



QUICK SCAN KOSTENSCENARIO'S VERGAANDE ZUIVERING RWZI EN KRW

RAPPORT

2006
08



QUICK SCAN KOSTENSCENARIO'S
VERGAANDE ZUIVERING RWZI EN KRW

RAPPORT

2006

08

ISBN 90.5773.327.7



stowa@stowa.nl www.stowa.nl
TEL 030 232 11 99 FAX 030 232 17 66
Arthur van Schendelstraat 816
POSTBUS 8090 3503 RB UTRECHT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen bij:
Hageman Fulfilment POSTBUS 1110, 3300 CC Zwijndrecht,
TEL 078 623 05 00 FAX 078 623 05 48 EMAIL info@hageman.nl
onder vermelding van ISBN of STOWA rapportnummer en een afleveradres.

COLOFON

UITGAVE STOWA, april 2006, Utrecht

PROJECTUITVOERING

W.M. Wiegant (Royal Haskoning)

F.D.G. Kiestra (Royal Haskoning)

A. Visser (Royal Haskoning)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

H.J. Ellenbroek (Waterschap Regge en Dinkel)

J. Jonk (Waterschap Brabantse Delta);

A.W.A. de Man (Waterschapsbedrijf Limburg)

F.H. Wagemaker (RIZA)

R. van der Veeren (RIZA)

G.B.J. Rijs (RIZA)

C.A. Uijterlinde (STOWA)

FOTO OMSLAG

Luchtfoto van de IJssel bij de RWZI Deventer, foto is eigendom van Waterschap Groot Salland.

DRUK Kruyt Grafisch Advies Bureau

STOWA rapportnummer 2006-08
ISBN 90.5773.327.7

TEN GELEIDE

In november 2005 is het rapport “Verkenningen Zuiveringstechnieken en KRW” gepubliceerd. In dit rapport zijn voor rioolwaterzuiveringsinstallaties (rwzi's) verkenningen uitgevoerd van de toekomstige zuiveringstechnologiën die mogelijkterwijs bij de implementatie van de Kaderrichtlijn Water (KRW) van pas kunnen komen.

In de voorliggende *quick scan* “Kosten-scenario's” zijn de mogelijke financiële consequenties van de KRW ten gevolge van verdergaande zuivering op rwzi's in Nederland in beeld gebracht. Bij het doorrekenen van de kosten-scenario's zijn uitsluitend de kosten in beeld gebracht van verdergaande zuiveringsmaatregelen op rwzi's zonder rekening te houden met mogelijke emissiereductie ten gevolge van bronaanpak of rioleringstechnische maatregelen in de afvalwaterketen. Hierbij is uitgegaan van de verdergaande zuiveringstechnieken die in het project “Verkenningen Zuiveringstechnieken en KRW” zijn onderscheiden.

In het rapport is een aantal kosten-scenario's op een viertal ambitieniveaus voor de implementatie van de KRW doorgerekend. Bij het invullen van deze ambitieniveaus is zo veel mogelijk aangesloten bij de vijf beleidsvarianten ('referentie', 'basis', 'beperkt', 'fors' en 'maximaal') die in het landelijk afwegingskader voor de KRW gebruikt worden. Bij de referentie- en basisvariant is hiervan afgeweken door in plaats hiervan een nulvariant te introduceren. Deze gaat in ambitie verder dan de alleen geprogrammeerde maatregelen en de verplichte maatregelen op grond van Europese Richtlijnen.

Het rapport “Kosten-scenario's vergaande zuivering rwzi en KRW” is met nadruk een *quick scan*. Het project had een relatief korte doorlooptijd en er is gebruik gemaakt van de landelijk beschikbare kennis. De ontbrekende gegevens zijn ingeschat. Hierbij is aangenomen dat voor rwzi's waarbij de gegevens ontbreken, de verdeling gelijk is als voor rwzi's waarvan de gegevens wel bekend zijn. Tevens zijn er regelmatig aannames gedaan die van invloed zijn op de uitkomsten van de kostenberekeningen, zoals bijvoorbeeld ten aanzien van de maximale behandelingscapaciteit (1,5 x droogweeraanvoer).

Ondanks de genoemde beperkingen van de *quick scan*, is de gehanteerde benaderingswijze en de set aan gegevens als indicatie goed te gebruiken bij de verkenning van verschillende zuiveringsscenario's op rwzi's in relatie tot de gevoeligheid van het ontvangende oppervlaktewater.

Zowel het rapport “Verkenningen Zuiveringstechnieken en KRW” als de onderhavige studie “Quick scan Kosten-scenario's vergaande zuivering RWZI en KRW” zijn bedoeld als hulpmiddel voor het maatwerk dat de Kaderrichtlijn Water vraagt van de regio.

STOWA

RIZA

SAMENVATTING

De komende jaren zal het waterbeheer in Nederland in het teken staan van het opstellen van de stroomgebiedbeheersplannen van de Kaderrichtlijn Water (KRW), waarin onder andere het analyseren en afwegen van een pakket aan emissiereducerende maatregelen een belangrijk onderdeel vormt. Om het aandeel van rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RWZI) in de totale belasting naar het oppervlaktewater te verlagen wordt binnen de werkgroep 'S strategie RWZI's/(afval)waterketen en KRW' gekeken naar mogelijke emissiereducerende maatregelen door middel van bronaanpak en/of vergaande zuivering op de RWZI. Voor wat betreft extra zuiveringsstappen op RWZI's is in het rapport "Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW" (STOWA, 2005) geïnventariseerd welke (combinaties van) technieken naar verwachting kunnen worden toegepast om het effluent van RWZI's te laten voldoen aan eisen ten aanzien van de prioritair en stroomgebiedrelevante KRW-stoffen en de doelbereiken van de nieuwe EU-Zwemwaterrichtlijn. Hierbij dient te worden opgemerkt dat in het bovengenoemde rapport een aantal kennisleemten zijn benoemd en aandnames gemaakt die de toepasbaarheid van de in te zetten technieken kunnen beïnvloeden. Hiernaast kunnen lokale specifieke omstandigheden aanleiding geven tot aangepaste maatregelen. Het verkennen van maatregelen in de regio blijft maatwerk waarbij het 'verkenningen'-rapport en de voorliggende studie een hulpmiddel kunnen zijn die de uniformiteit in de benaderingswijze kunnen bevorderen.

In deze *Quick scan* wordt een indicatief beeld gegeven van de financiële consequenties van de KRW ten gevolge van vergaande zuivering op de Nederlandse RWZI's. Hierbij zijn een aantal scenario's horend bij vier ambitieniveaus doorgerekend, waarbij voor ieder scenario is uitgegaan van maatregelpakketten om een bepaalde effluentkwaliteit na te streven. Bij het invullen van de ambitieniveaus is zo veel mogelijk aangesloten bij de vijf beleidsvarianten 'referentie', 'basis', 'beperkt', 'fors' en 'maximaal' voor de implementatie van de KRW. In deze studie zijn de referentie- en basisvariant gecombineerd tot een zogenaamde nulvariant. Deze omvat niet alleen de reeds geprogrammeerde maatregelen en de verplichte maatregelen op grond van Europese richtlijnen, maar ook het voldoen aan de grenswaarden van het Lozingenbesluit en verdere verbetering van de effluentkwaliteit tot $N = 5-8 \text{ mg/l}$ en $P = 0,3 \text{ mg/l}$ voor eutrofiëring-gevoelige wateren. Hierbij wijkt de nulvariant dus af van de voorgestelde 'referentie' en 'basis'-variant. Verder is de aanname gedaan dat de kosten die worden gemaakt voor de nulvariant niet worden toegerekend aan de implementatie van de KRW.

De volgende vier ambitieniveaus worden onderscheiden:

- Een *nulvariant*, waarin aanvullende zuiveringstechnieken worden ingezet om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen ($N\text{-tot} = 10 \text{ of } 15 \text{ mg/l}$ en $P\text{-tot} = 1 \text{ of } 2 \text{ mg/l}$) van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater zonder rekening te houden met de 75%-emissiereductie per beheersgebied, en waarin de verwijdering van N en P op RWZI's die op eutrofiëring-gevoelig water lozen wordt verbeterd ($N\text{-tot} = 5-8 \text{ mg/l}$ en $P\text{-tot} = 0,3 \text{ mg/l}$).
- Een *beperkt* ambitieniveau gaat uit van implementatie van huidig en noodzakelijk beleid, met hierop een beperkte extra mate van aanvulling. Het gaat hier om extra N- en P-maatregelen op RWZI's die lozen op eutrofiëring-gevoelige wateren, met passende maatregelen voor de beveiliging van zwemwater, drinkwater en beperkte extra maatregelen voor KRW-stoffen bij geringe verdunning RWZI/oppervlaktewater na emissie/immis-sie-toets. Maatregelpakketten worden getypeerd door relatief lage zuiveringskosten op beperkt aantal RWZI's.

- Een *fors* ambitieniveau gaat uit van forse, maatschappelijk maximaal haalbare en realistische invulling van de milieuoopgave. Aanzienlijk extra zuiveringstechnische maatregelen voor de verwijdering van in elk geval de zogenaamde rwzi-relevante KRW-stoffen voor de betreffende rwzi's na emissie/immissie-toets. Maatregelpakketten worden getypeerd door maximaal maatschappelijk haalbare en realistische maatregelen; op zo veel mogelijk locaties, maar wel doelmatig.
- Een *maximaal* ambitieniveau: Maximale invulling van milieuoopgave. Verdergaande maatregelen voor alle rwzi's om met een (theoretisch) maximale inspanning alle KRW-doelbereiken te realiseren. Een voorbeeld zijn maatregelen waarbij wordt gestreefd naar vergaande verwijdering van prioritaire (gevaarlijke) KRW-stoffen en een naar maximale beveiliging van zwem- en drinkwater.

Aan de genoemde ambitieniveaus zijn een aantal maatregelenpakketten gekoppeld die bestaan uit de toepassing van combinaties van zuiveringstechnieken voor de verwijdering van KRW-stoffen en/of micro-organismen. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende verschillende typen oppervlaktewateren:

- eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater;
- minder eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater;
- oppervlaktewater met functie zwemwater of voor drinkwaterbereiding;
- oppervlaktewater met verschillende mate van verdunning van RWZI effluent.

Voor het vaststellen van de eutrofiëringsgraad van het ontvangende oppervlaktewater is uitgegaan van de KRW-typologie voor waterlichamen van de wateren waarop de RWZI's lozen, zoals vermeld in de artikel 5 KRW-rapportages van de deelstroomgebieden. Voor ongeveer 70% van de RWZI's is bekend of deze al dan niet op eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater lozen. Van de getoetste RWZI's loost 25 % op eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater.

Door koppeling van GIS-bestanden van lozingspunten van RWZI's met die van zwemwaterlocaties en van innamepunten voor drinkwaterbereiding is gekeken naar mogelijke beïnvloeding door effluenten van RWZI's. Voor zwemwater is hierbij gekeken of het lozingspunt van een RWZI binnen een straal van 1500 m ligt. Vervolgens is op basis van topografische bestanden beoordeeld of er een gerede kans bestaat dat de RWZI-lozing de zwemwaterlocatie beïnvloedt. Bij innamepunten van oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater is een begrenzingsgebied behorend bij een reactietijd van zes uur aangehouden. Dit is de tijd die nodig is om adequate maatregelen te treffen in geval van bedreigingen of om maatregelen te nemen die nodig zijn ter verbetering van de bescherming van de waterkwaliteit. Op basis van deze uitgangspunten en aan de hand van topografische informatie is ingeschat dat ongeveer 15 RWZI's potentieel een zwemwaterlocatie kunnen beïnvloeden en ongeveer 20 RWZI's de innamepunten voor drinkwater. Of de kwaliteit van het oppervlaktewater nabij het innamepunt en de zwemwaterlocatie daadwerkelijk negatief wordt beïnvloed hangt natuurlijk af van locatiespecifieke omstandigheden.

