

INDIVIDUELE BEHANDELING VAN AFVALWATER: BEHEERSPROBLEMATIEK EN TOEPAS- BAARHEID.

ir. H.A.A.M. Webers, hoofd kantoor Maastricht van Witteveen+Bos raadgeven-
de ingenieurs BV.

Samenvatting

Voor een deel van het woningbestand in Nederland is aansluiting op gemeen-
telijke riolering en centrale behandeling van het afvalwater niet haal-
baar. De vervuilingswaarde van deze restlozingen bedraagt meer dan 1 mil-
joen i.e., die worden geïnfiltreerd of op oppervlaktewater geloosd.

In opdracht van het Ministerie van VROM heeft Witteveen+Bos in de periode
1979-1991 uitgebreid onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden
van installaties voor de Individuele Behandeling van Afvalwater (zgn. IBA-
systemen) ter verbetering van de lozingssituatie in buitengebieden. De re-
sultaten vormden de basis voor het Lozingenbesluit bodembescherming en de
bijbehorende Uitvoeringsregeling.

In deze inleiding wordt nader ingegaan op de technische mogelijkheden,
ontwerp/dimensionering, zuiveringsprestaties en kosten van verschillende
systemen voor lozingen in de bodem of op oppervlaktewater. Ook wordt aan-
dacht gegeven aan aspecten zoals bedrijfsvoering en het beheer mede in het
licht van de rol van waterkwaliteitsbeheerders en gemeenten.

1. Inleiding

Naar schatting is 95 % van de afvalwaterlozers in Nederland inmiddels aan-
gesloten op riolering en wordt hun afvalwater centraal behandeld. Voor ca.
5 % van het totale woningenbestand (ca. 300.000 objecten) is aansluiting
op riolering en centrale behandeling van het afvalwater technisch of fi-
nancieel niet haalbaar. De totale vervuilingswaarde van deze restlozingen
inclusief niet aansluitbare objecten zoals recreatievoorzieningen wordt
geschat op 1 tot 3 miljoen inwonerequivalenten (i.e.). Hiervan wordt ca.
30 % in de bodem geïnfiltreerd en 70 % op oppervlaktewater geloosd.

Wanneer aansluiting van verspreide bebouwing op riolering niet mogelijk of
niet haalbaar is, is afvalwaterzuivering ter plaatse een goed alternatief.
In opdracht van het Ministerie VROM heeft Witteveen+Bos in de periode van
1979-1991 uitgebreid onderzoek verricht naar de toepassingsmogelijkheden
van installaties voor de Individuele Behandeling van Afvalwater (zgn. IBA-
systemen) ter verbetering van de lozingssituatie in buitengebieden.

In deze inleiding wordt o.a. nader ingegaan op de technische mogelijkhe-
den, ontwerp, prestaties en kosten van IBA-systemen, die worden toegepast
met lozing in de bodem of op oppervlaktewater. Met name ook komt de IBA-
richtlijn aan de orde, die is opgesteld in het kader van het Lozingenbe-
sluit bodembescherming en de Uitvoeringsregeling (1 juli 1990; Stb. 1990,
217) alsmede het beheer mede gelet op de rol van waterkwaliteitsbeheerders
en gemeenten.

2. Lozingenbesluit bodembescherming

Een lozing van vloeistoffen in de bodem is op grond van het Lozingenbesluit bodembescherming verboden. In enkele gevallen is een lozing in de bodem toegestaan mits aan een aantal voorwaarden is voldaan. In het Lozingenbesluit worden de volgende lozingen onderscheiden:

a. lozing van huishoudelijk afvalwater:

- beperkte lozingen van huishoudelijk afvalwater (gelijk of < 10 i.e.),
- omvangrijke lozingen van huishoudelijk afvalwater (> 10 i.e.),

b. lozing van koelwater en

c. lozing van overige vloeistoffen.

Meestal is de gemeente bevoegd gezag en soms de provincie.

Hoewel in de vorige inleidingen reeds uitvoerig is ingegaan op het Lozingenbesluit, worden enkele hoofdpunten uit het Lozingenbesluit voor de goede orde samengevat. De twee laatste lozingen komen in deze inleiding niet aan de orde.

Bestaande, beperkte bodemlozingen zijn per 1 juli 1993 verboden, wanneer de afstand van de woning tot de dichtstbijzijnde riolering 40 meter of minder is: in dat geval kan worden aangesloten op de riolering of worden gekozen voor opslag in een vloeistofdichte tank bij de bron en verwijdering per as naar een rwzi (discontinu inzameling).

Bij een afstand groter dan 40 m is bodemlozing toegestaan, mits uiterlijk 1 januari 2005 een septic tank met infiltratievoorziening wordt toegepast conform de gestelde voorschriften. Bij beperkte lozingen wordt een groot formaat septic tank (min. 6 m^3) beschouwd als de meest geschikte voorbehandeling van huishoudelijk afvalwater vanwege de eenvoud en het beperkte onderhoud: voor beperkte lozingen vormen andere zuiveringssystemen geen deugdelijk alternatief.

Wanneer vervolgens lozing in de bodem plaatsvindt, kunnen de volgende infiltratievoorzieningen worden toegepast: zakput, infiltratiebed, opgehoogd infiltratiebed, infiltratiekanaal. Voordat de infiltratievoorziening wordt gerealiseerd, dient ter plaatse de gemiddeld hoogste grondwaterstand te worden gemeten en een goed ontwerp van de voorziening te worden gemaakt.

Bij het ontwerp staat de lozingseenheid centraal d.i. de berekeningseenheid voor de hoeveelheid huishoudelijk afvalwater, die per dag in de bodem wordt geloosd. Een lozingseenheid komt ongeveer overeen met een inwoner-equivalent (i.e.). Het ontwerp van systemen is in de Uitvoeringsregeling en de IBA-richtlijn nader uitgewerkt.

Nieuwe, beperkte bodemlozingen zijn per 1 juli 1990 verboden, wanneer de afstand van de kadastrale grens tot de dichtstbijzijnde riolering 40 meter of minder is. Ook hier is bodemlozing bij een afstand groter dan 40 m toegestaan, mits een septic tank met infiltratievoorziening aanwezig is. Voor beperkte lozingen hoeft geen ontheffing te worden aangevraagd, noch bestaat er een meldingsplicht.

Bestaande, omvangrijke lozingen zijn per 1 juli 1993 verboden. Voor lozingen groter dan 10 tot en met 200 lozingseenheden gelden de afstanden volgens tabel 1. Lozingen in de bodem boven 200 lozingseenheden (ca. $30 \text{ m}^3/\text{dag}$) zijn niet meer toegestaan. Bestaande, omvangrijke lozingen in de bodem tot en met 200 lozingseenheden moeten voor 1 juli 1993 worden gemeld aan het bevoegd gezag, waarvoor bij de gemeente een kennisgevingsformulier beschikbaar is.

Wanneer lozing in de bodem plaatsvindt, moet volgens art. 15 het huishoudelijk afvalwater allereerst worden gezuiverd d.m.v. een van de volgende

geavanceerde zuiveringssystemen : opgehoogd infiltratiebedsysteem, opgehoogd filtratiebedsysteem, zandfiltersysteem, oxydatiebedsysteem of biorotorsysteem. In bijlage 1 zijn enkele schema's voor zuiveringssystemen met infiltratievoorziening weergegeven.

De feitelijk lozing in de bodem dient te worden uitgevoerd d.m.v. een van de volgende infiltratievoorzieningen : zakput, infiltratiebed, infiltratiekanaal, opgehoogd infiltratiebed. Volgens artikel 16 van het Lozingenbesluit kan het opgehoogd infiltratiebed enerzijds onderdeel zijn van een zuiveringssysteem en anderzijds als infiltratievoorziening fungeren.

Nieuwe, omvangrijke lozingen zijn per 1 juli 1993 verboden binnen de grenzen van de afstanden van de kadastrale grens tot de riolering (zie tabel 1). Bij voorkeur dient aansluiting op de riolering plaats te vinden of anders discontinu afvoer.

