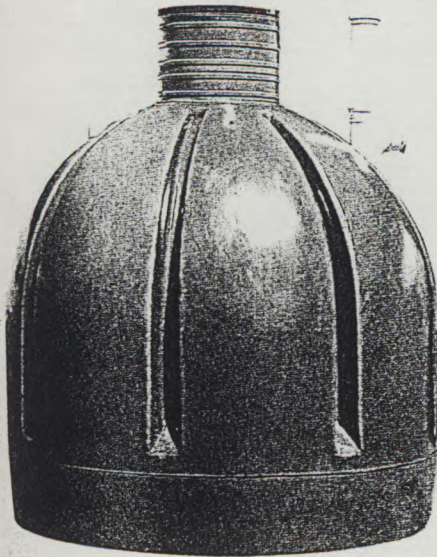
- * When the excavation is complete, lower the tank into position ensuring that it is vertical and the outlet pipe faces the soakpit. The inlet pipe swivels, ensuring a straight connection
- * In the case of the 2 700 l tank, sufficient inert granular material should be provided to fill the void on the underside of the tank, thus bedding it properly.
- * Fill the septic tank with tap water. When approximately one third full of water, proceed with backfilling in

compacted 250 mm layers using a selected inert granular material. It is particularly important to note that excavated material consisting of rock, peat or clay, is not used as a backfill material.

- * When the level of the backfill reaches the underside of the inlet pipe invert, the pipe connections to inlet and outlet should be made.
- * The lid should then be placed in position, and the remaining 0,5 m of selected granular backfill material should be placed over the inlet and outlet pipes until flush with the finished level of the septic tank.
- * In order to comply with the National Building Regulations and Building Standards Act, an inspection chamber should be placed within 2 m of the inlet to the septic tank. In the event of a blockage occurring upstream of the tank, the matter causing such a blockage can then be removed before it enters the system.

The 2 700 l septic tank has the following specifications:

Diameter: 1,7 m
Height: 1,8 m
Mass: 92 kg



The 1 750 l septic tank has the following specifications:

Diameter: 1,2 m
Height: 1,8 m
Mass: 60 kg



CALCAMITE

Reg. No. 07/01714/07

HEAD OFFICE: ☒ 14392, VERWOERDBURG 0140
MARKETING OFFICE: DURBAN ☎ (031) 451671/2
KLERKSDORP: ☎ (018) 91121/2
NELSPRUIT: ☎ (01311) 27418

☎ (012) 6671211

CAPE TOWN: ☎ (012) 718083/4
EAST LONDON: ☎ (0431) 451740

PLASTIC PRODUCTS (PTY) LTD.



Member of the Calcamite Industrial Holdings

"THE PIONEERING SPIRIT LIVES ON"



Member of the Association of Rotational Moulding Chicago USA

B: Brosjure vir Voorafvervaardigde septiese tenks

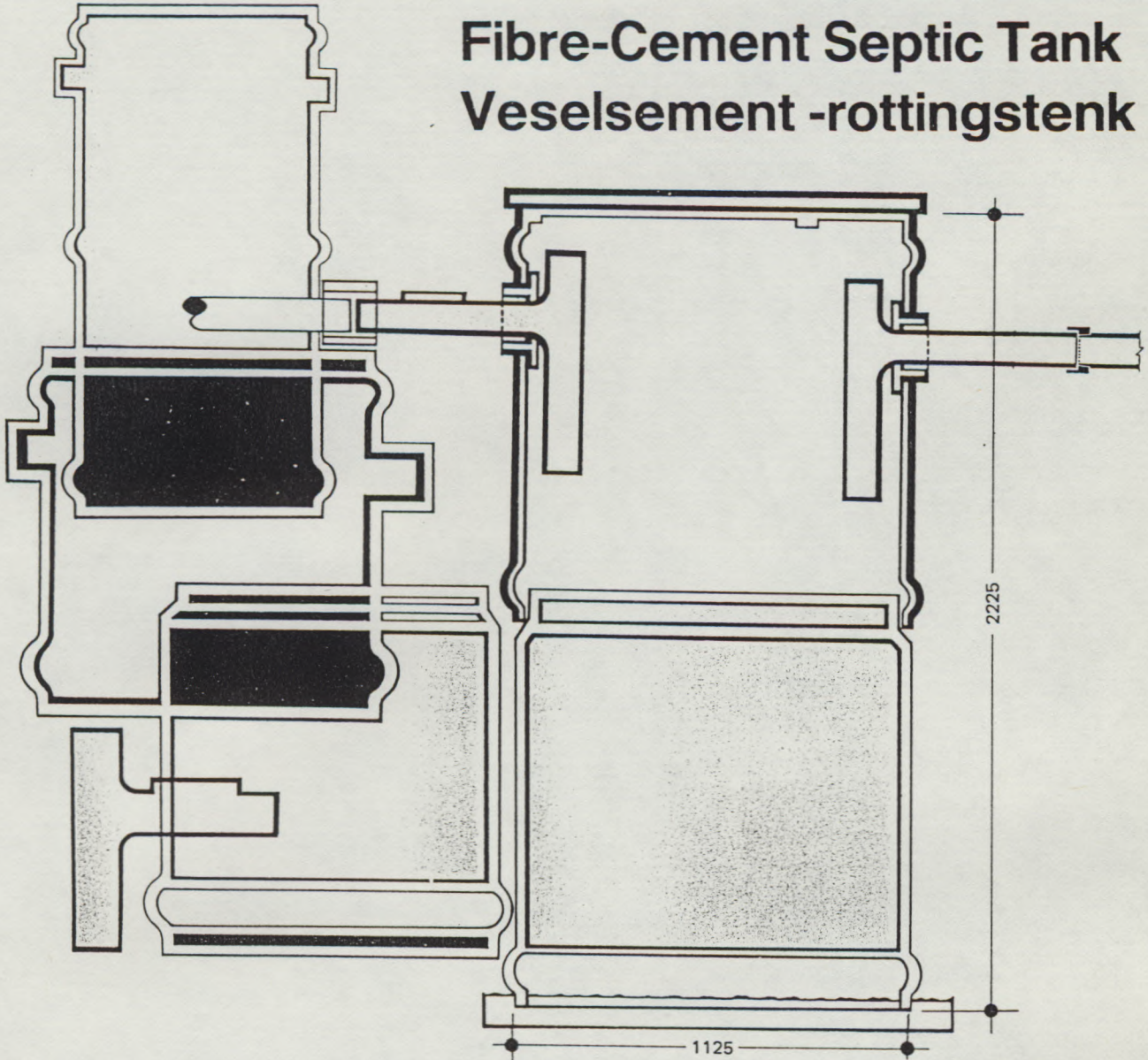
soos vervaardig deur:

EVERITE (PTY) LTD.



EVERITE
Fibre-cement
Veselsement

Fibre-Cement Septic Tank Veselsement -rottingstenk



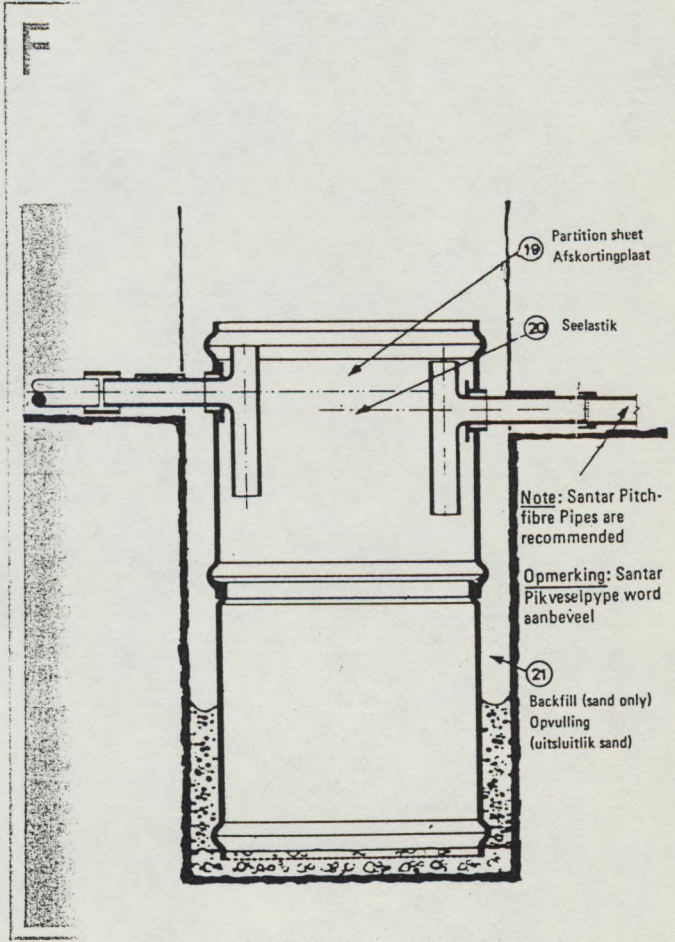
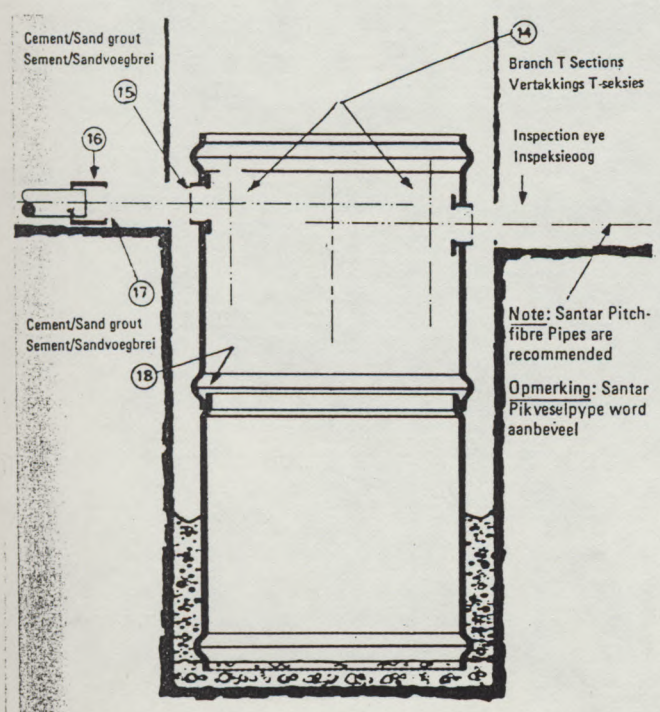
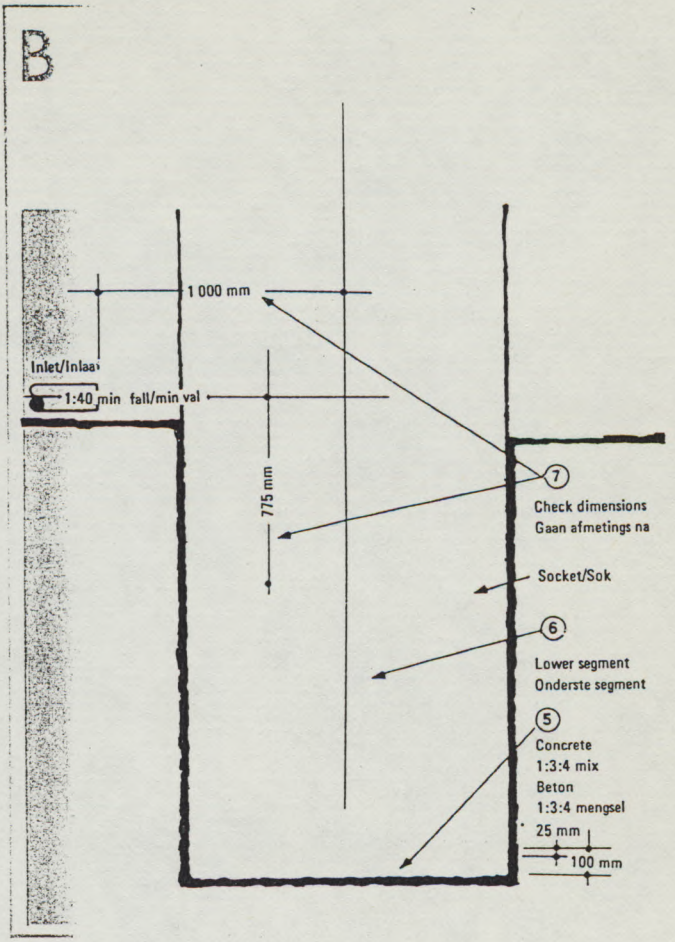
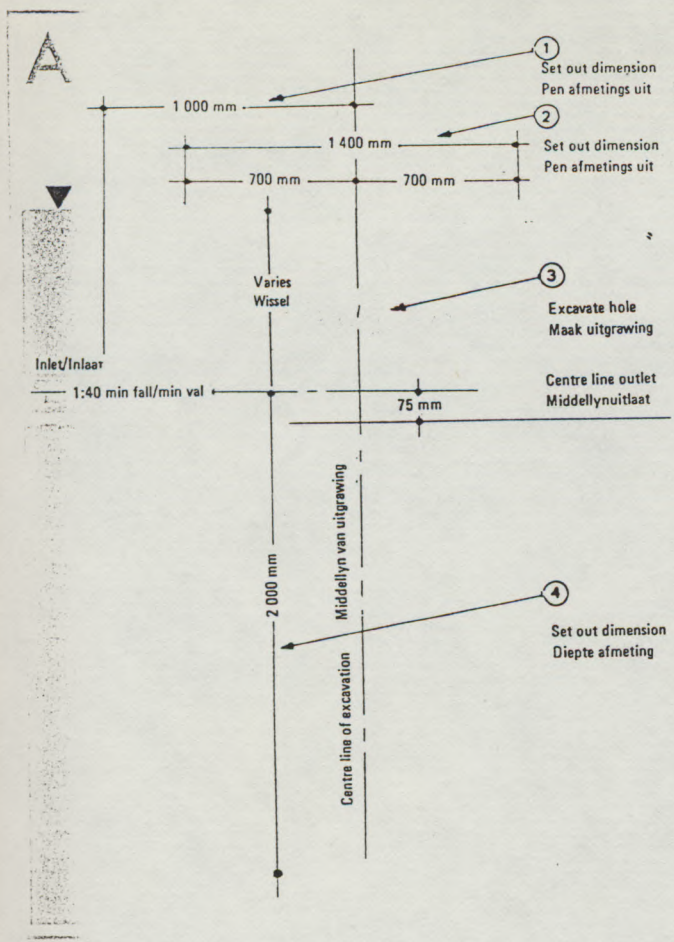
FIBRE-CEMENT SEPTIC TANK (Nominal Capacity : 1700 litres per unit)