Voor ongeveer de helft van de RWZI's zijn gegevens beschikbaar over de mate van verdunning van het RWZI-effluent met het ontvangende oppervlaktewater. Van de getoetste RWZI's blijkt 65 % een goede verdunning (aandeel RWZI-effluent < 10% van debiet van ontvangend oppervlaktewater), 13% een matige (10-30%) en 21% een geringe verdunning (> 30%) te hebben.

In deze quick-scan zijn de ontbrekende gegevens voor de relatie van de RWZI met het type oppervlaktewater bijgeschat door eigenschappen van RWZI's waarvan de gegevens ontbreken,

te loten met een verdeling gelijk aan die van RWZI's waarvan de gegevens wel bekend zijn. Zo werd bijvoorbeeld voor RWZI's met ontbrekende gegevens aangenomen dat 25% op eutrofiëringsgevoelig water loost. Aan de hand hiervan konden voor alle RWZI's in Nederland een maatregelenpakket, afhankelijk van het gewenste ambitieniveau, worden vastgesteld.

Een schatting van de totale kosten van de extra zuiveringstechnische maatregelen is gemaakt door de kosten voor RWZI's van 20.000 en 100.000 i.e. à 136 g TZV, zoals vermeld in het rapport "Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW", als basis te gebruiken. Door een eenvoudige benadering (een exponentiële kostencurve als functie van de capaciteit) was het mogelijk om de kosten van deze zuiveringstechnieken voor RWZI's van iedere grootte uit te rekenen. Hierbij kan worden opgemerkt dat in het bovengenoemde rapport een aantal kennisleemten benoemd zijn die van invloed kunnen zijn op de kostenberekeningen.

De financiële consequenties van de KRW door toepassen van een vergaande zuivering op RWZI's bij de verschillende ambitieniveaus is in tabel I samengevat.

TABEL I INDICATIEVE KOSTEN VERGAANDE ZUIVERING OP RWZI'S BIJ IMPLEMENTATIE VAN DE KRW BIJ VERSCHILLENDE AMBITIENIVEAUS

Beleidsvariant / Ambitieniveau	Investeringen	Exploitatie (jaartijks kosten)	Kosten per i.e.*	Kostenrange per i.e.* afzonderlijke waterschappen
-	€ x 1.000.000	€ / jaar x 1.000.000	€ per i.e. per jaar	€ per i.e. per jaar
Nul	850 **	90***	3,30****	0 - 9
Beperkt	560	80	3,00	1 - 8
Fors	1 400	220	8,40	5 -15
Maximaal	3 200	550	20,60	15 - 35

* Behandelde i.e. à 136 g TZV.

** Waarvan € 630 miljoen om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en € 220 miljoen om de N- en P verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren.

*** Waarvan € 60 miljoen om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en € 30 miljoen om de N- en P verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren.

**** Waarvan € 2,20 om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en € 1,10 om de N- en P verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren.

De kosten voor de nulvariant bedragen circa € 90 miljoen per jaar. Hierbij kan een onderscheid worden gemaakt in kosten (€ 60 miljoen per jaar) om alle RWZI's te laten voldoen aan van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en kosten (€ 30 miljoen per jaar) om de N- en P-verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren. De kosten per behandelde i.e. per jaar bedragen € 3,30.

Hierbij kan worden opgemerkt dat inmiddels een deel van deze berekende kosten van de nulvariant al zijn opgenomen in de begrotingen van de waterschappen omdat voor de berekening van deze kosten gebruik is gemaakt van een RWZI bestand uit 2003.

De totale extra zuiveringskosten voor vergaande zuivering op RWZI's bij implementatie van de KRW nemen aanzienlijk toe bij hogere ambitieniveau's. Voor het *beperkte* ambitieniveau bedragen de kosten circa € 80 miljoen per jaar, voor het *forse* ambitieniveau circa € 220 miljoen per jaar en voor de *maximale* variant € 550 miljoen per jaar. De kosten per i.e. (à 136 g TZV) bedragen bij het *beperkte* ambitieniveau circa € 3,- per behandelde i.e. per jaar tot € 20,60 per behandelde i.e. per jaar voor het *maximale* scenario. Merk op dat de kosten per administratieve i.e. op ongeveer 120% liggen van die per behandelde i.e. à 136 g TZV.

Naast de kosten voor geheel Nederland zijn ook de kosten per afzonderlijk waterschap bepaald. Hierbij bleek dat de verschillen tussen de afzonderlijke waterschappen aanzienlijk zijn. Bij de variant lopen de kosten uiteen van € 0,- tot € 9,- per behandelde i.e. à 136 g TZV per jaar; voor het *beperkte* ambitieniveau van € 1,- tot € 8,-; voor het *forse* ambitieniveau van € 5,- tot € 15,- en voor het *maximum*-scenario van € 15,- tot € 35,- per i.e. per jaar.

Bij de berekening van de kostenscenario's in deze 'quick scan' is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd waarbij is gekeken naar de capaciteit van de aanvullende zuiveringstechniek, het effect van loten en de rentestand.

Bij de kostenberekeningen is uitgegaan van een maximale behandelingscapaciteit van de aanvullende zuiveringstechnieken van 1,5 x dwa. Bij een verdubbeling van deze behandelingscapaciteit naar 3 x dwa nemen de kosten met (slechts) 25% toe, en wordt er naar verwachting maar 15% meer RWZI-effluent behandeld.

Het toepassen van loting voor de bijschatting van de ontbrekende gegevens leidt tot een onzekerheid (verschil tussen geringste en hoogste kosten) van een factor 2 bij een beperkt ambitieniveau, circa 50% bij het *forse* ambitieniveau en circa 15% voor de nulvariant en het maximale scenario. Deze gevoeligheid kan aanzienlijk worden gereduceerd als waterschappen met meer beschikbare informatie uit hun beheersgebied een vergelijkbare exercitie zouden uitvoeren. De resultaten van deze afzonderlijke exercities kunnen vervolgens worden gesommeerd met als resultaat een goede inschatting van de extra zuiveringskosten voor RWZI's op nationaal niveau voor Nederland.

Naast het vaststellen van de kosten voor de implementatie van de KRW, was het in deze quick scan ook de bedoeling een beeld te krijgen van de emissiereductie van de RWZI-relevante KRW-stoffen bij het doorvoeren van de maatregelenpakketten voor een vergaande zuivering op RWZI's. Afgezien van N en P blijkt dit niet goed mogelijk. Het probleem hierbij is dat voor een groot aantal prioritaire KRW-stoffen een beperkte hoeveelheid meetgegevens in RWZI-effluent beschikbaar is, en er weinig kwantitatief inzicht bestaat in de te verwachten zuiveringsefficiency van de maatregelpakketten voor deze stoffen. Alleen voor N en P zijn zowel de emissies als de zuiveringsefficiency van de aanvullende zuiveringstechnieken bekend, terwijl van zware metalen alleen (in beperkte mate) gegevens van de emissie beschikbaar zijn. Van de overige stoffen zijn echter nauwelijks gegevens voorhanden. In deze 'quick scan' kan dan ook geen indicatie van de reductie van de emissies van dergelijke stoffen worden gegeven.

DE STOWA IN HET KORT

De Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer, kortweg STOWA, is het onderzoeksplatform van Nederlandse waterbeheerders. Deelnemers zijn alle beheerders van grondwater en oppervlaktewater in landelijk en stedelijk gebied, beheerders van installaties voor de zuivering van huishoudelijk afvalwater en beheerders van waterkeringen. Dat zijn alle waterschappen, hoogheemraadschappen en zuiveringsschappen en de provincies.

De waterbeheerders gebruiken de STOWA voor het realiseren van toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk juridisch en sociaal-wetenschappelijk onderzoek dat voor hen van gemeenschappelijk belang is. Onderzoeksprogramma's komen tot stand op basis van inventarisaties van de behoefte bij de deelnemers. Onderzoekssuggesties van derden, zoals kennisinstituten en adviesbureaus, zijn van harte welkom. Deze suggesties toetst de STOWA aan de behoeften van de deelnemers.

De STOWA verricht zelf geen onderzoek, maar laat dit uitvoeren door gespecialiseerde instanties. De onderzoeken worden begeleid door begeleidingscommissies. Deze zijn samengesteld uit medewerkers van de deelnemers, zonodig aangevuld met andere deskundigen.

Het geld voor onderzoek, ontwikkeling, informatie en diensten brengen de deelnemers samen bijeen. Momenteel bedraagt het jaarlijkse budget zo'n zes miljoen euro.

U kunt de STOWA bereiken op telefoonnummer: 030 -2321199.

Ons adres luidt: STOWA, Postbus 8090, 3503 RB Utrecht.

Email: stowa@stowa.nl.

Website: www.stowa.nl

QUICK SCAN KOSTENSCENARIO'S VERGAANDE ZUIVERING RWZI EN KRW

INHOUD

	TEN GELEIDE SAMENVATTING STOWA IN HET KORT	
1	INTRODUCTIE	1
1.1	Inleiding	1
1.2	Doelstelling	2
1.3	Dit rapport	2
2	MAATREGELENPAKKETTEN, VARIANTEN EN SCENARIO'S	3
2.1	Maatregelenpakketten	3
2.2	Varianten	5
2.3	Scenario's	7
3	OPZET EN METHODIEK REKENMODEL SCENARIO'S	9
3.1	Berekening kosten	9
3.1.1	Algemeen	9
3.1.2	Vaststellen typen oppervlaktewater waarop wordt geloosd.	11
3.1.3	Vaststellen kosten maatregelenpakketten	12
3.1.4	Vaststellen kosten om te voldoen aan het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater	15
3.2	Emissies	16

4	RESULTATEN VAN DE KOSTENBEREKENINGEN	17
4.1	Kosten nulvariant	17
4.2	Kosten van maatregelen in het kader van de KRW op de RWZI	17
4.3	Kosten voor Nederland en per waterschap	19
4.4	Gevoeligheidsanalyse	20
	4.4.1 Gevoeligheid voor capaciteit	21
	4.4.2 Gevoeligheid van de loting	21
5	RESULTATEN VAN DE EMISSIEBEREKENINGEN	23
5.1	Kwalitatieve indicatie	23
6	EVALUATIE EN CONCLUSIES	27
6.1	Kostenberekeningen	27
6.2	Reductie van emissies	29
	REFERENTIES	31
	BIJLAGEN	
	BESCHRIJVING MAATREGELENPAKKETTEN	33
	VASTSTELLEN VAN KOSTEN VAN ZUIVERINGSTECHNIEKEN	41
	VERWIJDERINGSRENDEMENTEN VAN TECHNIEKEN	47

1

INTRODUCTIE

1.1 INLEIDING

In december 2000 is de Kaderrichtlijn water (KRW) van kracht geworden. De KRW beoogt de kwaliteit van Europese wateren in een goede toestand te brengen en te behouden. De uitwerking van de KRW zal leiden tot nieuwe eisen en normen voor oppervlaktewater, en de daaruit afgeleide nieuwe effluenteisen voor rioolwaterzuiveringsinrichtingen (RWZI's). Voor RWZI's is een doorvertaling naar effluenteisen te verwachten voor vooral stikstof, fosfor, en een aantal prioritairere stoffen. Voor Nederland is een shortlist opgesteld van relevante KRW stoffen die in RWZI effluent zijn aangetoond, en waarvoor mogelijk aanvullende zuivering gewenst is (STOWA 2005).

