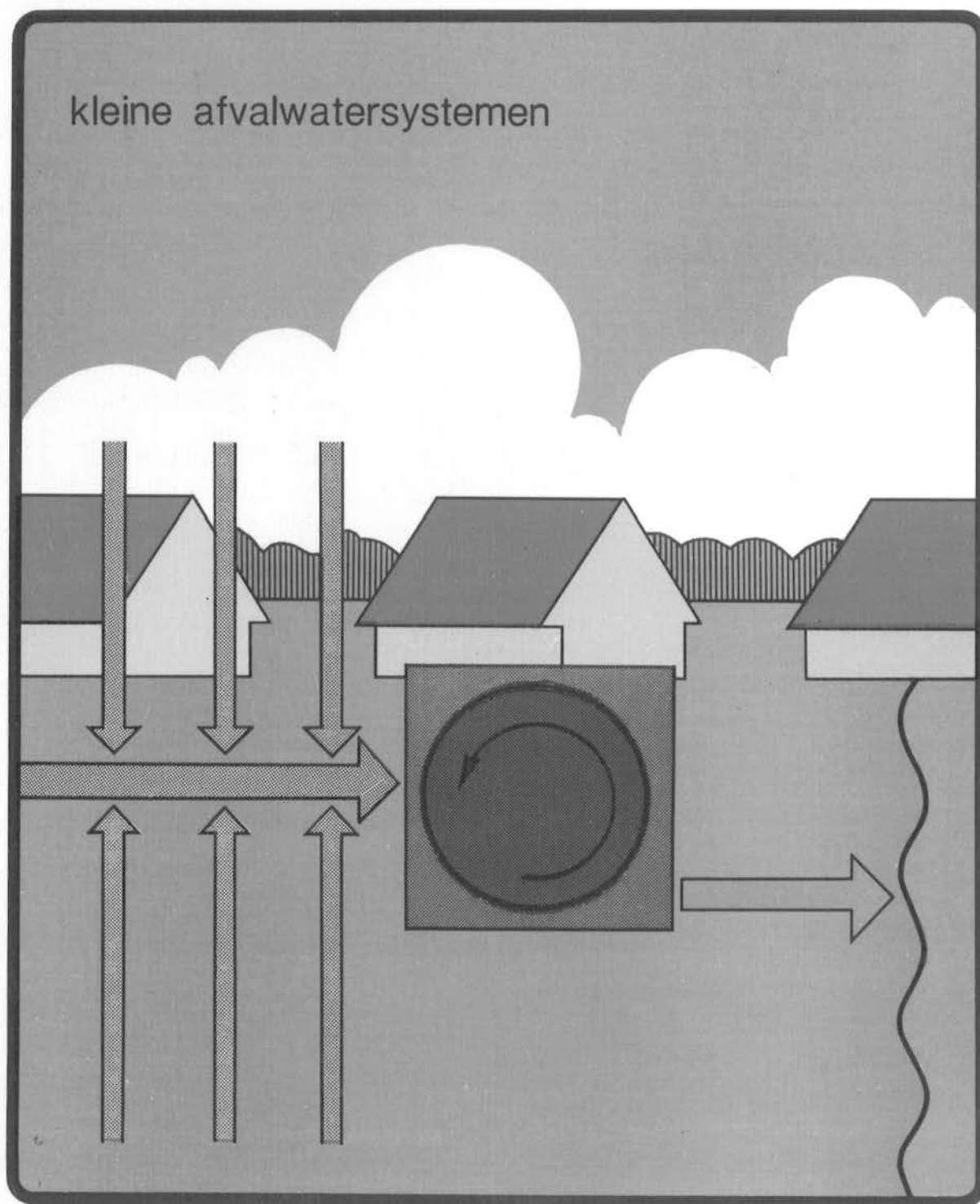
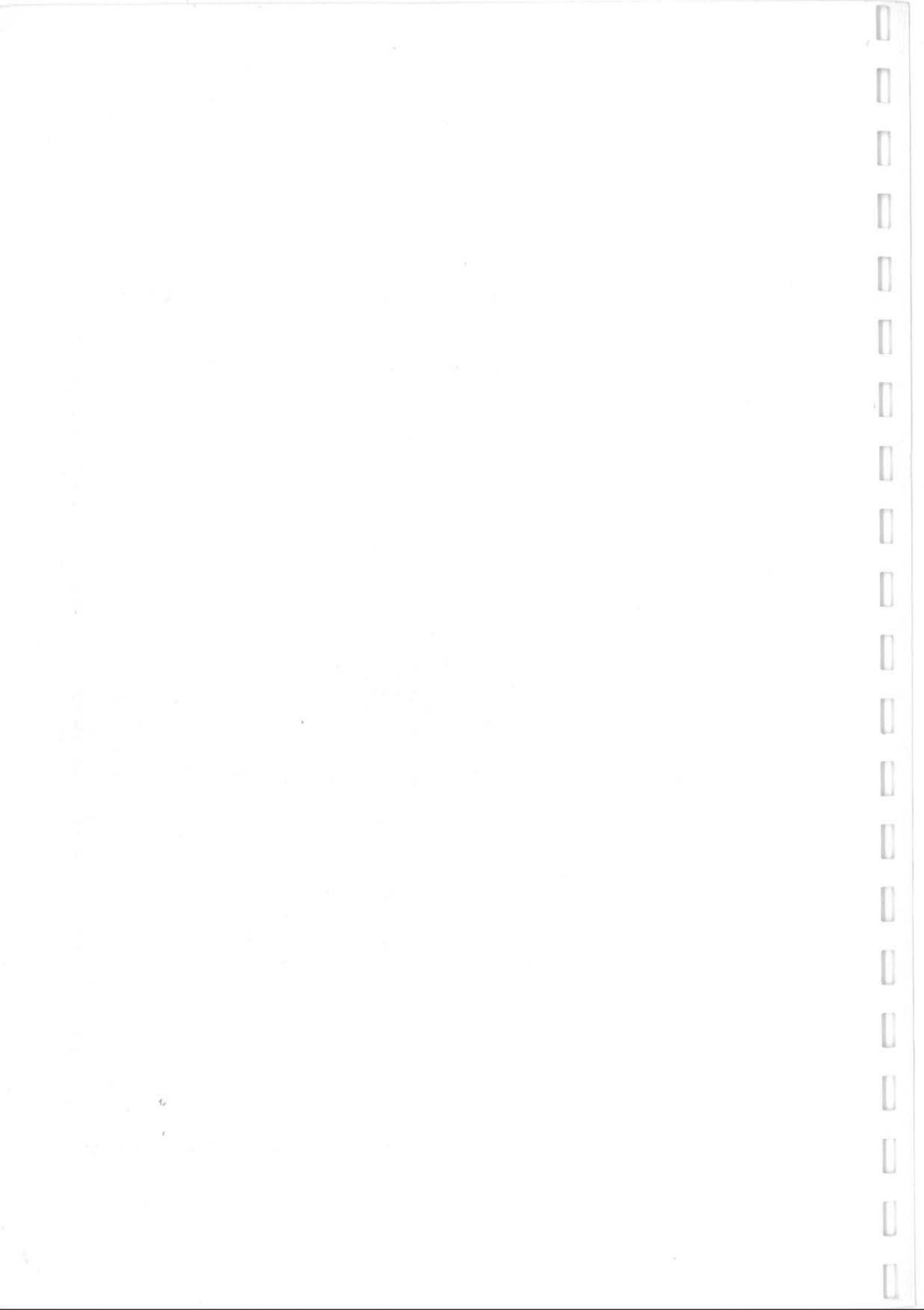


technologisch rapport 8

kleine afvalwatersystemen





kleine afvalwatersystemen

© Witteveen+Bos oktober 1981

In deze serie verschenen:

TR 1	zuivering gistingsgas	1978
TR 2	zuurstofbehoefte en energieverbruik in beluchtingstanks	1978
TR 3	slibkonditioneringsonderzoek op laboratoriumschaal	1979
TR 4	kosten-baten analyse	1979
TR 5	modelmatige aanpak van stankproblemen	1980
TR 6	prognosemodel wegverkeerslawaaï	1980
TR 7	riolering en waterkwaliteit	1981

KLEINE AFVALWATERSYSTEMEN

INHOUDSOPGAVE

blz.

1.	Inleiding	1
2.	Kenmerken van kleine systemen	5
3.	Huishoudelijk afvalwater	9
4.	Onderscheid van componenten	13
5.	Kleine inzamelingssystemen	14
	Diskontinue inzameling	14
	Kontinue inzameling	16
6.	Kleine behandelingssystemen	22
	Inleiding	22
	Systemen voor de behandeling van ongedeeld afvalwater	22
	Systemen voor de behandeling van zwart en grijs water	31
	Huidige stand van zaken in Nederland	33
7.	Systeemkeuze	34
8.	Konklusie	40
9.	Lijst van referenties	41
	Case study	43

KLEINE AFVALWATERSYSTEMEN

1. INLEIDING

De problematiek van de kleine verspreide lozingen kan worden beschouwd als een logische konsekwentie van het "van groot naar klein" beleid dat in Nederland is gevoerd sinds het ontstaan van het besef dat afvalwater niet vrijelijk in ons milieu kan worden geloosd. Dit beleid is aannemelijk als men zich realiseert dat de lozing van grote hoeveelheden afvalwater in het algemeen eerder de grens van het toelaatbare overschrijdt dan de lozing van kleine hoeveelheden.

Momenteel zijn vrijwel alle grote wooncentra in ons land gerioleerd en in de meeste gevallen wordt het ingezamelde afvalwater in een rioolwaterzuiveringsinstallatie behandeld alvorens het wordt geloosd.

Ook in vele kleinere kernen waarin het afvalwater op relatief eenvoudige wijze kon worden ingezameld, heeft de inzameling en centrale behandeling zijn intrede gedaan.

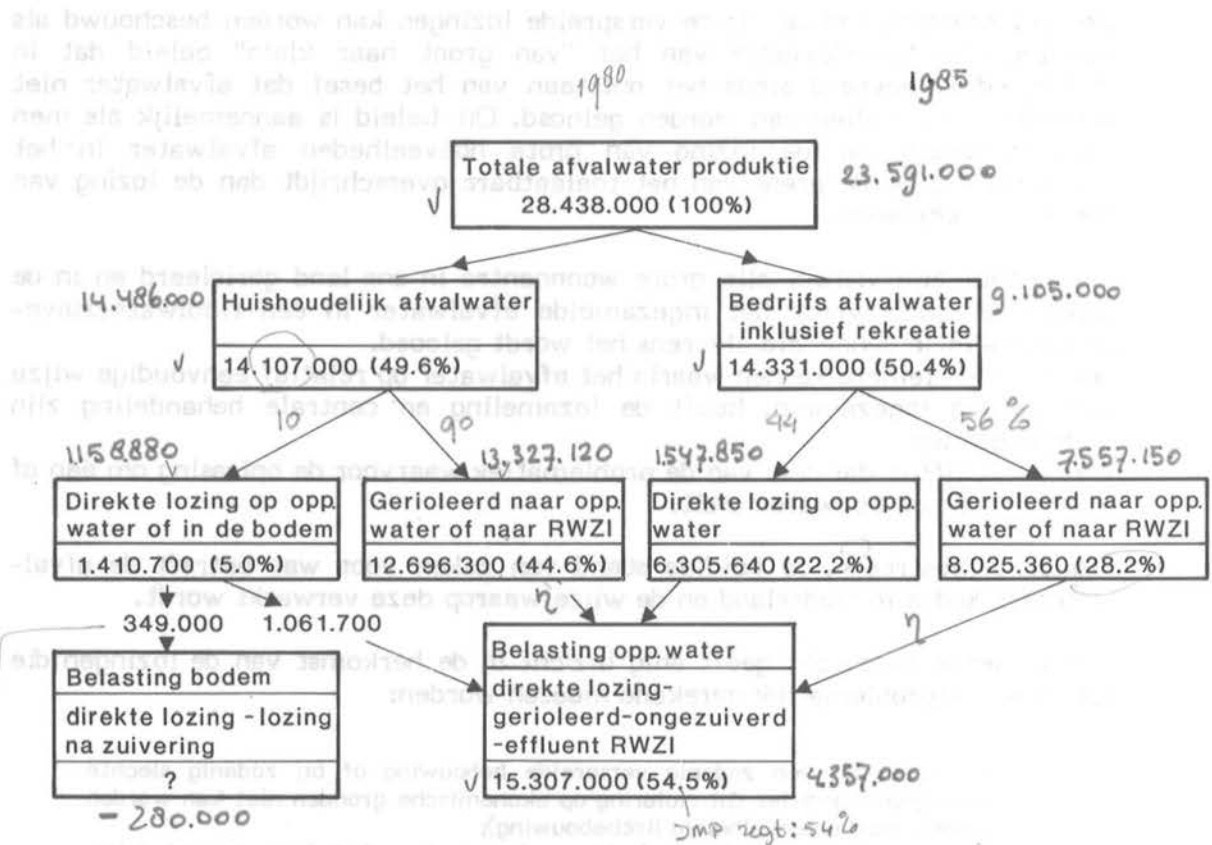
Wat overblijft is dat deel van de problematiek waarvoor de oplossing om één of andere reden op bezwaren stuit.

Figuur 1 illustreert, de huidige stand van zaken voor wat betreft de afvalwaterproductie in Nederland en de wijze waarop deze verwerkt wordt.

Het volgende overzicht geeft enig inzicht in de herkomst van de lozingen die tot deze restproblematiek gerekend moeten worden:

- woningen: bij een zodanig verspreide bebouwing of bij zodanig slechte ondergrondskondities dat riolering op economische gronden niet kan worden gerealiseerd (veenkoloniale lintbebouwing);
- recreatie: hierbij moeten gedacht worden aan tweede huizen, zomerhuisjes, campings, dagrecreatieterreinen, aanlegplaatsen pleziervaart, sportclubhuizen, enz.;
- verkeer: parkeerplaatsen langs autosnelwegen, aanlegplaatsen beroeps-scheepvaart;
- werk: afgelegen bedrijven, fabrieken, instituten, herstellingsoorden, scholen.

tabel bylage C+D



Figuur 1: afvalwaterproductie en -verwerking (in i.e.) in Nederland (ref. 2)

dit getal is niet gespecificeerd en wordt onvermild afgetrokken van de totale belasting

Een Interdepartementale Commissie Rioleringen is in 1974 gestart met de inventarisatie van de problematiek van de verspreide lozingen. Deze commissie heeft in 1977 het volgende overzicht samengesteld (ref. 1):

a. <u>woningen</u>				Zie nota
Woningvoorraad	4.300.000	(100%)		Milieu productie plan (1981)
- afvoer naar een zuiveringsinstallatie of centraal punt (ruim 50%)				
- verspreide of te grote periodieke afvoer op open water (ruim 30%) 1)	3.760.000	(ca. 87%)		
Aan te sluiten tot 1980 2)	130.000	(ca. 3%)		
Aan te sluiten vanaf 1980 2)	85.000	(ca. 2%)		
Niet aan te sluiten 3)	325.000	(ca. 8%)		
b. <u>woonboten</u>				
Vrijwel geen enkele van de ongeveer 10.000 woonboten is op een rioolstelsel aangesloten.				
c. <u>recreatie</u>				
Meer dan de helft van de verblijfsrecreatieterreinen is niet van een rioolstelsel voorzien en ook niet op adequate zuivering aangesloten. Ongeveer driekwart van de jachthavens is niet op een gemeentelijk rioolstelsel aangesloten. Van dagrecreatieterreinen en 2e woningen zijn geen overzichtgegevens beschikbaar.				
d. <u>bedrijven</u>				
Hiervan zijn geen overzichtgegevens bekend. Een groot aantal (vermoedelijk ca. 90%) beschikt over afvalwaterafvoer en/of zuiveringsfaciliteiten. Bij buiten de bebouwde kom gelegen bedrijven ontbreekt in veel gevallen een aansluiting op rioolstelsels. Zelfs komt het voor dat industrieterreinen gelegen aan de rand van bebouwde kommen ongerioleerd zijn of niet op het centrale rioolstelsel zijn aangesloten.				
1) Aanpassing overstortfrequentie, lozingspunten, stroomrichting, etc. vereist.				
2) Volgens gemeentelijke rioleringsplannen van 1974, indien geld aanwezig is.				
3) Althans geen plannen daartoe aanwezig.				

Gesteld kan worden dat momenteel voor ongeveer 400.000 woningen (ongeveer 10% van het woningbestand) in Nederland nog geen afdoende oplossing voor het afvalwaterprobleem is gevonden. Indien het aantal lozingspunten uit de recreatieve sfeer (campings, tweede huizen, e.d.) en uit de industriële sfeer hierbij wordt opgeteld overschrijdt het totale aantal lozingen waarschijnlijk de half miljoen (ref. 1).

Volledigheidshalve dient hier vermeld te worden dat een gedeelte van het woningbestand, waarvoor, volgens het bovenstaande staatje nog een aansluiting gerealiseerd moet worden, nu wel reeds over een septictank, in sommige gevallen een septictank-zinkput, beschikt.

Bij de huidige gang van zaken worden oplossingen voor de kleine verspreide lozingen bijna zonder uitzondering gezocht in aansluiting op een grote regionale rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Criteria voor aansluiting zijn o.a. de kosten van aansluiting per woning. De hoogte van de kosten die voor een gemeente akseptabel is wordt bepaald door de beschikbare eigen middelen en door de mogelijkheden voor het verkrijgen van overheidssteun.

Voor wat dit laatste betreft staan er enige regelingen ter beschikking:

- bijdragen volgens de Verfiyningsregeling Rioleringswerken;
- bijdragen volgens de regeling Kostbare Rioleringswerken;
- bijdragen volgens de regeling Richtlijnen subsidiëring Touristische Infrastructuur.

De hoogte van het bedrag dat nodig is om aansluiting op een riolering te financieren is uiteraard geheel afhankelijk van de plaatselijke omstandigheden. In het algemeen worden kosten van ongeveer f 11.000,-- per aansluiting nog akseptabel geacht, omdat kosten tot deze hoogte gewoonlijk door bijdragen kunnen worden gekompenseerd.

Aansluitingen welke minder dan dit bedrag van f 11.000,-- kosten worden Rendabele Aansluitingen genoemd, een vreemde benaming omdat hier geen sprake is van rentabiliteit in de eigenlijke zin van het woord.

