

R a p p o r t a g e

P R O J E C T G R

- 7 JUNI 1995

0155

A.J.H. de Beaufort

A.S. Beenen

Chr. de Boer

95-0459- SYM/BIB

**Optimalisatie
van het afvalwatersysteem
van Amsterdam**

'de pok verbergen'



Ten geleide

'De pok verbergen' is een kernachtige weergave van een conclusie die is getrokken uit het project *Optimalisatie van het Afvalwatersysteem Amsterdam*.

'Pok' betekent **pompovercapaciteit** en heeft hier betrekking op gemengde rioolstelsels, waarmee afvalwater en neerslag in één leidingsysteem worden ingezameld. Amsterdam heeft relatief ruim bemeten rioolgemalen, en derhalve veel pok. Het in dit rapport beschreven onderzoek heeft uitgewezen dat dit, in het licht van onlangs vastgestelde eisen aan de voorzieningen waarmee afvalwater en neerslag worden ingezameld, getransporteerd en behandeld, geen gunstige eigenschap is. Door de gelaagde opbouw van de riolering zijn de eindgemalen, transportleidingen en RI's groter dan nodig zou zijn.

De pok verbergen houdt in dat deze overcapaciteit, voor zover ze in de toekomst niet nodig is vanwege de verwachte groei van bevolking en bedrijvigheid, ongedaan zal worden gemaakt, en dat de milieuhygiënische eisen aan de riolering zullen worden ingevuld door het bouwen van extra berging, in de vorm van bergbezinkbassins.

Een andere conclusie heeft betrekking op de gescheiden rioolstelsels van Amsterdam. Ook hier is het zaak om de gemaalcapaciteiten zo laag mogelijk te houden. Dat kan onder meer worden bereikt door, bij de - verplichte - ombouw tot verbeterd gescheiden stelsels, verstandig om te gaan met het aansluiten van verhard oppervlak. Weinig vervuilde afstromende neerslag dient buiten het rioolstelsel te blijven. Ook bij het ontwerp van nieuwe riolering voor stadsuitbreidingen en industrieterreinen zal dit punt een grote rol spelen.

De gevolgen van een groter afvalwateraanbod in de toekomst kunnen grotendeels met de bestaande infrastructuur worden opgevangen. De noodzakelijke hydraulische uitbreiding van de RI's Oost en Zuid is beperkt en past op het bestaande terrein. Daarnaast dienen de RI's in Westpoort te worden vergroot. Mogelijk kan door een andere verdeling van het afvalwater over de RI's de hydraulische capaciteitsuitbreiding in zijn geheel op RI-Westpoort worden geconcentreerd.

Het afvalwatersysteem van Amsterdam zal door deze ingrepen in de toekomst 'slanker' worden; een ontwikkeling die past bij het streven naar duurzaamheid, dat door de Rijksoverheid tot uitgangspunt van het milieubeleid is gemaakt. Er is dan ook sprake van een positief milieurendement in twee opzichten: enerzijds door de reductie van de directe lozingen uit de riolering die wordt bereikt met de besproken maatregelen en anderzijds door de structurele aanpassing van het afvalwatersysteem, waardoor een groter deel van de neerslag lokaal wordt verwerkt.

De navolgende rapportage behandelt de problematiek op hoofdlijnen. Voor achtergronden en technische detailgegevens zij verwezen naar de bij RWA beschikbare projectdocumentatie.

Het rapport is als volgt opgebouwd. Na de Inleiding (*hoofdstuk 1*) zijn in de *hoofdstukken 2, 3 en 4* de gegevens gepresenteerd waarop de optimalisatiestudie is gebaseerd. Achtereenvolgens is ingegaan op de doelstelling, de structuur van het watersysteem en de specifieke situatie in Amsterdam. *Hoofdstuk 5* bespreekt de uitgangspunten van de optimalisatie zelf. Vervolgens komen aan de orde: de aard en omvang van de te nemen maatregelen, alsmede de globale kosten (*hoofdstuk 6*). *Hoofdstuk 7* gaat in op het milieurendement van de voorgestelde maatregelen. *Hoofdstuk 8* geeft tenslotte een samenvatting en aanbevelingen.

Vanwege het strategische karakter van deze studie zijn er geen relaties met het onderwerp arbeidsomstandigheden. Voor een verklaring van de gebruikte afkortingen en vaktermen zie bijlage.



telefoon 020 - 596 91 11
telefax 020 - 596 41 30

ZB 2215
ir. K.F. de Korte
(020) 5999 711
1 juni 1995

Bijlagen: rapport
 programma
 antwoordformulier en antwoortenveloppe

PROGRAMMA

28 juni
Machinehal
Zeeburger dijk 50

- 14.00 Onvangst deelnemers met koffie
- 14.30 Inleiding en doelstelling OASA
 ir. W.A. Faber (RWA)
- 14.35 Kernpunten uit OASA
 ir. J.W. van Sluis (DHV)
- 14.50 Vooruitblik en discussiepunten
 ir. K.F. de Korte (RWA)
- 15.10 Discussiebijdrage
 ir. H.A. Dirkzwager (RIZA)
- 15.20 Discussiebijdrage
 drs. V.W.J. van den Bergen (VROM)
- 15.30 Pauze
- 15.50 Plenaire discussie
- 16.30 Afsluiting en borrel
- 17.00 Einde

'De pok verbergen'

*Optimalisatie van het afvalwatersysteem van
Amsterdam*

mei 1995

1	Riolering en waterhuishouding	3
2	Nieuwe ontwerprichtlijnen	
2.1	Rioolstelsels	5
2.2	Verwijdering van stikstof en fosfaat op de RI's	6
3	Een samenhangend watersysteem	7
4	Het huidige systeem van Amsterdam	9
5	Optimalisatie	
5.1	Inleiding	13
5.2	Berging vs. pompovercapaciteit in gemengde stelsels	13
5.3	Ombouw van gescheiden stelsels tot een verbeterd gescheiden stelsel	14
5.4	Maatregelen op de RI's	17
5.5	Onderzochte strategieën	17
6	Selectie van de voorkeursoplossing OASA	
6.1	Inleiding	19
6.2	Strategiekeuze inzameling	19
6.3	Consequenties voor hoofdtransportstructuur en RI's	21
6.4	Buffering	25
6.5	Voorkeursoplossing OASA	25
7	Milieurendement	
7.1	Inleiding	27
7.2	Afname van de rioolemissies en toename van de effluentvracht	27
7.3	Belasting van het oppervlaktewater	28
7.4	Kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodem	29
7.5	Grondwater	30
8	Conclusies en aanbevelingen	33
9	Referenties	35
	Bijlagen	37

1 Riolering en waterhuishouding

Het Nationaal Milieubeleidsplan (NMP en NMP⁺) en de Derde nota waterhuishouding hebben een aanzet gegeven tot aanscherping van milieu-eisen en integratie van het waterbeheer. Ook op het gebied van riolering en behandeling van afvalwater zijn nieuwe eisen geformuleerd, mede naar aanleiding van de resultaten van het NWRW-onderzoek en van internationale afspraken ter verbetering van de kwaliteit van de Rijn en van de Noordzee. Dit heeft er onder meer toe geleid dat vertrouwde ontwerpgrondslagen voor de riolering ter discussie zijn gesteld en dat ingrijpende aanpassingen van de rioolwaterzuiveringsinrichtingen voor verwijdering van stikstof en fosfaten noodzakelijk zijn. Omdat de maatregelen in technische zin nauw met elkaar samenhangen, is afstemming van voorzieningen aan de riolering en aan de rioolwaterzuiveringsinrichtingen een eerste vereiste. De ontwerpen dienen daarbij te worden geoptimaliseerd om de totale maatschappelijke kosten zo laag mogelijk te houden.

Behalve de aanscherping van milieu-eisen is er een ontwikkeling en verbreding van de visie op een duurzaam stedelijk watersysteem aan de gang, die o.a. streeft naar beperking van water- en stofstromen. Middelen daartoe zijn bestrijding aan de bron en lokale verwerking van de gevallen neerslag. Dit kan leiden tot een breed scala van maatregelen, waaronder infiltratie van neerslag, toepassing van corrosie-arme materialen, beperking van het drinkwaterverbruik, etc.

De door CUWVO uitgebrachte aanbevelingen voor het ontwerp van rioolstelsels ¹⁾ en de Amvb's voor fosfaat- en stikstofverwijdering ^{2) 3)} geven een eerste concrete toetsingsmogelijkheid voor het gemeentelijke beleid. Het streven naar duurzaamheid is vooralsnog niet direct toetsbaar, maar uit oogpunt van milieubeheer niet minder belangrijk.

De gemeente Amsterdam zal, om aan de gestelde eisen te voldoen en invulling te geven aan de ook door haar onderschreven milieudoelstellingen (zie kader), grote investeringen moeten doen. De Gemeentelijke Nota Waterbeheer 1993 - 1997 (GNW) ⁴⁾ geeft aan op welke wijze

Algemene doelstellingen waterbeheer

Derde Nota Waterhuishouding:

'het hebben en houden van een veilig en woonbaar land als primaire randvoorwaarde en het ontwikkelen en instandhouden van gezonde waterhuiskundige systemen, die een duurzaam gebruik garanderen'

Invalshoek Riolering:

'doelmatige inzameling en transport van het afvalwater ter bescherming van de volksgezondheid en het milieu en het voorkomen van wateroverlast'

de doelstellingen gerealiseerd kunnen worden, zowel voor riolering, zuivering, oppervlaktewater als grondwater. In het Amsterdams Rioleringsplan (ARP) ⁵⁾ is het rioleringsbeleid mede vorm gegeven. De uitwerking van het grondwaterbeleid geschiedt in het Grondwaterplan ⁶⁾. In de Nota waterbeheer is een studie aangekondigd naar de optimalisatie van het afvalwatersysteem. Dit rapport doet verslag van deze studie. Er is inhoudelijk een nauwe relatie met het rioleringsplan. De uit dit onderzoek getrokken conclusies zijn in het ARP opgenomen en voor een deel reeds vertaald in uitvoeringsvoornemens.

Aan de projectgroep Optimalisatie afvalwatersysteem Amsterdam (OASA) is opdracht gegeven een plan op te stellen voor optimale, concrete maatregelen op het gebied van riolering, rioolwaterzuivering, oppervlaktewaterbeheer en grondwaterbeheer, met kostenonderbouwing en planning. Met deze maatregelen moet kunnen worden voldaan aan de aangescherpte milieu-eisen en waar mogelijk geanticipeerd op een meer duurzaam stedelijk watersysteem. Optimaal houdt in dat een koers wordt uitgezet voor de lange termijn, die is gebaseerd op een optimaal beheer van het afvalwatersysteem als geheel. Concreet wil zeggen dat op basis van

het plan de uitwerking en uitvoering van projecten ter hand kan worden genomen.

Het achterliggende onderzoek is uitgevoerd door de drie betrokken sectoren van de dienst Riolering en Waterhuishouding Amsterdam (RWA). De studie waarover hier verslag wordt gedaan had ondermeer tot doel de uiteindelijk benodigde infrastructuur vast te stellen, inclusief de plaats en de capaciteit van de RI's.

2 Nieuwe ontwerprichtlijnen

2.1 Rioolstelsels

Het rijksbeleid, dat is neergelegd in de Derde nota waterhuishouding ⁷⁾, is ondermeer gericht op het terugdringen van verontreiniging. Emissies uit rioolstelsels worden in dat verband beschouwd als puntbronnen, waarvoor naast sanering van de lozingen op het rioolstelsel, emissiebeperkende maatregelen in het aanmerking komen. Voor de stofgroepen nutriënten, zware metalen en organische microverontreinigingen worden reducties van de totale emissie naar grond- en oppervlaktewater van meer dan 50% ten opzichte van 1985 nagestreefd. Voor zuurstofbindende stoffen is geen emissiereductie geformuleerd, maar is een geoptimaliseerd en goed onderhouden rioolstelsel één van de einddoelen.

De (derde) notitie Riolerings van het Ministerie VROM ⁸⁾ noemt het streven naar een optimaal functionerend afvalwatersysteem. In dat verband wordt een verbeterd gescheiden stelsel voor nieuwe aanleg of grootschalige herinrichting een reële optie geacht. Van een verplichting daartoe is echter geen sprake, omdat de lokale omstandigheden bepalend zijn voor de keuze van het rioolstelsel.

De CUWVO-werkgroep VI 'lozingen uit rioolstelsels' heeft aanbevelingen geformuleerd voor het ontwerp van rioolstelsels, de 'basisinspanning', waaraan alle rioolstelsels in 1998 moeten voldoen ⁹⁾. Zie kader. In bijlage 2 is een toelichting gegeven op de verschillende stelseltypen. Wanneer met de basisinspanning niet de gewenste waterkwaliteit kan worden bewerkstelligd, kunnen aanvullende locatiespecifieke maatregelen noodzakelijk zijn. De aard en de omvang van deze laatste moeten in relatie met de invloed van andere bronnen van verontreiniging en met de kenmerken en de functie van het ontvangende oppervlaktewater worden bepaald. De 'basisinspanning' is bedoeld als referentie voor de vuiluitworp. Het stelsel dat exact aan de bovengenoemde ontwerpcriteria voldoet heet 'referentiestelsel'. Alternatieven waarmee dezelfde of een lagere vuiluitworp wordt bereikt zijn toegestaan. Situaties waar de kwaliteit van

het oppervlaktewater een knelpunt vormt dienen met voorrang te worden aangepakt. De genoemde datum geldt niet voor bestaande gescheiden gerioleerde woongebieden, die relatief weinig vervuiling leveren.

De aanbevelingen van de CUWVO zijn overgenomen door de regionale waterkwaliteitsbeheerders die samenwerken in de Werkgroep Riolerings West-Nederland (WRW) ⁹⁾. Dit betekent in beginsel dat de CUWVO-aanbevelingen als voorwaarden zullen worden opgenomen in de lozingsvergunningen voor het rioolstelsel.

2.2 Verwijdering van stikstof en fosfaat op de RI's

Fosfaatverwijdering ²⁾

Als uitvloeisel van internationale afspraken (Rijn Actieplan en Noordzee-Actieprogramma, zie ⁷⁾ dient de fosfaatvracht naar het oppervlaktewater in het stroomgebied van de Rijn ten opzichte van 1985 met 50% te worden gereduceerd. Om dit te realiseren is op 1 juli 1990 de Amvb Fosfaat ²⁾ van kracht geworden.

Ontwerpcriteria voor de 'basisinspanning' CUWVO-aanbevelingen

- nieuwe stelsels : verbeterd gescheiden, berging 4 mm, pompovercapaciteit (pok) 0,3 mm/h;
- bestaande gemengde stelsels : berging 7 mm + 2 mm in bergbezinkbassins (BBB's) achter elke overstort, pok 0,7 mm/h;
- bestaande gescheiden stelsels : verbeterd gescheiden, berging 4 mm, pok 0,3 mm/h. De prioriteit van uitvoering is afhankelijk van de mate van vervuiling van het verhard oppervlak.

In deze Amvb wordt de keuzemogelijkheid open-
gelaten om per 1 januari 1995 voor elke
bestaande rioolwaterzuiveringsinrichting te
voldoen aan een fosfaatgehalte in het effluent
van 1 mg/l (boven 100.000 i.e.) of te voldoen
aan een zuiveringsrendement van minimaal 75%
voor het gehele beheersgebied. In de toekomst
kunnen nog scherpere eisen gaan gelden.
In Amsterdam is voor een zuiveringsrendement
van 75% gekozen. Vanaf 1 januari 1995 is de
fosfaatverwijdering op de RI's Oost en West-
poort operationeel.

Stikstofverwijdering

In het kader van bovengenoemde afspraken is
ook voor stikstof een reductiedoelstelling van
50% geformuleerd. In de Amvb Stikstof ³⁾, die
op 1 september 1992 van kracht is geworden, is
analoog aan fosfaat voor stikstof een effluent-
eis van 10 mg/l of een minimaal zuiveringsrende-
ment van 75% opgenomen.
Bestaande rioolwaterzuiveringsinrichtingen
moeten hieraan op 1 januari 1998 voldoen.
De Werkgroep Actieplan Denitrificatie heeft als
tussendoelstelling voor 1995 een verwijderings-
rendement van 60% aangegeven. In de concept-
Amvb Stedelijk Afvalwater, die in de plaats zal
komen van de Amvb's Fosfaat en Stikstof,
wordt de mogelijkheid geboden voor stikstof
een uitzondering te maken bij installaties die
vanwege planologische beperkingen niet tijdig
aan de stikstofeisen kunnen voldoen; de in-
gangsdatum wordt dan uiterlijk bepaald op 30
december 2005. Amsterdam heeft voor de RI's
Oost en Zuid aangegeven voor uitstel in aanmer-
king te willen komen om de optimale oplossing,
zoals die uit dit OASA-project naar voren zal
komen, te kunnen realiseren.

3 Een samenhangend watersysteem

Het stedelijk afvalwatersysteem omvat de riolering, waarin afvalwater en neerslag worden ingezameld, de transportleidingen en de rioolwaterzuiveringsinrichtingen. De functionele samenhang maakt dat het ontwerp en bedrijf van de afzonderlijke onderdelen van het systeem nauwkeurig moet worden afgestemd. Om financiële, planologische en procestechnische redenen kan de capaciteit van de riolering, het transportsysteem en de RI niet onbeperkt worden vergroot. Als gevolg hiervan wordt bij hevige neerslag een deel van het rioolwater via overstorten of regenwateruitlaten geloosd (zie afbeelding 1). In bijlage 3 zijn de afzonderlijke stromen in detail weergegeven. In de huidige praktijk wordt tijdens regen (rwa) tot 3 à 5 maal de normale droogweerafvoer (dwa) naar de RI getransporteerd, maar er zijn grote lokale verschillen, ook binnen Amsterdam.