Om aan de – nog vast te leggen – KRW doelstellingen te voldoen zijn naast extra aanvullende maatregelen bij RWZI's, ook bronmaatregelen en maatregelen bij een groot aantal andere emissiebronnen nodig (V&W, 2004). Voor maatregelen bij RWZI's gaat het hierbij om de invoering van extra technieken om het zuiveringsrendement van RWZI's te verhogen. De vraag of deze maatregelen op (alle) RWZI's in Nederland daadwerkelijk zullen worden uitgevoerd, wordt bepaald door een groot aantal factoren welke regionaal op stroomgebiedsniveau worden vastgelegd. Hierbij kan worden gedacht aan de te verwachten (beschermde) status van een waterlichaam, de lokale belastingssituatie, effecten van andere emissiebronnen, en welke mix van brongerichte maatregelen, rioleringsstechnische maatregelen (bijvoorbeeld afkoppelen) en extra zuivering van RWZI effluent toepasbaar lijkt. Hierbij is het van belang welke kosten en baten met al deze maatregelen gemoeid zijn. Om hier beter inzicht in te krijgen zullen kostenscenario's worden opgesteld voor bovengenoemde brongerichte maatregelen, rioleringsstechnische maatregelen, en extra vergaande zuivering van RWZI effluent.

In dit rapport worden de resultaten van een bureaustudie gegeven, waarbij een aantal kostenscenario's zijn opgesteld en doorgerekend van uitsluitend vergaande zuivering op RWZI's om zo de kwaliteitsdoelstellingen van de KRW te bereiken. In dit geval is dus de hypothese dat RWZI effluenten de enige emissiebron zijn, en deze uitsluitend door extra zuiveringstechnieken voor vergaande zuivering op RWZI's te saneren zijn. De studie heeft het karakter van een 'quick scan', waarbij gebruik is gemaakt van de momenteel beschikbare gegevens.

Dit rapport en de nog uit te voeren berekeningen van kostenscenario's voor bronmaatregelen en rioleringsstechnische maatregelen, dienen als input voor de werkgroep "Afwegingskader/ Maatschappelijke Kosten Baten Analyse (MKBA)" en als hulpmiddel/systematiek bij het verkennen van de maatregelpakketten in de regio. Deze werkgroep ondersteunt in de periode 2005-2009 de regio bij het proces van analyseren en afwegen van de verschillende maatregelen om in 2015 aan de KRW-doelen, te weten een goede chemische en ecologische toestand van de Nederlandse oppervlaktewateren, te kunnen voldoen.

1.2 DOELSTELLING

De doelstelling van de uitgevoerde 'quick scan' is het verkrijgen van een (indicatief) landelijk beeld van de kosten en de emissiereductie van KRW-stoffen in Nederland voor een aantal scenario's van uitsluitend vergaande zuiveringsmaatregelen op RWZI's. Met dit rapport wordt naast de KRW-doelbereiken mede invulling gegeven aan de bacteriologische kwaliteit in verband met de EU zwemwaternrichtlijn.

1.3 DIT RAPPORT

In dit rapport worden de resultaten van de doorberekende kostenscenario's gegeven. Allereerst wordt ingegaan op de definitie van de verschillende scenario's en varianten, waarna wordt aangegeven welke informatie is gebruikt, en hoe deze is verwerkt om de scenario's en varianten te kunnen doorrekenen. Vervolgens wordt de opzet van het kostenmodel toegelicht waarna de resultaten van de berekeningen worden gegeven. Het rapport wordt afgesloten met een evaluatie en de conclusies.

2

MAATREGELENPAKKETTEN, VARIANTEN EN SCENARIO'S

2.1 MAATREGELENPAKKETTEN

In deze studie worden scenario's doorgerekend waarbij wordt uitgegaan van een aantal maatregelenpakketten om KRW stoffen en/of micro-organismen te verwijderen. Hierbij wordt een bepaalde effluentkwaliteit nagestreefd.

Voor de in te zetten zuiveringstechnieken is uitgegaan van de verschillende opties genoemd in het rapport "Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW" (STOWA 2005).

Voor de toe passen zuiveringstechnieken of een combinatie hiervan, wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende verschillende typen ontvangende oppervlaktewateren:

- eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater;
- minder eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater;
- oppervlaktewater met functie zwemwater of drinkwaterbron;
- oppervlaktewater met verschillende mate van verdunning van RWZI effluent ¹.

Er kan worden opgemerkt dat deze indeling zó is, dat een RWZI mogelijk in meerdere van genoemde typen ontvangende oppervlaktewateren valt. De maatregelenpakketten zijn dan op elkaar afgestemd. Dit wordt verderop nog toegelicht.

Het uitgangspunt voor de te nemen (KRW) maatregelenpakketten is dat alle individuele RWZI's voldoen aan de lozingsnormen van het Lozingsbesluit Stedelijk Afvalwater (zie tabel 4). De regel dat geen maatregelen genomen hoeven te worden als binnen het beheersgebied 75% reductie van de emissie van N of P is bereikt, is niet van toepassing.

Bij de verschillende in deze quick scan gehanteerde maatregelenpakketten (zie tabel 1) kan onderscheid worden gemaakt tussen maatregelen gericht op:

- optimalisatie N- en P-verwijdering
- vergaande N- en P-verwijdering
- bacteriologische kwaliteit
- goede chemische kwaliteit drinkwaterbereiding
- prioritaire KRW-stoffen ontvangend oppervlaktewater
- nul-emissie prioritaire (gevaarlijke) KRW-stoffen

De maatregelen die horen bij bovengenoemde doelstellingen kunnen elkaar overlappen (zo zijn de maatregelenpakketten 1a/2b en 5b/6a identiek). Een uitgebreide beschrijving is opgenomen in bijlage 1.

¹ Bij de verschillende mate van verdunning wordt uitgegaan van een goede (aandeel effluent van RWZI <10 % van debiet van ontvangend oppervlaktewater), matige (10-30 %), en een geringe (> 30 %) verdunning.

TABEL 1 MAATREGELENPAKKETTEN

Maatregelenpakket	Omschrijving
1. Optimalisatie N- en P eutrofiëringsevoelige en minder eutrofiëringsevoelige wateren	1a) RWZI met biologische/chemische P verwijdering, en een goede procesregeling voor NH_4/NO_3 – verwijdering. RWZI-effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzoutdosering, en vlokingsfiltratie. 1b) RWZI met biologische/chemische P verwijdering, en een goede procesregeling voor NH_4/NO_3 – verwijdering.
2. Vergaande N- en P verwijdering eutrofiëringsevoelige en minder eutrofiëringsevoelige wateren	2a) RWZI effluent wordt nabehandeld via biofiltratie met C-bron dosering (N-verwijdering), gevolgd door in-line coagulatie, metaalzoutdosering, en vlokingsfiltratie (P-verwijdering). 2b) RWZI met biologische/chemische P verwijdering, en een goede procesregeling voor NH_4/NO_3 – verwijdering. RWZI-effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzoutdosering, en vlokingsfiltratie.
3. Vergaande bacteriologische verwijdering oppervlaktewater functie zwemwater	3a) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzoutdosering, vlokingsfiltratie, en UV-straling. 3b) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzoutdosering en ultrafiltratie.
4. Goede chemische kwaliteit drinkwaterbereiding oppervlaktewater functie drinkwaterbron	4a) RWZI effluent wordt nabehandeld via coagulatie-flocculatie, metaalzoutdosering, poederkooldosering, en vlokingsfiltratie 4b) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzoutdosering, vlokingsfiltratie, en actiefkoolfiltratie
5. Prioritaire KRW-stoffen ontvangend oppervlaktewater Maatregelen bij verschillende verdunningen RWZI effluent in ontvangend oppervlaktewater	5a) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzoutdosering, en vlokingsfiltratie 5b) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzout- en C-bron dosering, bio/vlokingsfiltratie, en actiefkoolfiltratie 5c) RWZI effluent wordt nabehandeld via C-bron dosering en biofiltratie, gevolgd door coagulatie-flocculatie, metaalzout en poederkooldosering in combinatie met vlokingsfiltratie.
6. Nulemissie prioritaire KRW stoffen alle RWZI's	6a) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzout- en C-bron dosering, bio/vlokingsfiltratie, en actiefkoolfiltratie 6b) RWZI effluent wordt nabehandeld via in-line coagulatie, metaalzout- en C-bron dosering, bio/vlokingsfiltratie, en oxidatie.

Noot: Technieken 2a) tot en met 6 b) zijn gebaseerd op zuiveringstechnieken conform het rapport "Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW" (STOWA 2005)

2.2 VARIANTEN

Voor de invulling van de KRW doelstellingen zijn er verschillende opties en mogelijkheden die samenhangen met het ambitieniveau. Door de werkgroep 'Afwegingskader/MKBA' is een vijftal beleidsvarianten met uiteenlopende ambitieniveau voor de implementatie van de KRW voorgesteld. Hierbij is er voor gekozen om de verschillende beleidsvarianten zodanig te kiezen dat deze zich niet zozeer onderscheiden aan het soort maatregel, maar meer aan de intensiteit van de maatregel. Dit sluit aan bij de gangbare afwegingspraktijk, namelijk het treffen van doelmatige 'eenvoudige' aanvullende maatregelen op een gelimiteerde schaal waar deze het meest effect sorteren. In de 'hogere' maatregelpakketten kunnen verdergaande maatregelen op een grotere schaal aan bod komen. De werkgroep 'Afwegingskader/MKBA' stelt de volgende vijf beleidsvarianten voor:

TABEL 2 BELEIDSvarianten VOOR VERKENNING VAN MAATREGELPAKKETTEN IN DE KRW

Status	Beleidsvariant /ambitieniveau	Invulling
Verplichte KRW basismaatregelen	Referentieniveau	Vastgestelde geen-spijtmateregelen tot 2009 conform huidig beleid (incl. geld geprogrammeerd voor uitvoering)
	'Basis'-variant	Nog uit te voeren maatregelen op grond van vigerende EU-richtlijnen (pre-KRW)
Aanvullend KRW maatregelen	Beperkt/laag	Beperkte extra mate van invulling van de milieupgave (onvermijdbaar geachte inspanning)
	Fors/hog	Aanzienlijk extra maatregelen ter invulling van de milieupgave (maximaal maatschappelijk haalbaar geachte inspanning)
	Maximaal	Alle doelen in 2015 volledig realiseren (100 % realisatie van de milieupgave)

In de 'Referentievariant' gaat het om vastgestelde maatregelen in het huidige beleid en opgenomen in huidige begrotingen. Het betreft dus reeds geprogrammeerde maatregelen en gelden. De 'Basisvariant' omvat alle reeds verplichte maatregelen op grond van vigerende Europese richtlijnen, zoals de EU-richtlijn Stedelijk Afvalwater. Het ambitieniveau 'Beperkt' gaat uit van implementatie van huidig en noodzakelijk beleid, met hier bovenop een beperkte (maar 'serieuze') invulling van de milieupgave. In deze variant wordt gestreefd naar een invulling waarbij tot 2015 boven op de verplichte KRW-basismaatregelen nog een minimale inspanning als extra inzet wordt geleverd. De variant 'Fors' gaat uit van forse, maatschappelijk maximaal haalbare en realistische invulling van de milieupgave. De 'Maximale' variant wordt getypeerd door een maximale invulling, waarbij al het mogelijke wordt ingezet om de doelen zo volledig mogelijk te behalen.

