



OAS

**Redeneertrant voor optimalisatie
van afvalwatersystemen**

RIZA
STOWA
Ministerie van VROM
Stichting RIONED

OAS

EINDRAPPORT

*Redeneertrant voor
optimalisatie van
afvalwatersystemen*

COLOFON

Uitgave

RIZA

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Directoraat-Generaal Milieubeheer

Stichting RIONED

ISBN nr. 90 74476 72 4

Deze uitgave kan worden besteld bij:

Hageman Verpakkers BV

Postbus 281

2700 AC Zoetermeer

tel. 079-3611188

fax 079-3613927

o.v.v. ISBN-nummer en een duidelijk afleveradres

Tekst

ir. D. de Smit (DHV Water BV)

ir. J.W. van Sluis (DHV Water BV)

Begeleiding

Begeleidingscommissie (zie hoofdstuk 1)

Druk en lithografie

DHV Facilities BV

Oplage

1.000 exemplaren

Datum

februari 1997

**INHOUD****BLAD**

	SAMENVATTING	1
1	INLEIDING	7
1.1	Algemeen	7
1.2	Opdracht	7
1.3	Begeleidingscommissie	8
2	DEFINITIES EN AFBAKENING	9
2.1	Optimalisatie	9
2.2	Het afvalwatersysteem	10
2.3	Emissie, immissie en respons	11
2.4	Redeneren vanuit het ontvangend milieu	13
2.5	Integrale of sectorale afweging	16
2.6	Duurzaamheid	17
3	REDENEERTRANT	19
3.1	Algemeen	19
3.2	Stap 1: Taakstelling	20
3.3	Stap 2: Actuele situatie	21
3.4	Stap 3: Doelstellingen	21
3.5	Stap 4: Aandachtspunten	22
3.6	Stap 5: Mogelijke maatregelen en consequentie-analyse	22
4	INSTRUMENTARIUM VOOR DE CONSEQUENTIE-ANALYSE	25
4.1	Inleiding	25
4.2	Schematisatie	25
4.3	Gebruik	25
4.4	Invoer	26
4.5	Presentatievorm	26
5	CASE STUDIES VOOR DE CONSEQUENTIE-ANALYSE	31
5.1	Sloterbinnenpolder	31
5.2	Losser	34
5.3	Conclusies	38
6	REFERENTIES	39



BIJLAGEN

- 1 Criteria voor een sectorale afweging
- 2 Totaal overzicht van de redeneertrant
- 3 Overzicht van mogelijke maatregelen en relevante autonome ontwikkelingen
- 4 Instrumentarium: uitgangspunten, elementen, balansposten en gegevens
- 5 Instrumentarium: default-waarden voor belangrijke variabelen
- 6 Korte handleiding OAS-instrumentarium
- 7 Gehanteerde gegevens en resultaten van het voorbeeld Sloterbinnenpolder
- 8 Gehanteerde gegevens en resultaten van het voorbeeld Lossen



SAMENVATTING

Inleiding

Toekomstige ontwikkelingen in het waterbeheer sturen aan op versterking van de uitvoering van het beleid. Daarnaast zal er meer nadruk worden gelegd op verbreding van de afstemming met andere beleidsvelden (Milieu en Ruimtelijke Ordening) en op verdieping van de relatie met maatschappelijke ontwikkelingen, zoals de groeiende waardering voor water als zichtbaar element van de woonomgeving.

Optimalisatie van afvalwatersystemen versterkt de uitvoering van het beleid in het waterbeheer. Door het afvalwatersysteem in een ruimere context te plaatsen dan tot nu toe gebruikelijk, wordt tevens een bijdrage geleverd aan de beoogde verbreding en verdieping van het beleid. Dit laatste vraagt om een grondige herijking van de uitgangspunten voor het technisch ontwerp van maatregelen.

Het projectresultaat is een redeneertrant voor het beoordelen van mogelijke oplossingen in het licht van onder meer milieuhygiënische eisen. Het is niet de oplossing zelf. Door toepassing van de redeneertrant wordt duidelijk welke maatregelen in een specifieke combinatie van afvalwatersysteem en ontvangend milieu een optimaal functionerend afvalwatersysteem dichterbij brengen. De gekozen stapsgewijze benadering verheldert en structureert de interactie tussen het planmatig beheer van een afvalwatersysteem en de planprocessen op andere bestuurlijke niveau's in het waterbeheer en daarbuiten.

Afvalwatersysteem en beheerders

Een goed afvalwatersysteem vrijwaart de woonomgeving van overlast en gezondheidsrisico's. Adequate bijkomende voorzieningen - onder andere voor de zuivering van het afvalwater - voorkomen schade aan het ontvangende milieu.

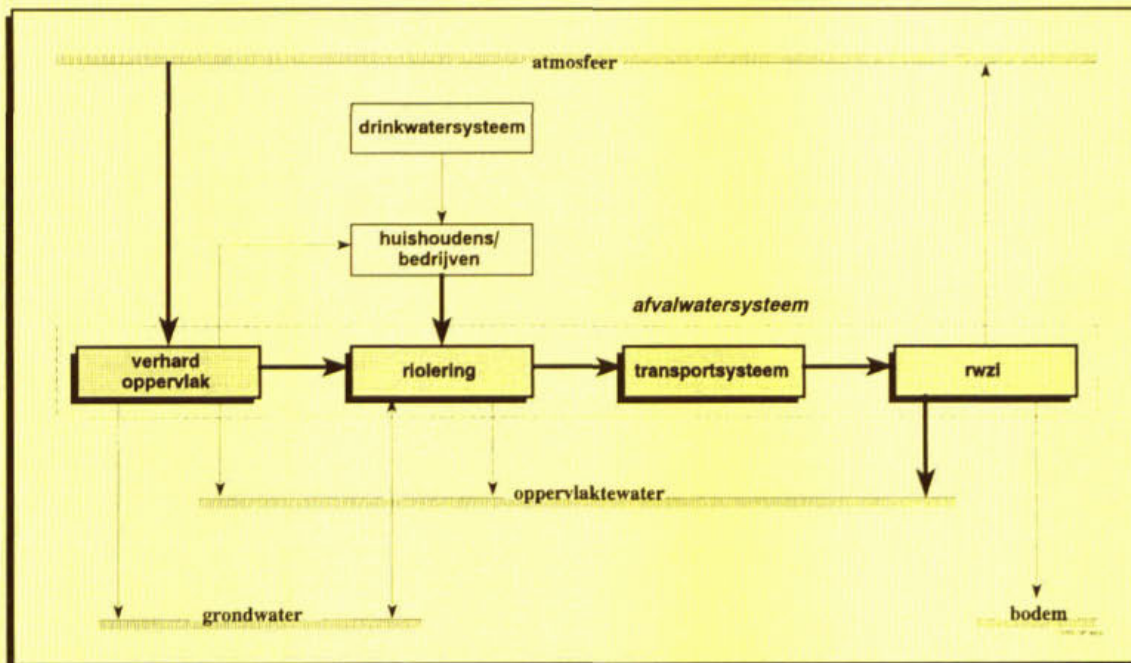
Een afvalwatersysteem bestaat uit verschillende onderdelen: de riolering, het transportstelsel en de rioolwaterzuiveringsinrichting (zie afbeelding S1). Het beheer berust bij twee verschillende instanties: de gemeente heeft de zorg voor de riolering en de waterbeheerder beheert de rioolwaterzuiveringsinrichting en meestal ook de persleidingen en het ontvangend oppervlaktewater.

Vanuit de regelgeving en de planvorming voor het waterbeheer hebben provincie en Rijk eveneens taken op het gebied van afvalwatersystemen. De waterkwaliteitsbeheerder als actief en passief waterbeheerder vervult een dubbelrol.

Optimaal afvalwatersysteem

Voor de meest direct betrokkenen instanties, gemeente en waterbeheerder, is een optimaal functionerend afvalwatersysteem een gemeenschappelijke beheersdoelstelling. In concrete gevallen dient echter duidelijk te worden bepaald wat wel en wat niet tot "het systeem" wordt gerekend en welke functies het vervult.

Afbeelding S.1
Stroomschema van het afvalwatersysteem met elementen en begrenzing



Het spreekt vanzelf dat zo'n systeem als samenhangend geheel alleen optimaal kan functioneren, indien de beide beheersinstanties hun werkzaamheden op elkaar afstemmen. Afstemming van het ontwerp van de infrastructuur en installaties is daarvoor een eerste vereiste; zonodig kan dit - naderhand - worden aangevuld met afstemming van de bedrijfsvoering.

Een strategie voor de optimalisatie van ontwerp en bedrijfsvoering moet in eerste instantie voorbijgaan aan de bestuurlijk-administratieve scheiding binnen een afvalwatersysteem en zich baseren op de technisch-inhoudelijke functionele eenheid.

"Optimaal functioneren" verwijst zowel naar effect als naar kosten die nodig zijn om dit te bereiken. Beide begrippen worden meestal in een adem genoemd (kosten-effectiviteit of efficiëntie), maar effectiviteit is een **voorwaarde** voor efficiëntie. Iets wat niet effectief is, kan nooit efficiënt zijn! Kosten komen daarom bij het zoeken naar een functioneel optimum pas in tweede instantie aan de orde.

Redeneertrant

Omdat afzonderlijke afvalwatersystemen en de omgeving waarin ze functioneren sterk verschillen, bestaat er geen algemeen geldig antwoord op de vraag naar optimalisatie. De in dit project ontwikkelde methodologie, die de vorm heeft van een redeneertrant, helpt bij het vinden van het specifieke optimum voor een concreet beschreven systeem in zijn omgeving. Kern van de methodologie is *redeneren vanuit het ontvangend milieucompartiment*. Dit houdt in dat voor de ontvangende milieucompartimenten van een afvalwatersysteem de doelstellingen worden vertaald in eisen aan emissies naar het betreffende milieucompartiment. De mogelijke maatregelen aan het afvalwatersysteem kunnen dan worden beoordeeld op basis van hun effecten op die emissies. Daarmee wordt maatwerk geleverd. Deze aanpak past overigens geheel binnen het brongerichte beleid. Zij zal niet leiden tot symptoombestrijding (een



mogelijk gevolg van effectgericht beleid), want de oorzaken van het niet halen van de responsdoelstellingen (emissies) worden bestreden.

Binnen de redeneertrant zijn vijf stappen onderscheiden, die navolgend worden toegelicht.

Stap 1: Taakstelling

Een optimaal functionerend afvalwatersysteem vereist een goede samenwerking van de betrokken beheerders. Door een OAS-project te beginnen met het helder omschrijven van de taken en bevoegdheden van de actoren, wordt voorkomen dat de samenwerking in een later stadium gefrustreerd raakt.

Verder worden de configuratie, dimensies van het beschouwde systeem beschreven in relatie met de omgeving. Dit betreft de infrastructuur en de fysieke kenmerken van de ontvangende milieus.

Stap 2: Actuele situatie

Als bepaling van de uitgangspositie wordt de actuele situatie ten aanzien van het functioneren van het afvalwatersysteem in beeld gebracht door de aard en omvang van de ingezamelde en de geloosde stromen te beschouwen. De schalen in ruimte (mate van detail) en tijd (dynamische verschijnselen/extreme gebeurtenissen) dienen met verstand te worden gekozen, omdat "overdaad schaadt".

Stap 3: Doelstellingen

De primaire doelen van een afvalwatersysteem - het bevorderen van de volksgezondheid en het voorkomen van overlast - staan bij systeemoptimalisatie niet ter discussie. De vraag waarop de redeneertrant zich wel richt is: hoe, zonder deze primaire doelen uit het oog te verliezen, om te gaan met milieuhygiënische en planologische doelen.

De milieudoelen en de doelen vanuit de ruimtelijke ordening moeten door de waterbeheerder worden vertaald in expliciete, toetsbare eisen aan de emissies uit het afvalwatersysteem. Middelveorschriften zijn minder adequaat, omdat daardoor de vrijheid om minder voor de hand liggende oplossingen voor te stellen zou worden ingeperkt. Emissie-eisen zijn in beginsel locatiespecifiek, vanwege de grote variabiliteit van zowel afvalwatersystemen als ontvangende milieus.

De eisen, die vanuit het milieu- en waterbeheer en ruimtelijke ordening aan het afvalwatersysteem worden gesteld, worden geformuleerd in de planprocessen op hogere bestuurlijke niveau's. De redeneertrant sluit hierbij aan.

Het beheersplan van een waterschap beschrijft de doelen die voor het ontvangende watermilieu worden nagestreefd. In een 4- of 8-jarige cyclus worden op grond van geactualiseerde doelstellingen voor het watersysteem maatregelen geformuleerd. Een deel van de maatregelen betreft regulering van de (stof)stromen naar het oppervlaktewater, zowel de emissies uit het - communale - afvalwatersysteem als stofstromen afkomstig van andere bronnen van waterverontreiniging. De waterbeheerder kan zich daarbij richten naar landelijke aanbevelingen, zoals de CUWVO-basisinspanning voor verbetering van de riolering, of hij kan emissie-eisen afleiden uit het specifieke ontvangende vermogen van het betreffende oppervlaktewater(en), zoals bij de CUWVO-waterkwaliteitsbenadering.

Stap 4: Aandachtspunten

Door toetsing van de actuele lozingen uit het afvalwatersysteem aan de emissie-eisen wordt duidelijk waar en in welke mate emissies moeten worden gereduceerd. Dit zijn de aandachtspunten voor het beleid.



Stap 5: Mogelijke maatregelen

Op grond van de vereiste emissiereductie worden voorstellen geformuleerd voor maatregelen, die in de gegeven situatie mogelijk en effectief worden geacht. Vrijheden daarbij zijn systeemkeuze, configuratie, dimensies van afzonderlijke installaties, wijze van bedrijfsvoering, etc. Pakketten van afzonderlijke mogelijke maatregelen vormen oplossingsvarianten.

De maatregelen aan het afvalwatersysteem dienen enerzijds door de gemeente als rioolbeheerder en anderzijds door de waterbeheerder zelf - in het kader van de zuiveringstaak - te worden uitgevoerd. Met de redeneertrant, waarin actoren en verantwoordelijkheden zijn aangegeven en doelstellingen worden geëxpliciteerd, is de wijze waarop de waterbeheerder zijn dubbelrol ten aanzien van actief en passief beheer opvat aan alle betrokkenen duidelijk te maken.

De beoordeling van de maatregel(pakketten) in het licht van de doelstelling vindt plaats met een **consequentie-analyse**. Daarbij worden de waterhoeveelheden en stofstromen per lozing gekwantificeerd en getoetst aan de emissie-eisen. Het resultaat van de toetsing wordt zodanig gepresenteerd dat een beeld van het geheel wordt gegeven, maar tevens recht wordt gedaan aan nuances ten aanzien van deelaspecten. De beoordeling naar andere aspecten (kosten, etc.) is om eerder genoemde redenen hier niet uitgewerkt, maar kan eenvoudig worden toegevoegd. De uiteindelijke optimalisatie is een afweging, waar de effecten worden afgezet tegen andere beoordelingscriteria, waaronder de kosten. Dat dient bij voorkeur integraal, samen met maatregelen buiten het afvalwatersysteem, te gebeuren.

Toepassing

De in het rapport besproken toepassingen illustreren de wijze waarop de redeneertrant kan worden toegepast. De voorbeeldsituaties zijn met enige vrijheid aan de praktijk ontleend en hebben overigens geen pretentie van volledigheid en algemene geldigheid. De gebruikte emissiekentallen en emissie-eisen zijn niet specifiek onderbouwd. Er is gekeken naar de effecten van mogelijke maatregelen op de stromen van water, totaal-fosfor en zink op jaarbasis.

De eerste toepassing gaat uit van een situatie met een traditioneel gescheiden rioolstelsel: de Sloterbinnenpolder in Amsterdam. De CUWVO-referentie is een verbeterd gescheiden stelsel. Met het toepassen van de redeneertrant wordt duidelijk hoe daadwerkelijke ombouw zich qua effectiviteit verhoudt tot alternatieve ingrepen. Het blijkt dat - binnen de gehanteerde uitgangspunten - voor de Sloterbinnenpolder het aanleggen van bezinkbassins achter de regenwateruitlaten het meest effectief zou zijn.

De tweede toepassing laat zien waar de redeneertrant toe kan leiden bij een bestaand gemengd stelsel waar de waterkwaliteitsbenadering wordt gevolgd. De kern van Losser ligt in het dal van de Dinkel, een beek met de natuurfunctie. De emissie-eisen die aan het afvalwatersysteem van deze kern worden gesteld, gaan als gevolg van de natuurfunctie veel verder dan de basisinspanning.

De fosfor-belasting van de Dinkel zou - binnen de gehanteerde uitgangspunten - tot minder dan 20% van de huidige belasting kunnen worden teruggebracht door de toepassing van komposttoiletten. Dat zou bovendien een aantal belangrijke bijkomende effecten hebben. Voor zink kan de eis met de beschouwde maatregelen niet worden gehaald.



De besproken voorbeelden tonen aan dat met de gehanteerde methodiek een goede indruk kan worden verkregen van de (relatieve) effectiviteit van de mogelijke maatregelen. Voorwaarde is dat onderbouwde, locatiespecifieke emissie-eisen, gebaseerd op de aldaar geldende responsdoelstellingen, beschikbaar zijn. De resultaten worden zekerder naarmate zij beter kunnen worden geverifieerd met meetresultaten.



1 INLEIDING

1.1 Algemeen

Van oudsher heeft de riolering een tweeledig doel: het beperken van gezondheidsrisico's en het voorkómen van overlast door (afval)water. Dit wordt bereikt door het afvalwater met ziekteverwekkende micro-organismen en het overtollig regenwater af te voeren. Pas veel later is geconcludeerd dat het afvalwater hoe dan ook tot onaanvaardbare milieuproblemen leidt en dus gezuiverd moet worden. Het moderne systeem van riolering en rioolwaterzuiveringsinrichting (het afvalwatersysteem) biedt deze milieuproblemen al in belangrijke mate het hoofd, maar de doelstellingen ten aanzien van water- en bodemkwaliteit worden nog lang niet overal bereikt.

Vanuit het streven naar verdere vermindering van de milieubelasting uit het afvalwatersysteem staan grote investeringen in met name het rioleringsdeel van het afvalwatersysteem voor de deur. Dit maakt de vraag naar optimalisatie van afvalwatersystemen bijzonder actueel. Het is zaak de gestelde doelen tegen de laagst mogelijke maatschappelijke kosten te realiseren.

Er zijn voor enkele afvalwatersystemen inmiddels optimalisatiestudies uitgevoerd, maar over de daarbij gehanteerde uitgangspunten en criteria bestaan verschillen van mening en de resultaten zijn niet steeds eenduidig. Er is voor het ontwerp van aanvullende emissiebeperkende maatregelen geen helder en breed gedragen strategisch concept beschikbaar. Dit hangt ondermeer samen met de wijze waarop afvalwatersystemen zijn opgebouwd en worden beheerd. In het algemeen kunnen drie deelsystemen worden onderscheiden, waarvan het beheer in verschillende handen is: de riolering, het transportsysteem en de rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi). Vanwege het ontbreken van het eerder genoemde strategisch concept kan de uitvoering van emissiebeperkende maatregelen in het ene deelsysteem (bijvoorbeeld de riolering) negatieve gevolgen hebben voor het beheer van een ander deelsysteem (bijvoorbeeld de rwzi). Dit leidt vaak tot hogere totale kosten terwijl de milieuwinst per saldo gering is.

1.2 Opdracht

Op initiatief van de STOWA is in 1994 een probleemverkenning opgesteld [21]. Hieruit bleek onder meer dat behoefte bestaat aan een benadering op strategisch niveau die zowel recht doet aan de watersysteembenadering als aan integraal ketenbeheer. Op grond hiervan is door de Stichting RIONED, mede namens RIZA, STOWA en het Ministerie van VROM, DHV Water BV benaderd om het proces van optimalisatie van afvalwatersystemen inzichtelijk te maken en te structureren. De daaruit voortgekomen opdracht is gericht op het ontwikkelen van een redeneertrant waarmee de gebruiker op gestructureerde wijze kan komen tot maatregelen(pakketten) die in eerste instantie voldoende effect sorteren om de gestelde doelen te bereiken. De gebruiker van de redeneertrant moet worden ondersteund bij het ordenen van het totaal aan mogelijke maatregelen op basis van de effectiviteit, rekening houdend met de context (kenmerken van de omgeving, type aanwezig rioelstelsel). De redeneertrant moet gebruikt kunnen worden door zowel de kaderstellende, hogere overheid als de operationele beheerders van het afvalwatersysteem. Bij de uiteindelijke keuze van uit te voeren maatregelen spelen ook andere aspecten zoals de kosten een rol. De beoordeling op andere aspecten kan zonodig vrij eenvoudig worden toegevoegd.



1.3 Begeleidingscommissie

Het project is begeleid door een commissie waarin naast de initiatiefnemers ook andere belanghebbende instanties (provincie Overijssel, Vereniging van Nederlandse Gemeenten, gemeente Amsterdam, gemeente Utrecht, Zuiveringschap Limburg) waren vertegenwoordigd. Het gaat om de volgende personen (in alfabetische volgorde):

- ir. A.S. Beenen (Stichting Stichting RIONED)
- drs. V.W.J. van den Bergen (Ministerie van VROM);
- ir. A.H. Dirkzwager (RIZA, voorzitter);
- drs. H.J. Gastkemper (VNG);
- ir. K.F. de Korte (gemeente Amsterdam, dienst RWA);
- ir. J. Laseur (provincie Overijssel);
- ir. G. Martijnse (Ministerie van VROM);
- ir. P.J. Rooymans (gemeente Utrecht, dienst Openbare Werken);
- ir. P.J.J. Schlösser (zuiveringschap Limburg, agendalid);
- ir. P.C. Stamperius (STOWA);
- dr.ir. H.H. Tolkamp (Zuiveringschap Limburg);
- ir. J.A.W. de Wit (RIZA), vervangen door:
ir. P.B.M. Stortelder (RIZA, agendalid);

Het secretariaat is gevoerd door DHV Water.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de gebruikte terminologie toegelicht en is het werkgebied van de redeneertrant afgebakend. Vervolgens is in hoofdstuk 3 de redeneertrant in detail besproken aan de hand van vijf onderscheiden stappen.

Voor het bepalen van de effecten van mogelijke maatregelen aan het afvalwatersysteem is een instrumentarium ontwikkeld, gebaseerd op balansberekeningen. In hoofdstuk 4 is dit instrument beschreven.

Tenslotte zijn ter illustratie in hoofdstuk 5 twee aan de praktijk ontleende toepassingen beschouwd.



2 DEFINITIES EN AFBAKENING

2.1 Optimalisatie

Bij optimalisatie gaat het erom vast te stellen hoe op de beste manier het gestelde doel kan worden bereikt. Meestal wordt dan gezocht naar zo hoog mogelijke *efficiëntie* ofwel oplossingen met een maximale *kosten-effectiviteit*. Sinds de 2^e Wereldoorlog zijn er tal van optimalisatiemethodieken ontwikkeld, inclusief krachtige algoritmen voor het rekenwerk dat er meestal mee gepaard gaat [11].

Bij het zoeken naar een redeneertrant voor de optimalisatie van afvalwatersystemen is er in dit project bewust voor gekozen om de formele/wiskundige aanpak vooralsnog te laten rusten en de inhoudelijke kant - het (afval)watersysteem - voorop te stellen. Dit vertrekpunt is vooral ingegeven door ervaringen uit de praktijk. Ook de drang om te komen tot kostenbesparing leidt nogal eens de aandacht af van een goede onderbouwing van de gekozen systeembegrenzing en doelen/randvoorwaarden en daarmee het te bereiken effect. *Effectiviteit is echter een voorwaarde voor efficiëntie*. Het resultaat blijft anders vaak steken in deeloptimalisatie.

De (inhoudelijke) onderwerpen, waarop de redeneertrant zich in dit project in eerste instantie richt, zijn in gebruikelijke optimalisatietermen enerzijds de maatregelen aan het afvalwatersysteem en anderzijds de randvoorwaarden, danwel de voor het afvalwatersysteem relevante (milieu)doelstellingen. Daarnaast is er aandacht voor de effectiviteit van de maatregelen, een essentieel deel van het optimalisatiecriterium kosten-effectiviteit.

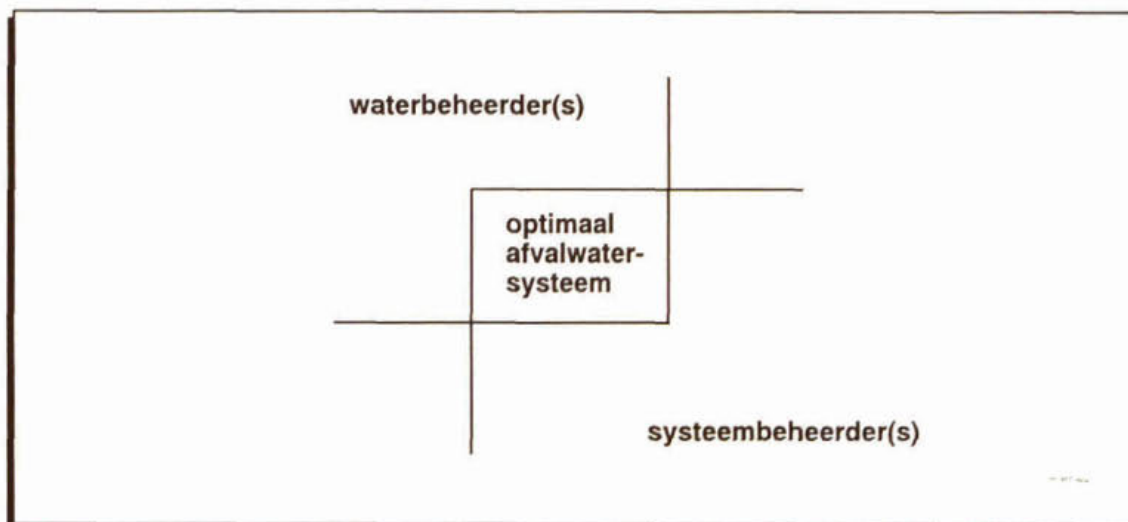
Deze onderwerpen worden stuk voor stuk concreet uitgewerkt. Wanneer dat voldoende breed en consequent gebeurt, zal het toevoegen van de formele optimalisatieschil relatief eenvoudig zijn.

Het afvalwatersysteem is opgebouwd uit deelsystemen die in hydrologische zin voornamelijk na elkaar geschakeld zijn. Vanuit verschillende deelsystemen vinden er emissies naar de omgeving plaats. Voor een goed onderscheid van interne en externe effecten is een eenduidige systeemafbakening noodzakelijk. In § 2.3. wordt op het afvalwatersysteem en de relaties met de omgeving nader ingegaan.

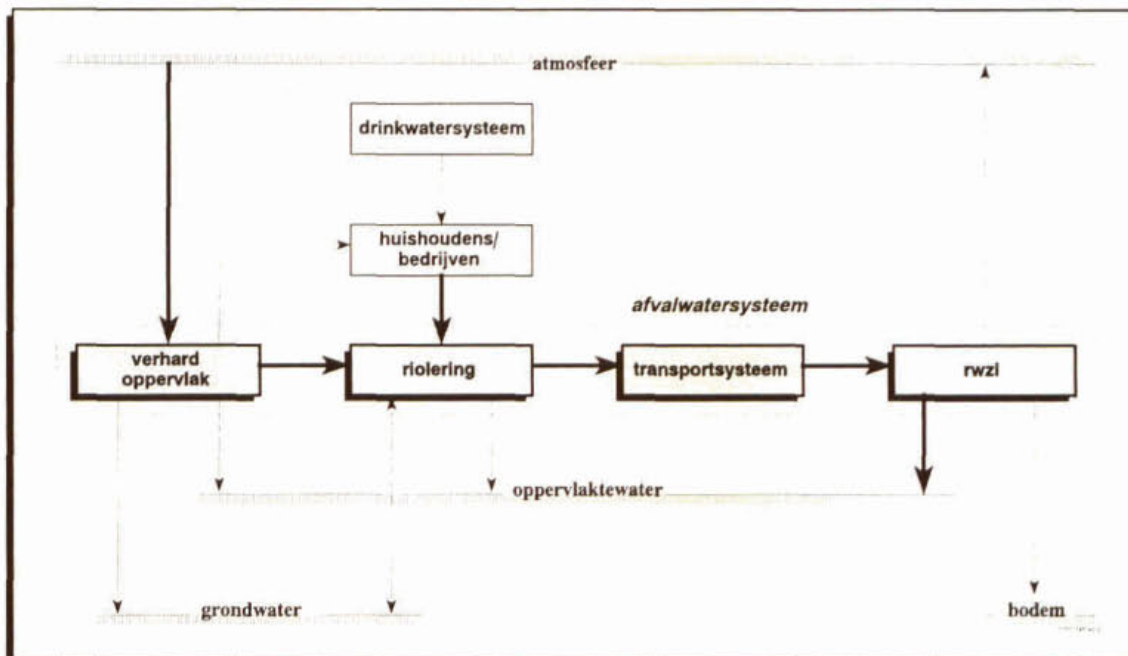
Omdat de technische begrenzing van het (afval)watersysteem wordt aangehouden, dienen de verschillende instanties die zijn betrokken bij het beheer van meet af aan samen te werken. Afbeelding 1 illustreert dat daarbij twee rollen zijn te onderscheiden, die verder zijn besproken in § 2.4.

De doelstellingen van de waterbeheerder vormen de randvoorwaarden voor de optimalisatie. Explicitering van de waterbeheersdoelen is daarom een cruciaal onderdeel van de redeneertrant. Dit brengt met zich mee dat de positie moet worden bepaald in het veld van de betrokken actoren om te komen tot een adequaat afwegingsniveau. Zie § 2.5 en § 2.2.

Afbeelding 1
Betrokkenen bij de optimalisatie van een afvalwatersysteem



Afbeelding 2
Stroomschema met elementen van het afvalwatersysteem en relevante water- en stofstromen





2.2 Het afvalwatersysteem

Voor de optimalisatie van het afvalwatersysteem komen alle maatregelen in aanmerking die op enigerlei wijze invloed uitoefenen op het milieuhygiënisch functioneren¹⁾ ervan. Dergelijke maatregelen zullen ingrijpen op elementen en/of stromen uit het schema van afbeelding 2. Het verhard oppervlak is als element van het afvalwatersysteem beschouwd. Maatregelen die het verhard oppervlak betreffen worden dus meegenomen in een OAS-project.

Met het schema van afbeelding 2 is geen volledigheid gepretendeerd; minder relevante stromen zijn weggelaten. Als in ieder geval relevant zijn beoordeeld de input vanuit de atmosfeer (neerslag, RWA) en de huishoudens en bedrijven (DWA) en de emissies van enige omvang naar oppervlaktewater, lucht, grondwater en bodem. Omdat het verhard oppervlak eveneens als deel van het afvalwatersysteem is opgevat, zijn de run-off en infiltratie van regenwater van het verhard oppervlak naar respectievelijk het oppervlaktewater en het grondwater daarbij ook in beeld.