Als voorbeeld noemt de provincie Gelderland een aansluiting van f 11.325,-- nog rendabel, omdat deze gefinancierd kan worden uit een eigen bijdrage van de gemeente van f 1.825,-- ten gevolge van de onroerend goed belasting en uit een uitkering in het kader van de Verfiyningsregeling Rioleringswerken ter grootte van f 9.500,-- van het Ministerie van Volkshuisvesting (ref. 4).

Voor plus minus 200.000 woningen bestaan momenteel gemeentelijke plannen om een aansluiting op een rioleringsstelsel te realiseren. Hiermee is een bedrag gemoeid van ruim f 1,8 miljard of f 9.000,-- per woning (ref. 3).

Aansluitingen waarvan de kosten hoger zijn dan het hier genoemde bedrag van f 11.000,-- worden Onrendabele Aansluitingen genoemd. Gehele of gedeeltelijke financiering van onrendabele aansluitingen kan geschieden uit de hiervoor genoemde ministeriële bronnen.

Dat daarbij behoorlijk ver over de rendabele grens heen gekeken wordt blijkt uit het feit dat in het verleden en ook nu nog wel kosten van f 20.000,-- en zelfs f 30.000,-- per aansluiting zijn geaksepteerd.

Indien aansluiting zou worden overwogen van dat deel der lozingen waarvoor momenteel nog geen afdoende oplossing is gevonden, zou dat ongetwijfeld leiden tot kosten die enige malen het bedrag van f 1,8 miljard bedragen.

Er wordt hier niet verder gesproken over de financiële kanten van aansluiting op regionale rioolstelsels. De gepresenteerde getallen dienen slechts voor het verschaffen van een referentiekader tegen de achtergrond waarvan gezocht kan worden naar oplossingen voor de problematiek van de kleine verspreide lozingen die financieel aantrekkelijker zijn.

In het navolgende zal worden ingegaan op de mogelijkheden voor kleine afvalwatersystemen.

Na een bespreking van enige karakteristieke kenmerken van kleine verwerkingssystemen en van kleine hoeveelheden afvalwater komen inzamelings- en behandelingstechnieken ter sprake. Vervolgens wordt ingegaan op overwegingen die bij de selectie van een klein afvalwatersysteem van belang zijn.

Het aspect "kosten" komt uitgebreid ter sprake in de bijgevoegde Case study. Hierin wordt, voor een praktijksituatie, een probleembenaderingsmethodiek uiteengezet die, op basis van technische overwegingen leidt tot de opstelling van een drietal alternatieve oplossingen. Hieruit wordt vervolgens op financiële gronden een keuze gemaakt.

2. KENMERKEN VAN KLEINE SYSTEMEN

Onder een afvalwatersysteem wordt verstaan het gehele pakket van de afvalwaterproblematiek vanaf het moment van (afvalwater)productie tot en met het moment van (effluent)lozing.

In de diverse stadia kunnen punten van verschil worden aangewezen tussen kleine en grote afvalwatersystemen.

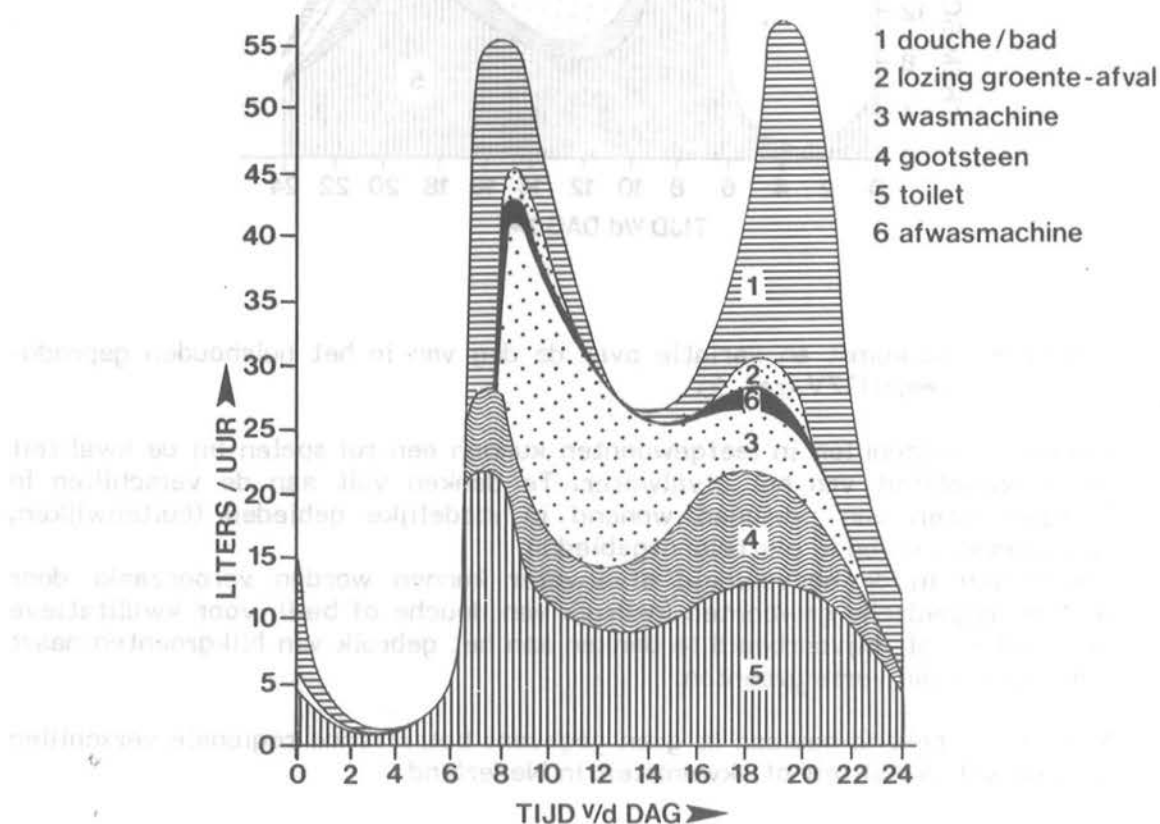
Afvalwater

Het afvalwater van kleine systemen onderscheidt zich veelal van dat van grote systemen door het feit dat hoe kleiner het aantal personen is dat bijdraagt aan de afvalwaterproductie hoe groter de invloed is van ieder van die personen op de kwaliteit en de kwantiteit van het geproduceerde afvalwater.

De individuele leefgewoonte van de personen is hierbij van groot belang.

Kwantitatief komt dit tot uiting in de grote verschillen tussen de gemiddeld geproduceerde hoeveelheid afvalwater en de piek hoeveelheid. Het leeglopen van een bad of het spoelen van de wasmachine kan voor relatief grote pieken zorgen. Daarentegen kan het ook voorkomen dat gedurende grote delen van de dag of zelfs gedurende een aantal aaneengesloten dagen van het jaar (zomervakantie) helemaal geen afvalwater wordt geproduceerd.

Ter illustratie van de variatie in de productie van afvalwater, en derhalve van de variatie in het drinkwatergebruik toont figuur 2 de resultaten van een onderzoek naar het waterverbruikspatroon, uitgevoerd in de Verenigde Staten (ref. 5).

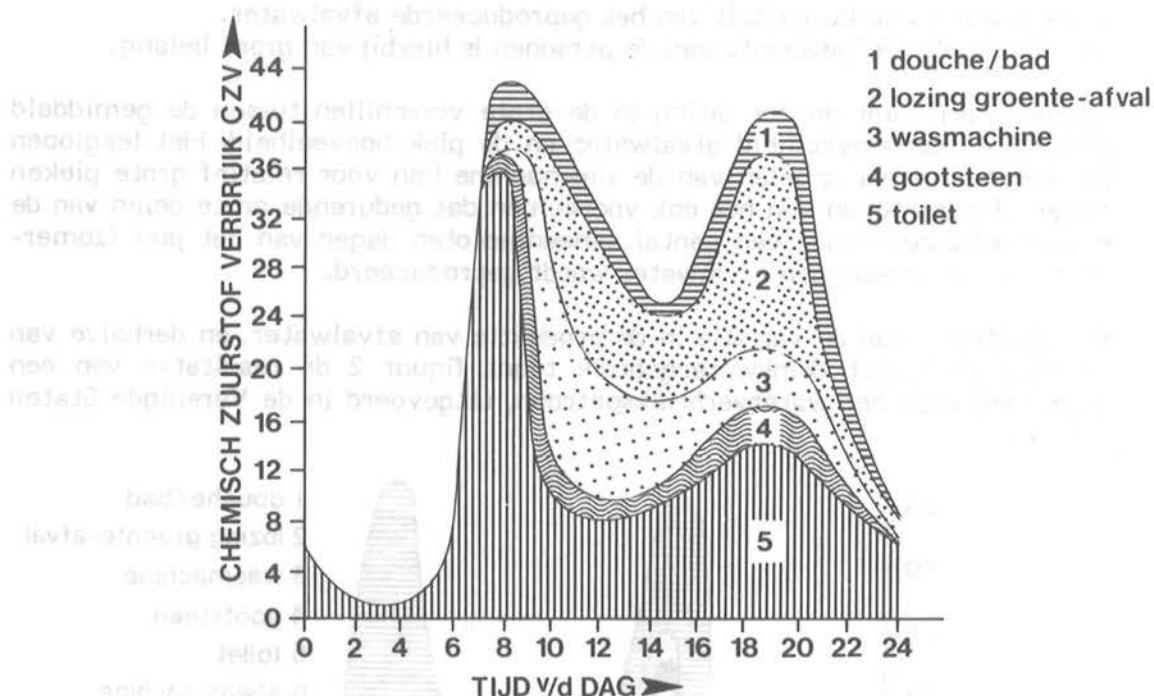


Figuur 2: huishoudelijk waterverbruik (ref. 5)

In kwalitatief opzicht treden eveneens grote verschillen op tussen de piek- en de gemiddelde afvalwaterproductie.

Zo zal op wasdag de afvalwaterkwaliteit gedurende de wasuren in sterke mate bepaald worden door het spoelwater. In de periode van ontwaken en opstaan zal het toiletwater in belangrijke mate bijdragen aan de kwaliteit van het afvalwater.

Ter illustratie toont figuur 3 voor de waterkwaliteitsparameter Chemisch Zuurstof Verbruik (CZV) de herkomst van en de variaties in de geproduceerde hoeveelheid over de dag (ref. 5).



Figuur 3: herkomst en variatie over de dag van in het huishouden geproduceerd CZV (ref. 5)

Regionale verschillen in leefgewoonten kunnen een rol spelen bij de kwaliteit en de kwantiteit van het afvalwater. Te denken valt aan de verschillen in leefgewoonten van personen wonend in stedelijke gebieden (buitenwijken, forenzendorpen) en in plattelandsgebieden.

Verschillen in de hoeveelheid afvalwater kunnen worden veroorzaakt door andere hygiënische gewoonten (gebruik van douche of bad), voor kwalitatieve verschillen valt bijvoorbeeld te denken aan het gebruik van blikgroenten naast het gebruik van verse groenten.

Voor zover bekend bestaan er geen gegevens betreffende regionale verschillen in afvalwaterkwaliteit of -kwantiteit in Nederland.

Van belang is ook de herkomst van het afvalwater te kennen indien dit van niet-huishoudelijke aard is. Vanwege het geringe bufferende vermogen van kleine systemen kan afvalwater van industriële herkomst het biologische zuiveringsproces verstoren.

Voorts is het mogelijk dat afvalwater met een éézijdige samenstelling moet worden behandeld. Voorbeelden zijn een camping aan zee en een toiletgebouw op een parkeerplaats.

In het eerste geval zal rekening gehouden moeten worden met een sterk verdund afvalwater gedurende de middag en het begin van de avond. Bij de parkeerplaats dient uitgegaan te worden van voornamelijk toiletwater. In beide gevallen kan de éézijdige samenstelling leiden tot problemen bij de behandeling. Verbetering van de afvalwaterkwaliteit is in dergelijke gevallen gewenst en kan soms bereikt worden door het mengen van twee kwalitatief verschillende bronnen.

In ieder geval echter dient bij het ontwerp van de zuivering rekening gehouden te worden met het specifieke karakter van het afvalwater.

Inzameling

Een belangrijk verschilpunt tussen grote en kleine afvalwatersystemen is de invloed die het inzamelingssysteem heeft op de kwaliteit en de kwantiteit van het bij de zuivering aankomende afvalwater.

Voor de grote systemen waarbij sprake is van lange verblijftijden in het rioolstelsel (transport over grote afstanden) zijn de volgende invloeden te noemen:

- menging: kwalitatief verschillend afvalwater wordt met elkaar gemengd waardoor een in zekere mate homogeen produkt ontstaat;
- kwantitatieve afvlakking: de stootsgewijze produktie van afvalwater wordt in het rioolstelsel afgevlakt enerzijds door de bufferkapaciteit van het leidingstelsel, anderzijds door de verschillen in leefgewoonten tussen de op het stelsel aangesloten personen;
- kwalitatieve verandering: hoewel een aantal mogelijke veranderingen zijn te noemen is de belangrijkste wel het optreden van anaërobe omstandigheden in het leidingstelsel;
- verdunning: het in het rioolstelsel binnendringende grondwater zorgt voor een vergroting van de afvalwaterstroom en voor een verandering van de concentraties.

Bij kleine inzamelingsnetwerken zijn deze factoren van minder belang. Op kleine stelsels zijn slechts weinig personen aangesloten (geringe kwalitatieve afvlakking) en is de bufferkapaciteit in het algemeen beperkt (weinig kwantitatieve afvlakking), terwijl dicht bij de bron gezuiverd wordt (weinig kans op anaërobie in het rioolstelsel).

Het binnendringen van grondwater kan zoveel mogelijk voorkomen worden door extra aandacht te besteden aan de pijpverbindingen (lijmen).

Gesteld kan worden dat het afvalwater de zuivering bereikt in de hoedanigheid die het bij de produktie heeft.

Een bijzonder aspect van de riolering van kleine gebieden betreft de keus tussen een gescheiden systeem en een gemengd systeem dus de keus tussen een riool dat alleen afvalwater transporteert en een riool dat zowel regenwater als afvalwater afvoert.

In het algemeen moet getracht worden om variaties in het debiet zoveel mogelijk te beperken. Een voor de hand liggende manier om dit te bereiken is om regenwater en afvalwater gescheiden te houden, temeer daar regenwater in landelijke gebieden meestal op eenvoudige wijze in de grond of naar het oppervlaktewater is af te voeren.

Indien regen- en afvalwater gezamenlijk worden afgevoerd dient bij de keuze en bij de dimensionering van het zuiveringssysteem gerekend te worden met een voor landelijke gebieden vaak grote regenwater/afvalwater verhouding.

Behandeling

Verschillen tussen de behandeling van kleine en grote hoeveelheden afvalwater komen veelal voort uit hetgeen hiervoor is gezegd over de verschillen bij de produktie en bij de inzameling.

Daarnaast kan gewezen worden op het belang van een zo gelijkmatig mogelijke aanvoer van het afvalwater in de installatie. Bij debieten, waarvan bij deze installatiegrootte sprake is, is de kleinst toepasbare pomp meestal nog zodanig groot dat hij de volledige dagaanvoer in korte tijd kan opvoeren. Dit levert in de praktijk schokbelastingen op (temeer daar de meeste zuiveringsinstallaties werken volgens het verdringerprincipe, ofwel iedere hoeveelheid inkomend influent veroorzaakt een gelijke hoeveelheid uittredend effluent) met alle procesverstorende gevolgen van dien.

Lozing

Worden grote zuiveringsinstallaties daar gesitueerd waar lozing van effluent op het oppervlaktewater kan plaatsvinden, kleine afvalwatersystemen kunnen soms ook in de bodem lozen. Deze keuzemogelijkheid kan in sommige gevallen beschouwd worden als een extra vrijheid bij de vaststelling van de plaats voor de zuiveringsinstallatie.

Beheer

Dagelijks, vakkundig toezicht is bij kleine afvalwatersystemen in het algemeen niet mogelijk, vanwege de hoge kosten die dit met zich mee zou brengen. Toezicht zal zich daarom bij voorkeur beperken tot één maal, hooguit twee maal per week, gedurende een korte tijd.

In het geval van instituten, tehuizen e.d. worden de dagelijkse routinewerkzaamheden veelal verricht door personeel van de technische dienst. Bedrijfsvoering en controle dienen derhalve van eenvoudige aard te zijn.

Het beheer en onderhoud van het inzamelings- en behandelingssysteem zal in de meeste gevallen in één hand zijn (integrale technische en organisatorische aanpak).

3. HUISHOUDELIJK AFVALWATER

Inleiding

Alvorens in te gaan op de mogelijkheden voor de verwerking van kleine hoeveelheden afvalwater volgt hier eerst een nadere definiëring van dit begrip. Daarbij wordt hier alleen ingegaan op afvalwater van huishoudelijke oorsprong, omdat geen algemeen geldende getallen voor de kwaliteit en kwantiteit van afvalwater van niet-huishoudelijke oorsprong te geven zijn.

Huishoudelijk afvalwater in eigenlijke zin kan gedefinieerd worden als "het in het huishouden geproduceerde afvalwater ten gevolge van huishoudelijke activiteiten". Deze activiteiten omvatten toiletspoeling, voedselbereiding, baden, douchen, kleding wassen, vaatwassen en schoonmaken.

Aard en hoeveelheid van het afvalwater zullen o.a. afhankelijk zijn van de welstand, grootte en huisvesting van het huishouden, alsmede van de geografische ligging.

Naast het afvalwater dat in huishoudens wordt geproduceerd spreekt men ook van huishoudelijk afvalwater indien dit afkomstig is van bijvoorbeeld restaurants, hotels, ziekenhuizen, kantoren en ambachtelijke bedrijven.

Met name in de Verenigde Staten wordt onderscheid gemaakt tussen twee componenten waarin huishoudelijk afvalwater gesplitst kan worden:

"zwart water": toiletwater

"grijs water": spoel-, bad- en (af)waswater.

De reden van deze opsplitsing is het grote verschil tussen beide componenten in kwalitatief en kwantitatief opzicht. In de hierna volgende tabellen komt dit naar voren.