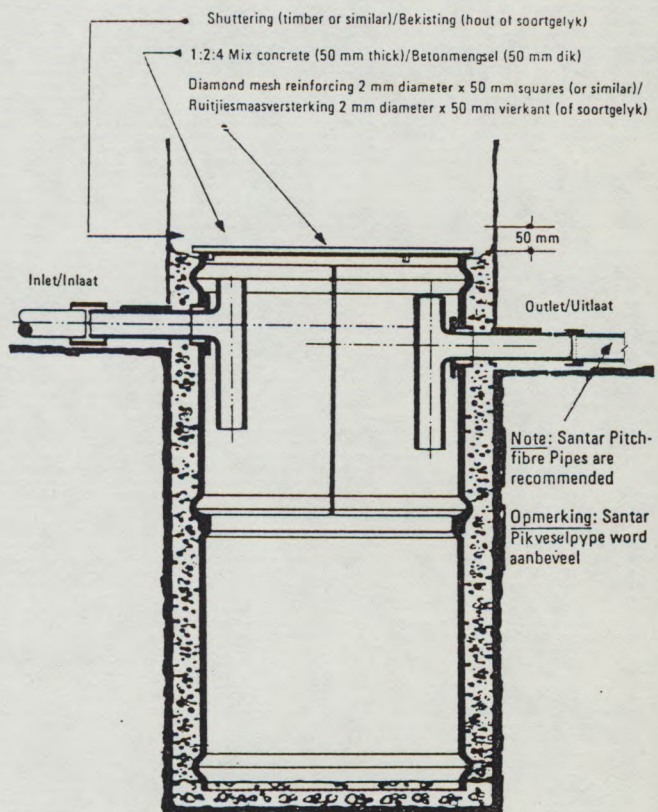
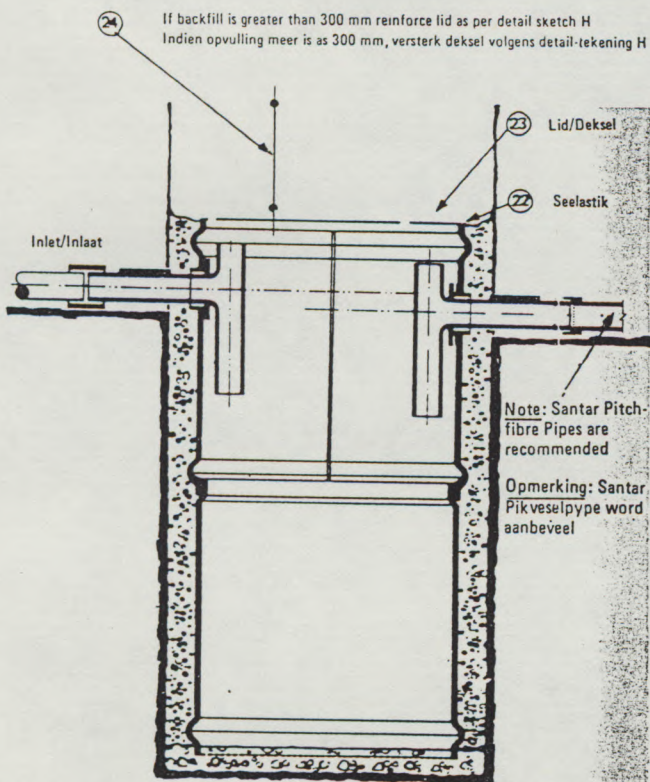
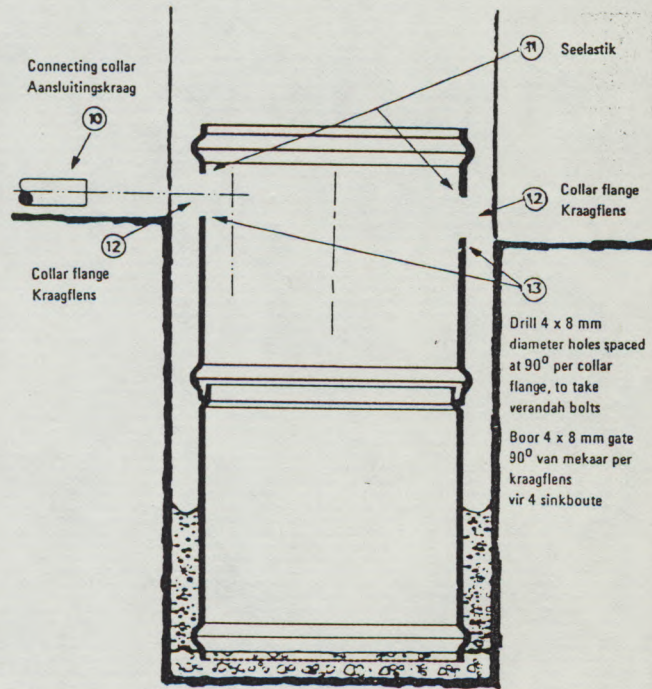
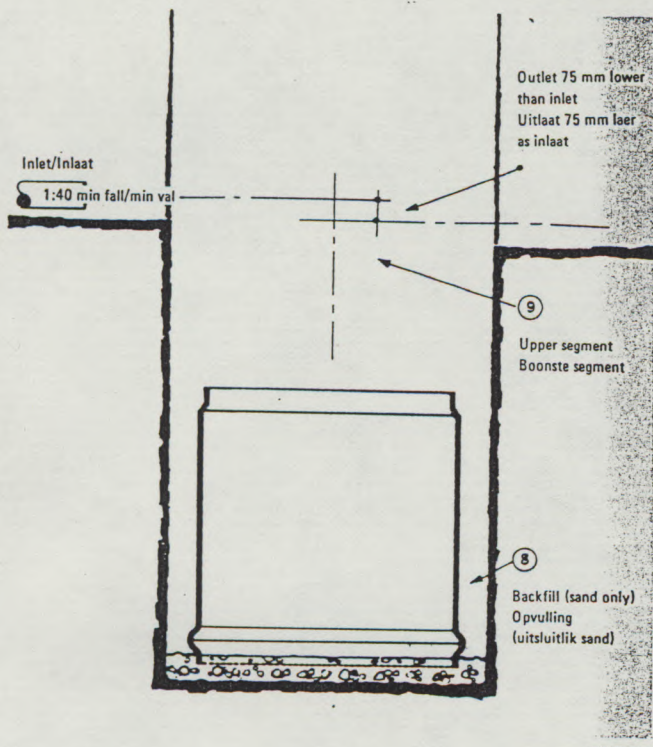
The Everite fibre-cement Septic Tank which must be used in conjunction with a french drain, is easily installed, is completely self operating and requires no starter or chemicals. However, it must be kept clear of superimposed loads such as vehicular traffic.

The tank is designed to operate continuously for six persons. It is capable of handling additional persons over short intervals. Although the system is widely approved, especially in peri-urban as well as rural areas, it is recommended that your local authority be consulted on the correct positioning of the system, with regard to distances from buildings, boreholes, etcetera.

VESELSEMENT-ROTTINGSTENK (Nominale Kapasiteit : 1700 liters per eenheid)

Die Everite veselsement-rottingstenk wat aan 'n stapelriool gekoppel moet word, is maklik om te installeer, benodig geen chemikalieë of aansitter nie en lewer 'n sorgvrye diens, mits blootstelling aan opgelegde laste, byvoorbeeld voertuigverkeer, geheel en al vermy word. Periodiek mag meer as ses persone van die sisteem gebruik maak, maar dit is ontwerp om aan die behoeftes van ses mense te voldoen. Alhoewel die stelsel wydverspreid en veral in buitestedelike sowel as plattelandse gebiede goedgekeur is vir gebruik, word daar nogtans aanbeveel dat die plaaslike owerhede genader moet word in verband met die posisie daarvan in verhouding tot geboue, boorgate, ensovoorts.





Alternative method of installation

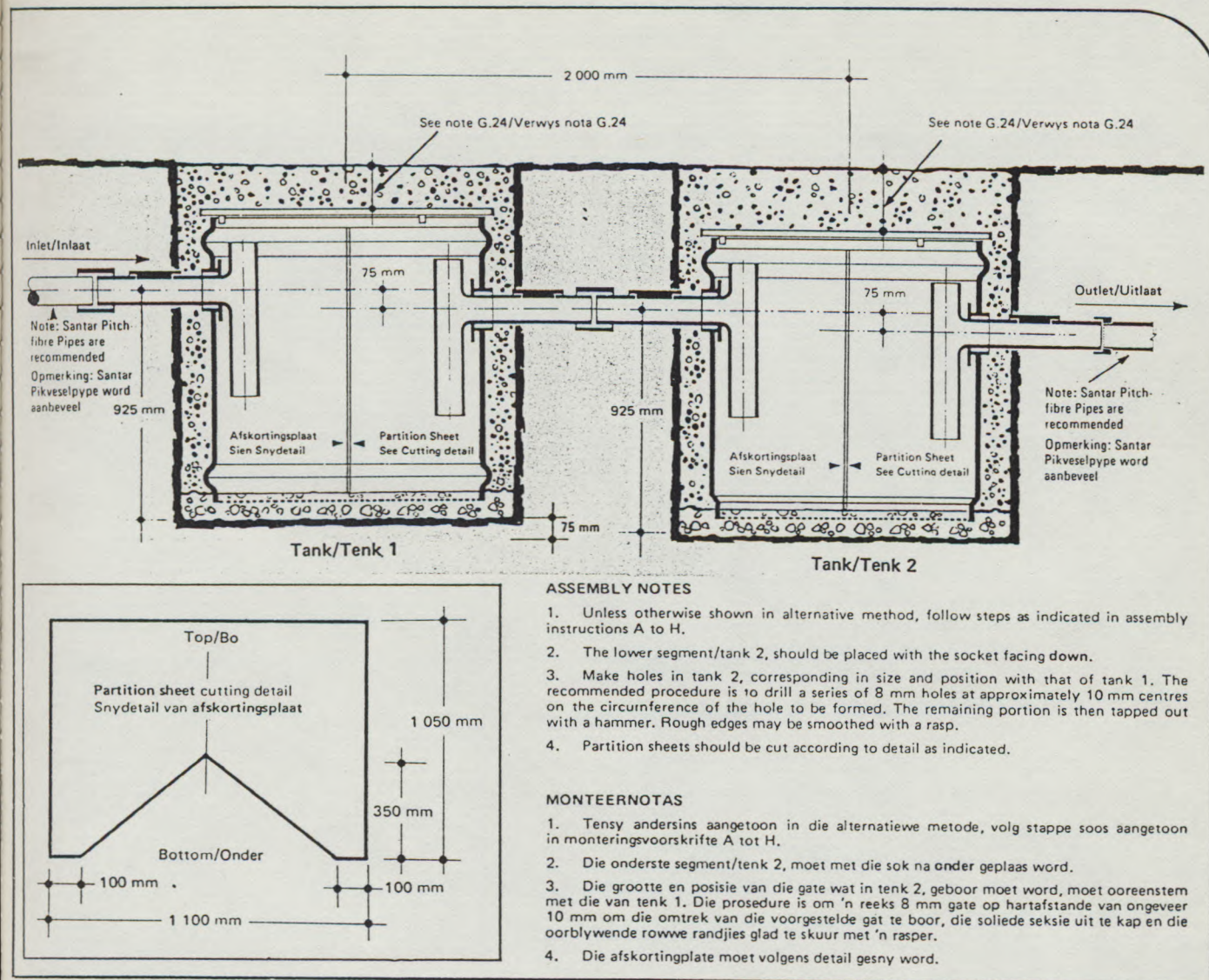
In cases where rocky ground is encountered.

Note: Extra accessories required for this method.—Contact your Supplier.

Alternatiewe installeringsmetode

Waar rotsagtige grond teëgekom word.

Note: Ekstra bybore benodig vir hierdie metode. Kontak u Lewersier.



SAFETY PRECAUTIONS

Fibre-cement products in their finished state are not detrimental to health. We recommend observing the following safety rules when working with Fibre-cement products to avoid inhaling dust.

1. Wear a cap and overall or apron to minimise liberated dust adhering to hair or clothing.
2. Damp the work : Wet dust does not become airborne and cannot be inhaled.
3. Damp any dust that falls on the floor and place it in a plastic bag, for safe disposal.
4. Work in a well ventilated space : Preferably outdoors when sawing, drilling, filing or sanding.
5. Use handsaws, drills and files which produce less dust than power tools.
6. When using power tools or working indoors, use power tools fitted with dust extraction equipment. Where dust is unavoidably liberated, respirators should be worn by all personnel in the vicinity.

VEILIGHEIDSVORSORGMATREËLS

Vesementprodukte in hulle klaar vorm is nie nadelig vir die gesondheid nie. Ons beveel egter aan dat die volgende veiligheidsvoorsorgmaatreëls getref word wanneer Vesementprodukte afgewerk word ten einde te voorkom dat stof ingesem word.

1. Dra 'n pet en oorpak of voorskoot ten einde losgelate stof uit die hare en klere te weer.
2. Bevogtig die werkkoppervlakte : Nat stof kan nie sweef en ingesem word nie.
3. Bevogtig enige stof wat op die vloer beland en plaas dit in 'n plastieksak vir veilige wegdoening.
4. Werk in 'n goedgeventileerde plek : verkieslik buite wanneer daar gesaag, geboor, gevyl of geskuur word.
5. Gebruik 'n handsaag, handboor en handvyl wat minder stof veroorsaak as kraggereedskap.
6. Wanneer kraggereedskap wel gebruik word en binnenshuis gewerk word, moet die kraggereedskap met stofonttrekkingstoerusting toegerus wees. Waar stof onvermydelik is, moet respirators deur alle personeel in die omgewing gedra word.

Transvaal: Alrode, Brakpan, Chamdor, Johannesburg, Klerksdorp, Marble Hall, Middelburg, Pietersburg, Pretoria, Tzaneen, Vereeniging, Wynberg. Cape Province/Kaaprovinsie: Brackenfell, East London/Oos-Londen, Epping, George, Kimberley, Port Elizabeth, Worcester. Orange Free State/Oranje Vrystaat: Bloemfontein, Welkom. Natal: Dundee, Durban. South West Africa/Suidwes-Afrika: Windhoek. Botswana: Gabarone.

Directors/Direkteure: H. Thoeni* (Chairman/Voorsitter); E L Ami* (Managing/Besturende); E B Claasen; R J Goss; P.K. Hoogendyk; J.K. Kennedy; T M King; R J Lambson; J G H Loubser; M E Mealin; M.A.J. Schmidheiny*; S.E. Schmidheiny*; S W van der Merwe *Swiss/Switser Reg. No. UC 05/14582/06

Layout/Design/Printing: Advertising Dept. Everite Ltd. Copyright reserved. This catalogue supersedes previous catalogues and is subject to alteration without notice. Uitleg/Ontwerp/Druk: Reklame-afd. Everite Bpk. Kopiereg voorbehou. Hierdie katalogus vervang vorige katalogusse en is onderworpe aan verandering sonder kennisgewing.