In deze quick scan is zo veel mogelijk aangesloten bij bovenstaande beleidsvarianten met uitzondering van de 'referentie- en basisvariant'. Voor de rwzi's bestaan de 'referentie- en basisvariant' uit alle in de Waterbeheersplannen vastgestelde en begrootte maatregelen en uit alle maatregelen die nog moeten worden uitgevoerd om te voldoen aan het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater. Aangezien verwacht wordt dat de rwzi's in 2006 voldoen aan alle verplichtingen voor het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater vloeien er geen extra maatregelen voort uit de basisvariant. Wel wordt opgemerkt dat de waterschappen naar verwachting nog niet voldoen aan de mogelijke extra maatregelen op grond van het bestaande gebiedsgerichte waterkwaliteitsaanpak zoals geformuleerd in de Vierde Nota Waterhuishouding. Hiertoe kan onder andere het extra verwijderen van N en P op eutrofiëringsgevoelig water worden gerekend. Er was geen overzicht beschikbaar van deze reeds geprogrammeerde zogenaamde 'geen-spijt' maatregelen van het huidige beleid tot 2009. Het verzamelen van deze gegevens

bij de afzonderlijke waterschappen en de toekenning van de begrote kosten aan de gebiedsgerichte waterkwaliteitsaanpak paste niet binnen de doelstellingen van een quick scan. Hierbij wordt zo veel mogelijk gebruik gemaakt van beschikbare gegevens. Om deze reden is er in de quick scan een 'nulvariant' geïntroduceerd. Deze omvat niet alleen de reeds geprogrammeerde maatregelen en de verplichte maatregelen op grond van Europese richtlijnen, maar ook het voldoen aan de grenswaarden van het Lozingenbesluit en verdere verbetering van de effluentkwaliteit tot $N = 5-8 \text{ mg/l}$ en $P=0,3 \text{ mg/l}$ voor eutrofiëringsgevoelige wateren. Hierbij wijkt de nulvariant dus af van de voorgestelde 'referentie' en 'basis'-variant.

TABEL 3 OMSCHRIJVING VAN DE NULVARIANT

Quick scan	Beleidsvariant / ambitieniveau	Invulling
Nulvariant	Referentieniveau/basisvariant	Alle RWZI's voldoen aan de individuele normen van het Lozingsbesluit Stedelijk afvalwater. Op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water wordt de N- en P verwijdering geoptimaliseerd en verbeterd.

Binnen de nulvariant is het uitgangspunt dat alle RWZI's voldoen aan de lozingseisen zoals weergegeven in tabel 4.

TABEL 4 GRENSWAARDEN VAN RWZI EFFLUENT IN HET LOZINGENBESLUIT STEDELIJK AFVALWATER

Parameter	Eenheid	Waarde	Opmerkingen
CZV	mg/l	125	Grenswaarde, aantal toegestane afwijkingen afhankelijk van het aantal monsternames (minimaal 5 x /maand). Afwijking maximaal 100%.
BZV5	mg/l	20	Grenswaarde, aantal toegestane afwijkingen afhankelijk van het aantal monsternames (minimaal 5 x /maand). Afwijking maximaal 100%.
Onopgeloste stof	mg/l	30	Grenswaarde, aantal toegestane afwijkingen afhankelijk van het aantal monsternames (minimaal 5 x /maand). Afwijking maximaal 150%.
Kjeldahl-N	mg/l	n.v.t.	-
Ntotaal	mg/l	10 als RWZI > 20.000 i.e. 15 als RWZI < 20.000 i.e.	Jaargemiddelde
Ptotaal	mg/l	1 als RWZI > 100.000 i.e. 2 als RWZI < 100.000 i.e.	Voortschrijdend gemiddelde in 10 opeenvolgende etmaalmonsters

De huidige praktijk in Nederland is dat niet alle zuiveringen aan de eisen van tabel 4 hoeven te voldoen, omdat hogere waarden zijn toegestaan als binnen een beheersgebied een reductie van 75% voor N en P wordt gerealiseerd. De verwachting is dat op de lange termijn veel van deze RWZI's zullen gaan voldoen aan de individuele normen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater.

Verder wordt binnen de nulvariant de N- en P verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water geoptimaliseerd en verbeterd, waarbij wordt gestreefd naar RWZI-effluent concentraties N en P van 5-8 mg N/l en 0,3 mg P/l. De kosten om te voldoen aan bovenstaande effluenteisen voor N 10/15 mg/l en P 1/2 mg/l voor alle RWZI's, en de optimalisatie van N en P verwijdering voor RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water, worden binnen de quick scan niet toegerekend aan de KRW-implementatie, maar als een (maximale) voortzetting van het huidige beleid.

De extra kosten om te voldoen aan de KRW doelstellingen worden bepaald door het ambitieniveau (zie ook tabel 2) en de hiermee samenhangende in te zetten maatregelenpakketten.

2.3 SCENARIO'S

De scenario's die zijn doorberekend, zijn tot stand gekomen door aan een gegeven beleidsvariant conform tabel 2, maatregelenpakketten zoals gegeven in tabel 1 toe te kennen voor een specifiek type ontvangend oppervlaktewater. Op deze wijze is voor iedere beleidsvariant een scenario opgezet. Een overzicht van de scenario's is gegeven in tabel 5.

TABEL 5 SCENARIO'S. VOOR DE OMSCHRIJVING VAN DE CODERING 1A, 1B, 2A ET CETERA WORDT VERWEZEN NAAR TABEL 1 EN BIJLAGE 1

maatregelenpakketten → Beleidsvariant ambitieniveau ↓	N en P	Prioritaire KRW stoffen	Bacteriologische kwaliteit
Nul variant *)	Maatregelenpakketten: 1a		
• Eutrofiëringsgevoelig water	1a		
• Minder eutrofiëringsgevoelig water			
Ambitieniveau beperkt/laag	Maatregelenpakketten: 1b, 2a, 3a, 4a,5a		
• Eutrofiëringsgevoelig water	2a		
• Minder eutrofiëringsgevoelig water	1b		
• Functie drinkwaterbron		4a	
• Functie zwemwater			3a
• Verdunning gering		5a	
• Verdunning matig			
• Verdunning goed			
Ambitieniveau fors/hoog	Maatregelenpakketten: 1b,2a,3b,4b,5a,5b,5c		
• Eutrofiëringsgevoelig water	2a		
• Minder eutrofiëringsgevoelig water	1b		
• Functie drinkwaterbron		4b	
• Functie zwemwater			3b
• Verdunning gering		5b	
• Verdunning matig		5c	
• Verdunning goed		5a	
Ambitieniveau maximaal	Maatregelenpakketten: 2b, 2a, 3b, 5c, 6a, 6b		
• Eutrofiëringsgevoelig water	2a		
• Minder eutrofiëringsgevoelig water	2b		
• Functie drinkwaterbron		6b	
• Functie zwemwater			3b
• Verdunning gering		6a	
• Verdunning matig		6a	
• Verdunning goed		5c	

*) Alle RWZI's moeten voldoen aan het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater. Voor RWZI's die nog niet voldoen worden maatregelen getroffen. Voor de optimalisatie/verbetering van de N- en P verwijdering voor RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water wordt maatregelpakket 1a ingezet.

3

OPZET EN METHODIEK REKENMODEL SCENARIO'S

3.1 BEREKENING KOSTEN

3.1.1 ALGEMEEN

De algemene opzet van de gevolgde rekenmethode is gegeven in figuur 1.

FIGUUR 1 ALGEGELE OPZET REKENMODEL VOOR BEREKENING VAN DE KOSTEN

RWZI	Definitie oppervlaktewater waarop geloosd	Corresponderend maatregelenpakket	Kosten voor maatregelenpakket
1	type oppervlaktewater	pakket 1	K_1
2	type oppervlaktewater	pakket 2	K_2
	↓	↓	↓
n-1	type oppervlaktewater	pakket n-1	K_{n-1}
N	type oppervlaktewater	pakket n	K_n
Totale kosten			$\Sigma (K_1 \dots K_n)$

Bij de opzet van het model is uitgegaan van het CBS bestand “zuiveringsbeheer in Nederland” (CBS 2003). In dit bestand zijn alle RWZI's in Nederland, inclusief relevante gegevens zoals capaciteiten, in- en effluentsamenstelling, lozingspunt *et cetera*, gegeven. Op basis van dit bestand en de aanvullende informatie uit de artikel 5 KRW-rapportages is voor iedere RWZI vastgesteld op wat voor type oppervlaktewater wordt geloosd². Het type oppervlaktewater is, gegeven een bepaald scenario, bepalend voor het type maatregelenpakket dat wordt ingezet om de KRW doelstellingen in te vullen. Door hiervoor de kosten vast te stellen kan per RWZI worden berekend wat de kosten zijn voor een specifiek KRW-scenario. De totale kosten voor aanvullende zuiveringsmaatregelen behorend bij een ambitieniveau worden bepaald door de kosten van alle RWZI's te sommeren.

De kritieke punten in het model wordt bepaald door:

- vaststellen van het type oppervlaktewater waarop een specifieke RWZI loost;
- vaststellen van de kosten van de maatregelenpakketten.

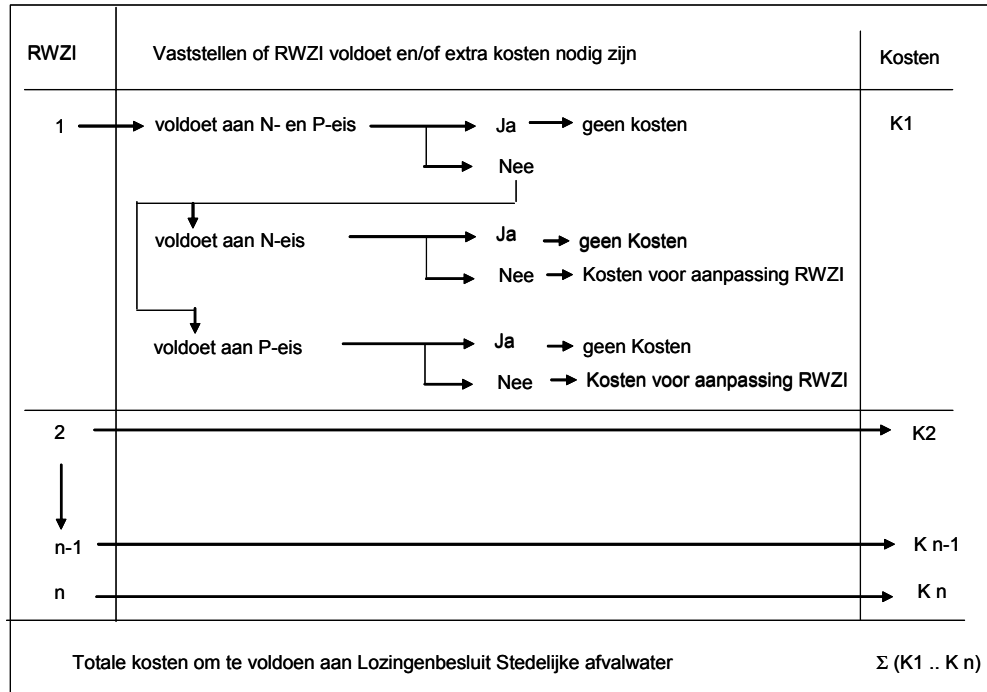
In de paragrafen 3.1.2 en 3.1.3 wordt nader ingegaan op deze aspecten. Naast het bepalen van de kosten om de KRW doelstellingen bij verschillende ambitieniveaus in te vullen, is bij de nulvariant nagegaan wat de kosten voor Nederland zijn om alle RWZI's te laten voldoen aan de lozingsnormen N=10/15 mg/l en P= 1/2 mg/l van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater

² Voor de gehanteerde indeling van type oppervlaktewater wordt verwezen naar Hoofdstuk 2.

(zie tabel 4). Hierbij is dus het uitgangspunt dat hogere nutriëntwaarden niet meer zijn toegestaan ongeacht het feit of de 75 % reductie van de stikstof en fosfor emissie in een beheersgebied is gerealiseerd. De manier waarop deze kosten zijn bepaald is gegeven in figuur 2.