Kwantitatieve aspecten

Tabel 1 geeft een overzicht van het huishoudelijk waterverbruik opgesplitst naar de verschillende verbruikspunten in het huis. De gegevens zijn afkomstig uit Nederland en uit de Verenigde Staten.

		zwart water		grijs water								totaal	
		toiletspoeling		baden/wassen		keuken		kledingwas		diversen			
		l/hoofd.d.	%	l/hoofd.d.	%	l/hoofd.d.	%	l/hoofd.d.	%	l/hoofd.d.	%	l/hoofd.d.	%
A	(1974-75)	61	36	42	25	26	16	38	23	2	1	169	100
B	(1976)	32	31	34	32	14	13	22	21	3	3	105	100
	(1980)	32	30	35	33	14	13	22	21	3	3	106	100
	(1990)	32	27	44	37	16	14	22	19	4	3	118	100
	(2000)	32	26	48	38	17	14	22	18	5	4	124	100
	(2010)	32	24	56	42	17	13	22	16	6	5	133	100

A : V.S., gemiddelde resultaten van 5 studies, directe meting aan de bron
B : Nederland, raming huishoudelijk waterverbruik

(ref. 5)
(ref. 6)

Tabel 1: huishoudelijk waterverbruik gespecificeerd naar gebruiksdoeleinden in liters/hoofd.dag en in procenten van het totaal verbruik

De waarden voor de hoeveelheid toiletspoelwater gelden voor konventionele spoelsystemen. In de Verenigde Staten wordt hierbij 15 à 20 liter per spoeling gebruikt, in Nederland 6 à 12 liter. Uit tabel 1 blijkt het aandeel van het toiletspoelwater (zwart water) momenteel ongeveer 30% te zijn.

Voor Nederland zijn geen gegevens bekend omtrent verschillen in waterverbruik in landelijke en stedelijke gebieden.

Voor diverse kleinere bronnen, die in dit verband van belang zijn, staan in tabel 2 literatuurgegevens omtrent de afvalwaterproductie vermeld.

Meer nog dan bij huishoudens zal bij dergelijke bronnen de hoeveelheid afvalwater per situatie verschillen. Bij campings zal bijvoorbeeld de afvalwaterproductie nauw samenhangen met de accommodatie en de aard van de aanwezige behuizingen, die kunnen variëren van trekkerstent tot stacaravan of zomerhuisje.

bron	hoeveelheid	eenheid	land	jaar
<u>hotel</u>	150	1/gast.dag	Engeland	1979
	150	1/gast.dag	W-Duitsland	1973
	200 - 600	1/bed.dag	W-Duitsland	1979
	190 - 270	1/gast.dag	V.S.	1973
<u>restaurant</u>	38	1/gast.dag	V.S.	1973
	30 - 40	1/gast.dag	V.S.	1969
	26 - 38	1/gast.dag	Engeland	1979
	11 - 26	1/geserveerde maaltijd.dag	V.S.	1973
	9,5 - 11	(keukenafvalwater)	V.S.	1969
<u>wegrestaurant</u>	13	1/gast.dag	Nederland	1972
	16	1/gast.dag	Nederland	1978
	140	1/zitplaats.dag	Nederland	1978
<u>verblijfscamping</u>	95 - 132	1/bezoeker.dag	V.S.	1973
	50 - 120	1/bezoeker.dag	Engeland	1979
	78 - 124	1/bezoeker.dag	Nederland	1976
	70	1/bezoeker.dag	Nederland	1974
	50 - 100	1/bezoeker.dag	Nederland	1968
	60	1/bezoeker.dag	W-Duitsland	1979
	190	1/stplaats.dag	V.S.	1973
	200	1/stplaats.dag	W-Duitsland	1979
<u>kantoor</u>	75	1/werknemer.dag	V.S.	1973
	40 - 50	1/werknemer.dag	Engeland	1979
	40 - 60	1/werknemer.dag	W-Duitsland	1973
<u>toiletgebouw</u>	19	1/bezoeker.dag	V.S.	1969
	8 - 12	1/bezoeker.dag	Nederland	1972
<u>recreatierand</u>	1,2	1/bezoeker.dag	Nederland	1975

Tabel 2: afvalwaterproductie bij diverse bronnen

Kwalitatieve aspecten

In Nederland wordt er in het algemeen van uitgegaan dat per inwoner per dag gemiddeld geloosd wordt 54 g BZV, 135 g CZV, ongeveer 10 g Kjeldahlstikstof (N), 3 - 4 g fosfaten (P) en 60 g bezinkbare stoffen (ref. 18, 19, 20). Wat betreft de verdeling van de verontreinigingen over de componenten zwart water en grijs water zijn slechts gegevens uit de Amerikaanse literatuur beschikbaar. In tabel 3 zijn de resultaten van 6 studies uit de Verenigde Staten samengevat. De genoemde waarden hebben betrekking op huishoudens, waar geen keukenmolentjes ("garbage grinders") worden toegepast.

	zwart water		grijs water	
	gem. %	gem. g/hoofd.dag	gem. %	gem. g/hoofd.dag
BZV	37	16,7	63	28,5
zwevende stof	61	27,0	39	17,2
totaal-N	82	8,7	18	1,9
totaal-P	30	1,2	70	2,8
debiet	35	60 l/hoofd.dag	65	111 l/hoofd.dag

Tabel 3: samenstelling van zwart en grijs water (ref. 5)

Weinig is bekend over de aanwezigheid van biologisch slecht afbreekbare of resistente verbindingen in huishoudelijk afvalwater. In Nederland wordt door het Rijks Instituut voor de Zuivering van Afvalwater onderzoek verricht naar de aanwezigheid van organochloorverbindingen, polycyclische aromaten, minerale olie en zware metalen in gescheiden rioolstelsels waarop vrijwel uitsluitend huishoudens zijn aangesloten (ref. 21).

Omtrent de invloed van het gebruik van geneesmiddelen, cosmetika, huishoudchemicaliën, fotografiechemicaliën, verfstoffen en dergelijke op de kwaliteit van huishoudelijk afvalwater, zijn geen gegevens bekend.

Bijzondere aandacht verdient de bacteriologische kwaliteit van beide afvalwatercomponenten, vergeleken met die van ongedeelde afvalwater. Bad-, douche- en wasmachinewater kunnen grijs water besmetten met darmbacteriën. Uit tabel 4 blijkt echter dat deze besmetting en daarmee de mogelijkheid tot het aantreffen van pathogene darmorganismen in grijs water aanzienlijk geringer is dan in zwart water of in ongedeelde afvalwater.

(organismen/100 ml)	grijs water	zwart water	ongedeeld afvalwater
totaal coli-achtigen	1000	6×10^6	$2,1 \times 10^6$
fecale coli-achtigen	660	6×10^6	$2,1 \times 10^6$
fecale streptococci	250	6×10^6	$2,1 \times 10^4$

Tabel 4: bacteriologische kwaliteit van grijs en zwart water en van ongedeelde afvalwater (ref. 5)

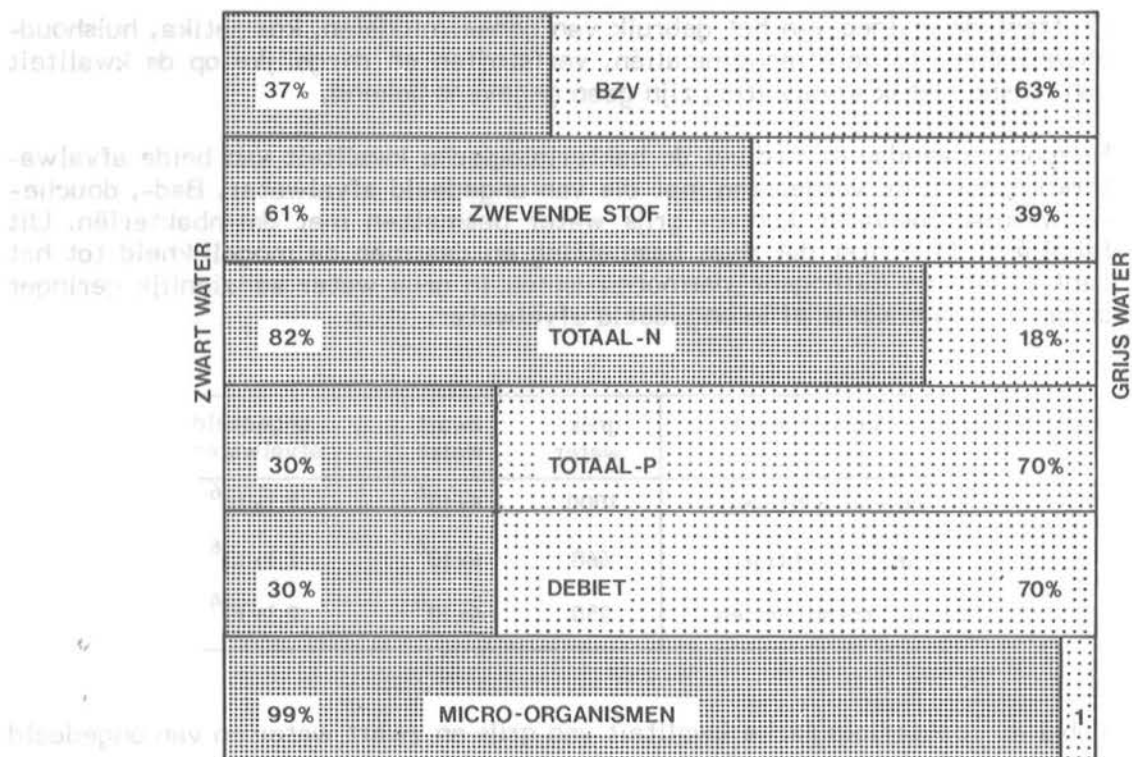
In de praktijk wordt als verontreinigingseenheid het inwonerekwivalent (i.e.) gebruikt, gebaseerd op de zuurstofbehoefte van het afvalwater geproduceerd door één persoon op één dag.

Voor diverse kleine bronnen die in dit verband van belang zijn geeft tabel 5 een overzicht van enkele verontreinigingseenheden.

herkomst	verontreinigingseenheid	land	referentie	jaar
<u>hotel</u>	1 bed = 1 i.e.	W-Duitsland	22	1975
<u>restaurant</u>	1 zitplaats = 0,33 i.e. indien "drukbezocht": 1 zitplaats = 2 i.e.	W-Duitsland	22	1975
		W-Duitsland	9	1979
<u>wegrestaurant</u>	1 bezoeker = 0,17 i.e. (BZV bezonken)	Nederland	13	1978
<u>camping</u>	1 bezoeker = 0,5 i.e.	W-Duitsland	9	1979
	1 bezoeker = 0,5 i.e.	Nederland	21	1974
	1 bezoeker = 0,56 i.e.	Nederland	17	1975
	1 bezoeker = 0,3 i.e.	Nederland	23	1972
<u>kantoor, bedrijf</u>	1 werknemer = 0,5 i.e.	W-Duitsland	9	1979

Tabel 5: verontreinigingseenheden voor diverse bronnen

Tot slot geeft figuur 4 de samenstelling van zwart en grijs water gebaseerd op de waarden vermeld in tabel 1 en 2. Deze waarden kunnen beschouwd worden als richtwaarden voor de dimensionering.



Figuur 4: schematische voorstelling van de samenstelling van zwart en grijs water

4. ONDERSCHIED VAN KOMPONENTEN

In de hoofdstukken 5 en 6 wordt ingegaan op de verwerkingsmogelijkheden van afvalwater. Voor de duidelijkheid volgt eerst een aanduiding van de mogelijke variantoplossingen voor kleine afvalwatersystemen.

- | | | |
|--------------------------------|---------------|------------------------|
| a. Produktie | : ongedeeld | - zwart en grijs water |
| b. Individuele voorbehandeling | : met | - zonder |
| c. Inzameling | : kontinu | - diskontinu |
| d. Transport | | |
| e. Behandeling | : individueel | - kollektief |
| f. Lozing | : bodem | - oppervlaktewater |

ad a. Afvalwater (ongedeeld afvalwater) is opgebouwd uit de componenten zwart water (toiletwater) en grijs water (spoel-, bad- en (af)waswater). Afhankelijk van het gekozen behandelingssysteem wordt het grijze en het zwarte water al of niet bij de bron gescheiden gehouden.

ad b. Afvalwater kan worden ingezameld in de kwaliteit die het heeft na produktie, of het kan eerst een voorbehandeling ter plaatse ondergaan die de navolgende inzameling en behandeling vereenvoudigt.

ad c. Afvalwater kan worden ingezameld door middel van een riolering tussen de plaats van produktie en van behandeling (kontinue inzameling) of afvalwater kan worden opgezameld in een tank naast het huis van waaruit het periodiek wordt verwijderd per as (diskontinue inzameling).

ad d. Afvalwater kan getransporteerd worden van de plaats van inzameling (technisch of bestuurlijk ontvangpunt) naar de plaats van behandeling.

ad e. Behandeling van het afvalwater kan geschieden daar waar het wordt geproduceerd, dus bijvoorbeeld naast het huis of het restaurant of het afvalwater wordt van meerdere bronnen eerst ingezameld en vervolgens centraal behandeld.

ad f. Het behandelde afvalwater kan worden geloosd in oppervlaktewater of in de bodem. In dit laatste geval vindt in de bodem nazuivering plaats.

5. KLEINE INZAMELINGSSYSTEMEN

Inzameling van afvalwater kan in principe op twee manieren plaats vinden.

1. diskontinu - opslag en periodieke inzameling per as
2. kontinu - inzameling per leiding.

Diskontinue inzameling

Diskontinue afvalwaterinzameling is vroeger in ons land veel toegepast. In de bekende beerput werd het afvalwater uit het huishouden opgeslagen tot hij vol was, waarna de, veelal gemeentelijke, ophaaldienst verscheen om de put leeg te zuigen. De noodzaak van het zeer regelmatig leeg moeten halen van dit type put, leidde tot de toepassing van de open beerput, die van het gesloten type zodanig verschilt dat het vloeibare gedeelte van het afvalwater uit kan treden en in de bodem kan infiltreren.

Afhankelijk van de bodemgesteldheid speelt dit uittreden van water alleen in de eerste periode na de ingebruikname van de put een rol. De dichtslibbende grond maakt van deze open put al snel een gesloten put.

Hygiënische en praktische nadelen zijn er de oorzaak van geweest dat toepassing van dit type putten gestaakt is. Hygiënische bezwaren waren dat men zo'n put vol faekaliën naast het huis een vieze zaak vond en bovendien was bij de toenmalige techniek het legen van de put een onaangenaam werk. Momenteel komt de beerput in Nederland bijna niet meer voor.

Dat wil evenwel niet zeggen dat diskontinue inzameling in ons land volledig van het toneel is verdwenen. Het chemisch toilet, de vakuümopslagtank, en de vrijvervalopslagtank zijn er voorbeelden van.

Het chemisch toilet

Het chemisch toilet dient voor de tijdelijke opslag van de zwarte component van afvalwater. Het heeft zich ontwikkeld uit het vroeger ook in ons land wel gebruikte tonnenstelsel. Veroorzaakte dit laatste nogal wat stankbezwaren, bij het chemisch toilet worden chemikaliën aan het zwarte water toegevoegd om microbiologische processen te remmen teneinde hinder aan de omgeving tijdens opslag en transport te voorkomen.

De toevoeging van de inaktiverende chemikaliën geschiedt met het spoelwater waarvan per keer heel weinig wordt gebruikt.

De keuze van de chemische stof dient met de nodige omzichtigheid te geschieden. Naast het inaktiverende effect op de organismen in de faekaliën dient geen schade te worden toegebracht aan het milieu waarin de inhoud van het chemisch toilet wordt geloosd. Bovendien dient de samenstelling van de chemische stof zodanig te zijn dat afbraak ervan leidt tot het vrijkomen van in de natuur reeds aanwezige stoffen.

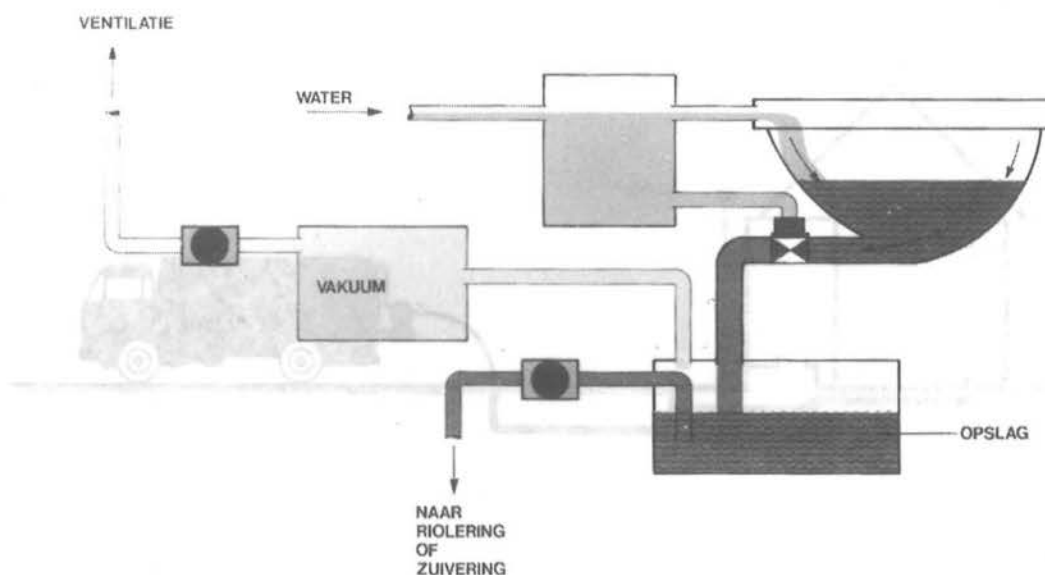
Daar de toegevoegde chemicaliën geen zuivering van het zwarte water beogen moet het opgeslagen materiaal alsnog een zuivering ondergaan.

De eenvoud van het chemisch toilet heeft geleid tot een uitgebreid gebruik ervan in voornamelijk de recreatieve sfeer waarbij sprake is van mobiele behuizing (caravan, pleziervaartuig en dergelijke).

Het vakuümopslagsysteem

Dit systeem voorziet in de mogelijkheid om afvalwater uit de verschillende plaatsen van het huis met voornamelijk lucht als transportmedium af te voeren naar een opslagtank van waaruit het periodiek kan worden opgezogen en verwijderd. Ieder lozingspunt in huis is daartoe voorzien van een speciale doorlaatklep die de atmosferische druk van het vakuüm scheidt.

De meest zinvolle toepassing van vakuümtransport binnenshuis is bij aansluiting op een (vakuüm)toilet. In dat geval namelijk neemt de lucht de taak over van het toiletspoelwater waardoor het watergebruik per toiletgang teruggebracht kan worden tot rond 1,5 liter. Figuur 5 geeft een schematische voorstelling van een vakuümtoilet.



Figuur 5: schematische voorstelling van een vakuümtoilet

Niettegenstaande het hiervoor gestelde is het vakuümopslagsysteem in principe geschikt voor de ontvangst van al het in het huishouden geproduceerde afvalwater.