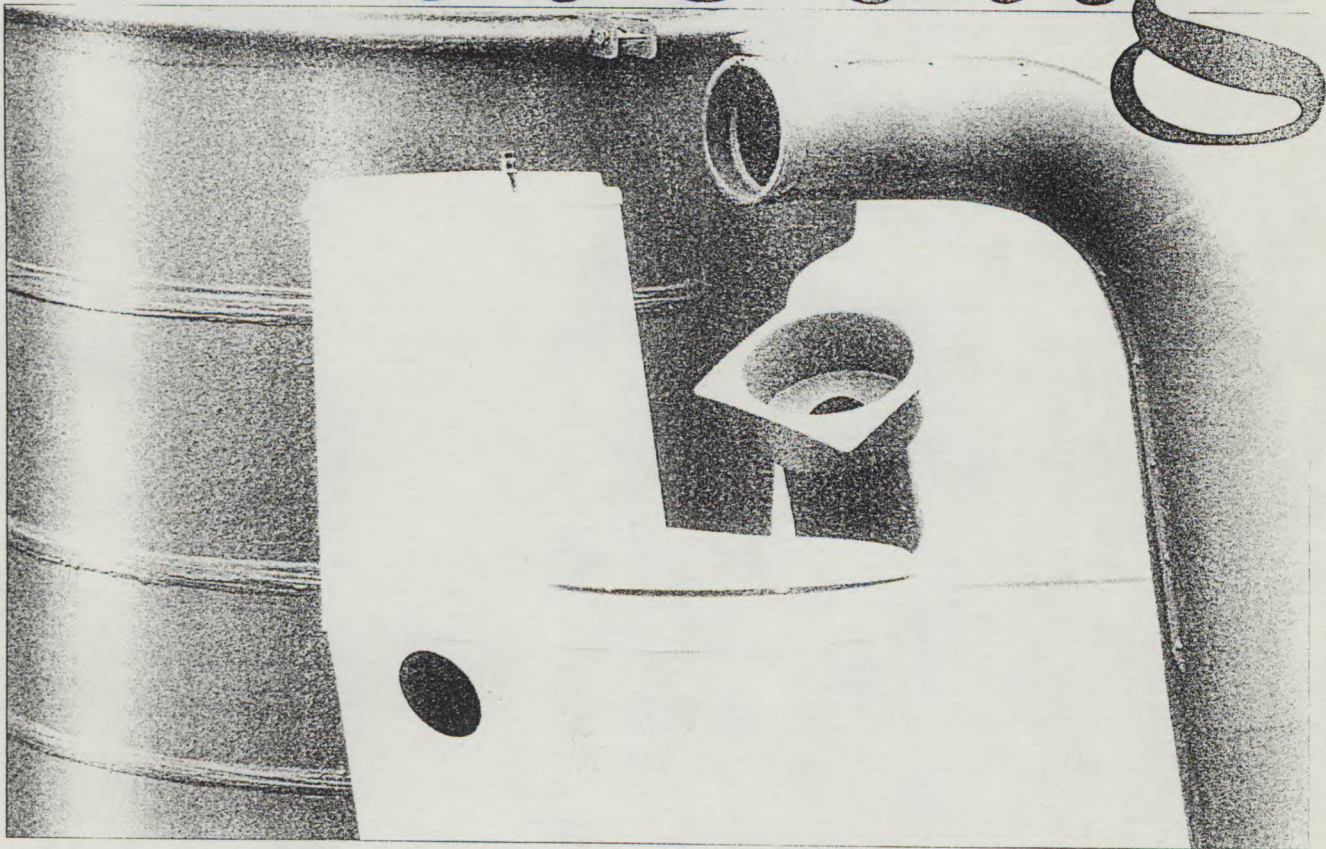
C: Brosjyre vir Voorafvervaardigde verteringstelsel

soos vervaardig deur:

KEMCLAD (PTY) LTD. in samewerking met die WNNR

THE

biotag



D I G E S T E R
SYSTEM

A JOINT VENTURE
WITH THE CSIR

THE BIOTAG DIGESTER

THE PERFECT ENVIRONMENTALLY FRIENDLY

COMPONENTS

The system consists of three basic components: the pedestal unit, the connector pipe and the digester tank.

THE TOILET PEDESTAL

Two different pedestals are available:-

- a non-flushing system requiring the manual addition of water.
- the cistern and flushing mechanism that washes the side of the bowl and re-establishes the water seal in the tipping tray - using less than one litre of water per operation.

These pedestals have been styled to resemble a conventional toilet pan, while the flushing model is as stylish as any close-coupled toilet suite and would not look out of place in the most expensive homes. Various colours are available.

The cistern can be filled manually with a bucket when the unit is installed in areas with standpipe water supplies.

When upgrading of the water supply takes place, the system can be connected to the water supply by installing a standard float valve in the cistern. These valves are available from most stockists of plumbing fittings.

THE CONNECTOR PIPE AND END PIECE

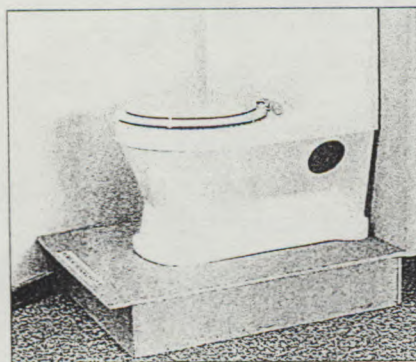
A special pipe has been developed to convey the waste from the pedestal to the tank. The diameter of this pipe starts at 150mm at the pedestal and increases to about 300mm at the tank. This ensures that blockages do not form and therefore there is no need to use a plunger to push the waste into the tank. The joint between the connector pipe and the tank is made with a flexible material to allow for a certain amount of differential settlement and for some inaccuracy in alignment. The end piece ensures perfect leak-free mating of the pedestal, floor level and connector pipe.

THE DIGESTER TANK

A 900-litre tank has been provided, which is adequate under low flush conditions for a family of ten. The tank operates in a similar fashion to a septic tank and has two essential functions:-

- to separate the liquid phase from the sludge and scum
- to exclude oxygen and so facilitate the anaerobic digestion of the

Biotag is an innovative, cost effective sanitation system that does not rely on chemicals or high volumes of water for successful operation or maintenance. It was developed jointly by Kemclad and the CSIR to meet the need for a low cost alternative to high flush waterborne sanitation. Their objective was to provide a system offering a high level of user convenience, that used as little water as possible, and did not require a large bore sewer network to transport the waste to a central treatment works. The perfect sanitation solution to rapid urbanisation. Biotag offers outstanding on-site digestion with the ability to upgrade to small bore sewer reticulation if needed. The system eliminates more than 99% of solids and over 98% of harmful bacteria. Efficient anaerobic digestion requires the system to have (1) limited quantities of water present at all times, (2) absence of oxygen and (3) a retention time of about 20 days. Biotag offers the correct control on all these parameters.



organic waste. The accepted minimum size of a standard septic tank is 1750 litres when conventional toilets (flushing on 9 litres) are being used. This large capacity is not required with the Biotag system because only one litre of water is used per flush. Larger tanks are available to cater for multiple seat systems or high usage applications such as schools, clinics and such like

OPERATION

The system works as follows:-

- * On installation the system is filled with water to the level of the outlet pipe. This produces a water level in the patented inlet pipe approximately at ground level.

- * The raw sewerage enters the patented connector pipe via the toilet pedestal and lies on top of the water. When it loses oxygen it sinks down the pipe into the digester. In the digester an anaerobic action takes place and within 15 to 20 days the sewerage is almost completely digested leaving behind a clear liquid or effluent. The retention time in the tank is critical to achieve the low levels of solids and bacteria needed in the effluent stream.

- * During digestion (when in use) the contents of the digester are as follows:-

- a scum forms on the top, which consists mostly of fats and some remains of paper etc. This scum is permanent, in so far as, it will always be present and is generally insoluble. It is useful as a "seal" against oxygen and as an insulator against large temperature variations from the outside
- in the middle of the tank is the clear effluent usually about half to 60% of the tank
- at the bottom lies the sludge, where the digestion takes place, with finely divided inorganic matter.



BESTER SYSTEM

A SOLUTION TO SANITATION PROBLEMS

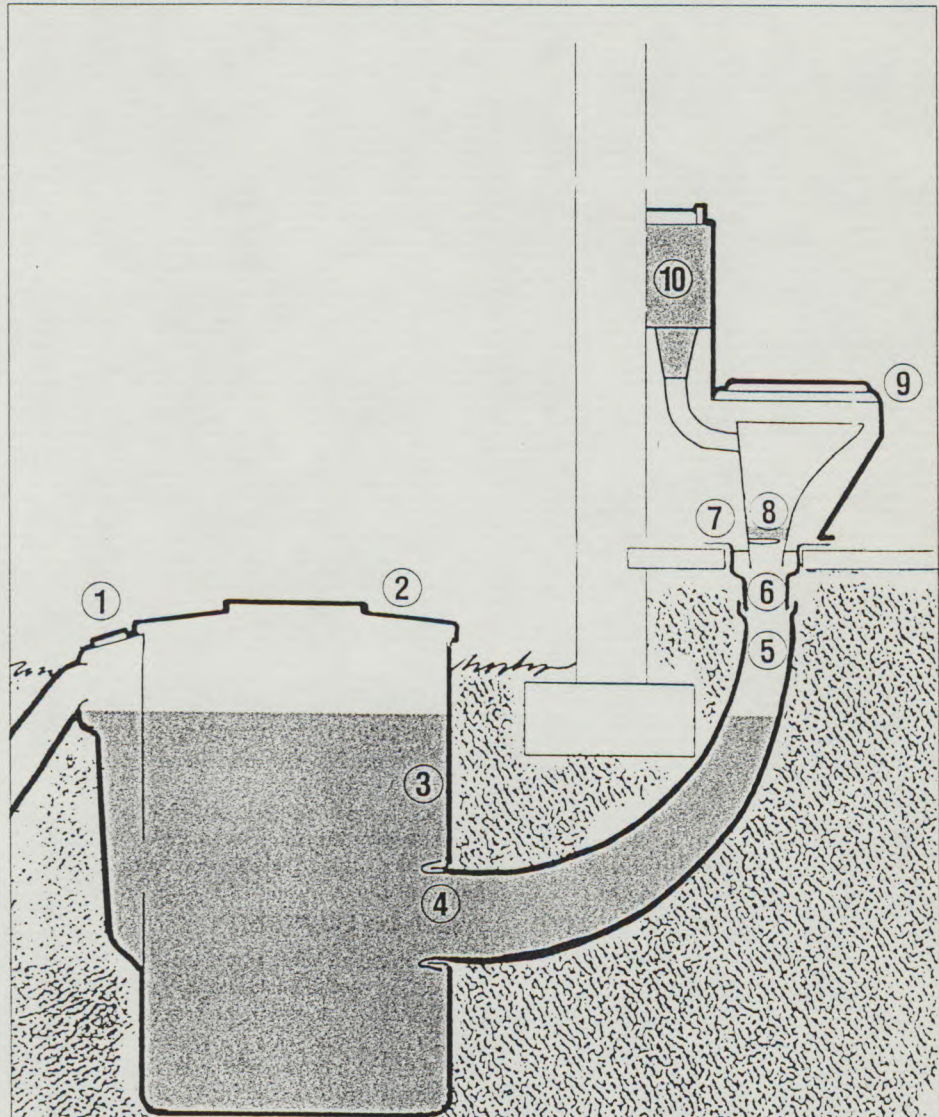
- Chemical or biological additives are not required in the Biotag system. The micro-organisms that are required for digestion are present in human waste; therefore a natural population of these organisms will develop in the tank, which will vary according to the "food" available for them. A starter culture is not necessary and is in fact wasted since those organisms that do not have food will die off and be consumed by other organisms in the tank.
- The effluent is drawn off the middle of the tank by the specially designed integral outlet and led to a soakaway. The effluent amounts to between 1 to 5 litres per user per day depending on the flushing frequency
- Ten to 50 litres a day has to soak away, so a well designed soak pit is a necessary part of the overall installation design.

No special operating procedures are required of the user, other than the normal care to ensure that no bactericide or bacterial killers are added. In particular, no agitation is necessary or desirable. Nature has equipped the micro-organisms with the means of propelling themselves in the direction of their food supply. Agitation may keep the solids in suspension, thereby forcing them to leave the tank, which in time could result in the soakaway failing or allowing blockages to form in a solids-free sewer system.

SLUDGE REMOVAL

During digestion not all materials at the bottom are digested, as there are things like sand and other indigestible products present in our diet. These products gradually build up until they block the inlet pipe. At this stage it is necessary to pump the tank out. We suggest that if the system is being regularly and properly used by a family of 10 people this sludge will have to be pumped out about every eight years.

The lid of the tank is easily removed and provides easy access to conventional vacuum tankers for the removal of sludge. Having the tank outside the toilet building and not directly under the pedestal will facilitate removal of the sludge.



1. Inspection hatch on manifold
2. Fully removable lid
3. Robust and corrosion free tank
4. Flexible, speedy couplings
5. Funnel shaped connector requires no rodding down
6. End piece for level sealing
7. Rubber vapour seal
8. Water seal on tray
9. Tough and pleasing pedestal
10. 12 litre cistern with (trickle filled) 1 litre tank

PRACTICAL DESIGN FEATURES

The Digester Tank

* The tank is made from Glass Reinforced Plastic, which produces a very strong watertight vessel with the strength to resist puncturing by stones present in the surrounding soil. When full, the tank weighs over 900kg which means a small stone can exert extreme penetrating pressure. There are no internal pipes or plumbing in the tank, so no blockages can occur.

* The tank is designed with a full opening lid for ease of access during maintenance or pumping out. It also makes the installation easier as it is done from INSIDE the tank.

* The integral outlet has four major advantages:-

- it cannot get lost or damaged in transit
- it cannot be affected by soil shifts
- being "built in" ensures the effluent is drawn from the centre of the tank where the effluent is at its cleanest
- it is impossible for the scum to enter the outlet. If this were to happen, the scum would render the soakaway useless blocking its ability to soak the water away, or, in the case of upgrading to small bore sewerage system the scum would block the outlets rendering the system useless

* The patented inlet pipe descends in a gentle curve and increases in diameter as it goes down thereby eliminating the tendency of the sewerage to build up and cause a blockage. (Without the diameter increasing, blockages would occur and have to be rodded through. With the Biotag system **no rods are necessary** and therefore not supplied.) The inlet pipe is connected to the digester by means of a flexible coupling which ensures that ground subsidence or soil shifts will not fracture the coupling causing leaks.

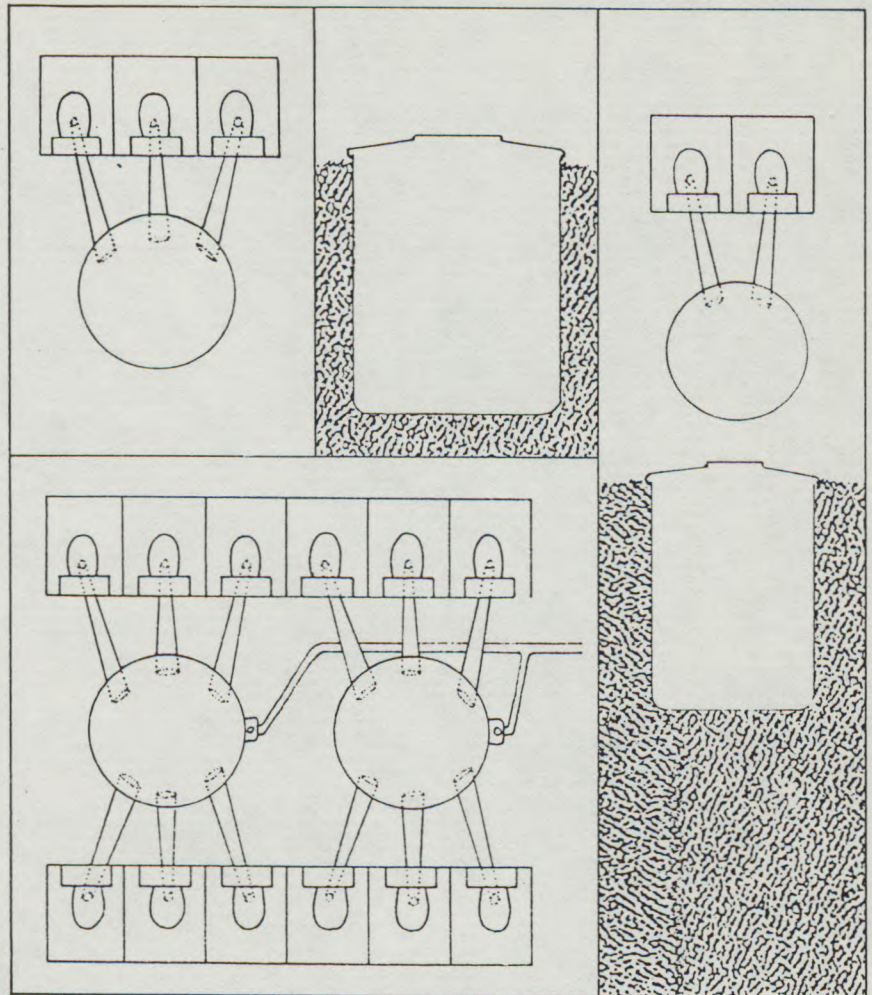
The One Litre Flush Pedestal

* The one litre flush pedestal is made from shatterproof tough and durable glass reinforced plastic.