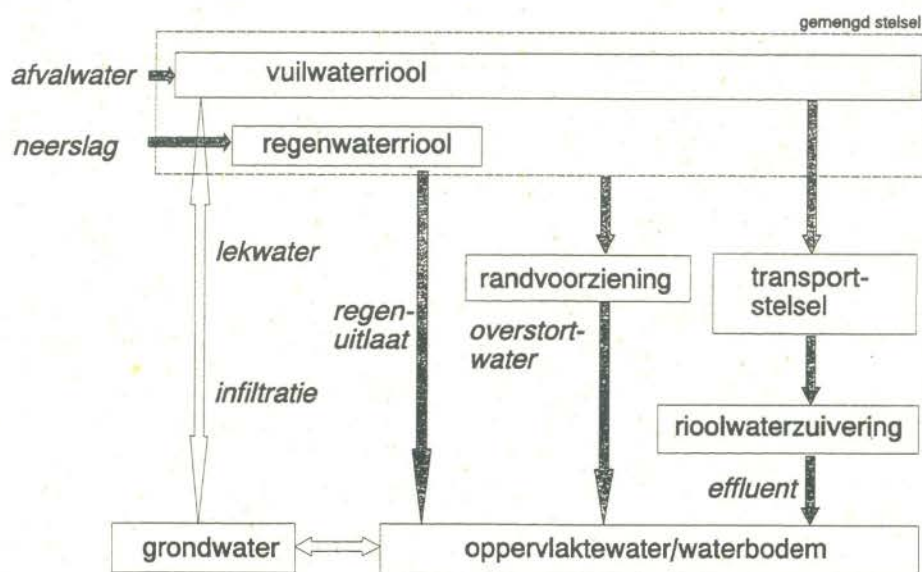
De directe rioolwaterlozingen vervuilen het oppervlaktewater en de waterbodem. Belangrijke maatregelen om de frequentie en omvang ervan

te beperken zijn vergroting van de berging in de riolering, de bouw van randvoorzieningen zoals bergbezinkbassins, vergroting van de afvoer capaciteit en uitbreiding van de RI. Ook is het in principe mogelijk om aan de inzijde van de riolering in te grijpen, met name door het aangesloten verharde oppervlak te beperken en door pieken af te vlakken. Het direct naar oppervlaktewater of grondwater afstromende regenwater moet daarvoor natuurlijk wel schoon genoeg zijn, om de milieudoelstelling niet in gevaar te brengen. Met de laatstgenoemde maatregelen kan de capaciteit van het afvalwatersysteem worden beperkt, wat leidt tot kostenbesparing. Verder kan beperking van de toevoer naar de riolering door directe afvoer van neerslag naar oppervlaktewater of grondwater een bijdrage leveren aan het duurzame karakter van het stedelijk watersysteem als geheel.

De CUWVO-aanbevelingen kunnen er ondermeer toe leiden dat de directe lozingen uit de riolering afnemen, terwijl er meer afvalwater

Afb. 1

Hoofdstromen in het stedelijk watersysteem



wordt behandeld en als effluent van de RI's wordt geloosd. Dit heeft consequenties voor aard, grootte en rendement van de RI's. Het vinden van de optimale combinatie van te nemen maatregelen is het doel van dit onderzoek. Daarbij moeten binnen de geldende technische en milieuhygiënische randvoorwaarden de totale kosten worden geminimaliseerd.

4 Het huidige systeem van Amsterdam

Amsterdam telt 5 rioleringsdistricten. In de districten 1 (Centrum) en 2 (Noord) komen zowel bemalingsgebieden met gemengde als met gescheiden riolering voor. De drie overige (3 - Zuid, 4 - West en 5 - Westpoort) zijn overwegend gescheiden gerioleerd. In totaal zijn er meer dan 390 bemalingsgebieden die in grootte variëren van 1 tot 500 ha. In dit verband is het belangrijk erop te wijzen dat het rioolwater van een bemalingsgebied meestal via een ander bemalingsgebied wordt afgevoerd. Daardoor wordt het soms wel 4 of 5 maal opgepompt, voordat het bij de RI belandt. Zie afbeelding 2. Ingrepen in de regenweerafvoer hebben in zo'n stelsel een veel grotere invloed op de totale benodigde pompcapaciteit dan in kleine, minder sterk gelaagde stelsels.

Er zijn vier rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RI's) in bedrijf: RI-Oost, RI-Zuid en RI-Westpoort huishoudelijk en RI-Westpoort industrieel. De beide laatste RI's liggen op dezelfde locatie. De hydraulische capaciteit varieert van 2000 - 19000 m³/h. Het rioolwater wordt via een uitge-

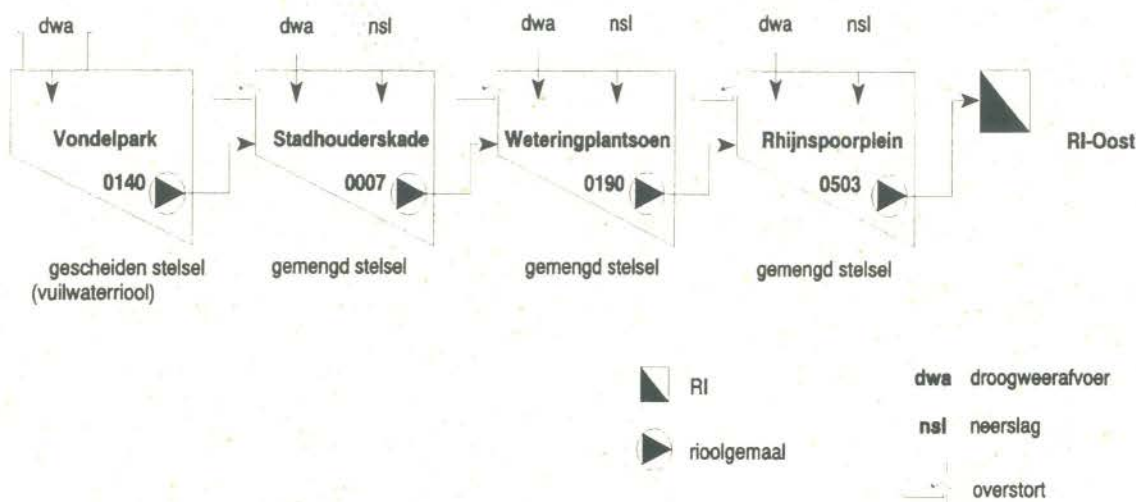
breid net van persleidingen naar één van deze RI's getransporteerd. Zie afbeelding 3. In deze inrichtingen wordt het afvalwater vergaand biologisch gereinigd. De fosfaatverwijdering is per 1-1-'95 ingevoerd. Met beperkte aanpassingen kunnen de bestaande RI's geschikt worden gemaakt voor een verbeterde stikstofverwijdering. Om te zijner tijd volledig aan de wettelijke norm te kunnen voldoen zijn uitgebreide maatregelen noodzakelijk. Het slib van RI-Westpoort en RI-Zuid wordt met persleidingen naar RI-Oost gevoerd, waar het hele slibbedrijf is geconcentreerd (vergisting, ontwatering en droging).

Amsterdam is rijk aan ontvangend oppervlaktewater. De wateren zijn qua aard, omvang en functie sterk verschillend. Mede daardoor is het ontvangend vermogen voor lozingen niet voor alle wateren gelijk. Zie afbeelding 4. Ruim oppervlaktewater waaraan weinig eisen worden gesteld heeft in principe een groter ontvangend vermogen dan klein water met een hoogwaardige functie.

In sommige stedelijke polders bestaan, vaak in

Afb. 2

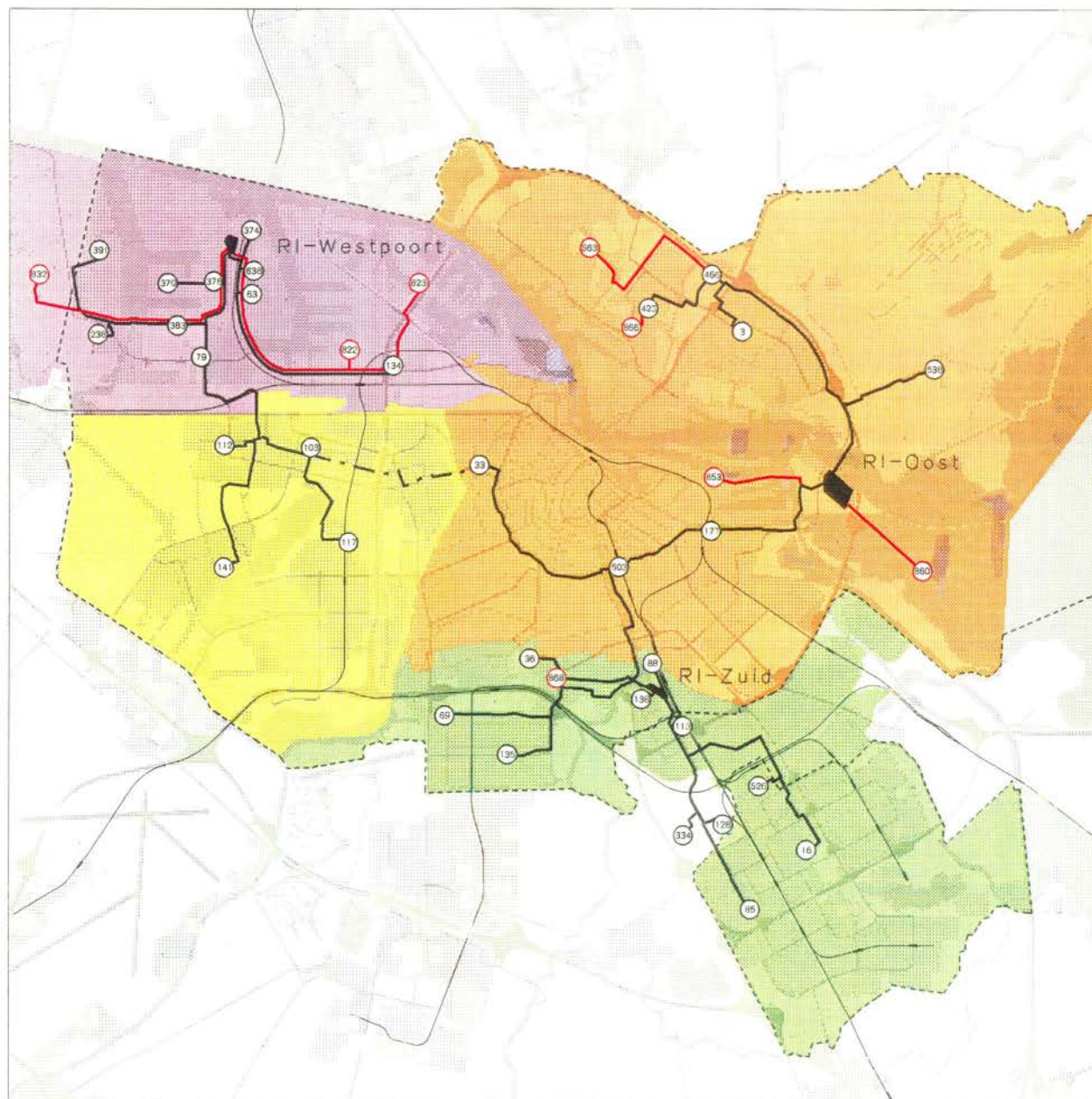
Gelaagde structuur van de Amsterdamse riolering (voorbeeld)



de nabijheid van de overstorten, lokale problemen met de zuurstofhuishouding t.g.v. rioolwaterlozingen. Ook de onvoldoende kwaliteit van de waterbodems, zowel in de polders als in de stedelijke boezemgebieden, hangt vaak samen met overstortingen. Lozingen uit regenwaterriolen hebben een minder ernstig, maar niet verwaarloosbaar, negatief effect. Soms zijn kwel en ingelaten water de oorzaak van ontoereikende kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodems in de polders. Ook een verontreinigde waterbodem op zich kan een permanente bron van verontreiniging voor het bovenstaande water vormen.

De lozing van de RI-effluenten vindt plaats op de grote boezems van het Noordzeekanaal (RI-Oost en RI-Westpoort) en van de Amstel (RI-Zuid). De gevolgen van de effluentlozingen voor de kwaliteit van het boezemwater zijn gering.

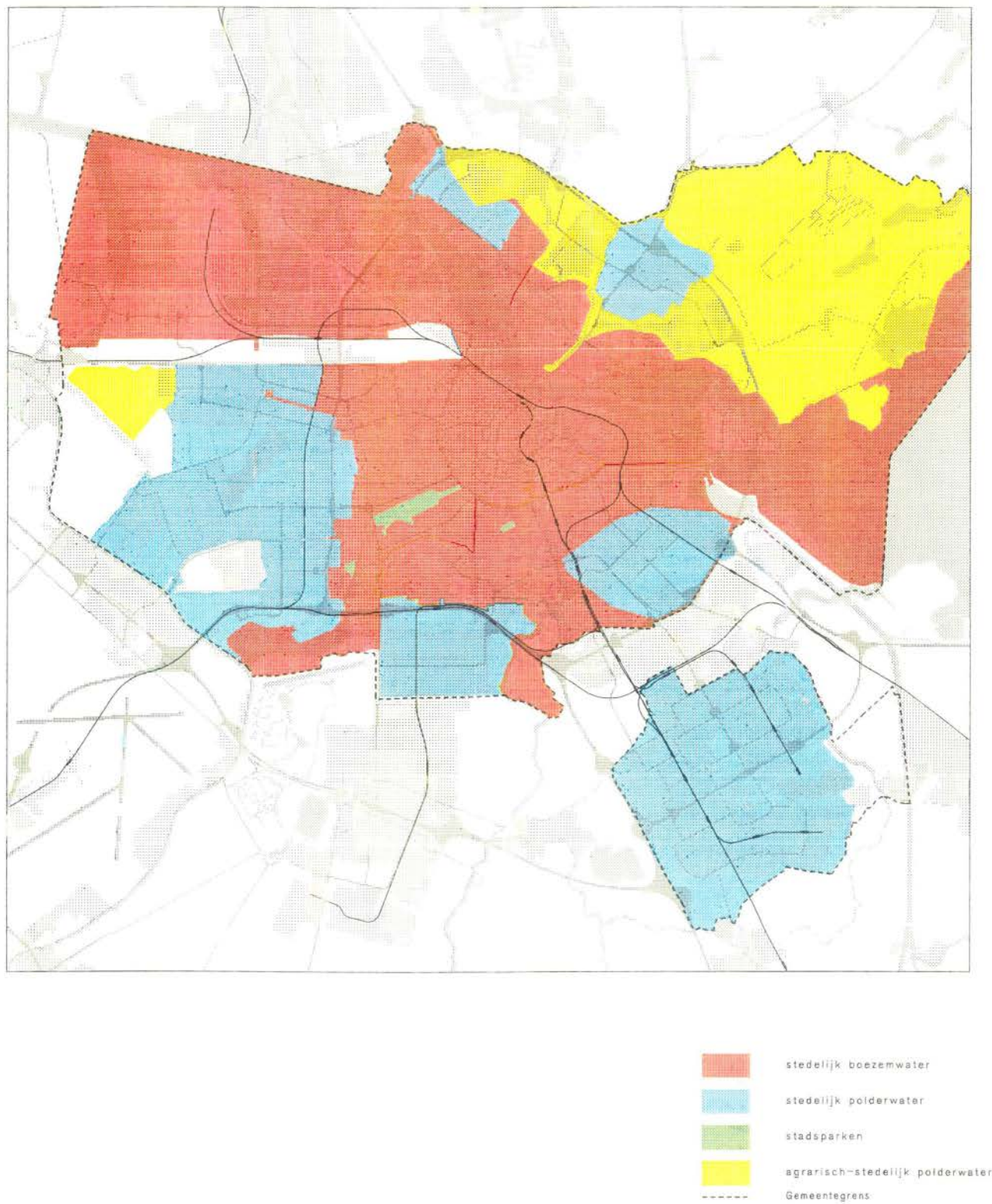
Afb. 3

Transportstelsel en de RI's

- Persleiding
- Toekomstige persleiding 2005
- - - Stibleiding
- ⊙ Eindrioolgemaal
- ⊙ Toekomstig eindrioolgemaal
- Rioolwater-zuiveringsinrichting
- - - Gemeentegrens

Afb. 4

Functies van het oppervlaktewater



5 Optimalisatie

5.1 Inleiding

De in hoofdstuk 3 beschreven aanbevelingen van CUWVO-VI, die in grote lijnen zijn overgenomen door de Werkgroep Riolering West-Nederland, hebben grote invloed op het ontwerp van het Amsterdamse rioolstelsel. Dit ontwerp is vervolgens weer bepalend voor de debieten en de hoeveelheden die door het transportstelsel en de RI's moeten worden verwerkt.

In gemengd gerioleerde gebieden kan er op verscheidene manieren aan de gewenste emissie-reductie worden voldaan, met sterk verschillende gevolgen voor de belasting van het transportsysteem en van de RI's en daarmee voor de totale kosten. De oplossing kan worden gezocht in vergroting van de berging of in vergroting van de pompovercapaciteit, of in een combinatie van beide. Bij gescheiden stelsels is die keuzevrijheid er niet, maar hier is op voorhand moeilijk aan te geven welk deel van het verhard oppervlak daadwerkelijk moet worden aangekoppeld. Het is daardoor niet zonder meer duidelijk op welke wijze de CUWVO-aanbevelingen voor gescheiden stelsels het beste kunnen worden gerealiseerd.

In hoofdstuk 3 is reeds gewezen op de wenselijkheid om afstromende neerslag die schoon genoeg is buiten de riolering te houden. Dit zal kunnen leiden tot lagere debieten in het rioolstelsel en de aandacht voor decentrale voorzieningen, zoals regenwaterbehandeling en infiltratie, doen toenemen.

Hieronder zijn voor respectievelijk de gemengde en de gescheiden stelsels en de RI's de belangrijkste mogelijkheden nader toegelicht. In hoofdstuk 6 zijn de resultaten van het onderzoek naar de optimale strategie en de consequenties voor transportsysteem en RI's beschreven.

5.2 Berging vs. pompovercapaciteit in gemengde stelsels

Momenteel is vrijwel overal de vuiluitworp van de gemengde stelsels van Amsterdam te groot. De pompovercapaciteit is in het algemeen welis-

waar groter dan 0,7 mm/h, maar niet voldoende om het tekort aan berging te compenseren.

De CUWVO-doelstelling, die erop neerkomt dat de jaarlijkse vuilvracht moet worden teruggebracht tot die van het referentiestelsel, kan in de gemengd gerioleerde stelseldelen worden gerealiseerd door verschillende combinaties van berging en pompovercapaciteit. Afbeelding 5 geeft een globale relatie tussen de beide grootheden weer. De gebogen lijn representeert de combinaties van berging en pompovercapaciteit waarbij de jaarlijkse vuiluitworp gelijk is aan die van het referentiestelsel (inclusief bergbezinkbassin - BBB). Alle combinaties op de lijn zijn uit milieu-oogpunt gelijkwaardig. Zie voor een nadere toelichting bijlage 4.