FIGUUR 2

OPZET REKENMODEL VOOR BEREKENING KOSTEN OM TE KUNNEN VOLDOEN AAN DE GRENSWAARDEN VAN HET LOZINGENBESLUIT STEDELIJK AFVALWATER. NOOT: DE KOSTEN K_1 , K_2 , ET CETERA KUNNEN GELIJK ZIJN AAN 0.



Per RWZI wordt nagegaan of er wordt voldaan aan de grenswaarden van RWZI-effluenten zoals gesteld in het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater³. Als er niet wordt voldaan, worden extra kosten opgenomen; als de RWZI wel voldoet worden er vanzelfsprekend geen extra kosten toegekend. De sommatie van de kosten per RWZI geeft als resultaat de kosten voor Nederland waarbij alle RWZI's voldoen aan de concentratie-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater.

In dit verband kan worden opgemerkt dat er gebruik is gemaakt van de gegevens van het CBS bestand 2003. Een aantal RWZI's die in dit bestand uit 2003 niet voldoen zijn intussen al omgebouwd, of zal dit op korte of lange termijn gaan plaatsvinden. De berekende kosten zijn een momentopname voor 2003.

In paragraaf 3.1.4 wordt nader ingegaan op het vaststellen van de kosten voor het aanpassen van bestaande RWZI's die voldoen aan de N=10/15 mg/l en P=1/2 mg/l eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater.

³ In deze studie heeft de toetsing op basis van een jaargemiddelde fosfaateffluenteis plaatsgevonden (niet op een voortschrijdende gemiddelde over 10 waarnemingen).

3.1.2 VASTSTELLEN TYPEN OPPERVLAKTEWATER WAAROP WORDT GELOOSD.

Bij de vaststelling op welk type oppervlaktewater is geloosd is gekeken naar

- de mate van verdunning van het effluent;
- de eutrofiëringsgevoeligheid van het ontvangend oppervlaktewater;
- of de lozing mogelijk een in de nabijheid gelegen ontvangend zwemwaterlocatie beïnvloedt;
- of er sprake is van beïnvloeding van een nabij gelegen drinkwaterwingebied.

VERDUNNING VAN HET EFFLUENT

De mate van verdunning van het effluent is ontleend aan de studie 'Quick-scan verdunningsratio's RWZI-effluënten' (RIZA/STOWA 2004). Voor bijna de helft van de RWZI's in Nederland zijn echter geen gegevens beschikbaar. Van de getoetste RWZI's blijkt 65% een factor van meer dan 10 verdund te worden bij lozing in het ontvangend oppervlaktewater (aandeel effluent RWZI < 10% van debiet ontvangend oppervlaktewater; goede verdunning); 13% heeft een verdunningsfactor tussen 3,3 en 10 (matige verdunning; 10 - 30%). Bij de overige 21% van de RWZI's bedraagt de verdunning bij lozing minder dan een factor 3,3 (geringe verdunning; > 30%).

EUTROFIËRINGSGRAAD

Voor het vaststellen van de eutrofiëringsgraad van het ontvangend oppervlaktewater is uitgegaan van de KRW -typologie van de wateren waarop de RWZI's lozen. Op basis van deze typologie van de waterlichamen uit de artikel 5 KRW-rapportages kan bepaald worden of het gaat om eutrofiëringsgevoelige stagnante wateren. Deze analyse geeft echter maar voor 284 van de 391 RWZI's een KRW-typering voor het ontvangende oppervlaktewater. De vertaling van KRW type naar eutrofiëringsgevoelige stagnante wateren werd uitgevoerd volgens de indeling in tabel 6.

TABEL 6

INDELING VAN KRW-TYPOLOGIE NAAR AL DAN NIET EUTROFIËRINGSGEVOELIGE STAGNANTE WATEREN

Gevoelig	KRW-typologie	Aantal
Ja	M1, M2, M3, M8, M14, M27, M30	67
Nee	K2, M6, M7, O2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, V1, V2, V3	217
geen gegevens	-	107

Aan de hand van deze indeling lozen 67 RWZI's op eutrofiëringgevoelige stagnante wateren en 217 niet. Van de overige 107 RWZI's is dit niet bekend vanwege uiteenlopende redenen.

ZWEMWATERLOCATIES

Door koppeling van GIS-bestanden over de RWZI-lozingspunten en zwemwaterlocaties in de Nederlandse oppervlaktewateren is gekeken of binnen een straal van 1500 meter van een RWZI een zwemwaterlocatie voorkomt. Daarna is op basis van topografische bestanden beoordeeld of er gereede kans van invloed van de RWZI-lozing op de zwemwaterlocatie bestaat. Van de 40 RWZI's die binnen een straal van 1500 m van een zwemwaterlocatie liggen, bleek voor 17 locaties sprake te zijn van een mogelijke beïnvloeding. Of de kwaliteit van het zwemwater daadwerkelijk negatief wordt beïnvloed hangt af van locatiespecifieke omstandigheden.

DRINKWATERLOCATIES

Op basis van de locaties van de innamepunten van oppervlaktewater voor de bereiding van drinkwater en de lozingspunten van RWZI's is vastgesteld dat 26 RWZI's liggen in een begrenzinggebied behorend met een reactietijd van 6 uur. Dit is de tijd die nodig is om adequate

maatregelen te treffen in geval van bedreigingen of maatregelen die nodig zijn ter verbetering van de bescherming van de waterkwaliteit. Of de kwaliteit van het oppervlaktewater nabij het innamepunt daadwerkelijk negatief wordt beïnvloed hangt af van locatiespecifieke omstandigheden. Daarna is een globale analyse uitgevoerd met behulp van bestanden met topografische informatie en afwateringsgegevens. Op basis hiervan was het niet aannemelijk te veronderstellen dat een aantal van de RWZI's de kwaliteit van het oppervlaktewater nabij het drinkwater-innamepunt zou kunnen beïnvloeden, maar voor 21 RWZI's lijkt een dergelijke beïnvloeding wel tot de mogelijkheden te behoren.

ONTBREKENDE GEGEVENS

Voor een groot aantal RWZI's blijkt het mogelijk met de beschikbare informatie een koppeling te maken tussen het lozingspunt van de RWZI en de verschillende typen ontvangende oppervlaktewateren. Voor een aantal RWZI's ontbreken er echter gegevens met betrekking tot:

- de verdunningsgraad bij 50% van de RWZI's;
- het al dan niet eutrofiëringsgevoelig zijn van het ontvangende oppervlaktewater bij circa 30 % van de RWZI's.

Om toch een indruk te krijgen van de invloed van deze typering van het oppervlaktewater zijn de ontbrekende gegevens bijgeschat. Dit is gedaan met behulp van een loting volgens de verdeling die geldt voor de wél beschikbare gegevens. In het geval van de eutrofiëringsgevoeligheid geldt dus het volgende: de kans dat een RWZI waarvan de gegevens ontbreken loost op gevoelig water, is gesteld op $67 / (67 + 217) = 24\%$ (zie tabel 6). De kostenberekening werd vervolgens uitgevoerd met eigenschappen die door loting aan een RWZI (met ontbrekende gegevens) werden toebedeeld. Zo werd dus voor de RWZI's waar geen gegevens van bekend waren in 24% van de gevallen ervan uitgegaan dat deze op eutrofiëringsgevoelig water loosden. Door herhaling van de loting kan inzicht worden verkregen in de spreiding van de uitkomsten van de bijschatting. Bij het toepassen van bovenbeschreven bijschatting door loting werd in alle gevallen de berekening 100 x herhaald.

3.1.3 VASTSTELLEN KOSTEN MAATREGELENPAKKETTEN

De maatregelenpakketten die worden ingezet worden bepaald door het ambitieniveau waarmee de KRW doelstellingen worden ingevuld. De relatie tussen ambitieniveau (beleidsvariant) en maatregelenpakketten voor de verschillende types oppervlaktewateren in de verschillende scenario's zijn gegeven in tabel 5 (zie hoofdstuk 2.3). De maatregelenpakketten bestaan uit verschillende onderdelen (zuiveringstechnieken), conform het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW* (STOWA 2005). Deze onderdelen zijn gegeven in tabel 7.

TABEL 7 ZUIVERINGSTECHNIEKEN BIJ VERSCHILLENDE MAATREGELENPAKKETTEN. 1=AANWEZIG, 0 = AFWEZIG. VOOR EEN OMSCHRIJVING VAN DE MAATREGELENPAKKETTEN WORDT VERWEZEN NAAR BIJLAGE 1

Maatregelpakket →	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	5c	6a	6b
Techniek ↓ Zuiveringstechnieken →	NP1'	NP1	NP1	NP1'	MV1	MV2	OS2	OS1	M1	KRW1	KRW2	KRW1	KRW3
Optimalisatie	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-bron dosering	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Biofiltratie	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
In line coagulatie	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Coagulatie – flocculatie	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Poederkooldosering	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Vlokkingsfiltratie	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Biovlokkingsfiltratie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Actiefkoolfiltratie	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Oxidatie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ultrafiltratie	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
UV straling	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ionenwisseling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Noot: Zuiveringstechnieken of combinaties van zuiveringstechnieken zoals opgenomen in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW (STOWA 2005)*. Hierbij is NP1' gelijk aan scenario NP1 zonder biofiltratie en C-bron dosering.

Uit tabel 7 blijkt dat bepaalde zuiveringstechnieken bij meerdere maatregelenpakketten voorkomen. Hierdoor bestaat er de mogelijkheid dat in sommige scenario's zuiveringstechnieken meer dan één keer voorkomen. Bij de kostenberekeningen is hiermee rekening gehouden. Als bijvoorbeeld voor eutrofiëringsgevoelig oppervlaktewater met de functie zwemwater vlokkingfiltratie 2 keer voorkomt (1 keer in het maatregelenpakket voor eutrofiëringsgevoelig water en 1 keer voor zwemwater) wordt vanzelfsprekend vlokkingfiltratie maar 1 keer in de kosten meegenomen. Als in-line coagulatie en gescheiden coagulatie / flocculatie beide voorkomen, is gekozen voor gescheiden coagulatie / flocculatie als techniek, omdat hiervan een hoger rendement wordt verwacht. Hetzelfde geldt voor poederkool en actiefkoolfiltratie; als ze beide voorkomen wordt alleen actiefkoolfiltratie toegepast. Dit betekent dat voor iedere zuiveringstechniek die binnen een maatregelenpakket voorkomt, de kosten bekend moeten zijn.

Om de kosten voor een individuele techniek te bepalen zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- De kosten voor de combinaties van zuiveringstechnieken zoals vermeld in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW* (STOWA 2005). Alle aannames die in dit rapport zijn gemaakt zijn hier overgenomen.
- In lijn met het *verkenningen*-rapport is de aanname overgenomen voor een capaciteit van de te installeren zuiveringstechnieken van 1,5 x dwa, waarbij aangenomen is dat tenminste 85% van het effluent wordt behandeld.

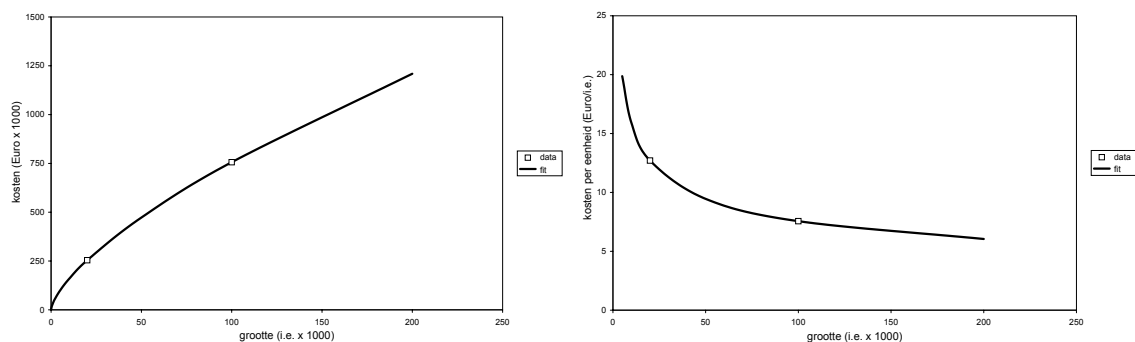
In aanvulling hierop worden kosten gehanteerd die gebaseerd zijn op kengetallen van Royal Haskoning voor zuiveringstechnieken die niet in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW* zijn opgenomen; dit betreft de biologische/chemische P-verwijdering en een goede procesregeling voor NH_4/NO_3 in de scenario's 1a, 1b en 2b.