* The system is supplied with a mains water connection, but if the mains are not available the system can be filled with a bucket giving about 10 to 12 flushes. These pedestals are available in four pastel colours, and white.

* A special spreader ensures that the small amount of water available is used most effectively and hygienically.

* The tipping tray is similar to that found in aircraft and trains which is an exclusive feature. After use, a single lever is pulled which drops the tipping tray and flushes the toilet. When the tipping tray is returned to the normal



position a small amount of water dribbles into the pan producing a water seal against odours and keeps the bowl clean.

WATER CONSUMPTION

Cleaning of the sides of the bowl as well as the re-establishment of the water seal is achieved with less than one litre of water. This is vital in areas where the supply of water is limited and where ground conditions are such that it is not possible to drain large quantities of water into a soak pit. Reducing the quantity of water required for the operation of the sanitation system results in cost savings.

MULTIPLE CONFIGURATIONS

See diagrams above.

UPGRADING OPTIONS

The Biotag tank can be connected to a small bore solids-free sewer system in cases where the water supply is increased to such a level that the ground will not accept the waste water. The outlet has been designed to retain the solids in the tank. The absence of agitation mechanisms will also ensure that the solids remain in the tank.

Water from showers, hand basins, baths or kitchens must not be

connected to the tank. Rather pipe them into the soakaway pipe after the tank.

A HIGH LEVEL OF SERVICE FOR USERS

Unlike other forms of on-site sanitation, the Biotag system can be installed inside the house. The tipping tray provides an effective barrier between the user and the waste.

Once the system has been connected to a solids-free sewer and the flushing pedestal is being used, then essentially the same level of services is provided as that of a conventional waterborne system.



A joint venture with the CSIR



15 Valley View Road, New Germany, 3610

P.O. Box 10176, Ashwood, 3605

Telephone (031) 727929/728372

Fax (031) 7011114

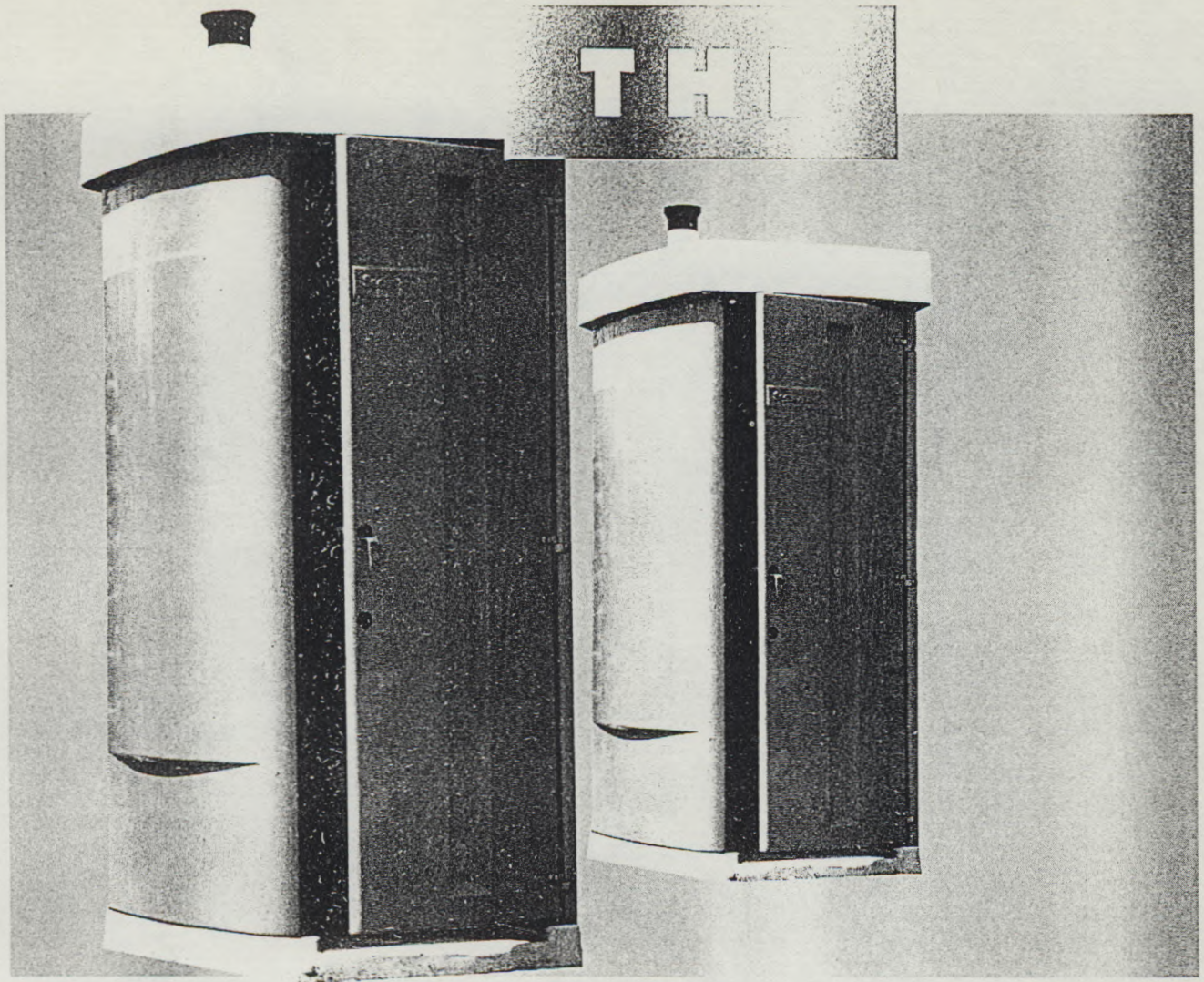
Campaign Communications 2980

D: Brosjure vir

Voorafvervaardigde verbeterde geventileerde putlatrines

soos vervaardig deur:

KEMCLAD (PTY) LTD. in samewerking met die WNNR



THE

KEMCLAD
 IMPROVED
 (ATRINE VIP)

COMPONENTS

The Kemclad VIP comprises four basic components:-

- PIT LINER
- FLOOR
- PEDESTAL
- SUPERSTRUCTURE

Woven Pit Liner (patented)

The Kemclad pit liner is an ideal alternative to a brick or block tank with weep holes.

- * With an oversize hole after blasting, simply drop in the liner and backfill with rock.
- * In sandy or unstable conditions, drop in a liner, surround with mosquito net or bidim and backfill.

Benefits include:-

- all fibreglass construction ensures indefinite service life
- method of weaving ensures maximum strength with 70% freeflow for seepage
- fits all sizes of hole - diameter variable at will
- extremely easy and rapid installation

Self Anchoring Floor (patented and design registered)

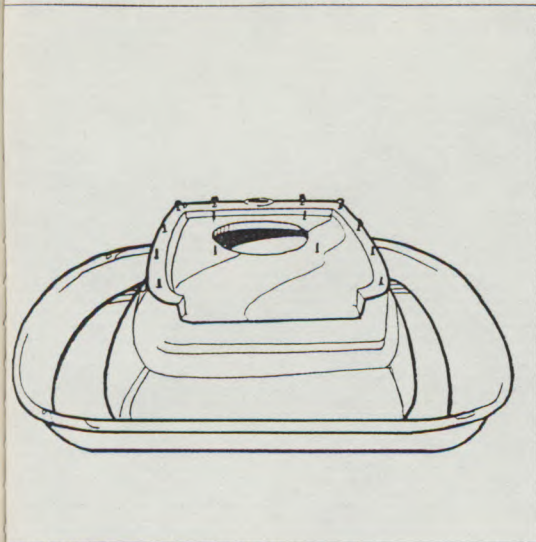
The floor is a one piece moulding that can easily be carried by one person, yet when installed has a holding down capacity against wind pressure, equivalent to a conventional concrete slab.

A great variety of designs are available for all purpose and

superstructures, but all having the same features:-

- * No on-site storage of sand, stone cement and water is necessary
- * No on-site covered areas or mixing equipment is needed.
- * No heavy transport with crane to lift concrete slabs is needed.
- * There is no need to make allowances for breakages.
- * GRP is a sealed, hygienic surface such that urine spillage cannot soak into the floor surface causing unpleasant odours.
- * The upstand moulded around the edge of the floor, prevents urine spillage seeping under the flange of the structure and smelling, as well as making it easy to keep clean.

Self Anchoring Floor



PEDESTAL (design registered)
The Kemclad GRP pedestal is a modern design, ultra-strong to withstand heavy abuse and offers total hygiene:-

- * All surfaces are white, smooth, hard, easy-to-clean and non-absorbent.
 - * The sewerage deflector protrudes through the floor so there is no spillage nor seepage.
 - * The sewerage deflector is wider at the bottom than at the top to minimise soiling.
- The pedestal is totally flyproof:-
- * The intake air is through a stainless steel gauze covered opening at the rear.
 - * The lid fits flush with the integrally moulded seat - no fly access.

SUPERSTRUCTURE (design registered)

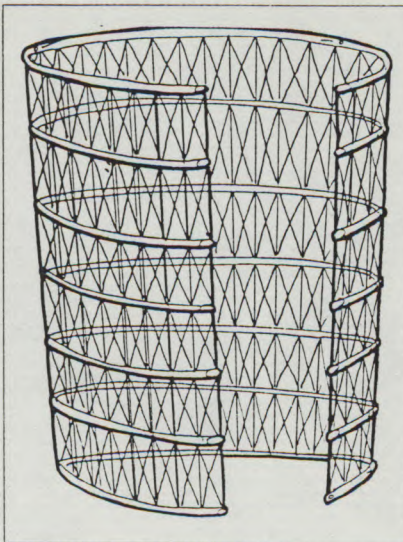
The superstructure has been designed to be as aesthetically pleasing and as different as possible from a corrugated metal hut with a sloping roof.

The white flat roof with its built-in rain water run-off and the all-round fascia, contrasts well with the structure and reflects a large amount of heat.

The openings above and below the door have been kept to a minimum to allow for maximum privacy. Ventilation inside the structure is through holes in the side walls and rear panel. The fascia overhang hides these holes and keeps rain out, yet allows for the free circulation of air.

Pit ventilation is achieved through the main ventilation flue and venturi vent cap. The high volume of air extracted by the vent cap and flue when the wind blows (in any direction), is replaced through the gauzed opening at the rear of the pedestal.

Woven Pit Liner



The side walls, rear and door have all been rounded to achieve a modern "new look" and impart rigidity to the structure.

The door is ultra rigid and is supported by three stainless steel strap hinges. There is a restraining chain to prevent the hinges being over strained. There is also a return spring to ensure that the door is always closed after use.

The galvanized steel latch is designed to latch when first closed to prevent the door constantly swinging in the wind. It can also be latched from the inside for safety and privacy and can be locked from the outside with a conventional padlock.

ERECTION PROCEDURE

The entire superstructure and pedestal, including hinges, retaining strip and door closing spring are pre-drilled and assembled in the Factory.

Only one size bolt and nut with waterproof washer attached is used to assemble the entire superstructure including pedestal, hinges and retaining strap, as well as fixing to the floor.

A 1850mm x 1200mm hole is dug to the required depth. A 350mm wide shelf is cut back from the hole to accommodate the self anchoring skirt of the floor. The liner is placed in the hole.

After levelling the floor, soil from the pit is filled in around and into the skirt and compacted by foot or stamp.

After assembling the sides, back and roof in a lying down position and inserting the vent pipe into the fixed socket, the structure is lifted onto the floor and fixed into position. The weight is approximately 42kg. The superstructure automatically locates into the floor, lining up the main and

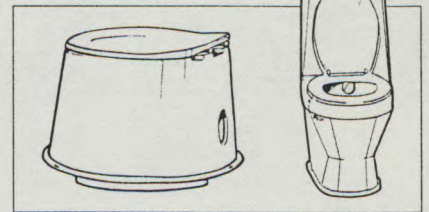
sub vents as well as the fixing holes. This is achieved by a down-turned flange on the sides and back locating over an upstand moulded into the floor.

The free side of the hinges are now bolted onto the pre-drilled door and the retaining strap bolted inside the door opening. The pedestal is now located over the moulded floor opening and bolted into place.

MATERIAL SPECIFICATION

1. The hard outer surface is made up of an Isophthalic Resin to SABS specification 713-1974 Grade R, blended with additives to give a hard wearing non-absorbent finish. The superstructure and pedestal consists of glass fibre reinforcement to SABS specification 419-1972, together with polyester Resin to SABS specification 713-1974 Grade G. The resin and glass fibre reinforcement is consolidated in a ratio of 2.25:1.
2. Hinges are of stainless steel.
3. Latch is of galvanized steel.
4. Bolts, nuts, washers, door retaining chain and spring, cover hinge retaining screws and cover closing spring are also galvanized.
5. Rivets used are non-metal.
6. Vent cap is nylon.
7. Vent cap gauze is nylon.
8. Vent pipe is of exterior quality PVA to SABS 967.
9. The pedestal cover lid is of a standard design freely available from any hardware store, in case of replacement.

Pedestal



15 Valley View Road, New Germany, 3610
P.O. Box 10176, Ashwood, 3605
Telephone (031) 727 929/728 372
Fax (031) 701 114
Campaign Communications Natal 2983

BYLAE C:

Formules vir die ontwerp van septiese tenks

soos vervat in

"The Design of small bore sewer systems"

deur R.J. Otis en D.D. Mara

en

"Alternative Sewer Systems"

deur H.E. Schmidt et al.

BYLAE C

FORMULES VIR DIE ONTERP VAN SEPTIESE TENKS

Die volgende formules word deur Otis en Mara (1985) aangegee om die volume van 'n onderskeppertenk te bereken:

Minimum hidrouliese retensietyd:

$$t_h = 1,5 - 0,3 \log (Pq)$$

Volume benodig vir sedimentasie:

$$V_h = 10^{-3} (Pq) t_h$$

Slyk opjaar- en retensievolume:

$$V_s = 70 \times 10^{-3} PN$$

Minimum diepte benodig vir sedimentasie:

$$d_s = V_h / A$$

Minimum toelaatbare skoon area:

$$h_s = 0,075 + d_{sc}$$

Maksimum toelaatbare skuimdikte onder watervlak:

$$d_{ss} = 0,7 / A$$

Maksimum toelaatbare slykdikte:

$$d_{sc} = 0,82 - 0,26A \quad (\text{minimum waarde} = 0.3\text{m})$$

Waar:

t_h	=	Minimum hidrouliese retensietyd,	dae,
P	=	Aantal persone wat tenk gebruik,	getal,
N	=	Tenk skoonmaak tussenpose,	jare,
q	=	Afvalwatervloei, l/p/d (liters per persoon per dag),	
V_h	=	Volume benodig vir sedimentasie,	m^3 ,
V_s	=	Slyk opjaar en retensie volume,	m^3 ,
A	=	Tenk oppervlakte,	m^2 ,
h_s	=	Minimum toelaatbare skoon area,	m,
d_s	=	Minimum diepte benodig vir sedimentasie,	m,
d_{ss}	=	Maksimum skuimdikte onder watervlak,	m,
d_{sc}	=	Minimum skoon spasie,	m.