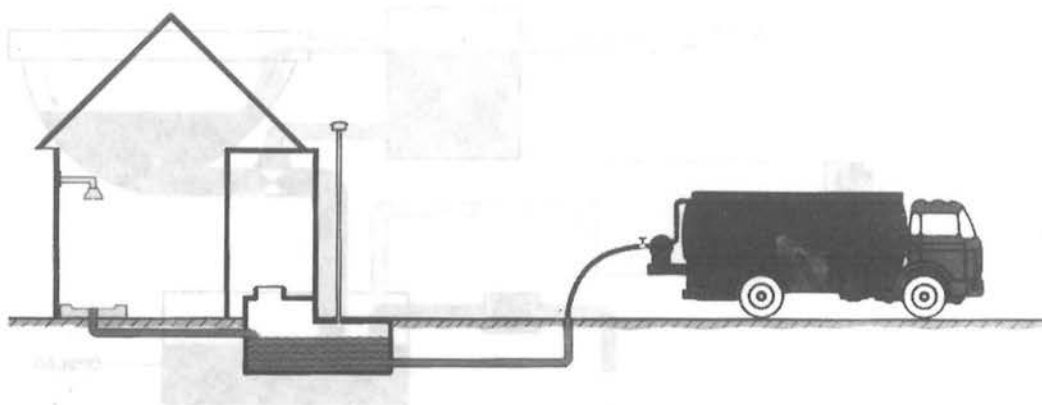
Bij het vakuümopslagsysteem moet gerekend worden met aanzienlijke investeringskosten terwijl voor het in stand houden van het vakuüm energie verbruikt wordt.

Het vrijvervalopslagsysteem

Een variant op het vakuümopslagsysteem is het systeem waarbij het in het huishouden geproduceerde afvalwater onder vrijverval in een opslagtank terecht komt. Vanuit deze tank kan het afvalwater zowel diskontinu (gesloten beerput idee) als kontinu (bijvoorbeeld door middel van een druk- of vakuümriolering (zie figuur 10)) worden afgevoerd.

Diversen

Diskontinue inzameling (opslag en periodieke verwijdering) verschaft in situaties waarin niet individueel kan worden gezuiverd en niet op een riolering kan worden aangesloten, een alternatief voor de verwerking van het afvalwater. De bezwaren die oorzaak zijn geweest van het verdwijnen van de beerput zijn geheel en al achterhaald. Een periode van bijvoorbeeld 20 dagen kan zonder bezwaar worden overbrugd, toepassing van waterbesparende technieken kan deze periode vergroten. Straataansluitingen voor het verwijderen van het afvalwater uit de opslagtanks kunnen tegemoet komen aan bezwaren van hygiënische aard, terwijl daardoor de gehele procedure van het leeghalen van de opslagtank tot een kortdurende routinehandeling wordt teruggebracht.



Figuur 6: diskontinue inzameling

5.2 Kontinue inzameling

Kontinue inzameling van afvalwater is een wijdverbreide techniek. Als gesteld in de inleiding is momenteel ongeveer 90% van het woningbestand in Nederland "aangesloten" hetgeen vrij vertaald betekent, dat het afvalwater uit 90% van de Nederlandse huizen wordt afgevoerd door middel van een buizenstelsel (zie figuur 1), met behulp waarvan het terecht komt in een rioolwaterzuiveringsinstallatie of in oppervlaktewater.

Deze afvoer vindt bijna zonder uitzondering onder vrijverval plaats.

Zijn bij relatief dichte bebouwing en goede ondergrondskondities de kosten van deze methode aanvaardbaar, dit verandert bij de meer verspreide bebouwing (buitenwijken en plattelandsgebieden) en werkelijke problemen ontstaan indien een vrijvervalriolering gelegd moet worden in gebieden met hoge grondwaterstand en slappe ondergrond.

Veel rioleringsplannen in buitengebieden kunnen dan ook om financiële redenen momenteel geen doorgang vinden.

Naast het konventionele vrijvervalriool zijn er inzamelingssystemen die onder bepaalde omstandigheden de voorkeur verdienen boven het konventionele vrijvervalriool.

Deze systemen zijn:

- het kleine diameter-vrijvervalriool
- het drukriool en
- het vakuüMRIool.

Het kleine diameter-vrijvervalriool

Bij dit systeem ondergaat het afvalwater van één of meerdere bronnen eerst op de plaats van produktie een voorbezinking in een septictank-achtige ruimte waar de zwevende en grovere deeltjes en vet, die normaliter verstopping van het inzamelingssysteem kunnen veroorzaken, uit het afvalwater worden verwijderd. Vervolgens wordt het voorbezonden afvalwater door middel van kleine diameter-vrijvervalleidingen ingezameld en vindt centrale behandeling plaats die aansluit op de eerder ontvangen voorbehandeling (ref. 24).

Tegenover de extra investeringskosten voor de septictank en de extra onderhoudskosten om de septictank eens per half jaar te legen, staan de lagere investeringskosten voor de aanleg van een leidingstelsel van kleine diameter en lagere onderhoudskosten voor het inzamelingssysteem.

Daarnaast wordt voorbezonden afvalwater en eventueel septictankslib op de zuivering aangevoerd.

Er zijn geen ervaringen met dit systeem in Nederland. Eveneens zijn buitenlandse ervaringen met dit systeem beperkt tot de Verenigde Staten. Deze benadering evenwel zou goed kunnen aansluiten bij de situatie in die gebieden waar reeds per aansluiting septictanks zijn toegepast. Indien in deze gebieden een verdergaande behandeling van het afvalwater wordt overwogen, waarom worden dan, zoals nu praktijk is, de septictanks eerst verwijderd alvorens de aansluiting te realiseren?

Twee punten zijn van belang:

- Onderhoud en misschien zelfs beheer van de septictanks dient in één centrale hand te zijn. Gesteld wordt dat de noodzaak van centraal beheer bij septictanksystemen net zo duidelijk aanwezig is als bij het navolgende inzamelingssysteem. Dat dit standpunt juridische konsekventies heeft leidt geen twijfel.
- De dimensionering van een RWZI voor ruw huishoudelijk afvalwater is anders dan voor voorbezonden afvalwater. Indien wordt uitgegaan van een goed funktionerende voorbezinking kan gesteld worden dat het BZV-aanbod met ongeveer 30% wordt verminderd. Dit heeft konsekventies waarmee in het ontwerp rekening gehouden moet worden. Het bezonden slib zal eventueel wel op de zuivering terecht komen en ook daarmee moet gerekend worden.

Samenvattend kan gesteld worden dat, hoewel dit systeem van voorbehandeling -inzameling - behandeling indruist tegen de gangbare praktijk in Nederland, het wel degelijk aspecten in zich draagt, die een nadere beschouwing rechtvaardigen.

Het drukriool

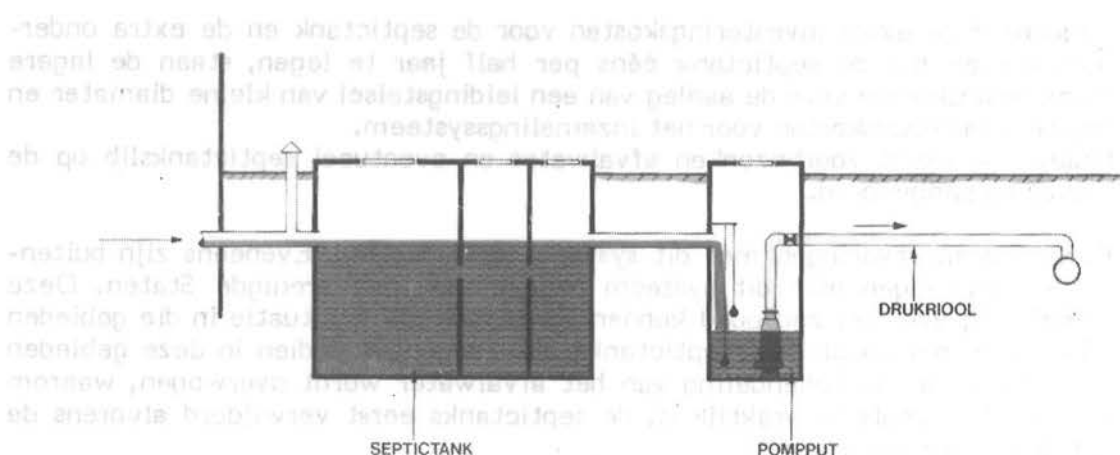
Is het concept van het kleine diameter-vrijvervalriool te beschouwen als een variant op het konventionele riool, bij het drukriool (evenals bij het hierna te bespreken vakuümriool) vindt de stroming plaats als gevolg van mechanische kracht. Voor een juist begrip wordt hier onderscheid gemaakt tussen het drukriool en de persleiding. Bij de persleiding wordt reeds ingezameld rioolwater van de ene plaats naar de andere gepompt. Bij het drukriool vindt ook de inzameling zelf plaats onder druk. Iedere woning is daartoe in principe voorzien van een pomp.

In de praktijk van de drukriolen worden twee methodes onderscheiden:

- Het septictank-effluentpomp-systeem

Hierbij ondergaat het afvalwater eerst een voorbezinking in een septictank waarna het effluent naar een inzamelleiding wordt gepompt.

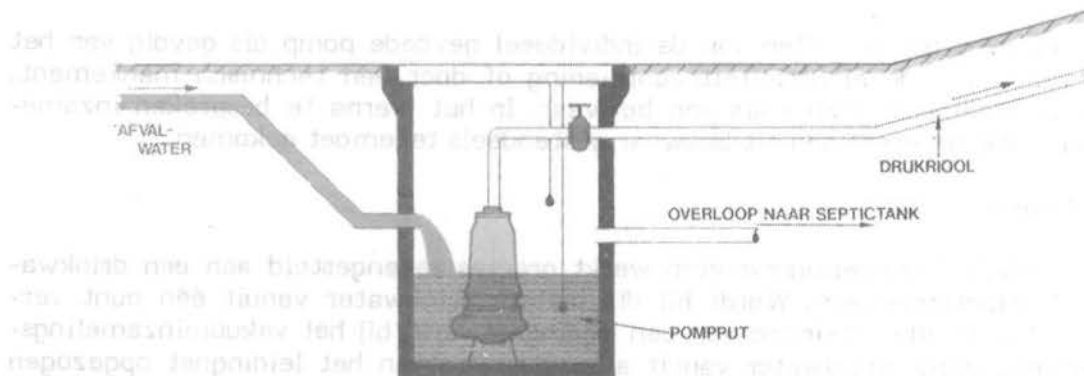
Figuur 7 geeft een schematische voorstelling van dit systeem. De parallel met het hiervoor besproken kleine diameter-systeem is duidelijk.



Figuur 7: huisaansluiting volgens het septictank-effluentpomp-systeem (ref. 25)

- Het versnijpomp-systeem

Het ruwe afvalwater wordt versneden en naar de inzamelleiding gepompt (zie figuur 8).



Figuur 8: huisaansluiting met drukriool volgens het versnijpomp-systeem (ref. 25)

De hier afgebeelde varianten vertonen nog een punt van verschil: het systeem van figuur 8 is uitgerust met een overloop. Over het nut hiervan zijn de meningen verdeeld. Een voordeel van toepassing van een overloop is dat bij het niet functioneren van de pomp er geen directe problemen ontstaan. Echter het is mogelijk dat afvalwater gedurende enige tijd onopgemerkt langs deze weg wordt afgevoerd.

De belangrijkste voordelen van het drukriool ten opzichte van het vrijvervalriool komen voort uit het feit dat de stroming in de leiding niet bepaald wordt door de aanwezigheid van afschot.

Dit heeft tot gevolg dat:

- de leiding de hoogteverschillen van het terrein kan volgen, van speciale betekenis in golvend landschap
- slootkruisingen geen bijzonder probleem veroorzaken
- geen diepe graafpartij vereist is
- afwatering van lager gelegen delen van een huis (kelder, ondergrondse garage) geen probleem is.

Het functioneren van het systeem staat of valt met de mate van luchtdichtheid. Bij een goed leidingstelsel zal derhalve geen grondwaterinfiltratie of -vervuiling plaatsvinden.

Hoewel de kosten van aanleg van het leidingnet laag zijn vergeleken met het konventionele riool, zijn de installatiekosten van het septictankeffluent-pomp- of versnijpompstelsel aanzienlijk.

De eisen ten aanzien van onderhoud en beheer van drukrioolsystemen liggen in het verlengde van datgene wat gezegd is bij de bespreking van het kleine diameter-vrijvervalriool. Deze dienen in één centrale hand te zijn om een adequaat functioneren van het geheel te garanderen.

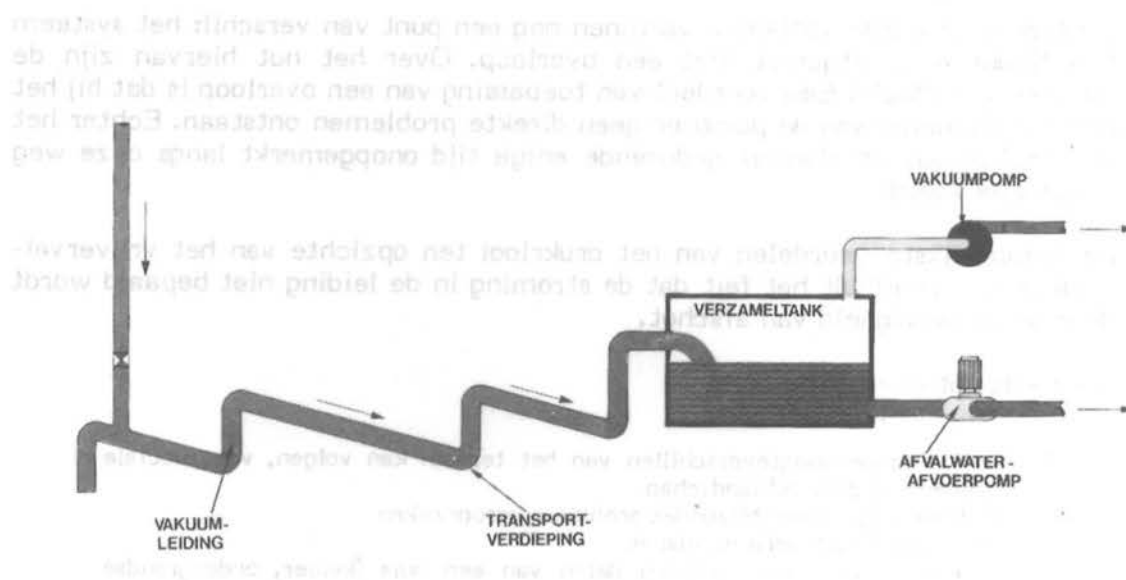
Ervaringen met dit systeem zijn voornamelijk in de Verenigde Staten opgedaan. De toepassing in Nederland komt op gang. Deze methode kan interessant zijn bij zeer verspreide bebouwing voor de inzameling van het afvalwater van één woning of van meerdere woningen.

De kans op het uitvallen van de individueel gevoede pomp als gevolg van het uitvallen van de elektriciteitsvoorziening of door een technisch mankement, wordt algemeen gezien als een bezwaar. In het hierna te bespreken inzamelingsstelsel wordt aan dit bezwaar grotendeels tegemoet gekomen.

Het vakuümriool

Het vakuüminzamelingsstelsel werkt precies tegengesteld aan een drinkwaterdistributiesysteem. Wordt bij dit laatste drinkwater vanuit één punt verspreid naar alle uiteinden van een leidingnetwerk, bij het vakuüminzamelingsstelsel wordt afvalwater vanuit alle uiteinden van het leidingnet opgezogen naar een centrale verzameltank.

De werking is als volgt (zie figuur 9):



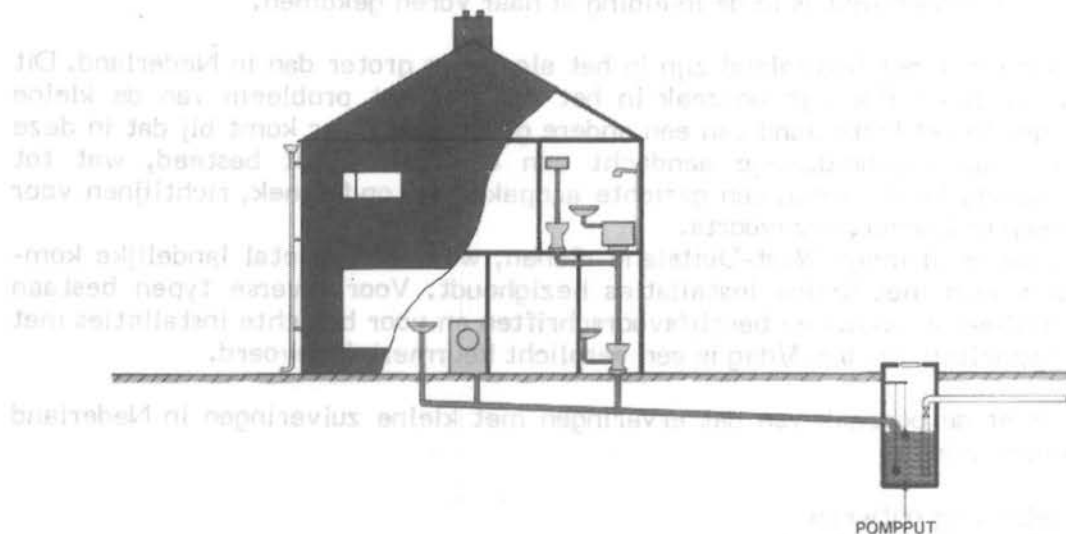
Figuur 9: vakuüminzamelingsstelsel

Afvalwater verzamelt zich achter een vakuümafsluiting. Indien de afsluiter zich opent, wordt het vloeistofpakket in de leiding gezogen gevolgd door een luchtpakket. Na zekere tijd sluit de afsluiter zich. De waterprop gevolgd door de luchtprop stroomt de leiding in, maar wrijving met de buiswand deformeert de waterprop. De lucht passeert het water waardoor dit niet meer wordt voortgestuwd. Het water zakt nu naar een verdiept gedeelte van de leiding. Bij een volgende opening van de afsluiter vindt een gelijke serie gebeurtenissen plaats met dien verstande dat de passerende luchtprop nu de intussen in de leiding tot rust gekomen vloeistofprop weer verder perst tot weer desintegratie plaats vindt. Uiteindelijk bereikt het afvalwater de verzameltank. Van hieruit wordt het afvalwater gepompt naar een transportleiding of naar de zuivering.