Op basis van de totaalprijzen van de maatregelenpakketten zijn de kosten voor de individuele zuiveringstechnieken vastgelegd (zie bijlage 2). Voor de berekening van de kosten werd uitgegaan van de exploitatiekosten voor 20.000 en 100.000 i.e., zoals gegeven in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW* (STOWA 2005). Kosten voor andere groottes van RWZI's werden geëxtrapoleerd door ervan uit te gaan dat de kosten kunnen worden beschreven als een functie met de algemene formule:

$$K = a * X^b$$

met K is kosten, X is de grootte van de installatie (in i.e.) en a en b constanten. In figuur 3 is een illustratie gegeven van een dergelijke kostencurve. De kosten K volgens bovengenoemde formule, is voor iedere zuiveringstechniek zoals deze in de maatregelenpakketten voorkomen, bepaald. De gevolgde methodiek om deze kosten te bepalen is gegeven in bijlage 2.

FIGUUR 3 ILLUSTRATIE VAN DE KOSTEN VAN EEN TECHNIEK ALS FUNCTIE VAN DE GROOTTE. LINKS: ABSOLUTE KOSTEN; RECHTS: KOSTEN PER I.E.



De uiteindelijke kostenberekening voor een willekeurig scenario verloopt dan als volgt:

- selecteer per RWZI de maatregelpakketten die van toepassing zijn als functie van het ambitieniveau en het type ontvangend oppervlaktewater;
- bepaal de zuiveringstechnieken die worden toegepast en controleer of technieken meerdere keren voorkomen;
- sommeer de kosten voor de zuiveringstechnieken voor een RWZI;
- sommeer de kosten voor alle RWZI's.

3.1.4 VASTSTELLEN KOSTEN OM TE VOLDOEN AAN HET LOZINGENBESLUIT STEDELIJK AFVALWATER

Voor de nulvariant zijn de kosten doorberekend waarbij alle RWZI's voldoen aan de grenswaarden van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater ($N=10/15$ mg/l en $P = 1/2$ mg/l). Er wordt dan niet uitgegaan van de nu geldende regel dat geen maatregelen nodig zijn als 75% reductie is gerealiseerd en dit niet wordt verlangd op grond van de gebiedsgerichte waterkwaliteitsaanpak zoals verwoord in de 4e Nota Waterhuishouding.

Bij de berekeningen is per RWZI vastgesteld of deze voldoet aan:

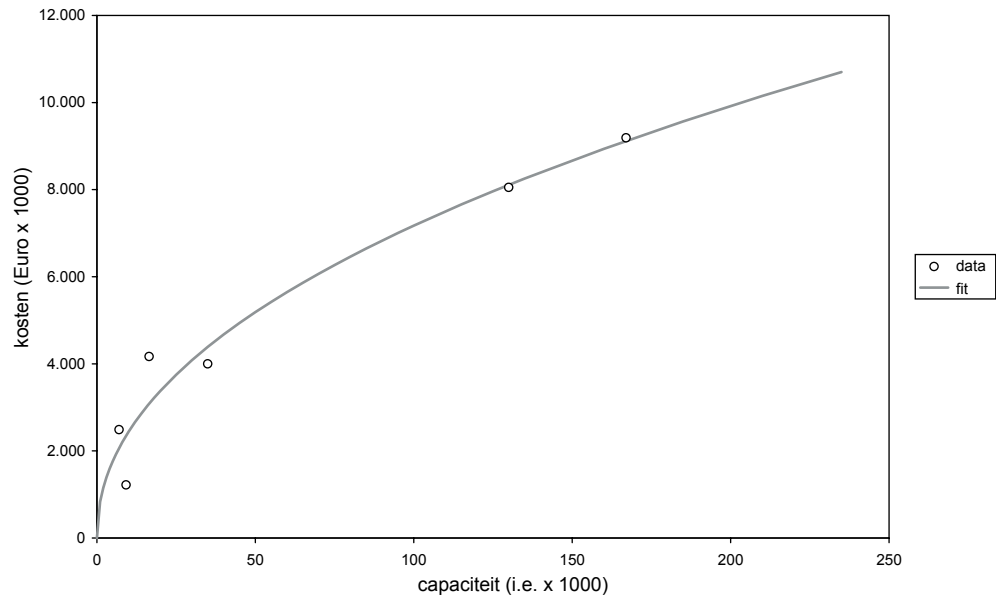
- N- en P-eis
- N-eis
- P-eis

De kosten van het voldoen aan bovengenoemde eisen voor N en P werd als volgt geschat:

- Aan de hand van de effluentconcentraties van N en P uit het CBS-bestand 'Zuiveringsbeheer in Nederland 2003' werd vastgesteld of uitbreiding om aan de eisen voor N en P te voldoen nodig was;
- Van een aantal RWZI's werden de kosten voor ombouw om te voldoen aan de eisen voor N verkregen. De kosten voor deze optimalisatie voor N werden geëxtrapoleerd naar de overige RWZI-capaciteiten. In figuur 4 zijn de punten en de bijbehorende kostencurve gegeven. Deze curve werd gebruikt voor het schatten van de investeringskosten voor N-verwijdering;
- Voor de kosten van P-verwijdering werd uitgegaan van een investering van € 150.000,- per straat (van maximaal 50.000 i.e.). Voor de exploitatiekosten is ervan uitgegaan dat de chemicaliëndosering extra slibproductie met zich meebrengt.

FIGUUR 4

SCHATTING VAN DE INVESTERINGSKOSTEN VAN DE UITBREIDING VOOR HET VOLDOEN AAN DE EISEN VOOR N. DEZE SCHATTING WERD ONTLEEND AAN EEN AANTAL DEFINITIEVE ONTWERPEN VOOR OMBOUW VAN RWZI'S VOOR N-OPTIMALISATIE. DE SCHATTING IS EXCLUSIEF DE KOSTEN VOOR CHEMICALIËNDOSERING VOOR DE VERWIJDERING VAN P



3.2 EMISSIES

Een kwantitatieve benadering van de emissie wordt beperkt door het feit dat nauwelijks gegevens voorhanden zijn, behalve dan voor de nutriënten N en P en (in beperkte mate) de zware metalen. Alleen voor N en P kan een schatting van de reductie van de emissie worden gemaakt aan de hand van effluentconcentraties in het CBS-bestand 2003 en de aannames over zuiveringsefficiëntie die werden gemaakt bij het opstellen van de verschillende maatregelenpakketten.

De gegevens die zijn gepresenteerd in *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW* zijn gebruikt om tot een indicatie te komen voor de verwijdering van de verschillende stoffen. De gebruikte gegevens zijn weergegeven in bijlage 3.

4

RESULTATEN VAN DE KOSTENBEREKENINGEN

4.1 KOSTEN NULVARIANT

In de nulvariant is berekend wat de kosten voor Nederland zijn:

- om alle RWZI's te laten voldoen aan de lozingseisen voor N (10-15 mg/l) en P (1-2 mg/l) van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater onder de aanname dat de regel van 75% emissiereductie per beheersgebied niet meer geldt;
- om op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water de N- en P verwijdering te verbeteren door aanvullende maatregelen.

Voor alle RWZI's die in 2003 niet aan de grenswaarden van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater voldeden, zijn de kosten berekend zoals beschreven in paragraaf 3.1.4. In 2003 voldeden 61 RWZI's aan de N en P eis, 42 niet aan de N eis, en 95 niet aan de P-eis. Een aantal van deze RWZI's is inmiddels al aangepast, maar het was niet mogelijk om dit met de beschikbare gegevens te bevestigen.

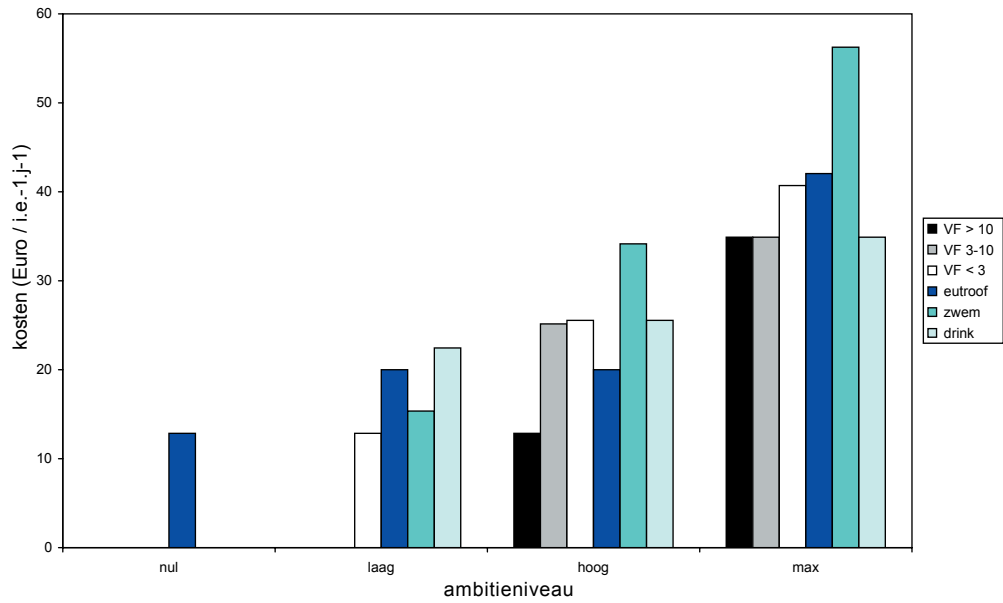
De jaarlijkse kosten om alle RWZI's in Nederland te kunnen laten voldoen aan de grenswaarden van N en P van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater bedragen circa € 60 miljoen per jaar. De jaarlijkse kosten om de N- en P-verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren bedragen circa € 30 miljoen per jaar. De totale kosten voor de nulvariant zijn derhalve € 90 miljoen per jaar. Deze kosten worden in deze quick scan niet toegekend aan de implementatie van de KRW, maar als voortzetting van het huidige beleid.

4.2 KOSTEN VAN MAATREGELEN IN HET KADER VAN DE KRW OP DE RWZI

De jaarlijkse kosten van de verschillende maatregelenpakketten voor RWZI's met groottes 20.000 en 100.000 i.e. als functie van het type ontvangend oppervlaktewater en het ambitieniveau voor de verdere invulling van de KRW-doelbereiken zijn respectievelijk weergegeven in figuur 5a en 5b.