Voorbeeld:

'n Onderskeppertenk word benodig vir 'n huishouding van ses mense. Tydens fase 1 van die ontwikkeling gaan net een wateraftappunt en 'n spoel tiolet in die huis voorsien word. Dit word voorsien dat die huis na voltooiing van al die fases water in die kombuis asook 'n badkamer met bad sal hê. Die plaaslike owerheid beplan om die tenks elke 5 jaar skoon te maak. Hoe groot moet die tenk wees?

Berekeninge:

Aanvangklik sal die waterverbruik in die huis baie laag wees. Volgens die tabelle in aanhangsel G kan ongeveer 70 l afvalwater per persoon tydens fase een van die ontwikkeling verwag word. Die onderskeppertenk moet ontwerp word om voorsiening te maak vir die aflope na voltooiing van al die fases. Aanhangsel G dui aan dat ongeveer 840 l afvalwater per dag van die huishouding verwag kan word.

a) Bereken die minimum hidrouliese retensietyd:

$$\begin{aligned}t_h &= 1,5 - 0,3 \log (Pq) \\ &= 1,5 - 0,3 \log (840) \\ &= 0,623 \text{ dae}\end{aligned}$$

b) Volume benodig vir sedimentasie:

$$\begin{aligned}V_h &= 10^{-3} (Pq) t_h \\ &= 10^{-3} (840) 0,623 \\ &= 0,523 \text{ m}^3\end{aligned}$$

c) Slyk opgaar en retensievolume:

$$\begin{aligned}V_s &= 70 \times 10^{-3} PN \\ &= 70 \times 10^{-3} (6 \times 5) \\ &= 2,1 \text{ m}^3\end{aligned}$$

d) Minimum diepte benodig vir sedimentasie:

$$\begin{aligned}d_s &= V_h / A \\ &= 0,523 / 3 \\ &= 0,174 \text{ m}\end{aligned}$$

e) Maksimum toelaatbare slykdikte:

$$\begin{aligned}d_{sc} &= 0,82 - 0,26A \quad (\text{minimum waarde} = 0.3\text{m}) \\ &= 0,82 - 0,26 (3) \\ &= 0,04 \text{ m}\end{aligned}$$

aanvaar d_{sc} as 0.3 m

f) Minimum toelaatbare skoon area:

$$\begin{aligned}h_s &= 0,075 + d_{sc} \\ &= 0,075 + 0,3 \\ &= 0,375 \text{ m}\end{aligned}$$

g) Maksimum toelaatbare slykdikte:

$$\begin{aligned}S_{sd} &= V_s / A \\ &= 2,1 / 3 \\ &= 0,700 \text{ m}\end{aligned}$$

h) Maksimum toelaatbare skuimdikte onder watervlak:

$$\begin{aligned}d_{ss} &= 0,7 / A \\ &= 0,7 / 3 \\ &= 0,233 \text{ m}\end{aligned}$$

Effektiewe diepte van die tenk is dus:

$$\begin{aligned}D &= 0,700 + 0,233 + 0,375 \\ &= 1,308 \text{ m}\end{aligned}$$

Die onderskeppertenk se afmetings sal dus as volg wees:

$$\text{Wydte} = 1 \text{ m}$$

$$\text{Lengte} = 3 \text{ m}$$

$$\text{Diepte} = 1,6 \text{ m (waterdiepte} = 1,31 \text{ m)}$$

$$\text{Stoorkapasiteit} = 3\,900 \text{ liter}$$

De Villiers (1987) beveel die volgende riglyne aan in verband met die verhouding van die afmeting van die tenk:

- i) die vloeistof diepte moet tussen 1 en 1,8 m wees,
- ii) die vorm moet reghoekig wees en
- iii) die lengte van die tenk moet ongeveer drie maal die wydte wees.

BYLAE D:

Voorgestelde onderskepper tenks vir 'n
Klein Diameter Rioolstelsel.

VOORGESTELDE INTERSEPTOR TENKS VIR 'n KLEIN DIAMETER RIOOLSTELSEL

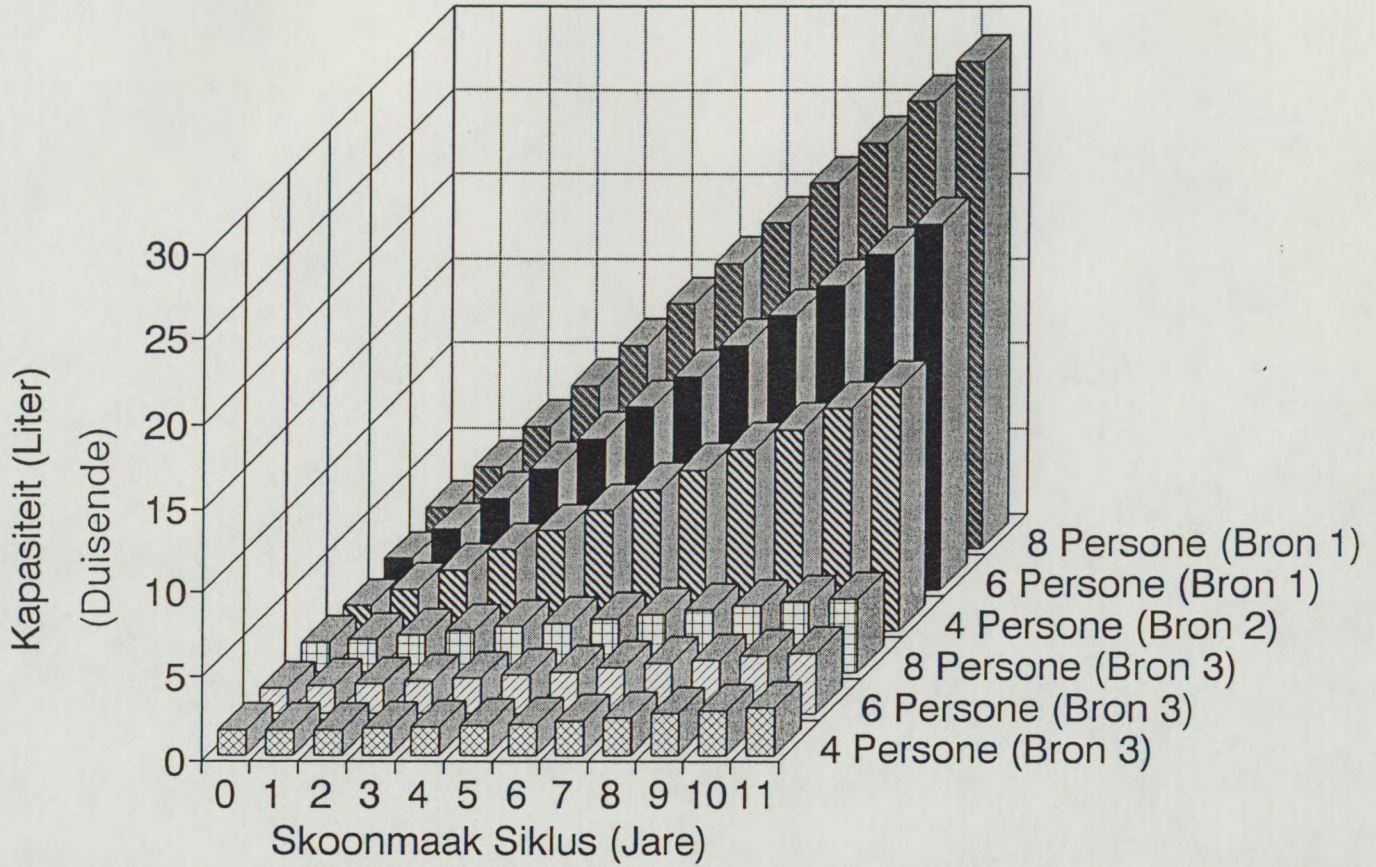
Van der Westhuizen (1990) beweer in sy artikel oor die klein diameter rioolstelsel vir Marselle Swart Dorp by die Boesmansrivier mond, dat die vooraf vervaardigde interseptor tenks wat daar gebruik is te klein is. In paragraaf 5.2 is die bewering korrek bewys. Volgens van der Westhuizen (1990) is die vervaardigers van die tenk se berekeninge gegrond op SABS 0400-1987 soos beskryf in de Villiers (1987). Die teenstrydige berekeninge was gerond op die Brasiliaanse standaard soos aangehaal deur Otis en Mara (1985).

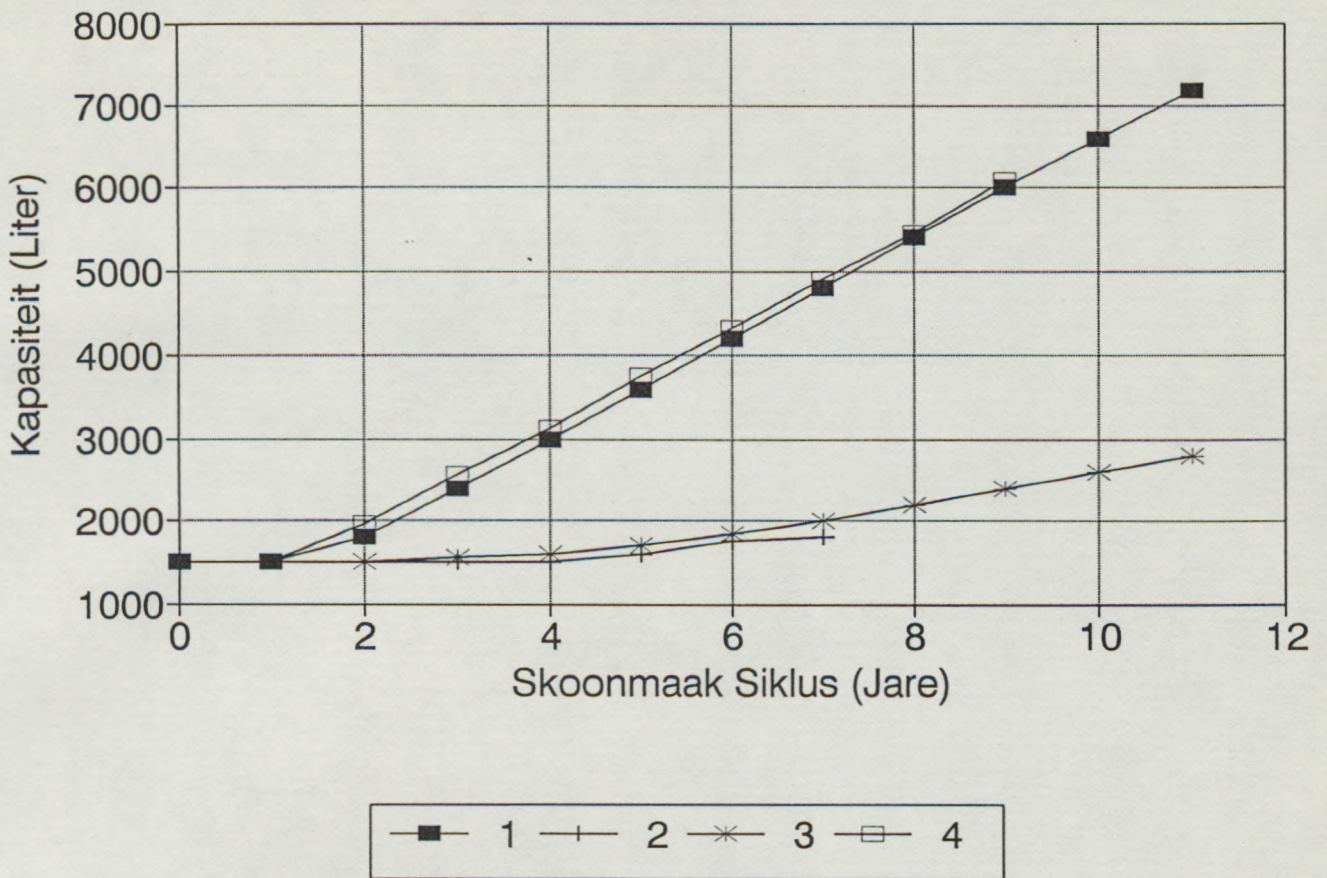
Indien bogenoemde berekenings metodes met ander bronne vergelyk word kan die gevolgtrekking gemaak word dat die Suid-Afrikaanse riglyne vir die bepaling van septiese tenk volumes uit pas is met die res van die werêld.

Grafieke H1 tot H5 toon grafiese vergelykings tussen die septiese tenk kapasiteite in Suid-Afrika en die Verenigde State van Amerika, soos bepaal uit die volgende bronne:

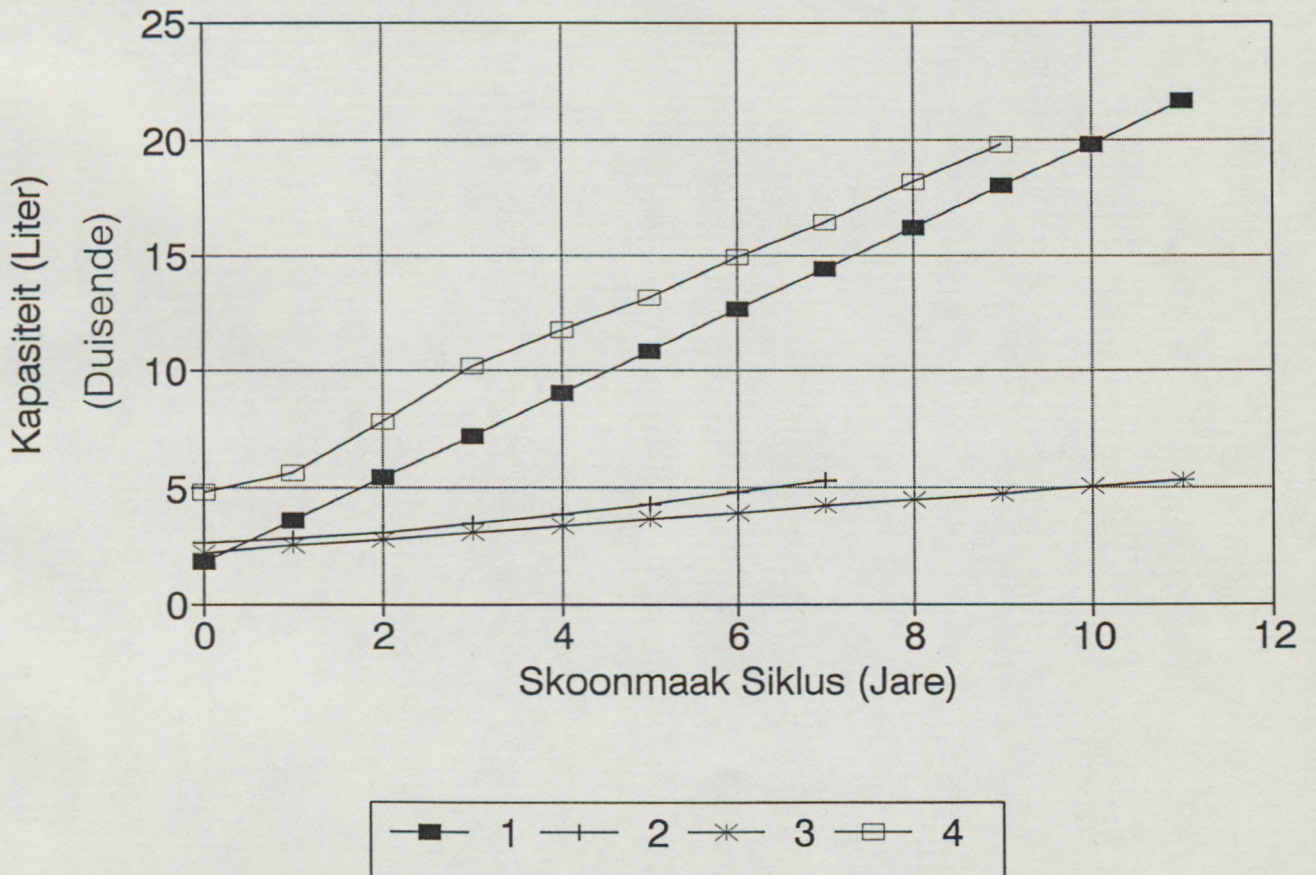
- Bron
- 1: Otis en Mara (1985)
 - 2: De Villiers (1987)
 - 3: Drews (1985)
 4. University of Winsconsin (1987)