Om de huidige stelsels, waar nog geen BBB's aanwezig zijn, te kunnen toetsen aan de CUWVO-aanbeveling is de bovengenoemde relatie gecorrigeerd voor het bezinkingseffect. Een extra berging van 1 à 2 mm levert eenzelfde reductie van de jaarlijkse vuiluitworp op als bezinking van het overstortwater in een BBB. Bij 0,7 mm/h pompovercapaciteit is zonder BBB 10,3 mm berging nodig om aan CUWVO te voldoen; met BBB is 9 mm voldoende. Afbeelding 6 geeft de berging-pok relaties voor stelsels met (volle lijn) en zonder BBB (onderbroken lijn) beide weer.

Er zijn in OASA drie strategieën beschouwd die betrekking hebben op de gemengde rioolstelsels (zie afbeeldingen 5 en 6):

- P (pompen) = aanvulling van tekorten met pompcapaciteit. Geen BBB's (bovenste lijn in afbeelding 6);
- B (bergen) = aanvulling van tekorten met berging tot de (bovenste lijn in afbeelding 6). Indien meer dan 2 mm extra berging nodig is, wordt een BBB geprojecteerd (aanvulling tot de onderste lijn in afbeelding 6);
- C (CUWVO) = conform CUWVO aanpassing van de pompovercapaciteit naar 0,7 mm/h en aanvulling van berging tot 10,3 mm (bovenste lijn in afbeelding 6). Indien meer dan 2 mm extra berging nodig is, wordt een BBB

geprojecteerd (aanvulling tot 9 mm berging, onderste lijn in afbeelding 6).

In onderstaand tekstkader is aan de hand van de in afbeelding 6 ingetekende voorbeelden toegelicht hoe de strategieën voor de gemengde stelsels in concrete gevallen uitwerken.

De consequenties van de strategieën zijn voor het afvalwatersysteem als geheel geëvalueerd. Daarbij zijn de aanwezige reserves in berging en pompcapaciteit zo veel mogelijk benut. Bij de strategieën P en B kan dit bijna volledig, bij strategie C blijft er in veel gevallen nog reserve pompcapaciteit over. Wanneer reserves resteren, moet, om de ontvangende gemalen en de RI niet onnodig te belasten, de pompcapaciteit worden gereduceerd.

5.3 **Ombouw van gescheiden stelsels tot een verbeterd gescheiden stelsel**

Een stelsel in vlak gebied met voldoende afvoercapaciteit om water op straat te voorkomen heeft vanzelf al een berging van ca. 4 mm.

In principe is er dan ook in gescheiden stelsels

geen extra berging nodig om aan de CUWVO-aanbevelingen te voldoen. In Amsterdam is echter een aanzienlijk deel van de gescheiden stelsels zo diep gelegd dat de regenwaterriolen bij droog weer gedeeltelijk gevuld zijn met oppervlaktewater. De aanwezige berging is daardoor niet volledig te benutten. Zie afbeelding 7. Globaal wordt 2 mm berging benutbaar geacht. Bij gebrek aan een gedetailleerd overzicht van de hoogteligging van de regenriolen is er voor de gescheiden stelsels vanuit gegaan dat 2 mm aanvullende berging nodig is om aan CUWVO te kunnen voldoen.

CUWVO biedt de ruimte om weinig vervuilde oppervlakken in de gescheiden gerioleerde gebieden niet aan te koppelen. Voorwaarde daarvoor is dat aan de emissiedoelstelling wordt voldaan en de al dan niet behandelde regenwaterlozing geen bedreiging vormt voor de aan het oppervlaktewater toegekende functie. Vooralsnog is niet duidelijk wat dit voor de concrete maatregelen betekent, omdat te weinig informatie beschikbaar is omtrent de vervuiling van de van daken en wegen afstromende neerslag en

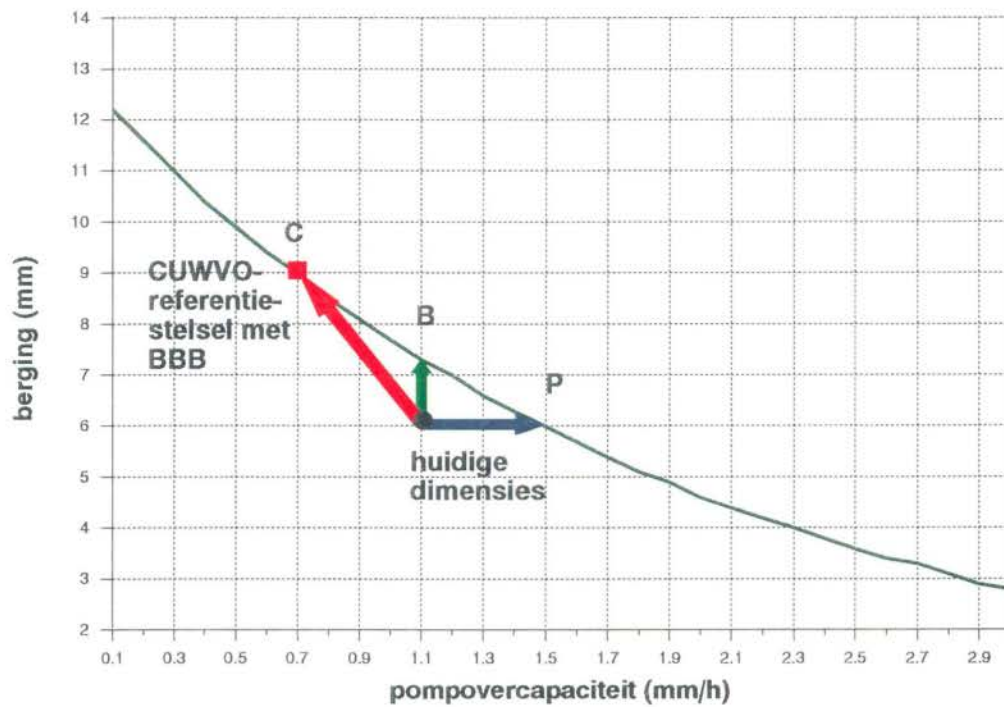
Uitwerking van de strategieën voor enige karakteristieke situaties

Het principe van de uitwerking van de strategieën is in afbeelding 5 gepresenteerd. De praktijk is meer genuanceerd, omdat de uitgangssituatie bij de afzonderlijke gemalen verschillend is en het bergingstekort niet overal voldoende groot (> 2 mm) om een goed functionerend BBB in te passen. Afbeelding 6 toont een zestal karakteristieke voorbeelden, die zijn aangeduid met de code van het rioolgemaal/bemalingsgebied.

0018	Purmerweg	is analoog aan de in afbeelding 5 weergegeven standaardsituatie. Hier is het bergingstekort ten opzichte van de onderste lijn groot genoeg voor een BBB. Bij strategie C wordt zowel de pompcapaciteit gereduceerd als de berging vergroot (pok verbergen);
0388	Schagerlaan	laat zien dat in sommige gevallen voor strategie C de pompcapaciteit moet worden vergroot. In Amsterdam komt dit weinig voor. In dit speciale geval ligt het overigens voor de hand om berging bij te bouwen (strategie B);
0422	Lentestraat	komt wel vaak voor. Hier is er bij strategie B relatief weinig bergingstekort ten opzichte van de onderste lijn, zodat het bezinkingsrendement van een BBB niet voldoende is. Daarom wordt de berging in de riolen aangepast tot de waarde die de bovenste lijn aangeeft;
0091	Vredenhofweg	als 0422, maar nu is ook bij strategie C geen BBB mogelijk;
0420	Kadoelenweg	dit bemalingsgebied voldoet al aan CUWVO. Om de ontvangende gemalen te ontlasten, wordt ook bij de strategieën B en P de pompcapaciteit gereduceerd;
0384	Gedempte Hamerkanaal	voldoet eveneens reeds aan CUWVO; er is zowel berging als pok 'over'. Hier is reductie van de gemaalcapaciteit de enige zinnige ingreep, omdat het opheffen van een bergingsoverschot niet bijdraagt aan de waterkwaliteit maar wel geld kost. Om pragmatische redenen is ook hier voor strategie C 0,7 mm/h aangehouden.

Afb. 5

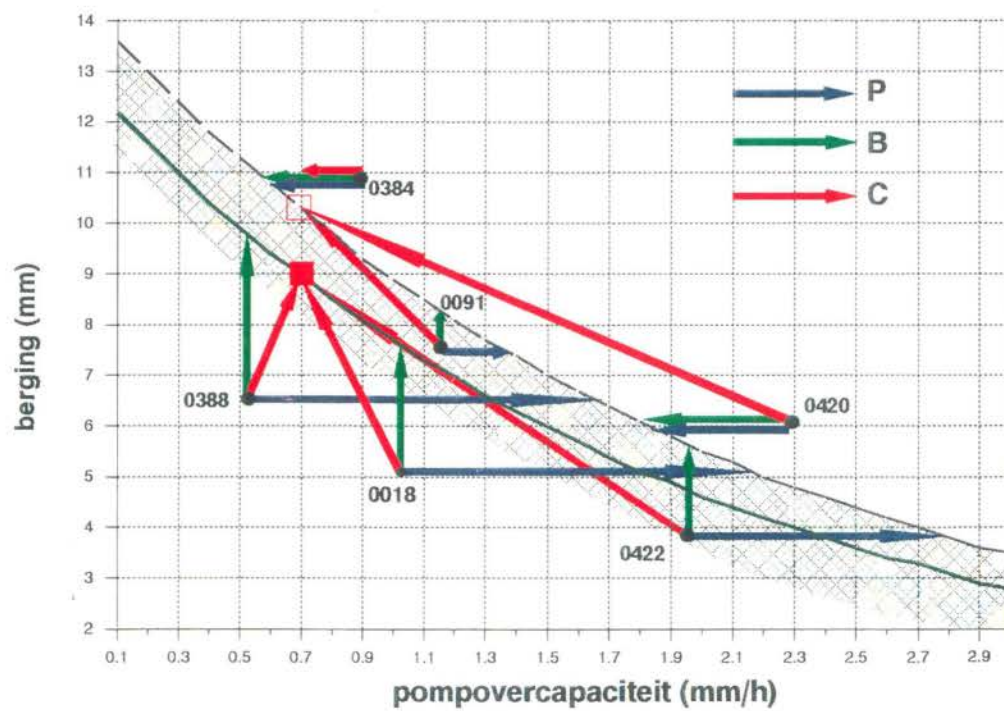
Realisatie van de CUWVO-doelstelling bij gemengde stelsels met een bergbezinkbassin



Afb. 6

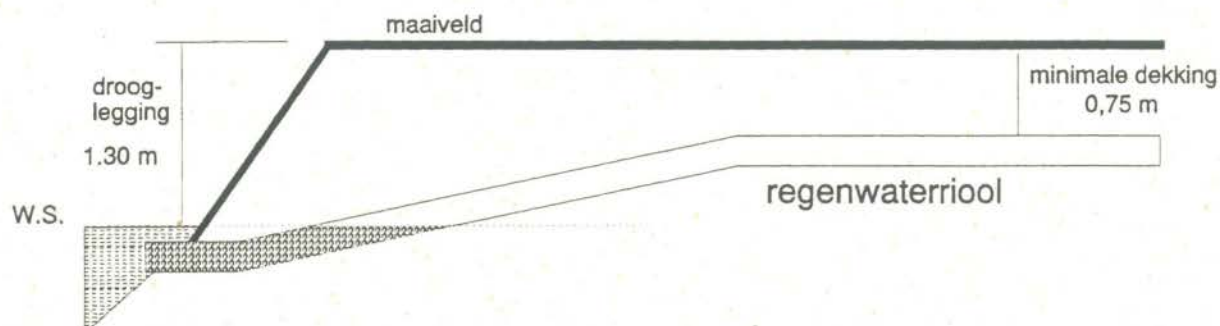
Bepaling van berging en pompoverticiteit volgens verschillende strategieën in een aantal karakteristieke situaties

De nummers geven de codes van de bemalingsgebieden weer



- stelsel zonder BBB ($\square = 10,3$ mm berging bij 0,7 mm/h)
- stelsel met BBB ($\blacksquare$ = CUWVO referentiestelsel, 9 mm berging bij 0,7 mm/h)
- in dit gebied is geen goed functionerend BBB te realiseren

Afb. 7

Niet benutbare berging in de regenwaterriolen

eventuele daarbij optredende locale verschillen. Vanwege het grote potentiële belang van deze optie is strategie C+ geformuleerd, waarbij ervan is uitgegaan dat de afstromende neerslag van alle daken (45% van het verhard oppervlak), al dan niet na behandeling, naar het oppervlaktewater wordt afgevoerd.

Voor de gescheiden stelsel zijn twee specifieke strategieën onderzocht, te weten:

- C (CUWVO) = conform CUWVO aanpassing van de pompovercapaciteit naar 0,3 mm/h en aanvulling van berging tot 4 mm.
- C+ (CUWVO-plus) = als C, waarbij een deel van het verharde oppervlak niet wordt aangekoppeld (zie boven).

De strategieën P en B zijn voor wat betreft de gescheiden stelsels identiek aan strategie C.

De verschillende strategieën onderscheiden zich wat betreft de RI's alleen qua hydraulische belasting. De totale vracht van stikstof en andere vervuiling naar de RI's verandert door de hierboven besproken ingrepen niet noemenswaard. Hydraulische aanpassing van de RI's aan het aanvoerdebiet van de betreffende optimalisatiestrategie betekent vergroting van bezinktanks en pompen, alsmede aanpassing van de aëratietanks teneinde de stikstofverwijdering veilig te stellen. Deze ingrepen zijn strategie-afhankelijk. Daarnaast is uitbreiding van de aëratietanks noodzakelijk om de stikstofverwijdering als geheel op het gewenste niveau te brengen. Deze laatste uitbreidingen en de maatregelen ten behoeve van de verwijdering van fosfaat zijn voor alle strategieën gelijk.

5.4 Maatregelen op de RI's

Op de RI's zijn om verschillende redenen maatregelen noodzakelijk. Om te beginnen dient de hydraulische capaciteit te worden aangepast aan de verwachte maximale wateraanvoer. Verder is uitbreiding van de biologische capaciteit nodig om te voldoen aan de stikstofeisen. Bij het ontwerp van de aëratietanks voor de stikstofverwijdering dient mede rekening te worden gehouden met de wateraanvoer, omdat de verblijftijd in dit proces een belangrijke rol speelt. Tenslotte vergt de verwijdering van fosfaten aparte voorzieningen.

5.5 Onderzochte strategieën

Hieronder zijn de onderzochte strategieën samengevat.

Tabel 1
Overzicht van de strategieën

strategie	gemengde stelsels	gescheiden stelsels
P	pompen tot equivalent cuwvo	100% verhard oppervlak aansluiten
B	bergen tot equivalent cuwvo	100% verhard oppervlak aansluiten
C	cuwvo uitvoeren	100% verhard oppervlak aansluiten
C+	cuwvo uitvoeren	55% verhard oppervlak aansluiten

6 Selectie van de voorkeursoplossing OASA

6.1 Inleiding

Het onderzoek naar de consequenties van de CUWVO-aanbevelingen heeft zich in eerste instantie gericht op de strategiebepaling voor de inzameling. Daarbij is gekeken naar de strategiekeuze voor gemengde stelsels (P, B, of C) en naar de potenties van beperking van het aangesloten verhard oppervlak (C of C+). Tevens zijn de consequenties van de meest aantrekkelijke strategie voor het transportstelsel en de RI's onderzocht. In dat verband zijn, naast de capaciteit, ook de configuratie van het hoofdtransportleidingnet en de locatie van de RI's geëvalueerd. Tenslotte is onderzocht in hoeverre buffering van het afvalwater als aanvullende maatregel soelaas kan bieden voor specifieke capaciteitsproblemen.

Bij de berekening van debieten en capaciteiten is zo veel mogelijk uitgegaan van prognoses voor de autonome ontwikkeling van bevolking, industrie, etc. voor de middellange termijn (peiljaar ca. 2005).

Voor de schatting van de toekomstige droogweerafvoer zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- huishoudens 13 l/(inw.h)
- industrie 1,5 m³/(h.ha)
- sportterreinen 0,5 m³/(h.ha)
- geen lekwater

6.2 Strategiekeuze inzameling

Technische afweging

In de meeste bemalingsgebieden zijn aanpassingen noodzakelijk om de dimensionering in overeenstemming te brengen met de CUWVO-aanbevelingen. De aard en de omvang van de maatregelen verschilt per strategie. Voor het totale stelsel met 390 afzonderlijke bemalingsgebieden zijn de consequenties van CUWVO doorgerekend, rekening houdend met de plaats van ieder gebied in de gelaagde structuur van het stelsel (zie afbeelding 2).

Tabel 2 geeft een algemeen overzicht van de benodigde uitbreidingsmaatregelen voor de drie beschouwde strategieën. Tevens is aangegeven wat de invloed van niet aankoppelen van de daken in gescheiden gerioleerde gebieden zou zijn op de omvang van de maatregelen (strategie C+). Een specificatie van de benodigde rioleringsmaatregelen voor scenario C is opgenomen in bijlage 5.

De benutting van reserves is in tabel 2 verrekend. De naast de uitbreidingen benodigde capaciteitsreducties vormen een substantieel onderdeel van de OASA-maatregelen. In tabel 3 zijn ze nader gespecificeerd.