FIGUUR 5A

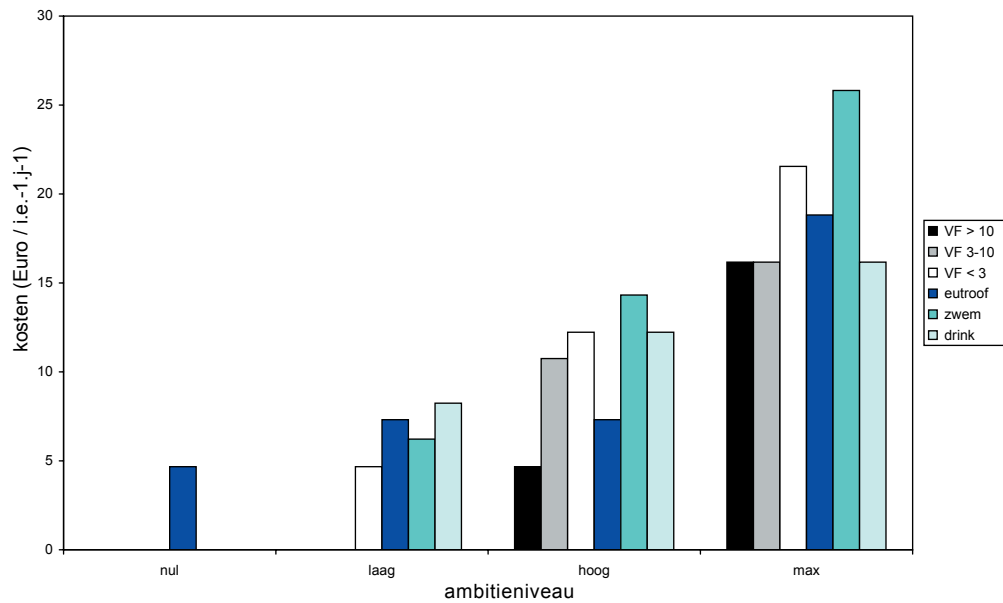
KOSTEN (IN €/ (IE.J)) VOOR RWZI'S DIE VOLDOEN AAN HET LOZINGENBESLUIT STEDELIJK AFVALWATER (MET EEN CAPACITEIT VAN 20.000 I.E. À 136 G TZV), EN DIE LOZEN OP ZES TYPEN OPPERVLAKTEWATER (ZIE LEGENDA) ALS FUNCTIE VAN DE AMBITIENIVEAUS LAAG (BEPERKT), HOOG (FORS) EN MAXIMAAL. VF = VERDUNNINGSFACOR RWZI-EFFLUENT MET ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER; EUTROOF = LOZEND OP EUTROFIËRINGSGEVOELIG WATER; ZWEM = LOZEND IN NABIJHEID VAN ZWEMWATERLOCATIE; DRINK = LOZING IN NABIJHEID VAN DRINKWATERWINNING



RWZI 20.000 I.E.

FIGUUR 5B

KOSTEN (IN €/ (IE.J)) VOOR RWZI'S DIE VOLDOEN AAN HET LOZINGENBESLUIT STEDELIJK AFVALWATER (MET EEN CAPACITEIT VAN 100.000 I.E. À 136 G TZV), EN DIE LOZEN OP ZES TYPEN OPPERVLAKTEWATER (ZIE LEGENDA) ALS FUNCTIE VAN DE AMBITIENIVEAUS LAAG (BEPERKT), HOOG (FORS) EN MAXIMAAL. VF = VERDUNNINGSFACOR VAN HET RWZI-EFFLUENT MET ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER; EUTROOF = LOZEND OP EUTROFIËRINGSGEVOELIG WATER; ZWEM = LOZEND IN NABIJHEID VAN ZWEMWATERLOCATIE; DRINK = LOZING IN NABIJHEID VAN DRINKWATERWINNING



RWZI 100.000 I.E.

Vanzelfsprekend nemen de kosten toe bij een verdere invulling van maatregelpakketten behorend bij een hoger ambitieniveau voor het realiseren van de KRW-doelbereiken. Ook zijn bij een hoger ambitieniveau meer typen oppervlaktewater betrokken die invloed uitoefenen op de maatregelen op de RWZI. Bij het nulscenario is er slechts sprake van maatregelen behorend bij één type (eutrofiëringsgevoelig water) terwijl bij hogere ambitieniveaus meerdere typen oppervlaktewateren in beeld komen.

De kosten die hier zijn gepresenteerd, verschillen enigszins van de kosten die werden gepresenteerd in *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. De reden hiervan is dat in deze quick scan vaak van meerdere maatregelen bij een RWZI tegelijkertijd sprake is, omdat het ontvangende oppervlaktewater zowel eutrofiëringsgevoelig als de functie zwem- of drinkwater kan hebben.

4.3 KOSTEN VOOR NEDERLAND EN PER WATERSCHAP

De totale kosten van de extra zuiveringstechnische maatregelen op RWZI's zijn, als functie van het ambitieniveau, voor heel Nederland berekend. In tabel 8 zijn de berekeningen samengevat. De standaardafwijking, gegenereerd door de bijschatting voor RWZI's waarvan geen gegevens voorhanden zijn, is gering (5% in nulvariant tot 0,6% in maximumvariant).

TABEL 8 DE TOTALE EXTRA ZUIVERINGSKOSTEN VOOR VERGAANDE ZUIVERING OP RWZI'S BIJ IMPLEMENTATIE VAN DE KRW

Beleidsvariant/ Ambitieniveau	Investeringskosten	Exploitatie (jaarlijkse kosten)	Kosten per i.e.*	Kostenrange per i.e.* afzonderlijke waterschappen
–	€ x 1.000.000	€ / jaar x 1.000.000	€ per i.e. per jaar	€ per i.e. per jaar
Nul	850 **	90***	3,30****	0 – 9
Beperkt/Laag	560	80	3,00	1 - 8
Fors/Hoog	1 400	220	8,40	5 -15
Maximaal	3 200	550	20,60	15 - 35

* behandelde i.e. à 136 g TZV.

** Waarvan € 630 miljoen om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en € 220 miljoen om de N- en P- verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren.

*** Waarvan € 60 miljoen om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en € 30 miljoen om de N- en P- verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren.

**** Waarvan € 2,20 om alle RWZI's te laten voldoen aan de N- en P-eisen van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater, en € 1,10 om de N- en P- verwijdering op RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water te verbeteren

Uit de tabel wordt duidelijk dat de kosten aanzienlijk toenemen als het ambitieniveau toeneemt. De meerkosten voor de extra zuiveringsstappen voor de KRW bedragen bij een laag (beperkt) inspanningsniveau circa € 80 miljoen per jaar, bij een hoog (fors) inspanningsniveau € 220 miljoen per jaar en bij de maximale variant € 550 miljoen per jaar. De meerkosten per i.e. voor de vergaande zuivering bedragen bij het lage (beperkt) inspanningsniveau circa € 3,- per behandelde i.e. (à 136 g TZV) per jaar tot € 20,60 per behandelde i.e. per jaar voor de maximale variant. De investeringen bedragen voor lage, hoge en maximale ambitie respectievelijk € 560 miljoen, € 1.400 miljoen en € 3.200 miljoen.

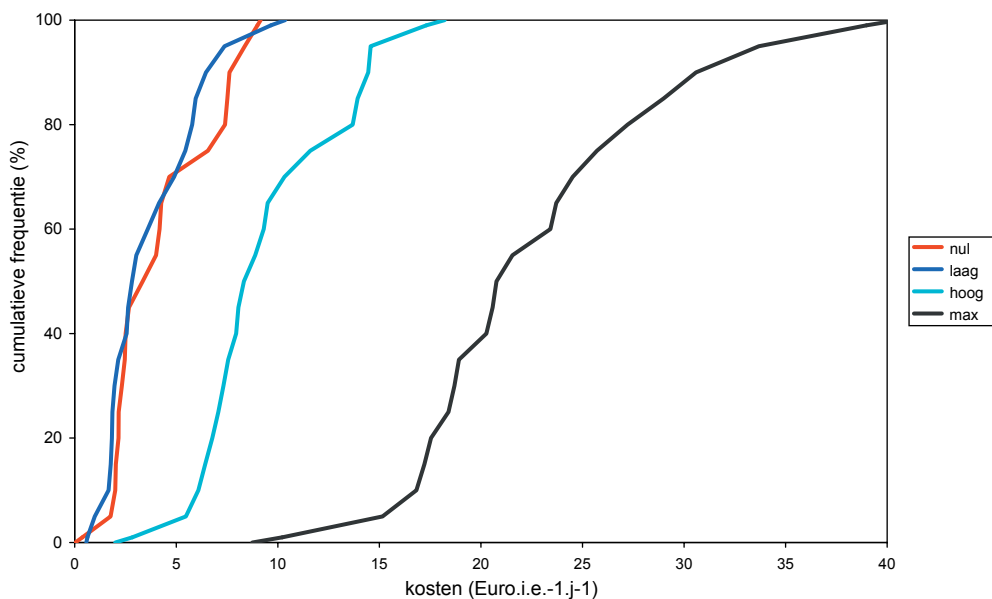
Merk op dat de kosten per administratieve i.e. op ongeveer 120% liggen van die per behandelde i.e. à 136 g TZV (STOWA, 2001).

Naast de totale kosten voor Nederland in zijn geheel is ook berekend wat de kosten voor de afzonderlijke waterschappen zullen zijn. Deze kosten lopen uiteen omdat de waterbeheerders verschillende RWZI's (grootte, zuiveringsefficiëntie) hebben, die allemaal weer op verschil-

lende typen oppervlaktewater lozen. De kosten zijn berekend aan de hand van de indeling in waterschappen van 2003. Door reorganisaties is deze indeling van de waterschappen inmiddels iets gewijzigd, maar dat heeft slechts geringe consequenties voor de hier gepresenteerde resultaten.

De meerkosten per behandelde i.e. (à 136 g TZV) per jaar voor een vergaande zuiveringsstap bij een bepaald ambitieniveau binnen de KRW is voor de diverse waterschappen gegeven in figuur 6. Deze figuur moet als volgt worden gelezen: 60% van de waterschappen heeft bij de nulvariant kosten van minder dan circa € 3,50 per behandelde i.e. (à 136 g TZV) per jaar. Aan de andere kant zijn de kosten van het hoge (fors) scenario voor 80% van de waterschappen lager dan circa € 14,- per i.e. per jaar (en dus voor 20% van de waterschappen hoger dan dit bedrag!).

FIGUUR 6 CUMULATIEVE FREQUENTIEVERDELING VAN DE KOSTEN PER (BEHANDELDE) I.E. À 136 G TZV VOOR DE VERSCHILLENDE WATERSCHAPPEN VAN DE EXTRA ZUIVERINGSKOSTEN BIJ DE VIER AMBITIENIVEAUS (NUL, LAAG/BEPERKT, HOOG/FORS EN MAXIMAAL)



Uit figuur 6 blijkt dat er voor ieder ambitieniveau een zeer aanzienlijke spreiding van de kosten per i.e. tussen de verschillende waterschappen te verwachten valt. Bij de nulvariant lopen de meerkosten voor vergaande zuivering uiteen (voor 90% van de waterschappen, van 5% tot 95%-percentiel) van € 0 tot € 9,- per behandelde i.e. à 136 g TZV per jaar; voor het lage (beperkte) ambitieniveau van € 1,- tot circa € 8,- per i.e. per jaar; voor het hoge (forsche) ambitieniveau lopen de bedragen uiteen van € 5,- tot circa € 15,- per i.e. per jaar en voor het maximum-scenario van € 15,- tot € 35,- per i.e. per jaar.