Tabel 1: afstandstabel riolering tot omvangrijke bodemlozing.

omvang lozing	afstand riolering
> 10-24 lozingseenheden	100 meter
25-49 lozingseenheden	600 meter
50-99 lozingseenheden	1500 meter
100-200 lozingseenheden	3000 meter
> 200 lozingseenheden	niet toegestaan

3. Project Individuele Behandeling van Afvalwater bij verspreide bebouwing

3.1. Opzet

Het Project "Individuele Behandeling van Afvalwater bij verspreide bebouwing" bestond uit 4 fasen:

1. 1979-1981 : verkennende studie o.a. literatuuronderzoek,
2. 1981-1989 : voorbereiding, uitvoering en evaluatie praktijkonderzoek,
3. 1985-1987 : stoffenonderzoek,
4. 1989-1991 : knelpuntennotitie en IBA-richtlijn.

Het praktijkonderzoek (1983-1987) vond plaats aan 14 zuiveringssystemen met een capaciteit van 5 tot 200 i.e., waarvan het afvalwater gedurende minimaal 2 jaar periodiek werd bemonsterd en geanalyseerd. De totale kosten van dit praktijkonderzoek bedroegen ca. 3 miljoen gulden. In het praktijkonderzoek zijn de volgende systemen met lozing op oppervlaktewater (1) of in de bodem (2) onderzocht:

- a. deelzuivering (1) : septic tank (ST),
- b. infiltratiesysteem (2) : ST+zakput,
ST+infiltratiekanalen (2 locaties),
- c. filtratiesysteem (1) : ST+opgehoogd filtratiebed,
ST+zandfilter,
- d. compactsysteem (1) : ST+biorotor+nabehandeling (3 locaties),
ST+oxydatiebed+nabehandeling (2 locaties),
actief slibinstallatie,
- e. gescheiden zuivering (1) : composttoilet (zwartwater),
compostfilter (zwartwater) en aerob filter
met vloekas (grijswater).

Van de systemen zijn o.a. de volgende aspecten onderzocht:

- afvalwaterkarakteristieken;
- dimensionerings- en uitvoeringsaspecten;
- zuiveringsprestaties;
- bedrijfsvoeringsaspecten;
- kosten,
- mogelijkheden voor standaardisatie.

Het onderzoek heeft aangetoond dat IBA-systemen uit het praktijkonderzoek in technische zin goed toepasbaar zijn. Het onderzoek heeft uiteindelijk geresulteerd in de IBA-richtlijn voor het ontwerp, uitvoering, beheer en bedrijfsvoering van IBA-systemen.

3.2. Afvalwaterkarakteristieken

De afvalwaterkarakteristiek van ruw afvalwater (droogweerafvoer of dwa) is sterk afhankelijk van de lozingsbron, locatiespecifieke omstandigheden en leefgewoonten. De concentraties in ruw afvalwater (dwa) kunnen tot 2 maal hoger zijn dan de influentwaarden van traditionele rioolwaterzuiveringsinrichtingen.

Tijdens het IBA-praktijkonderzoek (8 lokaties) zijn de volgende vrachten voor ruw afvalwater voor woonruimten vastgesteld: debiet 123 l/inw.dag; CZV 118 g O₂/inw.dag; BZV₅ 47 g O₂/inw.dag; NKj 13,5 g N/inw.dag; P-totaal 3,5 g P/inw.dag; zwevende stof 38 g/inw.dag; TZV 175 g O₂/inw.dag.

De CZV : BZV₅ : NKj : P-totaal verhouding bedraagt 1:0,38:0,12:0,03. In de aanvoer kunnen variaties tot 100 % voorkomen t.g.v. de standaardafwijking voor woningen en bedrijven, seizoenvariaties, weekvariaties en uurvariaties. Het praktijkonderzoek is uitgevoerd in de periode dat fosfaathoudende wasmiddelen werden gebruikt hetgeen tot een hoge P-vracht leidde.

3.3. Zuiveringsprestaties

Technisch is het goed mogelijk gebleken om huishoudelijk of daarmee vergelijkend afvalwater individueel te behandelen, waarbij ten minste een biologische basiszuivering wordt bewerkstelligd met een verwijderingspercentage van biochemisch zuurstofverbruik (BZV) boven 90 % en van totaal zuurstofverbruik (TZV) boven 70 %.

De verwijderingspercentages die met IBA-systemen m.u.v. een septic tank behaald kunnen worden, zijn gemiddeld als volgt: CZV 86-95 % ; BZV 93-99 % ; NKj 53-97 % ; N totaal 20-79 % ; P totaal 13-99 % ; SS 83-99 % ; bezinksel 85-99 % ; TZV 71-96 % ; E.Coli 80-90 % (zie tabel 2). De NKj en P-totaalverwijdering is niet bij alle systemen even groot.

T.a.v. de TZV-verwijdering zijn de IBA-systemen in 2 groepen te verdelen:

- biologische basiszuivering met een TZV-verwijdering van ten minste 73 % (globaal CZV 85 % en NKj 50 %): zandfiltersysteem, biorotorsysteem en oxydatiebedstelsysteem;
- biologische basiszuivering met nitrificatie en een TZV-verwijdering van ten minste 85 %: infiltratiekanaalsysteem, zakputsysteem, opgehoogd filtratiebedstelsysteem, actief slibstelsysteem, gescheiden afvalwaterbehandeling.

Septic tanks (deelzuivering) hebben een TZV-verwijdering kleiner dan 35 %. Hoewel de behaalde verwijderingspercentages van deze kleine systemen redelijk vergelijkbaar zijn met die van conventionele grote rioolwaterzuiveringsinrichtingen, zijn de effluentconcentraties van IBA-systemen in het algemeen 1,5 tot 2 maal hoger, o.a. omdat de influentconcentraties hoger zijn aangezien geen verdunning met regenwater heeft plaatsgevonden.

Tabel 2: Jaargemiddelde verwijderingspercentages IBA-systemen.

systeem	verwijderingspercentages (%)							
	CZV	BZV	NKj	N-tot	P-tot	zwev. stof	bezuksel	TZV
infiltratie	90	99	85-97	37-51	88-99	98	99	90-91
opg.filtratiebed	95	99	90	20	44	95	98	93
zandfilter	87	93	56	30	39	-	98	71
biorotor	89-91	95-97	53-89	28-79	13-24	95-96	85-92	74-91
oxydatiebed	86	94	56	39	42	96	96	74
actief slib	87	96	88	64	43	83	98	87
gescheiden:								
- grijswater	94	98	87	73	54	99	91	93
- zwart/grijs	96	99	97	95	68	99	99	96
range IBA	86-95	93-99	53-97	20-79	13-99	83-99	85-99	71-96
grote RWZI:								
-range	75-89	85-97	44-83	32-70	31-49	-	-	-
-typische waarde	81	89	66	52	39	-	-	-

De reductie aan faecale coli in het afvalwater in IBA-systemen bedraagt in het algemeen 95-99 %, hetgeen vrijwel gelijk aan de prestaties van conventionele grote RWZI's. Met een coligehalte van 10^4 organismen per 100 ml is het effluent niet hygiënisch betrouwbaar.

Bij infiltratie wordt nog een hoeveelheid stikstof en fosfaat in de bodem gebracht respectievelijk ca. 2 g N en 0,5 g P per m² infiltratieoppervlak per dag. De fosfaatbelasting is hoger dan is toegestaan volgens de normen in het Besluit overige organische meststoffen van de Wet bodembescherming.

3.4. Bedrijfsaspecten

De belangrijkste bedrijfsaspecten zijn controle, onderhoud, storingen, energie en hinder. De benodigde bezoekfrequentie voor de controle/bediening van IBA-systemen varieert van 4-50 maal per jaar, afhankelijk van het type en de grootte van het systeem. De totale tijdsbesteding varieert van 3 tot 77 uur per jaar.

De vereiste deskundigheid voor controle/bediening is in het algemeen nihil tot gering. Alleen het actief slibstelsysteem met lozing op het oppervlaktewater vereist specifieke deskundigheid van de beheerder.

Klein onderhoud aan IBA-systemen vergt geen of weinig deskundigheid en kan vaak gelijktijdig met bedrijfscontroles worden uitgevoerd met een frequentie die lager of gelijk is aan de frequentie van de controle/bedieningsbezoeken.

Periodiek onderhoud aan elektro-mechanische apparatuur dient 1 of 2 maal per jaar te worden uitgevoerd, waarvoor een zekere deskundigheid is vereist. Desgewenst kan een servicecontract met de leverancier of een deskundige firma worden afgesloten.