2.3 Emissie, immissie en respons

Via tal van wegen wordt het milieu belast met verontreinigende stoffen. De hiervoor verantwoordelijke lozingen worden ook wel *emissies* genoemd. Voor een bepaalde stof zijn dat over het algemeen emissies van verschillende aard, op verschillende lokaties en op verschillende momenten. PAK's komen bijvoorbeeld in het oppervlaktewater terecht via overstortingen uit het rioolstelsel, depositie vanuit de lucht en uitloging van geteerde scheepsrompen.

De gezondheid van de mens als metafoor

Ook de mens wordt vanuit zijn omgeving belast met allerhande stoffen, bacteriën en virussen. Een voorbeeld van zo'n belasting is het contact via de longen met nicotine door het roken van sigaretten. In dit verband wordt het roken aangeduid als een *bron* van nicotine voor de persoon (vergelijk: *emissie* van stof X in het milieu).

Het totaal van alle emissies van een stof op een afgebakend deel van het milieu, het te beschouwen milieusysteem, kan met *immissie* worden aangeduid. Formule (1) geeft dit weer.

$$immissie_x = \left(\sum_{i=1}^n emissie_{i,x} \right) / (omvang) \quad (1)$$

waarin:

- $immissie_x$ = immissie van stof X [kg/m²] of [kg/m³];
- $emissie_{i,x}$ = emissie i van stof X [kg];
- n = totaal aantal bronnen van stof X voor het beschouwde milieusysteem [-];
- $omvang$ = bijvoorbeeld het oppervlak [m²] of het volume [m³] van het beschouwde milieusysteem.

¹⁾ Het goed functioneren van het afvalwatersysteem in het kader van volksgezondheid en het voorkomen van (water-)overlast staan niet ter discussie

Zonder nadere gegevens zegt de immissie nog weinig over het functioneren van het beschouwde milieusysteem. Daarvoor is het nodig de processen die zich in het milieusysteem afspeelen te kennen. Pas dan kan worden afgeleid hoe het milieusysteem op de immissie reageert (de *respons* van het milieusysteem). Bij een zekere immissie van organisch materiaal zal de respons van een oppervlaktewater bestaan uit daling van het zuurstofgehalte en mogelijk vissterfte en andere gevolgen voor de ecologie. Het zuurstofgehalte en de gezonde vispopulatie zijn voorbeelden van *toestands- of responsvariabelen*. In formule (2) is het verband tussen respons, immissie en emissie vereenvoudigd weergegeven.

Naast de nicotinebron in de vorm van zelf roken, is het goed denkbaar dat deze persoon vanuit andere bronnen met nicotine wordt belast, bijvoorbeeld door meerooken op het werk, bij de bijartvereniging en thuis. De totale belasting vanuit al deze bronnen kan worden aangeduid als de *blootstelling aan nicotine* (vergelijk: *immissie* van stof X in het milieu).

De blootstelling van het menselijk lichaam aan een stof zegt nog weinig. Pas als bekend is welke processen zich in het lichaam afspeelen kan worden afgeleid hoe het lichaam zal reageren op een bepaalde blootstelling. Bij een te grote blootstelling zal de persoon bijvoorbeeld misselijk worden en hoofdpijn krijgen: er is sprake van een *aandoening* (vergelijk: *respons* bij het milieu). De *symptomen* misselijkheid en hoofdpijn zijn meetbare grootheden waarmee de *aandoening* kan worden beschreven (vergelijk: *toestands- of responsvariabelen* bij het milieu).

$$respons_U = f(immissie_X) = f\left(\frac{\sum_{i=1}^n emissie_{i,X}}{(omvang)}\right) \quad (2)$$

waarin:

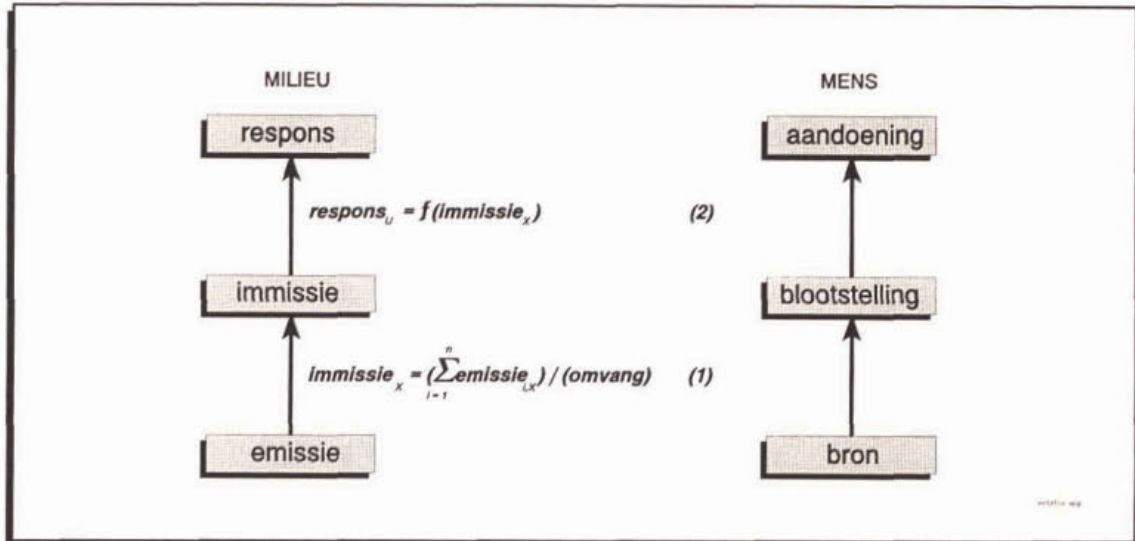
- $respons_U$ = verandering van toestandsvariabele U;
- $immissie_X$ = immissie van stof X, zie formule (1).

In werkelijkheid bepalen veel meer factoren de respons van een systeem op de immissie van een stof. Te denken valt aan de aanwezigheid of lozing van andere stoffen, de temperatuur in het systeem, de externe omstandigheden zoals het weer en het tijdstip (licht/donker), kortom de *gevoeligheid* van het specifieke systeem. De kennis over de processen en de factoren die daarop van invloed zijn is aanwezig bij de beheerders van de betreffende milieucapartimenten.

Of een persoon bij een gegeven blootstelling daadwerkelijk ziek wordt, is afhankelijk van veel meer factoren dan alleen die blootstelling. Factoren als blootstelling aan andere stoffen en interne en externe omstandigheden, kortom de *vatbaarheid* van die specifieke persoon, spelen daarbij een belangrijke rol (vergelijk: de *gevoeligheid* van een specifiek milieusysteem).

De voorgaande terminologie en samenhang is samengevat in afbeelding 3.

Afbeelding 3
Terminologie en samenhang voor mens en milieu



2.4 Redeneren vanuit het ontvangend milieu

De impact op de omgeving van afvalwatersystemen, met name via emissies naar de milieucompartimenten bodem, grond- en oppervlaktewater en lucht, is een centraal thema van de ontwikkelde redeneertrant. Voor deze milieucompartimenten is een afvalwatersysteem echter slechts één van de toestandsbepalende factoren. De effectiviteit van maatregelen aan het afvalwatersysteem is dus *niet* gelijk aan de mate waarin de emissies uit het afvalwatersysteem worden teruggebracht. Als het effect op het ontvangende milieucompartiment gering is, kan nauwelijks van een *optimale* oplossing worden gesproken. Optimalisatie van een afvalwatersysteem is meer dan alleen het minimaliseren van de kosten. Een voorbeeld: is 50% reductie van de riolemissie van fosfaat tegen de laagste kosten een waardevol resultaat als er in het oppervlaktewater weinig van te merken is, bijvoorbeeld door de aanwezigheid van diffuse fosfaatbronnen zoals de landbouw? Alleen een *integrale afweging* van maatregelen aan het afvalwatersysteem met maatregelen daarbuiten leidt uiteindelijk tot een optimum. Zie ook § 2.1.

Een maatregel is *effectief* als met de uitvoering een grote stap in de richting van of tot aan de gestelde milieudoelen wordt gezet, waarbij onder *milieudoelen* het streefbeeld in termen van toestand c.q. *respons* van het betreffende systeem wordt verstaan. Deze milieudoelen zijn dus essentieel bij de beoordeling van mogelijke maatregelen in het kader van een optimalisatiestudie.

De milieudoelen worden gesteld door de beheerders van de betreffende milieucompartimenten, zoals het Rijk (lucht en grote oppervlaktewateren), de provincies (bodem en grondwater) en de waterbeheerders (regionaal oppervlaktewater). Over het algemeen zijn dat niet de beheerders van het afvalwatersysteem, waar kennis voorhanden is over het functioneren van het afvalwatersysteem en de *emissies* die dat met zich meebrengt.

Uit het voorgaande moge blijken dat een OAS-studie geen eenzijdige activiteit van een gemeente, waterbeheerder of andere actor kan zijn. *Samenwerking* is noodzakelijk om tot een brede (integrale) optimalisatie te komen.

In de huidige praktijk wordt bij OAS-projecten vrijwel zonder uitzondering geredeneerd vanuit het afvalwatersysteem (zie afbeelding 4, links). Bijvoorbeeld door uit te gaan van de aanbevelingen voor overstortingen uit rioolstelsels en regenwaterlozingen van de CUWVO werkgroep VI [2] of de in de Wet verontreiniging oppervlaktewater verankerde eisen met betrekking tot de verwijdering van fosfor en stikstof op rioolwaterzuiveringsinrichtingen (rwzi) [26,27]. Het gaat om *algemeen geformuleerde, functionele eisen* aan het rioolstelsel en de rwzi waarmee een bepaald emissieniveau kan worden bereikt. Er is geen relatie met het specifieke, ontvangende milieucompartiment en de daarvoor geldende lokale (respons)doelstellingen. Om te kunnen beoordelen of de in-grepen aan het afvalwatersysteem in een specifiek geval

Om de aandoeningen met de symptomen misselijkheid en hoofdpijn te voorkomen zou een generieke, brongerichte maatregel kunnen worden genomen: 'roken op het werk is verboden' (vergelijk CUWVO basisinspanning). Daarmee wordt meerooken op het werk uitgebannen en zullen de rokers zelf mogelijk ook minder sigaretten per dag roken. Het is denkbaar dat deze maatregel voor een niet onaanzienlijk aantal personen leidt tot herstel of voorkoming van de aandoening. Gezien de andere mogelijke bronnen en de verschillen in vatbaarheid zal dit echter lang niet voor alle personen gelden.

Redeneren vanuit individuele personen of goed gedefinieerde groepen van personen leidt tot veel beter passende maatregelen, zodat de aanpak effectiever en efficiënter zal zijn (vergelijk redeneren vanuit het ontvangende milieu bij maatregelen aan het afvalwatersysteem).

tot een substantiële verbetering van de milieukwaliteit zullen leiden, dient dit *per geval* te worden getoetst. Over de CUWVO-aanbevelingen omtrent de basisinspanning voor gemengde stelsels bestaat op dit punt overigens weinig discussie; de maatregelen kosten weliswaar veel geld, maar worden over het algemeen als redelijk ervaren. De CUWVO-aanbevelingen voor gescheiden stelsels leiden tot extreem kostbare ingrepen, waarvan de effectiviteit in specifieke situaties onzeker is.

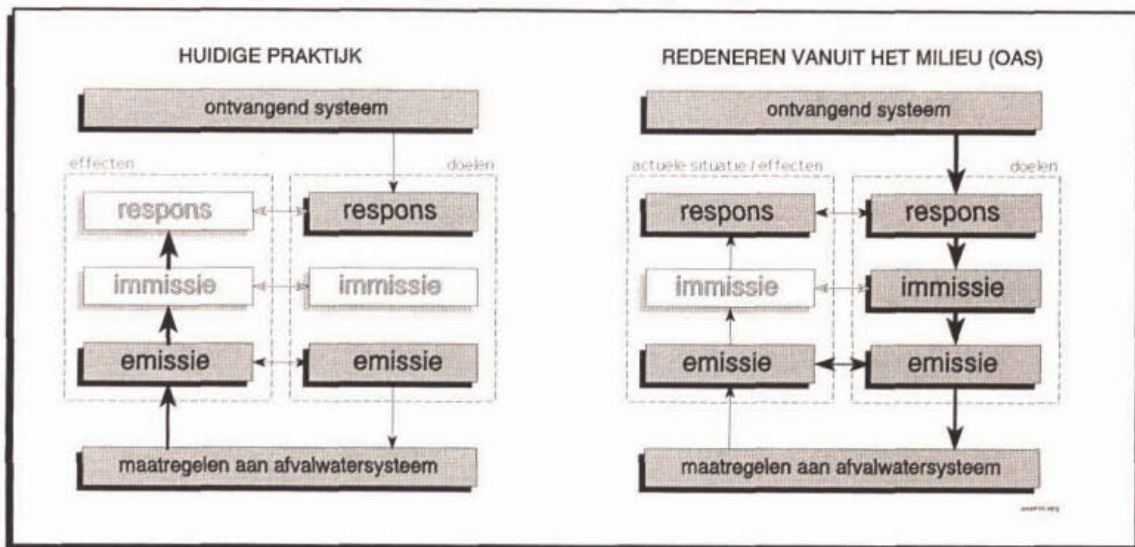
Dan is er nog de generieke regelgeving rond de zwarte- en grijze-lijststoffen [9,10]. Er wordt voor de zwarte-lijststoffen naar gestreefd de emissies geheel te beëindigen, omdat deze stoffen vanwege hun toxiciteit, persistentie en bio-accumulatie hoe dan ook niet in het milieu thuis horen. Voor de grijze-lijststoffen geldt een streven naar vergaande reductie (best uitvoerbare techniek). Hoe strikt binnen een OAS-project met deze regelgeving wordt omgegaan, met andere woorden in hoeverre deze stoffen in het OAS-project in beschouwing worden genomen, is een zaak van de beheerder(s) van de ontvangende milieucompartimenten.

In enkele (gunstig afstekende) optimalisatiestudies worden de gevolgen van maatregelen voor de emissies uit het afvalwatersysteem omgerekend naar effecten in termen van responses van de ontvangende milieucompartimenten (afbeelding 4, links). Men is geneigd om daarbij gedetailleerde, deterministische modellen in te zetten. De kwaliteit van de uitkomsten van dergelijke modellen is echter sterk afhankelijk van de kwaliteit van de invoer. Meestal zijn slechts gebrekkige (proces)gegevens voorhanden, zodat betwijfeld kan worden of een dergelijke, grote inspanning wel tot een beter onderbouwde keuze leidt.

Voor een daadwerkelijke optimalisatie is een *andere aanpak* dan door de vigerende regelgeving in de hand wordt gewerkt noodzakelijk: *redeneren vanuit het ontvangend milieucompartiment* (afbeelding 4, rechts²⁾). Deze houdt in dat voor de ontvangende milieucompartimenten van een afvalwatersysteem de doelstellingen in termen van responses achtereenvolgens worden vertaald in immissie- en in emissie-eisen (zie § 2.3). De mogelijke maatregelen kunnen dan worden beoordeeld op basis van hun effecten op de emissies. Daarmee wordt maatwerk geleverd. Deze aanpak past overigens geheel binnen het brongerichte beleid. Zij zal niet leiden tot symptoombestrijding (een mogelijk gevolg van effectgericht beleid), want de oorzaken van het niet halen van de responsdoelstellingen (emissies) worden bestreden.

Afbeelding 4

Schematische weergave van de relatie tussen doelstellingen en effecten van maatregelen in afwegingsprocessen in de huidige praktijk (links) en de gewenste situatie (OAS, rechts)



In vergelijking met de huidige praktijk kent deze aanpak belangrijke voordelen.

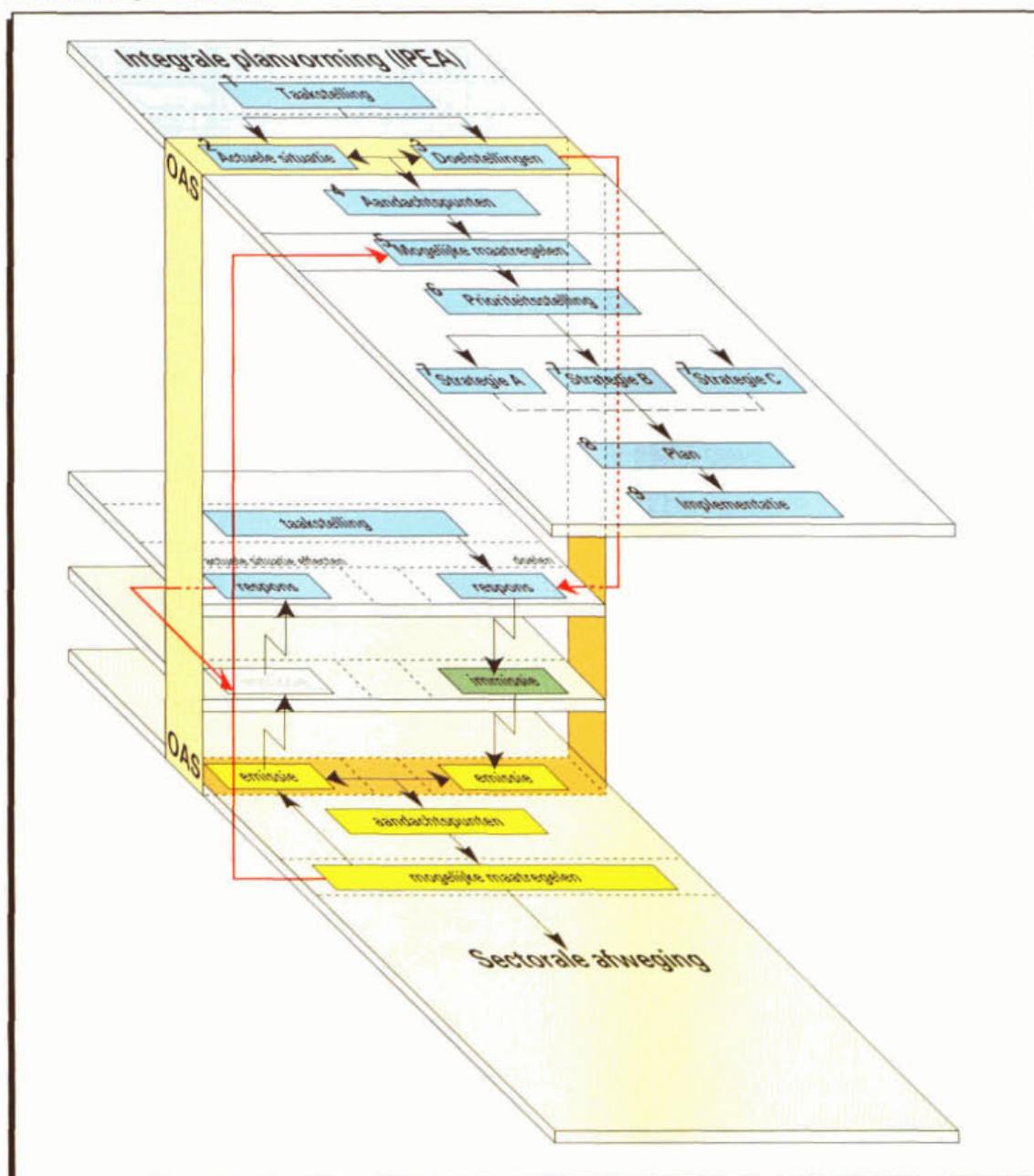
- De inspanningen waar het hier om gaat, komen voort uit de vraag naar kwaliteitsverbetering van het milieu. Een integrale aanpak is nodig en wordt op deze wijze gewaarborgd.
- Door te beginnen met de vertaling van responsdoelstellingen naar emissie-eisen wordt meer inzicht in het functioneren van de ontvangende milieucompartimenten verkregen. Dit is een objectieve en relevante basis voor het formuleren van zinvolle maatregelen aan het afvalwatersysteem. Er worden geen maatregelen uitgewerkt die geen of nauwelijks effect sorteren, omdat dan inmiddels duidelijk is dat de problemen met de betreffende toestandsvariabele(n) in het ontvangend systeem niet worden veroorzaakt door het afvalwatersysteem.
- De vertaling van de responsdoelstellingen naar emissie-eisen is een zaak van de beheerder(s) van de ontvangende milieucompartimenten. De voorgestane aanpak noopt dus tot het in een vroeg stadium betrekken van die beheerder(s) bij een OAS-project (noodzakelijke samenwerking).
- Gedetailleerde simulatieberekeningen zijn niet aan de orde. Met relatief eenvoudige balansen kan in de meeste gevallen voldoende inzicht in het functioneren van het

²⁾ De daadwerkelijk doorlopen stappen zijn grijs gearceerd

ontvangende systeem worden verkregen om de responsdoelstellingen te vertalen in immissie- en/of emissie-eisen.

Afbeelding 5

De relaties tussen een OAS-project en de integrale planvorming (IPEA) van de beheerder(s) van ontvangende milieucompartiment(en)



2.5 Integrale of sectorale afweging

Zoals gesteld, is het vertalen van responsdoelstellingen in immissie- en emissie-eisen een zaak van de beheerders van de ontvangende milieucompartimenten. Deze vertaalslag is nauw



verweven met de integrale afweging van maatregelen aan een concreet afvalwatersysteem en maatregelen die ingrijpen op andere toestandsbepalende factoren (bijvoorbeeld landbouwemissies).

In afbeelding 5 is het verband tussen een OAS-project en de integrale planvorming van beheerder(s) van ontvangende milieucompartiment(en) aangegeven [23]. IPEA staat voor Interactieve Planvorming gericht op Effectiviteit en Acceptatie, de planvorming ondersteunende methodiek van de STOWA.

IPEA geeft structuur aan het planvormingsproces. Er zijn negen stappen onderscheiden, zoals aangegeven in het bovenste vlak van afbeelding 5. Ter ondersteuning van dit planproces zijn in opdracht van de STOWA methodieken ontwikkeld:

- INVERNO (stap 1 tot en met 4);
- PRIMAVERA (stap 4 tot en met 6);
- ESTATE (stap 7 tot en met 9);
- AUTUNNO (evaluatie).

In het verticale OAS-blok van afbeelding 5 is het rechter schema van afbeelding 4 te herkennen. De schematisatie heeft nu drie dimensies. Het spreken in termen van responses, immissies of emissies is afgebeeld in drie, onder elkaar liggende vlakken (niveaus). Het responsniveau komt overeen met het niveau van de integrale planvorming. In een OAS-project worden volgens de voorgestane aanpak de doelstellingen sectorsgewijs toegespitst en geconcretiseerd tot op het emissieniveau. Dit is het niveau waar mogelijke maatregelen worden geformuleerd en op effectiviteit en haalbaarheid worden beoordeeld.

De met het OAS-project gekozen maatregelen dienen bij voorkeur te worden teruggekoppeld naar het niveau van integrale planvorming voor een integrale afweging met andere maatregelen dan aan het afvalwatersysteem. Het is dan nodig te beschikken over de effectiviteit in termen van respons; een relatief eenvoudige voorwaarde, omdat het inzicht in het functioneren van het ontvangend systeem reeds bestaat.

Hoewel niet aan te bevelen behoort een sectorale afweging ook tot de mogelijkheden. De geformuleerde en op effectiviteit en haalbaarheid beoordeelde maatregelen aan het afvalwatersysteem worden dan alleen onderling afgewogen. In bijlage 1 zijn voor een dergelijke afweging criteria genoemd. Deze 'checklist' van criteria kan goede diensten bewijzen bij een sectorale afweging in een niet te complexe situatie (zie afbeelding 5). Bij meer complexe besluitvorming is het echter aan te bevelen om ook bij de sectorale afweging gebruik te maken van een aanpak als gebruikelijk bij de integrale planvorming. Voor het afvalwatersysteem is een dergelijke aanpak uitgewerkt in PRIONED [12,13,14].

2.6 Duurzaamheid

Het streven naar een duurzame ontwikkeling gaat meer en meer deel uitmaken van het beleid op het gebied van ruimtelijke ordening, natuur, milieu en water. Ook bij het ontwikkelen van de redeneertrant is het begrip duurzaamheid niet uit het oog verloren. Door het afvalwatersysteem in samenhang met zijn omgeving te beschouwen en daarbij de milieudoelstellingen centraal te stellen zullen duurzame oplossingen eerder de voorkeur verkrijgen. Door de redeneertrant te volgen zal men minder geneigd zijn milieuproblemen in ruimte en tijd af te wentelen. Aspecten als het gebruik van materialen en hulpbronnen, nodig voor de bouw, de instandhouding en het functioneren van het afvalwatersysteem, zijn vooralsnog buiten de redeneertrant gebleven. Dit hoeft de gebruiker er niet van te weerhouden in voorkomende gevallen zijn visie omtrent duurzaamheid in de eindafweging te betrekken.



3 REDENEERTRANT

3.1 Algemeen

Omdat afzonderlijke afvalwatersystemen en de omgeving waarin ze functioneren sterk verschillen, bestaat er geen algemeen geldig antwoord op de vraag naar optimalisatie. De in dit project ontwikkelde methodologie, die de vorm heeft van een redeneertrant, helpt bij het vinden van het specifieke optimum voor een concreet beschreven systeem in zijn omgeving.

De in dit hoofdstuk beschreven redeneertrant leidt tot een lijst van stuk voor stuk effectieve (pakketten van) mogelijke maatregelen aan een afvalwatersysteem. Het gaat om maatregelen ter verbetering van het milieuhygiënisch functioneren van het afvalwatersysteem. De doelstellingen die gelden voor het ontvangend milieucompartiment vormen daarbij het uitgangspunt (zie § 2.4).

De redeneertrant bestaat uit vijf stappen zoals weergegeven in afbeelding 6³⁾:

1. taakstelling;
2. actuele situatie;
3. doelstellingen;
4. aandachtspunten;
5. (mogelijke) maatregelen en consequentie-analyse.

Deze vijf stappen corresponderen met de eerste vijf stappen van de IPEA-aanpak (zie afbeelding 5). De stappen 1 en 2 en de stappen 3 en 4 kunnen gecombineerd worden uitgevoerd.

De vertaling van de responsdoelstellingen in emissie-eisen van stap 3, zoals besproken in § 2.4, is onmisbaar voor de redeneertrant. Het is een activiteit die moet worden uitgevoerd door de beheerder van het ontvangende milieucompartiment, bijvoorbeeld de waterbeheerder.

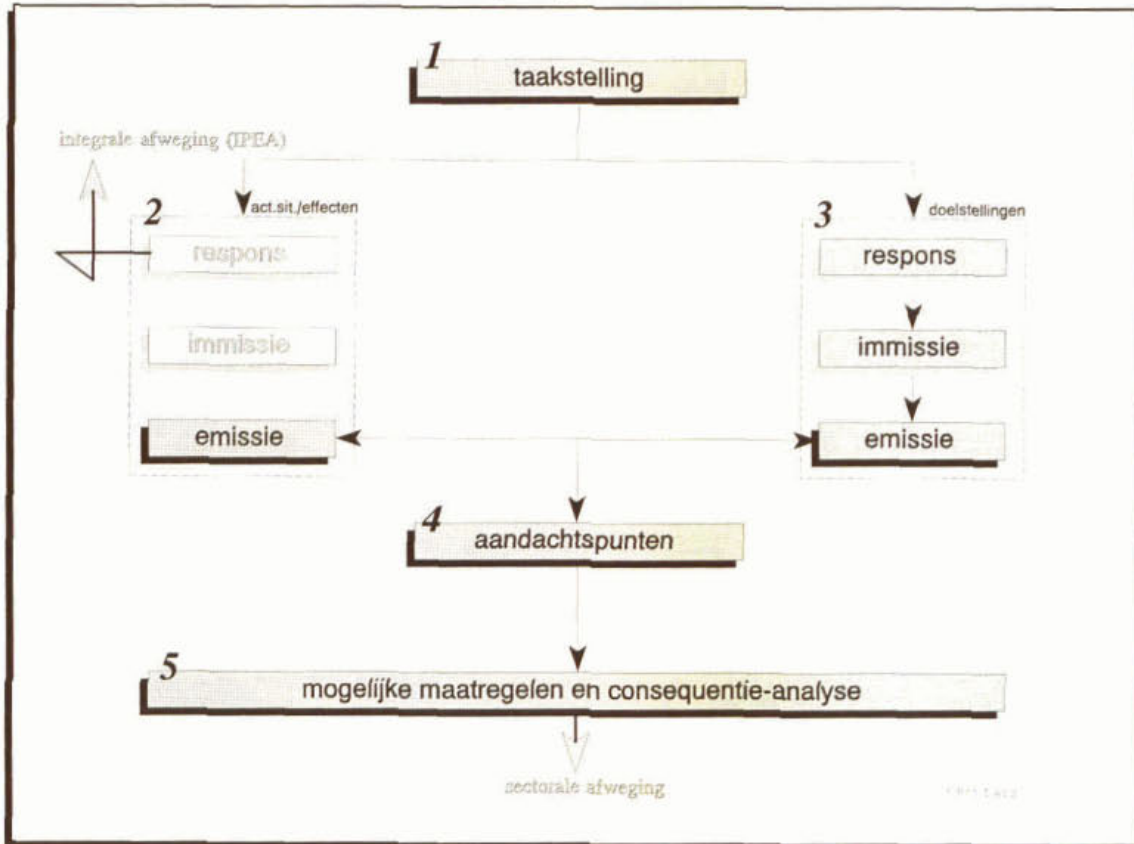
Na de stappen 1, 2, 3 en 4 wordt in stap 5 een eerste lijst met mogelijke maatregelen aan het afvalwatersysteem opgesteld. Van deze maatregelen wordt het effect in termen van emissies bepaald. De effecten worden beoordeeld op basis van de mate waarin de emissie-eisen worden bereikt. Wordt het effect van enkele of van het totale pakket aan maatregelen onvoldoende geacht, dan wordt bekeken of er nog andere maatregelen mogelijk zijn.

De effecten van de nieuwe maatregelen worden bepaald en beoordeeld. Indien alle mogelijke maatregelen in beeld zijn gebracht en het effect nog steeds onvoldoende wordt gevonden, is er blijkbaar geen techniek/technologie voorhanden om de emissie te beteugelen. Het OAS-project kan met deze conclusie worden afgesloten. Men is dan aangewezen op een meer integrale aanpak.

Er kan ook worden besloten tot een sectorale afweging. De maatregelen aan het afvalwatersysteem worden dan alleen onderling afgewogen, bijvoorbeeld op criteria als genoemd in bijlage 1. Het geheel achterwege blijven van een integrale afweging is maatschappelijk gezien echter minder gewenst.

³⁾ De hier beschreven redeneertrant heeft alleen betrekking op de grijs gearceerde stappen (geldt ook voor de andere figuren in dit hoofdstuk en bijlage 2)

Afbeelding 6
Schematische weergave van de stappen in het prototype van de redeneertrant



Navolgend worden de stappen nader toegelicht. In bijlage 2 zijn de activiteiten van het stappenplan van afbeelding 6 expliciet aangegeven in een totaaloverzicht van de redeneertrant.