Grafiek D2: Septiese tenk volumes indien die waterverbruik 300 liter per persoon per dag sou wees

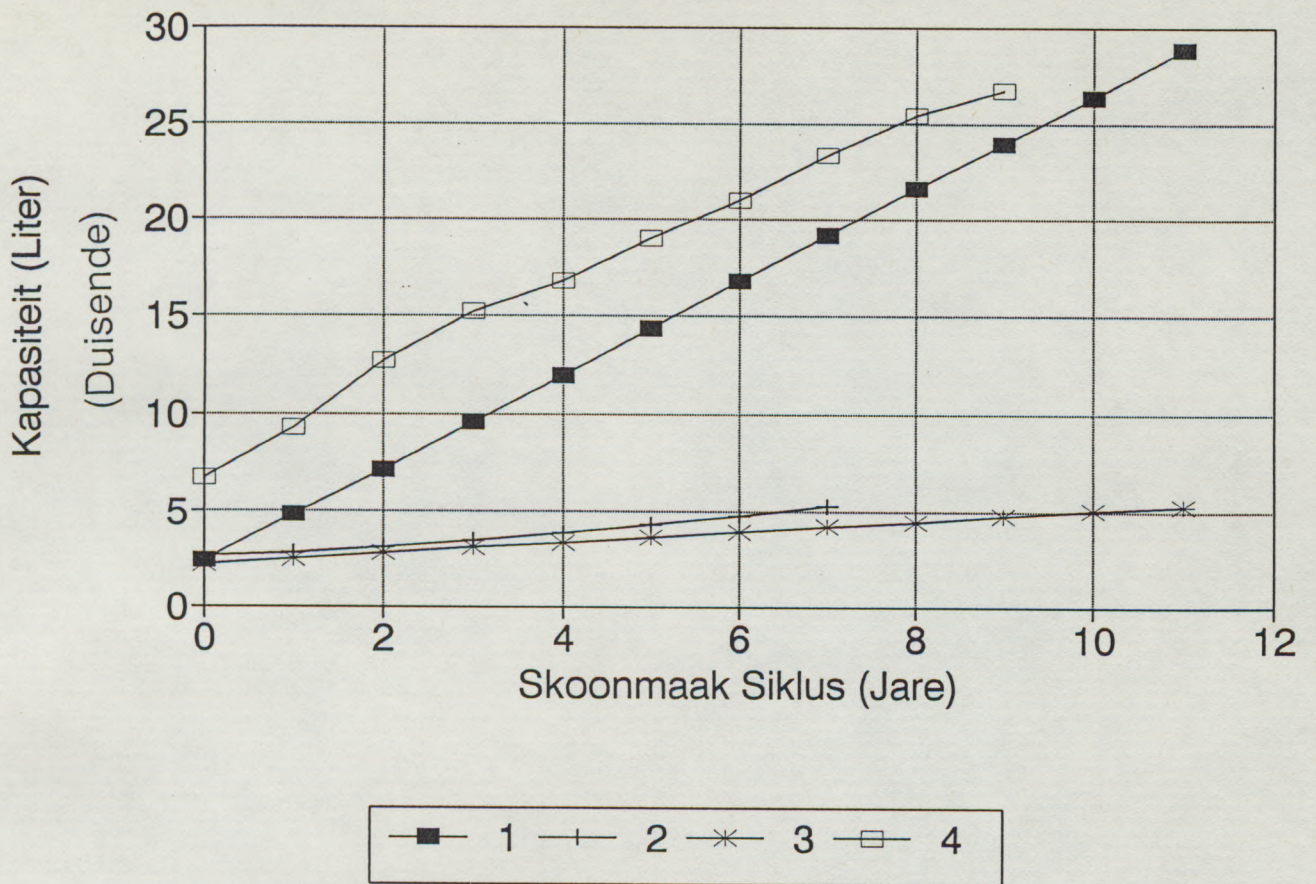




Grafiek D3: Septiese tenk volumes indien die tenk 2 persone moes bedien.



Grafiek D4: Septiese tenk volumes indien die tenk 6 persone moes bedien.



Grafiek D5: Septiese tenk volumes indien die tenk 8 persone moes bedien.

BYLAE E:

**Vereistes vir die kwaliteit van die afvalwater vanaf
Riolsuiwerings aanlegte.**

Staatskoerant, 18 Mei 1984.

Vereistes vir die kwaliteit van die afvalwater vanaf

Riolsuiwerings aanlegte.

Staatskoerant, 18 Mei 1984.

No. 991

18 Mei 1984

VEREISTES VIR DIE SUIWERING VAN
AFVALWATER OF AFLOOP

Kragtens die bevoegdheid my verleen in artikel 21 (1) (a) van die Waterwet, 1956 (Wet 54 van 1956) skryf ek, Sarel Antoine Strydom Hayward, in my hoedanigheid van Minister van Omgewingsake en Visserye, die volgende vereistes voor vir die suiwing van afvalwater of afloop wat deur die gebruik van water vir nywerheidsdoeleindes verkry word of daaruit ontstaan.

1. SPESIALE STANDAARD:

Gehaltestandaarde vir afvalwater of afloop wat ontstaan in die opvanggebied waarin water afloop na enige rivier in Bylae I genoem of 'n tak daarvan op enige plek tussen die oorsprong daarvan en die punt in die Bylae vermeld, in soverre sodanige opvanggebied binne die grondgebied van die Republiek van Suid-Afrika geleë is.

1.1 *Kleur, reuk of smaak:*

Die afvalwater of afloop mag geen stof in 'n konsentrasie wat enige kleur, reuk of smaak kan veroorsaak, bevat nie.

1.2 *pH:*

Moet tussen 5,5 en 7,5 wees.

1.3 *Opgeloste suurstof:*

Moet 'n versadigingspeil van minstens 75 persent bevat.

1.4 *Tipiese (fekale) coli:*

Die afvalwater of afloop mag geen tipiese (fekale) coli per 100 milliliter bevat nie.

1.5 *Temperatuur:*

Moet in maksimum van 25 °C wees.

No. 991

18 May 1984

REQUIREMENTS FOR THE PURIFICATION OF
WASTE WATER OR EFFLUENT

By virtue of the powers vested in me by section 21 (1) (a) of the Water Act, 1956 (Act 54 of 1956) I, Sarel Antoine Strydom Hayward, in my capacity as Minister of Environment Affairs and Fisheries, hereby prescribe the following requirements for the purification of waste water or effluent produced by or resulting from the use of water for industrial purposes.

1. SPECIAL STANDARD:

Quality standards for waste water or effluent arising in the catchment area draining water to any river specified in Schedule I or a tributary thereof at any place between the source thereof and the point mentioned in the Schedule, in so far as such catchment area is situated within the territory of the Republic of South Africa.

1.1 *Colour, odour or taste:*

The waste water or effluent shall not contain any substance in a concentration capable of producing any colour, odour or taste.

1.2 *pH:*

Shall be between 5,5 and 7,5.

1.3 *Dissolved oxygen:*

Shall be at least 75 per cent saturation.

1.4 *typical (faecal) coli:*

The waste water or effluent shall contain no typical (faecal) coli per 100 millilitres.

1.5 *Temperature:*

Shall be a maximum of 25 °C.

1.6 *Chemiese suurstofvereiste:*

Mag nie meer as 30 milligram per liter, nadat die chloriedkorreksie aangebring is, wees nie.

1.7 *Geabsorbeerde suurstof:*

Die suurstof geabsorbeer uit suur N/80 kaliumpermanganaat in 4 uur by 27 °C mag nie meer as 5 milligram per liter wees nie.

1.8 *Geleidingsvermoë:*

1.8.1 Mag nie tot meer as 15 persent bo dié van die toevoerwater verhoog word nie.

1.8.2 Die geleidingsvermoë van enige water, afvalwater of afloop wat vanaf 'n gebied bedoel in artikel 21 (6) van die voormelde Waterwet sytel of dreineer, mag nie 250 milli-Siemens per meter (soos vasgestel by 25 °C) oorskry nie.

1.9 *Vaste stowwe in suspensie:*

Mag nie meer as 10 milligram per liter wees nie.

1.10 *Natriumgehalte:*

Mag nie tot meer as 50 milligram per liter bo dié van die toevoerwater verhoog word nie.

1.11 *Seep, olie of vetterigheid:*

Geen.

1.12 *Ander bestanddele:*

1.12.1 *Bestanddele:*

	Maksimum konsentrasie in milligram per liter
Oorblywende chloor (as Cl)	Nul
Vry ammoniak en geboonde ammoniumsoute (as N)	1,0
Nitrate (as N)	1,5
Arsen (as As)	0,1
Boor (as B)	0,5
Totale chroom (as Cr)	0,05
Koper (as Cu)	0,02
Fenoliese verbindings (as Fenol)	0,01
Lood (as Pb)	0,1
Oplosbare ortofosfaat (as P)	1,0
Yster (as Fe)	0,3
Mangaan (as Mn)	0,1
Sianiede (as Cn)	0,5
Sulfiede (as S)	0,05
Fluoried (as F)	1,0
Sink (as Zn)	0,3
Kadmium (as Cd)	0,05
Kwik (as Hg)	0,02
Selen (as Se)	0,05

1.6 *Chemical oxygen demand:*

Not to exceed 30 milligrams per litre after applying the chloride correction.

1.7 *Oxygen absorbed:*

The oxygen absorbed from acid N/80 potassium permanganate in 4 hours at 27 °C shall not exceed 5 milligrams per litre.

1.8 *Conductivity:*

1.8.1 Not to be increased by more than 15 per cent above that of the intake water.

1.8.2 The conductivity of any water, waste water or effluent seeping or draining from any area referred to in section 21 (6) of the aforementioned Water Act shall not exceed 250 milli-Siemens per metre (determined at 25 °C).

1.9 *Suspended solids:*

Not to exceed 10 milligrams per litre.

1.10 *Sodium content:*

Not to be increased by more than 50 milligrams per litre above that of the intake water.

1.11 *Soap, oil or grease:*

None.

1.12 *Other constituents:*

1.12.1 *Constituents:*

	Maximum concentration in milligrams per litre
Residual chlorine (as Cl)	Nil
Free and saline ammonia (as N)	1,0
Nitrates (as N)	1,5
Arsenic (as As)	0,1
Boron (as B)	0,5
Total chromium (as Cr)	0,05
Copper (as Cu)	0,02
Phenolic compounds (as phenol)	0,01
Lead (as Pb)	0,1
Soluble ortho phosphate (as P)	1,0
Iron (as Fe)	0,3
Manganese (as Mn)	0,1
Cyanides (as Cn)	0,5
Sulphides (as S)	0,05
Fluoride (as F)	1,0
Zinc (as Zn)	0,3
Cadmium (as Cd)	0,05
Mercury (as Hg)	0,02
Selenium (as Se)	0,05

1.12.2 The waste water or effluent shall contain no other constituents in concentrations which are poisonous or injurious to trout or other fish or other forms of aquatic life.

2. **SPECIAL STANDARD FOR PHOSPHATE:**

Waste water or effluent arising in the catchment area within which water is drained to any river specified in Schedule II or a tributary thereof at any place between the source thereof and the point mentioned in the schedule, in so far as such catchment area is situated within the territory of the Republic of South Africa shall not contain soluble ortho phosphate (as P) in a higher concentration than 1,0 milligram per litre.

3. **GENERAL STANDARD:**

Quality standards for waste water or effluent arising in any area other than an area in which the SPECIAL STANDARD is applicable, as described in paragraph 1.

3.1 *Colour, odour or taste:*

The waste water or effluent shall not contain any substance in a concentration capable of producing any colour, odour or taste.

3.2 *pH:*

Shall be between 5,5 and 9,5.

1.12.2 Die afvalwater of afloop mag geen ander bestanddele in konsentrasies wat giftig of skadelik is vir forelle of ander vissoorte of ander vorms van waterlewe, bevat nie.

2. **SPEZIALE STANDAARD VIR FOSFAAT:**

Afvalwater of afloop wat ontstaan in die opvanggebied waarin water afloop na enige rivier in Bylae II genoem of 'n takrivier daarvan op enige plek tussen die oorsprong daarvan en die punt in die Bylae vermeld, in soverre sodanige opvanggebied binne die grondgebied van die Republiek van Suid-Afrika geleë is, mag nie oplosbare ortofosfaat (as P) in 'n hoër konsentrasie as 1,0 milligram per liter bevat nie.

3. **ALGEMENE STANDAARD:**

Gehaltestandaarde vir afvalwater of afloop wat in enige ander gebied ontstaan as 'n gebied waarin die SPEZIALE STANDAARD van toepassing is soos omskryf in paragraaf 1.

3.1 *Kleur, reuk of smaak:*

Die afvalwater of afloop mag geen stof in 'n konsentrasie wat 'n kleur, reuk of smaak kan veroorsaak, bevat nie.

3.2 *pH:*

Moet tussen 5,5 en 9,5 wees.

3.3 *Opgeloste suurstof:*

Moet 'n versadigingspeil van minstens 75 persent bevat.

3.4 *Tipiese (fekale) coli:*

Die afvalwater of afloop mag geen tipiese (fekale) coli per 100 milliliter bevat nie.

3.5 *Temperatuur:*

Moet in maksimum van 35 °C wees.

3.6 *Chemiese suurstofvereiste:*

Mag nie meer as 75 milligram per liter, nadat die chloorkorreksie aangebring is, wees nie.

3.7 *Geabsorbeerde suurstof:*

Die suurstof geabsorbeer uit suur N/80 kaliumpermanganaat in 4 uur by 27 °C mag nie meer as 10 milligram per liter wees nie.

3.8 *Geleidingsvermoë:*

3.8.1 Mag nie tot meer as 75 milli-Siemens per meter (soos vasgestel by 25 °C) bo dié van die toevoerwater verhoog word nie.

3.8.2 Die geleidingsvermoë van enige water, afvalwater of afloop wat vanaf 'n gebied bedoel in artikel 21 (6) van die voormelde Waterwet sytel of dreineer mag nie 250 milli-Siemens per meter (soos vasgestel by 25 °C) oorskry nie.

3.9 *Vaste stowwe in suspensie:*

Mag nie meer as 25 milligram per liter wees nie.

3.10 *Natriumgehalte:*

Mag nie tot meer as 90 milligram per liter bo dié van die toevoerwater verhoog word nie:

3.11 *Seep, olie of vetterigheid:*

Mag nie meer as 2,5 milligram per liter wees nie.

3.12 *Ander bestanddele:*

3.12.1 *Bestanddele:*

	Maksimum konsentrasie in milligram per liter
Oorblywende chloor (as Cl ₂).....	0,1
Vry ammoniak en gebonde ammoniumsoute (as N)	10,0
Arsen (as As).....	0,5
Boor (as B).....	1,0
Seswaardige chroom (as Cr).....	0,05
Totale chroom (as Cr).....	0,5
Koper (as Cu).....	1,0
Fenoliese verbindings (as Fenol).....	0,1
Lood (as Pb).....	0,1
Sianiede (as Cn).....	0,5
Sulfoxide (as S).....	1,0
Fluoried (as F).....	1,0
Sink (as Zn).....	5,0
Mangaan (as Mn).....	0,4
Kadmium (as Cd).....	0,05
Kwik (as Hg).....	0,02
Selen (as Se).....	0,05

3.12.2 Die totaal van die konsentrasies van die volgende metale mag nie 1 mg/l oorskry nie: Kadmium (as Cd), chroom (as Cr), koper (as Cu), kwik (as Hg) en lood (as Pb).