Het energieverbruik is afhankelijk van het systeem en de grootte. Het energieverbruik is het hoogste voor actief slibsystemen (110-700 kWh/i.e. jaar), gevolgd door het oxydatiebedsysteem (80-335 kWh/i.e.jaar) en het biorotorsysteem (18-115 kWh/i.e.jaar). (In)filtratiesystemen en overige systemen verbruiken slechts weinig energie (max. 40 kWh/i.e.jaar).

De benodigde tijd voor controle, bediening en onderhoud (incl. terreinonderhoud, excl. slibafvoer) van IBA-systemen is vergeleken in tabel 3.

Tabel 3: Kwalitatieve vergelijking bedrijfsaspecten.

systeem	bezoekfrequentie	tot. tijdsbesteding	deskundigheid
-septic-tank, infiltratiebed/zakput, -filtratiebed, composttoilet,	gering matig	gering gering/matig	weinig/geen weinig
-biorotor, oxydatiebed, grijswatersysteem, gescheiden behandeling (< 50 i.e.)	matig/hoog	gering	matig
-zandfilter, gescheiden behandeling (> 50 i.e.), -actief slibstelsysteem	hoog hoog	groot gering/matig	weinig/matig redelijk

De systemen uit het praktijkonderzoek zijn in 3 groepen te onderscheiden:

- eenvoudige systemen, die weinig controle en bediening behoeven: infiltratiekanaalsysteem, zakputsysteem, opgehoogd filtratiebed,
- systemen, die matige controle en bediening vergen, zonder dat speciale deskundigheid vereist is: biorotorsysteem, oxydatiebedsysteem en systemen voor gescheiden behandeling tot 50 i.e.,
- meer complexe systemen, die veel tijd vragen voor controle en bediening en een zekere mate van deskundigheid: zandfiltersysteem, actief slibstelsysteem en systemen voor gescheiden behandeling boven 50 i.e.

3.5. Kostenindicatie

De jaarlijkse kosten van de onderzochte IBA-systemen bestaan uit kapitaalslasten (investeringen) en bedrijfskosten. De kosten kunnen sterk onderling verschillen en zijn hierdoor sterk bepalend bij de systeemkeuze.

De **bouwkosten** (exclusief BTW) zijn met een nauwkeurigheid van 20 % geraamd (prijspeil 1987) en inclusief grond- en leidingwerk, septic-tank met toebehoren, aerobe zuivering, algemene bouwplaatskosten en winst/risico (10 %) van de aannemer. De specifieke bouwkosten van IBA-systemen per i.e. dalen sterk bij toename van de systeemcapaciteit.

De **bedrijfskosten** omvatten de volgende kosten:

- personeelskosten: onderhoudscontroles, klein onderhoud;
- onderhoud (door derden):

- technische controles en onderhoud aan apparatuur;
 - groot onderhoud;
 - terreinonderhoud;
 - c. slibverwijdering: afvoer naar een centrale RWZI;
 - d. energie: elektriciteitsverbruik.
- De specifieke bedrijfskosten dalen sterk bij toename van de systeemcapaciteit.

De jaarlijkse kosten bij een afschrijvingstermijn van 20 jaar voor civiele investeringen en 10 jaar voor e/m investeringen zijn grafisch weergegeven in bijlage 2. De basis jaarlasten zijn bepaald op basis van kapitaalslasten en bedrijfskosten zonder personeelslasten en vastrecht elektriciteit. Bij de totale jaarlasten zijn personeel en energie inbegrepen. De verschillende onderdelen hebben het volgende aandeel in de totale jaarlijkse kosten, e.e.a. afhankelijk van systeemtype en -grootte:

- kapitaalslasten : 30-80 %
- personeelslasten : 5-40 %
- onderhoudslasten : 2-20 %
- slibafvoerkosten : 1-30 %
- energiekosten : 0-25 %.

Ter vergelijking van de systeemkosten is de **contante waarde (CW)** berekend, die is gedefinieerd als de hoeveelheid geld die bij start van het project beschikbaar zou moeten zijn om gedurende de totale looptijd van het project alle kosten te kunnen dekken met inbegrip van inflatie. Op basis van een kostenvergelijking volgens de contante waarde methode kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- de goedkoopste deelzuivering is de septic tank: zeer grote septic tanks zijn echter vrijwel even duur als infiltratiesystemen;
- uitgaande van systemen met een BZV-reductie van meer dan 90 % zijn infiltratiesystemen tot 100-130 i.e. het goedkoopst, waarbij het zakput-systeem 0-10 % goedkoper is dan het infiltratiekanaalsysteem;
- vanaf 100-130 i.e. zijn de compactsystemen met biorotor/oxydatiebed/actief slib het goedkoopst, waarbij het biorotorsysteem ca. 10 % goedkoper is dan het oxydatiebedsysteem en 15-65 % goedkoper dan het actief slib systeem;
- filtratiesystemen en systemen voor gescheiden afvalwaterbehandeling zijn vanaf 15 i.e. de duurste systemen.

Besparingen op de kosten van IBA-systemen zijn mogelijk bijvoorbeeld:

- a. op de bouwkosten:
 - goedkopere bouwmaterialen (ten koste van degelijkheid);
 - bijstelling ontwerpgrondslagen (ten koste van effluentkwaliteit);
 - lage prijs door marktmechanisme;
 - zelfwerkzaamheid door bewoners;
 - standaardisatie en serieproductie;
 - b. op de bedrijfskosten:
 - besparing op personeelskosten bijvoorbeeld beheer door bewoners zelf;
 - besparing op terreinonderhoud (alternatief grazen).
- Maximaal kan 10 tot 40 % op de jaarlasten worden bespaard.

4. Opzet en toepassing van de IBA-richtlijn

Op basis van het hiervoor beschreven onderzoek is de IBA-richtlijn opgesteld. Deze richtlijn heeft betrekking op het ontwerp, uitvoering, beheer en de bedrijfsvoering van IBA-systemen. In de richtlijn is een overzicht

van de gegevens voor ontwerp en realisatie van de systemen gegeven, die als checklist kan worden gebruikt. Enkele punten verdienen aandacht :

- a. type afvalwater;
- b. inzameling en transport;
- c. zuivering;
- d. lozing.

Afvalwater bestaat uit zwartwater (toiletwater) en grijswater (spoel-, bad- en waswater). Afhankelijk van het systeem kunnen het grijswater en het zwartwater gescheiden of gezamenlijk worden behandeld. Op basis van de gemeten samenstelling van het ruw afvalwater (dwa) van woonruimten tijdens het praktijkonderzoek zijn in de IBA-richtlijn kengetallen voor de dimensionering van IBA-systemen opgesteld (tabel 4).

De influentconcentraties variëren van: CZV 830-1040 mg O₂/l; BZV 330-420 mg O₂/l ; NKj 90-115 mg N/l ; P-totaal 17-23 mg P/l (fosfaatloze wasmiddelen); zwevende stof 260-330 mg/l. Voor bedrijfslocaties gelden andere kengetallen en wordt verwezen naar de Uitvoeringsregeling en de IBA-richtlijn. Op basis van de Uitvoeringsregeling mag hemel- of drainagewater niet naar een zuiveringssysteem of een infiltratievoorziening worden geleid.

Tabel 4: Kengetallen (vrachten) voor ruw huishoudelijk afvalwater.

Parameter		Ongedeeld zwart/grijswater	
debiet	l/inw.dag	150	30:70
CZV	g O ₂ /inw.dag	125	40:60
BZV ₅	g O ₂ /inw.dag	50	40:60
NKj	g N/inw.dag	14	80:20
P-totaal	g P/inw.dag	2,5	40:60
zwevende stof	g/inw.dag	40	60:40
TZV	g O ₂ /inw.dag	190	55:45

Voor de inzameling van ongesaneerde afvalwaterlozingen in het buitengebied bestaan feitelijk 3 oplossingen:

- a. aansluiten op een nabijgelegen gemeentelijke riolering,
- b. toepassen IBA-systeem met lozing in bodem of op oppervlaktewater,
- c. opslag en verwijdering per as (discontinu inzameling).

Bij de keuze van de uiteindelijke oplossing kunnen verschillende aspecten doorslaggevend zijn zoals de lokale omstandigheden en mogelijkheden, budget, beheersaspecten, het wettelijke kader en het vigerende beleid. Met name bij omvangrijke bodemlozingen van huishoudelijk afvalwater wordt uit milieuhygiënisch oogpunt de voorkeur gegeven aan centrale inzameling en zuivering. In het verleden hebben diverse subsidieregelingen bestaan om dergelijke aansluitingen op de riolering in financiële zin te stimuleren.