De totale benodigde extra berging is bij strategie B groter dan bij strategie C⁽¹⁾, omdat bij de eerste overwegend berging in de riolen wordt gerealiseerd, die minder effectief is dan berging in een

Tabel 2
Omvang van de benodigde maatregelen aan riolering transportstelsel en rioolwaterzuiveringsinrichtingen

aard te realiseren maatregel	strategie P	strategie B	strategie C	strategie C+
extra berging in BBB's gemengde stelsels (m ³)	0	7787 ⁽¹⁾	24601 ⁽¹⁾	24601
extra rioolberging in gemengde stelsels (m ³)	0	23972 ⁽¹⁾	3483(1)	3483
extra rioolberging in gescheiden stelsels (m ³)	85000	85000	85000	46750
extra pompcapaciteit gemalen gemengde stelsels (m ³ /h)	10412	0	1007(3,4)	779 ⁽⁴⁾
extra pompcapaciteit gemalen gescheiden stelsels (m ³ /h)	24853 ⁽²⁾	13922 ^(2,5)	15165(3)	8684
te vernieuwen persleidingen ⁽⁶⁾ (km)	98	70	60	47
extra hydraulische capaciteit RI's (m ³ /h)	25729	18274 ⁽⁵⁾	16771	11359

(de nootnummers tussen haakjes verwijzen naar specifieke details van de in de tekst gegeven toelichting)

BBB. Een aantal gescheiden stelsels ontvangt rioolwater uit - grote - gemengde stelsels. Daardoor is de strategiekeuze voor de gemengde stelsels indirect ook van invloed op de benodigde extra pompcapaciteit voor de gescheiden stelsels ⁽²⁾. Omgekeerd ontvangen sommige gemengde stelsels rioolwater van gescheiden stelsels, zodat strategie C+ ook consequenties heeft voor de betreffende gemalen ⁽⁴⁾.

Strategie C resulteert in een paar gevallen in een grotere extra pompcapaciteit dan strategie B, omdat daar de huidige pok lager is dan 0,7 mm/h ⁽³⁾. Zie bijvoorbeeld gebied 0388 in afbeelding 6.

De benodigde vergroting van de hydraulische capaciteit van de RI's is groter dan de uitbreiding van de gemaalcapaciteit ⁽⁵⁾, omdat er in de gemalen momenteel meer reserve zit dan in de RI-capaciteit. Zie tabel 6 voor de absolute capaciteiten van de RI's (aanvoerdebieten).

In een aantal persleidingsecties treedt, als gevolg van de vergroting van de gemaalcapaciteit, een drukval >30 mwk of een stroomsnelheid van meer dan 2 m/s op. Bij de strategieën B, C en C+ gaat het om secties in Noord (Appelweg), Zuid (Diepenbroekstraat) en Westpoort (Noordzeeweg). Bij strategie P is ook de persleiding vanaf Rhijnspoorplein te klein. Tabel 2 vermeldt de totale lengte van de te krappe secties ⁽⁶⁾.

In de specifieke Amsterdamse situatie, met het uitgebreide net van transportleidingen en met slechts beperkte mogelijkheden voor uitbreiding van de RI-capaciteit op twee van de drie locaties, is er een technische voorkeur voor lage debieten en goede benutting van de aanwezige capaciteit. Strategie P, die een omvangrijke uitbreiding van het hoofdtransportstelsel en van de RI's met zich meebrengt, is om die reden niet aantrekkelijk. Strategie B is dat in principe wel, maar door de specifieke dimensies van het

rioolstelsel, met reeds betrekkelijk hoge gemaalcapaciteiten, voldoet strategie C beter aan het streven naar lagere debieten dan strategie B.

Hoewel met strategie C+ de debieten nog verder zouden kunnen worden gereduceerd, kan deze niet als haalbare keuze voor heel Amsterdam naar voren worden gebracht, zolang niet meer bekend is over de kwaliteit van de afstromende neerslag in de verschillende rioleringsgebieden. Strategie C is daarom voor de bestaande stelsels voornamelijk de meest realistische.

Er wordt echter van uitgegaan dat in nieuw in te richten gebieden geen uitlogende materialen meer zullen worden gebruikt, zodat de daken niet hoeven te worden aangekoppeld. In deze gebieden zal strategie C+ worden toegepast. De voordelen van strategie C+ vormen een sterke stimulans voor onderzoek naar de vervuiling van de afstromende neerslag. Naarmate er meer mogelijkheden worden gevonden om ook in de bestaande stelsels neerslag buiten de riolering om te verwerken, zal er een strategische reserve voor de lange termijn ontstaan.

Afweging op kosten

Op basis van globale kostengegevens (bijlage 6 ¹¹⁾ is voor een vergelijking van de strategieën een schatting gemaakt van de investeringskosten van de rioleringsmaatregelen en van de aanpassingen van de RI's. Omdat niet alle locatie-specifieke factoren konden worden meegenomen, is het resultaat indicatief van karakter. Zie tabel 4.

Op dit moment is er nog geen beeld van de exploitatiekosten. In het algemeen werken deze echter in dezelfde richting als de investeringskosten, omdat de kapitaalslasten overwegen. Het onderhoud van BBB's is weliswaar duurder dan van gewone riolering, maar dit geldt eveneens voor de extra berging in de riolen, aangezien deze sterker vervuult dan een hydraulisch

Tabel 3
Noodzakelijke reductie van gemaalcapaciteit

capaciteitsreductie (naar links gerichte pijlen in afbeelding 6)	strategie P	strategie B	strategie C	strategie C+, daken niet aangekoppeld
pompcapaciteit gemalen gemengd (m ³ /h)	233	458	5567	6077
pompcapaciteit gemalen gescheiden (m ³ /h)	3228	3446	3658	5490
totaal te reduceren gemaalcapaciteit (m ³ /h)	3461	3904	9225	11567

slank stelsel. Verondersteld mag worden dat de exploitatiekosten voor de beide vormen van aanvullende berging elkaar weinig zullen ontlopen. Voor de strategiekeuze kan daarom zonder bezwaar van de investeringskosten worden uitgegaan.

Tabel 4 geeft aan dat de op technische gronden uitgesproken voorkeur voor beperking van pompcapaciteiten wordt ondersteund door kostengegevens. Strategie C heeft de laagste debieten en blijkt tevens goedkoper dan de strategieën P en B. Verder is duidelijk dat door beperking van het aan te sluiten verhard oppervlak nog grote besparingen zouden kunnen worden bereikt (strategie C+, zonder de daken in gescheiden gerioleerde gebieden). Met de hierboven beschreven gecombineerde strategie C/C+, wordt een deel van deze besparingen gerealiseerd. Zie tabel 5.

De investeringskosten voor aanpassing van de RI's aan de eisen m.b.t. stikstofverwijdering bedragen ca. f 50 miljoen. Dit bedrag is exclusief de consequenties van grotere hydraulische belasting voor het ontwerp van de aëratietanks, die voor strategie C ca. f 22 miljoen bedragen. De investeringskosten voor fosfaatverwijdering zijn geraamd op f 5,7 miljoen. De exploitatiekosten van de defosteringsinstallaties zijn geraamd op f 2,4 miljoen per jaar ^{12,13)}.

6.3 Consequenties voor hoofdtransportstructuur en RI's

In tabel 6 is de resulterende maximale aanvoer op de RI's vergeleken met de actuele capaciteit op de betreffende locaties. Hieruit blijkt dat drie van de vier RI's aanzienlijk zouden moeten worden uitgebreid, het sterkst bij strategie P. Dit illustreert nog eens de voorkeur voor strategie C en de relevantie van strategie C+. Echter ook bij deze laatste strategieën is realisering van de noodzakelijke uitbreidingen op de RI's-Zuid en Oost niet eenvoudig. Daarom is een herverdeling van het afvalwater over de RI's onderzocht.

Behalve in Westpoort is er binnen Amsterdam geen bruikbare locatie beschikbaar voor een nieuwe RI. De meest vergaande variant is centralisatie van alle RI-capaciteit in Westpoort, waarbij RI-Oost en RI-Zuid worden opgeheven (variant 1). Bij de varianten 2 en 3 wordt RI-Zuid vervangen door een nieuwe RI in Westpoort. Aangezien de meest aantrekkelijke route naar Westpoort via de Stadhouderskade loopt, kan, hiervan gebruikmakend, tevens het gemeaal Weteringplantsoen worden aangesloten. Dit betekent een ontlasting van RI-Oost (variant 2). Bij variant 3 blijft het gemeaal Weteringplantsoen afvoeren naar RI-Oost en wordt IJburg aangesloten op RI-Westpoort. Dit laatste heeft onder meer als voordeel dat RI-Oost zoveel mogelijk het rioolwater uit de gemengde stelsels ontvangt, hetgeen beter past bij de gewenste verhoudingen tussen hydraulische en biologische

Tabel 4

Globale vergelijking van de investeringskosten van de maatregelen per strategie (in miljoenen guldens)

aard maatregel	strategie P	strategie B	strategie C	strategie C+
extra berging in BBB	0	16	35	35
extra berging in gemengd riool	0	36	5	5
extra berging in gescheiden riool ¹	255	255	255	140
extra pompcapaciteit gemalen	57	39	40	29
totaal extra riolering	312	345	335	209
vervangen te krappe persleidingen	196	140	120	94
extra hydraulische capaciteit RI's ²	257	183	168	114
totaal extra afvalwatersysteem	765	668	623	417

¹ exclusief kosten van regenwaterafvoer en -behandeling.

² ongeacht locatie en exclusief basiskosten N- en P-verwijdering.

tabel 5

**Besparingen op de te nemen maatregelen in het kader van strategie C/C+
(ten opzichte van strategie C)**

aard maatregelen ¹	beperking omvang	besparing (miljoenen guldens)
berging in gescheiden stelsels (m ³)	13263	40
pompcapaciteit gemalen gescheiden stelsels (m ³ /h)	1990	5
capaciteit RI's (m ³ /h)	2776	28

¹ De omvang en kosten van overige maatregelen blijven ongewijzigd t.o.v. de gegevens onder strategie C in tabel 2 en tabel 4.

Tabel 6

Hydraulische belasting van de RI's

	huidige capaciteit (m ³ /h)	maximale aanvoer (m ³ /h)				
		strategie P	strategie B	strategie C	strategie C+	strategie C/C+
RI-Oost	19000	32578	25241	23690	22557	23249
RI-Westpoort H	5200	6070	6070	6054	5200	6054
RI-Westpoort I	2000	10015	10015	10192	7858	7858
RI-Zuid	3600	6765	6648	6535	5443	6535
totaal	29800	55429	47974	46471	41059	43695

capaciteit. Variant 4 betreft het opheffen van RI-Zuid en transport van de locatie Zuid naar RI-Oost via de Watergraafsmeer. Als variant 5 is een oplossing beschouwd, waarbij RI-Zuid in bedrijf blijft (eventueel met verhoogde capaciteit) en alleen een beperkte uitbreiding op RI-Oost wordt gerealiseerd. Deze variant is niet mogelijk bij de strategieën P en B, omdat dan geen gebruik kan worden gemaakt van een deel van de bestaande infrastructuur. Ze is speciaal geënt op strategie C.

Samenvatting van de varianten (zie afbeelding 8):

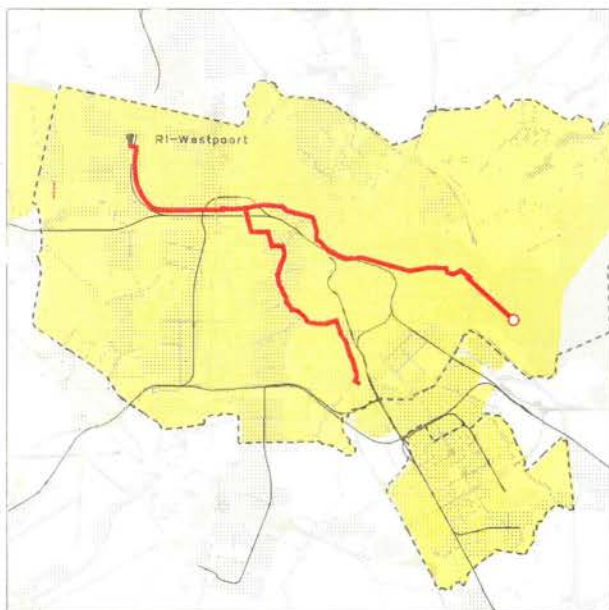
- 1 Zuid + Oost naar RI-Westpoort;
- 2 Zuid + gemaal Weteringplantsoen naar RI-Westpoort;
- 3 Zuid + IJburg naar RI-Westpoort;
- 4 Zuid naar RI-Oost via Watergraafsmeer;
- 5 RI-Zuid handhaven en RI-Oost beperkt uitbreiden

De kosten van de transportleidingen bij de verschillende varianten zijn globaal geraamd. Er is geen rekening gehouden met de resterende boekwaarde van de RI's, sloopkosten, eventuele opbrengst van de vrijkomende terreinen, etc. Uit tabel 7 blijkt dat de benodigde investeringen voor het transport van rioolwater over grote afstanden van dezelfde orde van grootte zijn als de investeringen in de riolering of de zuivering, ca. 200 miljoen gulden. Het is dan ook uit kosten oogpunt onaantrekkelijk om RI-Zuid als RI buiten gebruik te stellen en het afvalwater over grote afstand te gaan transporteren. Variant 5, waarbij RI-Zuid als RI in bedrijf blijft, en alleen het surplus rioolwater naar RI-Oost wordt afgevoerd, maakt grotendeels gebruik van bestaande leidingen. De investeringen bedragen daardoor slechts ca. f 29 miljoen.

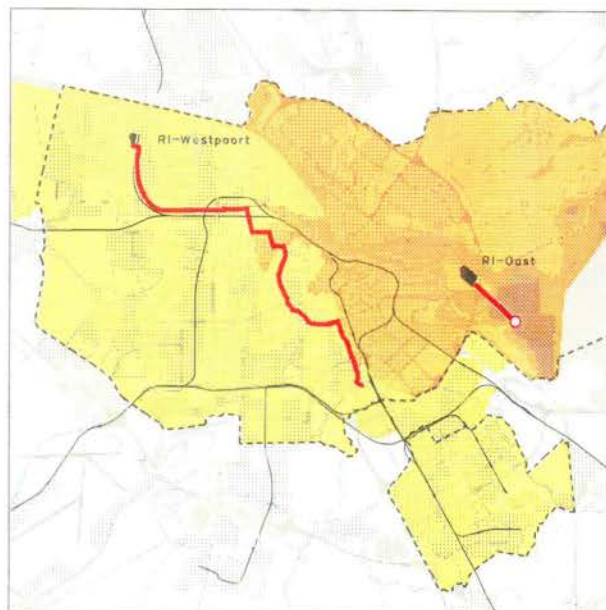
Tabel 7

Kostenindicatie voor de verschillende transportroutes (in miljoenen guldens)

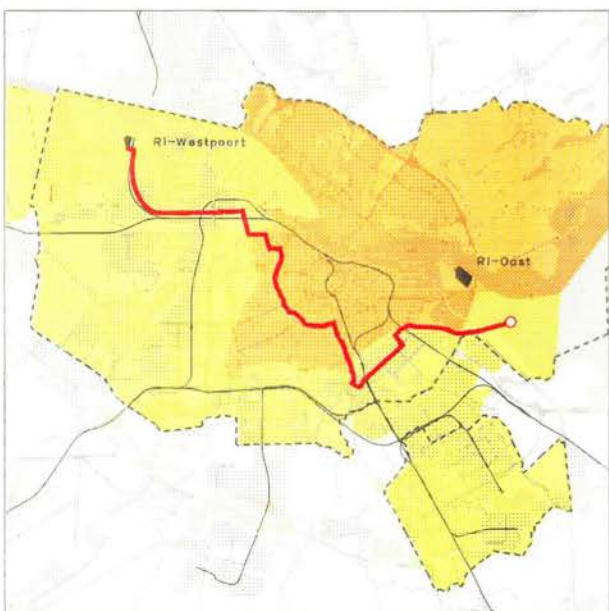
variant	1	2	3	4	5
	alles naar RI-Westpoort	zuid + IJburg naar RI-Westpoort	zuid + Weteringplantsoen naar RI-Westpoort; IJburg naar RI-Oost	Zuid naar RI-Oost	RI-Zuid handhaven en RI-Oost beperkt uitbreiden
transportleidingen	186	173	129	66	25
gemalen	44	11	11	11	4
totaal transportstelsel	230	184	140	77	29



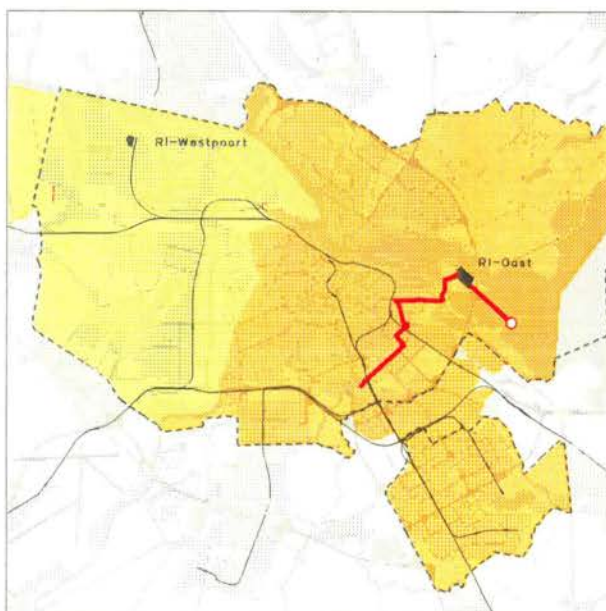
Zuid + Oost naar RI-Westpoort (1)



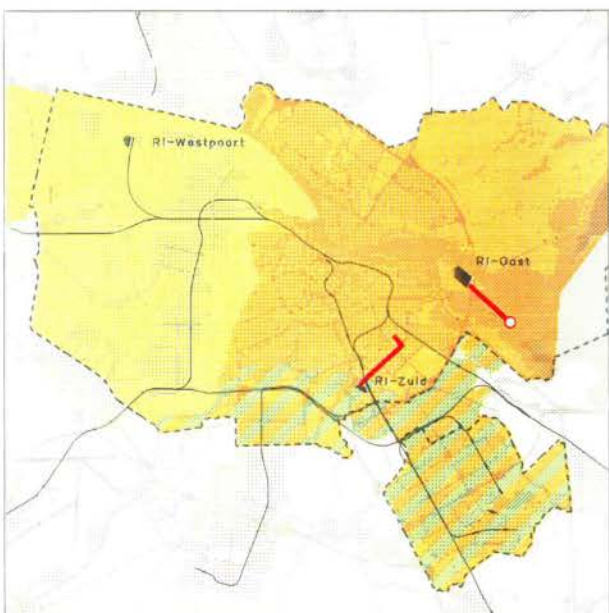
Zuid + gemaal Weteringplantsoen naar RI-Westpoort (2)



Zuid + IJburg naar RI-Westpoort (3)



Zuid naar RI-Oost via Watergraafsmeer (4)



RI-Zuid handhaven en RI-Oost beperkt uitbreiden (5)

afb. 8

Samenvatting van de varianten



Variant 5 is veruit de goedkoopste oplossing en geniet de voorkeur. Ze is alleen realiseerbaar binnen strategie C. Uitvoering van strategie C+ zal de technische complicaties van de – beperkte – uitbreiding op Oost nog enigszins kunnen verlichten. Verder valt te overwegen om het omleiden van een deel van de afvalwaterstroom naar RI-Westpoort in variant 5 te integreren. Daarvoor zouden bijvoorbeeld de gemalen Jacob Catskade en Visseringstraat kunnen worden gekozen. Ook aansluiting van een deel van de IJ-oever op RI-Westpoort is niet ondenkbaar.