3.2 Stap 1: Taakstelling

Een OAS-project vereist een goede samenwerking van verschillende instanties (zie § 2.1). Door aan het begin van een OAS-project de taken van de betrokken instanties helder te omschrijven, wordt voorkomen dat de samenwerking in een later stadium gefrustreerd raakt.

Tevens dient duidelijk te zijn om welk systeem het in het OAS-project gaat: het afbakenen en beschrijven van het te beschouwen systeem. Ook de gebiedsconceptie maakt deel uit van de taakstelling voor het OAS-project en die dient eveneens in een vroeg stadium te worden vastgesteld. De ligging van de grenzen van het te beschouwen systeem is bepalend voor de mate waarin optimalisatie uiteindelijk mogelijk is. Uitgaan van een beperkt systeem, bijvoorbeeld de riolering, betekent dat mogelijke maatregelen zich daartoe zullen beperken zodat brongerichte maatregelen buiten beschouwing blijven. Van vergaande optimalisatie zal dan geen sprake zijn. Een ruim gekozen systeem, dat zich bijvoorbeeld uitstrekt van de atmosfeer en de drinkwaterwinning tot het regionale oppervlaktewater in de omgeving van het te beschouwen afvalwatersysteem zal leiden tot vergaande optimalisatie, maar vergt een grote



inspanning. Bij een afbakenen van het systeem als gegeven in § 2.2 (afbeelding 2) zijn er voldoende aanknopingspunten voor een daadwerkelijke optimalisatie.

Na deze stap dient duidelijk te zijn waarvoor elk van de betrokken instanties verantwoordelijk is, welke bijdrage zij aan het project leveren en om welk (deel van een) afvalwatersysteem het gaat, welke milieucompartimenten emissies van dat afvalwatersysteem ontvangen en welke milieucompartimenten in de beschouwingen worden meegenomen.

3.3 Stap 2: Actuele situatie

Zodra het systeem is gedefinieerd kan de actuele situatie ten aanzien van de emissies worden geïnventariseerd. Alle emissies uit het te beschouwen afvalwatersysteem naar de te beschouwen milieucompartimenten dienen te worden gekwantificeerd. Dat hoeft niet voor alle mogelijke stoffen; beperking van het aantal te beschouwen variabelen is zelfs aan te bevelen. Bij de beschrijving van het instrumentarium in hoofdstuk 4 (§ 4.5) is een voorstel gedaan voor maximaal 16 variabelen om zodoende het overzicht te kunnen bewaren.

De emissies worden uitgedrukt in massa per tijdseenheid (bijvoorbeeld kg/jaar). De tijdseenheid moet overeenkomen met de tijdseenheid die zal worden gehanteerd bij de consequentie-analyse (stap 5).

De gegevens kunnen worden verkregen met metingen in het veld of met berekeningen. Goede metingen zijn kostbaar, maar de resultaten zijn veel betrouwbaarder dan de uitkomsten van berekeningen. De hoeveelheden water die het afvalwatersysteem op de verschillende punten verlaten zijn vrij goed te berekenen [4], maar voor de daarmee gepaard gaande vuillast ligt dat moeilijker. Eventueel kan gebruik worden gemaakt van het instrumentarium als beschreven in hoofdstuk 4, waarmee ook de consequentie-analyse wordt uitgevoerd.

3.4 Stap 3: Doelstellingen

In § 2.4 is aangegeven dat het vertalen van de responsdoelstellingen voor het ontvangende milieucompartiment naar immissie- en emissie-eisen voor het afvalwatersysteem leidt tot een integrale en efficiënte aanpak van een OAS-project. Daarbij is gesteld dat dit een zaak is van de beheerder van het ontvangende milieucompartiment, omdat hij de responsdoelstellingen heeft gesteld (in bijvoorbeeld een integraal waterbeheersplan), omdat hij weet welke andere emissies op het ontvangende systeem plaatsvinden en omdat hij inzicht heeft in het functioneren van dat systeem. In afbeelding 5 is de relatie tussen OAS en de plancyclus van bijvoorbeeld een waterbeheerder weergegeven.

Deze stap vormt de aanleiding om deelsystemen binnen het afvalwatersysteem te onderscheiden en wel op basis van de volgende situaties.

- De emissies vanuit het afvalwatersysteem komen terecht in milieucompartimenten waarvoor verschillende responsdoelstellingen gelden, bijvoorbeeld omdat er verschillende functies aan zijn toegekend. Zo kan een aantal overstorten zijn gesitueerd langs een oppervlaktewater met een ecologische functie en een aantal andere overstorten langs een oppervlaktewater met de functie stadswater.



- Een verder onderscheid naar deelsystemen binnen het afvalwatersysteem is nodig als uitgaande van dezelfde responsdoelstellingen, de emissie-eisen per (groep van) lozing(en) verschillen doordat de immissies verschillen. Van twee oppervlaktewateren met dezelfde functie (en responsdoelstellingen) kan er bijvoorbeeld één worden belast met emissies vanuit de landbouw.

Overleg tussen de beheerder(s) van het afvalwatersysteem en de beheerder(s) van de ontvangende milieucompartimenten is hierbij onontbeerlijk. Alleen dan kunnen op een verantwoorde wijze deelsystemen worden afgebakend.

De medewerking van de beheerder(s) van ontvangende milieucompartimenten is essentieel voor een succesvolle toepassing van de redeneertrant zoals hier geschetst. Het is zijn taak de verbindende schakel te leggen tussen de gewenste respons van zijn systeem en de emissies daarop. Vanwege de bij de beheerder aanwezige kennis en kunde zal een OAS-project veel efficiënter verlopen als hij zijn medewerking verleent. Indien die medewerking niet wordt gegeven, kan een gemeente als rioleringsbeheerder haar verantwoordelijkheid voor het milieu nemen en toch een OAS-project willen uitvoeren. Het project zal dan echter op de in de huidige praktijk gangbare wijze moeten worden aangepakt met alle nadelen van dien (zie § 2.4). Een dergelijke aanpak vergt een veel grotere inspanning van de gemeente, enerzijds doordat meer mogelijke maatregelen zullen worden doorgerekend en anderzijds vanwege het gebrek aan kennis en inzicht bij beheerders van afvalwatersystemen in de fysische, chemische, morfologische en biologische processen, die zich afspelen in het ontvangende milieucompartiment.

Na deze stap zijn de te onderscheiden deelsystemen binnen het afvalwatersysteem gedefinieerd en zijn per deelsysteem de emissie-eisen gekwantificeerd.

3.5 Stap 4: Aandachtspunten

Na het expliciteren van de doelen kan door toetsing van de actuele situatie aan de emissie-eisen worden vastgesteld op welke punten niet aan de doelen wordt voldaan: de aandachtspunten. De resultaten van de toetsing worden gevisualiseerd met behulp van de OAS-lens (zie hoofdstuk 4).

De aandachtspunten dienen te worden geanalyseerd om, indien mogelijk, de oorzaak vast te stellen als zoekrichting voor het formuleren van maatregelen (zie afbeelding 7).

3.6 Stap 5: Mogelijke maatregelen en consequentie-analyse

De aanknopingspunten voor veelbelovende maatregelen aan het afvalwatersysteem volgen uit de analyse van de aandachtspunten (stap 4). Daarbij worden de oorzaken van het niet voldoen aan de emissie-eisen in beeld gebracht (zie ook [25]). Verschillende (technische) oplossingen kunnen vervolgens als mogelijke maatregel worden aangedragen om in de consequentie-analyse op hun merites te worden beoordeeld. In bijlage 3 is een zo volledig mogelijke checklist opgenomen van maatregelen.

Er kan onderscheid worden gemaakt in maatregelen aan de bron, maatregelen aan het overdrachtssysteem en 'end-of-pipe' maatregelen (zie afbeelding 7).

Als de mogelijke maatregelen zijn geformuleerd moeten de consequenties (effecten) van de maatregelen worden bepaald en beoordeeld. Daarvoor kan gebruik worden gemaakt van het bij de redeneertrant ontworpen instrumentarium (zie hoofdstuk 4).

Om van het instrumentarium gebruik te kunnen maken, dient het afvalwatersysteem met de bij stap 3 onderscheiden deelsystemen te worden geschematiseerd. De deelsystemen worden separaat doorgerekend voor elk van de mogelijke maatregelen. De uitkomst van deze berekeningen bestaat uit de gekwantificeerde emissies van de deelsystemen na het treffen van elk van de maatregelen.

De op deze wijze berekende emissies worden vergeleken met de emissie-eisen. Daarmee wordt duidelijk hoe effectief elk van de mogelijke maatregelen is.

Indien geen van de doorgerekende (pakketten van) maatregelen voldoende effect sorteert, kan worden bekeken of er nog andere maatregelen mogelijk zijn. Ook deze worden doorgerekend om de effectiviteit te kunnen beoordelen. Als voor alle mogelijke (pakketten van) maatregelen de consequentie-analyse is uitgevoerd en het effect nog steeds als onvoldoende wordt beschouwd, zijn er blijkbaar geen geschikte maatregelen aan het afvalwatersysteem mogelijk en kan het OAS-project met die conclusie worden afgesloten.

Voorbeelden van maatregelen

Een belangrijke brongerichte maatregel is het afkoppelen van verhard oppervlak van het afvalwatersysteem. Veel problemen komen voort uit het feit dat naast het afvalwater (DWA) ook het regenwater (RWA) met hetzelfde systeem moet worden verwerkt. Bovendien leidt deze vermeniging tot hoge investerings- en exploitatiekosten voor de zuivering, terwijl het regenwater van origine relatief schoon is. Daarnaast vallen maatregelen, waarmee de verontreiniging van het relatief schone regenwater wordt voorkomen, in deze categorie van brongerichte maatregelen. Dit vergt over het algemeen om medewerking van de burgers. Goede voorlichting en een doordachte vormgeving/inrichting (water zichtbaar maken) is daarbij onontbeerlijk.

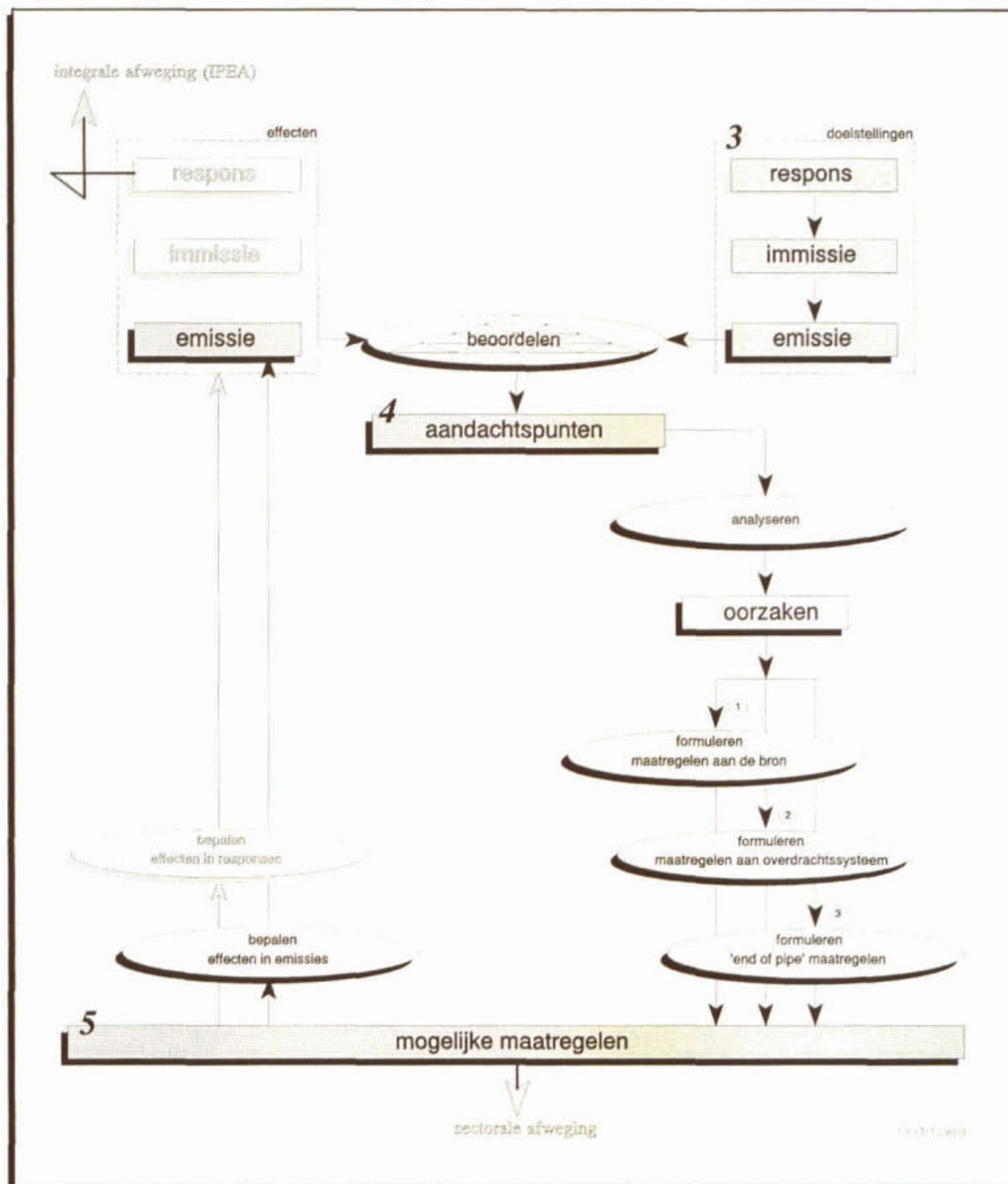
Naast maatregelen aan de regenwaterstroom zijn er vaak ook mogelijkheden om iets te doen aan de omvang van de afvalwaterstroom. Het gaat daarbij om beperking van het waterverbruik (bijvoorbeeld waterbesparende douchekoppen, wasmachines en toiletten) of hergebruik van grijs afvalwater via een lokale zuivering. Een kleinere DWA-stroom leidt bij gemengde en verbeterd gescheiden stelsels voornamelijk tot een hogere pompovercapaciteit (bij gelijkblijvende pompcapaciteit).

Vergroting van de berging, vergroting van de pompovercapaciteit en aanpassen van de structuur van het rioelstelsel zijn voorbeelden van *maatregelen aan de overdrachtsketen* (effectgerichte maatregelen). Met dergelijke maatregelen wordt de (vuil)uitworp van het afvalwatersysteem verkleind.

Voorbeelden van *'end of pipe'* maatregelen (effectgerichte maatregelen) zijn de aanleg van vuilterughoudende randvoorzieningen en verhoging van het zuiveringsrendement van de rwzi.

Pas als het effect van de beschouwde maatregelen voldoende is, komt een afweging op basis van andere criteria in beeld. Een integrale afweging met maatregelen buiten het afvalwatersysteem is daarbij te prefereren. Dat kan door de maatregelen aan het afvalwatersysteem door te sluizen naar het IPEA-planvormingsproces (zie afbeelding 5). Daarvoor is het nodig de effecten van de maatregelen in termen van responses van het ontvangende milieucompartiment uit te drukken. Dat is een berekening die door de beheerder van het betreffende milieucompartiment eenvoudig kan worden gemaakt, omdat hij bij het expliciteren c.q. vertalen van de doelstellingen (stap 3) inmiddels inzicht heeft verworven in de relaties tussen de emissies uit het afvalwatersysteem en de respons van het milieucompartiment.

Afbeelding 7
Stap 5 (maatregelen en consequentie-analyse) in detail





4 INSTRUMENTARIUM VOOR DE CONSEQUENTIE-ANALYSE

4.1 Inleiding

Voor het vergelijken van effecten van verschillende maatregelen door toetsing aan emissie-eisen is het niet noodzakelijk gedetailleerde simulatieberekeningen uit te voeren. Met een balansberekening op jaarbasis wordt in de meeste gevallen voldoende basis verkregen om een oordeel te vellen. In het kader van de ontwikkeling van de redeneertrant is een balansmodel opgezet waarmee de stromen in, en emissies uit het afvalwatersysteem kunnen worden gekwantificeerd. Dit instrumentarium, dat naast het balansmodel bestaat uit een invoermodule met default-waarden en een presentatiemodule, kan worden ingezet bij de beschouwing van een afvalwatersysteem in zijn geheel, maar is ook bruikbaar voor bijvoorbeeld afzonderlijke bemalingsgebieden. De uitkomsten worden gevisualiseerd in de vorm van een eenvoudige vorm van een Sankey-diagram (de dikte van de pijlen is een maat voor de omvang van de stromen en emissies) en de hiervoor ontwikkelde OAS-lens (zie § 4.5).

4.2 Schematisatie

Met het instrumentarium worden massabalansen op jaarbasis berekend over de verschillende elementen van het afvalwatersysteem. De volgende elementen zijn onderscheiden (zie ook afbeelding 2 en 8).

- Huishoudens/bedrijven.
- Verhard oppervlak (daken).
- Verhard oppervlak (wegen etc.).
- Riolering (RWA-riool).
- Riolering (DWA-riool).
- Transportsysteem.
- Rioolwaterzuiveringsinrichting.

In bijlage 4 is per element kort aangegeven welke balansposten zijn meegenomen, welke uitgangspunten zijn gehanteerd en welke gegevens zijn gebruikt.

De balansen over deze elementen zijn telkens via één of meer relaties/stromen met elkaar verbonden. Dat is afhankelijk van de situatie. Zo is er tussen het RWA-riool en het DWA-riool alleen sprake van een verbinding voor het gemengd stelsel en het verbeterd gescheiden stelsel. Voor het gescheiden stelsel is die relatie er niet.

In de rekenmodule worden de massabalansen over de elementen van het afvalwatersysteem doorgerekend, waarbij de onbekende posten worden gekwantificeerd met behulp van de beschikbare gegevens van de andere posten.

4.3 Gebruik

Het instrumentarium is opgezet als spreadsheet binnen LOTUS 123, versie 2.3 met WYSIWYG als 'add-in'. Er is aandacht besteed aan de gebruikersvriendelijkheid, al is het



geen gladde, 'fool-proof' applicatie. Ook een gebruiker die weinig bekend is met LOTUS kan zijn weg vinden. Alle noodzakelijke handelingen kunnen worden verricht via de beschikbare menustructuur. Algemene kennis en deskundigheid op het gebied van afvalwatersystemen en emissies worden aanwezig verondersteld. In bijlage 6 is een korte handleiding voor het gebruik opgenomen.

4.4 Invoer

Om het instrumentarium te kunnen gebruiken, zijn gegevens nodig. Voor het overgrote deel zijn dat gebiedsspecifieke gegevens. Voor het overige gaat het om meer generieke gegevens. Deze zijn ontleend aan diverse literatuurbronnen [2,5,6,8,19,28,15]. Het instrumentarium voorziet overigens in default-waarden en/of default-bereiken waarop kan worden teruggevallen als geen gebiedsspecifieke gegevens voorhanden zijn (zie bijlage 5). Elke gebruiker is echter verantwoordelijk voor de door hem toegepaste invoerset. Zo nodig zal door de gebruiker een gevoeligheidsanalyse moeten worden uitgevoerd, voordat met de consequentie-analyse wordt begonnen.

De gegevens worden ingevoerd met behulp van de gegevensmodule. In deze module worden ruwe gegevens gecombineerd tot grootheden/eenheden waar de rekenmodule mee overweg kan. Daarmee ontstaat tevens een controle op de consistentie van de gegevens. Enkele voorbeelden:

- de gemiddelde woningbezetting (inw/won), de woningdichtheid (won/ha) en het bruto oppervlak (ha) van het beschouwde gebied worden gecombineerd tot het totaal aantal inwoners (inw) in het gebied;
- de woningdichtheid (won/ha), het bruto oppervlak (ha) en het dakoppervlak per woning (ha dak/won) geven het totaal dakoppervlak (ha dak);
- het dakoppervlak per woning (ha dak/won), het totaal aantal woningen (won) en het totaal verhard oppervlak aan wegen etc. (ha weg) leveren het totaal verhard oppervlak per woning op (ha dak + weg/won).

Met enkele beschikbare gegevens kunnen kentallen die in ander verband bruikbaar zijn, worden afgeleid en op hun realiteitswaarde worden beoordeeld.

4.5 Presentatievorm

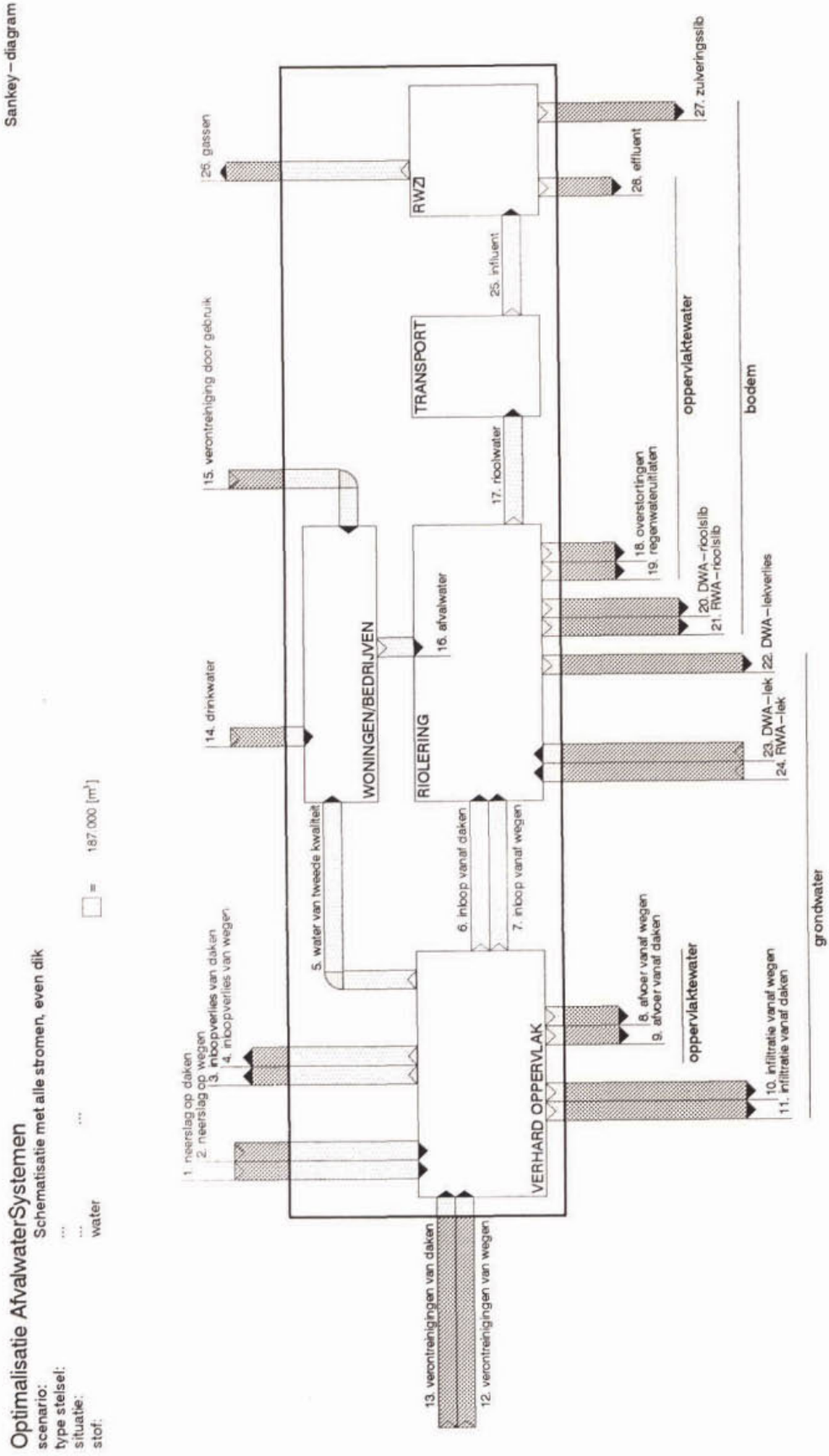
De resultaten van de berekeningen kunnen worden afgelezen in tabellen. Een grafische presentatie is echter overzichtelijker. Het instrumentarium beschikt over een module om een Sankey-diagram te maken. Daarin wordt de schematisatie van het afvalwatersysteem getoond, waarin de dikte van de pijlen een maat is voor de omvang van de stroom. Voor elke variabele dient echter een Sankey-diagram gemaakt te worden. Een totaal-overzicht is er daarmee nog niet. De 'OAS-lens' geeft dat totaal-overzicht wel. Navolgend worden deze grafische presentatievormen toegelicht.

4.5.1 Sankey-diagram

Het Sankey-diagram is een presentatievorm waarbij stromen tussen elementen van een systeem met pijlen worden weergegeven. De dikte van die pijlen is een maat voor de omvang van de stromen. Voor de vergelijking van verschillende scenario's is het noodzakelijk dat de schema's dezelfde schaal hebben voor de pijldikte. Deze presentatievorm is bedoeld voor de specialisten



Afbeelding 8 De schematisatie met alle stromen die in het instrumentarium zijn opgenomen (dikte van de pijlen heeft in dit schema geen betekenis)





die de consequentie-analyse uitvoeren. Om goede maatregelen te kunnen formuleren is het noodzakelijk inzicht te hebben in de herkomst van verontreinigingen en de route die zij afleggen door het afvalwatersysteem.

In afbeelding 8 zijn ter illustratie alle mogelijke stromen aangegeven. Dit schema komt in grote lijnen overeen met de schematisatie van afbeelding 2. Voor een aantal stromen is een verdeling gemaakt naar deelstromen:

- bij het verhard oppervlak is onderscheid gemaakt tussen stromen naar en van daken en wegen (de stroom via wegen is samengesteld uit een deelstroom van 'schone' wegen en een deelstroom van 'vuile' wegen, zie bijlage 4);
- bij de riolering is onderscheid gemaakt tussen stromen naar en van DWA- en RWA-riolen.

Inzicht in al deze stromen is gewenst omdat elke stroom in principe een aangrijpingspunt vormt voor maatregelen.

4.5.2 OAS-lens

Met voorgaande presentatiewijze is een gedetailleerde beschrijving mogelijk. Voor elke maatregel of set van maatregelen zal in principe voor elke beschouwde stof een Sankey-diagram worden gemaakt. In eerste instantie zal behoefte bestaan aan een overzicht waaruit in één oogopslag de belangrijkste kenmerken kunnen worden afgelezen. Hierna is een beeld-diagram gepresenteerd, waarmee dat mogelijk is (OAS-lens). Eén OAS-lens karakteriseert een maatregel of set van maatregelen. De opzet is zodanig dat na een zekere introductieperiode weinig uitleg meer nodig zal zijn.

Dit beelddiagram gaat uit van:

- oppervlaktewater, bodem en grondwater als de relevante milieucompartimenten;
- wens tot afweging tussen emissies naar oppervlaktewater, grondwater en bodem;
- wens tot afweging tussen lokaal en regionaal oppervlaktewater;
- weergave van stofstromen en waterhoeveelheden in één overzicht;
- weergave van water- en slibstromen in één overzicht;
- weergave van korte- en lange-termijnverschijnselen in één overzicht;
- beperking van het totaal aantal te beschouwen variabelen tot 16;
- coherentie met de IPEA-benadering.

Afbeelding 9 geeft de doelvariabelen weer die meestal in verband worden gebracht met het afvalwatersysteem in relatie tot de omgeving. De inzet rechtsboven laat de indeling in vier hoofdgroepen zien: lozingen op lokaal en op regionaal oppervlaktewater, naar het grondwater en naar de bodem. Omdat OAS zich richt op een afweging op het niveau van emissies, betreffen de doelvariabelen een waterhoeveelheid of een stofstroom. De keuze van de vier afzonderlijke doelvariabelen per hoofdgroep is ingegeven door de aard van de meest kenmerkende invloeden op het ontvangende compartiment.

Zo gaat het bij lokaal oppervlaktewater - vooral - om de piekafvoer (m^3/u) en bij regionaal oppervlaktewater - vooral - om de jaarafvoer (m^3/j). Bij lozingen naar het grondwater zijn zowel de piek- als de jaarafvoer belangrijke grootheden.

Soortgelijke nuances spelen bij de stofstromen. De lozing van microverontreinigingen is bij alle compartimenten belangrijk. Alleen voor de bodem is onderscheid naar organische en anorganische microverontreinigingen zinvol. Ook de hoeveelheid droge stof en de aanwe-

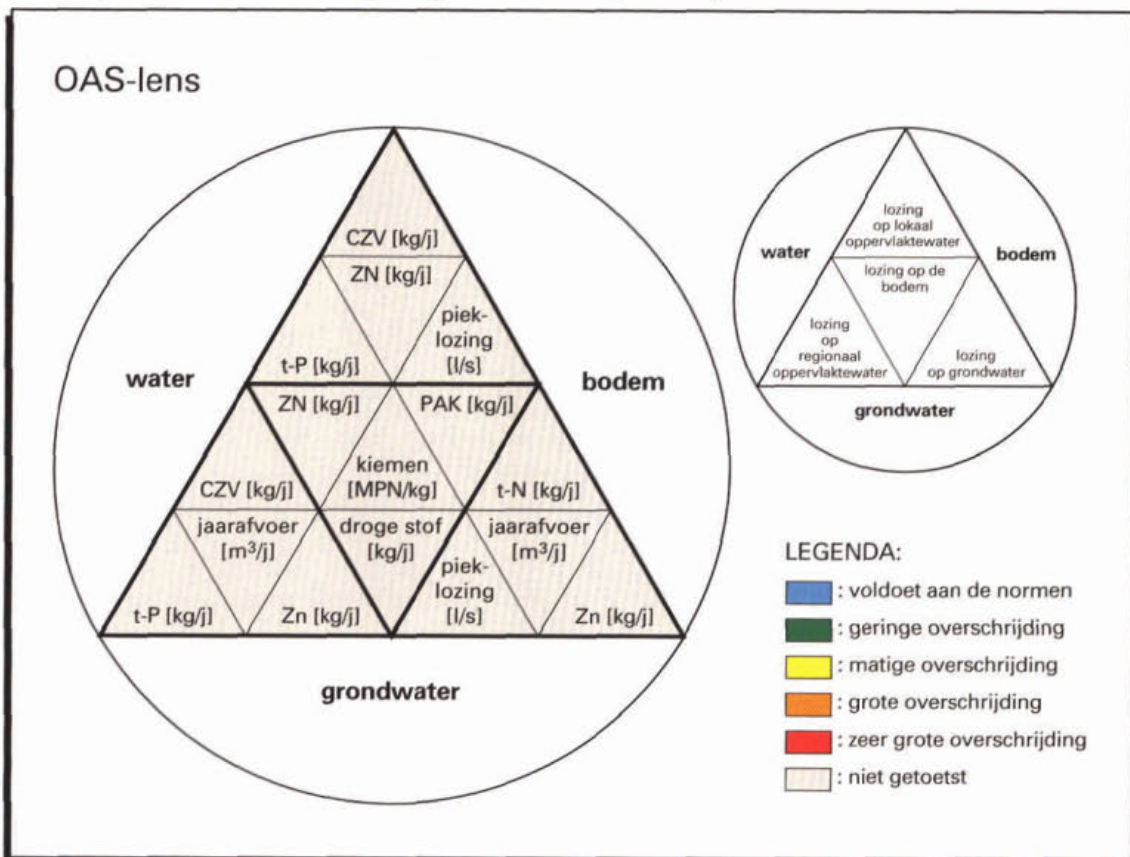
zigheid van ziektekiemen zijn voor lozingen naar de bodem relevant. Nutriënten zijn vooral van belang voor water: stikstof voor zowel oppervlakte- als grondwater, fosfor alleen voor oppervlaktewater. Verder blijft het oppervlaktewater gevoelig voor biologisch afbreekbare stoffen (BZV).