Bij de zuivering zijn de volgende stappen te onderscheiden: voorbehandeling, biologische zuivering, nabehandeling en eventueel een infiltratievoorziening (ingeval van bodemlozing).

Afvalwater met een hoog vetgehalte zoals afvalwater, dat afkomstig is uit keukens van horecabedrijven e.d. moet voorafgaand aan de verdere behandeling door een vetafscheider worden geleid.

Voordat biologische behandeling van afvalwater of infiltratie van afvalwater in de bodem plaatsvindt, is in het algemeen een voorbehandeling noodzakelijk. Op grond van de Uitvoeringsregeling is bij lozingen in de bodem alleen voorbehandeling in septic tanks toegestaan.

Bij de biologische behandeling in de zin van de IBA-richtlijn worden opgeloste, colloïdale en zwevende vuilcomponenten van het afvalwater door

aerobe afbraak, assimilatie van celmateriaal en sorptie aan vlokken van micro-organismen uit het afvalwater verwijderd. Actief slibinstallaties zijn ingevolge het Lozingenbesluit niet meer toepasbaar bij lozingen in de bodem.

Na afloop van de biologische behandeling worden het overschot aan biomassa (slib), die is gevormd bij de biologische behandeling afgescheiden uit het water. Bij biorotoren en oxydatiebedden kan nabehandeling gebeuren in nabezinktanks of alternatieven zoals trommelfilters.

Afhankelijk van het systeem vindt lozing van gezuiverd afvalwater plaats op oppervlaktewater of in de bodem (uitgezonderd het composttoilet):

- a. systemen lozend in de bodem, die bestaan uit één of meer van de volgende onderdelen van het zuiveringssysteem (voorbehandeling, biologische behandeling, nabehandeling) met een infiltratievoorziening,
- b. systemen lozend op oppervlaktewater, die bestaan uit een zuiveringssysteem echter zonder infiltratievoorziening.

5. Toepasbaarheid en beheer van IBA-systemen

De IBA-systemen vertonen ten aanzien van afzonderlijke kosten en functionele aspecten aanzienlijke verschillen, waardoor afhankelijk van de specifieke plaatselijke omstandigheden bepaalde systemen de voorkeur verdienen. De volgende functionele aspecten van IBA-systemen zijn gewogen en geëvalueerd:

- zuiveringsprestaties,
- technologische stabiliteit (piekbelasting, seizoensinvloed etc.),
- technische bedrijfszekerheid,
- controle en bediening,
- onderhoud,
- hinder,
- ruimtebeslag.

De overall functionele score als maat voor de sterke en zwakke punten van 6 systemen met oppervlaktewaterlozing alsmede 2 systemen met beperkte lozingen in de bodem is weergegeven in bijlage 3. De laagste overall score is 53 % voor het zandfiltersysteem en de hoogste 83 % voor het zakputsysteem (beperkte lozing). Alle onderzochte IBA-systemen voldoen gemiddeld gelet op de belangrijkste functionele eisen, die bij individuele behandeling van afvalwater worden gesteld namelijk nl: redelijke zuiveringsprestaties, goede bedrijfszekerheid en een geringe behoefte aan toezicht. In het evaluatierapport van het project "Individuele Behandeling van Afvalwater bij verspreide bebouwing" is e.e.a. gedetailleerd uitgewerkt.

De onderzochte infiltratiesystemen uit het praktijkonderzoek als zodanig zijn zeer geschikte zuiveringssystemen uit het oogpunt van functionaliteit en kosten. Infiltratiesystemen voldoen met name goed vanwege o.a.:

- eenvoud en betrouwbaarheid,
- hoog verwijderingsrendement m.n.voor CZV, BZV, NKj en P-totaal,
- lange levensduur.

Met het van kracht worden van het Lozingenbesluit bodembescherming is de toepassing van een septic tank met een infiltratievoorziening echter beperkt tot 10 i.e. Indien een grotere zuiveringscapaciteit gewenst is of wanneer infiltratie vanwege de bodemkarakteristieken niet mogelijk is, is het biorotorsysteem met een infiltratievoorziening het meest geschikt uit het oogpunt van kosten en functionaliteit.

In tabel 5 wordt ter vergelijking van de systemen een indicatie gegeven van de bouwkosten, bedrijfskosten en contante waarde van IBA-systemen met een capaciteit van 5, 20, 50 en 200 inwonerequivalenten op basis van het praktijkonderzoek. De overige capaciteiten kunnen worden geïnterpoleerd. Voor de goede orde wordt gemeld dat de kosten enerzijds betrekking hebben op systemen met lozing op oppervlaktewater. Ingeval er anderzijds sprake is van bodemlozing, zijn kosten voor het zuiveringssysteem met infiltratievoorziening weergegeven. In de tabel van bijlage 4 is een meer uitgebreid kostenoverzicht gegeven voor zuiveringssystemen met oppervlaktewaterlozing en zuiveringssystemen met infiltratievoorziening. In bijlage 4 zijn de kosten van een biorotorsysteem (septic tank, biorotor en nabehandeling) op 100 % gesteld.

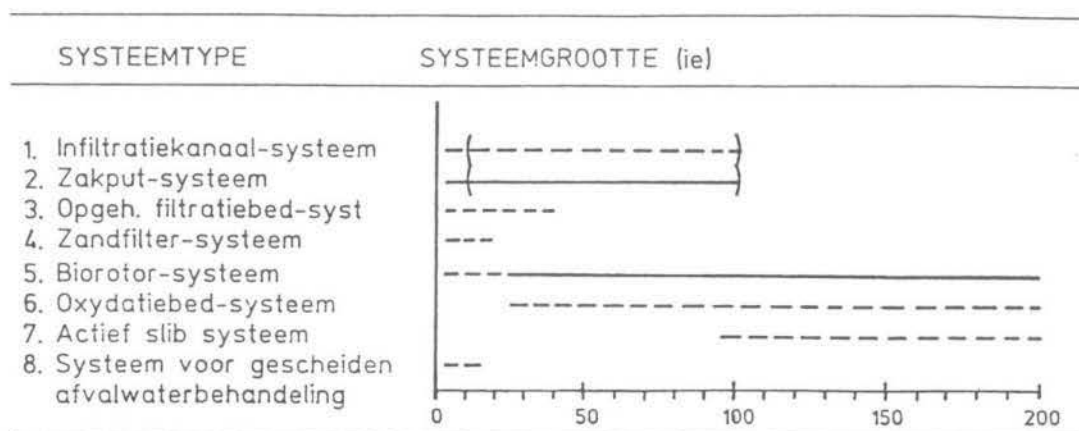
De werkelijke kosten worden o.a. sterk bepaald door de specifieke situatie en de keuze, uitvoeringswijze en fabrikaat van de toegepaste installaties.

Tabel 5: Range bouwkosten, bedrijfskosten en contante waarde van IBA-systemen bij oppervlaktewaterlozing en bodemlozing.

grootte	bouwkosten (hfl) (hfl/ie)		bedrijfskosten (hfl/jr) (hfl/ie.jr)		contante waarde (hfl) (hfl/ie)	
	lozing op oppervlaktewater					
5 i.e. min	21.250	4.250	2.125	425	75.000	15.000
max	37.500	7.500	4.250	850	123.750	24.750
20 i.e. min	36.125	1.806	2.763	138	112.500	5.625
max	80.750	4.038	6.825	341	174.375	8.719
50 i.e. min	43.875	878	4.250	85	165.000	3.300
max	172.125	3.443	11.262	225	354.750	7.095
200 i.e. min	89.375	447	7.750	39	332.500	1.613
max	570.625	2.853	34.488	172	1.128.750	5.644
	lozing in de bodem					
5 i.e. min	16.250	3.250	1.000	200	33.750	6.750
max	33.750	6.750	2.125	425	75.000	15.000
20 i.e. min	48.875	2.444	2.600	130	118.125	5.906
max	89.250	4.463	5.038	252	151.875	7.594
50 i.e. min	84.375	1.688	4.463	89	214.500	4.290
max	178.875	3.578	8.925	179	297.000	5.940
200 i.e. min	233.750	1.169	9.300	47	467.625	2.338
max	426.250	2.131	21.313	107	774.000	3.870

In figuur 1 is een selectiefiguur weergegeven voor de toepassingsgebieden van IBA-systemen.