6.4 Buffering

Tenslotte is onderzocht in hoeverre het transportstelsel en RI-Oost zouden kunnen worden ontlast door het gebruik van centrale regenwaterbuffers. Hierbij wordt een deel van de regenweerafvoer tijdelijk opgevangen en na afloop van de bui alsnog verder getransporteerd. De tanks van de voormalige RI-Noord kunnen mogelijk hiervoor worden ingezet. Uit het onderzoek is gebleken dat benutting van de ca. 8000 m³ daar nog aanwezige tankinhoud de piekafvoer naar RI-Oost met ca. 1000 m³/h kan reduceren¹⁸⁾. De capaciteit van de gemalen in Noord dient daarbij wel groter te worden gekozen dan voor strategie C is bepaald, om te zorgen voor een voldoende grote vulsnelheid van de buffer. In principe kunnen ook op andere plaatsen buffers worden geprojecteerd. Daarbij valt te denken aan een beschikbare kelder bij het gemaal Jonas Daniël Meyerplein, maar ook aan de RI's-Oost en -Zuid. Onderzoek naar deze mogelijkheden is gaande.

6.5 Voorkeursoplossing OASA

Voor invulling van de door CUWVO aanbevolen richtlijnen geniet strategie C/C+ in combinatie met transportvariant 5 de voorkeur. Voor de nieuwe stelsels van IJburg en Westpoort I wordt strategie C+ aangehouden; voor overige (bestaande) stelsels strategie C. Het streven naar lage afvoerdebieten is niet geheel in lijn met de globale conclusie van een onlangs in opdracht van VROM verricht algemeen onderzoek¹⁴⁾, waar werd gewezen op de gunstige kosteneffectiviteit van een (relatief) hoge pompovercapaciteit. De reden voor dit afwijkende beeld is gelegen in verschillen in de

gehanteerde uitgangspunten (OASA vs. VROM-studie), met name:

- uitbreiding van bestaand stelsel vs. nieuwe aanleg;
- gelaagde structuur vs. enkelvoudige bak;
- specifieke kostengegevens vs. algemene kostenkanten.

Op grond van de technische evaluatie worden de volgende maatregelen voorgesteld (zie tabel 8). Met de genoemde keuze wordt de grote lijn vastgelegd. Dit neemt natuurlijk niet weg dat bij nadere uitwerking kan blijken dat vanwege specifieke lokale omstandigheden in sommige gevallen een andere oplossing aantrekkelijker is. De geraamde kosten zijn zeer globaal en indicatief voor de orde van grootte van de investeringen.

Bij deze maatregelen wordt een groot deel van de in de riolering aanwezige reserves benut. Eventuele verder mogelijke debietreductie door het niet aankoppelen van verharde oppervlakken, sturing van rioolgemalen of als gevolg van vertraging in de autonome ontwikkeling wordt als strategische reserve beschouwd, die kan worden gebruikt om tegenvallers op te vangen of om extra besparingen te realiseren.

Alvorens een gefundeerde beslissing kan worden genomen over al dan niet aankoppelen van concrete verharde oppervlakken in bestaande gescheiden stelsels, is onderzoek nodig naar de kwaliteit van de afstromende neerslag in relatie met een aantal (gebiedspecifieke) factoren als materiaal en verkeersintensiteit. Bij de fasering van de uitbreiding van de RI's moet hierop worden ingespeeld. Voor nieuwe gebieden is het weren van relatief schone afstromende neerslag uit de riolering als uitgangspunt gekozen. Verkeer en materiaalkeuze zijn daar stuurvariabelen. Het oppervlaktewater wordt beschermd door de neerslag zonodig bovendien adequaat decentraal te behandelen.

De realiseringstermijn van de maatregelen is verschillend. Fosfaatverwijdering op de RI's is per 1-1-1995 operationeel geworden. Voor de maatregelen aan de gemengde rioolstelsels is een uitvoeringstijd van ca. 10 jaar het meest realistisch. Dit heeft te maken met voorbereidingstijd, logistieke beperkingen en de wens om lering te trekken uit de opgedane ervaringen van de als eerste uitgevoerde maatregelen. In deze periode zullen ook de stikstofverwijde-

Tabel 8

Overzicht van maatregelen binnen de voorkeursoplossing

deelsysteem en nr.	omschrijving	globale kosten (miljoenen gulden)
Inzameling		
1	in de gemengde rioolstelsels de pompcapaciteit aanvullen of reduceren tot 0,7 mm/h; de berging aanvullen tot 10,3 mm. Wanneer 2 mm berging in BBB's kan worden gerealiseerd is aanvulling tot 9 mm totale berging voldoende;	41
2	in de gescheiden rioolstelsels 0,3 mm/h pompoevercapaciteit installeren en ca. 2 mm aanvullende berging realiseren;	255 ²
Transport		
3	de capaciteit van delen van de bestaande persleidingen uitbreiden;	120 ¹
4	een koppelleiding leggen waarmee het surplus van op RI-Zuid aangevoerd rioolwater naar RI-Oost kan worden getransporteerd;	29
Behandeling van afvalwater		
5	de RI's-Oost, -Zuid, -Westpoort H en -Westpoort I hydraulisch uitbreiden met als einddoel de in tabel 5 onder strategie C genoemde capaciteiten;	139 ^{1,2}
6	de RI's-Oost, -Zuid, -Westpoort H en -Westpoort I aanpassen aan de eisen m.b.t. verwijdering van N en P.	50
totaal		634

^{1,2} Deze bedragen kunnen lager uitvallen door toepassing van buffering (¹) of door, ook in bestaande stelsels, niet alle verhard oppervlak aan te sluiten (²). Naar de concrete mogelijkheden moet onderzoek worden verricht. Per saldo zijn deze aanpassingen kostenneutraal of voordelig.

ring en de belangrijkste hydraulische aanpassingen op de RI's worden uitgevoerd.

Aanpassingen aan de gescheiden stelsels zullen plaatsvinden bij gelegenheid van de grootschalige renovatie van deze stelsels, aan het einde van de technische levensduur. Deze laatste maatregelen strekken zich derhalve uit over een periode van ca. 60 jaar.

7 Milieurendement

7.1 Inleiding

Het milieurendement van de voorgestelde maatregelen speelt een belangrijke rol in de afweging ervan tegenover andere door de gemeente te nemen maatregelen. In dit hoofdstuk worden de gevolgen aangegeven voor de stromen in het stedelijk afvalwatersysteem en voor de belasting van het ontvangende oppervlaktewater.

7.2 Afname van de rioolemissies en toename van de effluentvracht

Op grond van de geloosde waterhoeveelheden uit de gemengde en gescheiden stelsels en van concentratiegegevens uit de NWRW-onderzoeken te Bodegraven (gemengd, ¹⁵) en Heerhugowaard (verbeterd gescheiden ¹⁶), zijn de jaarvrachten van de rioolwaterlozingen geschat. In tabel 9 zijn de gehanteerde uitgangspunten samengevat (zie kader).

Bij de gemengde stelsels moet onderscheid worden gemaakt tussen momenteel te ruim gedimensioneerde stelsels, waarvan het lozingsvolume enigszins zal toenemen en te krappe stelsels, waarvan het lozingsvolume zal afnemen door implementatie van CUWVO. Tuindorp Oostzaan en stelsels in de Watergraafsmeer en in Waterland zijn voorbeelden van te krappe stelsels. Door de werking van de te installeren BBB's daalt in alle gevallen de vuilvracht aanzienlijk, ook al neemt het jaarlijks overstortvolume enigszins toe. De resterende belasting varieert per bemalingsgebied en bedraagt, afhankelijk van de huidige dimensionering van het systeem, 25-90% van de actuele waarde. Door de ombouw van gescheiden stelsel naar verbeterd gescheiden stelsel neemt het jaarvolume van de regenwaterlozingen met ca. 80% af. De vuilvracht van dit type stelsels daalt per saldo iets minder, omdat de resterende lozingen gemiddeld meer vervuild zijn ¹⁷.

Schoon in - vuil uit

Op zichzelf is het opmerkelijk dat, zoals blijkt uit de in tabel 9 vermelde effluentconcentraties, de aanvoer van - schoon - regenwater naar de RI leidt tot een toename van het effluent-CZV. De oorzaak daarvan moet worden gezocht in de bezinkingsprocessen in de nabezinktank van de RI, die bij verhoogde wateraanvoer minder efficiënt verlopen. Als gevolg daarvan worden, ongeacht de vervuilingsgraad van het influent, bij regenaanvoer de fijnste fracties van het actief slib uitgespoeld. Dit heeft verder geen invloed op de biologische afbraak, maar het betekent wel een tijdelijke verslechtering van de effluentkwaliteit.

Wanneer, zoals bij de ombouw van gescheiden naar verbeterd gescheiden stelsel het geval is, de gemiddelde hydraulische belasting van de RI stijgt, resulteert dit in een toename van de jaarlijkse effluentvracht. Een deel van de neerslag zal dan niet als run-off via de regenwateruitlaten van het gescheiden stelsel het oppervlaktewater bereiken (met een CZV = 33 mg/l), maar als relatief minder schoon RI-effluent (CZV = 58 à 77 mg/l). De totale belasting van het oppervlaktewater door neerslag uit de gescheiden gerioleerde gebieden neemt daardoor toe.

Bij de gemengde stelsels neemt door de besproken riooltechnische maatregelen de totale belasting van het oppervlaktewater daarentegen af, omdat de effluentkwaliteit bij regen (CZV = 58 à 77 mg/l) beter is dan de samenstelling van het ruwe overstortwater (CZV = 139 mg/l). Het gaat hier echter om veel kleinere volumina, zodat voor Amsterdam als geheel de gescheiden stelsels zorgen voor een netto toename van de totale vuillast.

Tabel 9

Vergelijking van de effluentkwaliteit bij regen en de gemiddelde samenstelling van overstortwater en de directe regenwaterlozing

	water (mm/a)	CZV (mg/l)	N _{ki} (mg/l)	Zn (µg/l)	referentie
mediane concentraties rioolwaterlozingen					
uitworp gemengd stelsel (zonder BBB)	variabel	139	8,9	356	Bodegraven ¹⁵⁾
uitworp gemengd stelsel (met BBB)	35	82	7,8	214	Bodegraven ¹⁵⁾
uitworp gescheiden stelsel	700	33	2,1	85	Heerhugowaard ¹⁶⁾
uitworp verbeterd gescheiden stelsel	130	36	1,8	233	Heerhugowaard ¹⁶⁾
mediane concentraties effluent (zie bijlage 7)					
biologische behandeling (dwa),		58	2,8	105	RI-Oost 1987-1994
biologische behandeling (2*dwa),		77	5	115	RI-Oost 1987-1994

De vrachtreductie voor Amsterdam als geheel is in tabel 10 weergegeven.

Tabel 10

Resterende rioolemissies voor geheel Amsterdam ten opzichte van de situatie 1990, uitgesplitst naar stelseltype

stelseltype	jaarvracht CZV	jaarvolume
gemengd	43%	73%
(verbeterd) gescheiden	34%	19%
totaal	36%	21%

Door de ombouw van gescheiden naar verbeterd gescheiden stelsel wordt een deel van de directe rioolwaterlozingen uit de woongebieden naar de effluentlozingspunten van de RI's verplaatst. Hierdoor stijgt de gemiddelde hydraulische belasting van de RI en gaat de effluentkwaliteit enigszins achteruit (zie kader). Daarentegen zullen de maatregelen ten behoeve van de verwijdering van stikstof en fosfaat op de RI's leiden tot een daling van het gemiddelde effluent-CZV. Het netto effect van deze beide ontwikkelingen op de effluentkwaliteit zal naar verwachting licht positief zijn: een daling van het gemiddelde effluent-CZV van 58 naar 56 mg/l (zie bijlage 6).

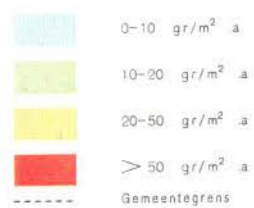
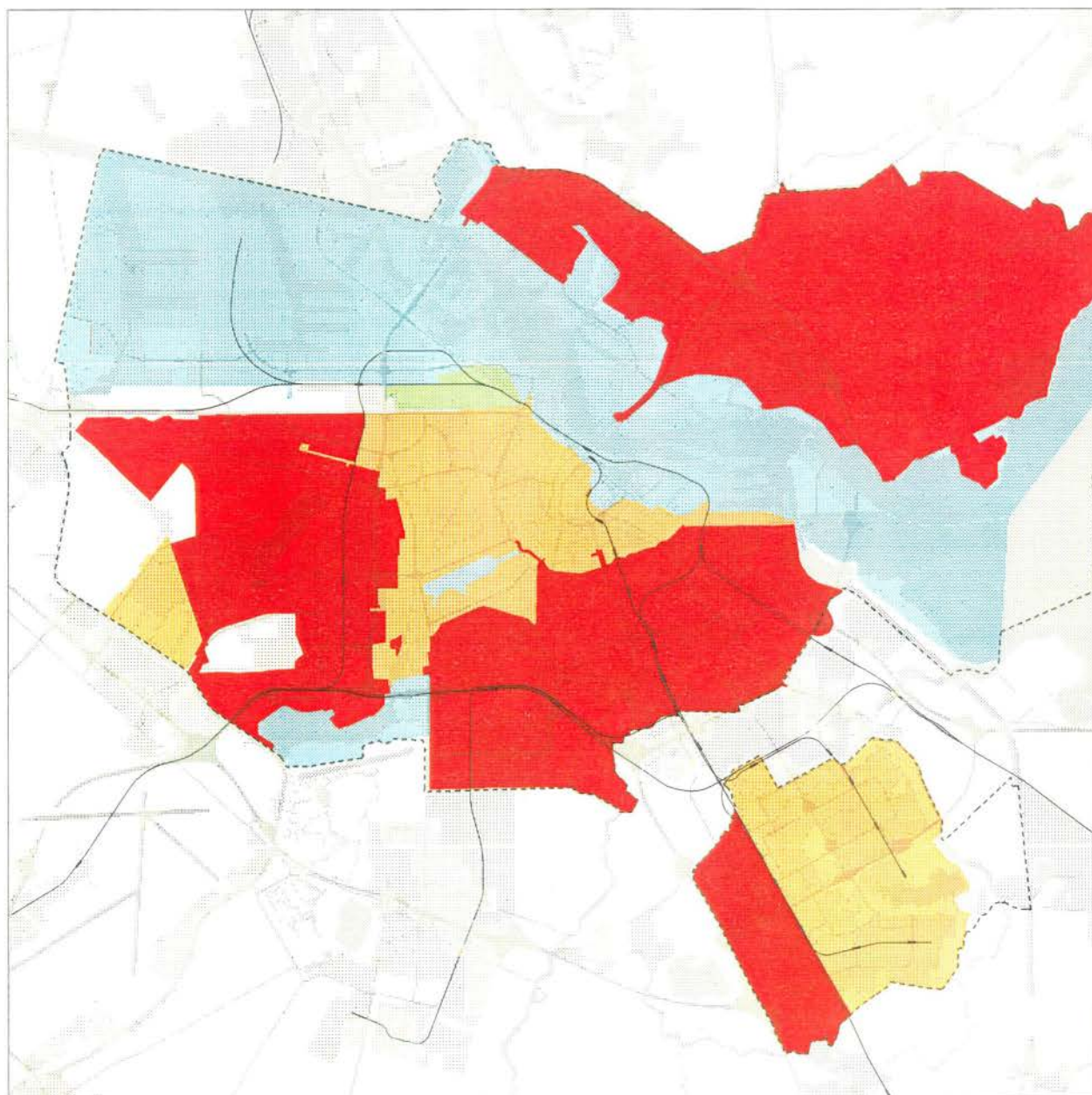
Aangezien de hoeveelheid effluent aanzienlijk zal toenemen, stijgt de CZV-belasting van het oppervlaktewater. Dit laatste hoeft echter niet te betekenen dat de kwaliteit van het oppervlaktewater achteruit gaat, aangezien de lozingen van klein naar groot oppervlaktewater worden verplaatst. De gevolgen voor het oppervlaktewater zijn verder uitgewerkt in paragraaf 7.3.

In tabel 11 is de verwachte reductie van de directe rioolemissies vergeleken met de erdoor veroorzaakte toename van de effluentvracht. Ruwweg is de toename van de effluentvracht tweemaal zo groot als de afname van de rioolemissies en – vergeleken met de totale effluentjaarvracht – niet onaanzienlijk.