Verfijningen in tijd en ruimte zijn uiteraard mogelijk, maar hier contraproductief, omdat ze afbreuk zouden doen aan het overzicht.

Analoog aan de werkwijze bij INVERNO [23,22,24], worden voor de doelvariabelen doelwaarden vastgesteld. Dit is de taak van de waterbeheerder(s). Deze doelwaarden zijn in principe locatiespecifiek, omdat rekening is gehouden met het ontvangend vermogen van het milieu en met eventuele aanwezigheid van andere bronnen (zie § 3.4). Binnen deze randvoorwaarden kan de beheerder van het afvalwatersysteem zijn mogelijke maatregelen bepalen en desgewenst optimaliseren.

Afhankelijk van het verschil tussen de bestaande toestand (toetswaarden) en de doelwaarden worden de lenzen ingekleurd. Voorbeelden van verdere uitwerking van de doelwaarden en van het gebruik van de OAS-lens zijn in het volgende hoofdstuk besproken.

Afbeelding 9
Beelddiagram voor karakterisering van systeemvarianten (OAS-lens)



5 CASE STUDIES VOOR DE CONSEQUENTIE-ANALYSE

Ter illustratie van de mogelijkheden van het instrument zijn in dit hoofdstuk twee voorbeelden uitgewerkt. Deze voorbeelden zijn met enige vrijheid aan de praktijk ontleend en hebben geen pretentie van volledigheid of algemene geldigheid. De gebruiker van het instrument is zelf verantwoordelijk voor de gebruikte invoergegevens.

Er is gekozen voor een stadsdeel met een gescheiden rioolstelsel, gelegen in west Nederland (de Sloterbinnenpolder in Amsterdam) en een kern met een gemengd stelsel in het oosten van Nederland (Losser). Er is gekeken naar de effecten van mogelijke maatregelen op de fluxen van water, totaal-fosfor en zink. Er is met het instrumentarium een oordeel gegeven over het al of niet voldoen aan de emissie-eisen. Een en ander is geïllustreerd met diagrammen, zoals die met het instrumentarium kunnen worden aangemaakt.

Achtereenvolgens wordt de actuele situatie van deze cases kort beschreven en worden per case de met het instrumentarium berekende effecten van verschillende ingrepen gepresenteerd. De gebruikte gegevens en de Sankey-diagrammen zijn opgenomen in bijlage 7 (Sloterbinnenpolder) en bijlage 8 (Losser).

5.1 Sloterbinnenpolder

5.1.1 Afvalwatersysteem (Stap 1)

De Sloterbinnenpolder maakt deel uit van het stedelijk gebied van Amsterdam. De polder ligt ten zuidwesten van de grachtengordel en telt ruim 87.000 inwoners [1]. Het bruto oppervlak bedraagt circa 1.430 ha, waarvan zo'n 450 ha is verhard (32%) [8]. Er ligt een traditioneel gescheiden rioolstelsel voor de afvoer van huishoudelijk afvalwater en regenwater. Het is onderverdeeld in 11 bemalingsgebieden. Deze zijn deels in cascade geschakeld. Het afvalwater wordt afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinrichting West (RI-West), waarvan het effluent op het Noordzeekanaal wordt geloosd.

5.1.2 Actuele situatie (Stap 2)

Het oppervlaktewater in de Sloterbinnenpolder voldoet niet aan MilBoWa voor fosfor en zink. Ook voor het Noordzeekanaal, waarop het effluent van de RI-West wordt geloosd, worden deze responsdoelen niet gehaald (zie tabel 1).

Met de emissies via de regenwateruitlaten van het gescheiden stelsel en het effluent worden aanzienlijke hoeveelheden fosfor en zink op respectievelijk de polderwateren en het Noordzeekanaal geloosd (zie tabel 1).

Met het slib wordt jaarlijks 390 kg Zn op de bodem gebracht.

5.1.3 Doelstellingen (Stap 3)

De responsdoelstellingen voor de oppervlaktewateren in de Sloterbinnenpolder en het Noordzeekanaal zijn genoemd in tabel 1. Daarin zijn ook de emissie-eisen voor de regenwateruitlaten (in de polder) en het effluent van RI-West opgenomen, alsmede de emissie-eis voor zink via het slib.

De doelstelling voor de fosfor-emissie via de regenwateruitlaten is op een waarde net boven de huidige emissie gesteld, omdat het fosfor in de polderwateren voornamelijk afkomstig is van het inlaatwater en het opkwellend grondwater. De riolering heeft in de totale belasting met fosfor slechts een geringe bijdrage (circa 3%, [8]).

Er zijn ook eisen gesteld aan de hoeveelheden water die geloosd worden. Voor de regenwateruitlaten zijn de pieklozingen maatgevend. De eisen zijn afhankelijk van de bergings- en bemalingscapaciteit van de polder. Voor het effluent is de jaarafvoer als doelvariabele gekozen.

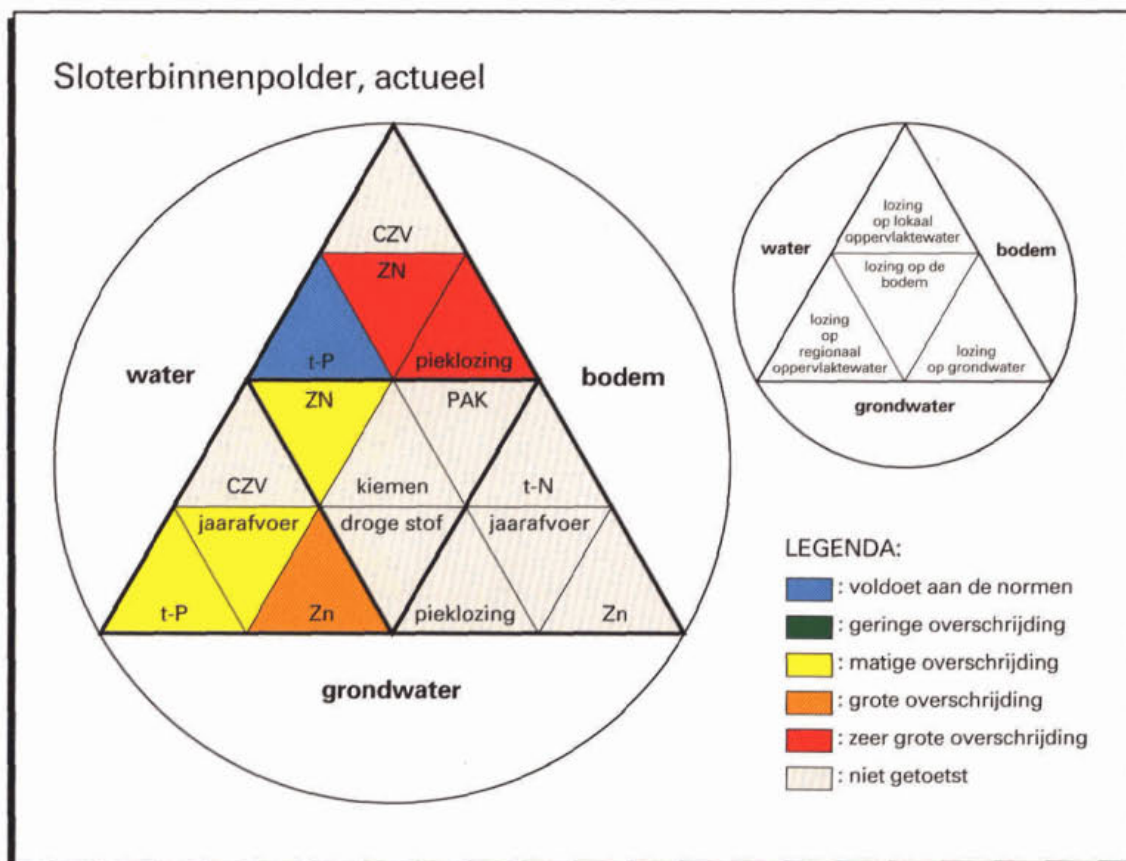
Tabel 1
Actuele situatie, kwaliteitsdoelstellingen en emissie-eisen voor de Sloterbinnenpolder

kwaliteit	water		totaal fosfor		zink	
			concentratie (mg P/l)		concentratie ($\mu\text{g Zn/l}$)	
	actueel	doelstelling	actueel	doelstelling	actueel	doelstelling
<ul style="list-style-type: none"> ● polderwater ● boezem 			1,2	0,15	41	30
			0,2	0,15	34	30
emissie	vracht		vracht		vracht	
	actueel	doelstelling	actueel	eis	actueel	eis
<ul style="list-style-type: none"> ● regenwateruitlaat 	$57 \cdot 10^3$ l/s	$6,5 \cdot 10^3$ l/s	125 kg/j	130 kg/j	430 kg/j	50 kg/j
maatlaten	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<6,5 >6,5 <13 >13 <26 >26 <52 >52	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<130 >130 <195 >195 <260 >260 <390 >390	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<50 >50 <100 >100 <150 >150 <250 >250
<ul style="list-style-type: none"> ● effluent 	$5,9 \cdot 10^6$ m ³ /j	$1,8 \cdot 10^6$ m ³ /j	32 ton/a	20 ton/a	350 kg/j	90 kg/j
maatlaten	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<1,8 >1,8 <3,5 >3,5 <7 >7 <14 >14	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<20 >20 <30 >30 <40 >40 <60 >60	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<90 >90 <180 >180 <360 >360 <450 >450
<ul style="list-style-type: none"> ● slib 		n.v.t.		n.v.t.	200	100
maatlaten					blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<100 >100 <200 >200 <300 >300 <500 >500

5.1.4 Aandachtspunten (Stap 4)

Het oppervlaktewater in de polder voldoet niet aan de geldende responsdoelstellingen (grenswaarden) [8]. Voor de emissies uit het afvalwatersysteem blijkt dat voor zink niet aan de gestelde emissie-eisen voor het lokaal (regenwateruitlaten) en regionaal oppervlaktewater (rwzi) wordt voldaan. Voor fosfor worden de emissie-eisen voor de rwzi niet gehaald. Ook de waterhoeveelheden uit zowel de riolering als de rwzi gaan de gestelde eisen te boven. In afbeelding 10 zijn de aandachtspunten en de ernst ervan aangegeven met de kleuren groen, geel, oranje of rood.

Afbeelding 10
De OAS-lens voor de actuele situatie van de Sloterbinnenpolder



5.1.5 Mogelijke maatregelen (Stap 5)

Voor de Sloterbinnenpolder zijn ter illustratie de volgende mogelijke maatregelen doorgerekend:

- S1: ombouwen van het gescheiden stelsel naar een verbeterd gescheiden stelsel;
- S2: gebruiken van regenwater van daken in de huishoudens/bedrijven
- S3: aanleggen van bezinkbassins achter de regenwateruitlaten;
- S4: aanbrengen van een coating in zinken dakgoten;
- S5: toepassen van composttoiletten.

Ombouwen van het gescheiden stelsel naar een verbeterd gescheiden stelsel (S1)

Als gevolg van de ombouw zal met het regenwater een belangrijk deel van de zink-flux worden verplaatst van de regenwateruitlaten naar de rwzi. De emissie naar het polderwater via de regenwateruitlaten neemt af van 430 tot 110 kg zink/jaar. De gestelde norm wordt daarmee dus lang niet gehaald. De emissie naar het Noordzeekanaal neemt toe (van 350 naar 550 kg zink/jaar), evenals de emissie naar de bodem, via het zuiveringsslib (van 200 naar 320 kg zink/jaar). De situatie ten aanzien van de pieklozingen op het polderwater verbetert aanzienlijk, maar voldoet nog niet aan de gestelde eis. De jaarafvoer via de rwzi neemt iets toe. De problematiek wordt verplaatst van het compartiment oppervlaktewater naar het



compartiment bodem (zie bijlage 7, afbeelding B7.7). In de afbeeldingen B7.1 en B7.2 van bijlage 7 is met Sankey-diagrammen aangegeven hoe de waterstromen wijzigen.

Gebruiken van regenwater van daken in de huishoudens/bedrijven (S2)

Door het gebruik van regenwater wordt in principe een aanzienlijke zink-flux naar de huishoudens/bedrijven geïntroduceerd. Dat kan aanleiding zijn het regenwater uit te sluiten van bepaalde functies (bijvoorbeeld consumptie). Via de woningen/bedrijven en het vuilwaterriool komt dit zink op de rwzi terecht. De zink-emissie via de regenwateruitlaten wordt ongeveer gehalveerd (van 430 naar 280 kg zink/jaar), maar de zink-emissie via de rwzi (effluent en met name zuiveringsslib) wordt evenzoveel groter. De problematiek van de pieklozingen via de regenwateruitlaten wordt iets verminderd. Met de maatregel worden de emissie-eisen bij lange na niet gehaald (zie bijlage 7, afbeelding B7.7).

Aanleggen van bezinkbassins achter de regenwateruitlaten (S3)

Het zink in het via de regenwateruitlaten geloosde water zal voor een belangrijk deel gebonden zijn aan vaste, bezinkbare deeltjes. In een bezinkbassin zal daarom een deel van het zink door bezinking achterblijven. Uitgaande van 50% verwijderingsrendement zal de zink-emissie naar het polderwater met ongeveer 90% afnemen tot circa 46 kg zink/jaar. De emissie-eis wordt daarmee gehaald. Het slib uit de bezinkvoorziening met het afgevangen zink zal echter na een zekere tijd moeten worden verwijderd en verwerkt. Het zink-probleem wordt daarmee verplaatst naar een ander milieucompartiment (zie bijlage 7, afbeelding B7.7).

Aanbrengen van een coating in zinken dakgoten (S4)

Dit is een maatregel aan de bron. Door de coating wordt het afstromende regenwater vrijwel niet meer verontreinigd met zink. Dat werkt door in het hele afvalwatersysteem waardoor de emissies via de regenwateruitlaten tot circa 40% van de oorspronkelijke emissies afnemen. Met een resterende emissie op de polderwateren van circa 170 kg zink/jaar blijft de overschrijding van de emissie-eis echter nog aanzienlijk (zie bijlage 7, afbeelding B7.7). In de afbeeldingen B7.5 en B7.6 van bijlage 7 is met Sankey-diagrammen aangegeven hoe de zink-fluxen wijzigen.

Toepassen van komposttoiletten (S5)

Ook deze maatregel kan worden gezien als een bronmaatregel, gericht op het terugdringen van onder andere de fluxen aan nutriënten. Op de zink-fluxen heeft deze maatregel geen invloed. Met het gescheiden stelsel werkt het komposttoilet alleen door in de fosfor-flux via het effluent van de rwzi. De gestelde eis wordt echter nog niet gehaald (zie bijlage 7, afbeelding B7.7). In de afbeeldingen B7.3 en B7.4 van bijlage 7 is met Sankey-diagrammen aangegeven hoe de fosfor-fluxen wijzigen. De hoeveelheid DWA zal eveneens afnemen, maar te weinig om aan de eis aan de jaarafvoer via de rwzi te voldoen.

5.2 Losser

5.2.1 Afvalwatersysteem (Stap 1)

De kern Losser is aan de linker zijde van de Dinkel in het Dinkeldal gelegen. Het bebouwd gebied heeft een bruto oppervlak van 350 ha. Daarvan is circa 116 ha verhard (33%) [7]. Het gemengde rioolstelsel heeft een bergingscapaciteit van 7,4 mm en een pompovercapaciteit van 1,09 mm/h. Het ingezamelde afval- en regenwater wordt afgevoerd naar de rioolwaterzuiveringsinrichting nabij de kern. Het effluent wordt op de Dinkel geloosd. Ook het water dat via de overstorten het stelsel verlaat, komt (soms indirect) op de Dinkel terecht.

5.2.2 Actuele situatie (Stap 2)

Op dit moment wordt vanuit het afvalwatersysteem van Losser jaarlijks circa 8.180 kg fosfor en 100 kg zink op de Dinkel geloosd. Daarvan gaat respectievelijk 130 kg fosfor en 14 kg zink via de overstorten van het rioolstelsel.

5.2.3 Doelstellingen (Stap 3)

De Dinkel heeft van de provincie Overijssel de functie 'water voor natuur' toegekend gekregen. De waterbeheerder, het waterschap Regge en Dinkel, heeft in navolging van de derde Nota waterhuishouding en de CUWVO-aanbevelingen gekozen voor een twee-sporen-aanpak [7]. Bij deze aanpak wordt onderscheid gemaakt tussen een emissiespoor en een waterkwaliteitsspoor. Vanuit het emissiespoor wordt een basisinspanning gevraagd die in principe geldt voor alle rioolstelsels: een vuiluitworp van het rioolstelsel die overeenkomt met de vuiluitworp van het referentiestelsel (7 mm berging, 0,7 mm/h pok en 2 mm BBB achter elke overstort).

Tabel 2
Actuele situatie, kwaliteitsdoelstellingen en emissie-eisen voor de kern Losser

kwaliteit	water		totaal fosfor		zink	
			concentratie (mg P/l)		concentratie (μg Zn/l)	
	actueel	doelstelling	actueel	doelstelling	actueel	doelstelling
● Dinkel			zie tekst		zie tekst	
emissie	vracht		vracht		vracht	
	actueel	eis	actueel	eis	actueel	eis
● overstorten	$1,3 \cdot 10^3$ l/s	$0,5 \cdot 10^3$ l/s	130 kg/j	30 kg/j	14 kg/j	3 kg/j
maatlaten	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<0,5 >0,5 <1,0 >1,0 <2,0 >2,0 <4,0 >4,0	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<30 >30 <45 >45 <60 >60 <90 >90	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<3 >3 <4,5 >4,5 <9 >9 <15 >15
● effluent	$2,2 \cdot 10^6$ m ³ /j	$0,5 \cdot 10^6$ m ³ /j	6,5 ton/j	1,6 ton/j	145 kg/j	45 kg/j
maatlaten	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<0,5 >0,5 <1,0 >1,0 <2,0 >2,0 <4,0 >4,0	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<1,6 >1,6 <2,4 >2,4 <3,2 >3,2 <4,8 >4,8	blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<45 >45 <90 >90 <135 >135 <225 >225
● slib		n.v.t.		n.v.t.	85 kg/j	20 kg/j
maatlaten					blauw (0) groen (1) geel (2) oranje (3) rood (4)	<20 >20 <40 >40 <60 >60 <100 >100

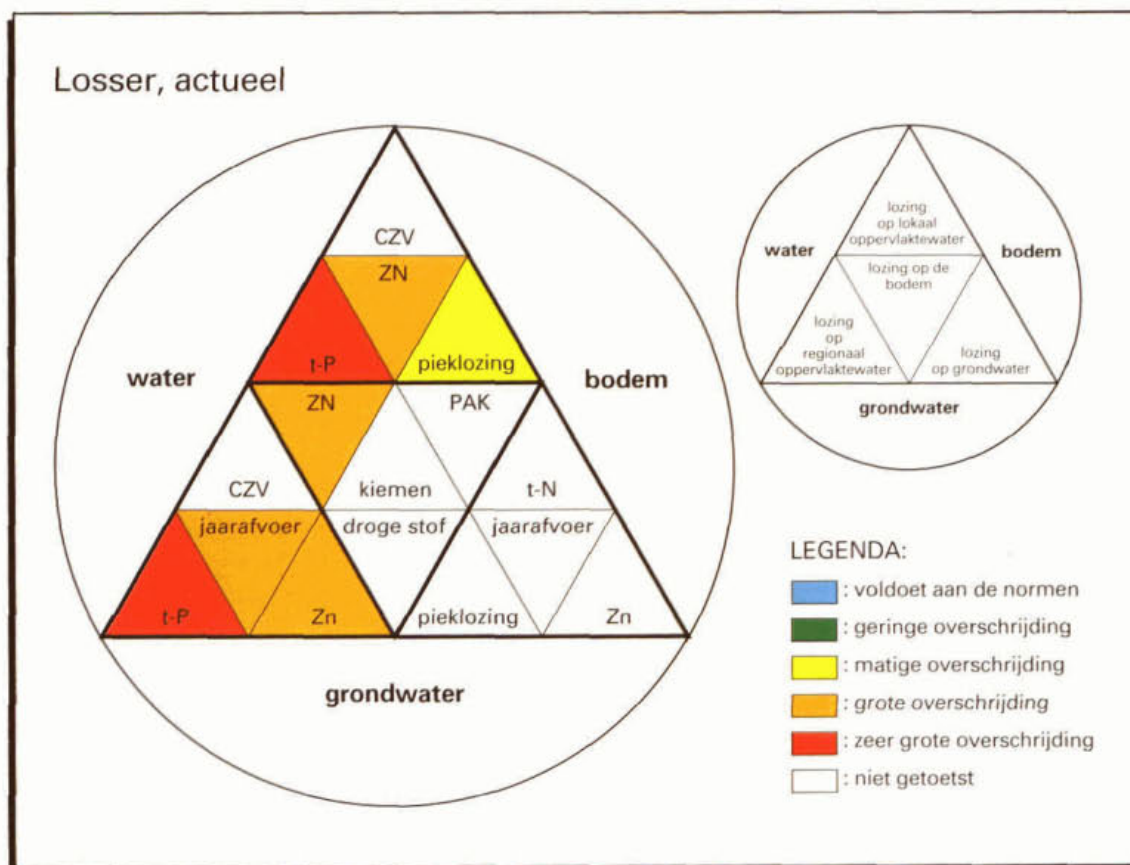
Voor de Dinkel komen daar vanuit het waterkwaliteitsspoor aanvullende eisen bij. Op lange termijn wordt een nulemissie voorgestaan. Als tussendoel, te bereiken binnen 15 jaar, dient een reductie van de jaarlijkse BZV-uitworp van 80% ten opzichte van de basisinspanning te worden bereikt. Dit tussendoel is vertaald naar de emissie-eisen aan de overstorten, het rwzi-effluent en het slib (zie tabel 2).

5.2.4 Aandachtspunten (Stap 4)

Duidelijk is dat de emissies van fosfor en zink, zowel alleen via de overstorten als uit het afvalwatersysteem als geheel, te groot zijn (zie afbeelding 11).

Afbeelding 11

De OAS-lens voor de actuele situatie van de kern van Losser



5.2.5 Mogelijke maatregelen (Stap 5)

Voor de kern van Losser zijn ter illustratie de volgende mogelijke maatregelen doorgerekend:

- L1: realiseren van een nulemissie uit de riolering;
- L2: aanleggen van bergzinkbassins van 2 mm achter elke overstort;
- L3: toepassen van komposttoiletten;
- L4: afkoppelen van verhard oppervlak;
- L5: aanbrengen van een coating in zinken dakgoten;
- L6: een combinatie van afkoppelen en coaten.

Realiseren van een nulemissie uit de riolering (L1)

De nulemissie via de overstorten (volgens de definitie van de waterbeheerder) kan worden bereikt door het vergroten van de berging van het stelsel tot in totaal 21 mm. De hoeveelheden water, fosfor en zink die op jaarbasis via de overstorten uit het stelsel komen, vallen echter in het niet bij de emissies naar oppervlaktewater via de rwzi (zie tabel 2). Zolang de rwzi blijft lozen op de Dinkel is het realiseren van een nulemissie via de overstorten weinig zinvol (zie bijlage 8, afbeelding B8.7).



Aanleggen van bergbezinkbassins van 2 mm achter elke overstort (L2)

Voor deze maatregel geldt eigenlijk hetzelfde als voor het realiseren van de nulmissie. Weliswaar worden de emissies via de overstorten aanzienlijk verminderd (70% reductie van de jaarlijkse fosfor- en zinkvrachten), maar het effect op de totale emissie vanuit het afvalwatersysteem blijft gering (zie bijlage 8, afbeelding B8.7).

Toepassen van komposttoiletten (L3)

Met het toepassen van komposttoiletten wordt de hoeveelheid DWA teruggebracht en de belasting van het afvalwatersysteem met fosfor aanzienlijk gereduceerd. De afname van de fosfor-vracht die vanuit met name de huishoudens op het riool wordt gebracht, werkt door tot en met het effluent en het zuiveringsslib van de rwzi: deze emissies nemen evenredig af, respectievelijk tot 10 (overstortingen) en 5.400 (effluent) kg fosfor per jaar. Daarmee voldoet de fosfor-emissie via de overstorten aan de 80%-reductiedoelstelling (zie bijlage 8, afbeelding B8.7). In de afbeeldingen B8.3 en B8.4 van bijlage 8 is met Sankey-diagrammen aangegeven hoe de fosfor-fluxen wijzigen.

Doordat het geloosde effluentvolume afneemt, nemen de zink-emissies met het effluent ook af. De zink-vracht in het slib neemt echter toe.

Afkoppelen van verhard oppervlak (L4)

Door het afkoppelen van een groot deel van het verhard oppervlak van de riolering wordt bereikt dat de bestaande berging en pompoevercapaciteit voldoende zijn om overstortingen te voorkomen. In de afbeeldingen B8.1 en B8.2 van bijlage 8 is met Sankey-diagrammen aangegeven hoe de waterstromen wijzigen.

De emissie van fosfor via de overstorten behoort daarmee tot het verleden. Er resteert nog een kleine emissie vanaf het afgekoppelde verhard oppervlak, maar de emissie-eis wordt gehaald (zie bijlage 8, afbeelding B8.7).

Met het afgekoppelde water wordt tevens een belangrijk deel van de zink-flux in het begin van het afvalwatersysteem geëmitteerd naar het oppervlaktewater of de bodem bij respectievelijk afvoer naar oppervlaktewater of infiltratie van het afgekoppelde water. Daarmee neemt de flux via de riolering, het transportsysteem en de rwzi uiteraard af. De emissie van zink via de overstorten is verleden tijd en de emissies via het effluent en het zuiveringsslib van de rwzi zijn navenant afgenomen. De totale emissie van zink uit het afvalwatersysteem blijft echter gelijk.

Aanbrengen van een coating in zinken dakgoten (L5)

Door de belangrijkste bron van zink aan te pakken zal de emissie van zink uit het afvalwatersysteem evenredig afnemen. De emissie via de overstorten neemt af tot 9 kg zink/jaar. Via de rwzi reteren emissies van 145 kg zink/jaar (effluent) en 22 kg zink/jaar (slib). Een belangrijke winst dus voor de emissies via het slib. De verontreiniging van het via de wegen afstromende water blijft te groot om aan de emissie-eisen te kunnen voldoen (zie bijlage 8, afbeelding B8.7).

Een combinatie van afkoppelen en coaten (L6)

De bezwaren van het afkoppelen van het verhard oppervlak in de zin van de belasting van oppervlaktewater of bodem met het zink van het afgekoppelde oppervlak kunnen worden ondervangen door het afkoppelen te combineren met het coaten van de zinken dakgoten. Deze gecombineerde maatregel levert wel een emissiereductie vanuit het afvalwatersysteem als



geheel op (zie bijlage 8, afbeelding B8.7). In de afbeeldingen B8.5 en B8.6 van bijlage 8 is met Sankey-diagrammen aangegeven hoe de zink-fluxen wijzigen.

Indien het afgekoppelde water wordt geïnfiltrerd, wordt de doelstelling voor emissies vanuit het rioolstelsel naar het oppervlaktewater gehaald, maar de totale emissie blijft te hoog.

5.3 Conclusies

Voor de Sloterbinnenpolder zou - binnen de gehanteerde uitgangspunten - het aanleggen van bezinkbassins achter de regenwateruitlaten het meest effectief zijn (zie bijlage 7, afbeelding B7.7).

Voor Losser ligt het moeilijker. De fosfor-belasting van de Dinkel zou - binnen de gehanteerde uitgangspunten - tot minder dan 20% van de huidige belasting kunnen worden teruggebracht door de toepassing van composttoiletten. Dat heeft bovendien een aantal belangrijke bijkomende effecten (zie bijlage 8, afbeelding B8.7). Voor zink kan deze doelstelling met de beschouwde maatregelen niet worden gehaald. Het coaten van de zinken dakgoten, het afkoppelen van het verhard oppervlak met infiltratie in plaats van afvoer naar oppervlaktewater in combinatie met het afvoeren van het afvalwater naar een rwzi die *niet* op de Dinkel loost, is een oplossing waarmee wel aan de doelstelling voor zink zou kunnen worden voldaan.

De besproken voorbeelden tonen aan dat met de gehanteerde methodiek een goede indruk kan worden verkregen van de (relatieve) effectiviteit van de mogelijke maatregelen. Voorwaarde is dat onderbouwde, locatiespecifieke emissie-eisen, gebaseerd op de aldaar geldende responsdoelstellingen, beschikbaar zijn. De resultaten worden zekerder naarmate zij beter kunnen worden geverifieerd met meetresultaten.

Met het instrumentarium worden de effecten van (pakketten van) mogelijke maatregelen in beeld gebracht. Zij vormen de basis voor de keuze van de maatregelen die in de integrale of sectorale afweging worden meegenomen. Maatregelen die te weinig effect sorteren vallen af. De daadwerkelijke optimalisatie zit in de afweging, waar de effecten worden afgezet tegen andere beoordelingscriteria, waaronder de kosten.

6 REFERENTIES

- [1] Amsterdams Bureau voor Onderzoek en Statistiek, 1994.
Amsterdam in Cijfers, Jaarboek 1993.
- [2] Coördinatiecommissie Uitvoering Wet Verontreiniging Oppervlaktewateren (CUWVO),
Werkgroep VI, 1992.
Overstortingen uit rioolstelsels en regenwaterlozingen. Aanbevelingen voor het beleid en de vergunningverlening.
- [3] DHV AIB BV, 1995.
Nationaal pakket duurzaam bouwen, Nieuwbouw woningen.
In opdracht van de Stichting Bouwresearch.
- [4] DHV Milieu & Infrastructuur BV, 1996.
Rioleringsberekeningen, Hydraulisch functioneren, Leidraad Riolerings, Module C2100.
In opdracht van Stichting RIONED/Taakgroep Leidraad Riolerings.
- [5] DHV Water BV, 1994.
Kwaliteit van afstromend regenwater van straten en daken in stedelijk gebied. Oriënterende
notitie.
In opdracht van Riolerings en Waterhuishouding Amsterdam.
- [6] DHV Water BV, 1995.
Identificatie van Lozingsbronnen en emissieroutes van probleemstoffen, Deel 2: Kwantificeren
van stofstromen naar het oppervlaktewater.
In opdracht van de Milieudienst Amsterdam.
- [7] DHV Water BV, 1996.
Overstort Gilderhauserweg. Mogelijkheden voor vuilemissiereductie.
In opdracht van de gemeente Losser.
- [8] DHV Water BV, 1996.
Invloed van ombouw gescheiden stelsel op water- en stofbalansen in 11 stedelijke polders,
Factoranalyse OASA-VORK.
In opdracht van Riolerings en Waterhuishouding Amsterdam.
- [9] Europese Gemeenschap, 1976.
Richtlijn van de Raad 76/464/EEG, betreffende de verontreiniging veroorzaakt door bepaalde
gevaarlijke stoffen die in het aquatisch milieu van de Gemeenschap worden geloosd.
Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, L 129, 18. 5.1976, blz. 23.
- [10] Europese Gemeenschap, 1986.
Richtlijn van de Raad 86/280/EEG, betreffende grenswaarden en kwaliteitsdoelstellingen voor
lozingen van bepaalde onder lijst I van de bijlage van Richtlijn 76/464/EEG vallende gevaarlij-
ke stoffen.
Publicatieblad van de Europese Gemeenschappen, 16. 6.1986.