3.12.3 Die afvalwater of afloop mag geen ander bestanddele in konsentrasies wat giftig of skadelik is vir mense, diere, vir uitgesonder forelle, of ander vorms van waterlewe of wat nadelig is vir landbougebruik, bevat nie.

4. TOETSMETODES:

Alle toetse moet uitgevoer word ooreenkomstig die metodes voorgeskryf deur en verkrygbaar by die Suid-Afrikaanse Buro vir Standaarde, vermeld in die Wet op Standaarde, No. 30 van 1982, soos gelys in Bylae III.

3.3 *Dissolved oxygen:*

Shall be at least 75 per cent saturation.

3.4 *Typical (faecal) coli:*

The waste water or effluent shall not contain any typical (faecal) coli per 100 millilitres.

3.5 *Temperature:*

Shall be a maximum of 35 °C.

3.6 *Chemical oxygen demand:*

Not to exceed 75 milligrams per litre after applying the chloride correction.

3.7 *Oxygen absorbed:*

The oxygen absorbed from acid N/80 potassium permanganate in 4 hours at 27 °C shall not exceed 10 milligrams per litre.

3.8 *Conductivity:*

3.8.1 Not to be increased by more than 75 milli-Siemens per metre (determined at 25 °C) above that of the intake water.

3.8.2 The conductivity of any water, waste water or effluent seeping or draining from any area referred to in section 21 (6) of the aforementioned Water Act shall not exceed 250 milli-Siemens per metre (determined at 25 °C).

3.9 *Suspended solids:*

Not to exceed 25 milligrams per litre.

3.10 *Sodium content:*

Not to be increased by more than 90 milligrams per litre above that of the intake water.

3.11 *Soap, oil or grease:*

Not to exceed 2,5 milligrams per litre.

3.12 *Other constituents:*

3.12.1 *Constituents:*

	Maximum concentration in milligrams per litre
Residual chloride (as Cl ₂).....	0,1
Free and saline ammonia (as N).....	10,0
Arsenic (as As).....	0,5
Boron (as B).....	1,0
Hexavalent chromium (as Cr).....	0,05
Total chromium (as Cr).....	0,5
Copper (as Cu).....	1,0
Phenolic compound (as phenol).....	0,1
Lead (as Pb).....	0,1
Cyanides (as Cn).....	0,5
Sulphides (as S).....	1,0
Fluoride (as F).....	1,0
Zinc (as Zn).....	5,0
Manganese (as Mn).....	0,4
Cadmium (as Cd).....	0,05
Mercury (as Hg).....	0,02
Selenium (as Se).....	0,05

3.12.2 The sum of the concentrations of the following metals shall not exceed 1 mg/l: Cadmium (as Cd), chromium (as Cr), copper (as Cu), mercury (as Hg) and lead (as Pb).

3.12.3 The waste water or effluent shall contain no other constituents in concentrations which are poisonous or injurious to humans, animals, fish other than trout, or other forms of aquatic life, or which are deleterious to agricultural use.

4. METHODS OF TESTING:

All tests shall be carried out in accordance with methods prescribed by and obtainable from the South African Bureau of Standards, referred to in the Standards Act, No. 30 of 1982, as listed in Schedule III.

Nota

(a) Verdere inligting en verduideliking kan verkry word by die Direkteur-generaal: Omgewingsake, Privaatsak X313, Pretoria 0001.

(b) Goewermentskennisgewings R. 553 van 5 April 1962, R. 969 van 22 Junie 1962 en R. 1567 van 1 Augustus 1980 word hiermee teruggetrek.

Note

(a) Further information and elucidation may be obtained from the Director-General: Environment Affairs, Private Bag X313, Pretoria, 0001.

(b) Government Notices R. 553 of 5 April 1962, R. 969 of 22 June 1962 and R. 1567 of 1 August 1980 are hereby withdrawn.

BYLAE I

OPVANGGEBIEDE BINNE DIE GRONDGEBIED VAN DIE REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA WAARIN AFVALWATER OF AFLOOP GESUTWER MOET WORD OM AAN DIE SPESIALE STANDAARD TE VOLDOEN

Afdeling of distrik

1. Houtbaai- en rivier tot by getywater	Kaap.
2. Eersterivier tot by getywater	Stellenbosch.
3. Lourens- en rivier tot by getywater	Stellenbosch.
4. Steenbaai- en rivier tot by getywater	Caledon.
5. Berg- en Dwarsrivier tot by hul samevloeiing	Stellenbosch.
6. Klein Berg- en rivier tot by Vogelvliesdam	Tulbagh.
7. Elands- en Spoderendrivier tot by hul samevloeiing	Caledon.
8. Winterrivier tot by sy samevloeiing met Broederivier	Paarl, Wellington, Worcester, Tulbagh.
9. Dwarsrivier tot by die afdelingsgrens van Ceres	Ceres.
10. Olifantsrivier tot by die afdelingsgrens van Ceres	Ceres.
11. Hellsloot- en Smalblaar- (of Molenaars-) rivier tot by hul samevloeiing met die Broederivier	Paarl en Worcester.
12. Hexrivier tot by sy samevloeiing met die Broederivier	Ceres en Worcester.
13. Vanstadensrivier tot by getywater	Port Elizabeth.
14. Buffelsrivier vanaf die Ciskei-grens tot waar dit die munisipale gebied van King William's Town binnegaan	King William's Town.
15. Swart Kei- en Klippaarivier tot by hul samevloeiing	Tarka, Queenstown en Cathcart.
16. Bongolarivier tot by Bongoladam	Queenstown.
17. Kubusierivier tot by die munisipale grens van Stutterheim	Stutterheim.
18. Langkloof- en Kraaivier tot by hul samevloeiing	Barkly-Oos.
19. Klein Tsomo- en rivier tot by die Transkeise grens	St Marks.
20. Xukarivier tot by die distriksgrens van Elliot	Elliot.
21. Tsitsa- en Inxurivier tot by hul samevloeiing	Maclear, Mount Fletcher, Tsolo en Qumbu.
22. Mvenyane- en Umzimvuburivier tot by die Transkeise grens	Mantatele, Mount Currie en Mount Ayliff.
23. Umzimbarivier tot by die Transkeise grens	Mount Currie.
24. Ingwangwanarivier tot by sy samevloeiing met die Umzimkularivier	Umzinkulu, Mount Currie, Polela en Underberg.
25. Umzinkulu- en Polelarivier tot by hul samevloeiing	Underberg en Polela.
26. Elandsrivier tot by die Pietermaritzburg-Bulwerboofweg	Impendle.
27. Umtamvuma- en Wezzarivier tot by hul samevloeiing	Bizana en Alfred.
28. Umkomaas- en Izingarivier tot by hul samevloeiing	Impendle, Polela en Underberg.
29. Lunanrivier tot by sy samevloeiing met die Umkomaasrivier	Polela.
30. Sitondiwanaspruit tot by sy samevloeiing met die Umkomaasrivier	Impendle.
31. Ingudwinrivier tot by die distriksgrens van Polela	Polela.
32. Inkonzarivier tot by die brug op die Donnybrook-Creightonpad	Polela en Ixopo.
33. Umlaarivier tot by die brug op Distrikspad 334 op die plaas Maybole	Richmond.
34. Umgeni- en Lionsrivier tot by hul samevloeiing	Impendle en Lionsrivier.
35. Mooirivier tot by die padbrug by Rosetta	Estcourt en Lionsrivier.
36. Klein Mooi- en Hlatikularivier tot by hul samevloeiing	Estcourt.
37. Boesmansrivier tot by Wagendrietsdam	Estcourt.
38. Klein Tugelarivier en Sterkspruit tot by hul samevloeiing	Estcourt.
39. M'Lambonjwa- en Mhlawazenrivier tot by hul samevloeiing	Bergville.
40. Mnweni- en Sandhwanarivier tot by hul samevloeiing	Bergville.
41. Tugelarivier tot by sy samevloeiing met Kombespruit	Bergville.
42. Inyamvubu- (of Mnyamvubu-) rivier tot by Craigie Burdam	Umvoti.
43. Umvoirivier tot by die brug op die Seven Oaks-Rietvlei-pad	Umvoti.
44. Yartowrivier tot by sy samevloeiing met die Karkloofrivier	Lionsrivier.
45. Incandu- en Neibidwanerivier tot by hul samevloeiing	Newcastle.
46. Ingogorivier tot by sy samevloeiing met die Harterivier	Newcastle.
47. Pivaanrivier tot by sy samevloeiing met Soemelspruit	Utrecht.
48. Slangrivier en die Wakkerstroom tot by hul samevloeiing	Utrecht en Wakkerstroom.
49. Elands- en Swartkopsrivier tot by hul samevloeiing	Belfast en Carolina.
50. Alle sytakke van die Komatirivier tussen Nooitgedesdam en sy samevloeiing met en insluitende Zevenfonteinspruit	Belfast en Carolina.
51. Seekoelspruit tot by sy samevloeiing met Buffelspruit	Carolina.
52. Krokodilrivier en Buffelskloofspruit tot by hul samevloeiing	Belfast en Lydenburg.
53. Alle sytakke van die Steelpoortrivier tot by sy samevloeiing met en insluitende die Dwarsrivier	Lydenburg, Belfast, Middelburg, Groblersdal.
54. Potspruit tot by sy samevloeiing met die Watervalrivier	Lydenburg.
55. Dorpsrivier (of Spekboomrivier) tot by sy samevloeiing met die Marambanspruit	Lydenburg.
56. Ohrigstadrivier tot by Ohrigstaddam	Lydenburg.
57. Klein Spekboomrivier tot by sy samevloeiing met die Spekboomrivier	Lydenburg.
58. Blyderivier tot by die munisipale grens van Pilgrim's Rest	Pilgrim's Rest.
59. Sabierivier tot by die munisipale grens van Sabie	Pilgrim's Rest.
60. Nelsrivier tot by die distriksgrens van Pilgrim's Rest	Pilgrim's Rest.
61. Huuthoslooprivier tot by die distriksgrens van Lydenburg	Lydenburg en Pilgrim's Rest.
62. Blinkwaterspruit tot by Longmeredam	Nelspruit.
63. Alle strome wat in die Ebenezerdam in die Groot-Letabarivier invloei	Pietersburg en Letaba.
64. Dokolewarivier tot by sy samevloeiing met die Politzrivier	Pietersburg en Letaba.
65. Ramadjepranrivier tot by die Merenskydam op die plaas Westfalia 223, Letaba	Letaba.
66. Pienaarivier en sytakke tot by Bophuthatswanagrens	Pretoria, Cullinan en Warmbad.

SCHEDULE I

CATCHMENT AREAS WITHIN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF SOUTH AFRICA IN WHICH WASTE WATER OR EFFLUENT MUST BE PURIFIED TO COMPLY WITH THE SPECIAL STANDARD

District or district

1. Hout Bay River to tidal water	Cape.
2. Eerste River to tidal water	Stellenbosch.
3. Lourens River to tidal water	Stellenbosch.
4. Steenbras River to tidal water	Caledon.
5. Berg and Dwaars Rivers to their confluence	Stellenbosch.
6. Little Berg River to Vogelvllei weir	Tulbagh.
7. Elands and Sonderend Rivers to their confluence	Caledon.
8. Witte River to confluence with Broede River	Paarl, Wellington, Worcester, Tulbach.
9. Dwaars River to Ceres divisional boundary	Ceres.
10. Olifants River to the Ceres divisional boundary	Ceres.
11. Helstoot and Smaalblaar (or Molenkars) Rivers to their confluence with Broede River	Paarl and Worcester.
12. Hex River to its confluence with Broede River	Ceres and Worcester.
13. Van Staden's River to tidal water	Port Elizabeth.
14. Buffalo River from the Ciskei border to where it enters the King William's Town municipal area	King William's Town.
15. Swart Kei and Klipplaat Rivers to their confluence	Tarka, Queenstown and Cathcart.
16. Bongola River to Bongola Dam	Queenstown.
17. Kubsie River to the Stutterheim municipal boundary	Stutterheim.
18. Langdoof and Kraal Rivers to their confluence	Barkly East.
19. Little Tsomo River to the Transkei border	St Marks.
20. Xuka River to the Elliot district boundary	Elliot.
21. Tsitsa and Inxu Rivers to their confluence	Maclear, Mount Fletcher, Tsolo and Qumbu.
22. Mvenyane and Umzimvuba Rivers to the Transkei border	Matielie, Mount Currie and Mount Ayliff.
23. Umzimhlara River to the Transkei border	Mount Currie.
24. Ingwangwana River to its confluence with Umzimhula River	Umzimkulu, Mount Currie, Polesk and Underberg.
25. Umzimkulu and Polesk Rivers to their confluence	Underberg and Polesk.
26. Elands River to the Pietermaritzburg-Bulwer main road	Impendle.
27. Umzimvuba and Weza Rivers to their confluence	Bizana and Alfred.
28. Umkomas and Izinga Rivers to their confluence	Impendle, Polesk and Underberg.
29. Lurane River to its confluence with the Umkomas River	Polesk.
30. Simuodjwana Spruit to its confluence with the Umkomas River	Impendle.
31. Inudwini River to the Polesk district boundary	Polesk.
32. Inkonza River to the bridge on the Donnybrook-Creighton road	Polesk and Ixopo.
33. Umlaas to the bridge on District Road 334 on the farm Maybole	Richmond.
34. Umgeni and Lions Rivers to their confluence	Impendle and Lions River.
35. Mooi River to the road bridge at Rosetta	Estcourt and Lions River.
36. Little Mooi and Hlatikula Rivers to their confluence	Estcourt.
37. Bushmans River to Wagendrift Dam	Estcourt.
38. Little Tugela River and Sterkspruit to their confluence	Estcourt.
39. M'Lambonjwa and Mhlawazeni Rivers to their confluence	Bergville.
40. Mweni and Sandhlwana Rivers to their confluence	Bergville.
41. Tugela River to its confluence with the Kombe Spruit	Bergville.
42. Inyamvubu (or Mnyamvubu) River to Craigie Burn Dam	Umvoti.
43. Umvoti River to the bridge on the Seven Oaks-Rietvllei road	Umvoti.
44. Yarrow River to its confluence with the Karkloof River	Lions River.
45. Incandu and Ncibidwane Rivers to their confluence	Newcastle.
46. Ingogo River to its confluence with the Harte River	Newcastle.
47. Pivaan River to its confluence with Soetmelkspruit	Utrecht.
48. Slang River and the Wakkerstroom to their confluence	Utrecht and Wakkerstroom.
49. Elands and Swartkops Rivers to their confluence	Belfast and Carolina.
50. All tributaries of the Komati River between Nooitgedacht Dam and its confluence with and including Zevenfontein Spruit	Belfast and Carolina.
51. Seekoekspruit to its confluence with Buffelspruit	Carolina.
52. Crocodile River and Buffelskloofspruit to their confluence	Belfast and Lydenburg.
53. All tributaries of the Steelpoort River down to its confluence with and including the Dwaars River	Lydenburg, Belfast, Middelburg, Groblersdal.
54. Pitspruit to its confluence with the Waterval River	Lydenburg.
55. Dorps River (or Spekboom River) to its confluence with the Marambanspruit	Lydenburg.
56. Ohrigstad River to the Ohrigstad Dam	Lydenburg.
57. Klein-Spekboom River to its confluence with the Spekboom River	Lydenburg.
58. Blyde River to the Pilgrim's Rest municipal boundary	Pilgrim's Rest.
59. Sabie River to the Sabie municipal boundary	Pilgrim's Rest.
60. Nels River to the Pilgrim's Rest district boundary	Pilgrim's Rest.
61. Houtbosloop River to the Lydenburg district boundary	Lydenburg, and Pilgrim's Rest.
62. Blinkwaterspruit to Longmere Dam	Nelspruit.
63. All streams flowing into Ebenezer Dam on the Great Letaba River	Pietersburg and Letaba.
64. Dokolewa River to its confluence with the Politz River	Pietersburg and Letaba.
65. Ramadipea River to the Merensky Dam on the farm Westfalia 223, Letaba	Letaba.
66. Pienaars River and tributaries up to Bophuthatswana Boundary	Pretoria, Cullinan and Warmbad.