7.3 Belasting van het oppervlaktewater

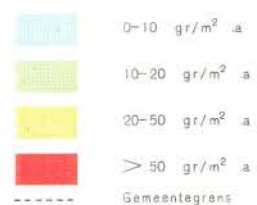
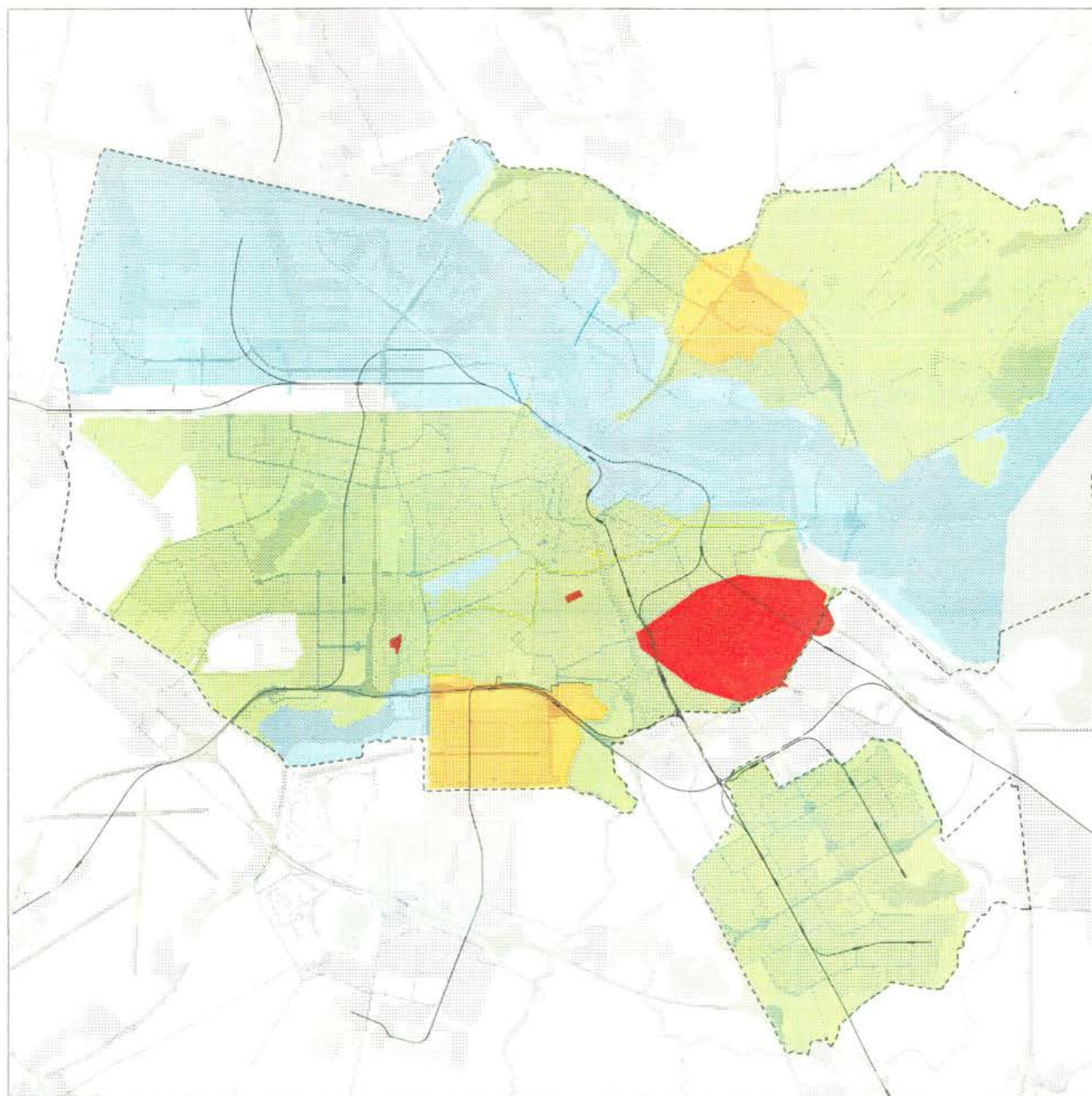
In de afbeeldingen 9 en 10 is voor de belangrijkste watersystemen met kleuren de CZV-belasting per m² oppervlaktewater weergegeven, zowel voor de huidige situatie (afbeelding 9) als na de implementatie van CUWVO (afbeelding 10). Duidelijk is, dat voor de meeste watersystemen met de door CUWVO voorgestane maatregelen een belangrijke daling van de belasting (immissie) wordt bereikt. Op basis van onderlinge vergelijking van de resultaten springen drie watersystemen er nog relatief ongunstig uit (rode kleur in afbeelding 10). Het Sarphatipark en het Huis te Vraag zijn zeer kleine oppervlaktewateren, waarop geen overstortwater zou mogen worden geloosd. Voor de Watergraafsmeer geldt dat, hoewel aan CUWVO is voldaan, er nog sprake zal zijn van een relatief aanzienlijke belasting met rioolwaterlozingen. Aanvullende maatregelen lijken hier gewenst. Omdat er sprake is van klein oppervlaktewater in relatie tot de omvang van het bemalingsgebied, is hier te overwegen om het overstortwater af te leiden naar groter ontvangend water, dat eveneens een ruimere kwaliteitsdoelstelling heeft. In de overige stedelijke polders is de resterende belasting uit de riolering gering. Hetzelfde geldt voor het Vondelpark. Niettemin is hier, gegeven

Afb. 9

Huidige belasting van het oppervlaktewater door rioolemissies

Afb. 10

**Na de implementatie van CUWVO resterende belasting
van het oppervlaktewater door riolemissies**



Tabel 11

Reductie van riolemissies en van de toename effluentvracht

	volume (miljoen m ³ /a)	CZV-vracht (ton/a)	zink (ton/a)
totale afname rioolwaterlozingen op het stedelijk watersysteem	13,4	476	0,8
toename effluentvracht door neerslag via de RI's (op boezems Amstelland en NZK)	13,4	978	1,5
totale effluentjaarvracht Amsterdamse RI's (incl. P en N-verwijdering)	137	7731	15

de recreatieve functie van het parkwater, afleiding van het overstortwater op zijn plaats.

Voor de boezemwateren - stadsboezem, Noordzeekanaalboezem (inclusief Havens-West) en de boezems van Rijnland en Amstelland - is de resterende belasting door rioolwaterlozingen van geringe betekenis. Ook de toename van de vuilvracht van de effluentlozingen heeft geen noemenswaardig effect. De kleur van deze watersystemen in afbeelding 10 verandert er niet door. Een kwantitatieve onderbouwing is nog in bewerking.

Op grond van het bovenstaande wordt verwacht dat na uitvoering van de besproken riooltechnische maatregelen de resterende rioolwaterlozingen direct noch indirect een significante belasting voor de ontvangende wateren zullen vormen. De vraag in hoeverre de maatregelen ook afdoende zullen zijn om de waterkwaliteitsdoelen te realiseren komt in paragraaf 7.4 aan de orde.

7.4 Kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodembodem

De kwaliteitsdoelstellingen van oppervlaktewater en waterbodembodem zijn de uiteindelijke rechtvaardiging voor het nemen van maatregelen aan het afvalwatersysteem. De emissiedoelstelling en dimensioneringseisen dienen tegen deze achtergrond te worden beoordeeld.

In de Nota waterbeheer ⁴⁾ zijn op basis van het milieurendement (kosten-effectiviteit) prioriteiten voor riooltechnische maatregelen reeds globaal ingeschat. Daarbij zijn randvoorzieningen in de stedelijk-agrarische en in de stedelijke polders en het aankoppelen van drukke wegen in

de boezemgebieden hoger geplaatst dan andere maatregelen, zoals randvoorzieningen in de boezemgebieden en de ombouw tot verbeterd gescheiden stelsel. Het OASA-resultaat tot nu toe bevestigt deze rangorde in grote lijnen.

Het is duidelijk dat maatregelen aan rioolstelsels die op de stedelijke boezems lozen een gering milieurendement hebben. In de stedelijke polders is het milieurendement sterk afhankelijk van de lokale condities. In de Watergraafsmeer en in delen van Amsterdam-Noord mag van de CUWVO-maatregelen een significante verbetering worden verwacht. Dit laatste geldt ook voor de wateren in de parken.

Een meer onderbouwde en specifieke uitspraak over het milieurendement van de riooltechnische maatregelen in de stedelijke polders is alleen mogelijk, wanneer de achtergrondvervuiling in beschouwing wordt genomen en een globale kwantitatieve voorspelling van de waterkwaliteit wordt gemaakt. Het in de Nota Waterbeheer gegeven voorbeeld voor de Sloterpolder dient daartoe te worden aangevuld met gebiedsspecifieke water- en stofbalansen voor de andere polders. Op grond daarvan zal kunnen worden aangegeven of de kwaliteit van oppervlaktewater en waterbodembodem door CUWVO significant zal verbeteren en in hoeverre daarmee de doelstelling uit de Nota waterbeheer kan worden gerealiseerd. Deze informatie is nodig om tot een prioriteitsstelling van de besproken maatregelen te komen.

Het milieurendement van verwijdering van stikstof en fosfaten op de RI's is bij de voorbereiding van de internationale afspraken over de sanering van de Noordzee uitgebreid aan de orde geweest. Het is duidelijk dat de maatregelen op de Amsterdamse RI's op zich niet voldoende zijn om de Noordzee te beschermen. De genoemde afspraken hebben tot doel om

zeker te stellen dat alle betrokkenen hun bijdrage aan de bestrijding van de eutrofiëring van de Noordzee zullen leveren. Tegen die achtergrond zijn de – overigens verplichte – maatregelen zeker zinvol.

7.5 Grondwater

Via lekkende riolen kan uitwisseling met het grondwater optreden. Infiltratie van rioolwater in de bodem leidt tot bodem- en grondwaterverontreiniging en is daarom ongewenst. Er zijn momenteel geen concrete aanwijzingen voor een relatie tussen lekkende riolering en de – slechte – grondwaterkwaliteit. Omgekeerd verhoogt in het riool intredend grondwater de hydraulische belasting van het transportstelsel en de RI's. In Amsterdam, waar de riolen in het grondwater liggen, is de kans op intredend water het grootst. Bij de ten behoeve van OASA uitgevoerde inventarisaties is gebleken dat de bijdrage van grondwater aan de rioolwaterstromen van weinig betekenis is. Het aandeel in de aanvoer van RI-Oost is geschat op ca. 700 m³/d, dat is minder dan 10% van de droogweeraanvoer. Hierin zou verandering kunnen komen bij voortzetting van het huidige beleid, waarbij drainage met de riolering wordt meegelegd. Gebleken is echter, dat dit beleid onvoldoende resultaten voor bestrijding van grondwateroverlast zal opleveren. In het Grondwaterplan⁶⁾ wordt nu verschuiving naar bouwkundige maatregelen voorgesteld.

Er kan worden geconcludeerd dat de gevolgen voor het grondwater van de in het kader van OASA te nemen maatregelen beperkt zijn. Hierbij is aangenomen, dat bij de eventuele ombouw van gescheiden stelsels de drainagefunctie anders wordt ingevuld.

8 Conclusies en aanbevelingen

Op grond van de voorgaande evaluatie kan in het algemeen het beste aan de aanbevelingen van CUWVO en aan de eisen ten aanzien van stikstof- en fosfaatverwijdering worden voldaan door:

- bij nieuwe aanleg van riolering uit te gaan van een aan het referentiestelsel gelijkwaardig ontwerp, waarbij 'schoon' verhard oppervlak niet wordt aangekoppeld;
- bij bestaande gemengde rioolstelsels in de loop van een periode van ca. 10 jaar de pompovercapaciteit te brengen op 0,7 mm/h en de berging op 9 mm, waarvan 2 mm in een BBB. Meestal betekent dit terugregelen van de bestaande gemaalcapaciteit en de bouw van bergbezinkbassins en/of aanvullende berging in de riolering. Daarmee wordt de door CUWVO genoemde termijn van 1998 ruim overschreden;
- de bestaande gescheiden stelsels in een periode van ca. 60 jaar om te bouwen tot verbeterd gescheiden stelsels, waarbij prioriteit wordt gegeven aan de aansluiting van verhard oppervlak waarvan de afstromende neerslag relatief vuil is, zoals drukke verkeerswegen;
- te onderzoeken in hoeverre op de bestaande gemengde stelsels relatief 'schoon' verhard oppervlak is aangesloten, dat zonder gevaar voor het ontvangend water kan worden afgekoppeld;
- pieken in de afvoer van afvalwater en neerslag ten dele op te vangen in buffers;
- het transportsysteem op beperkte schaal aan te passen aan de verwachte autonome ontwikkelingen;
- de RI's aan te passen op de huidige locaties tot een hydraulische capaciteit van ca. 30000 m³/h op de locaties Oost en Zuid samen en ca. 14000 m³/h op de locatie Westpoort;
- de stikstofverwijdering op de RI's in samenhang hiermee binnen 10 jaar te realiseren.

De investeringskosten - in miljoenen guldens - zijn globaal geraamd op:

	totaal	1995-2005	na 2005
inzameling	296	83	213
transport	149	25	124
RI's-hydraulisch	139	23	116
RI's-N en P-verwijdering	50	50	
totaal	634	181	453

Met de besproken maatregelen worden de directe rioolemissies meer dan gehalveerd. Voor kwaliteit van het stedelijk polderwater en de waterbodem worden over de hele linie positieve effecten verwacht. Effecten op de stedelijke boezems zullen gering zijn, omdat hier andere invloeden, waaronder effluentlozingen, domineren. Door de implementatie van de CUWVO-aanbevelingen neemt de restvervuiling van het effluent weliswaar toe, maar dit heeft geen significant effect op de kwaliteit van het oppervlaktewater waarop het effluent wordt geloosd.

In de Nota waterbeheer was op basis van zeer globale informatie een kostenindicatie van ca. f 1 miljard gegeven. Deze optimalisatiestudie leidt tot de – overigens nog steeds globale – conclusie, dat het beoogde (tussen)doel bereikt kan worden met f 600 à 650 miljoen. Daarin zijn dan tevens begrepen de kosten voor de verwijdering van stikstof en fosfaat.

De resterende belasting van het oppervlaktewater is zodanig dat directe rioolwaterlozingen in het algemeen niet langer een belangrijke bron van waterverontreiniging zullen vormen. Bij de uitwerking van de maatregelen dient een maximaal milieurendement van de maatregelen voorop te staan. Dit kan worden bereikt door voorrang te geven aan kleine, gevoelige watersystemen, die niet door andere bronnen worden belast.

Indien in de toekomst zou blijken dat de uitgangspunten waarop de debieten en waterhoeveelheden zijn gebaseerd te laag zijn gekozen, zal compensatie plaatsvinden via het aangesloten verharde oppervlak.

Voor concretisering van de besproken maatregelen en verdere onderbouwing van sommige uitgangspunten wordt aanbevolen OASA voort te zetten met:

- het uitwerken van de voorkeursoplossing C/C+ voor achtereenvolgens de districten Noord, Oost, Zuid, West en Westpoort. Daarbij komen aan de orde:
 - toetsing en gebiedsspecifieke differentiatie van de uitgangspunten (wateraanvoer, technisch concept, kosten);
 - eventuele herverdeling van het rioolwater (ter ontlasting van RI's -Oost en -Zuid);
 - verkenning van verdere mogelijkheden voor niet aankoppelen in relatie met de kwaliteit van de afstromende neerslag en eventuele regenwaterbehandeling;
 - optimalisatie van de afvoer in relatie met buffering (RI-Noord, RI-Oost, diverse decentrale locaties);
 - optimalisatie van het ruimtegebruik op de locaties RI-Zuid en -Oost;
 - prioriteitsstelling en fasering.
- een optimalisatie met het oog op de oppervlaktewaterkwaliteit:
 - differentiatie van kwaliteitsdoelen;
 - analyse van stofstromen ten behoeve van de selectie van mogelijke maatregelen;
 - gebiedsgerichte toespitsing van de voorkeursoplossing (absoluut stelsel in kwetsbare gebieden, bemalen overstorten op boezems, regenwaterbehandeling, etc.);
 - integratie in de bovengenoemde districts-gewijze uitwerking van de voorkeursoplossing.

9 Referenties

- 1 Coördinatiecommissie Uitvoering WVO. Werkgroep VI. Overstortingen uit rioolstelsels en regenwaterlozingen. Aanbevelingen voor het beleid en de vergunningverlening. 's-Gravenhage, april 1992.
- 2 Amvb fosfaatverwijdering op rwzi's. Besluit van 13 juni 1990. Staatsblad 1990 301. Idem, nota van toelichting.
- 3 Amvb stikstofverwijdering op rwzi's. Besluit van 3 juli 1992, Staatsblad 1992 383.
- 4 Gemeentelijke Nota Waterbeheer Amsterdam 1993 - 1997.
- 5 Amsterdams rioleringsplan 1995 - 1999 GRP - december 1994.
- 6 Grondwaterplan Amsterdam. Fase 1. 1993.
- 7 Water voor nu en later. Derde nota waterhuishouding. Tweede kamer 1988 - 1989, 21 250, nrs. 1-2.
- 8 Notitie Rioleringen. Ministerie VROM. 23 januari 1992. Tweede Kamer, vergaderjaar 1991 - 1992, 19826, nr. 18.
- 9 Werkgroep Rioleringen West-Nederland. Eindrapportage.
- 10 Korte, K.F. de, Eutrofiëring. Fosfaat- en stikstofverwijdering in Amsterdam. Riolering en Waterhuishouding, maart 1993.
- 11 Baars, E.J. Kosten extra berging in riool. RWA Afdeling Beheer. Notitie BEH9409, d.d. 3 mei 1994.
- 12 RWA. Mondelinge mededeling Z&B, januari 1995. Nota stikstofverwijdering op de Amsterdamse rioolwaterzuiveringsinrichtingen. PO-91-110. September 1991.
- 13 RWA. Principeplan chemische fosfaatverwijdering. ZB 93030094. 18 mei 1993.
- 14 Studie naar de kosten verbonden aan de reductie van de vuilemissie van verschillend gedimensioneerde afvalwatersystemen. Samenvattend rapport. Publicatiereeks Milieubeheer, nr. 1993/3.
- 15 NWRW. De vuiluitworp van gemengde rioolstelsels. Eindrapport. STORA & Ministerie VROM. Den Haag, april 1989.
- 16 NWRW. De vuiluitworp van gescheiden rioolstelsels. Eindrapport. STORA & Ministerie VROM. Den Haag, oktober 1988.
- 17 Nationale Werkgroep Riolering en Waterkwaliteit. Eindrapportage en evaluatie van het onderzoek 1982 - 1987. Den Haag, 1989.
- 18 Onderzoek buffercapaciteit terrein voormalige RI-Noord. Uitgevoerd door DHV Water BV. Amersfoort, december 1994.
- 19 Werkgroep Rioleringen West-Nederland. Berekening milieuemissies. Eindrapportage. Uitgevoerd door DHV Milieu en Infrastructuur. Amersfoort, september 1991.