- [11] Gottfried, B.S., J. Weisman, 1973.
Introduction to optimization theory. Prentice-Hall, Inc.
- [12] Grontmij Advies & Techniek BV en DHV Water BV, 1996.
Opstellen en uitvoeren van maatregelen in de rioleringszorg, Module C1000, Leidraad Rioleringszorg (1^e Concept).
In opdracht van Stichting RIONED/Taakgroep Leidraad Rioleringszorg.
- [13] Grontmij Advies & Techniek BV en DHV Water BV, 1996.
Keuze en volgorde van maatregelen in de rioleringszorg, Module C1200, Leidraad Rioleringszorg (1^e Concept).
In opdracht van Stichting RIONED/Taakgroep Leidraad Rioleringszorg.
- [14] Grontmij Informatisering BV, 1996.
PRIONED, Technische beschrijving (versie 0.1, concept).
In opdracht van Stichting RIONED.
- [15] Interdepartementaal Onderzoekprogramma Duurzame Technologische Ontwikkeling, 1994.
Duurzame stedelijke waterkringloop. Verkennende studie DTO-water.
- [16] Korte, ir. K.F. de, 1996.
Mondelinge mededeling tijdens vergadering van de Begeleidingscommissie OAS d.d. 23 februari 1996.
- [17] Korte, ir. K.F. de, ir. J.W. van Sluis, 1996.
Optimizing the waste water system of Amsterdam. Paper presented on the Aquatech Conference Future Water Quality Management in Europe.
Amsterdam, September 26-27, 1996.
- [18] Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, 1993.
Ecologisch verantwoorde stedelijke ontwikkeling.
Publicatierreeks Milieubeheer nr. 1993/4.
- [19] Nationale Werkgroep Rioleringszorg en Waterkwaliteit (NWRW), 1989.
Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982-1989.
In opdracht van het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu.
- [20] Nederlandse Vereniging voor Waterbeheer NVA, 1995.
Key-note speech en voordrachten van de najaarsvergadering d.d. 24 november 1995,
Optimalisatie van afvalwatersystemen: een keerpunt?
- [21] STOWA, 1994.
Optimalisering afvalwatersystemen, Probleemstelling.
STOWA Werkrapport 93-W-01.
- [22] STOWA, in voorbereiding.
INVERNO - methodiek voor het INventariseren van ERNst en Omvang van aandachtspunten.



- [23] Rooy, P.T.J.C. van, 1995.
Op weg naar totaal waterbeheer (3). Planvorming.
H₂O (28) 1995, nr. 22 (pag. 666-672).
- [24] Rooy, P.T.J.C. van, J.W. van Sluis, H.H. Tolkamp, J. de Jong, 1996.
Op weg naar totaal waterbeheer (4). INVERNO.
H₂O (29) 1996, nr. 7 (pag. 178-186, 190).
- [25] Rooy, P.T.J.C. van, J.W. van Sluis, H.H. Tolkamp, J. de Jong, 1996.
Op weg naar totaal waterbeheer (5). PRIMAVERA.
H₂O (29) 1996, nr. 14 (pag. 411-418).
- [26] Tweede Kamer der Staten Generaal, 1990
Besluit van 13 juni 1990, houdende regelen met betrekking tot grenswaarden voor fosfaat in door rioolwaterzuiveringsinrichtingen te lozen afvalwater.
Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Jaargang 1990, nummer 301.
- [27] Tweede Kamer der Staten Generaal, 1992.
Besluit van 3 juli 1992, houdende regelen met betrekking tot grenswaarden voor totaal-stikstof in door rioolwaterzuiveringsinrichtingen te lozen afvalwater.
Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, Jaargang 1992, nummer 383.
- [28] Werkgroep Riolering West Nederland, 1996.
Aan- en afkoppelen van verhard oppervlak, 'State of the art'.



BIJLAGEN

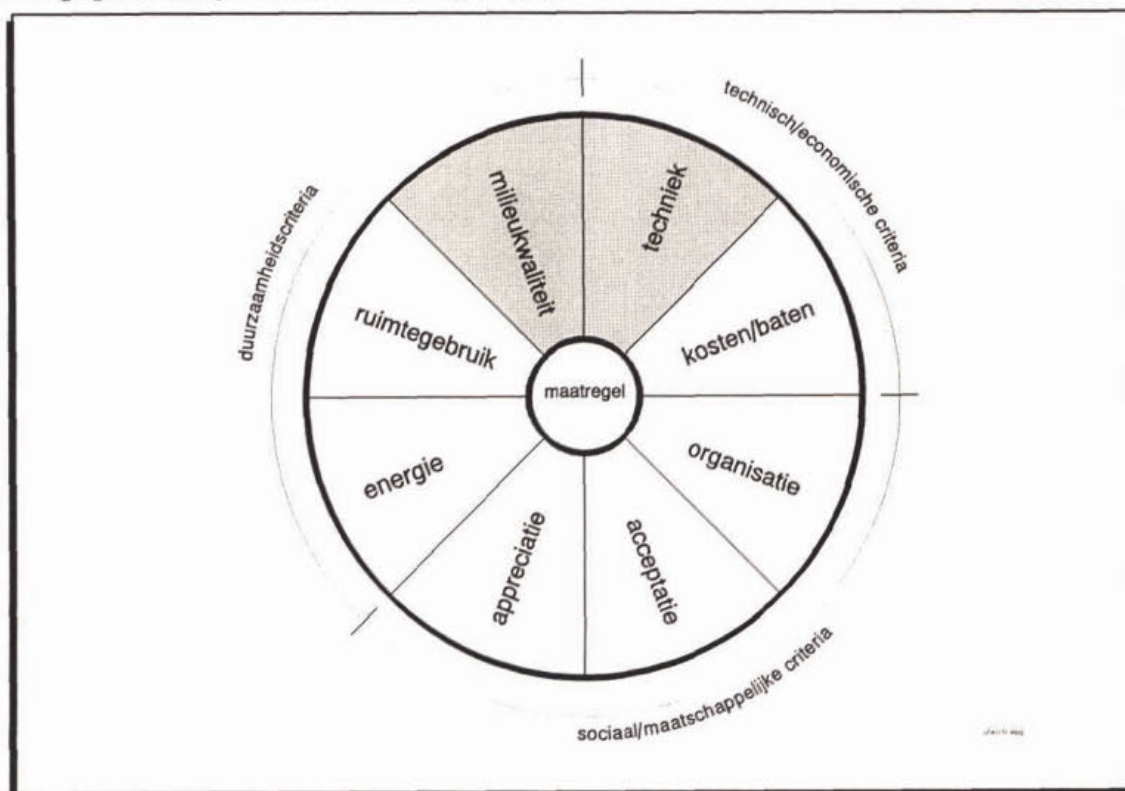


BIJLAGE 1

Criteria voor een sectorale afweging

Volgens De Korte [16] worden bij het afwegen van maatregelen aan het afvalwatersysteem impliciet of expliciet acht criteria gehanteerd (zie afbeelding B1.1).

Afbeelding B1.1
Afwegingscriteria bij de keuze van maatregelen [16]



Deze criteria zijn te groeperen tot twee technisch/economische criteria, drie duurzaamheids-criteria en drie sociaal/maatschappelijke criteria:

- technisch/economisch:
 - techniek (technische uitvoerbaarheid);
 - kosten/baten (wegen de kosten op tegen de verwachte baten);
- duurzaamheid:
 - milieukwaliteit (levert de maatregel voldoende milieu-effect op);
 - ruimtegebruik (vraagt de maatregel niet te veel ruimte);
 - energie (wat betekent de maatregel voor het energieverbruik);
- sociaal/maatschappelijk:
 - appreciatie (heeft de maatregel bestuurlijk en maatschappelijk draagvlak);
 - acceptatie (is de maatregel aanvaardbaar voor direct betrokkenen, zoals omwonenden);
 - organisatie (is de maatregel in organisatorische zin haalbaar).

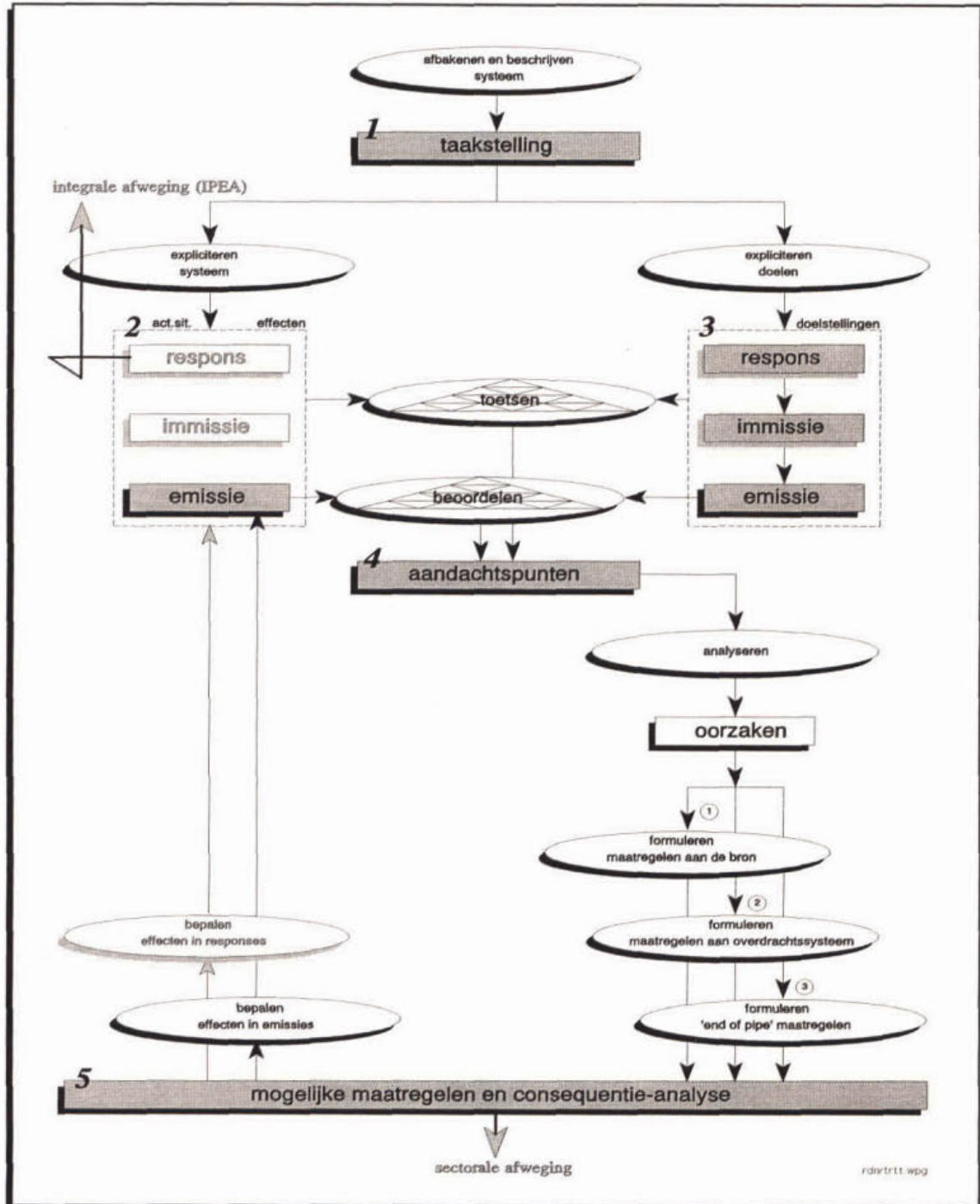
De criteria vormen samen een trechter met een opening waar de betreffende maatregelen wel of niet door kunnen. Het werken met een dergelijke trechter impliceert dat elke mogelijke maatregel aan alle acht criteria wordt getoetst. De redeneertrant richt zich op de criteria milieukwaliteit en techniek, omdat hieraan in ieder geval moet worden voldaan wil er sprake zijn van een 'mogelijke maatregel'.



BIJLAGE 2

Totaal overzicht van de redeneertrant

Afbeelding B2.1
Schematisch totaaloverzicht van de redenertrant





BIJLAGE 3

Overzicht van mogelijke maatregelen en relevante autonome ontwikkelingen



Tabel B3.1
Mogelijke maatregelen in relatie tot het verhard oppervlak

code	mogelijke maatregelen
vop1	- gebruik van regenwater in en om het huis
vop1a	. installeren van een dakreservoir (opvang dakwater)
vop1b	. installeren van een regenwaterreservoir met pomp (opvang dakwater)
vop1c	. installeren van een regenton (opvang dakwater)
vop2	- conserveren van regenwater
vop2a	. aanleggen van een wadi-systeem
vop2b	. aansluiten van verhard oppervlak op regelbare drainage
vop2c	. aanleggen van infiltratievelden of -greppels
vop2d	. aanleggen van greppels of goten voor afvoer via het oppervlak
vop2e	. vergroten van het open wateroppervlak om water in het gebied te kunnen houden (retentie)
vop2f	. beperken van de omvang van verhard oppervlak
vop2g	. toepassen van halfverharde bestrating
vop2h	. toepassen van grasdaken
vop2i	. aanleggen van spaarbekkens voor regenwater in de stad om drinkwater uit te bereiden
vop2j	. creëren van berging op straat
vop3	- voorkomen van verontreiniging van (regen)water
vop3a	. toepassen van corrosievrij bouw materiaal (buiten) en straatmeubilair
vop3b	. coaten/vervangen van zinken dakbedekking en -goten
vop3c	. coaten/vervangen van looden dakbedekking en afdichtingen
vop3d	. vervangen van PAK-uitlopende dakbedekking
vop3e	. toepassen van milieuvriendelijke onkruidbestrijdingsmethoden
vop3f	. stimuleren van het gebruik van de autowasserette
vop3g	. opruimen van hondenuitwerpselen
vop4	- aanpakken van water van verontreinigend verhard oppervlak
vop4a	. lokaal behandelen van het regenwater van buitenwegen
vop4b	. rioleren van buitenwegen



Tabel B3.2
Mogelijke maatregelen in relatie tot huishoudens en bedrijven

code	mogelijke maatregelen
hub1	- voorkomen van verontreiniging van het drinkwater
hub1a	. ontharden van drinkwater
hub1b	. vermijden/vervangen van koperen leidingen door kunststof
hub1c	. vermijden/vervangen van loden leidingen door kunststof
hub1d	. toepassen van luchtkoeling in plaats van koelwater in bedrijven
hub1e	. toepassen van desinfectie met UV-straling in plaats van chemicaliën
hub2	- beperken van de DWA-stroom
hub2a	. terugdringen van waterverbruik in huishoudens (individuele watermeters, douchekop, tiolet enz.)
hub2b	. toepassen van hydrofobe toiletspoelvloeistof met terugwinning en afvoer fecaliën via vast afval
hub2c	. toepassen van droog-toilet (bijvoorbeeld vacuümsysteem)
hub2d	. toepassen van droogwassysteem
hub2e	. terugdringen van het waterverbruik in bedrijven
hub2f	. hergebruik van water in huis (grijswatercircuit evt. met zuiveringsstap)
hub3	- individueel behandelen van afvalwater
hub3a	. toepassen van anaërobe voorbehandeling
hub3b	. aanleggen van een fysisch zuiveringssysteem
hub3c	. aanleggen van een biologisch zuiveringssysteem (verbeterde septictank, biorotor enz.)
hub3d	. aanleggen van een verbeterde septictank met helofitenfilter
hub4	- aansluiten van ongerioleerde bebouwing
hub4a	. aansluiten van woningen in bebouwde omgeving
hub4b	. aansluiten van woningen in buitengebied



Tabel B3.3
Mogelijke maatregelen in relatie tot de riolering

code	mogelijke maatregelen
rio1	- wijzigen van de configuratie van het rioelstelsel
rio1a	. verplaatsen/opheffen van een overstort
rio1b	. ombouwen van vermaasd naar vertakt
rio1c	. ombouwen van gescheiden naar verbeterd gescheiden
rio1d	. voorkomen van zandinloop in rioelstelsels
rio1e	. verbeteren van de lekdetectie
rio1f	. aanleggen van vuilterughoudende randvoorzieningen bij de overstorten
rio1g	. scheiden van de afvalwaterstroom in een geconcentreerde en een dunne stroom
rio1h	. toepassen van een zelfreinigende structuur
rio2	- vergroten van de bergingscapaciteit van het rioelstelsel
rio2a	. vervangen van leidingen door grotere leidingen (BBL)
rio2b	. aanleggen van een randvoorziening met terugstroming (BBB, PBBR, ORB)
rio2c	. aanleggen van een randvoorziening zonder terugstroming (ORB, HF)
rio2d	. automatiseren van rioelgemalen (centrale sturing)
rio2e	. afkoppelen van verhard oppervlak (zie bij verhard oppervlak)
rio3	- vergroten van de pompoercapaciteit van het rioelstelsel
rio3a	. installeren van grotere pompen
rio3b	. afkoppelen van verhard oppervlak (zie bij verhard oppervlak)

Tabel B3.4
Mogelijke maatregelen in relatie tot het transportsysteem

code	mogelijke maatregelen
tsp1	- vergroten van de transportcapaciteit
tsp1a	. vergroten van de pompcapaciteit
tsp1b	. vervangen van persleidingen door grotere persleidingen
tsp2	- vergroten van de bergingscapaciteit van het transportstelsel
tsp2a	. aanleggen van een retentievoorziening op rwzi

Tabel B3.5
Mogelijke maatregelen in relatie tot de rioolwaterzuiveringsinrichting

code	mogelijke maatregelen
rzi1	- verkleinen van de emissies van de rwzi naar de atmosfeer
rzi1a	. afdekken van de beluchtingstanks met luchtafzuiging en -behandeling
rzi1b	. afdekken van de voorbezinking met luchtafzuiging en -behandeling
rzi1c	. afdekken van de nabezinking met luchtafzuiging en -behandeling
rzi2	- vergroten van het zuiveringsrendement van de rwzi
rzi2a	. optimaliseren van bestaande processen
rzi2b	. toepassen/ombouwen van propstromer naar volledige mixer of oxidatiesloot
rzi2c	. toepassen/ombouwen van volledige mixer naar oxidatiesloot
rzi2d	. uitbreiden met vierde trap om effluent van AMK-kwaliteit te krijgen
rzi2e	. uitbreiden met vierde trap om effluent van drinkwaterkwaliteit te krijgen
rzi2f	. zuivering toespitsen op deelstromen
rzi2g	. desinfecteren van het effluent
rzi3	- vergroten van de hydraulische capaciteit van de rwzi
rzi3a	. vergroten van pompen en inhoud van bassins en tanks
rzi4	- verkleinen van het slibvolume
rzi4a	. optimaliseren van ontwateringsprocessen
rzi4b	. toepassen van (nieuw) zuiveringsproces met extreem lage slibproductie
rzi4c	. verglazen van het slib zodat het kan worden hergebruikt in de wegenbouw
rzi4d	. toepassen van drinkwaterslib bij de defosfatering
rzi5	- verbeteren van de slibkwaliteit
rzi5a	. toepassen van zuiveringsmethodieken gericht op terugwinning grondstoffen

Tabel B3.6
Relevante autonome ontwikkelingen

code	mogelijke maatregelen
aut1	. toename van de gemiddelde woningbezetting
aut2	. toename van het waterverbruik per persoon
aut3	. uitbanning van zwarte lijststoffen
aut4	. toepassing van milieuvriendelijke materialen in consumentenartikelen
aut5	. toename van de mobiliteit



BIJLAGE 4

Instrumentarium: uitgangspunten, elementen, balansposten en gegevens



Navolgend is per element kort aangegeven welke balansposten in het model zijn meegenomen, welke uitgangspunten zijn gehanteerd en welke gegevens zijn gebruikt. Het gaat hier dus om het algoritme en niet om de invoer- en presentatiemodule van het instrumentarium.

Huishoudens/bedrijven

- De instroom bestaat uit:

- drinkwater;
- water van 'tweede kwaliteit';
- verontreiniging door gebruik.

Het drinkwater en het water van 'tweede kwaliteit' vormen samen het gebruikswater. De hoeveelheid gebruikswater wordt berekend uit het aantal inwoners (inw) en het gemiddeld watergebruik per inwoner (l/inw/dag). Bij de keuze voor water van 'tweede kwaliteit' wordt regenwater van het dakoppervlak ingezet (zie bij de post verhard oppervlak (daken)).

Voor de stoffen die in de berekeningen worden meegenomen, zijn voor het drinkwater concentraties bij het tappunt in de literatuur gevonden (mg/l). De kwaliteit van het te gebruiken regenwater volgt uit de balans over het verhard oppervlak van daken (zie verder). Voor de stoffen die door het gebruik in de huishoudens en bedrijven aan het water worden toegevoegd zijn schattingen gemaakt op basis van literatuurgegevens over de samenstelling van afvalwater (zie bijlagen 5, 7 en 8).

- De uitstroom bestaat uit:

- afvalwater naar riolering (*sluitpost water en stoffen*).

Dit is voor zowel water als stoffen de sluitpost van de balans over de huishoudens/bedrijven.

Verhard oppervlak (daken)

- De instroom bestaat uit:

- depositie op daken;
- uitloging van bouwmaterialen.

Op basis van gegevens over het totale dakoppervlak (ha dak) en de gemiddelde jaarlijkse neerslag (mm/jaar) wordt de hoeveelheid water, die jaarlijks op de daken terecht komt, berekend.

Uit de literatuur zijn gegevens over de samenstelling van de neerslag en droge depositie gehaald. Dat geldt ook voor de uitloging van bouwmaterialen (zie bijlage 5, 7 en 8).

- De uitstroom bestaat uit:

- inloopverliezen;
- regenwater van daken naar huishoudens/bedrijven ('tweede kwaliteit', *sluitpost stoffen*);
- regenwater van daken naar grondwater (infiltratie, *sluitpost stoffen*);
- regenwater van daken naar oppervlaktewater (run-off, *sluitpost stoffen*);
- regenwater van daken naar riolering (*sluitpost water en stoffen*).

De drie posten na de post inloopverliezen zijn opgenomen om maatregelen in sfeer van afkoppeling van verhard oppervlak te kunnen doorrekenen. De hoeveelheid regenwater



die van het dakoppervlak naar de riolering wordt gevoerd is de sluitpost van deze balans.

Aangenomen is dat met de inloopverliezen (verdamping) geen stoffen uit de balans verdwijnen. Voor de overige uitgaande stromen is uitgegaan van een gelijke concentratie: de totale inkomende vracht gedeeld door het totaal aan volume van deze stromen (volledige menging).

Verhard oppervlak (wegen etc.)

● De instroom bestaat uit:

- depositie op wegen etc.;
- verkeersemisies en uitloging van straatmeubilair.

Op basis van gegevens over het totale oppervlak aan wegen etc. (ha weg) en de gemiddelde jaarlijkse neerslag (mm/jaar) wordt de hoeveelheid water, die jaarlijks op de wegen terecht komt, berekend.

De bijdrage van verkeersemisies en de uitloging van straatmeubilair aan de stoffenbalans is aan de literatuur ontleend (kg/ha weg/jaar).

● De uitstroom bestaat uit:

- inloopverliezen;
- regenwater van wegen etc. naar grondwater (infiltratie, *sluitpost stoffen*);
- regenwater van wegen etc. oppervlaktewater (run-off, *sluitpost stoffen*);
- regenwater van wegen etc. naar riolering (*sluitpost water en stoffen*).

Er zijn twee mogelijkheden om afkoppeling in rekening te kunnen brengen: via infiltratie en via oppervlakkige afstroming, ofwel run-off. De post regenwater naar riolering is de sluitpost van deze waterbalans.

Aangenomen is dat met de inloopverliezen (verdamping) geen stoffen uit de balans verdwijnen. Voor de overige uitgaande stromen is uitgegaan van een gelijke concentratie: de totale inkomende vracht gedeeld door het totaal aan volume van deze stromen (volledige menging).

Riolering (RWA-riool)

Het RWA-riool heeft alleen een fysieke betekenis als het gaat om een gescheiden of verbeterd gescheiden stelsel. In geval van een gemengd stelsel is het een geïntegreerd 'doorgeefluik' naar het DWA-riool.

● De instroom bestaat uit:

- regenwater van verhard oppervlak (inloop);
- intredend grondwater in RWA-riool (inclusief drainage).

De som van de eerder berekende hoeveelheden water van daken en wegen etc. naar de riolering vormen de belangrijkste inkomende stroom. Daarnaast is er rekening gehouden met lekkage en de koppeling van drainage op het regenwaterriool (niet bij een gemengd stelsel).

De vracht aan inkomende stoffen is eveneens bepaald met de balansen over het verhard oppervlak. Voor het intredend grondwater zijn literatuurwaarden voorhanden. Hierbij is voorzichtigheid geboden; de samenstelling van het grondwater kan per locatie sterk verschillen.

- De uitstroom bestaat uit:
 - RWA-water naar oppervlaktewater (via regenwateruitlaten ges/vgs, *sluitpost water bij ges, sluitpost stoffen bij ges/vgs*);
 - RWA-rioolslib naar bodem;
 - RWA-water naar DWA-riool (gem/vgs, *sluitpost water en stoffen bij gem/vgs*).

De twee als eerste genoemde posten zijn alleen relevant bij een gescheiden of verbeterd gescheiden stelsel. De laatstgenoemde post is relevant voor een gemengd of een verbeterd gescheiden stelsel. Bij gescheiden stelsel heeft het RWA-riool geen verbinding met het DWA-riool.

Voor het berekenen van de hoeveelheden water die het verbeterd gescheiden rioolstelsel via de regenwateruitlaten verlaten, is een eenvoudige, empirische formule gebruikt.

$$O = -106,6 + \frac{315,8}{\sqrt{B}} + 76,2 e^{-POK}$$

waarin:	<i>O</i>	jaarlijkse hoeveelheid uit regenwateruitlaat	[mm/jaar]
	<i>B</i>	berging van het stelsel	[mm]
	<i>POK</i>	pompoevercapaciteit van het stelsel	[mm/h]

De post 'RWA-water naar DWA-riool' vormt bij een gemengd of verbeterd gescheiden stelsel de sluitpost van de waterbalans (de post 'RWA-rioolslib naar bodem' doet niet mee aan de waterbalans). Bij een gescheiden stelsel is dat de post 'RWA-water naar oppervlaktewater'.

De stoffenbalans over het (fictieve) RWA-riool is het eenvoudigst voor een gemengd stelsel: de totale vracht aan binnenkomende stoffen gaat door naar het DWA-riool. Er van uitgaande dat er gegevens zijn over de samenstelling van het RWA-rioolslib is de stoffenbalans voor een gescheiden stelsel eveneens eenvoudig. De totale inkomende vracht minus de vracht die het RWA-riool met het slib verlaat, zal via de regenwateruitlaat op het oppervlaktewater worden geloosd. Lastiger is de balans voor het verbeterd gescheiden stelsel, omdat er twee onbekende posten zijn: de regenwateruitlaat en de koppeling naar het DWA-riool. Voor de samenstelling van de regenwateruitlaat zijn wel literatuurwaarden te vinden, maar als deze hard worden ingeprogrammeerd is het effect van brongerichte maatregelen niet zichtbaar en kan het bovendien voorkomen dat volgens de berekening meer vracht het stelsel verlaat dan er in komt. Daarom is gesteld dat de jaargemiddelde concentratie van stoffen in beide onbekende stromen een op te geven factor van elkaar verschilt. Een factor 1 betekent gelijke concentraties in beide stromen: de totale inkomende vracht minus de vracht in het slib, gedeeld door het watervolume van beide stromen. Voorsnog is echter uitgegaan van een factor 2: de stofconcentratie in het water via de regenwateruitlaat is 2x zo laag als de concentratie in het water dat naar het DWA-riool stroomt. Het product van de berekende concentraties en het debiet van de betreffende stroom levert de stofvracht.

Riolering (DWA-riool)

- De instroom bestaat uit:
 - afvalwater van huishoudens/bedrijven;
 - RWA-water van RWA-riool (bij gem/vgs);
 - intredend grondwater in DWA-riool.



De hoeveelheid afvalwater die is berekend bij de balans over huishoudens/bedrijven wordt hier als inkomende stroom opgepakt. Daarnaast is er in geval van een gemengd of verbeterd gescheiden stelsel het RWA-water zoals berekend bij de balans over het RWA-riool. Tenslotte is voor situaties met hoge grondwaterstanden rekening gehouden met intredend grondwater als gevolg van lekkage.

De stofvrachten voor de twee als eerste genoemde posten komen net als bij het water voort uit de stoffenbalansen over respectievelijk huishoudens/bedrijven en het RWA-riool. Voor de samenstelling van het grondwater zijn literatuurwaarden voorhanden. Hierbij is voorzichtigheid geboden; de samenstelling van het grondwater kan per locatie sterk verschillen.

De uitstroom bestaat uit:

- rioolwater naar oppervlaktewater (via overstorten, bij gem);
- DWA-rioolslib naar bodem;
- rioolwater naar grondwater (*sluitpost stoffen*);
- rioolwater naar transportsysteem (*sluitpost water en stoffen*).

Uitgezonderd de eerste post hebben deze balansposten betekenis voor alle typen stelsels. Voor de waterbalans heeft de post 'DWA-rioolslib naar bodem' echter geen betekenis. De post 'rioolwater naar oppervlaktewater' is alleen van toepassing bij een gemengd stelsel. Het debiet wordt berekend met behulp van de eerder gepresenteerde formule (zie bij RWA-riool, uitgaande posten). De post 'rioolwater naar transportsysteem' is de sluitpost van deze balans.

De samenstelling van het overstortingswater is uit de literatuur afgeleid. Daarmee is de jaarlijkse vracht voor deze post bekend. Aan deze aanpak kleven dezelfde bezwaren als genoemd bij de bepaling van de stofvracht die het RWA-riool van een verbeterd gescheiden stelsel via de regenwateruitlaat verlaat. De kans dat de balans niet sluitend is te krijgen, is echter kleiner. Eventueel kan hier later eenzelfde oplossing met een 'mengfactor' worden ingebouwd als bij de stoffenbalans van het RWA-riool.