Onderscheid dient gemaakt te worden tussen twee uitvoeringsvormen.

Enerzijds kan vakuüminzameling plaatsvinden vanaf ieder lozingspunt in de woning. Elk van de lozingspunten is daartoe voorzien van een vakuümklep. Bij dit systeem is waterbesparing (toilet) een belangrijk aspect.

Anderzijds kan vakuüminzameling plaatsvinden vanuit een opslagput (bufferput) waarin het in het huishouden geproduceerde afvalwater onder vrijverval terecht komt (zie figuur 10).



Figuur 10: vakuüminzamelingssysteem met bufferput

Ten opzichte van het drukriool heeft het vakuümriool het duidelijke voordeel dat er één pomp is die voor de inzameling van het afvalwater van meerdere bronnen zorgt. Het grootste deel van het noodzakelijke mechanische onderhoud is daarmee gekoncentreerd op één plaats, terwijl het om veiligheidsredenen dubbel uitvoeren van het aandrijfsysteem minder problematisch is.

Ten aanzien van het leggen van het leidingwerk gelden ruwweg dezelfde voordelen als vermeld voor het drukrioolstelsel.

Het belangrijkste onderscheid tussen beide mechanische inzamelingssystemen betreft de te overbruggen afstand en de te overwinnen hoogte. Zijn bij het druksysteem beide in principe onbeperkt, het vakuümriool is afhankelijk van het verschil tussen de atmosferische druk en vakuüm. In de praktijk betekent dit dat de maximale opvoerhoogte beperkt is tot rond 6 m, terwijl in vlakke gebieden leidingen in weinig gevallen langer dan 3 kilometer zullen zijn. Bij het vakuümriool legt men de leiding om de 50 tot 100 m over een korte afstand iets dieper. In deze leidingzak kan het afvalwater zich na de voortbewegingsfase verzamelen.

In Nederland is in de afgelopen jaren een behoorlijke ervaring opgedaan met vakuümtoiletsystemen en vakuümriolering. Toepassing is voornamelijk in gebieden met lintbebouwing en op recreatieterrein, ofwel daar waar conventionele inzameling op technische en vooral financiële problemen stuit.

6. KLEINE BEHANDELINGSSYSTEMEN

Inleiding

Kleine afvalwaterbehandelingsinstallaties zijn in Nederland in het algemeen niet populair, eufemistisch uitgedrukt. Toepassing ervan wordt, als dit ook maar enigszins kan, vermeden.

In veel gevallen valt de keus, ter plaatse zuiveren of wegpersen, "koste wat kost" gunstig uit voor wegpersen. Dat daarbij dat kostenaspect soms wat uit het oog verloren lijkt is in de inleiding al naar voren gekomen.

Ervaringen in het buitenland zijn in het algemeen groter dan in Nederland. Dit vindt voornamelijk zijn oorzaak in het feit dat het probleem van de kleine lozingen in het buitenland van een andere grootte is. Daar komt bij dat in deze landen van overheidswege aandacht aan de zaak wordt besteed, wat tot uitdrukking komt in o.a. een gerichte aanpak, veel onderzoek, richtlijnen voor ontwerp en beheer, enzovoorts.

Als voorbeeld moge West-Duitsland dienen, waar een drietal landelijke commissies zich met kleine installaties bezighoudt. Voor diverse typen bestaan gedetailleerde bouw- en bedrijfsvoorschriften en voor beluchte installaties met een capaciteit tot 8 m³/dag is een verplicht keurmerk ingevoerd.

Wat is er de oorzaak van dat ervaringen met kleine zuiveringen in Nederland zo slecht zijn?

- gebrekkig ontwerp
- gebrekkig onderhoud.

Deze punten worden toegelicht in het hiernavolgend overzicht van technieken dat gebaseerd is op een literatuur- en veldonderzoek uitgevoerd in Nederland, Engeland en West-Duitsland in opdracht van het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne (ref. 31).

Systemen voor de behandeling van ongedeeld afvalwater

Septictank

De septictank is veruit het meest toegepaste behandelingssysteem voor kleine hoeveelheden huishoudelijk afvalwater. In de Verenigde Staten beschikten in 1970 25% van de huishoudens over een septictank. Het aantal septictanks nam op dat moment toe met ongeveer een half miljoen per jaar (ref. 5). In de West-Duitse deelstaat Beieren werd in 1977 het afvalwater van 20% van de bevolking via septictanks geloosd. Momenteel worden er jaarlijks 8.000 à 10.000 nieuwe septictanks geïnstalleerd (ref. 30). Exakte cijfers voor Nederland zijn niet beschikbaar, 250.000 à 350.000 lijkt een aannemelijke schatting (ref. 31).

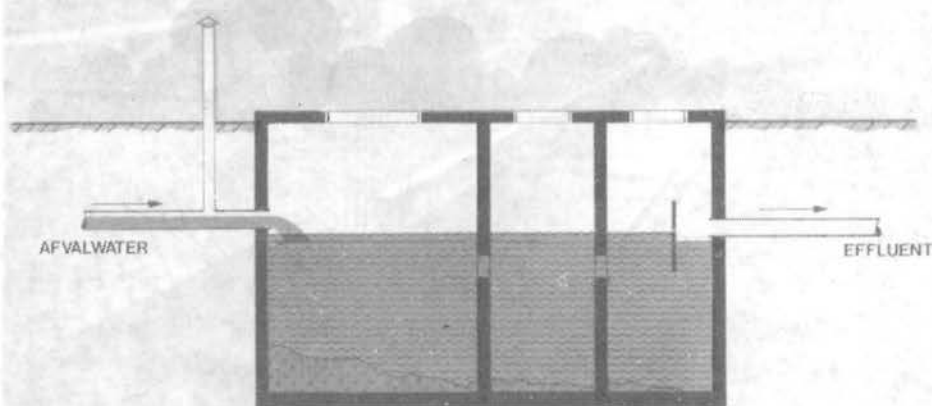
Ondanks dit veelvuldig voorkomen is de septic tank in Nederland een verguisd systeem. In het algemeen wordt hij niet geacht aan een verbetering van de afvalwaterkwaliteit bij te dragen. Dit staat in duidelijke tegenstelling tot resultaten van onderzoek in West-Duitsland en de Verenigde Staten. Tabel 6 geeft de resultaten van een 8-tal onderzoeken in West-Duitsland naar het zuiverend vermogen van septic tanks.

aantal onder- zochte installaties	BZV-effluent- concentratie mg/l	BZV-afbraak %
54	140-230	20-50
27	296-327	22-29
90	150-200	50-60
7	150-430	40-80
1	150	54
1	80-110	-
1	-	20-40
8	135-244	50-60

Tabel 6: zuiveringsrendement van septic tanks (ref. 27)

Septic tanks worden toegepast zowel bij de (voor)behandeling van ongedeeld afvalwater als bij de behandeling van grijs of zwart water. In de Verenigde Staten worden septic tanks vrijwel altijd gekombineerd met bodeminfiltratiebedden. Indien bodemsamenstelling of grondwaterstand dit niet toelaat worden voor de behandeling van septic tankeffluent ook wel zandfilters of opgehoogte infiltratiebedden toegepast.

Septic tanks worden in Engeland en West-Duitsland ook gekombineerd met oxidatiebedden of dompelschijveninstallaties. In Nederland wordt septic tankeffluent veelal via zinkputten geïnfiltreerd of bij aanwezigheid van oppervlaktewater wordt direkt hierop geloosd.



Figuur 11: septic tank volgens DIN (ref. 28)

Uitgaande van een goed ontwerp (nationale ontwerprichtlijnen zijn bekend uit Engeland en West-Duitsland) en een goed onderhoudsprogramma, moet het mogelijk zijn om ook voor Nederlandse omstandigheden de septic tank een akseptabele (deel)zuivering te laten verrichten.



Figuur 14: septictank-oxidatiebedinstallatie (zonder effluentrecirkulatie) van ca. 20 i.e.

Het aantal oxidatiebedden in Engeland (vanaf + 20 i.e.) belooft enkele honderden. De meeste bestaan daarbij uit de septictank-oxidatiebedkombinatie waarbij de septictank als voorbezinking en (humus)slibopslag fungeert.

Slibafvoer vindt eens per half jaar plaats waarbij de slibafvoerleiding, vanaf de septictank naar de straatkant, zorgt voor een vlot verloop van deze onderhoudstaak.

Perioden van geen aanvoer (zomervakanties) blijken niet, zoals vaak wordt gedacht tot massale afsterving van de actieve biologische huid te leiden.

Dompelschijven

Dompelschijven komen in Nederland (nog) niet voor. In de ons omringende landen echter wel, in grootte vanaf ongeveer 10 i.e.

Bij dit systeem roteert een vast medium (schijven), waarop zich een biologisch actieve laag heeft vastgehecht, half ondergedompeld door het afvalwater. De actieve massa wordt zodoende beurtelings bloot gesteld aan luchtzuurstof en aan afvalwater. Een voorbezinking is, net als bij oxidatiebedden vereist.



Figuur 15: dompelschijveninstallatie (20 i.e.)

Wat betreft de uitvoeringsvorm kunnen de installaties op o.a. de volgende punten variëren:

- verdeling van de kontaktruimte in meerdere kompartimenten, met afnemende oppervlaktebelasting per schijf in de stromingsrichting
- toepassing van effluentrecirkulatie
- materiaal en vorm van de schijven of cylinders (polystyreen, polyester, glad, geribd, poreus, etc.)
- aandrijving (ketting, tandwiel, directe aandrijving)
- type voorbezinking (voorbezinkvijver of septictank).

Ervaringen met dompelschijfinstallaties zijn behoorlijk positief. Hoewel het energieverbruik zeker niet verwaarloosbaar is, maken de eenvoud en de betrouwbaarheid dit systeem in het bijzonder aantrekkelijk voor de behandeling van kleine hoeveelheden afvalwater.

In tegenstelling met de ons omringende landen, is in Nederland nog geen ervaring met dompelschijven.

Vijvers

Afvalwatervijvers komen in Nederland niet veel voor. Vermeende stankbezwaren en het veelal grote grondoppervlak zijn hier verantwoordelijk voor. In West-Duitsland echter worden vijvers in ere hersteld, wat met name geldt voor Beieren, waar dit systeem momenteel in landelijke gebieden van overheidswege nadrukkelijk gepropageerd wordt. Het afvalwater van ongeveer 3% van de Beierse bevolking wordt in een duizendtal vijversystemen behandeld.

Diverse typen vijvers worden onderscheiden:

- voorbezinkingsvijvers
- onbeluchte vijvers, variërend via tussenvormen van volledig anaërobe tot volledig aërobe vijvers
- beluchte vijvers
- effluent vijvers.

Ten aanzien van het ontwerp kent men in West-Duitsland uitgebreide dimensioneringsgrondslagen waarbij alleen de voorbezinkingsvijver zodanig ontworpen is dat stankproblemen zouden kunnen optreden.

Uit deze dimensioneringsgrondslagen blijkt dat voor een geheel uit vijvers bestaand zuiveringssysteem ongeveer 10 m² oppervlak per i.e. nodig is.

Afvalwatervijvers zijn door hun robuuste afmetingen goed bestand tegen fluktuuerende belastingen.

Figuur 16 geeft een voorbeeld van een systeem van septictank (voorbehandeling), dompelschijven (hoofdbehandeling) en effluentvijver (nabehandeling), voor de behandeling van afvalwater uit een Gasthof.



Figuur 16: in de grond gebouwde dompelschijveninstallatie (1) met septictank (2) en effluentvijver (175 i.e.)

Landbehandeling

Onder landbehandeling worden twee te onderscheiden processen verstaan:

- landbehandeling waarbij de bodem het afvalwater (gedeeltelijk) zuivert, maar waarbij geen infiltratie plaatsvindt (lozing in oppervlaktewater)
- landbehandeling waarbij zowel (gedeeltelijke) zuivering als infiltratie optreedt.

Een zo strikt onderscheid als hier gegeven komt in de praktijk niet voor. Meestal infiltreert wel een gedeelte van het behandelde afvalwater.

Landbehandeling van afvalwater komt in Nederland niet veel voor. Er zijn nog slechts een beperkt aantal landbehandelingsprojecten in bedrijf. Het bekendste is waarschijnlijk de zuivering van afvalwater met behulp van een biezenveld (ref. 15) in Oostelijk Flevoland.

In Leerbroek wordt, als tijdelijke oplossing, in een bezinkingsvijver voorbehandeld afvalwater geleid door een stervormig biezenveld (zie figuur 17).



Figuur 17: overzicht van het stervormig biezenveld

De meest voorkomende vorm van landbehandeling van afvalwater is die waarbij effluent van een septictank, aktiefslibinstallatie of ander type zuivering wordt nabehandeld in de bodem, en uiteindelijk in de bodem infiltreert.

In Nederland wordt dit laatste nogal eens aangegrepen om aan de invloedssfeer van de waterkwaliteitsbeheerder te ontsnappen.

Fysisch-chemische zuivering

Fysisch-chemische zuivering van huishoudelijk afvalwater is nog slechts in het experimentele stadium. Hoewel duidelijke voordelen aanwezig zijn (o.a. grote beheersing van het proces, eenvoudig te starten of te stoppen, weinig gevoelig voor schokbelastingen) wordt een uitgebreide toepassing vooralsnog belemmerd door o.a. de hoge bedrijfskosten.

Effluentnabehandelingssystemen

Effluentnabehandelingssystemen kunnen om een aantal redenen worden toegepast:

- indien een extra hoge effluentkwaliteit gewenst is
- om de effluentkwaliteit te verhogen indien de zuivering minder goed funktioneert
- als een soort kwalitatieve buffering ten tijde van overbelasting.

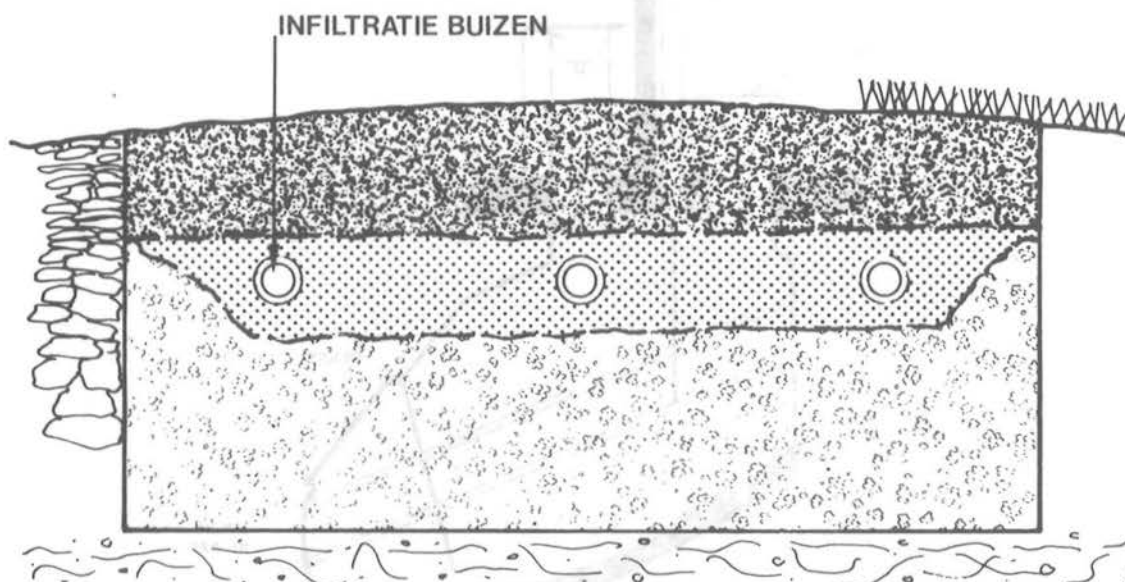
Als zodanig zijn effluentbehandelingssystemen van speciaal belang voor kleine afvalwaterbehandelingssystemen. Diverse technieken zijn beschikbaar. Ruwweg kunnen deze worden gekenmerkt als (in)filtratietechnieken.

De zinkput is hiervan een oud en bekend voorbeeld. Hierbij wordt het effluent direkt in de bodem geïnfiltreerd.

Minder bekend in Nederland zijn de infiltratiebedden, die in diverse uitvoeringen op zeer uitgebreide schaal in de Verenigde Staten worden toegepast voor de nabehandeling van septictankeffluent.

Uitgebreide ontwerprichtlijnen voor het infiltratiebed zijn in West-Duitsland bekend.

Een variant op dit systeem is het opgehoogde infiltratiebed, geschikt voor minder goed doorlatende grond.



Figuur 18: infiltratiebed

Zandfiltratie en grindfiltratie vinden vooral in Engeland toepassing waarbij ook weer ontwerpgrondslagen nationaal zijn vastgelegd. Filtratie door een filterdoek wordt toegepast in West-Duitsland voor de nabehandeling van dompelschijffluent.

Systemen voor de behandeling van zwart en grijs water

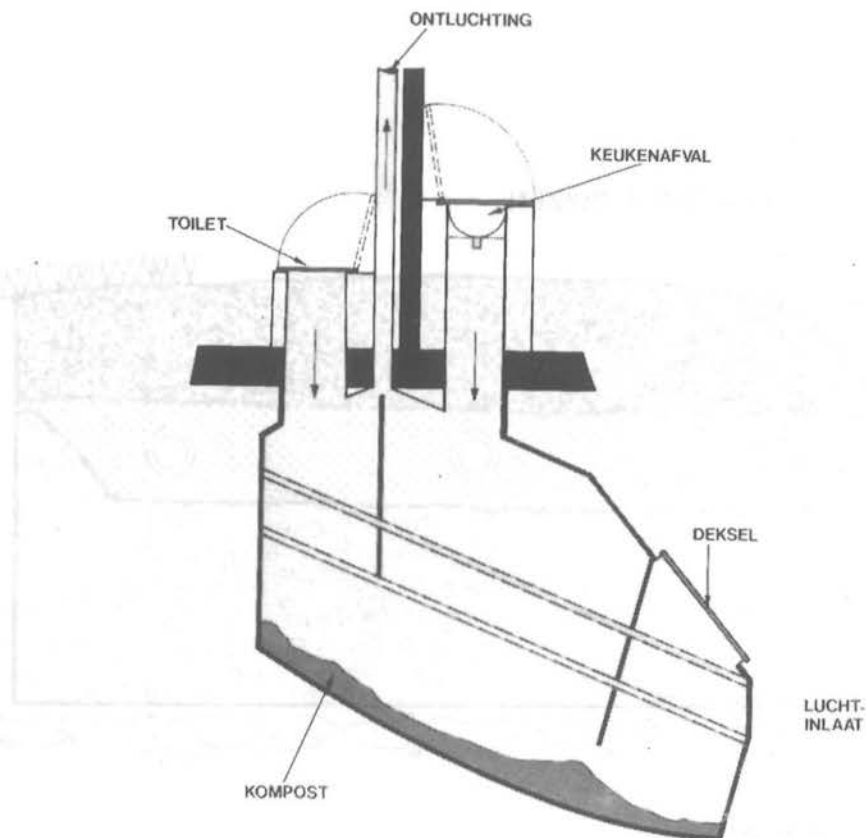
Indien scheiding aan de bron van het toiletwater en het overige in het huishouden geproduceerde afvalwater kan worden toegepast, is het mogelijk bij het zuiveringsproces gebruik te maken van de verschillende kwaliteiten van beide componenten.