Bijlagen

- 1 Gebruikte afkortingen en vaktermen
- 2 Typen rioolstelsels
- 3 Stroom in het stedelijk watersysteem
- 4 Uitwisselbaarheid van berging en pompovercapaciteit van gemengde stelsels binnen de basisinspanning
- 5 Specificatie van benodigde rioleringsmaatregelen voor scenario C
- 6 Uitgangspunten kostenberekeningen (all-in investeringskosten)
- 7 Effluentkwaliteit RI's

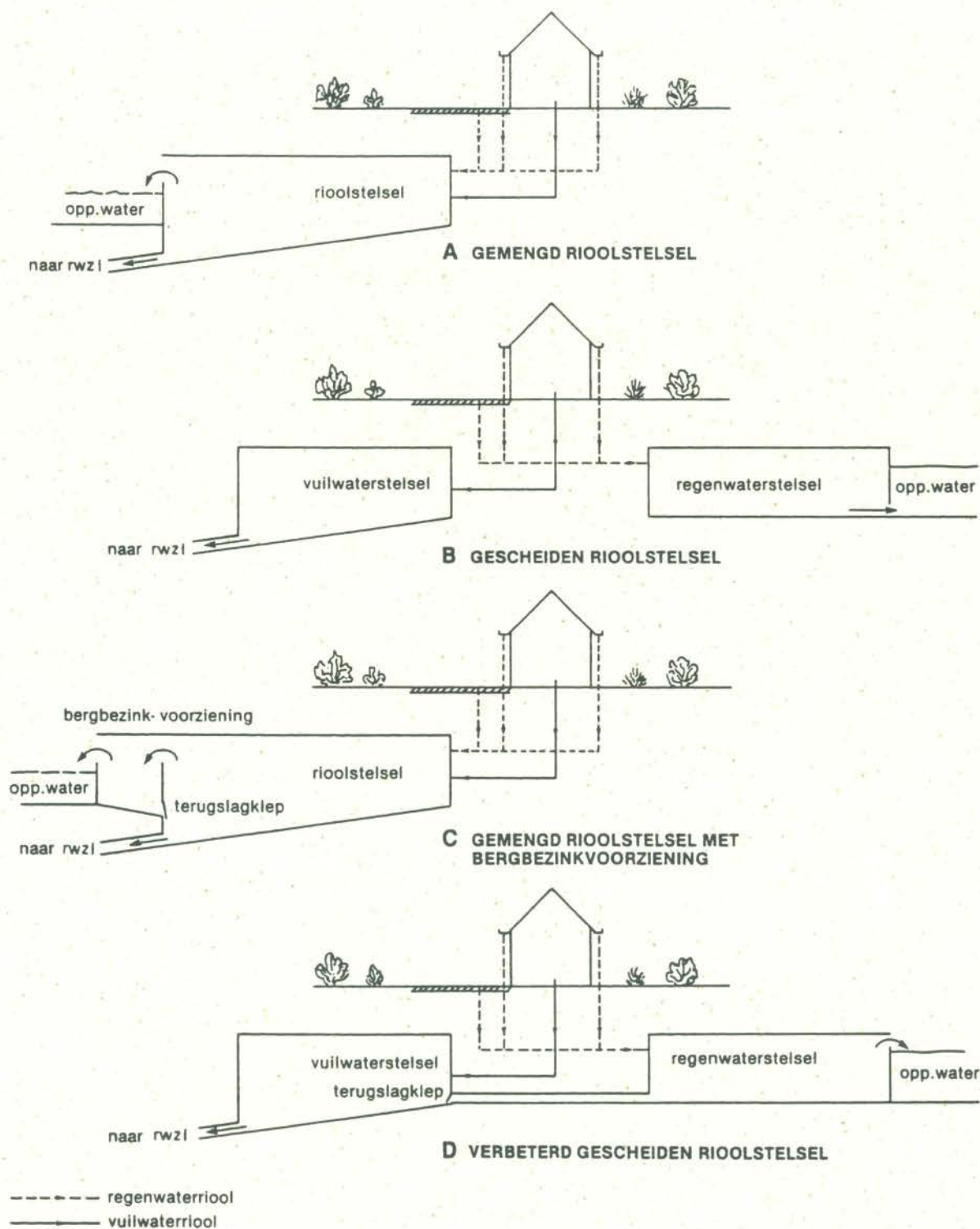
Bijlage 1

Gebruikte afkortingen en vaktermen

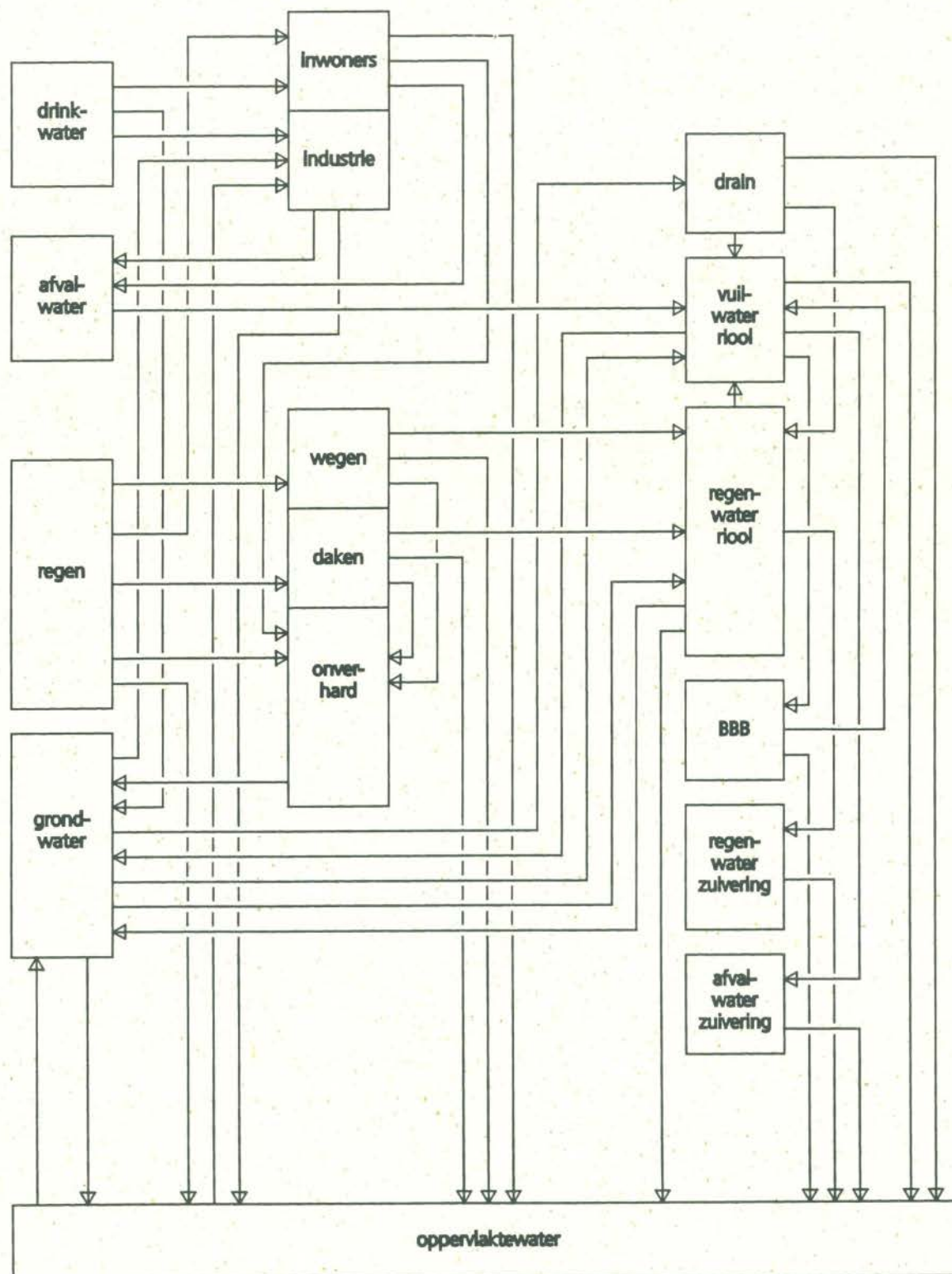
Amvb	algemene maatregel van bestuur - <i>in dit verband: de besluiten waarop de verplichting tot verwijdering van stikstofverbindingen, respectievelijk fosfaat berust.</i>
ARP	Amsterdams rioleringsplan
BBB	bergbezinkbassin - <i>een randvoorziening van de riolering waardoor de vervuiling van het overstortende water wordt gereduceerd.</i>
CUWVO	Coördinatiecommissie uitvoering Wet verontreiniging oppervlaktewateren - <i>Werkgroep VI van CUWVO heeft in 1992 een advies uitgebracht over emissiebeperkende maatregelen aan rioolstelsels.</i>
CZV	chemisch zuurstofverbruik - <i>maat voor de concentratie van vervuiling van organische herkomst in o.a. ruw en gezuiverd afvalwater.</i>
dwa	droogweerafvoer - <i>bij droog weer op de RI aangevoerd debiet.</i>
GNW	Gemeentelijke nota waterbeheer Amsterdam
GRP	Gemeentelijk rioleringsplan - <i>wettelijk verplicht document, waarin is vastgelegd hoe de gemeente de riolering in overeenstemming zal brengen met de gestelde eisen. Het Amsterdams rioleringsplan is een GRP.</i>
NMP(+)	Nationaal milieubeleidsplan (plus) - <i>richtsnoer voor het milieubeleid op Rijksniveau, waaraan veel plannen van lagere overheden aanhaken.</i>
NWRW	Nationale werkgroep riolering en waterkwaliteit - <i>ad hoc werkgroep die tussen 1982 en 1989 een uitgebreid onderzoeksprogramma heeft gerealiseerd.</i>
OASA	Optimalisatie afvalwatersysteem Amsterdam - <i>projectgroep van RWA die met dit rapport over haar werkzaamheden rapporteert.</i>
pok	pompovercapaciteit - <i>het verschil tussen de maximale droogweerafvoer en de pompcapaciteit van een rioolgemaal. Er is sprake van pok bij gemengde en ook bij verbeterd gescheiden rioolstelsels. Bij een traditioneel gescheiden stelsel wordt alleen de droogweerafvoer naar de RI verpompt en is er geen pok.</i>
RI	rioolwaterzuiveringsinrichting
RWA	Riolering en Waterhuishouding Amsterdam
rwa	regenweerafvoer - <i>bij regen op de RI aangevoerd debiet.</i>
slibbelasting	vuilaanvoer in kg CZV per dag per kg in de RI aanwezig actief slib. - <i>De maatregelen voor de stikstofverwijdering leiden tot een lagere slibbelasting en daardoor tevens tot een daling van het effluent-CZV.</i>
WRW	Werkgroep riolering West-Nederland - <i>ad hoc werkgroep van waterkwaliteitsbeheerders in westelijk Nederland, die voor het gezamenlijke beheersgebied de aanbevelingen van CUWVO (zie aldaar) in concrete eisen aan rioolstelsels heeft vertaald.</i>

Bijlage 2

Typen rioolstelsels (afb. 11)



Stromen in het stedelijk watersysteem (Afb. 12)



Bijlage 4

Uitwisselbaarheid van berging en pompoevercapaciteit van gemengde stelsels binnen de basisinspanning

CUWVO VI heeft als basisinspanning een rioolstelsel gekozen met 9 mm totale berging waarvan tenminste 2 mm in bergbezinkbassins bij een pompoevercapaciteit van 0,7 mm/h (referentiestelsel).

Berging en pompoevercapaciteit

Door modelsimulatie van afzonderlijke overstortingen op basis van langjarige neerslagreeksen kan een relatie worden gelegd tussen berging, pok en de hoeveelheid overstortwater die per jaar wordt geloosd. Met behulp van gegevens over de samenstelling van het overstortwater en de werking van BBB's kan tevens een verband met de jaarlijkse vuilvracht worden gelegd.

Zodoende is het in principe mogelijk om riooltechnische maatregelen in milieuhygiënisch opzicht te refereren aan de basisinspanning, waarbij de jaarlijkse vuilemissie als maatstaf geldt. Door onzekerheden omtrent de samenstelling van het overstortwater en de werking van BBB's is de uitkomst van de vergelijking niet zeer nauwkeurig. Voor de strategie bepaling is dit echter geen bezwaar.

Afbeelding 13 geeft verbanden tussen de berging en de pompoevercapaciteit in het referentiestelsel bij twee configuraties. Deze relaties zijn afgeleid met gebruikmaking van gegevens uit het NWRW-onderzoek¹⁹. De onderste lijn heeft betrekking op de door CUWVO gedefiniëerde basisinspanning, waarbij een deel van de berging aanwezig is in de vorm van een bergbezinkvoorziening. De bovenste lijn komt eveneens overeen met de basisinspanning, echter bij een geringer jaarlijks overstortvolume vanwege het ontbreken van een BBB. Deze laatste relatie is gebruikt om, wanneer een BBB niet zinvol is (bijvoorbeeld bij een bergingstekort van minder dan 2 mm), de bijbehorende pok te kunnen bepalen.

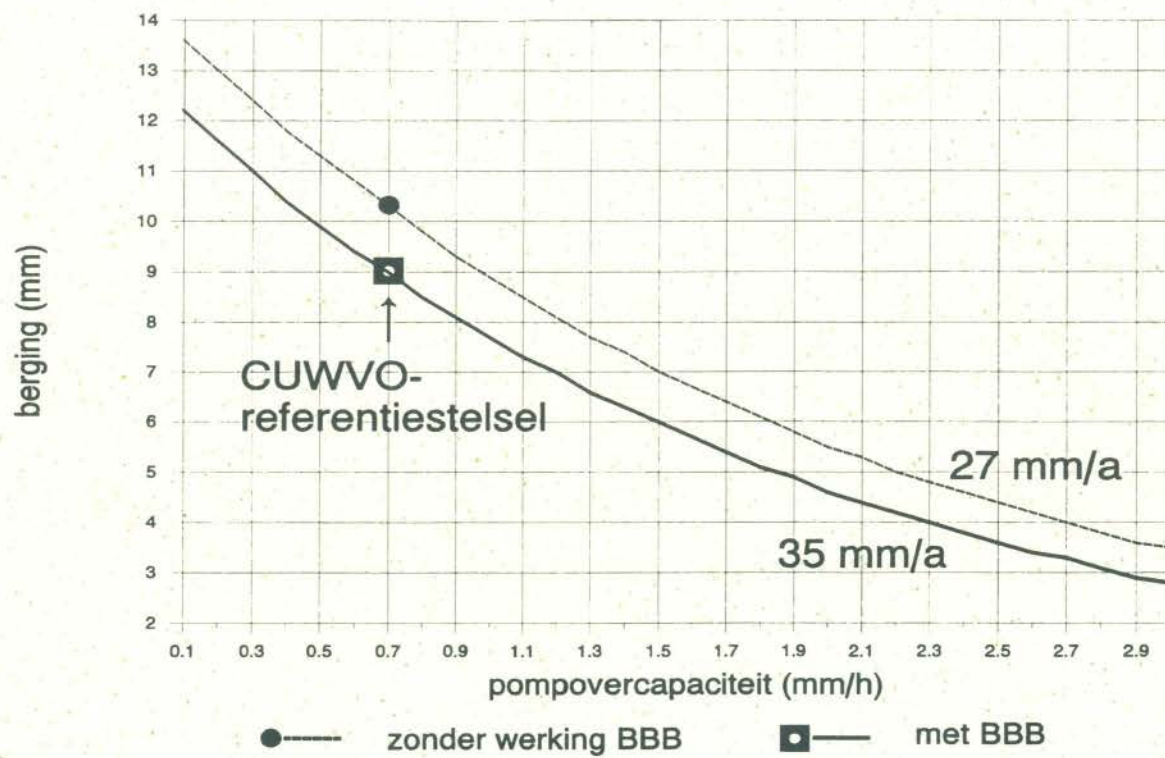
In het meest relevante traject blijkt ca. 1 à 1,5 mm extra berging of 0,2 à 0,4 mm/h extra pok nodig te zijn om het bezinkeffect van een BBB te compenseren.

De coëfficiënten van de exponentiële relaties die bij de berekeningen zijn gebruikt zijn hieronder vermeld.

relatie	coëfficiënten van de iso-emissiecurves		
pok=A-B*ln(berging):	A	B	
	-met BBB-werking	5,0235	1,9704
	-zonder BBB-werking	5,6161	2,1115
berging=A*exp(-B*pok)	A	B	
	-met BBB-werking	12,800	0,5075
	-zonder BBB-werking	14,293	0,4736