De meeste (kleine) systemen zijn redelijk tot goed door bewoners te beheren. Naarmate de systemen groter worden kan het beheer geheel of gedeeltelijk worden overgenomen door de gemeente of de waterkwaliteitsbeheerder. In het algemeen wordt het beheer door de centrale overheid als het meest betrouwbaar beschouwd. Het beheer van veel IBA-systemen heeft wel de nodige organisatorische en financiële consequenties. Een tussenvorm, die ook in het buitenland wordt toegepast, is dat het beheer door de bewoners wordt uitbesteed aan deskundige firma's op basis van een onderhoudscontract. De controle blijft veelal onder toezicht van de overheid.



() = vervalt in praktijk door invoering van het Lozingenbesluit bodem-
bescherming.
— = het best toepasbare systeem.
-- = te overwegen alternatief.

Figuur 1 : Selectiefiguur toepassingsgebieden IBA-systemen.

6. IBA-systemen als alternatief voor riolering

In het navolgende zijn twee (reken)voorbeelden uitgewerkt:

1. kosten van individueel zuiveren t.o.v. de inkomsten uit heffing,
2. individuele behandeling als alternatief voor wegpersen naar rwzi.

ad 1.

Per woning wordt gemiddeld ca. f 175,- aan rioolrecht en ca. f 210,- aan verontreinigingsontheffing per jaar geheven. Indien wordt uitgegaan van 5 i.e. en een totale jaarlijkse heffingenlast van afgerond f 400,- per woning (5 i.e.) per jaar, komt dit overeen met een jaarlast van ca. f 80,- per i.e. per jaar. Géén enkel IBA-systeem kan voor een dergelijk laag bedrag worden gerealiseerd en bedreven. IBA-systemen kunnen derhalve zonder aanvullende financiering niet geëxploiteerd worden uit de opbrengsten van huidige heffingen voor rioolrecht en verontreinigingsheffing. De grootste belemmering voor de toepasbaarheid van de systemen wordt derhalve gevormd door de hoogte van de bouwkosten.

Met de inkomsten uit deze heffingen is het vaak wel mogelijk om alleen de bedrijfskosten te dragen bijvoorbeeld:

- a. basis bedrijfskosten (excl. personeel) voor:
 - infiltratiesystemen van elke systeemgrootte;
 - biorotorsystemen van elke systeemgrootte;
- b. totale bedrijfskosten (incl. personeel) voor:
 - infiltratiesystemen vanaf 20 à 30 i.e.;
 - biorotorsystemen vanaf ca. 60 i.e.

ad 2.

Het zuiveren van afvalwater op locatie is vanwege het kleinschalige karakter duurder dan het zuiveren van afvalwater op een centrale rwzi. Indien het transport naar de rwzi kan worden gerealiseerd voor het bedrag dat met de centrale behandeling wordt uitgespaard, is drukriolering financieel aantrekkelijker.

Bij grote afstanden wordt wegpersen te duur en kan beter ter plaatse worden gezuiverd. Afhankelijk van de specifieke totale kosten van een (druk)-rioleringsstelsel geldt dat ter plaatse behandelen in het algemeen goedkoper is wanneer de gemiddelde transportafstand groter is dan 1,2 km bij 5 i.e.; 1,7 km bij 20 i.e.; 2,2 km bij 50 i.e. en 3,3 km bij 200 i.e. (zie bijlage 5). Voor de vergelijking is uitgegaan van een biorotorsysteem i.c. septic tank, biorotor en nabehandling.

Infiltratie van 5 tot 18 i.e. is altijd goedkoper dan wegpersen, ongeacht de afstand. Afvoer onder vrijverval over een afstand tot 400 à 600 m à f 35,-/m' gevolgd door een behandeling in een centrale RWZI is voor 5 tot 10 i.e. nog concurrerend met een behandeling ter plaatse via een zakputsysteem. Bij kortere afstanden wordt afvoer naar een rioolstelsel aanbevolen. Alvorens in een bepaalde situatie over te gaan tot sanering van de lozingen zal een inventariserend onderzoek moeten plaatsvinden naar het gebied, lozingspunten en aard afvalwater, mogelijkheden van lozingen in de bodem (hoogste gemiddelde grondwaterstand) en op oppervlaktewater, aansluitmogelijkheden op gemeentelijke riolering etc.

Allereerst dient een keuze van het inzamelingssysteem al dan niet met aansluiting op het gemeentelijk stelsel te worden gemaakt. Indien niet wordt gekozen voor centrale afvoer, zal vervolgens de systeemkeuze bepaald moeten worden, e.e.a. binnen de mogelijkheden van het Lozingenbesluit.

Maatregelen en alternatieven zoals gecentraliseerde behandeling van het afvalwater ter plaatse kunnen in een integraal plan worden uitgewerkt.

In een aantal provincies zijn reeds inventariserende onderzoeken uitgevoerd naar de aard en omvang van bodemlozingen in het buitengebied. In de provincie Limburg is daarbij de volgende opzet gekozen:

- inventarisatie potentiële bodemlozers,
- ontwikkelen adressenbestand per bedrijfscategorie,
- nader onderzoek raming saneringskosten,
- evaluatie bodemlozingen recreatiebedrijven.

7. Overige vergunningen en ontheffingen.

Behalve ontheffing voor omvangrijke lozingen in de bodem in het kader van het Lozingenbesluit kunnen voor het bouwen en in bedrijf hebben van IBA-systemen een aantal vergunningen of ontheffingen noodzakelijk zijn. De belangrijkste worden in het navolgende behandeld.

Bouwvergunning

Conform de Woningwet is het verboden te bouwen zonder of in afwijking van een bouwvergunning. In de Woningwet zijn situaties geregeld waarin geen bouwvergunning vereist is en in gemeentelijke bestemmingsplannen kunnen uitzonderingsbepalingen omtrent bouwvergunningsaanvragen zijn opgenomen. Een bovengronds zuiveringssysteem wordt in de regel als bouwwerk aangemerkt. Bij een geheel ondergronds gelegen systeem kan een bouwvergunning soms achterwege blijven. E.e.a. wordt mede bepaald door de gemeente.

Hinderwetvergunning

Conform de Hinderwet kunnen zuiveringssystemen op grond van het Hinderbesluit op twee manieren hinderwetplichtig zijn nl. bij inrichtingen bestemd tot bewaring, bewerking, verwerking of vernietiging van afval én bij inrichtingen waar één of meer elektromotoren aanwezig zijn met een (gezamenlijk) vermogen groter dan 1,5 kW.

Na inwerkingtreding van het hoofdstuk Vergunningen en Algemene regels van

de Wabm is in plaats van een Hinderwetvergunning een integrale milieuvergunning vereist voor het oprichten van een zuiveringssysteem. Op grond van het nieuwe Inrichtingen- en vergunningenbesluit dat gelijktijdig met het hoofdstuk vergunningen en algemene regels WABM in werking treedt, is een vergunning vereist voor inrichtingen voor het behandelen, opslaan of reinigen van afvalwater. Septic tanks voor opslag behoeven geen vergunning.

WVO-vergunning

Bij lozing van effluent van een zuiveringssysteem op oppervlaktewater is conform de Wet Verontreiniging Oppervlaktewater een vergunning vereist. Het is vooralsnog onduidelijk welke invloed een IBA-systeem heeft bij de aanslag verontreinigingsheffing. Strikt genomen biedt de WVO geen mogelijkheid om de forfaitaire aanslag van woningen te verminderen, wanneer daar (voor)zuivering van het afvalwater plaatsvindt. Het is echter verdedigbaar om tot vermindering over te gaan. Wanneer een aansluiting op de gemeentelijke riolering ontbreekt, is geen rioolrecht verschuldigd.

Recht van opstal en recht van overpad

Recht van opstal en/of recht van overpad zijn noodzakelijk als het systeem wordt gerealiseerd op een terrein in andermans eigendom en/of het systeem slechts toegankelijk is via privé-terrein in andermans eigendom.

8. Conclusies en aanbevelingen

Technisch gezien is de lokale behandeling van huishoudelijk afvalwater een goed alternatief voor riolering. Met een biologische basiszuivering kan een verwijderingspercentage van BZV van 90 % of meer en van TZV van 70 % of meer worden gehaald. Hoewel de prestaties redelijk vergelijkbaar zijn met die van conventionele RWZI's, zijn de effluentconcentraties van IBA-systemen in het algemeen hoger.