Voor wat de component zwart water betreft kan daarbij het aspect van drinkwaterbesparing een belangrijke rol spelen.

Komposttoilet

Het composttoilet is een waterloos toiletsysteem, waarbij menselijke faekaliën door bacteriële activiteit (komposteren) worden omgezet in een onschadelijk, sterk in volume gereduceerd, eindproduct. De ontwikkeling en toepassing van composttoiletten is in de Verenigde Staten en de Scandinavische landen het verst gevorderd. In Zweden waren er in 1975 ongeveer 1500 geïnstalleerd.

In Nederland zijn drie composttoiletten geïnstalleerd.



Figuur 19: komposttoilet (Clivus Multrum)

Diverse varianten op het oorspronkelijke concept zijn ontwikkeld, met toepassing van verwarmingselementen, ventilatoren of ruimers. Indien geen kunstmatige verwarming toegepast wordt, duurt het komposteringsproces ongeveer 2 jaar; na deze periode kan een droog en vrijwel steriel produkt aan de onderzijde van de tank worden weggehaald.

Verbrandingstoilet

Hiermee wordt zwart water volledig verbrand. Volgens de literatuur wordt het verbrandingstoilet gebruikt in vakantiehuisjes in de Verenigde Staten en in permanent bewoonde huizen in Australië, Nieuw-Zeeland en Japan. Diverse uitvoeringen bestaan gestookt op gas, olie of elektriciteit (ref. 29).

Diversen

Het meest toegepaste systeem voor de behandeling van grijs water is ongetwijfeld de septictank met één of andere vorm van effluentnabehandeling. De reeds genoemde effluentnabehandelingssystemen worden, met uitzondering van de doekfiltratie, allemaal voor de nabehandeling van grijs water gebruikt.

In Zweden is door Clivus Multrum een grijs water-filtratiesysteem ontworpen dat het meest overeenkomt met een oxidatiebed. Bedrijfservaringen hiermee zijn beperkt.

Huidige stand van zaken in Nederland

Het totale aantal kleine afvalwaterzuiveringsinstallaties (geen mechanische voorzuivering, vijvers, septictanks of Emcopotten) in Nederland (waarbij hier onder "klein" verstaan wordt kleiner dan 500 i.e.) is niet precies bekend. Indien echter alle beschikbare informatie wordt samengevoegd ontstaat een ruw overzicht waarvan tabel 7 een weergave is. In werkelijkheid zal het aantal kleine installaties beperkt zijn tot rond 100.

ontwerp kapaciteit in i.e.	kompakt aktiefslib	oxidatie- sloot	oxidatie- bed	aëratie- tank	totaal
50	22			1	23
51-200	16	2			18
201-500	23	8	3	1	35
totaal	61	10	3	2	76

- exclusief mechanische voorzuivering, vijvers, septic tanks, Emcopotten

Tabel 7: inventarisatie kleine zuiveringsinstallaties in Nederland bedoeld voor niet-industrieel afvalwater (ref. 31)

Uit tabel 7 blijkt dat kleine zuiveringsinstallaties bijna allemaal volgens het aktiefslibprincipe werken. Dit is min of meer een afspiegeling van de situatie bij de grote RWZI's. En indien men zich realiseert dat het probleem van de kleine lozingen lange tijd is beschouwd als slechts in schaal verschillend van het grote lozingenprobleem dan is deze voorkeur voor aktiefslibinstallaties verklaard.

Een ruwe schatting van het in Nederland geïnstalleerde aantal septictanks, Emcopotten, vijvers, e.d. varieert tussen 250.000 en 350.000.

7. SYSTEEMKEUZE

Bij de bestudering van de afvalwaterproblematiek voor kleine verspreide lozingen dient men zich de vraag te stellen: welke oplossing is in deze specifieke situatie het meest geschikt?

Om hierop een afdoende antwoord te kunnen geven is een systematische benadering van de problematiek gewenst.

Globaal kunnen twee fasen in de benadering worden onderscheiden.

Verkenning

Om te weten wat mogelijk is in een bepaald geval, is het nodig de lokale situatie te kennen. De volgende punten komen aan de orde:

- hoeveelheid afvalwater, variaties over de dag, over de week, over het jaar
- oorsprong van het afvalwater (huishoudelijk, agrarisch, ambachtelijk, specifieke lozingen), afvalwaterkwaliteit, -kwaliteitsvariaties
- hoe zijn de diverse lozingspunten ten opzichte van elkaar gesitueerd (lintbebouwing, kern, verspreide bebouwing, meerdere afzonderlijke kleine kernen)
- bodem (grondsoort, grondwaterstand, doorlatendheid, storende lagen, grondwaterstandsverschillen, grondwaterstromingen)
- oppervlaktewater (kwaliteit, kwantiteit, kwaliteitsdoelstellingen, stromingsrichtingen)
- kwetsbare gebieden (broedplaatsen, natuurgebieden, drinkwaterwin- gebieden)
- gebiedsindeling (ruimtelijk, bestuurlijk, ten aanzien van waterkwaliteits- en -kwantiteitsbeheer)
- topografie (watergangen, wegen, leidingstraten, reliëf)

Door bestudering van deze punten kan al een eerste voorselectie van alternatieve oplossingen plaatsvinden. Voorbeeld: een dichte bebouwing en hoge grondwaterstand zullen toepassing van infiltratiebedden problematisch maken. Evenzo zal bij een sterk verspreide bebouwing het alternatief vrijvervalrio- ling vervallen.

Selektieprocedure

- Bij de bepaling van het inzamelingssysteem kunnen de volgende vragen worden gesteld:
 - wordt het beschouwde gebied aangesloten op één inzamelingsnet, meer- dere kleinere netjes, krijgt iedere lozing een eigen zuivering, wordt diskontinue inzameling toegepast, of is een combinatie van deze tech- nieken het meest geschikt
 - kan grijs en zwart water gescheiden worden ingezameld
 - is voorzuivering voor inzameling een alternatief

- Evenzo spelen bij de bepaling van het behandelingssysteem de volgende vragen een rol:
 - is de bodem geschikt voor infiltratie
 - kan effluent geloosd worden op oppervlaktewater
 - krijgen niet-huishoudelijke lozingen een eigen zuivering (indien nodig) of een voorzuivering
 - moet gerekend worden met aanvoer naar de installatie van septictank-slib, zwart water, grijs water, of ongedeeld afvalwater
 - waar kan de zuiveringsinstallatie gesitueerd worden
 - hoe vindt slibverwijdering plaats
- Heeft een eerste afschatting van de alternatieven voor wat betreft inzameling en behandeling plaatsgevonden, dan dienen in dit stadium de mogelijkheden ten aanzien van de toekomstige organisatorische structuur te worden ingebracht.
 - hoe kan beheer en onderhoud van installaties worden ingepast in bestaande organisatiestructuren
 - kan beheer van gehele kleine afvalwatersysteem in één organisatie worden verenigd.
- Keuze
Door vergelijking van de overgebleven alternatieve oplossingen op technische, financieel-ekonomische, milieutechnische en organisatorische gronden wordt het meest geschikte systeem bepaald.

Selektiekriteria

In het hiernavolgende zal kort worden ingegaan op de verschillende inzamelings- en behandelingssystemen. Beide groepen worden op een aantal aspecten vergeleken. Hier reeds wordt met nadruk gesteld dat deze vergelijking niet meer dan globaal kan zijn: verschillen in plaatselijke omstandigheden maken dat systeemvergelijkingen slechts als indikatief beschouwd mogen worden.

Het financiële aspekt komt slechts terloops ter sprake. In de in deel B besproken CASE STUDY komt het aspekt kosten, toegespitst op een werkelijke situatie, uitgebreid aan de orde.

Inzamelingssystemen

De toepassingsmogelijkheden van een bepaald inzamelingssysteem zijn sterk plaatsgebonden. Een vergelijking van systemen kan dan ook niet meer dan globaal zijn en slechts een indikatie geven van wat in het algemeen verwacht kan worden.

Tegen deze achtergrond is het dan ook onmogelijk om financiële aspecten, anders dan zeer globaal, in de vergelijking te betrekken.

In tabel 8 zijn 5 inzamelingssystemen met elkaar vergeleken.

Vereisten, gesteld bij de keuze van een inzamelings-systeem	konventioneel vrijval riool	kleine diameter vrijval riool	druk riool	vakuum riool	diskontinue inzameling
techniek • geschikt voor glooiend terrein • slootkruisingen zijn eenvoudig te realiseren • huisaansluiting kost geen energie • aansluiting laagste punt in huis is eenvoudig • spoelwaterreductie kan worden toegepast • toepassing bij hoge grondwaterstand is mogelijk • graafwerkzaamheden zijn beperkt • grondwaterinfiltratie, -vervuiling speelt geen rol	- - +	- - +	+ + -	0 0 +	+ + 0
bedrijfsvoering • hoge mate van bedrijfszekerheid is gewenst • uitvallen van energievoorziening levert niet direct problemen • inzamelingsnet vraagt weinig onderhoud • huisaansluiting vraagt weinig onderhoud • organisatie van onderhoud en beheer vraagt geen speciale aandacht	+ + - + +	+ 0 + - 0	- 0 + - -	- 0 0 0 0	+ + - + -
kosten • aanlegkosten leidingnet zijn laag • aanlegkosten huisaansluiting zijn laag • onderhoudskosten zijn laag	- + 0	0 0 0	+ - -	+ 0 0	+ - -

Kan het systeem aan de gestelde vereiste voldoen?

+ : ja, redelijk - goed
 0 : min of meer
 - : nauwelijks - neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen.

Behandelingssysteem

Op basis van ervaringen opgedaan in Nederland en daarbuiten (zie hoofdstuk 6) zijn 12 kleine zuiveringssystemen geselecteerd voor nader onderzoek (ref. 31).

De volgende uitgangspunten hebben aan de selectie ten grondslag gelegen:

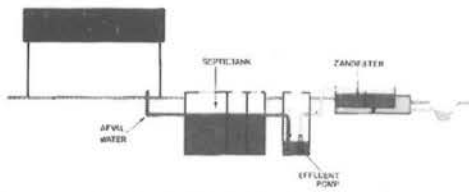
- met het systeem moet een zekere mate van praktijkervaring opgedaan zijn, hetzij in Nederland, hetzij in het buitenland
- indien optimaal bedreven, moet met het systeem een effluentkwaliteit te verkrijgen zijn, vergelijkbaar met die van de in Nederland gangbare grotere zuiveringsinstallaties
- het systeem moet aanvaardbaar zijn uit oogpunt van het milieu met betrekking tot de factoren:
 - . geluid
 - . stank
 - . aerosolvorming
 - . inpassing in landschap

Figuur 20 geeft een schematisch overzicht van de 12 systemen waarvan hier een korte karakterisering volgt:

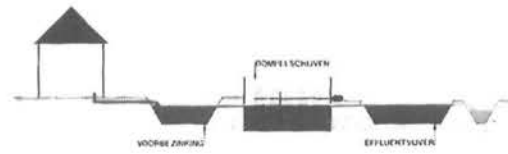
- | | |
|----------------------|---|
| - systeem 1, 2, 3 | : septictank met effluent (in)filtratie |
| - systeem 4, 5 | : septictank met oxidatief biologische trap |
| - systeem 6 | : aktiefslibinstallatie |
| - systeem 7, 8 | : vijvers gekombineerd met oxidatief biologische trap |
| - systeem 9 | : vijvers |
| - systeem 10, 11, 12 | : als systeem 1, 2 en 3 maar met komposttoilet voor de behandeling van zwart water. |

Van deze systemen zijn voor de installatiegrootten 5, 20, 50 en 200 i.e. ontwerpen gemaakt uitgaande van bestaande en, indien nodig, gemodificeerde ontwerpgrondslagen als bekend in West-Duitsland, Engeland en de Verenigde Staten. De aldus ontworpen systemen zijn vervolgens begroot op investerings- en bedrijfskosten.

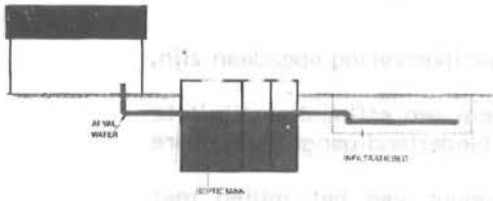
Een vergelijking van de 12 systemen op technische, financieel-ekonomische en milieutechnische gronden wordt gegeven in tabel 9.



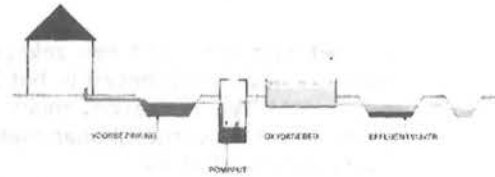
stelsysteem 1.



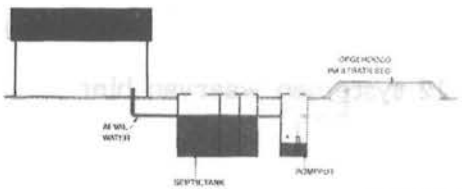
stelsysteem 7.



stelsysteem 2.



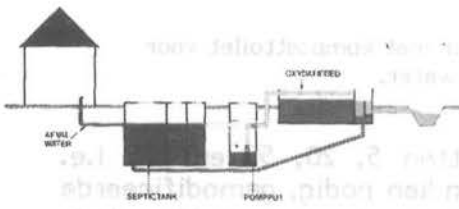
stelsysteem 8.



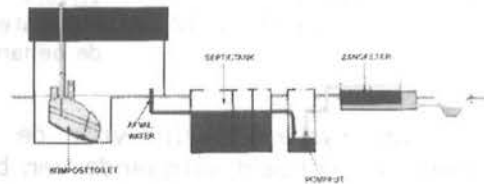
stelsysteem 3.



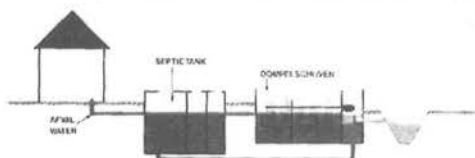
stelsysteem 9.



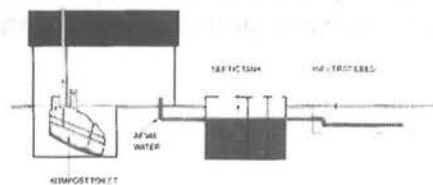
stelsysteem 4.



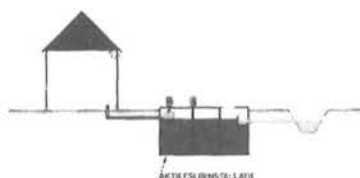
stelsysteem 10.



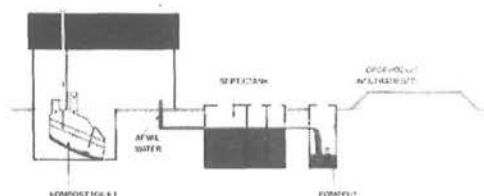
stelsysteem 5.



stelsysteem 11.



stelsysteem 6.



stelsysteem 12.

Tabel 9: vergelijking van twaalf geselecteerde zuiveringssystemen

Vereisten, gesteld bij de keuze van een zuiveringssysteem	septic tank- zandfilter 1	septic tank- infiltratiebed 2	septic tank- opgehoogd infiltratiebed 3	septic tank- oxidatiebed 4	septic tank- dompelschijven 5	aktiefslib 6	vijvers- dompelschijven 7	vijvers- oxidatiebed 8	vijvers 9	septic tank- zandfilter + komposttoilet 10	septic tank- infiltratiebed + komposttoilet 11	septic tank-opgeh- infiltratiebed + komposttoilet 12
• een grote mate van bedrijfszekerheid is gewenst.	+	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
• de bedrijfsvoering dient te zijn: - eenvoudig - weinig arbeidsintensief	+ 0	++ +	+ +	0 0	0 0	- --	0 -	0 -	++ 0	+ 0	+ 0	+ 0
• een frekwente controle behoort niet nodig te zijn.	-	++	++	-	-	--	-	-	0	-	++	++
• het systeem moet weinig gevoelig zijn voor kortdurende belastingvariaties.	++	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
• weekend- en/of seizoenspieken moeten verwerkt kunnen worden (recreatieterreinen e.d.).	+	+	+	-	-	--	0	0	++	+	+	+
• een laag energieverbruik is gewenst.	+	++	+	0	-	--	-	0	++	+	++	+
• het benodigd terreinoppervlak moet gering zijn.	++	--	0	++	++	++	++	++	0	++	-	+
• de mogelijkheid tot toepassing mag niet afhankelijk zijn van bodemsamenstelling en/of grondwaterpeil.	+	--	0	+	+	+	0	0	0	+	--	0
• inpassing in het landschap mag geen problemen geven.	0	++	+	-	0	0	0	-	++	0	++	+
• geluidhinder mag geen rol spelen.	+	++	+	+	0	0	0	+	++	+	++	+
• de kans op stankproblemen moet gering zijn.	0	+	+	0	0	0	-	-	-	+	+	+
• de totale kosten moeten laag zijn	0 0 + +	++ ++ ++ +	+ 0 - -	+ + ++ ++	0 0 + +	-- -- -- --	0 0 0 +	0 0 + ++	+ 0 0 0	0 - - -	+ 0 0 0	0 - - --
• bedrijfskosten moeten relatief laag zijn.	+	++	++	0	0	--	-	-	+	+	+	++

Kan het systeem aan de gestelde vereiste of wens voldoen?

++ : ja, heel goed
+ : ja, redelijk
0 : min of meer
- : nauwelijks
-- : neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen



8. KONKLUSIE

Kleine verspreide lozingen van afvalwater vormen een probleem dat een andere benadering vereist dan tot nu toe gebruikelijk. De noodzaak hiervan stoelt zowel op technische als op financiële gronden.