BYLAE II

OPVANGGEBIEDE BINNE DIE GRONDGEBIED VAN DIE REPUBLIEK VAN SUID-AFRIKA WAARIN AFVALWATER OF AFLOOP GESUIWER MOET WORD OM GEEN OPLOSBAAR ORTOFOSFAAT (AS P) IN HOER KONSENTRASIE AS 1,0 MILLIGRAM PER LITER TE BEVAT NIE

- (i) Vaalrivier stroomop en met insluiting van Bloembhofdam;
- (ii) Pienaarivier en Krokodilrivier stroomop van hul samevloeiing;
- (iii) Groot Ollifantivier stroomop en met insluiting van Loskopdam;
- (iv) Umgenirivier stroomop van die invloed van getywater;
- (v) Umlaasrivier stroomop van sy uitmonding in die see;
- (vi) Buffelsrivier stroomop en met insluiting van Bridle Driftdam;
- (vii) Berg Rivier stroomop van die invloed van getywater.

BYLAE III

ONTLEDING VAN UITVLOEISEL: STANDAARD TOETSMETODES VAN SABS

	Verwysingsnommer van die SABS
Ammoniak—vry van gebonde ammoniumsoute	217
Arseen	200
Bakteriologies—fekale coliform, ens.	221
Boor	1 053
Chloor—oortlywende	1 052
Chloried	202
Chroom—totaal	1 054
Chroom VI	206
Fenoliese verbindinge	211
Fluoried	205
Fosfaat—orto	1 055
Geleidingsvermoë	1 057
Hardheid—totaal	215
Kadmium	201
Kalsiumhardheid	216
Kleur	198
Koper	203
Kwik	1 059
Lood	208
Magnesium	1 071
Mangaan	209
Natrium	1 050
Nitraat plus nitriet	210
Nitriet	219
Olle en vettegheid	1 051
pH	11
Seleen	1 058
Sianied	204
Sink	214
Sulfaat	212
Sulfied	1 056
Suurstof—geabsorbeer	220
Suurstof—opgelos	1 047
Suurstofvereiste (chemies)	1 048
Troebelheid	197
Vaste stowwe in suspensie	1 049
Yster	207

SCHEDULE II

CATCHMENT AREAS WITHIN THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF SOUTH AFRICA IN WHICH WASTE WATER OR EFFLUENT MUST BE PURIFIED TO CONTAIN NO SOLUBLE ORTHO PHOSPHATE (AS P) IN A HIGHER CONCENTRATION THAN 1,0 MILLI-GRAM PER LITRE

- (i) Vaal River upstream and inclusive of the Bloembhof Dam;
- (ii) Pienars and Crocodile Rivers upstream of their confluence;
- (iii) Great Ollifants River upstream and inclusive of the Loskop Dam;
- (iv) Umgeni River upstream of the influence of tidal water;
- (v) Umlaas River upstream of its point of discharge into the sea;
- (vi) Buffels River upstream and inclusive of the Bridle Drift Dam;
- (vii) Berg River upstream of the influence of tidal water.

SCHEDULE III

EFFLUENT ANALYSIS: SABS STANDARD TEST METHODS

	Reference number of SABS
Ammonia—free and saline	217
Arsenic	200
Bacteriological—faecal coliform, etc.	221
Boron	1 053
Cadmium	201
Calcium hardness	216
Chemical oxygen demand	1 048
Chloride	202
Chlorine—residual	1 052
Chromium—total	1 054
Chromium VI	206
Colour	198
Conductivity	1 057
Copper	203
Cyanide	204
Fluoride	205
Hardness—total	215
Iron	207
Lead	208
Magnesium	1 071
Manganese	209
Mercury	1 059
Nitrate plus nitrite	210
Nitrite	219
Oil and grease	1 051
Oxygen absorbed	220
Oxygen demand (chemical)	1 048
Oxygen dissolved	1 047
pH	11
Phenolic compound	211
Phosphate—orto	1 055
Selenium	1 058
Sodium	1 050
Solids—suspended	1 049
Sulphate	212
Sulphide	1 056
Turbidity	197
Zinc	214

No. 1016 18 Mei 1984

VERBOD OP DIE BRAND VAN BOSAFVAL.—DISTRIKTE ERMELO/CAROLINA/WATERVERVAL-BOVEN

Kragtens die bevoegdheid my verleen by artikel 12 (1) (A) van die Boswet, 1968 (Wet 72 van 1968), soos gewysig, bepaal ek hierby dat, in die gebiede waarvan die grense in die Bylae hiervan omskryf, geen persoon vanaf 1 Junie 1984 tot en met 31 Oktober 1984 bosafval mag verbrand nie.

S. A. S. HAYWARD, Minister van Omgewingsake en Visserye.

BYLAE

SUIDELIKE GRENS

Vanaf die punt waar die Ermelo/Amsterdampad die westelike grens van die plaas Steenkoolspruit 275 IT kruis, daarvandaan in 'n oostelike rigting tot by Amsterdam, en verder tot by Nerston aan die Swazilandgrens.

No. 1016 18 May 1984

PROHIBITION ON THE BURNING OF SLASH.—DISTRICTS OF ERMELO/CAROLINA/WATERVERVAL-BOVEN

Under the powers vested in me by section 12 (1) (A) of the Forest Act, 1968 (Act 72 of 1968), as amended, I hereby provide that in the areas the boundaries of which are defined in the Schedule hereto, no person shall from 1 June 1984 up to and including 31 October 1984 burn any plantation slash.

S. A. S. HAYWARD, Minister of Environment Affairs and Fisheries.

SCHEDULE

SOUTHERN BOUNDARY

From the point where the Ermelo/Amsterdam Road crosses the western boundary of the farm Steenkoolspruit 275 IT; thence in an easterly direction to Amsterdam, and further to Nerston on the Swaziland Border.

BYLAE F:

Brosjure vir

Bio ensiem-samestellings wat komersieël beskikbaar is,

soos vervaardig deur:

SANNITREE (PTY) LTD. en SERVAC (PTY) LTD.



“SANNITREE” BIO-ENSIEM KORRELS

“Put toilette”, septiese tenks en afvoerstelsels wat nie direk verbind is met hoof riool-netwerke nie is baie vatbaar vir verstoppings weens drie hoof oorsake.

1. Vette, olierigheid en proteïene is geneig om op die oppervlakte van tenks te dryf en 'n laag te vorm wat verhoed dat suurstof die organismes daaronder bereik. Hierdie organismes, wat verantwoordelik is vir die opbreek en vertering van die vaste stowwe, benodig suurstof om te kan lewe en vermenigvuldig, en as hulle doodgaan sal die “put”, septiese tenk en rioolafleidings opbou funksioneer en verstop raak.
2. Baie “put”-toilette en septiese tenks, veral dié op plase, by vakansiehuise, karavaan-parke, hotels, ens word nie herhaaldelik gebruik gedurende sekere tydperke van die jaar nie en word dan oorlaai gedurende vakansieseisoene. Gedurende die periodes van min/lae gebruik droog die tenk op met die gevolg dat die organismes sterf: hierdie tenks word dan teen volle kapasiteit gebruik gedurende die plukseisoen en vakansietye, met die gevolg dat hulle oorstroom voordat die voordelige organismes kan vermenigvuldig tot so 'n mate dat hulle die afval genoegsaam kan afbreek sodat dit kan wegsyfer.
3. Organismes sterf omdat opwasmiddels en ontsmettingsmiddels gebruik word wat hulle vernietig.

BIO-ENSIEM KORRELS is wetenskaplik saamgestel om bogenoemde probleme die hoof te bied en het die volgende voordele:

- (a) Dit bevat 'n mengsel van miljoene mikro-organismes en ensiemes wat vette, olies, proteïene stysel en sellulose afbreek — derhalwe herstel dit die natuurlike balans in die septiese tenk of syferriole.
- (b) Bevat organismes wat die swawel waterstof, wat bakterieë vrystel, onderdruk en sodoende slegte reuke voorkom.
- (c) Bly on-aktief totdat dit deur lou water geaktiveer word en eenvoudig in die toilet gegooi word as 'n gereelde onderhoudsaksie.
- (d) Maak septiese tenk en riole oop en bespaar oopgrawings, loodgieterswerk, heropbouing en verminder in putte.

SANNITREE BIO-ENZYME — SEWAGE TREATMENT SYSTEMS

USE:

- 1) SANNITREE extends the useful life of septic tank soak-aways, pit latrines, cesspools etc.

Fats, oils and greases gradually line the walls of such effluent disposal systems, thus nullifying the permeability of the soil and its potential for absorption.

SANNITREE breaks down this lining, thereby facilitating ongoing effluent disposal through liquid drainage. Considerable savings therefore result from not having to replace such systems. Regular use of SANNITREE ensures peak performance of such systems and dramatically extends the desludging cycle, thereby resulting in further savings.

- 2) SANNITREE dramatically increases the liquefaction of sewage waste.

Where sewage treatment systems have been overloaded through excessive use, overloaded after non-use, or biologically destroyed through the introduction of acids, alkalis, disinfectants etc., SANNITREE will quickly and hygienically liquefy the bulk sewage produced and eliminate back-up by breaking down the fats, oils, grease, proteins, starches and cellulose. It can then be used to prime or re-start the biological process.

- 3) SANNITREE reduces offensive odours in the sewage.

In environmental terms, the litmus test for malodour is the human nose, which is the most sensitive measuring instrument available to man. Odours are perceived when in concentrations above detection threshold.

SANNITREE will drastically lower the BOD and COD (Biological and Chemical Oxygen Demand) thereby reducing the odour not only during treatment, but during use of the treated waste as a soil conditioner and fertilizer on lands.

APPLICATION RATE

- i) Determine approximate volume of septic tank, pit latrine, aerobic or anaerobic lagoon etc.
- ii) Mix 60 g of SANNITREE in 1 litre of warm water for every 2000 litres of capacity.
- iii) Allow mixture to stand for 10 minutes and then pour into toilet pan, septic tank or pit latrine. In the case of a lagoon, introduce at inlet.
- iv) Repeat (ii) to (iii) on a monthly cycle as a simple, preventative maintenance procedure, commencing from the date of first treatment.
- v) Bulk sewage can be rapidly liquefied by repeating (ii) and (iii) on Days 1, 3 and 5.

Based on experience, the average dosage rates given above normally produce satisfactory results. Application may have to be adjusted for particular circumstances, however. Temperature and introductory conditions should, as far as possible, be ideal for best results. Where temperatures, for instance, are below 10°C, the recommended dosage should be increased by half again for every 5°C drop in temperature.

BYLAE G:

Tabele vir die

Berekening van afvalwater hoeveelhede

soos vervat in:

"A Guide to the use of Septic Tank Systems in South Afrika";

deur

R. J. L. C. Drews

en

"Septic Tank Systems"

deur

D. C. de Villiers

Rioolafloop vir verskillende grote huise (Drews, 1985, p 11)

Aantal Slaapkamers	Rioolafloop (l/d)
2	680
3	900
4	1140
5	1360

Beraamde rioolafloop vir laer inkomste gebiede waar water vanaf staankrane verry word (De Villiers, 1987, p 6)

Tipe watervoorsiening	Water verbruik liter per persoon per dag
Staankrane in openbare strate	12 tot 15
Enkel op terrein staanpyp tesame met 'n droee rioolstelsel	20 tot 25
Enkel op terrein staanpyp tesame met 'n spoel rioolstelsel	45 tot 55
Enkel binneshuise kraan tesame met 'n spoel rioolstelsel	50 tot 70

Beraamde rioolafloop wat verwag kan word vanaf huise met 'n ten volle binneshuise watervoorsienings stelsel.

Beskrywing	Water verbruik liter per erf
Lae inkomste gebiede (2-3 slaapkamer huise)	
Huise waarvan die waterverbruik nie gemeet word nie	1000
Huise waarvan die waterverbruik gemeet word	840
Middle- tot hoe inkomste groep	
Huise met 2 slaapkamers	700
Huise met 3 slaapkamers	900
Huise met 4 slaapkamers	1100
Huise met 5 slaapkamers	1400
Huise met 6 slaapkamers	1600

Tipiese rioolaflope vir nie residensieele verbruike

Tipe instelling	Meet Eenheid	Afloop Liter / eenheid
Besoeker Sentrums	Besoeker	20
Buiteklub	Besoeker	370
	Werknemer	50
Dag kamp terreinne	Persoon	50
Departementele winkel	Toilet	1850
	Werknemer	40
Diens Stasie	Voertuie bedien	10
Eet saal	Ete bedien	30
Fabriek	Persoon/skof	140
Hospitale: medies	Bed	650
	Werknemer	40
Hospitale: sielkundig	Bed	400
	Werknemer	40
Hotels met privaat badkamers	Persoon	140
Hotels sonder privaat badkamers	Persoon	110
Inkoppie Sentrum	Parkeer plek	5
	Werknemer	40
Kafeteria	Klient	7
	Werknemer	40
Kantoor gebou	Skof werker	90
Karavaanpark met sentrale ablusie geriewe	Persoon	90
Koffie kroeg	Klient	20
	Werknemer	40
Kroeg	Klient	8
Losies huis: Besoeker	Persoon	20
: Inwoner	Persoon	110
Lughawe	Passasier	10
Motel	Bed	90
Muntwasserye	Masjien	2000
Restaurant	Ete bedien	10
Skemer kroeg	Sitplek	70
Skool	Student	40
Slaapsaal	Persoon	140
Swembaddens	Persoon	10
Teater (Inry)	Motor spasie	10
Teaters	Sitplek	10
Tronk	Gevangene	450
	Werknemer	40
Washuis (self bediening)	Was	180

Hierdie vorm van rioolverwydering asook verwerking het 'n baie beperkte toepassing. Die Departement van Waterwese en Bosbou het in 1991 die volgende kriteria neergelê wat deeglik ondersoek moet word alvorens enige vorm van syferputte op 'n terrein toegelaat word:

- * die diepte, absorbeer- en vogretensievermoë van die substrata
- * helling van die terrein
- * nabyheid van ondergrondse asook bogrondse waterbronne
- * aanwending van enige waterbronne wat beïnvloed mag word, veral as dit vir menslike gebruik is en
- * huidige en verwagte bevolkingsdigtheid.

Indien gemeenskappe afhanklik is van bronne wat moontlik deur hierdie tipe stelsel besmet kan word, moet 'n alternatiewe oplossing vir die sanitasieprobleme ondersoek word.

Figuur 3.1 toon 'n vloiediagram met verskilende opsies om die regte rioolafvalwater verwerkingsmetode vir 'n spesifieke grondtoestand te kies vir die verwerking op die terrein.