IBA-systemen voor de lozing op oppervlaktewater of in de bodem voldoen gemiddeld gezien aan de belangrijkste functionele eisen nl. redelijke zuiveringsprestaties en bedrijfszekerheid bij een geringe mate van toezicht. De systemen vertonen onderling echter sterke verschillen ten aanzien van kosten en functionele aspecten.

Tot 100-130 i.e. bieden eenvoudige infiltratiesystemen de beste combinatie van kosten en functionaliteit. Door invoering van het Lozingenbesluit is de toepassing echter bij bodemlozingen beperkt tot 10 i.e. Daarboven (tot 200 i.e.) dienen geavanceerde zuiveringssystemen met een aparte infiltratievoorziening te worden toegepast binnen de mogelijkheden, die het Lozingenbesluit biedt.

Centrale behandeling van meerdere individuele lozingen ter plaatse kan financieel en organisatorisch aantrekkelijker zijn dan de behandeling per lozingspunt.

In breed verband dienen de waterkwaliteitbeheer meer aandacht te besteden worden aan de mogelijkheden van IBA-systemen. Voorop zou moeten staan dat wordt gekozen voor de uit milieu-oogpunt beste oplossing, zonder het verschuiven van het probleem van het ene milieucompartiment naar het andere (van bodem naar oppervlaktewater v.v.). Enkele aandachtspunten voor de betrokken overheden zijn:

- controle en bedrijfsvoering,
- inpassing in wettelijke voorschriften, lokale verordeningen en beleid,

- beheer en organisatie,
- kostenvermindering: bouwsubsidies, verlaging verontreinigingsheffing ingevolge de WVO,
- lozingseisen,
- afzet van zuiveringsslib.

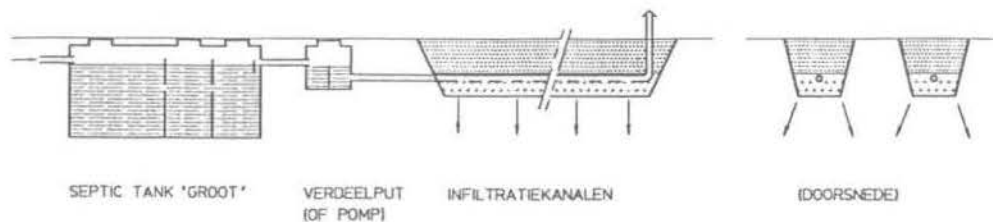
Grootschalige implementatie van IBA-systemen is pas goed mogelijk als de knelpunten en de financiering bevredigend zijn opgelost en de toepassing van deze systemen breed wordt gedragen. Een uniforme beleid voor de individuele behandeling van afvalwater zal hierbij onontbeerlijk zijn.

Wanneer in het kader van de sanering van restlozingen in het buitengebied en met het oog op het Lozingenbesluit door de betrokkenen integrale onderzoeken worden uitgevoerd, dienen IBA-systemen als serieus alternatief voor aansluiting op de riolering te worden meegenomen.

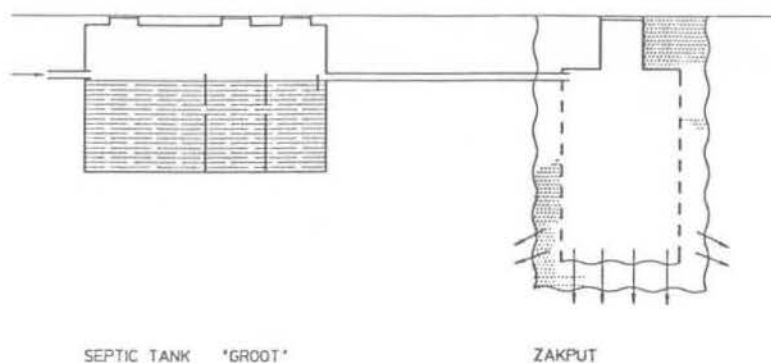
9. Literatuur

In het kader van het onderzoek naar IBA-systemen zijn in de loop der jaren een groot aantal rapporten opgesteld: een volledige literatuurlijst is bij de auteur opvraagbaar. De belangrijkste rapporten, die ook in deze inleiding is verwerkt, zijn :

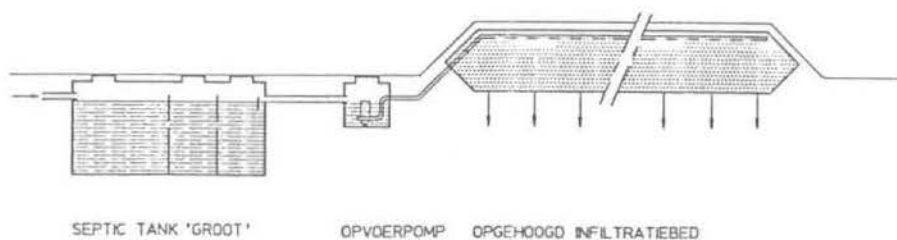
1. Ministerie VROM, "Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing (IBA). Onderzoek fase 2C: evaluatie van het praktijkonderzoek Individuele Behandeling van Afvalwater (IBA)". Samenvattend eindrapport Witteveen+Bos, november 1990,
2. Ministerie VROM, "Individuele behandeling van afvalwater bij verspreide bebouwing. Onderzoek fase 4B: IBA-richtlijn. Richtlijnen voor individuele behandeling van afvalwater (IBA): ontwerp, uitvoering, beheer, bedrijfsvoering. Witteveen+Bos, september 1991.



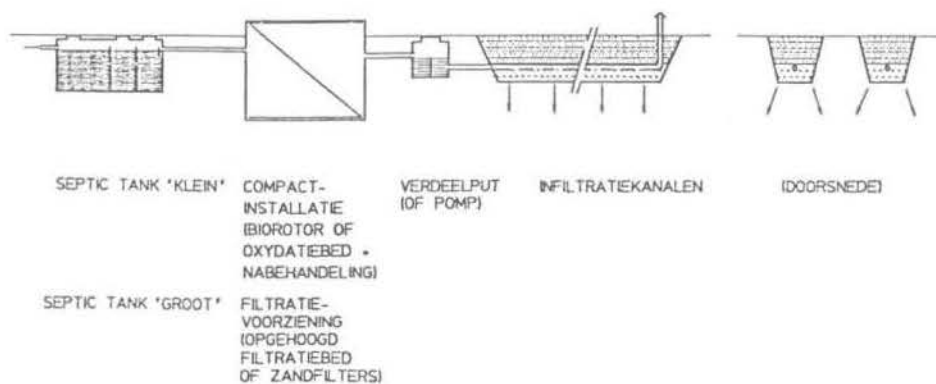
Schema infiltratiekanaalsysteem voor beperkte lozingen