De technieken die een oplossing van deze problematiek kunnen leveren zijn bekend. Voldoende (buitenlandse) ervaring is aanwezig om te komen tot een verantwoorde toepassing. Wat rest is een juiste financieel-ekonomische motivatie om tot kleinschalige afvalwaterverwerking over te gaan.

Tot slot volgen nog enige overwegingen die bij de keuze tussen groot- en kleinschalige verwerking betrokken behoren te worden:

- koncentratie: inzameling van afvalwater uit een groot gebied betekent de concentratie van afvalstoffen op één punt. Waar 50.000 i.e. voor 98% worden gezuiverd vindt nog altijd een gekoncentreerde lozing plaats van 1000 i.e.
- kosten: inzamelingsnetwerken dragen niet bij aan een reductie van de vuillast maar nemen, zeker in landelijke gebieden, wel het leeuwendeel van de kosten voor de afvalwaterverwerking voor hun rekening
- stank: lange verblijftijden in een transportleiding veroorzaken anaërobie van het afvalwater waardoor dure stankbestrijdingsmaatregelen op de zuivering genomen dienen te worden
- schade: aanleg van leidingen voor het transport van afvalwater kan schade veroorzaken aan het milieu (ontgravingen, bronbemalingen, e.d.).



9. LIJST VAN REFERENTIES

- ref. 1 : Eikelboom, R.T.: "Verspreide lozingen; de noodzaak om maatregelen te nemen", H_2O (13) 1980, nr. 6
- ref. 2 : "Bestrijding van de verontreiniging van het oppervlaktewater", Indicatief Meerjaren Programma 1980-1984, concept september 1979
- ref. 3 : "Kostbare Rioleringswerken", VM, mei/juni 1980
- ref. 4 : Provincie Gelderland, "Notitie van gedeputeerde Staten inzake riolering van kleine kernen", 26 juni 1980
- ref. 5 : E.P.A. "Management of small wasteflows", U.S. Department of Commerce, PB 286 560, september 1978
- ref. 6 : Beleidsnota behorende bij "Structuurschema drink- en industrie-watervoorziening 1980", Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne 1980
- ref. 7 : Mann, H.T.: "Septic tanks and small sewage treatment plants", WRC, Stevenage (1979)
- ref. 8 : Triebel, W. et al.: "Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik" Band 1, 2. Auflage, ATV, Berlin (1973)
- ref. 9 : ATV: "Abwasserbeseitigung aus Erholungs- und Fremdenverkehrseinrichtungen", Arbeitsblatt A 129, GF A Bonn (1979)
- ref. 10 : Goldstein, S.N. en W.J. Moberg: "Waste water treatment systems for rural communities", Commission on rural water, Washington D.C. (1973)
- ref. 11 : "Manual of septic tank practice", U.S. DHEW Publ. no. (HSM) 72-100210 (1969)
- ref. 12 : Eikelboom, R.T.: "Ongrijpbare lozingen.....grijpbaar!", Delft (1972)
- ref. 13 : Spijker, J.H.: "Bepaling van enkele kenmerkende getallen van afvalwater van een wegrestaurant", H_2O , 10 (1978) 12
- ref. 14 : Michielsen, G.: "Stagerapport techn. dienst Zeeuwsche Waterschappen" (1976)
- ref. 15 : Kok, T.: "De reiniging van afvalwater van een kampeerterrein met behulp van een biezenveld", H_2O , 24 (1974)

WEB

- ref. 16 : A.N.W.B.: "Het afval van buitenverblijf", Rekreatiebrochure no. 8 (1968)
- ref. 17 : Kok, T. en J. de Jong: "De afvalwaterproductie door strand- en kampeertereinbezoekers in O-Flevoland", H₂O, 8 (1975)
- ref. 18 : "Uitvoeringsbesluit verontreiniging rijkswateren", Handleiding Milieuhygiëne, Samson (1974)
- ref. 19 : "Fosfatennota", Tweede Kamer der Staten Generaal (1979)
- ref. 20 : Koot, A.C.J.: "Behandeling van afvalwater", Delft
- ref. 21 : RIZA: "Onderzoek naar de aanwezigheid van niet-zuurstofbindende stoffen in afvalwaterstromen, effluenten van R.W.Z.I.'s en regenwaterafvoeren rapport 1e fase onderzoek" (1980)
- ref. 22 : Triebel, W. et al.: "Lehr- und Handbuch der Abwassertechnik" Band II, 2. Auflage, ATV, Berlin (1975)
- ref. 23 : "Minibloc afvalwaterzuivering", Water 3 (1972)
- ref. 24 : Fey, R.T.: "Cost-minded community chooses small diameter gravity system", Water & Sewage Works, June 1978
- ref. 25 : Troyan, J.J. en D.P. Norris: "Cost-effectiveness of onsite and community sewerage systems", Civil Eng. ASCE, 1977
- ref. 26 : EPA: "Alternatives for small wastewater treatment systems; pressure sewers/vakuum sewers", October 1977
- ref. 27 : Bischofsberger, W. en J. Weber: "Kleine Kläranlagen mit Abwasserbelüftung, Eine statistische Ermittlung ihrer Reinigungsleistung", Korrespondenz Abwasser (1977) 10
- ref. 28 : DIN 4261 Blatt 1: "Kleinkläranlagen, Anwendung, Bemessung, Ausführung und Betrieb Anlagen ohne Abwasserbelüftung", (1970)
- ref. 29 : Leich, H.H.: "Better water resources through sewerless sanitation", Water Resources Bulletin (1977) 2
- ref. 30 : Buchsteeg, K.: persoonlijk onderhoud 23 april 1980
- ref. 31 : Witteveen+Bos, "Behandelingssystemen en oppervlaktewaterverontreiniging", samenvattend eindrapport van studie uitgevoerd in opdracht van Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, oktober 1980

WEB

CASE STUDY

**(behandeld op de Post Akademiële
kursus Riolering 1980 - 1981)**

1. INLEIDING

Doel van deze case study is voor een gebied met kleine verspreide lozingen een systeem van afvalwaterverwerking te ontwerpen gebaseerd op een selectie van alternatieve mogelijkheden.

In het voorgaande is een aantal meer of minder bekende technieken belicht voor de inzameling en behandeling van afvalwater. Deze technieken zullen met elkaar en met reeds bekende technieken worden vergeleken om uiteindelijk te komen tot de voor deze situatie meest geschikte oplossing.

De selectie is gebaseerd op technische, organisatorische, milieutechnische en financieel-ekonomische gronden. Om praktische redenen zijn de selectiekriteria ten aanzien van de eerste drie aspecten in tabelvorm samengevat. De financiële kant van de vergelijking geschiedt op basis van kostengetallen.

Met nadruk wordt er hierop gewezen dat de waarde van deze studie in eerste instantie ligt in de kennismaking met wat minder bekende inzamelings- en behandelingstechnieken en in de tweede plaats in het oefenen van een zekere probleembenaderingsmethodiek. Vele details moesten daarbij worden verwaarloosd ten gunste van de grote lijnen.

2. CASE STORY

Ten gevolge van de invoering van de Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren zien de buurtschappen Beningweide en Closterveld zich geconfronteerd met een afvalwaterprobleem. Was het tot dusver zo dat het afvalwater van de overwegend agrarische bevolking van beide gemeenten ongezuiverd in het oppervlaktewater werd geloosd de invoering van de WVO verbiedt voortaan deze praktijk, en nog slechts oxidatief-biologisch behandeld afvalwater mag naar de afwateringssloot worden afgevoerd.

De besturen van de betreffende gemeenten realiseren zich dat ze zich in een moeilijke situatie bevinden. Kontakt met kollega's in andere gemeenten heeft hen geleerd dat de oplossing van soortgelijke problemen veelal gevonden wordt in het bijeenbrengen van het afvalwater en het wegpersen ervan naar een grote zuivering. Echter de hoogte van de daarbij optredende kosten heeft hen doen inzien dat deze oplossing niet a priori de meest geschikte is.

Nader ingewonnen informatie heeft hen bovendien op de hoogte gebracht van het feit dat er misschien ook andere mogelijkheden zijn om hen uit de problemen te helpen.

Uit overleg met de naburige gemeente Alterwoude is naar voren gekomen dat, alhoewel de WVO daar niet als zwaard van Damocles fungeert, er in die gemeente toch ook afvalwaterproblemen zijn die om een oplossing vragen.

Intergemeentelijk overleg resulteert uiteindelijk in het besluit dat de drie gemeenten zullen streven naar een integrale aanpak van de afvalwaterproblematiek.



3. PROBLEEMSTELLING

Het is de bedoeling voor het beschreven gebied de, op technische, organisatorische, milieutechnische en financiële gronden meest geschikte oplossing voor de afvalwaterproblematiek te vinden.

De volgende facetten kunnen daarbij aan de orde komen:

- | | | |
|--------------------------------|---------------|------------------------|
| a. Productie | : ongedeeld | - zwart en grijs water |
| b. Individuele voorbehandeling | : met | - zonder |
| c. Inzameling | : kontinu | - diskontinu |
| d. Transport | | |
| e. Behandeling | : individueel | - kollektief |
| f. Lozing | : bodem | - oppervlaktewater |

ad. a. Afvalwater (ongedeeld afvalwater) is opgebouwd uit de componenten zwart water (toiletwater) en grijs water (spoel- bad- en (af)waswater). Afhankelijk van het gekozen behandelingssysteem wordt het grijze en het zwarte water al of niet bij de bron gescheiden gehouden.

ad. b. Afvalwater kan worden ingezameld in de kwaliteit die het heeft na produktie, of het kan eerst een voorbehandeling ter plaatse ondergaan die de navolgende inzameling en behandeling vereenvoudigt.

ad. c. Afvalwater kan worden ingezameld door middel van een riolering tussen de plaats van produktie en van behandeling (kontinue inzameling) of afvalwater kan worden opgezameld in een tank naast het huis van waaruit het periodiek wordt verwijderd per as (diskontinue inzameling).

ad. d. Afvalwater kan getransporteerd worden van de plaats van inzameling (technisch of bestuurlijk ontvangpunt) naar de plaats van behandeling.

ad. e. Behandeling van het afvalwater kan geschieden daar waar het wordt geproduceerd, dus bijvoorbeeld naast het huis of het afvalwater wordt van meerdere bronnen eerst ingezameld en vervolgens centraal behandeld.

ad. f. Het behandelde afvalwater kan worden geloosd in oppervlaktewater of in de bodem. In dit laatste geval vindt in de bodem nazuivering plaats.

4. VERKENNING

In bijlage 1 is een situatieschets van het beschouwde gebied weergegeven. Het kan als volgt worden gekarakteriseerd.

Een licht hellend plattelandsgebied in voornamelijk agrarische omgeving, bestaande uit een lager gelegen nat kleigrondgedeelte en een hoger gelegen, droger zandgrondgebied.

In dit pastorale landschap zijn drie woonkernen gelegen:

- Kern A (noorden):
Acht woningen (28 inwoners), op ruime afstand van elkaar gelegen langs doorgaande weg. Grondwaterstand rond 2 m onder het maaiveld, afwatering vindt plaats door middel van greppeltjes.
Het afvalwater wordt per woning via zinkputten afgevoerd in de uit zandgrond bestaande bodem. Er zijn regelmatig verstoppingsklachten.
In 5 gevallen is daarom recentelijk een septictank als voorbehandeling geïnstalleerd.
Indien tot kollektieve zuivering van het afvalwater in dit dorp zou worden overgegaan is, met het oog op stank- en geluidhinder, op geschikte afstand van de bebouwing een geheel door begroeiing omgeven terrein beschikbaar.
- Kern B (zuidoosten)
Ongeveer 30 woningen (100 inwoners) en een schoolgebouwtje min of meer willekeurig rond een kerkje gegroepeerd. De kern wordt doorsneden door een doorgaande weg en door een afwateringssloot waarop gedeeltelijk direkt, gedeeltelijk via greppeltjes wordt geloosd. Bij 14 woningen wordt sinds enige tijd een septictank toegepast. Het onderhoud hiervan wordt uitgevoerd door de Dienst Openbare werken van de gemeente waarvan kern B deel uitmaakt.
Het lokale kantoor heeft permanente personeelsbezetting. Dit personeel zal in de toekomst ook beschikbaar zijn voor onderhoudstaken en kontinu oproepbaar zijn bij een eventueel toe te passen afvalwaterverwerkings-systeem in kern B. Voor de bouw van een eventuele zuiveringsinstallatie is slechts een klein terreintje beschikbaar op korte afstand van de bebouwing.
De grondsoort ter plaatse is klei, de grondwaterstand is 0,80 m onder het maaiveld.
- Kern C (zuidwesten)
Tien woningen (34 inwoners) in lintbebouwing langs doorgaande weg, waarnaast een brede snelstromende afwaterende sloot. Op deze sloot wordt het afvalwater van 5 woningen direkt, en van vijf woningen via septictanks geloosd. Voor een eventuele zuiveringsinstallatie ter plaatse is een klein terreintje gelegen aan deze sloot beschikbaar. De grondsoort is klei, de grondwaterstand is 1 m onder het maaiveld.
Er kan van worden uitgegaan dat, in de komende decennia, de afvalwaterproduktie op een gelijk niveau zal blijven.
- De kernen B en C zijn gelegen aan de rand van een natuurgebied, waardoor aan bouwactiviteit in dit gebied scherpe restrikties zijn opgelegd.
- In de huidige situatie wordt het regenwater van daken via zinkputten in de bodem of rechtstreeks naar het oppervlaktewater afgevoerd.
Deze situatie zal ook in de toekomst gehandhaafd blijven.
- Tien kilometer ten zuidwesten van kern C ligt een grote regionale R.W.Z.I., die zonodig in staat is het afvalwater van het gehele beschouwde gebied te behandelen.

5. SELEKTIEPROCEDURE

Stap 1 :

Stel dat er in ieder dorp een inzamelingssysteem moet komen!

Bijlage 2 geeft een globale vergelijking op 16 punten van 5 typen inzamelingsystemen. Selekteer voor ieder dorp (per dorp is een kopie van bijlage 2 toegevoegd) het meest geschikte systeem.

- kijk welke van de 16 aspecten voor het beschouwde dorp niet relevant zijn en streep deze door (v.b. heeft het dorp geen sloten die eventueel moeten worden gekruist dan speelt het desbetreffende aspect geen rol)
- houdt U na deze eerste beoordeling een systeem over met nog slechts een erg slechte score, dan lijkt het aannemelijk om dit systeem niet verder in de overwegingen te betrekken.

Op deze wijze kan het aantal van 5 systemen worden teruggebracht tot bv. maximaal 3.

In dit stadium is het zinvol een snelle blik te werpen op de kostengetallen van bijlage 4 (de betekenis van deze getallen wordt verklaard in stap 4).

Stap 2 :

Stel dat er per dorp (al of niet individueel) gezuiverd gaat worden. Welke systemen vallen dan direkt al af?

Bijlage 3 (3 kopieën toegevoegd) geeft een globale vergelijking op 13 punten van 12 behandelingssystemen. Werkwijze als bij stap 1.

Van de 12 systemen zouden na deze eerste selectie bv. hoogstens 5 alternatieven moeten overblijven.

Op technische gronden is het nu gevonden aantal alternatieven niet verder te reduceren.

Stap 3 :

Er zijn nu per kern nog hooguit 3 inzamelings- en 5 behandelingssystemen "over". Dit houdt in dat met de geselecteerde systemen op relatief eenvoudige wijze het beoogde doel, de verwerking van het afvalwater kan worden bereikt. Het betekent evenwel niet dat met de geselecteerde systemen ook per definitie de beste oplossing wordt gevonden. Doel is namelijk een oplossing voor het gebied als geheel te vinden, en daarbij zou b.v. ook gedacht kunnen worden aan:

- inzameling van het afvalwater van twee kernen en dat zuiveren
- inzameling van al het afvalwater en dat zuiveren
- inzameling van al het afvalwater en dat transporteren naar de regionale R.W.Z.I.
- individueel (per woning) zuiveren
- diskontinuïnzamelen van het afvalwater van de woningen in één of meer kernen, en dat op de R.W.Z.I. behandelen.



Zo zijn legio mogelijkheden denkbaar en in de praktijk zullen ook diverse alternatieve oplossingen moeten worden bekeken.

Zo ook hier. Echter, voor de overzichtelijkheid zou de aandacht gericht kunnen worden op de volgende drie alternatieven:

- Alternatief I

Uitgangspunt is dat per kern een systeem wordt ontworpen dat onafhankelijk is van het systeem in een andere kern. Per kern kiest U dus een inzamelings- en behandelingssysteem of per woning een (individueel) behandelingssysteem.

- Alternatief II

In dit geval wordt ervan uitgegaan dat al het in het beschouwde gebied geproduceerde, afvalwater wordt ingezameld en getransporteerd naar de R.W.Z.I. waar de behandeling plaatsvindt.

- Alternatief III

Kunnen de eerste twee alternatieven ruwweg worden gekarakteriseerd als "individueel" (I) en "kollektief" (II), bij dit alternatief wordt U gevraagd, op basis van de beschikbare systemen (uiteeraard met inachtneming van de informatie uit stap 1 en 2) een ontwerp te maken uitgaande Uw eigen smaak, voorkeur, ervaring, en dergelijke.

Stap 4 :

De keuze van de systemen voor de drie alternatieve oplossingen geschiedt op basis van de Kontante Waarde.

De Kontante Waarde van een systeem is het bedrag aan geld dat nodig is om alle kosten die gedurende de levensduur van dat systeem worden gemaakt, te kunnen dekken.

Hieronder vallen dus de éénmalige investeringskosten maar ook de ieder jaar terugkerende bedrijfskosten.

Om nu de kosten van verschillende systemen hetzij voor inzameling, hetzij voor behandeling, met elkaar te kunnen vergelijken, worden, uitgaande van bepaalde waarden voor economische parameters als rentepercentage, inflatiepercentage, e.d. de jaarlijks terugkerende bedrijfskosten terugerekend naar het jaar van in bedrijfstelling, waardoor deze kosten opgeteld kunnen worden bij de investeringskosten. Het zo ontstane bedrag heet de Kontante Waarde.

Uitgaande van een inflatiepercentage van 7%, een rentepercentage van 9% en een veronderstelde levensduur van alle installatieonderdelen van 25 jaar, kan de Kontante Waarde van investerings- en exploitatiekosten ruwweg worden bepaald door het bedrag voor bedrijfskosten te vermenigvuldigen met een faktor 20, en de gevonden waarde op te tellen bij het bedrag der investeringskosten.