Voor de samenstelling van het rioolslib uit het DWA-riool zijn literatuurwaarden gevonden. Bij de stoffenbalans resten dan twee onbekende posten: 'rioolwater naar grondwater' en 'rioolwater naar transportsysteem'. Door uit te gaan van een gelijke stofconcentratie voor deze posten is de balans sluitend te krijgen.

Transportsysteem

- Dit deel van het afvalwatersysteem is vooralsnog ingebouwd als een doorgeefluik; er is één inkomende en één uitgaande stroom, die aan elkaar gelijk zijn.
De instroom bestaat uit:
 - rioolwater van DWA-riool.
- De uitstroom bestaat uit:
 - rioolwater naar rwzi (*sluitpost water en stoffen*).

Rioolwaterzuiveringsinrichting

- De instroom bestaat uit:
 - rioolwater van transportsysteem.De rioolwaterzuiveringsinrichting (rwzi) wordt gevoed door een stroom die voor zowel



het water als stoffen met de balans over het DWA-riool is gekwantificeerd en door het transportsysteem is doorgegeven.

● De uitstroom bestaat uit:

- slib naar bodem (*sluitpost stoffen*);
- gassen naar lucht (*sluitpost stoffen*);
- effluent naar oppervlaktewater (*sluitpost water en stoffen*).

Voor het water is aangenomen dat het in zijn geheel door de rwzi stroomt en via het effluent in het oppervlaktewater terecht komt.

De stoffen verdelen zich echter als gevolg van de zuiveringsprocessen over de drie uitgaande stromen. Voor de verdeling tussen het effluent en de beide andere stromen is uitgegaan van een vaste concentratie van de betreffende stof in het effluent. Het zuiveringsrendement wordt daarmee bepaald door de concentratie in het influent en het debiet door de zuivering. De niet afbreekbare stoffen die uit het water zijn verwijderd, zijn geheel in het zuiveringsslib terug te vinden. Daar waar sprake is van afbraak, zoals bij CZV, t-N en PAK's, komt niet alles in het slib terecht. Het 'afgebroken' deel zal in een andere vorm in het effluent of het slib zitten of als gas naar lucht zijn ontweken. In dit balansmodel is daarin geen onderscheid gemaakt; het deel van de stoffen dat door de zuiveringsprocessen is afgebroken, wordt bij de post 'gassen naar de lucht' onder gebracht. Voor elke stof is een afbraakpercentage ingevoerd. Dat staat voor het deel van de uit het water verwijderde stoffen dat is afgebroken.



BIJLAGE 5

Instrumentarium: default-waarden voor belangrijke variabelen



Tabel B5.1
Default-waarden voor belangrijke variabelen (macroverontreinigingen)

default-waarden	CZV		t-P		t-N	
jaargemiddelde stofconcentratie in drinkwater (bij tappunt)	2,5 à 5	mgO ₂ /l	norm: 0,2	mgP/l	5 à 12	mgN/l
stofvracht in afvalwater (bij perceelaansluiting)	34,3 à 40	kgO ₂ /inw/jaar	0,4 à 0,84	kgP/inw/jaar	3,4 à 4	kgN/inw/jaar
stofvracht in natte en droge depositie	30	kgO ₂ /ha	0,28	kgP/ha/jaar	26	kgN/ha/jaar
stofvracht van uitloging bouwmaterialen	n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.	
stofvracht van uitloging straatmeubilair en verkeersemissies	n.v.t.		n.v.t.		n.v.t.	
jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	139 à 330	mgO ₂ /l	1,8 à 20	mgP/l	7,9 à 10	mgN/l

Tabel B5.2
Default-waarden voor belangrijke variabelen (microverontreinigingen)

default-waarden	Cu		Zn		Pb		PAK	
jaargemiddelde stofconcentratie in drinkwater (bij tappunt)	10 à 100	µg/l	0 à 20	µg/l	0 à 15	µg/l	norm: 0,2	µg/l
stofvracht in afvalwater (bij perceelaansluiting)	6,5 à 7,2	g/inw/jaar	8,1 à 8,9	g/inw/jaar	0,9 à 1,2	g/inw/jaar	3,6	g/inw/jaar
stofvracht in natte en droge depositie	5,7	g/ha/jaar	47,6	g/ha/jaar	112	g/ha/jaar	0,4	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging bouwmaterialen	0	g/ha/jaar	12000	g/ha/jaar	2300	g/ha/jaar	1,3	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging straatmeubilair en verkeersemissies	210	g/ha/jaar	1200	g/ha/jaar	180	g/ha/jaar	8,1	g/ha/jaar
jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	79 à 125	µg/l	286 à 366	µg/l	46 à 135	µg/l	0,5	mg/l



BIJLAGE 6

Korte handleiding OAS-instrumentarium



Algemeen

Het instrumentarium is opgezet in LOTUS 123, de Engelse versie 2.3, met WYSIWYG als 'Add-in'. Deze standaard software is noodzakelijk om het instrumentarium te kunnen gebruiken. Uitgebreide ervaring met dit pakket is niet noodzakelijk, doch enige kennis van de basis-handelingen is gewenst.

Essentiële instellingen van LOTUS voor deze applicatie zijn:

- *'recalculation: automatic'*;
- *'auto-execute macro's: on'*.

Deze instellingen dienen vóór het opstarten te worden gewijzigd. Dit kan door in het standaard LOTUS hoofdmenu te kiezen voor 'Worksheet' en vervolgens 'Global'. Voor de eerste instelling wordt vervolgens 'Recalculation' en 'Automatic' gekozen. Voor de tweede instelling wordt vanuit het 'Work-sheet/Global'-menu 'Default' en 'Autoexec' gekozen. Met het antwoord 'Yes' op de daaropvolgende vraag wordt de vereiste instelling een feit. Deze instellingen kunnen worden bewaard door de optie 'Update' te kiezen.

Het instrument bestaat uit vier bestanden:

- GEGEVENS.wk1;
- MODEL.wk1;
- SANKEY.wk1;
- WATERL.exe.

Het laatstgenoemde bestand is geen LOTUS-bestand; met deze vanaf DOS op te starten applicatie kunnen de OAS-lenzen worden aangemaakt. De drie LOTUS-bestanden zijn aan elkaar gekoppeld, zodat gegevens maar op één plaats behoeven te worden ingevoerd. De gebruiker hoeft zich niet te bekommeren over het heen en weer schakelen tussen deze bestanden. Dat gebeurt menugestuurd. Evenals alle noodzakelijke handelingen binnen een bestand. De menu-opties worden on-line kort toegelicht in de regel onder de menubalk, net als bij de standaard LOTUS-menu's.

Installeren

Het instrument kan in een willekeurige directory op de harddisk worden geïnstalleerd. Dit gebeurt door het bestand (OAS.exe) op de bij dit rapport gevoegde diskette te kopiëren naar bijvoorbeeld 'c:\OAS\'. Door vervolgens in deze directory te gaan staan en het commando 'OAS' te geven, wordt het instrument 'uitgepakt'. Het bestand OAS.exe kan daarna worden verwijderd.

Na het uitpakken staan in de directory c:\OAS de voornoemde 4 bestanden met de applicatie, de daaraan gekoppelde format-bestanden (extensie: .fmt) en 17 hulpbestandjes (extensie: .cgm). Deze bestanden dienen altijd bij elkaar in één directory te worden geplaatst. Bij het beginnen van een nieuwe toepassing kan dus een nieuwe directory worden aangemaakt waarin alle genoemde bestanden aanwezig dienen te zijn. Verder zijn er met het uitpakken twee subdirectories aangemaakt, waarin de twee toepassingen zijn opgenomen, zoals die in dit rapport zijn besproken.



Opstarten

Het opstarten van het instrument gebeurt door vanuit LOTUS het bestand 'GEGEVENS' op te roepen. Als eerste dient te worden gecontroleerd of de gepresenteerde directory correspondeert met de directory waarin de genoemde bestanden van het instrumentarium zijn geplaatst. Als dat niet het geval is moet de juiste directory worden opgegeven. Alle bestanden die vervolgens met het instrument worden aangemaakt komen in de actieve directory terecht.

Vervolgens verschijnt het hoofdmenu. Dit menu kan overigens altijd worden opgeroepen met de toetscombinatie '<Alt> <M>'.
'

Gegevens invoeren

Het bestand 'GEGEVENS' bevat alle invoer die nodig is om de balansberekeningen te kunnen maken. Het gaat om algemene gegevens (aantal inwoners, oppervlakken en dergelijke), gegevens over waterstromen en gegevens over stofstromen. Er is ruimte voor CZV, totaal-fosfor, totaal-stikstof, koper, zink, lood en PAK. De menustructuur van dit bestand is als volgt.

Hoofdmenu GEGEVENS.wk1

Scenario	Algemeen	Water	Stoffen	Bewaren/printen/STOPPEN	Berekenen		
				submenu Stoffen			
CZV	t-P	t-N	Cu	Zn	Pb	PAK	Hoofdmenu
				submenu Bewaren etc.			
Bewaren		Printen		Nieuw bestand		STOPPEN	

Met de opties uit het hoofdmenu kunt u de volgende handelingen verrichten.

- Scenario
Wijzigen van de naam van het scenario waarvoor de gegevens in dit bestand geldig zijn.
- Algemeen
Wijzigen van de 'algemene' gegevens. De cursor verplaatst zich naar de eerste cel van een beperkt bereik. Daarin is onbeperkt scrollen mogelijk. Door <Enter> te geven, zonder een waarde op te geven, keert u terug naar het hoofdmenu.
- Water
Wijzigen van de gegevens over waterstromen. (zie verder onder 'Algemeen').
- Stoffen
Wijzigen van de gegevens over stofstromen. Na deze keuze verschijnt er een submenu waarin u kunt kiezen uit de 7 stoffen of terugkeren naar het Hoofdmenu. Na een keuze voor een van de stoffen wordt de cursor verplaatst naar een beperkt bereik. Naast de cellen die u kunt wijzigen verschijnen literatuurwaarden ter ondersteuning. Met het intoetsen van <Enter> keert u terug in het submenu Stoffen.
- Bewaren/printen/STOPPEN
Na deze keuze verschijnt er een submenu met de volgende opties:
 - het actieve gegevensbestand onder een eigen naam opslaan;

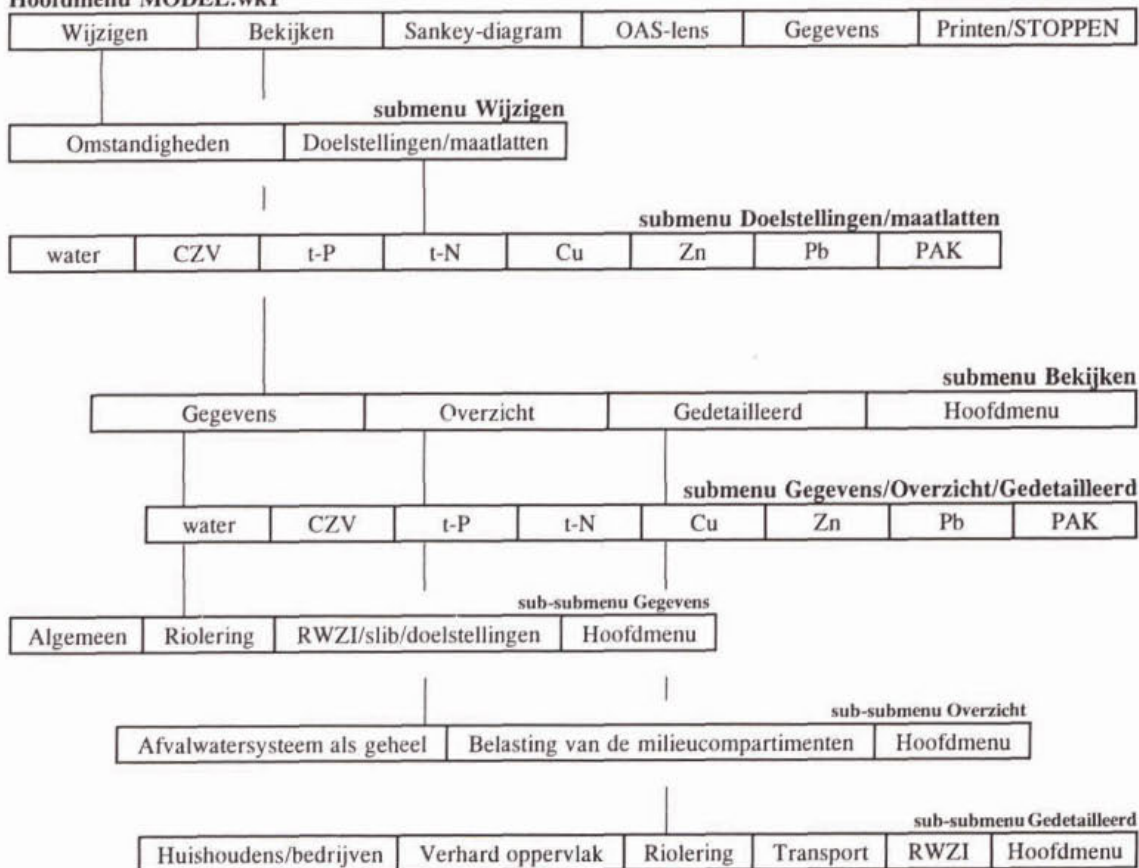


- het actieve gegevensbestand printen;
 - een nieuw of ander, bestaand gegevensbestand oproepen;
 - stoppen met OAS, u keert dan terug naar DOS.
- Berekenen
Oproepen van het bestand 'MODEL' om de berekeningen uit te voeren met de actieve gegevens.

Berekeningen

Met het oproepen van het bestand 'MODEL' worden de gegevens uit het bestand 'GEGEVENS' ingelezen en de balansen over alle deelsystemen daaraan aangepast. Daar merkt u nauwelijks iets van. Wat overblijft is het bekijken van de resultaten op het scherm en het aanmaken van uitvoer. Daartoe heeft u de beschikking over de volgende menustructuur.

Hoofdmenu MODEL.wk1



Met de opties uit het hoofdmenu kunt u de volgende handelingen verrichten.

- Wijzigen
Wijzigen van situatie-afhankelijke gegevens:
 - de omstandigheden waaronder het afvalwatersysteem functioneert:
 - het type rioelstelsel (**gem**=gemengd stelsel; **ges**=gescheiden stelsel; **vgs**=verbeterd gescheiden stelsel);



- . de locatie in Nederland (**hg**=op de hoge zandgronden; **lg**=in de overige gebieden);
 - (. de mogelijkheden van de locatie (**bs**=bestaande wijk; **nw**=nieuwbouw)).
- De laatste keuze staat tussen haakjes omdat deze (nog) geen invloed heeft op de uitkomsten. De keuze hoog Nederland versus laag Nederland heeft gevolgen voor de wijze waarop met lekwater van en naar de riolering wordt omgegaan. Gesteld is dat in hoog Nederland alleen lekkage van riolering naar het grondwater mogelijk is en in laag Nederland alleen lekkage van grondwater naar riolering (drainerend effect);
- de doelstellingen en maatlaten per stof, voor de indeling van eventuele overschrijdingen in vier klassen. De emissie-eisen dienen in de vorm van jaarlijks toegestane vrachten te worden opgegeven. De klassegrenzen moeten als overschrijdingspercentage van de doelen worden ingevoerd.

Onmiddellijk na het wijzigen van de situatie-afhankelijke gegevens worden de balansen over de deelsystemen aangepast.

- **Bekijken**
Bekijken van de gegevens en de resultaten, opgesplitst naar resultaten die een totaalbeeld over het afvalwatersysteem geven en gedetailleerde resultaten per deelsysteem. Deze keuze wordt gemaakt in het submenu 'Bekijken'. Daarna dient in het sub-submenu te worden aangegeven om welke stof het gaat. De cursor wordt nu verplaatst naar het eerste deel van de gevraagde informatie. Daarbij verschijnt een van de submenu's als aangegeven in het schema van de menustructuur, waarmee in sprongen door de informatie kan worden gesprongen (heen en terug). Dit submenu blijft beschikbaar tot gekozen wordt voor 'Hoofdmenu'.
- **Sankey-diagram**
Tekenen van een Sankey-diagram op basis van de resultaten van de berekeningen. Het instrumentarium roept daarvoor het bestand 'SANKEY' op (zie verder onder 'Presentatie resultaten').
- **OAS-lens**
Tekenen van een OAS-lens op basis van de resultaten van de berekeningen. Dit gebeurt buiten LOTUS (zie verder onder 'Presentatie gegevens').
- **Gegevens**
Terug naar het invoeren van gegevens. Het bestand 'GEGEVENS' wordt weer opgeroepen, zodat de input kan worden gewijzigd, bijvoorbeeld door een ander, eerder ingevoerd scenario op te roepen en daarmee actief te maken (zie onder 'Gegevens invoeren').
- **Printen/STOPPEN**
Printen van het bestand 'MODEL'. Alle invoer en resultaten zijn dan zichtbaar (in een heel klein lettertype). Vervolgens wordt de OAS-sessie beëindigd en teruggekeerd naar DOS.

Presentatie van de resultaten

Zoals aangegeven in het voorgaande kan zowel van 'GEGEVENS' als van 'MODEL' een print worden gemaakt. Daarnaast zijn er twee grafische mogelijkheden om de resultaten te presenteren. Zij worden gekozen vanuit het hoofdmenu van het bestand 'MODEL' (zie bij 'Berekeningen'):

- Sankey-diagram;



- OAS-lens.

Sankey-diagram

Als u de optie 'Sankey-diagram' uit het hoofdmenu van het bestand 'MODEL' heeft gekozen (zie boven) dient u op te geven van welke stof het diagram getekend moet worden.

Het Sankey-diagram wordt binnen LOTUS gemaakt, binnen het bestand 'SANKEY'. Daarbinnen kunnen nog enkele keuzes worden gemaakt. Zo zijn er drie typen diagrammen: een diagram met alle details, een diagram met totaal stromen in en uit de riolering en zuivering en het afvalwatersysteem als geheel en een diagram met de verdeling van de emissies over de verschillende milieucompartimenten. Het volgende hoofdmenu staat u daarbij ter beschikking.

Hoofdmenu SANKEY.wk1

Schaalfactoren	Details	Totalen	Emissies	Opnieuw	Berekenen
----------------	---------	---------	----------	---------	-----------

Met de opties uit het hoofdmenu kunt u de volgende handelingen verrichten.

- **Schaalfactoren**
Aanpassen van de schaal per type diagram. Bij het aanroepen van het bestand 'SANKEY' worden de schaalfactoren automatisch bepaald. Optimale benutting van het beschikbare tekenoppervlak is daarbij uitgangspunt. Om verschillende scenario's te kunnen vergelijken moet de schaal van de Sankey-diagrammen echter gelijk zijn. Handmatige aanpassing is dan nodig.
- **Details**
Tekenen van het Sankey-diagram waarin alle stromen in, uit en binnen het afvalwatersysteem zijn opgenomen. Hiermee wordt een totaaloverzicht verkregen, waarbij ook de deelstromen zichtbaar zijn.
- **Totalen**
Tekenen van het Sankey-diagram met de totaalstromen in en uit de riolering en zuivering en het afvalwatersysteem als totaal.
- **Emissies**
Tekenen van het Sankey-diagram met alleen de emissies uit het afvalwatersysteem. Dit geeft inzicht in de verdeling van die emissies over de verschillende milieucompartimenten.
- **Opnieuw**
Opnieuw oproepen van het bestand 'SANKEY'. Dit is nodig omdat het bij deze wijze van aanmaken van de diagrammen niet mogelijk is dat in willekeurige volgorde te doen. Het gedetailleerde diagram kan wat dat betreft geen beperkingen, maar als dat getekend is kunnen de beide andere niet meer worden getekend; het bestand 'SANKEY' moet dan opnieuw worden opgeroepen. Dat zelfde moet gebeuren als u het totalendiagram heeft getekend en vervolgens het emissiediagram wilt tekenen. De volgorde emissies, totalen en details geeft geen problemen.
- **Berekenen**
Terug naar de berekeningen, ofwel oproepen bestand 'MODEL'. Bijvoorbeeld om Sankey-diagrammen van andere stoffen te kunnen tekenen, een OAS-lens te tekenen of andere opties te kiezen.

OAS-lens

De OAS-lens wordt niet binnen LOTUS gemaakt. Hiervoor is een applicatie in Visual Basic ontwikkeld. Na de keuze 'OAS-lens' in het hoofdmenu van het bestand 'MODEL' (zie boven) wordt een ASCII-bestandje aangemaakt (LENS-*.prn) met de benodigde gegevens voor het



tekenen van de OAS-lens. Nadat de ASCII-bestandjes voor de gewenste OAS-lenzen zijn aangemaakt, dient de 'lens-applicatie' te worden opgestart.

De lens-applicatie wordt vanaf DOS gestart met WATERL(.exe). Er verschijnt een nog lege lens met het volgende menu (analoog aan WINDOWS-applicaties).

Hoofdmenu WATERL.exe

Bestand	Edit	Instellingen
---------	------	--------------

Met de opties uit het hoofdmenu kunt u de volgende handelingen verrichten.

- Bestand
 - Open
Openen van een nieuw ASCII-bestand (LENS-...prn).
 - Bewaar als Bitmap
Wegschrijven van de waterlens zoals deze op het scherm is afgebeeld, naar een bitmap-bestand (LENS-...bmp).
 - Print Waterlens
Printen van de actieve waterlens.
 - Print Setup
Printen van de instellingen.
 - Exit
Verlaten van de lens-applicatie.
- Edit
Wijzigen van de gegevens zoals deze zijn ingelezen vanuit een ASCII-bestand. Naast de titel en subtitel kunnen de namen van de variabelen en de bijbehorende waarden (= kleuren) worden gewijzigd.
- Instellingen
 - Legenda
Aanpassen legenda-teksten.
 - Kleur
Wijzigen van de kleurstelling. Er zijn 5 kleuren nodig om een OAS-lens te kunnen tekenen:
 - . voldoet aan de normen (standaard: blauw);
 - . een klasse 1 overschrijding (standaard: groen);
 - . een klasse 2 overschrijding (standaard: geel);
 - . een klasse 3 overschrijding (standaard: oranje);
 - . een klasse 4 overschrijding (standaard: rood);
 - . niet getoetst (standaard: wit).

Na het aanklikken van de optie 'kleur' worden de actieve kleuren getoond. Door een kleurvak aan te klikken verschijnt er een pallet, waaruit een keuze kan worden gemaakt.



BIJLAGE 7

Gehanteerde gegevens en resultaten van het voorbeeld Sloterbinnenpolder



Tabel B7.1

Gehanteerde gegevens voor de berekening van de actuele situatie in de Sloterbinnenpolder

algemeen	waarde		eenheid	
aantal inwoners	87.700		inw	
gemiddelde woningbezetting	2,2		inw/won	
woningdichtheid	28		won/ha	
bruto oppervlak	1.430		ha	
dakoppervlak	286		ha	
'schone' wegen etc.	143		ha	
'vuile' wegen etc.	21		ha	
totaal verhard oppervlak	450		ha	
waterverbruik in huishoudens	184		l/inw/dag	
neerslag	750		mm	
inloopverlies	350		mm	
stoffen	totaal-fosfor		zink	
	waarde	mm/jaar	waarde	eenheid
jaargemiddelde stofconcentratie in drinkwater (bij tappunt)	0,1	mgP/l	5	µg/l
stofvracht in afvalwater (bij perceelaansluiting)	0,65	kgP/inw/jaar	6,2	g/inw/jaar
stofvracht in natte en droge depositie	0,28	kgP/ha/jaar	47,6	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging bouwmaterialen	0	kgP/ha/jaar	1.000	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging straatmeubilair en verkeersemissies ('schone' weg)	0	kgP/ha/jaar	740	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging straatmeubilair en verkeersemissies ('vuile' weg)	0	kgP/ha/jaar	740	g/ha/jaar
jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	3,1	mgP/l	340	µg/l
afbraak in rwzi	0	%	0	%
effluentconcentratie/stofverwijderingsrendement rwzi	5,5	mgP/l	60	µg/l

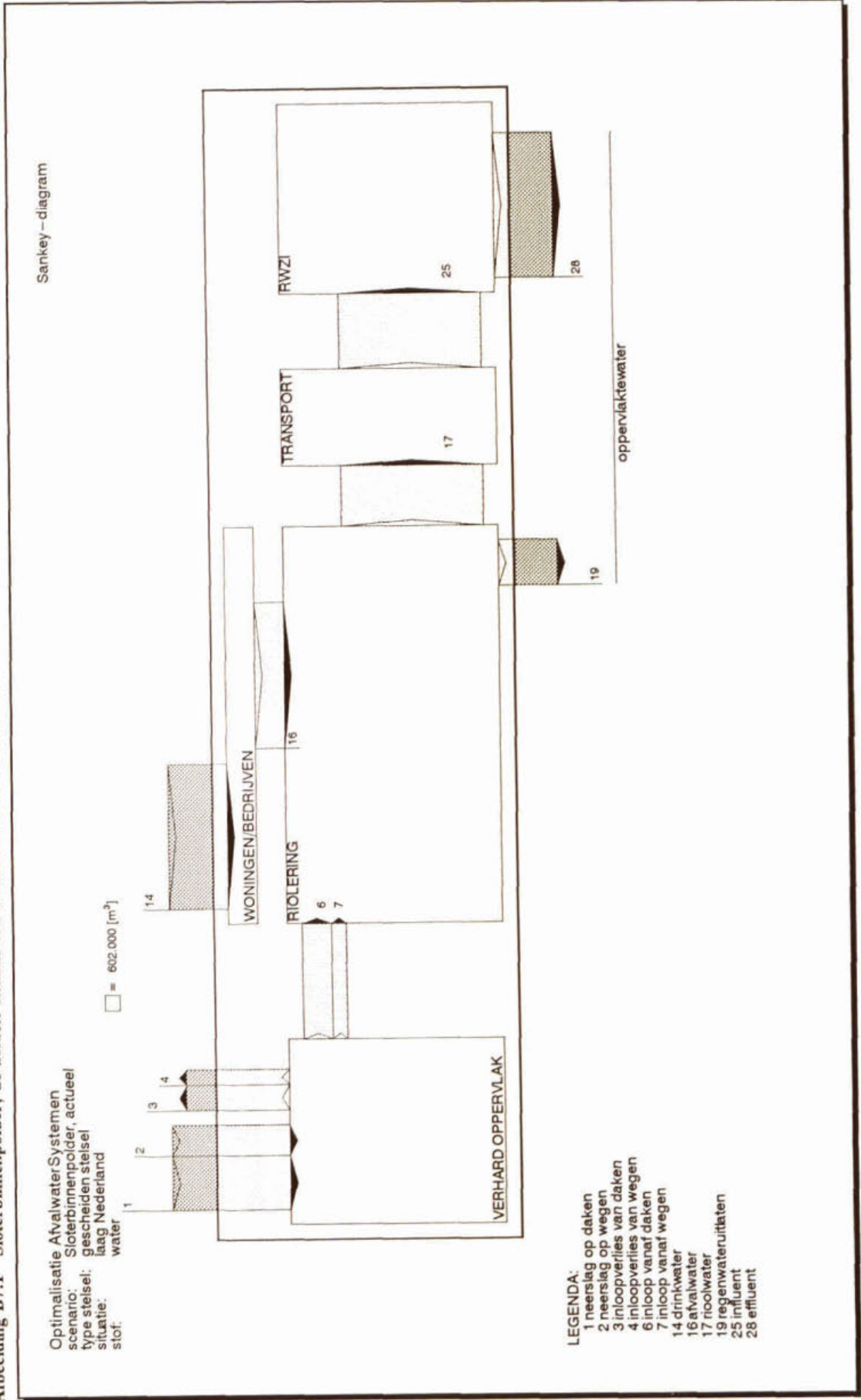


Tabel B7.2

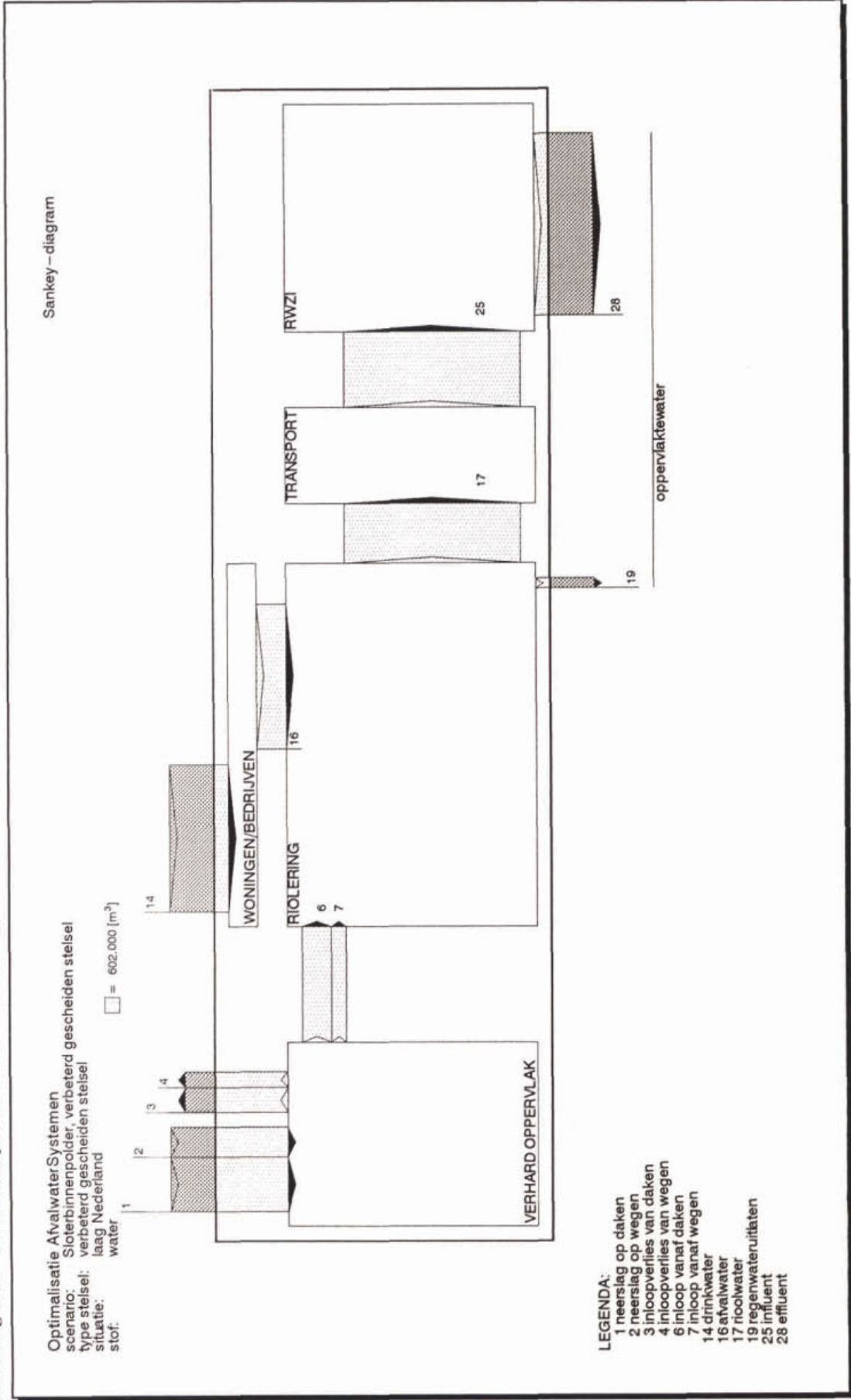
Gewijzigde invoer voor het berekenen van effecten van mogelijke maatregelen in de Sloterbinnenpolder

balanspost	variabele	nieuwe waarde	oude waarde	eenheid
S1: Ombouwen van het gescheiden stelsel naar een verbeterd gescheiden stelsel				
• berging verbeterd gescheiden stelsel		4	n.v.t.	mm
• POK verbeterd gescheiden stelsel		0,38	n.v.t.	mm/uur
• verlies aan zuiveringsrendement		7%	0%	
S2: Gebruik van regenwater van daken in de huishoudens				
• afgekoppeld dakoppervlak naar huishoudens		143 (50%)	0	ha
S3: Aanleggen van bezinkbassins achter de regenwateruitlaten				
• stofvracht in RWA-rioolslib	zink	850	0	g/ha/jaar
S4: Aanbrengen van coating in zinken dakgoten				
• stofvracht van uitloging bouwmaterialen	zink	100	1.000	g/ha/jaar
S5: Toepassen van komposttoiletten				
• waterverbruik	water	134	184	l/inw/dag
• stofvracht in afvalwater (bij perceelaansluiting)	totaal-fosfor	0,05	0,65	kgP/inw/jaar