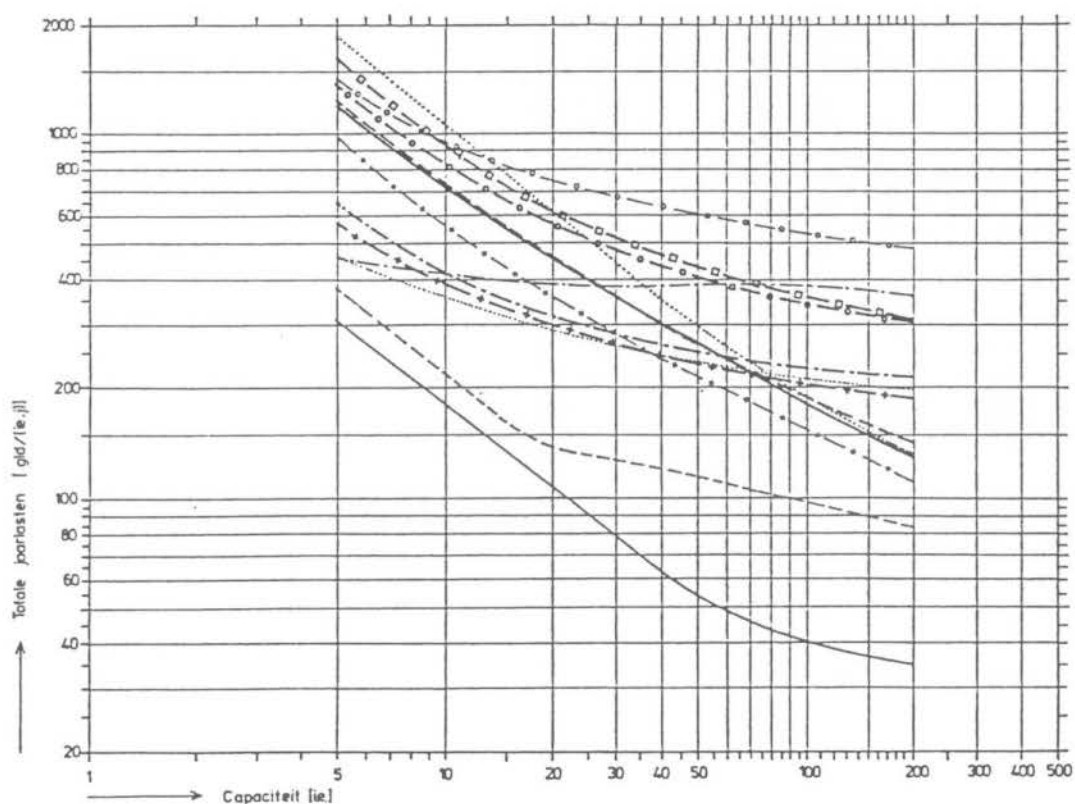
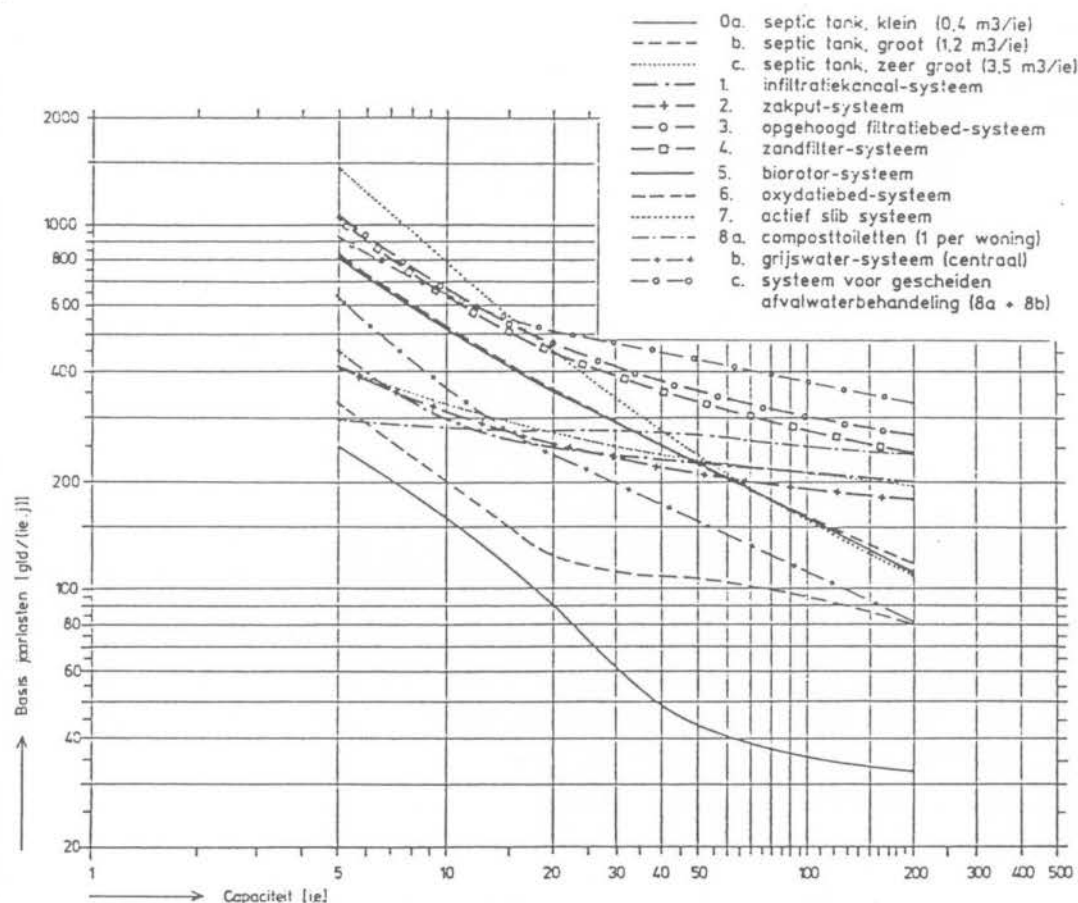
Schema zakputsysteem voor beperkte lozing



Schema opgehoogd infiltratiebedsysteem (voor beperkte of omvangrijke lozingen)



Schema infiltratiekanaalsystemen voor omvangrijke lozingen



Raming van de actuele basis- en totale jaarlasten per i.e. van diverse IBA-systeemt看ypen van 5 - 200 i.e.
Afschrijving c 20 jaar, e/m 10 jaar.
(kapitaalsrente 8%, prijspeil 1987, excl.0B)

VERGELIJKING VAN FUNCTIONELE ASPECTEN VAN IBA-SYSTEMEN

ASPECTEN	Max. score	Systemen								Gewicht sub/tot
		A	B	C	D	E	F	G	H	
ZUIVERINGSPRESTATIES	10	9	7	7	6	8	10	8	9	1
Technologische stabiliteit:										
- temp./seizoensinvloed	4	3	1	2	2	2	2	3	3	1
- slibuitsp./troebel effl.	4	4	4	2	2	1	4	4	4	1
- invloed stootbelasting	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
- sub totaal technol.stabil.	10	9	7	6	5	5	8	9	9	1
Technische bedrijfszekerheid	10	7	6	7	6	6	6	9	8	1
Controle en bediening:										
- controle frequentie	3	3	1	2	2	2	3	3	3	1
- totale tijdsbesteding	3	2	1	2	2	1	1	3	3	1
- eenvoud	4	3	3	3	3	1	3	4	4	1
- subtot. contr./bediening	10	8	5	7	7	4	7	10	10	1
Onderhoud (pers.kosten):										
- 5 i.e.-systemen	10	5	2	6	5	6	2	9	8	0/1
- 20 i.e.-systemen	10	6	4	7	7	7	0	9	7	0/1
- 50 i.e.-systemen	10	5	4	8	8	8	0	9	7	0/1
- 200 i.e.-systemen	10	2	0	8	8	9	0	9	6	0/1
Hinder:										
- geur	4	4	1	3	3	3	2	4	4	1
- geluid	4	4	4	4	4	3	4	4	4	1
- ongedierte/insecten	4	3	2	4	3	4	1	4	4	1
- visueel	4	2	2	3	1	4	3	4	4	1
- hygiene (bij onderhoud)	4	4	2	3	3	3	1	4	4	1
- subtot. hinder (punten)	(20)	(17)	(11)	(17)	(14)	(17)	(11)	(20)	(20)	
- subtot. hinder (score)	10	9	6	9	7	9	6	10	10	1
Ruimtebeslag	10	3	6	9	9	10	8	3	1	1
TOTALE SCORE (punten):										
- 5 i.e.-systemen	70	50	39	51	45	48	47	58	55	
- 20 i.e.-systemen	70	51	41	52	47	49	45	58	54	
- 50 i.e.-systemen	70	50	41	53	48	50	45	58	54	
- 200 i.e.-systemen	70	47	37	53	48	51	45	58	53	
OVERALL-SCORE (in %):										
- 5 i.e.-systemen	100	71	56	73	64	69	67	83	79	
- 20 i.e.-systemen	100	73	59	74	67	70	64	83	77	
- 50 i.e.-systemen	100	71	59	76	69	71	64	83	77	
- 200 i.e.-systemen	100	67	53	76	69	73	64	83	76	

codering van de systemen:

1. Op oppervlaktewater lozende systemen:

- A = opgehoogd filtratiebed systeem: septic tank + opgehoogd filtratiebed;
 B = randfilter systeem: septic tank + randfilters, intermitterend;
 C = biorotor systeem: septic tank + biorotor + nabezinktank of trommelfilter;
 D = oxydatiebed systeem: septic tank + oxydatiebed + nabezinktank;
 E = actief slib systeem: beluchtingsruimte (extended aeration) met of incl. nabezinking;
 F = systeem voor gescheiden behandeling van afvalwater: composttoilet(ten) en aerob filter + vloeiakas.