Hoewel de vergelijking van de verschillende alternatieven geschiedt door een vergelijking van de Kontante Waarde van het systeem zijn in de tabellen 4^e en 5 behalve de Kontante Waarde, ook de investerings- en bedrijfskosten weergegeven.



In bijlage 4 zijn de kosten voor 4 verschillende typen inzamelingssystemen weergegeven indien deze zouden worden toegepast in de kern A (kolom 1), B (kolom 2) en C (kolom 3). Het afvalwater wordt daarbij ingezameld op een geschikt punt in het dorp.

Een inzamelingssysteem kan ook meerdere kernen bestrijken. Kostengetallen zijn gegeven indien één systeem het afvalwater van kern B + C inzamelt (kolom 4) of indien één systeem wordt toegepast voor de kernen A + B + C (kolom 5).

In deze beide laatste gevallen is eveneens vermeld waar het uiteindelijke punt van inzameling is gesitueerd.

Kosten voor diskontinue inzameling zijn ook gegeven en wel als kosten per woning.

Eveneens zijn de kosten voor transport naar de R.W.Z.I. vermeld.

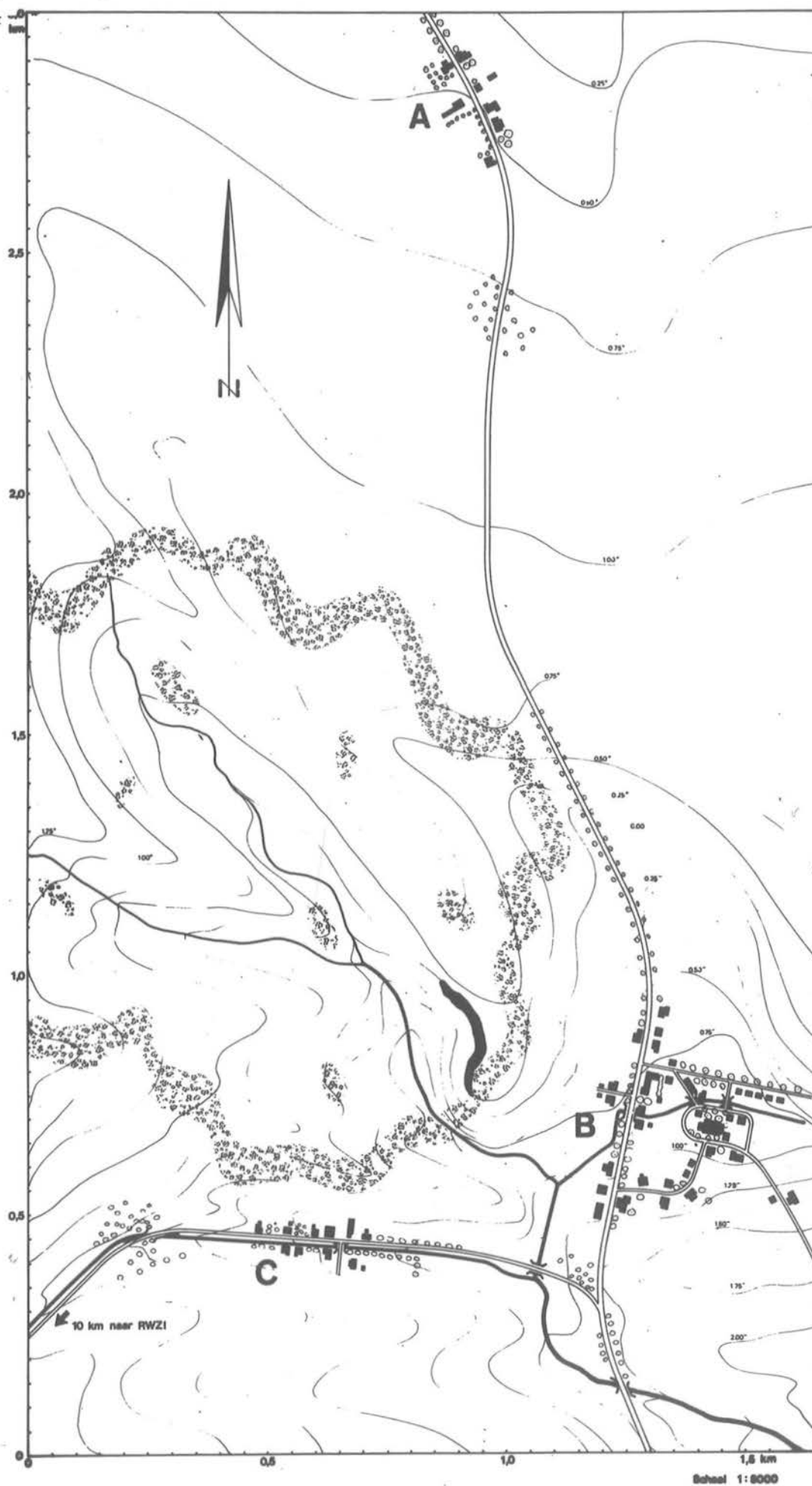
In bijlage 5 zijn de kosten voor 12 verschillende typen behandelingssystemen weergegeven voor 6 installatiegrootten.

Eveneens geeft deze bijlage de kosten indien het afvalwater wordt gezuiverd op een grote regionale R.W.Z.I.

Door nu voor de in stap 3 ontworpen systemen de kosten te bepalen, kan het financieel meest aantrekkelijke systeem worden geselecteerd.

De nu gevonden kostengetallen (Kontante Waarden) kunnen worden ingevuld op bijlage 6, en de drie alternatieve oplossingen kunnen zo worden begroot, om tot een uiteindelijke keus te komen.

De uiteindelijke toe te passen systemen kunt U noteren op bijlage 7.



Vereisten, gesteld bij de keuze van een inzamelings-systeem	konventioneel vrijverval riool	kleine diameter vrijverval riool	drukriool	vakuüMRIOL	diskontinue inzameling
techniek • geschikt voor glooiend terrein • slootkruisingen zijn eenvoudig te realiseren • huisaansluiting kost geen energie • aansluiting laagste punt in huis is eenvoudig • spoelwaterreduktie kan worden toegepast • toepassing bij hoge grondwaterstand is mogelijk • graafwerkzaamheden zijn beperkt • grondwaterinfiltratie, -vervuiling speelt geen rol	- - + - - - - -	- - + - - 0 0 0	+ + - + + + + +	0 0 + 0 + + + +	+ + + 0 + + + +
bedrijfsvoering • hoge mate van bedrijfszekerheid is gewenst • uitvallen van energievoorziening levert niet direkt problemen • inzamelingsnet vraagt weinig onderhoud • huisaansluiting vraagt weinig onderhoud • organisatie van onderhoud en beheer vraagt geen speciale aandacht	+ + - + +	+ 0 + - 0	- 0 + - -	- 0 0 0 0	+ + - + -

Kan het systeem aan de gestelde vereiste voldoen?

+ : ja, redelijk - goed
 0 : min of meer
 - : nauwelijks - neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen.

Vereisten, gesteld bij de keuze van een inzamelings-systeem	konventioneel vrijverval riool	kleine diameter vrijverval riool	drukriool	vakuumriool	diskontinue inzameling
techniek . geschikt voor glooiend terrein . slootkruisingen zijn eenvoudig te realiseren . huisaansluiting kost geen energie . aansluiting laagste punt in huis is eenvoudig . spoelwaterreduktie kan worden toegepast . toepassing bij hoge grondwaterstand is mogelijk . graafwerkzaamheden zijn beperkt . grondwaterinfiltratie, -vervuiling speelt geen rol	- - + - - - - -	- - + - - 0 0 0	+ + - + + + + +	0 0 + 0 + + + +	+ + + 0 + + + +
bedrijfsvoering . hoge mate van bedrijfszekerheid is gewenst . uitvallen van energievoorziening levert niet direkt problemen . inzamelingsnet vraagt weinig onderhoud . huisaansluiting vraagt weinig onderhoud . organisatie van onderhoud en beheer vraagt geen speciale aandacht	+ + - + +	+ 0 + - 0	- 0 + - -	- 0 0 0 0	+ + - + -

Kan het systeem aan de gestelde vereiste voldoen?

+ : ja, redelijk - goed
 0 : min of meer
 - : nauwelijks - neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen.

Vereisten, gesteld bij de keuze van een inzamelings-systeem	konventioneel vrijerval riool	kleine diameter vrijerval riool	drukriool	vakuumriool	diskontinue inzameling
techniek • geschikt voor glooiend terrein • slootkruisingen zijn eenvoudig te realiseren • huisaansluiting kost geen energie • aansluiting laagste punt in huis is eenvoudig • spoelwaterreduktie kan worden toegepast • toepassing bij hoge grondwaterstand is mogelijk • graafwerkzaamheden zijn beperkt • grondwaterinfiltratie, -vervuiling speelt geen rol	- - + - - - - -	- - + - - 0 0 0	+ + - + + + + +	0 0 + 0 + + + +	+ + + 0 + + + +
bedrijfsvoering • hoge mate van bedrijfszekerheid is gewenst • uitvallen van energievoorziening levert niet direkt problemen • inzamelingsnet vraagt weinig onderhoud • huisaansluiting vraagt weinig onderhoud • organisatie van onderhoud en beheer vraagt geen speciale aandacht	+ + - + +	+ 0 + - 0	- 0 + - -	- 0 0 0 0	+ + - + -

Kan het systeem aan de gestelde vereiste voldoen?

+ : ja, redelijk - goed
 0 : min of meer
 - : nauwelijks - neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen.

Vereisten, gesteld bij de keuze van een zuiveringssysteem	septic tank-zandfilter 1	septic tank-infiltratiebed 2	septic tank-opgehoogd infiltratiebed 3	septic tank-oxidatiebed 4	septic tank-dompelschijven 5	aktiefslib 6	vijvers-dompelschijven 7	vijvers-oxidatiebed 8	vijvers 9	septic tank-zandfilter + komposttoilet 10	septic tank-infiltratiebed + komposttoilet 11	septic tank-opgehoogd infiltratiebed + komposttoilet 12
. een grote mate van bedrijfszekerheid is gewenst.	+	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
. de bedrijfsvoering dient te zijn: - eenvoudig - weinig arbeidsintensief	+ 0	++ +	+ +	0 0	0 0	- --	0 -	0 -	++ 0	+ 0	+ 0	+ 0
. een frekwente controle behoort niet nodig te zijn.	-	++	++	-	-	--	-	-	0	-	++	++
. het systeem moet weinig gevoelig zijn voor kortdurende belastingvariaties.	++	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
. weekend- en/of seizoenspieken moeten verwerkt kunnen worden (rekreatieterreinen e.d.).	+	+	+	-	-	--	0	0	++	+	+	+
. een laag energieverbruik is gewenst.	+	++	+	0	-	--	-	0	++	+	++	+
. het benodigd terreinoppervlak moet gering zijn.	++	--	0	++	++	++	++	++	0	++	-	+
. de mogelijkheid tot toepassing mag niet afhankelijk zijn van bodemsamenstelling en/of grondwaterpeil.	+	--	0	+	+	+	0	0	0	+	--	0
. inpassing in het landschap mag geen problemen geven.	0	++	+	-	0	0	0	-	++	0	++	+
. geluidhinder mag geen rol spelen.	+	++	+	+	0	0	0	+	++	+	++	+
. de kans op stankproblemen moet gering zijn.	0	+	+	0	0	0	-	-	-	+	+	+

Kan het systeem aan de gestelde vereiste of wens voldoen?

++ : ja, heel goed
+ : ja, redelijk
0 : min of meer
- : nauwelijks
-- : neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen

Beoordelingsmatrix voor de geselecteerde systemen

Vereisten, gesteld bij de keuze van een zuiveringssysteem	septic tank-zandfilter 1	septic tank-infiltratiebed 2	septic tank-opgehoogd infiltratiebed 3	septic tank-oxidatiebed 4	septic tank-dompelschijven 5	aktiefslib 6	vijvers-dompelschijven 7	vijvers-oxidatiebed 8	vijvers 9	septic tank-zandfilter + komposttoilet 10	septic tank-infiltratiebed + komposttoilet 11	septic tank-opgehoogd infiltratiebed + komposttoilet 12
• een grote mate van bedrijfszekerheid is gewenst.	+	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
• de bedrijfsvoering dient te zijn: - eenvoudig - weinig arbeidsintensief	+ 0	++ +	+ +	0 0	0 0	- --	0 -	0 -	++ 0	+ 0	+ 0	+ 0
• een frekwente controle behoort niet nodig te zijn.	-	++	++	-	-	--	-	-	0	-	++	++
• het systeem moet weinig gevoelig zijn voor kortdurende belastingvariaties.	++	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
• weekend- en/of seizoenspieken moeten verwerkt kunnen worden (recreatieterreinen e.d.).	+	+	+	-	-	--	0	0	++	+	+	+
• een laag energieverbruik is gewenst.	+	++	+	0	-	--	-	0	++	+	++	+
• het benodigd terreinoppervlak moet gering zijn.	++	--	0	++	++	++	++	++	0	++	-	+
• de mogelijkheid tot toepassing mag niet afhankelijk zijn van bodemsamenstelling en/of grondwaterpeil.	+	--	0	+	+	+	0	0	0	+	--	0
• inpassing in het landschap mag geen problemen geven.	0	++	+	-	0	0	0	-	++	0	++	+
• geluidhinder mag geen rol spelen.	+	++	+	+	0	0	0	+	++	+	++	+
• de kans op stankproblemen moet gering zijn.	0	+	+	0	0	0	-	-	-	+	+	+

Kan het systeem aan de gestelde vereiste of wens voldoen?

++ : ja, heel goed
+ : ja, redelijk
0 : min of meer
- : nauwelijks
-- : neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen

Beoordelingsmatrix voor de geselecteerde systemen

Vereisten, gesteld bij de keuze van een zuiveringssysteem	septic tank-zandfilter 1	septic tank-infiltratiebed 2	septic tank-opgehoogd infiltratiebed 3	septic tank-oxidatiebed 4	septic tank-dompelschijven 5	aktiefslib 6	vijvers-dompelschijven 7	vijvers-oxidatiebed 8	vijvers 9	septic tank-zandfilter + komposttoilet 10	septic tank-infiltratiebed + komposttoilet 11	septic tank-opgeh. infiltratiebed + komposttoilet 12
. een grote mate van bedrijfszekerheid is gewenst.	+	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
. de bedrijfsvoering dient te zijn: - eenvoudig - weinig arbeidsintensief	+ 0	++ +	+ +	0 0	0 0	- --	0 -	0 -	++ 0	+ 0	+ 0	+ 0
. een frekwente controle behoort niet nodig te zijn.	-	++	++	-	-	--	-	-	0	-	++	++
. het systeem moet weinig gevoelig zijn voor kortdurende belastingvariaties.	++	++	++	+	+	0	+	+	++	+	+	+
. weekend- en/of seizoenspieken moeten verwerkt kunnen worden (recreatieterreinen e.d.).	+	+	+	-	-	--	0	0	++	+	+	+
. een laag energieverbruik is gewenst.	+	++	+	0	-	--	-	0	++	+	++	+
. het benodigd terreinoppervlak moet gering zijn.	++	--	0	++	++	++	++	++	0	++	-	+
. de mogelijkheid tot toepassing mag niet afhankelijk zijn van bodemsamenstelling en/of grondwaterpeil.	+	--	0	+	+	+	0	0	0	+	--	0
. inpassing in het landschap mag geen problemen geven.	0	++	+	-	0	0	0	-	++	0	++	+
. geluidhinder mag geen rol spelen.	+	++	+	+	0	0	0	+	++	+	++	+
. de kans op stankproblemen moet gering zijn.	0	+	+	0	0	0	-	-	-	+	+	+

Kan het systeem aan de gestelde vereiste of wens voldoen?

++ : ja, heel goed
+ : ja, redelijk
0 : min of meer
- : nauwelijks
-- : neen

De beoordeling is relatief, ten opzichte van de overige systemen

Beoordelingsmatrix voor de geselecteerde systemen

globale rekeningvuldige
" factuur
96000 +
80 x 1650
129000

Kolom	1			2			3			4				5			
Kern	A			B			C			B + C				A + B + C			
	invest. f	bedrijfsk. f/jaar	KW f	invest. f	bedrijfsk. f/jaar	KW f	invest. f	bedrijfsk. f/jaar	KW f	invest. f	bedrijfsk. f/jaar	KW f	inzameling in	invest. f	bedrijfsk. f/jaar	KW f	inzameling in
Konventioneel vrijvervalriering	96.000,-	1.650,-	129.000,-	458.000,-	7.900,-	616.000,-	99.000,-	1.700,-	133.000,-	652.000,-	10.650,-	865.000,-	-	945.500,-	13.450,-	1.214.500,-	-
Kleine diameter vrijvervalriering	77.000,-	2.300,-	123.000,-	343.000,-	11.100,-	565.000,-	78.000,-	2.650,-	131.000,-	516.000,-	14.800,-	812.000,-	-	790.500,-	18.250,-	1.155.500,-	-
Drukriering	85.000,-	1.600,-	117.000,-	335.000,-	6.000,-	455.000,-	102.000,-	2.000,-	142.000,-	461.000,-	8.000,-	621.000,-	-	744.500,-	10.800,-	960.500,-	C
Vakuumriering	168.000,-	1.300,-	194.000,-	406.000,-	4.500,-	496.000,-	184.000,-	1.600,-	216.000,-	528.000,-	5.000,-	628.000,-	C	687.000,-	6.000,-	807.000,-	B

	Diskontinue inzameling (inzameling eens per drie weken)								
Aantal woningen	5			5 - 25			25		
	invest. f/won.	bedrijfsk. f/won.jaar	KW f/won.	invest. f/won.	bedrijfsk. f/won.jaar	KW f/won.	invest. f/won.	bedrijfsk. f/won.jaar	KW f/won.
Kosten per woning	8.000,-	950,-	27.000,-	8.000,-	900,-	26.000,-	8.000,-	800,-	24.000,-

Transport		invest. f	bedrijfsk. f/jaar	KW f
van	naar			
A(B)	B(A)	197.500,-	1.200,-	221.500,-
B(C)	C(B)	95.000,-	1.000,-	115.000,-
B	R.W.Z.I.	884.000,-	2.200,-	928.000,-
C	R.W.Z.I.	840.000,-	2.100,-	882.000,-

TABLE I		
A	B	C

TABLE II		
A	B	C

TABLE III		
A	B	C