Afb. 13

Basisinspanning met en zonder bezinkeffect



Specificatie van benodigde rioleringsmaatregelen voor scenario C

code	naam bemalingsgebied	stelseltype	actuele pomp- capaciteit (m ³ /h)	vereiste aanpassing pompcapaciteit (m ³ /h)	extra berging in BBB's(m ³)	extra berging in gemengd stelsel(m ³)
0003	Buikslotermeerplein	gesch	1808	-166		
0007	Stadhouderskade	gem	234	-186	136	1
0011	Rosmolen	gem	238	-16	80	34
0011.1	Rosmolen	gesch	0	89		
0012	Grasweg	gesch	18	4		
0013	Jacob Catskade	gem	990	-147	0	1291
0015	Middenweg 395	gesch	72	79		
0016	Flierbosdreef	gesch	2500	-1303		
0017	Rijnspoorplein Viaduct tg ²	weg	288	0		
0018	Purmerweg	gem	295	-8	517	533
0019	Mercatorstraat	gesch	277	118		
0021	Galileiplantsoen	gem	630	479	408	-22
0021.1	Galileiplantsoen	gesch	0	198		
0028	Texelplein	gem	148	-4	247	15
0031	Kometensingel r1	gem	180	215	706	524
0032	Leusdenhof	gesch	144	-51		
0033	Visseringstraat	gem	500	9	529	-71
0036	Diepenbrockstraat	gesch	540	661		
0037	Tun.gem. Zeeburgerdyk 52 tg	weg	432	0		
0040	Basisweg	gesch	216	211		
0043	Andreas Schelfhoutstraat	gesch	414	166		
0049	Baarsjesweg prg ²	prg	72	0		
0051	Gulden Winckelplantsoen	gesch	378	-87		
0055	Colenbranderhof	gesch	14	0		
0063	Mallorcaweg	gesch	22	109		
0068	Kattenburgerkruisstraat	gesch	108	23		
0069	VU	gesch	191	-116		
0075	Meerpad	prg	29	0		
0079	Noordzeeweg	gesch	720	703		
0085	Muntbergweg	gesch	1008	472		
0086	Nieuwlandhof	gesch	43	20		
0087	Millingenhof	gesch	216	91		
0091	Vredenhofweg	gem	18	-8	17	0
0100	Petroleumhavenweg	gem	504	177	0	0
0103	Jan de Jonghstraat	gesch	1900	202		
0107	Gyroscoopweg	gesch	126	123		
0112	Sam van Houtenstraat	gesch	460	10		
0113	Van Marwijk Kooystraat	gesch	720	85		
0115	Pres. Kennedylaan tg	weg	216	0		
0116	Cornelis Lelylaan	gesch	587	-145		
0117	Postjesweg	gesch	1545	496		
0118	Ottho Heldringstraat	gesch	504	80		
0126	Van der Madeweg tg	weg	36	0		
0129	Nieuwendammer Molenpad prg	prg	29	0		
0133	spp. Sprieringhorn	gesch	25	0		
0134	Kabelweg 41	gesch	569	566		
0135	Van Nijenrodeweg	gesch	504	437		
0137	Herengracht	gem	36	-8	0	55
0141	Louis v. Sonsbeeckstraat	gesch	1440	0		
0152	Hoekslootstraat	gesch	126	101		
0153	Ellermanstraat	gesch	360	84		
0154	Joos Banckersweg	gesch	558	137		
0157	Slibvelden Lutkemeer	gesch	29	0		
0177	Zeeburgerdijk 52	gem	5890	-946	4631	-2349
0180	Sophialaan prg	prg	540	0		
0190	1e Weteringsplantsoen	gem	8690	-2499	9485	-2301
0195	Rustenburgerstraat prg	prg	432	0		
0196	Papaverweg 36a	gesch	90	-32		

code	naam bemalingsgebied	stelstype	actuele pompcapaciteit(m ³ /h)	vereiste aanpassing pompcapaciteit (m ³ /h)	extra berging in BBB's(m ³)	extra berging in gemengd stelsel(m ³)
0198	Buiksloterweg prg	prg	36	0		
0231	T.T. Vasumweg	gesch	220	-29		
0283	Vuillegronddepot Heining	gesch	54	0		
0285	Linnaeusstraat Polder	gem	108	-108	0	0
0289	Jonas Daniel Meijerplein	gem	1260	-382	1385	-97
0299	Metrostat. C.S.	gesch	54	0		
0328	Korte Oudekerkdijk	gesch	151	-93		
0378	Amerikahavenweg Oost	gesch	144	129		
0379	Amerikahavenweg West	gesch	144	129		
0380	James Wattstraat	gesch	122	-62		
0383	Aziehavenweg	gesch	216	201		
0384	Gedempte Hamerkanaal	gem	198	-34	0	-84
0388	Schagerlaan	gem	194	42	585	5
0391	Ruigoordweg	gesch	94	155		
0394	Centraal Station	gem	90	54	0	0
0400	M.S. Oslofjordweg	gesch	18	69		
0405	Mijehof	gesch	43	36		
0406	Puiflijkpad	gesch	162	7		
0407	Schalkwijkpad	gesch	162	115		
0423	Bleesinglaan	gesch	522	-51		
0424	Tom Schreursweg	gesch	72	90		
0427	Flierbosdreef polder tg	weg	32	0		
0503	Rhijnspoorplein (503+504)	gem	11826	-610	3262	-1654
0507	Chrysantenstraat	gem	288	-127	205	210
0516	Tigeno	gesch	18	0		
0518	Molenwerf	gesch	36	-16		
0520	Meidoornweg	gesch	18	-14		
0526	Dostojevskisingel	gesch	162	-11		
0527	Tienraaikade	gesch	40	24		
0528	Snodenhoekpark	gesch	43	83		
0530	Sloterweg 1252	gem	18	-16	0	0
0535	Octaanweg	gesch	133	108		
0536	Wethouder Abrahamspad	gesch	54	31		
0537	Anne Kooistrahof	gesch	43	28		
0538	Dorpsweg (Ransdorp)	gesch	25	-13		
0540	Prinseneiland	gem	18	7	42	-7
0543	Veelaan	gem	270	20	0	0
0544	Buikslotermeerpark	gesch	7	0		
0566	Multatuliweg	gesch	4	0		
0582	Duivendrechtsekaide	gesch	4	0		
0586	Dorpsweg Ransdorp	gesch	4	0		
0588	Kajuitweg	gesch	18	0		
0590	Papaverweg	gesch	4	0		
0599	Gaasperdammerweg	gesch	4	1		
0638	Nissan	gesch	29	140		
0678	Haarlemmerweg	gesch	36	7		
0803	Westhavenweg Noord	gesch	230	237		
0812	Meeuwenlaan	gem	490	-52	564	-95
0816	Shell	gesch	72	-40		
0822	Plimsolweg	gesch	1138	892		
0823	Coenhavenweg	gesch	644	354		
0824	Bos Heining	gesch	108	187		
0831	Oceanenweg Noord	gesch	216	276		
0832	Ruigoord-/Noordzeeweg	gesch	936	1351		
0834	Mobil Hornweg	gesch	86	489		
0853	Oostelijke Handelskade	gesch	1469	450		
0859	Sloterweg	gesch	0	126		
0860	IJburg	gesch	0	738		
0863	Appelweg	gem	1606	-108	204	0

code	naam bemalingsgebied	stelseltype	actuele pompcapaciteit(m ³ /h)	vereiste aanpassing pompcapaciteit (m ³ /h)	extra berging in BBB's(m ³)	extra berging in gemengd stelsel(m ³)
0864	Noorder IJ-Plas	gesch	0	188		
0865	Corn. Douwesweg fase 5	gesch	0	191		
0866	Floraweg	gem	940	-89	1203	455
0867	Piet Heintunnel tg	weg	0	0		
0870	Industrieged. Bleesinglaan	gesch	151	-17		
0902	Amatex (part.)	gesch	216	87		
0904	Centrale Hemweg (part.)	gesch	18	80		
0913	Comos Zuid (part.) (S35)	gesch	11	45		
0915	Smit en Hollander	gesch	54	32		
0921	Oceanenweg Gargill	gesch	18	0		
0922	Oiltanking	gesch	108	109		
0925	AVI-West (part.)	gesch	18	0		
0926	Gooiseweg	gesch	0	583		
0931	Manege Loosdrechtdreef	gesch	0	0		
0934	Station Duivendrecht	gesch	0	0		
1001	RI-OOST	gesch	19000	4689		
1002	RI-WESTPOORT H.H.	gesch	5200	853		
1003	RI-WESTPOORT IND.	gesch	2000	8192		
1004	RI-ZUID	gesch	3600	3034		
1009	AMSTELVEEN	gesch	0	54		
7003 ³	-cluster	gesch	158	-85		
7011	-cluster	gesch	90	1		
7013	-cluster	gesch	0	0		
7016	-cluster	gem	205	-113	204	354
7018	-cluster	gesch	14	15		
7021	-cluster	gesch	119	0		
7028	-cluster	gesch	0	0		
7031	-cluster	gesch	61	0		
7032	-cluster	gesch	4	-3		
7036	-cluster	gesch	335	0		
7043.3	-cluster	prg	191	0		
7051.7	-cluster	weg	0	0		
7063	-cluster	gesch	14	0		
7069	-cluster	gesch	18	0		
7079	-cluster	gesch	508	480		
7085	-cluster	gesch	58	0		
7100	-cluster	gesch	90	5		
7103	-cluster	gesch	0	0		
7134	-cluster	gesch	364	221		
7134.7	-cluster	weg	0	0		
7135	-cluster	gesch	108	0		
7141	-cluster	gesch	328	-3		
7152	-cluster	gesch	151	-96		
7153	-cluster	gesch	40	0		
7154	-cluster	gesch	0	0		
7177	-cluster	gem	61	-22	93	0
7177.1	-cluster	gesch	216	-200		
7177.3	-cluster	prg	328	0		
7190	-cluster	gem	0	0	0	0
7190.1	-cluster	gesch	83	-78		
7190.3	-cluster	prg	731	0		
7289	-cluster	gem	0	0	0	0
7289.1	-cluster	gesch	169	0		
7289.7	-cluster	weg	0	0		
7423	-cluster	gesch	144	-109		
7423.4	-cluster	gem	126	-82	90	-9
7503.1	-cluster	gesch	108	-97		
7503.3	-cluster	prg	382	0		

code	naam bemalingsgebied	stelseltype	actuele pompcapaciteit(m ³ /h)	vereiste aanpassing pompcapaciteit (m ³ /h)	extra berging in BBB's(m ³)	extra berging in gemengd stelsel(m ³)
7824	-cluster	gesch	72	15		
7832	-cluster	gesch	0	0		
7853	-cluster	gesch	1696	-300		
7863	-cluster	gesch	104	-88		
7926	-cluster	gesch	32	0		
7543	-cluster	gesch	43	24		
7701	-cluster	gesch	68	-9		
7701.5	-cluster	gesch	331	0		
7703	-cluster	gesch	126	78		
7704	-cluster	gesch	205	-164		
7709	-cluster	gesch	54	0		
7803	-cluster	gesch	205	90		
7812.7	-cluster	weg	0	0		
7822	-cluster	gesch	342	-73		
7823	-cluster	gesch	47	40		
7118	-cluster	gesch	126	-104		

¹Indien de extra rioolberging negatief is, kunnen de BBB's waarschijnlijk kleiner zijn.
Het ontwerp dient dan nog nader te worden geoptimaliseerd;

²tg = tunnelgemaal; prg = polderrioolgemaal;

³de cluster met code 7003 voert af naar gebied 0003

Bijlage 6

Uitgangspunten kostenberekeningen (all-in investeringskosten)

Tabel 1

Globale kosten van berging in BBB's en van rioolgemalen

volume- berging (m ³)	investe- rings- kosten BBB's ¹ (milj. gulden)	capaciteit - gemalen		investerings- kosten- gemalen (milj. gulden)
		(m ³ /h)	(l/s)	
500	1,32	200	56	0,48
1000	2,00	400	111	0,76
1500	2,54	600	167	1,04
2000	3,02	800	222	1,32
2500	3,46	1000	278	1,60
3000	3,86	1200	333	1,88
3500	4,23	1400	389	2,16
4000	4,58	1600	444	2,44
4500	4,92	1800	500	2,72
5000	5,24	2000	556	3,00
5500	5,55	2200	611	3,28
6000	5,85	2400	667	3,56
6500	6,13	2600	722	3,84
7000	6,41	2800	778	4,12
7500	6,68	3000	833	4,40
8000	6,95	3200	889	4,68

¹ BBB's

- inclusief mechanisch-electrische voorzieningen;
- inclusief grondverwerving;
- inclusief toeslag voor werken in dichte bebouwing;
- inclusief voorbereiding, toezicht, BTW, etc.
- prijs met schaalfactor volgens tabel 1.

² gemalen

- nieuwbouwprijs voor de additionele capaciteit;
- prijs met schaalfactor volgens tabel 1.

³ rioolberging

- alleen vervanging van technisch niet goede riolen;
- vervanging van een leiding ø 400 mm door een ø 600 ('weinig') of ø 800 mm ('veel' extra berging);
- inclusief kosten afvoer verontreinigde grond;
- inclusief voorbereiding, toezicht, BTW, etc. op grond van onderstaand overzicht (tabel 2):

- eenheidsprijs extra berging in gemengde stelsels: f 1500,-/m³ (ca. helft 'weinig' en helft 'veel'), uitgaande van meeleggen bij vervanging van de riolering volgens gezamenlijk programma met de wegbeheerder (geen extra weggkosten);
- eenheidsprijs extra berging in gescheiden stelsels: f 3000,-/m³ (overwegend 'veel' extra berging om de weggkosten te drukken; inclusief kering oppervlaktewater)

⁴ persleidingen

Aanpassing van de hoofdtransportstructuur (diameters ø 2000 à ø 3500 mm):

- eenheidsprijs f 5000,-/m + f 1 miljoen per kunstwerk (zinker, kruising, etc.).

Aanpassing van delen van het transportstelsel in de stad (diameters ø 500 à ø 1200 mm):

- eenheidsprijs f 2000,-/m.

⁵ hydraulische capaciteit RI

- aanpassing van gemalen, leidingen, bezink-tanks en aëratietanks (voor zover nodig vanwege stikstofverwijdering);
- eenheidsprijs f 10000,- per m³/h, waarvan f 1500,- per m³/h voor uitbreiding AT's t.b.v. stikstofverwijdering;
- uitgegaan is van realisatie gelijktijdig met de uitbreiding AT's uit anderen hoofde.

Tabel 2
Globale kosten van extra berging in de riolen ¹¹⁾

omschrijving	kosten weinig berging (f/m ³)	kosten veel berging (f/m ³)	wegen- kosten extra berging (f/m ³)	kosten verontrei- nigde grond bij extra berging (f/m ³)	totaal (f/m ³)
Vervangen technisch goed riool in gemengd stelsel.	8.820,-		5.450,-	545,-	14.815,-
Vervangen technisch niet goed riool in gemengd stelsel, gezamenlijk programma	1.320,-	3.630,-	1.935,-	195,-	5.760,-
		970,-		545,-	1.865,-
				195,-	1.165,-
Vervangen technisch niet goed riool in gemengd stelsel, eigen programma.	1320,-		5.450,-	545,-	7.315,-
		970,-	1.935,-	195,-	3.100,-
Bijmaken extra berging in gemengd stelsel (geen vervanging).		2.600,-	630,-	120,-	3.350,-
Bijmaken extra berging in gescheiden stelsel (geen vervanging).	2.050,-		5.000,-	545,-	7.595,-
		2.050,-	630,-	195,-	2.875,-

Bijlage 7

Effluentkwaliteit RI's

Om de effecten van de maatregelen bij de riolering en voor de stikstofverwijdering op het rendement van RI Oost te kunnen kwantificeren, is met meervoudige lineaire regressie het verband bepaald tussen de CZV-concentratie van het effluent enerzijds en de (dag)gemiddelde hydraulische oppervlaktebelasting van de nabezinktanks en de CZV-slibbelasting van de aeratietanks anderzijds.

Daarbij is gebruik gemaakt van de gegevens van de jaren 1987 t/m 1994.

Deze regressie-analyse levert het volgende resultaat op:

$$\text{CZVeffl} = 33,22 + 0,046878 \cdot \text{CZVslibbel} + 43,66 \cdot \text{Oppbel}$$

Daarin is

CZVeffl CZV effluent (mg/l)

CZVslibbel CZV slibbelasting (g CZV/ kg ds.d)

Oppbel over een dag gemiddelde oppervlaktebelasting van de nabezinktank (m/h)

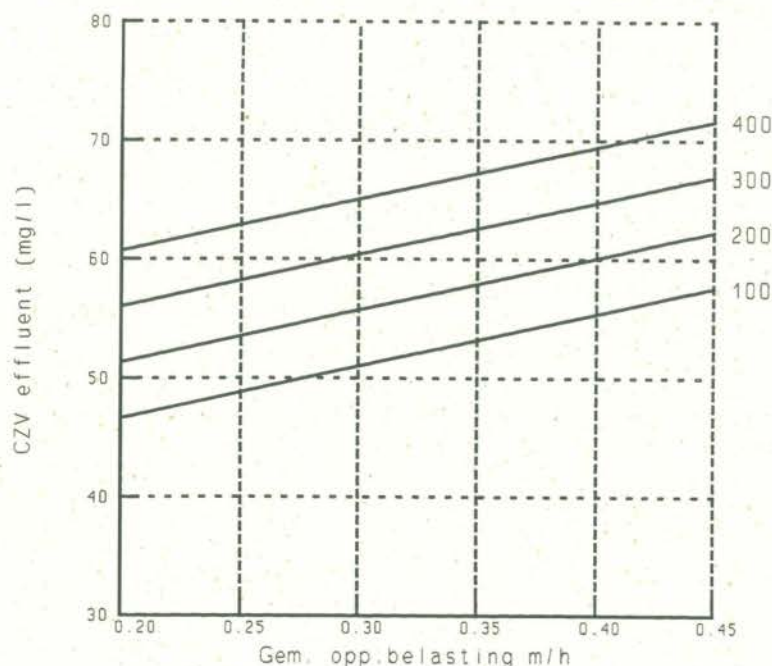
In onderstaande grafiek is voor vier verschillende CZV-slibbelastingen deze relatie weergegeven.

In onderstaande tabel is naast de huidige situatie ook een schatting voor de toekomstige situatie opgenomen. Daarbij is de nabezinkcapaciteit zodanig uitgebreid, dat de maximale oppervlaktebelasting niet verandert. De CZV-slibbelasting is gesteld op 180 g/kg ds.d, overeenkomend met een BZV-slibbelasting van 60 g/kg ds.d; hierbij kan worden voldaan aan de stikstofverwijdering.

	huidige situatie	toekomstige situatie
dagaanvoer (m ³ /d)	131.500	172.300
max.aanvoer (m ³ /h)	19.000	23.690
opp. NT's (m ²)	17.000	21.200
gem.opp-bel (m/h)	0,32	0,34
CZV-slibbel (kg/kg.d)	0,24	0,18
CZV effluent (mg/l)	58,3	56,5

Hieruit kan geconcludeerd worden, dat het effect van de (ondanks de gerealiseerde extra nabezinkcapaciteit) toegenomen gemiddelde oppervlaktebelasting van de nabezinktanks door maatregelen aan de riolering meer dan gecompenseerd wordt door aanpassing van de RI aan de eisen voor stikstofverwijdering: de gemiddelde CZV-concentratie daalt naar verwachting door deze maatregelen van 58,3 naar 56,6 mg/l.

Afb. 14

Nomogram CZV - effluent

Samenstelling projectgroep OASA

Leden:

E.J. Baars (secretaris)
R.O. Cochius
E. Jacobs
K.F. de Korte (voorzitter)
W.W.J. Prinzhorn
J.W. van Sluis (rapporteur DHV - Water bv)
P.P. Smits
H. Swart

Klankbordgroep:

W. Faber
R.R. Kruize
H.W.B. van der Molen
J. Weenink
R. Zoethout

Bij de totstandkoming van de definitieve versie van dit eindrapport is dankbaar gebruik gemaakt van de opbouwend kritische reacties van drs V.W.J. van den Bergen (VROM - DWL) en ir A.H. Dirkzwager (RIZA).

Colofon

Verzamelen en verwerken van gegevens:
medewerkers RWA

Extern medewerker: J. Alles, DHV - Milieu en
Infrastructuur bv

Grafische verzorging: DRO-Vormgeving

CAD-tekeningen: DRO, W. Rozendaal

Druk: Stads(snel)drukkerij,
gedrukt op algenpapier