Afbeelding B7.1 Sloterbinnenpolder, de actuele situatie ten aanzien van de waterstromen

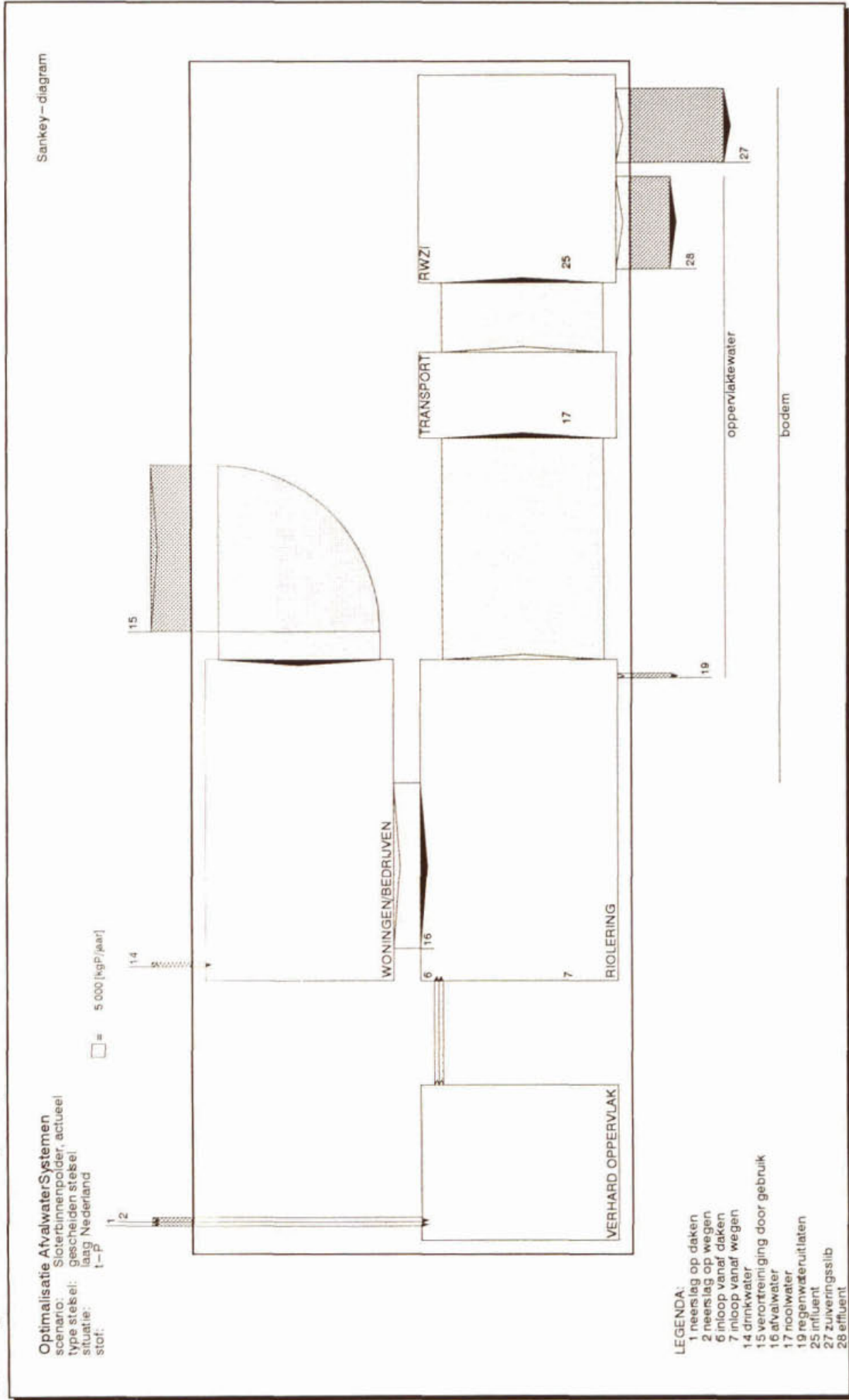


Abbeelding B7.2 Sloterbinnenpolder, ombouwen van het gescheiden stelsel naar een verbeterd gescheiden stelsel, effect op de waterstromen

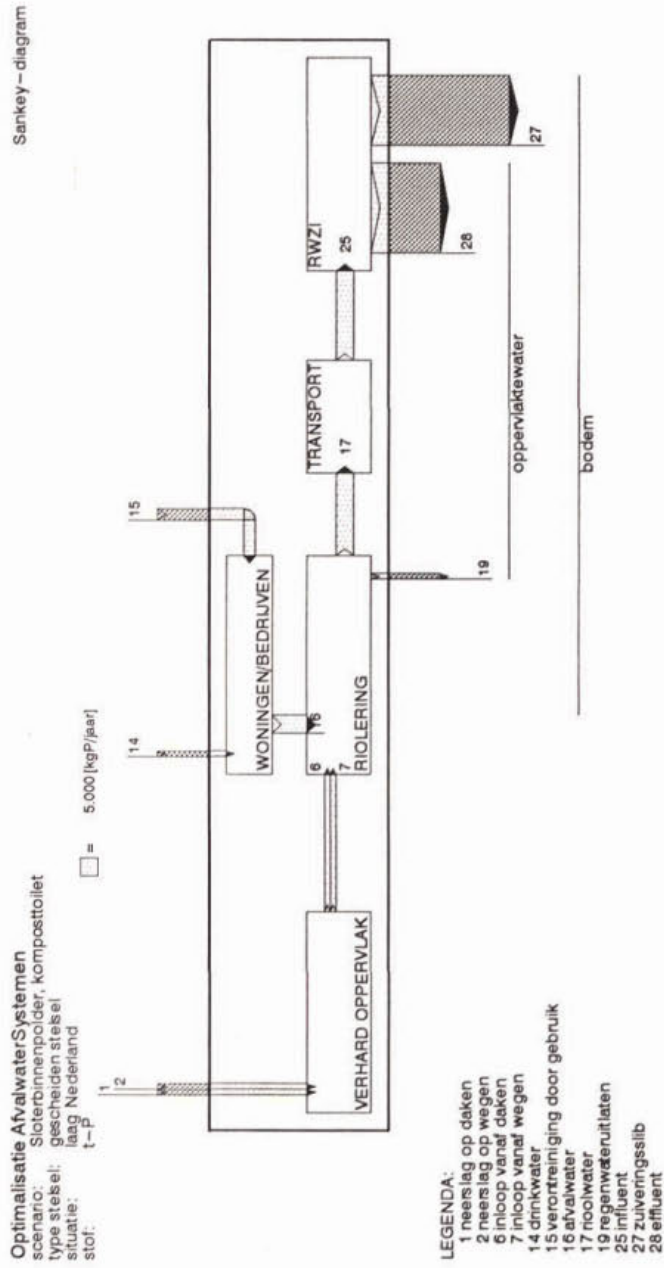




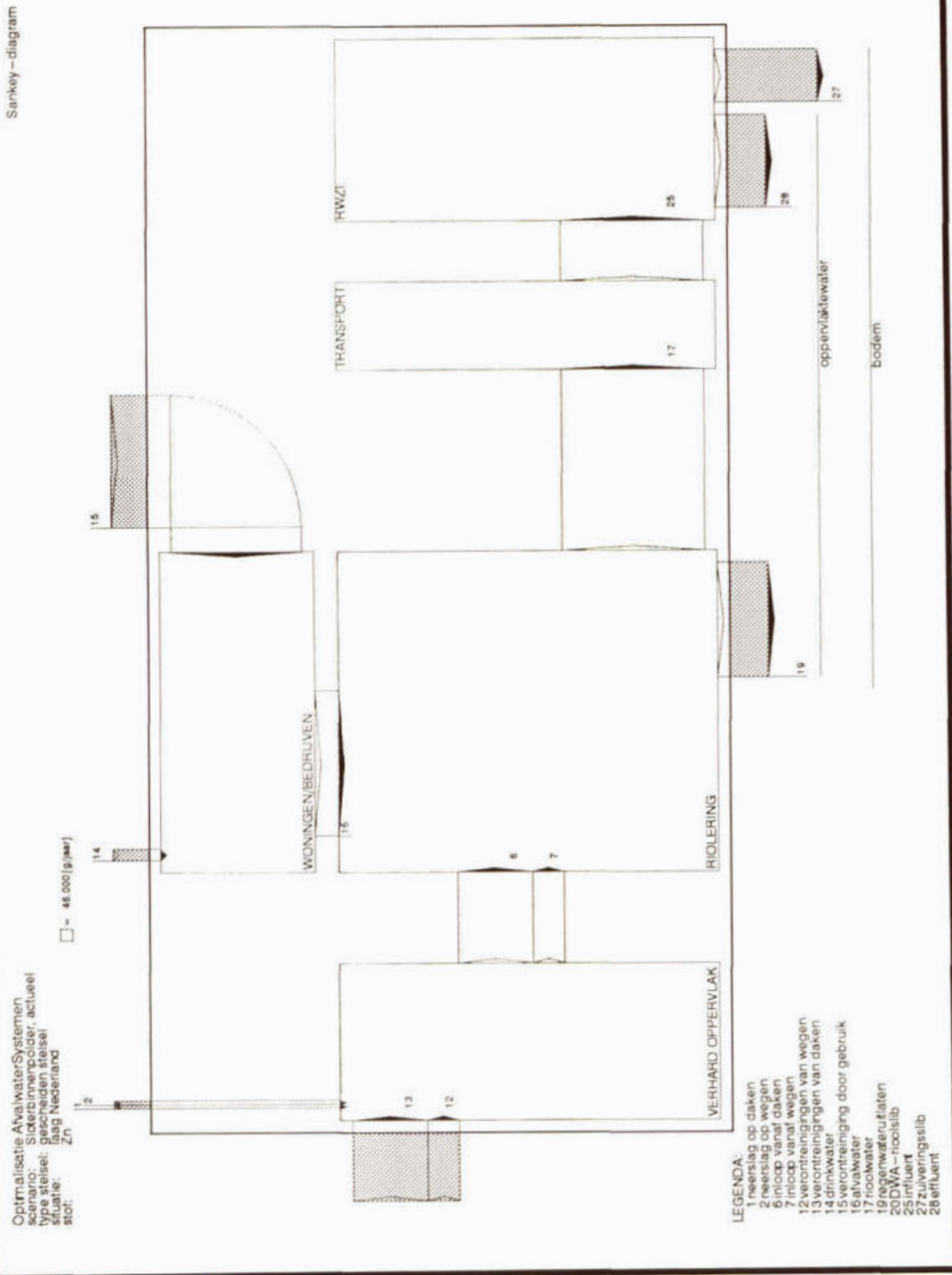
Afbeelding B7.3 Sloterbinnenpolder, de actuele situatie ten aanzien van de fluxen van totaal-fosfor



Afbeelding B7.4 Sloterbinnenpolder, toepassen van komposttoiletten, effect op de fluxen aan totaal-fosfor

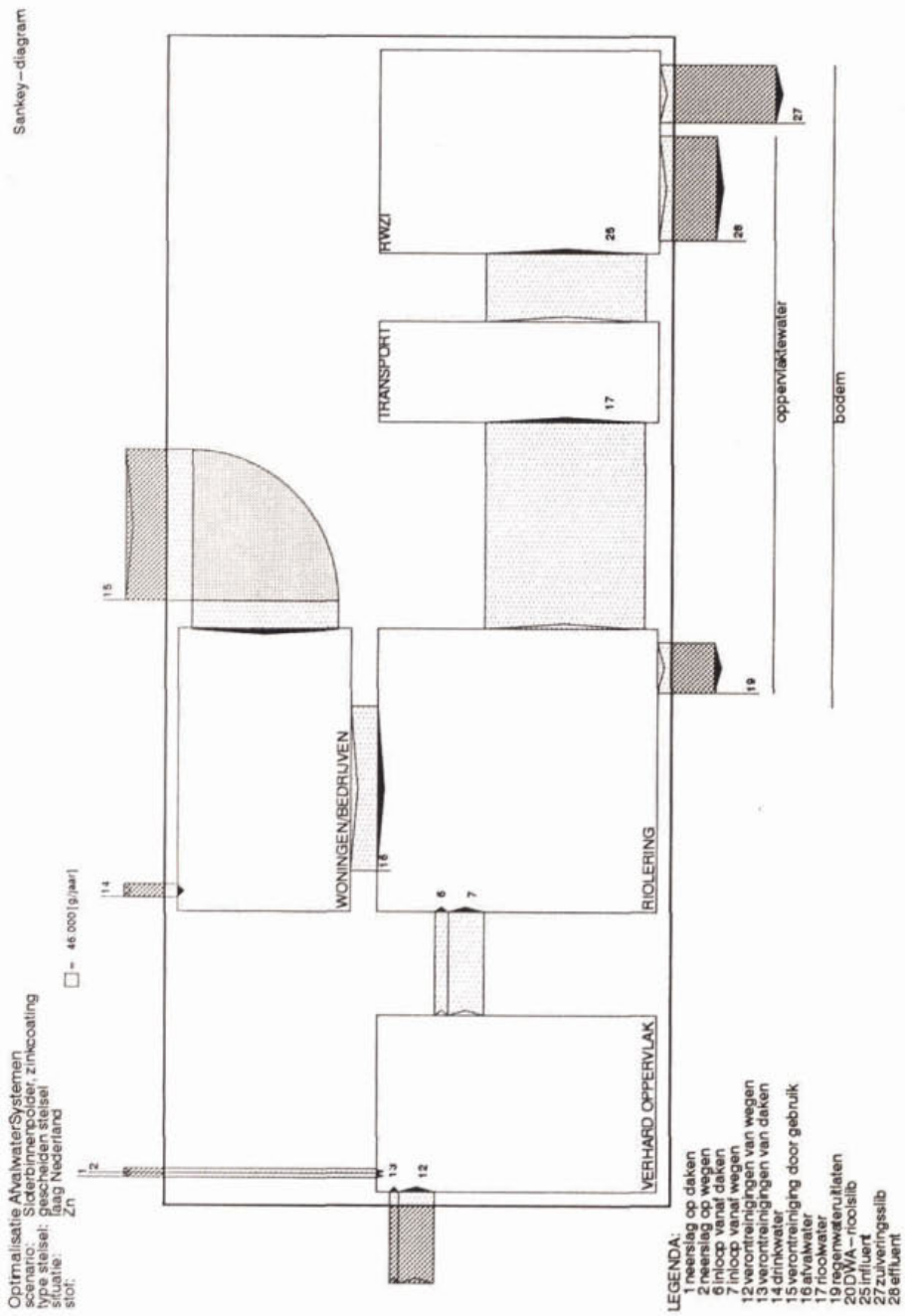


Afbeelding B7.5 Sloterbinnenpolder, de actuele situatie ten aanzien van de fluxen van de zinken



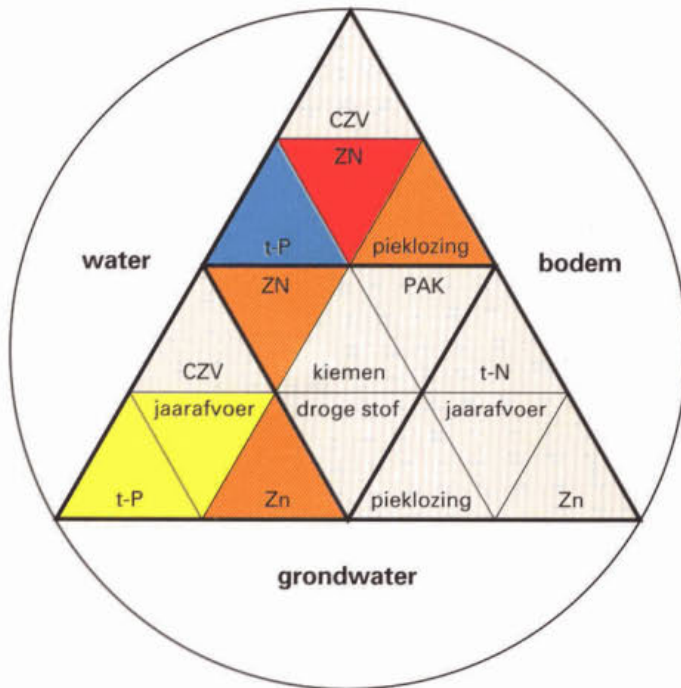
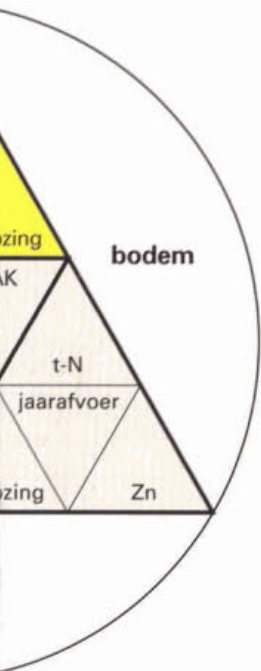


Afbeelding B7.6 Sloterbinnenpolder, aanbrengen van een coating in zinken dakgoten, effect op de fluxen aan zink



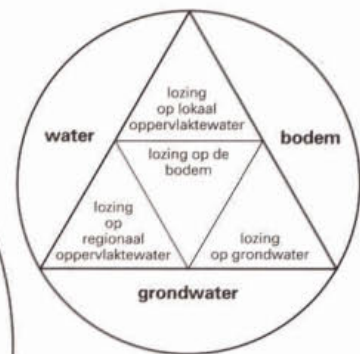
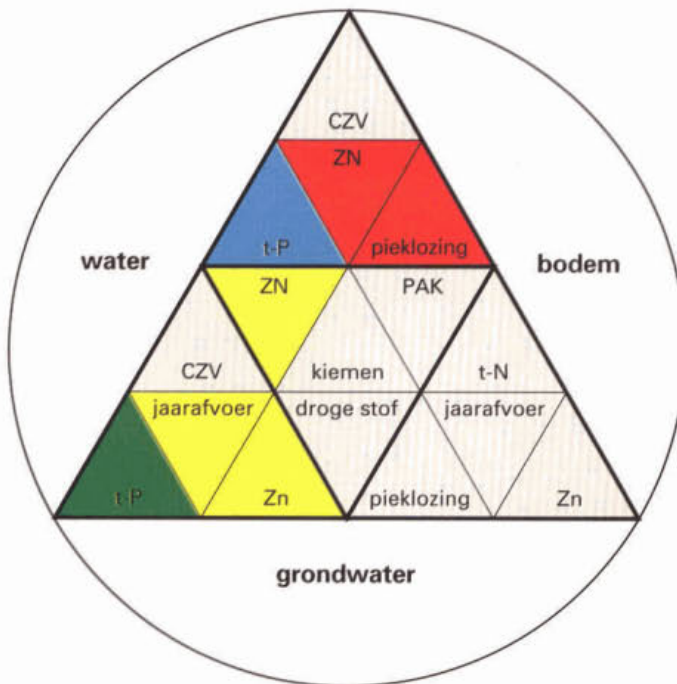
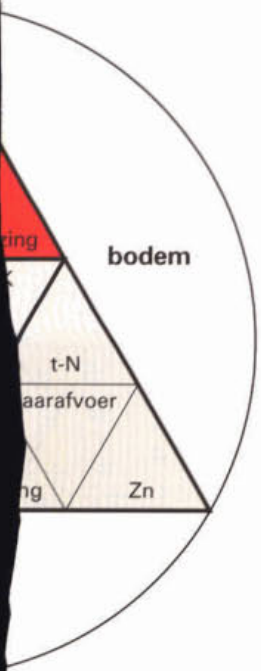
erd gescheiden stelsel

Sloterbinnenpolder, gebruik regenwater



ating

Sloterbinnenpolder, komposttoilet

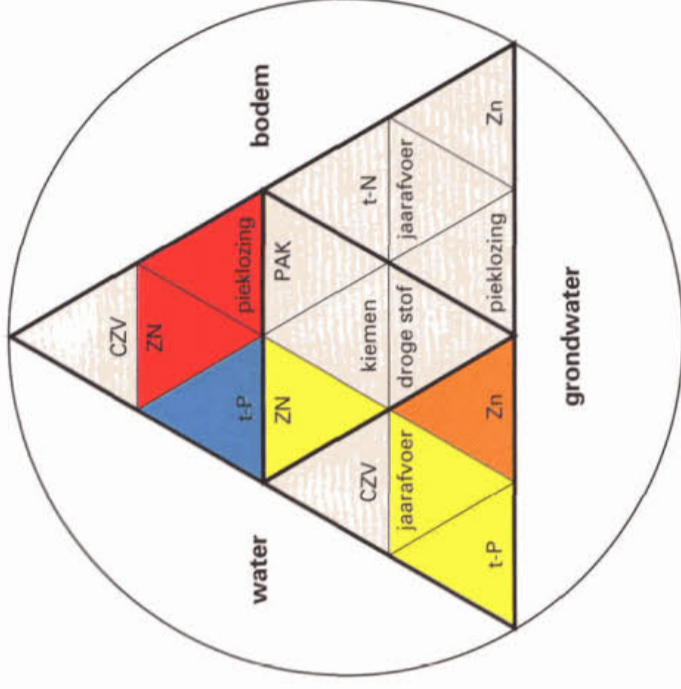


LEGENDA:

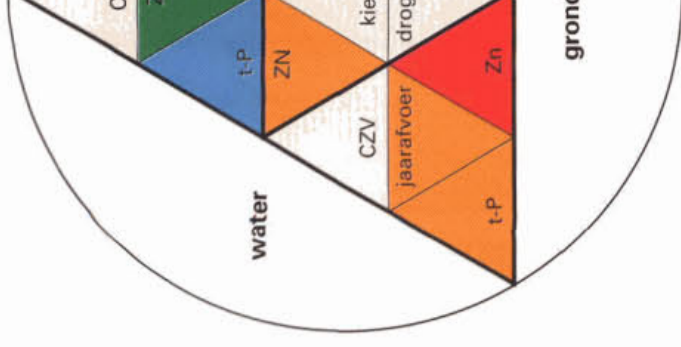
- : voldoet aan de normen
- : geringe overschrijding
- : matige overschrijding
- : grote overschrijding
- : zeer grote overschrijding
- : niet getoetst

Afbeelding B7.7
 Sloterbinnenpolder, OAS-lenzen van de actuele situatie en alle beschouwde mogelijke maatregelen

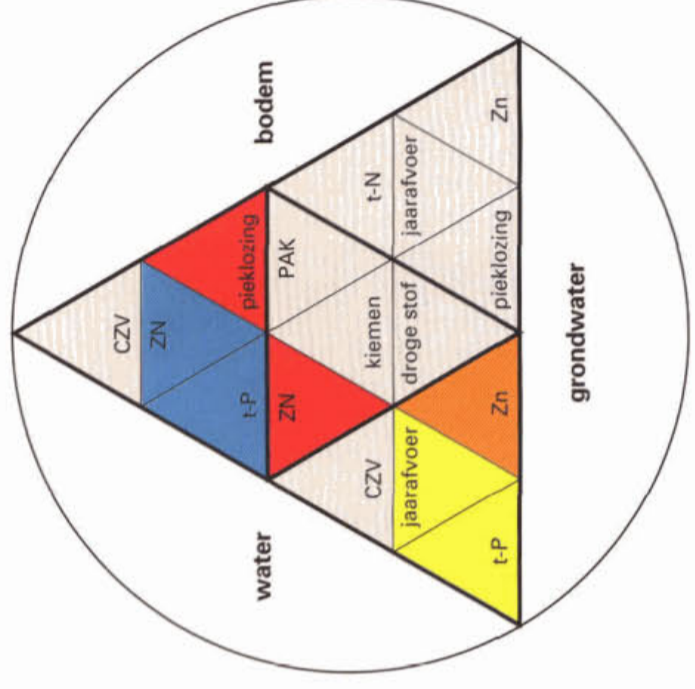
Sloterbinnenpolder, actueel



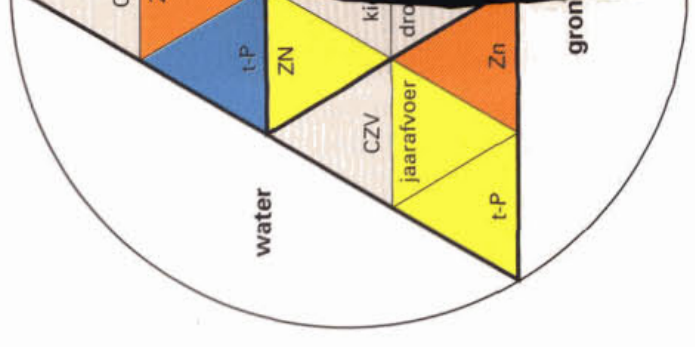
Sloterbinnenpolder, v



Sloterbinnenpolder, bezinkbassins



Sloterbinnenpolder, z





BIJLAGE 8

Gehanteerde gegevens en resultaten van het voorbeeld Losser



Tabel B8.1

Gehanteerde gegevens voor de berekening van de actuele situatie in de kern Losser

algemeen	waarde		eenheid	
aantal inwoners	20.954		inw	
gemiddelde woningbezetting	3,2		inw/won	
woningdichtheid	19		won/ha	
bruto oppervlak	350		ha	
dakoppervlak	76		ha	
'schone' wegen etc.	35		ha	
'vuile' wegen etc.	5		ha	
totaal verhard oppervlak	116		ha	
waterverbruik in huishoudens	233		l/inw/dag	
neerslag	750		mm	
inloopverlies	350		mm	
stoffen	totaal-fosfor		zink	
	waarde	eenheid	waarde	eenheid
jaargemiddelde stofconcentratie in drinkwater (bij tappunt)	0,1	mgP/l	5	µg/l
stofvracht in afvalwater (bij perceelaansluiting)	0,65	kgP/inw/jaar	6,2	g/inw/jaar
stofvracht in natte en droge depositie	0,28	kgP/ha/jaar	47,6	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging bouwmaterialen	0	kgP/ha/jaar	1.000	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging straatmeubilair en verkeersemissies ('schone' weg)	0	kgP/ha/jaar	740	g/ha/jaar
stofvracht van uitloging straatmeubilair en verkeersemissies ('vuile' weg)	0	kgP/ha/jaar	740	g/ha/jaar
jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	3,1	mgP/l	340	µg/l
afbraak in rwzi	0	%	0	%
effluentconcentratie/stofverwijderingsrendementrwzi	2,7	mgP/l	60	µg/l