2. In de bodem lozende systemen:

- G = zakput systeem: septic tank + zakput (beperkte lozing);
 H = infiltratiekanaal systeem: septic tank + infiltratiekanalen (beperkte lozing).

ONDERLINGE VERGELIJKING VAN KOSTEN VAN IBA-SYSTEMEN, IN PROCENTEN

systeem	capaciteit 5 i.e.			capaciteit 20 i.e.			capaciteit 50 i.e.			capaciteit 200 i.e.		
	bouw	bedr.	CW	bouw	bedr.	CW	bouw	bedr.	CW	bouw	bedr.	CW
A	150	85	105	175	85	115	215	105	135	330	140	210
B	140	155	135	155	145	130	190	190	155	285	255	225
C	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
D	85	130	105	85	140	110	75	155	105	90	155	115
E	140	170	165	90	210	145	65	240	130	65	205	115
F	125	130	120	190	170	155	255	265	215	415	445	350
G	65	40	45	(100)	(35)	(55)	-	-	-	-	-	-
H	70	45	50	(100)	(50)	(60)	-	-	-	-	-	-
I	135	85	100	150	80	105	195	105	130	260	140	175
J	-	-	-	210	95	135	265	125	165	365	160	230
K	-	-	-	190	115	135	235	210	180	310	275	240
L	-	-	-	130	115	120	150	120	130	180	120	145
M	-	-	-	115	155	130	125	175	135	170	175	160
bouw 100%	20.000 - 30.000 gulden			35.000 - 50.000 gulden			55.000 - 80.000 gulden			115.000 - 160.000 gulden		
bedr. 100%	2.000 - 3.000 gulden per jaar			2.500 - 4.000 gulden per jaar			3.500 - 5.000 gulden per jaar			6.500 - 9.000 gulden per jaar		
CW 100%	60.000 - 90.000 gulden			90.000 - 135.000 gulden			135.000 - 195.000 gulden			270.000 - 375.000 gulden		

bouw = bouwkosten

bedr. = bedrijfskosten

CW = contante waarde

(..) = niet toegestane systemen op grond van het lozingenbesluit bodembescherming

Codering van de systemen:

1. Op oppervlaktewater lozende systemen:

A = opgehoogd filtratiebed systeem: septic tank + opgehoogd filtratiebed;

B = zandfilter systeem: septic tank + zandfilters, intermitterend;

C = biorotor systeem: septic tank + biorotor + nabezinktank of trommelfilter;

D = oxydatiebed systeem: septic tank + oxydatiebed + nabezinktank;

E = actief slib systeem: beluchtingsruimte (extended aeration) met of incl. nabezinking;

F = systeem voor gescheiden behandeling van afvalwater: composttoilet(ten) en aerob filter + vloeikas.

2. In de bodem lozende systemen:

G = zakput systeem: septic tank + zakput (beperkte lozing);

H = infiltratiekanaal systeem: septic tank + infiltratiekanalen (beperkte lozing);

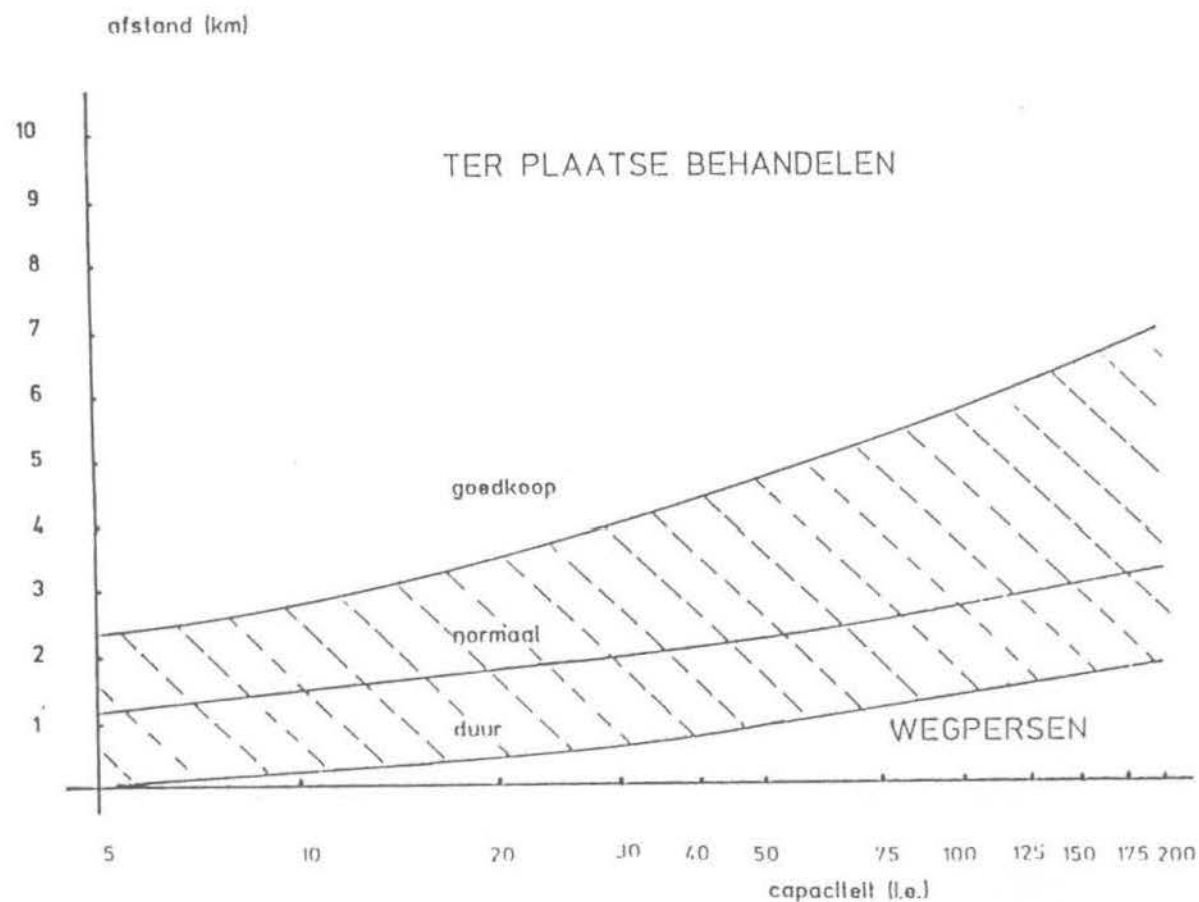
I = opgehoogd infiltratiebed systeem: septic tank + opgehoogd infiltratiebed (beperkte of oevangrijke lozing);

J = opgehoogd filtratiebed systeem (zie A) + infiltratiekanalen (oevangrijke lozing);

K = zandfilter systeem (zie B) + infiltratiekanalen (oevangrijke lozing);

L = biorotor systeem (zie C) + infiltratiekanalen (oevangrijke lozing);

M = oxydatiebed systeem (zie D) + infiltratiekanalen (oevangrijke lozing).



Globale kostenvergelijking tussen ter plaatse behandelen in een biorotorsysteem of wegpersen en behandeling in een centrale RWZI, in relatie tot de lengte van de persleiding en de totale lozingsomvang (i.e.), bij 3 scenario's voor de kosten van de persleiding (goedkoop, normaal, duur).

Witteveen+Bos
Raadgevende ingenieurs b.v.Wilhelminasingel 99
postbus 1080
6201 BB Maastricht
telefoon (043) 25 38 30
telefax (043) 25 37 99De heer ir. F.A. Fastenau
Meindert Hobbemastraat 2 A
2902 GM CAPELLE a/d IJSSEL

Datum

11 september 1992

Onze referentie

ZZM2092/28/4190

Uw referentie

Behandeld door

ir. H.A.A.M. Webers

Doorkiesnummer

Onderwerp

Beste Frits,

In aansluiting op ons onderhoudende en vruchtbare telefoongesprek over IBA-systemen onlangs, doe ik je hierbij graag mijn voordracht van 23/9 a.s. toekomen. Je zult ongetwijfeld veel van jouw "levenswerk" in dit stuk herkennen. Nogmaals bedankt voor jouw telefonische reactie, groeten thuis en tot spoedig ziens.

Met vriendelijke groeten,

Harry Webers