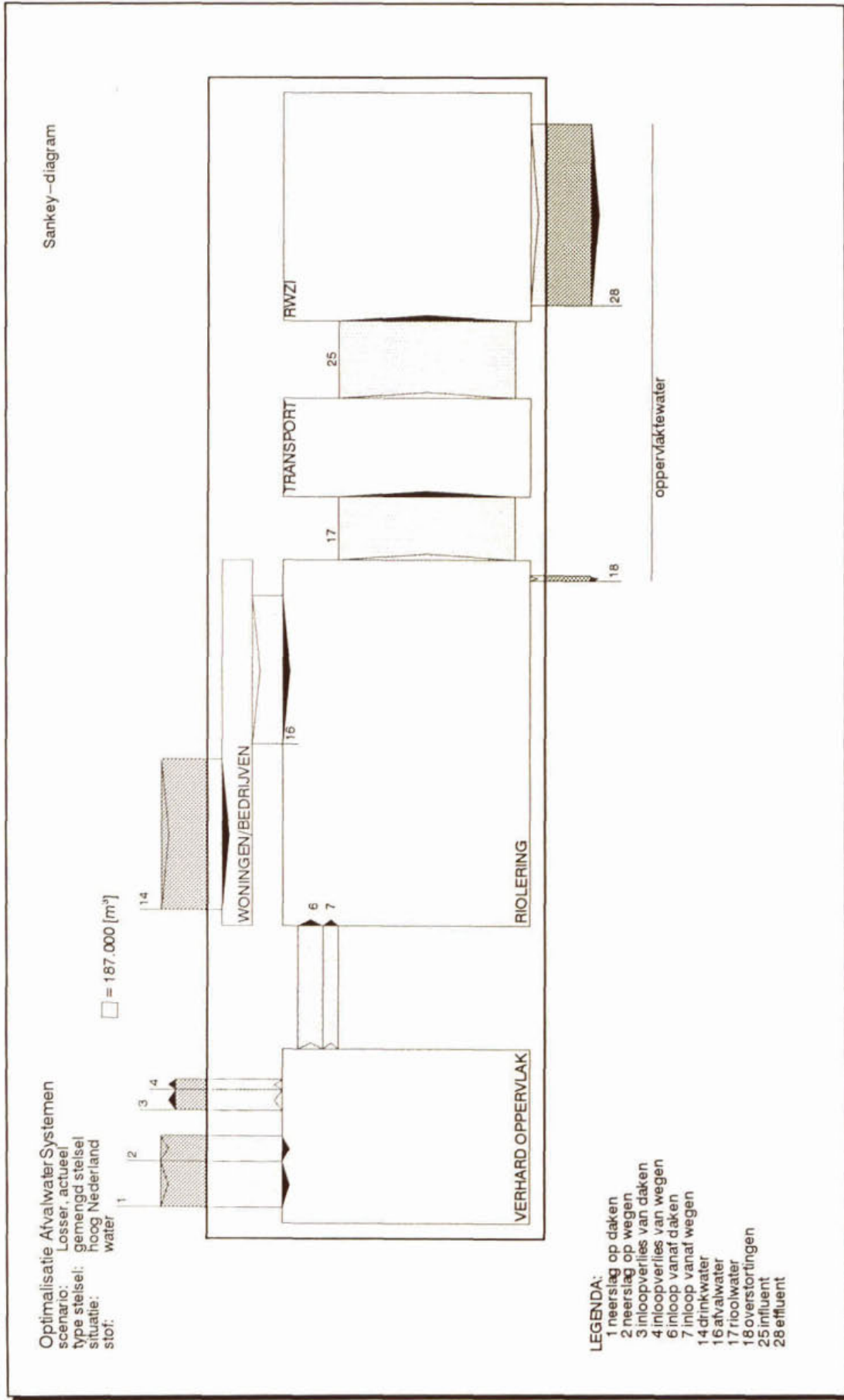


Tabel B8.2

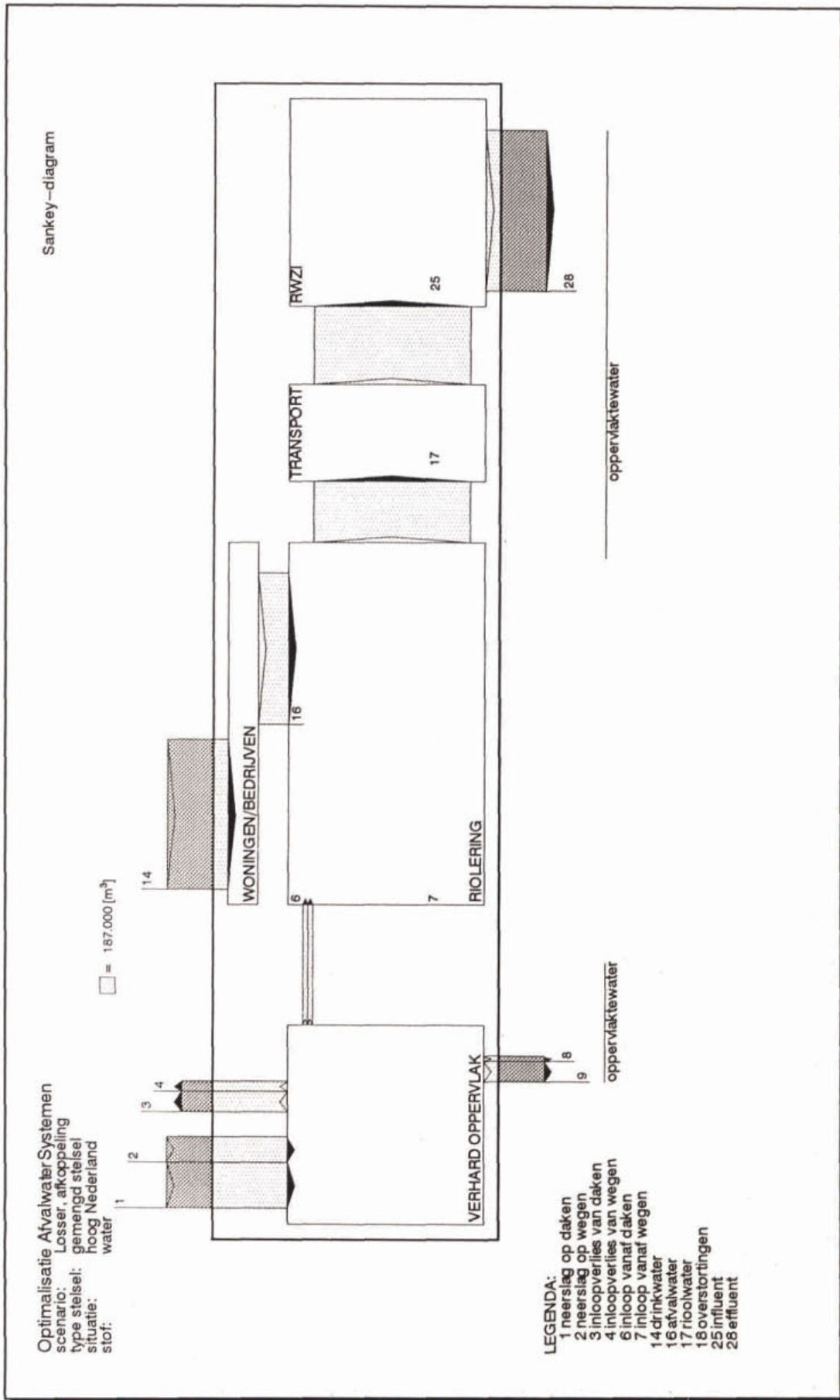
Gewijzigde invoer voor het berekenen van effecten van mogelijke maatregelen in de kern Losser

balanspost	variabele	nieuwe waarde	oude waarde	eenheid
L1: Realiseren van een nulemissie uit de riolering				
• berging gemengd stelsel		21	7,4	mm
L2: Aanleggen van bergbezinkbassins van 2 mm achter elke overstort				
• berging gemengd stelsel		9,4	7,4	mm
• stofverwijderingsrendement randvoorziening	totaal-fosfor zink	50% 50%	n.v.t. n.v.t.	
L3: Toepassen van komposttoiletten				
• waterverbruik	water	183	233	l/inw/dag
• stofvracht in afvalwater (bij perceelaansluiting)	totaal-fosfor	0,05	0,65	kgP/inw/jaar
• jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	totaal-fosfor	0,25	3,1	mgP/l
L4: Afkoppelen van verhard oppervlak				
• afgekoppeld dakoppervlak (naar oppervlaktewater)		68 (90%)	0	ha
• afgekoppelde wegen etc. (naar oppervlaktewater)		20 (50%)	0	ha
L5: Aanbrengen van een coating in zinken dakgoten				
• stofvracht van uitloging bouwmaterialen	zink	100	1.000	g/ha/jaar
• jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	zink	225	340	µg/l
L6: Een combinatie van afkoppelen (L4) en coaten (L5)				
• afgekoppeld dakoppervlak (naar oppervlaktewater)		68 (90%)	0	ha
• afgekoppelde wegen etc. (naar oppervlaktewater)		20 (50%)	0	ha
• stofvracht van uitloging bouwmaterialen	zink	100	1.000	g/ha/jaar
• jaargemiddelde stofconcentratie in overstortwater	zink	225	340	µg/l

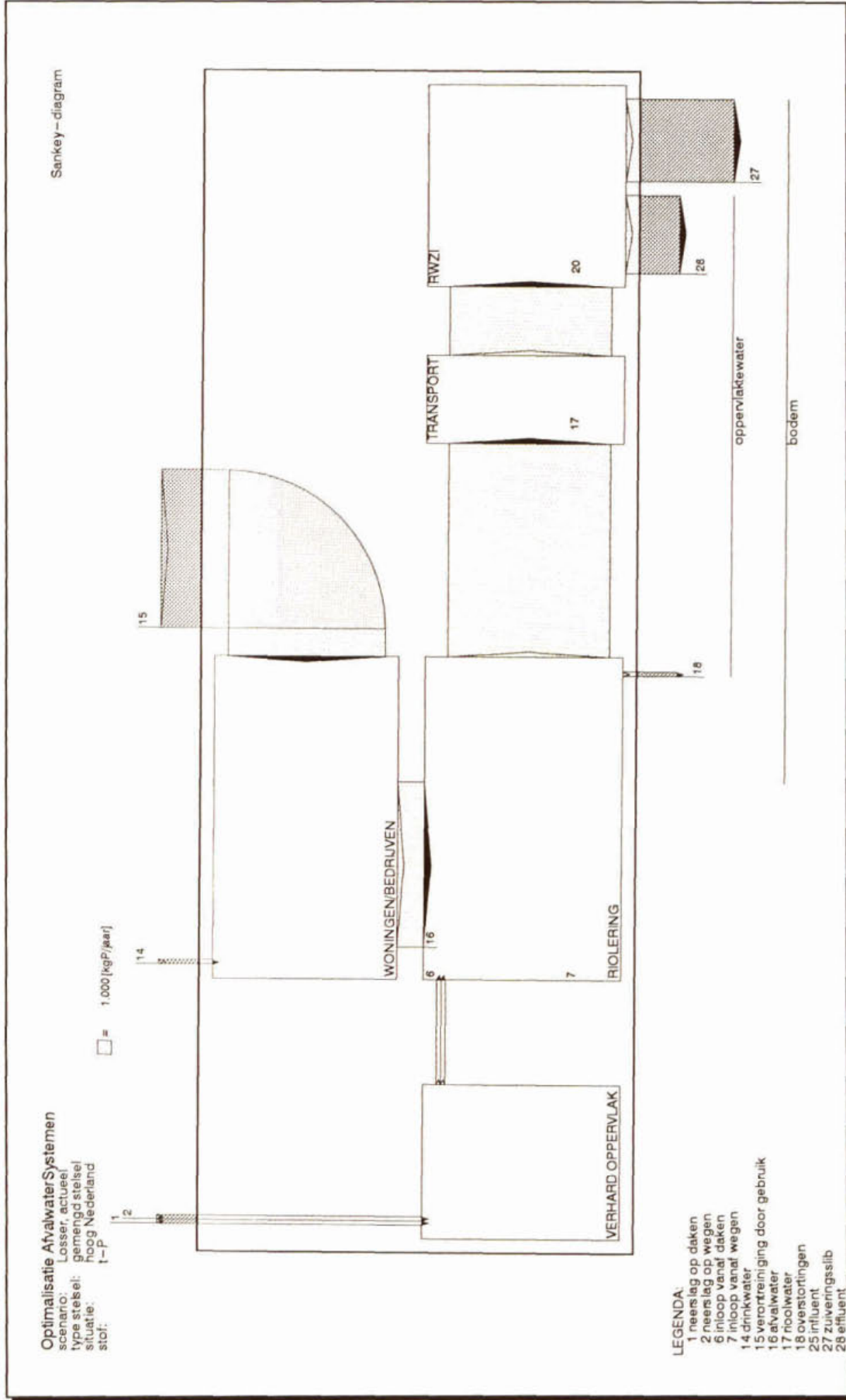
Afbeelding B8.1 Kern Losser, de actuele situatie ten aanzien van de waterstromen



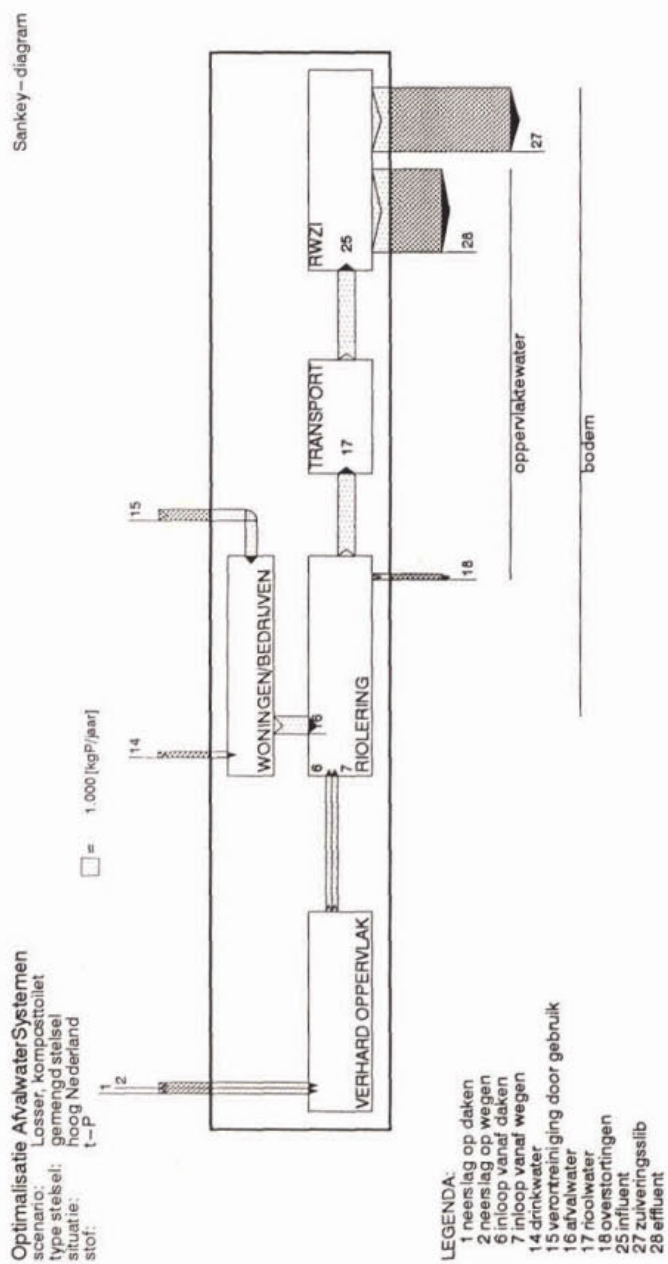
Afbeelding B8.2 Kern Losser, afkoppelen van verhard oppervlak, effect op de waterstromen



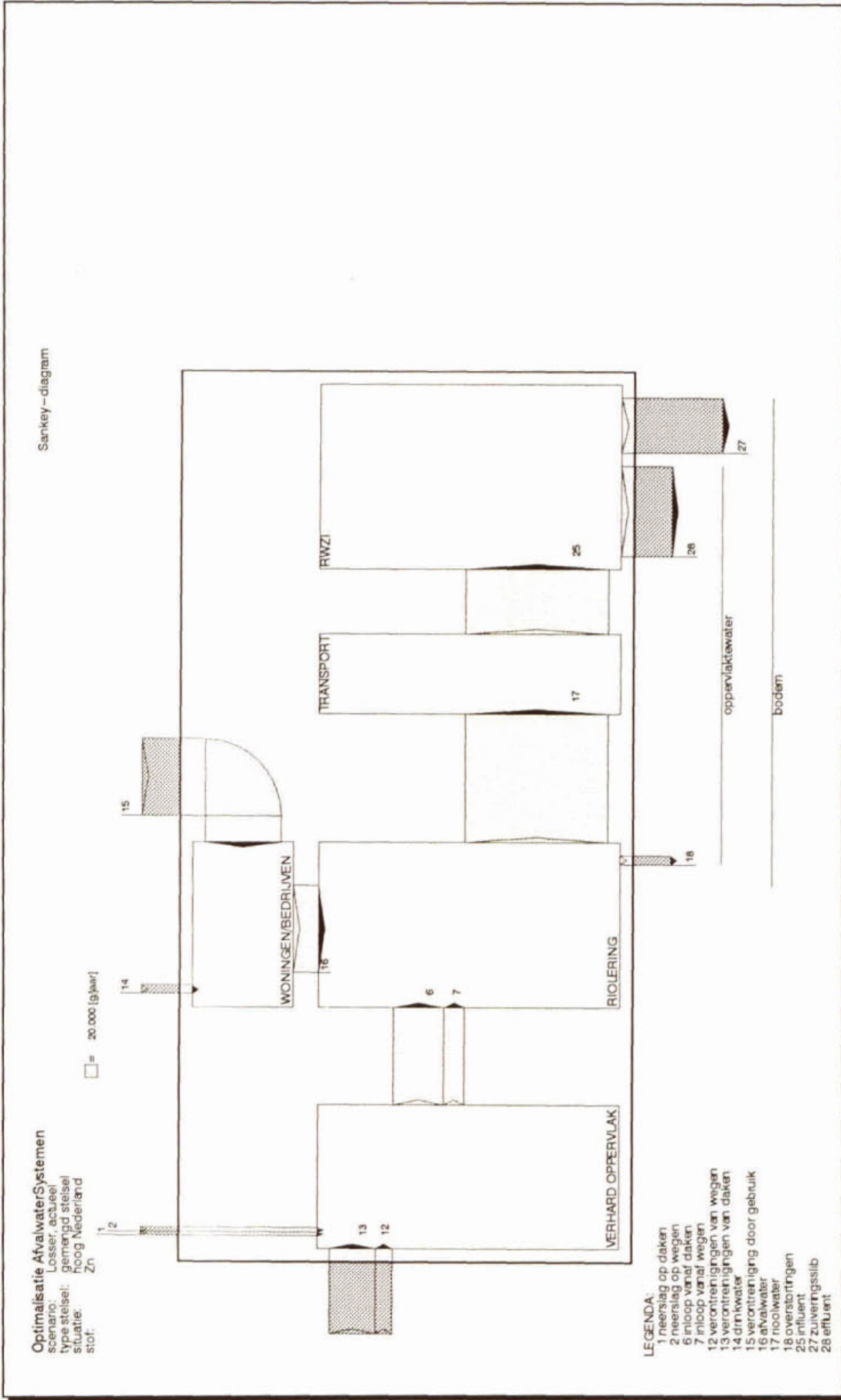
Afbeelding B8.3 Kern Losser, de actuele situatie ten aanzien van de fluxen aan totaal-fosfor



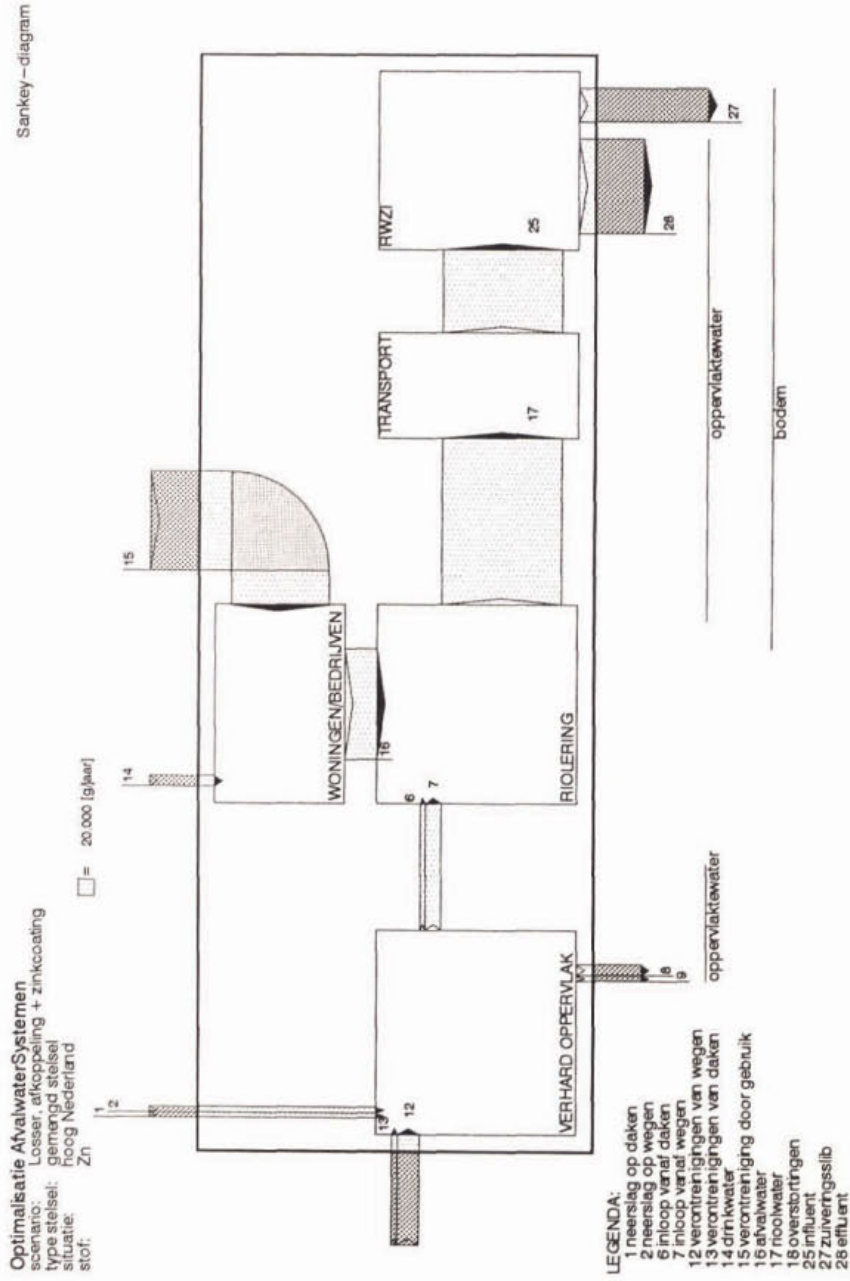
Afbeelding B8.4 Kern Losser, toepassen van komposttoiletten, effect op de fluxen aan totaal-fosfor



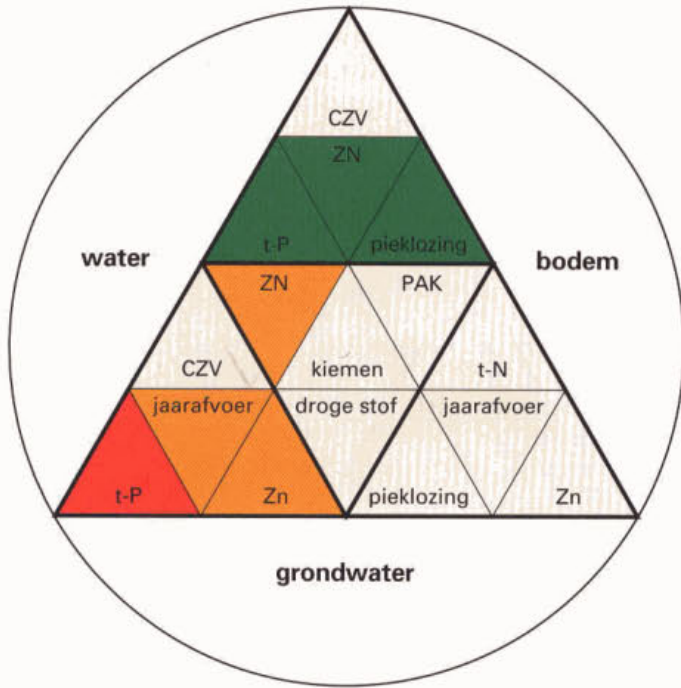
Afbeelding B8.5 Kern Losser, de actuele situatie ten aanzien van de fluxen aan zink



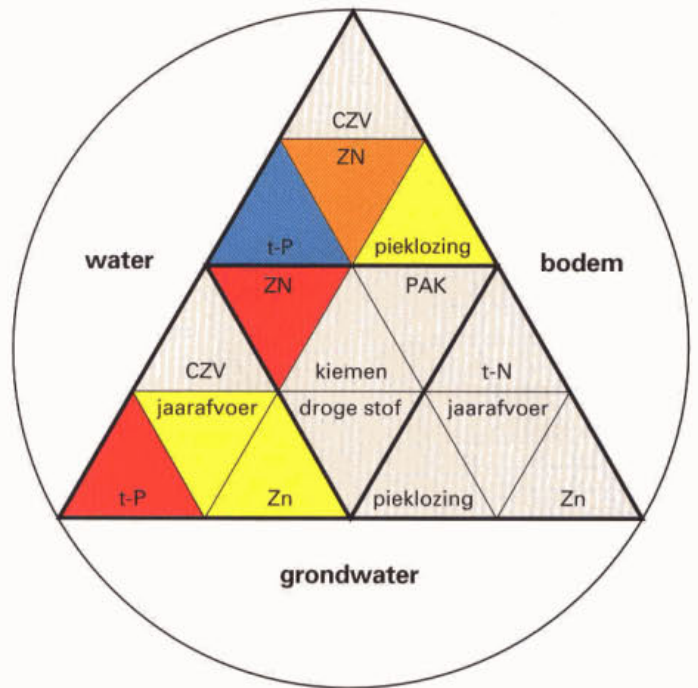
Afbeelding B8.6 Kern Losser, afkoppeling van verhard oppervlak en aanbrengen van een coating in zinken dakgoten, effect op de fluxen aan zink



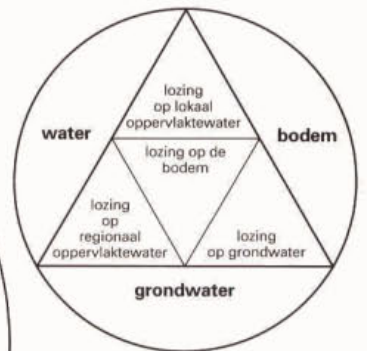
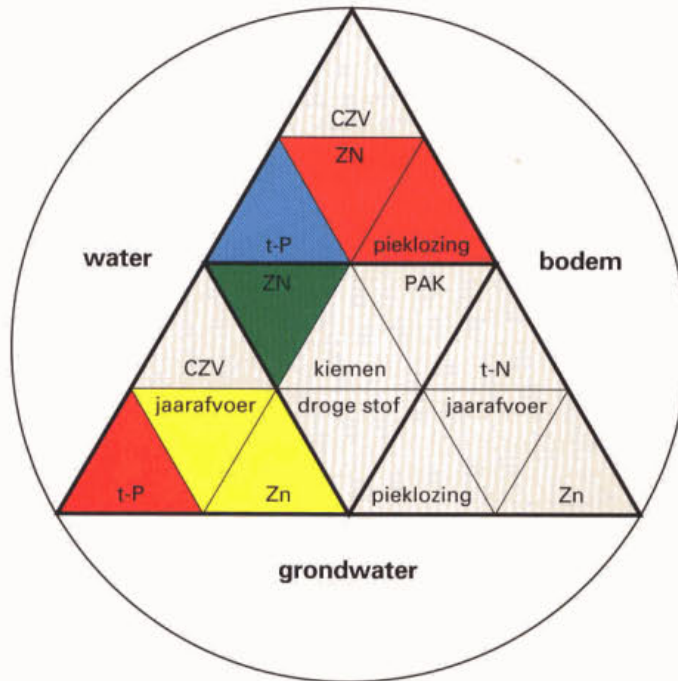
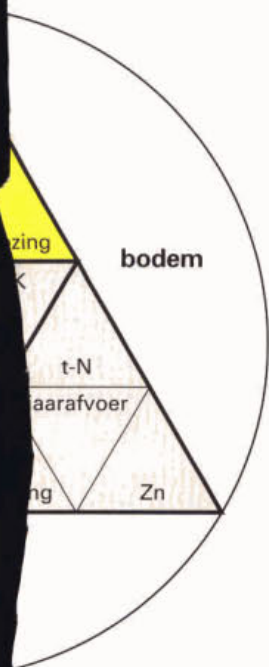
Losser, BBB's



Losser, komposttoilet



Losser, afkoppeling + zinkcoating



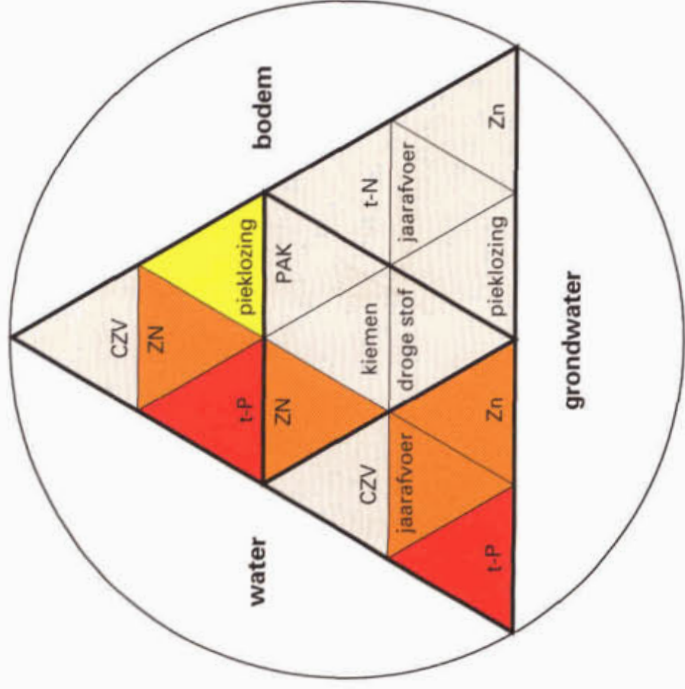
LEGENDA:

- : voldoet aan de normen
- : geringe overschrijding
- : matige overschrijding
- : grote overschrijding
- : zeer grote overschrijding
- : niet getoetst

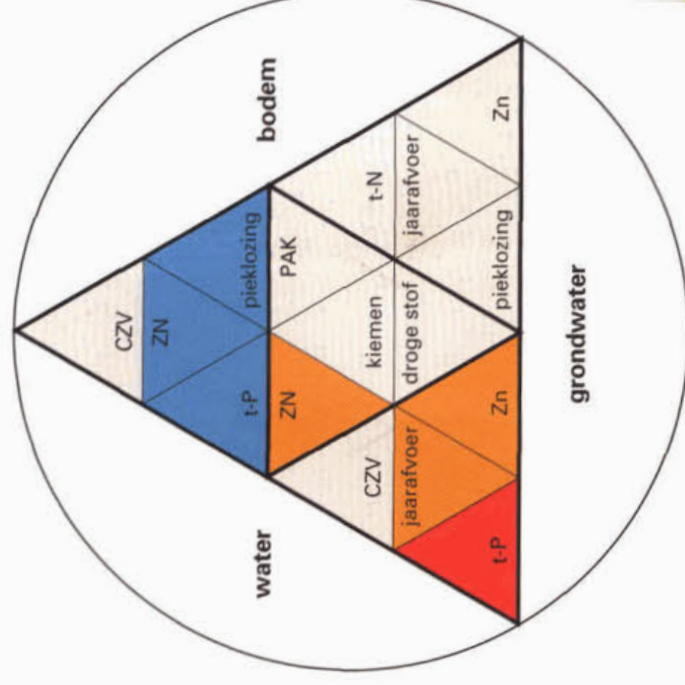
Afbeelding B8.7

Kern Losser, OAS-lenzen van de actuele situatie en alle beschouwde mogelijke maatregelen

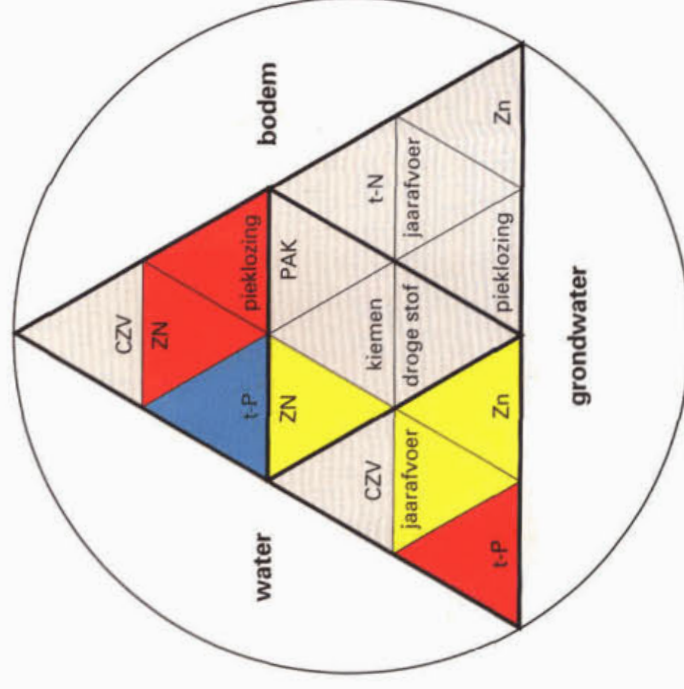
Losser, actueel



Losser, nullozing



Losser, afkoppeling



Losser, zinkcoating