Zoals eerder opgemerkt liggen de kosten per administratieve i.e. op ongeveer 120% liggen van die per behandelde i.e. à 136 g TZV

4.4 GEVOELIGHEIDSANALYSE

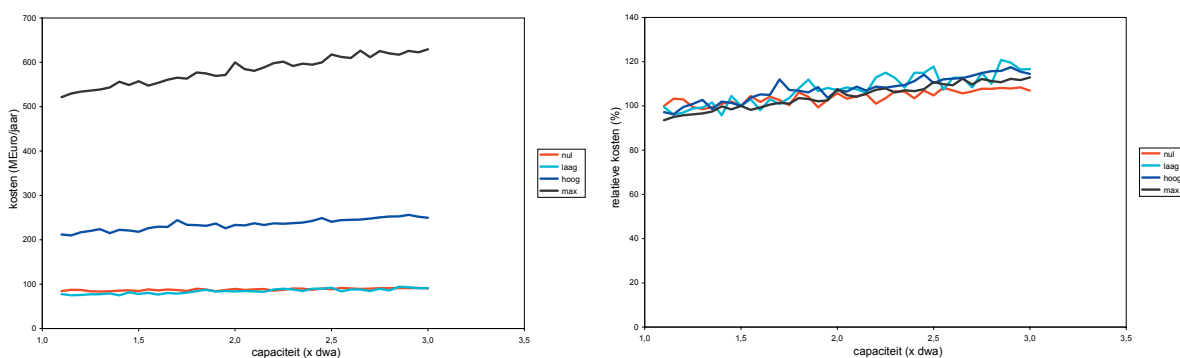
De uitkomsten van de uitgevoerde berekeningen in deze quick scan hebben een aantal gevoeligheden, zoals:

- de behandelingscapaciteit van de maatregelenpakketten die worden geïnstalleerd op de RWZI's
- het berekenen van de bijschatting van de ontbrekende gegevens.

4.4.1 GEVOELIGHEID VOOR CAPACITEIT

In deze quick scan is, conform het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*, uitgegaan van een maximale behandelingscapaciteit van een vergaande zuivering van 1,5 x dwa. Om de gevoeligheid (effect) van andere capaciteiten te bepalen, zijn de kosten berekend voor verschillende capaciteiten. Om deze kosten, uitgedrukt in € per jaar of € per i.e. per jaar, is een scheiding gemaakt tussen de kapitaallasten en de bedrijfsvoeringskosten. De kapitaallasten zijn afhankelijk van de investeringen. Om de investering voor een capaciteit van bijvoorbeeld 3 x dwa te bepalen is uitgegaan van investeringen voor een capaciteit van 1,5 x dwa in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. De gedachte hierbij is dat de investeringen voor 1,5 x dwa voor een zuivering van 20.000 en 100.000 i.e. in het genoemde rapport, gelijk zijn aan die voor een capaciteit van 3 x dwa voor een zuivering van 10.000 en 50.000 i.e. Op deze manier wordt voor 2 RWZI's de investeringskosten en de daaruit af te leiden kapitaallasten bepaald. Voor andere RWZI's werden de investeringen en kapitaallasten bepaald door uit te gaan van een exponentiële curve voor de relatie tussen de kosten en de grootte van de RWZI (zie ook figuur 3). Voor de bedrijfsvoeringskosten is de aanname dat deze bij een capaciteit van 1,5 x dwa en 3 x dwa gelijk zijn. In werkelijkheid zullen deze iets toenemen omdat bij een hogere capaciteit (3 x dwa) 100% van het afvalwater wordt behandeld, tegenover 85 % bij 1,5 x dwa. Het verschil in kosten wordt echter gering verondersteld. Het resultaat is dat de kapitaallasten bij een hogere capaciteit toenemen, maar dat bedrijfsvoeringskosten gelijk blijven. De resultaten van de berekeningen zijn te zien in figuur 7.

FIGUUR 7 EFFECT VAN DE CAPACITEIT VAN DE BEHANDELING (UITGEDRUKT IN AANTAL X DWA) OP DE TOTALE MEERKOSTEN VOOR VERGAANDE ZUIVERING BINNEN DE KRW. LINKS: TOTALE KOSTEN; RECHTS: RELatieve KOSTEN TEN OPZICHT VAN 1,5 X DWA = 100%. ONREGELMATIGHEDEN IN DE UITKOMSTEN (BEHALVE IN HET MAXIMALE SCENARIO) ZIJN HET GEVOLG VAN DE BIJSCHATTING DOOR MIDDEL VAN LOTING



Uit figuur 7 blijkt dat bij een grotere behandelingscapaciteit van de vergaande zuiveringstechnieken de meerkosten aanzienlijk toenemen. Deze kosten stijgen circa 25% bij een verhoging van de zuiveringscapaciteit van deze technieken van 1,5 naar 3,0 x dwa ⁴.

4.4.2 GEVOELIGHEID VAN DE LOTING

In deze quick scan is - voor wel/niet lozen op eutrofiëringsgevoelig water en de mate van verdunning van RWZI effluent op ontvangend oppervlaktewater - aangenomen dat voor RWZI's waarbij de gegevens ontbreken, de verdeling gelijk is als voor RWZI's waarvan de gegevens wel bekend zijn. Als bijvoorbeeld voor RWZI's waarvan gegevens voorhanden zijn 25% van de RWZI's loost op eutrofiëringsgevoelig water, is de aanname dat voor RWZI's waar gegevens ontbreken ook 25% van de RWZI's op eutrofiëringsgevoelig water lozen. De actuele RWZI's die hierbij op eutrofiëringsgevoelig water lozen zijn hierbij geloot. Om het effect van deze loting op de uitkomsten te bepalen zijn de berekeningen uitgevoerd voor 2 extreme situaties:

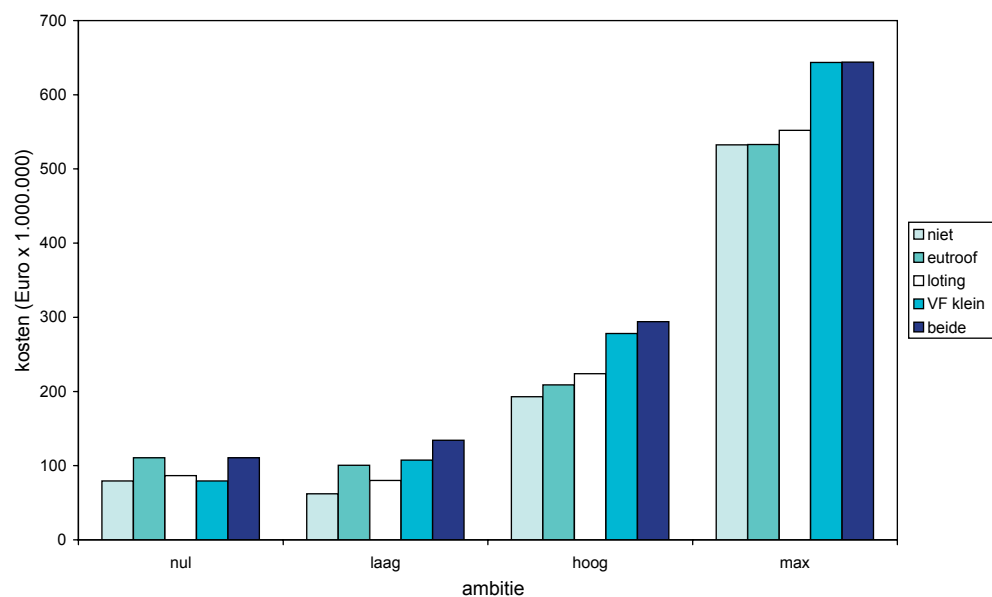
⁴ Dit is minder dan werd berekend in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. Dit verschil is voor een deel een gevolg van de gehanteerde berekeningswijze.

- Voor eutrofiëringgevoelig ontvangend oppervlaktewater: alle RWZI's waarvan geen gegevens bekend zijn, lozen allemaal wel of allemaal niet op eutrofiëringgevoelig oppervlaktewater;
- Voor de verdunningsgraad RWZI-effluent in relatie tot ontvangend oppervlaktewater: alle RWZI's waarvan geen gegevens bekend zijn, lozen allemaal met grote verdunningsfactor > 10, of allemaal met kleine verdunningsfactor < 3.

De uitkomsten van de gevoeligheid van de loting zijn weergegeven in figuur 8.

FIGUUR 8

BEREKENDE KOSTEN VAN DE MAATREGELEN BIJ VERSCHILLENDE AMBITIENIVEAUS (NUL, LAAG/BEPERKT, HOOG/FORS EN MAXIMAAL) ALS HET TYPE ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER WAARVAN GEEN GEGEVENS BEKEND ZIJN NIÉT WORDT GELOOT, MAAR WORDT VASTGELEGD
LEGENDA: NIET = NIET EUTROFIËRINGSGEVOELIG EN GROTE VERDUNNING; EUTROOF = EUTROFIËRINGSGEVOELIG EN GROTE VERDUNNING;
LOTING = UITKOMSTEN DIE DOOR LOTING ZIJN VERKREGEN; VF KLEIN = NIET EUTROFIËRINGSGEVOELIG EN GERINGE VERDUNNING;
BEIDE = ZOWEL EUTROFIËRINGSGEVOELIG ALS KLEINE VERDUNNING



Zoals uit figuur 8 te zien is, heeft de bijschatting door loting veel effect op de uitkomsten. Bij het lage/beperkte ambitieniveau bedraagt het verschil tussen de 'goedkope' en de 'dure' varianten bijna een factor 2. Hierbij is de goedkope variant die waarbij de lozing plaatsvindt met veel verdunning en op een niet-eutrofiëring-gevoelig oppervlaktewater. Bij de dure variant is dat precies andersom: weinig verdunning en wel gevoelig.

Bij het hoge/forse ambitieniveau bedraagt het verschil tussen de 'goedkope' en de 'dure' variant ongeveer 50%, terwijl bij de nul- en de maximale variant dit nog slechts 15% bedraagt. De door loting verkregen uitkomsten houden het midden tussen de goedkoopste en duurste uitkomsten, hetgeen natuurlijk te verwachten viel.

Er mag worden opgemerkt dat de gevoeligheid voor andere aannames in deze *quick scan*, zoals de rentestand en de methode van de kostenberekening natuurlijk ook aanzienlijk kan zijn. Als bijvoorbeeld de rentestand 4% in plaats van de aangenomen 6% is, dan worden de jaarlijkse kosten 10 tot 16% lager dan de hier gepresenteerde kosten.

Als de kostencurve die bij de kostenberekening is gebruikt (zie § 3.1.3) niet exponentieel was, maar een rechte, dan waren de uitkomsten 11% hoger geweest dan de in deze *quick scan* gepresenteerde waarden.

5

RESULTATEN VAN DE EMISSIEBEREKENINGEN

5.1 KWALITATIEVE INDICATIE

Het probleem bij de berekening van de emissiereductie als gevolg van het doorvoeren van de maatregelenpakketten voor een vergaande zuivering op RWZI's, is dat de emissies van het huidige RWZI-effluent voor een groot aantal prioritaire KRW-stoffen, en de te verwachten zuiveringsefficiency van deze zuiveringstechnieken voor deze stoffen, niet goed bekend zijn. Daarom heeft het niet veel zin te proberen een reductie van de emissie te schatten. Alleen voor N en P zijn zowel de emissies als de zuiveringsefficiency van de aanvullende zuiveringstechnieken bekend, terwijl van zware metalen alleen (in beperkte mate) gegevens van de emissie beschikbaar zijn. Van de overige stoffen zijn echter nauwelijks gegevens voorhanden. Er is er daarom voor gekozen om de reductie kwalitatief te schatten.

In tabel 9 is een overzicht gegeven van de geschatte verwijderingrendementen per maatregelenpakket. De geschatte verwijderingrendementen zijn dezelfde als die werden gehanteerd in *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*.

Voor N en P zijn de emissies na de maatregelen redelijk goed te schatten en zijn de huidige emissies bekend. Voor N en P zijn de berekeningen dan ook gedetailleerder geweest. De uitkomsten zijn samengevat in tabel 10.

TABEL 9

GESCHATTE VERWIJDERINGREDEMENTEN VOOR RWZI-RELEVANTE STOFFEN VAN DE VERSCHILLENDE MAATREGELENPAKKETTEN. VOOR P EN N ZIJN DRIE KLASSEN AANGEHOUDEN (SLECHT, GOED EN ZEER GOED), VOOR OVERIGE TECHNIEKEN IS ALLEEN – EN + AANGEHOUDEN, SLECHT EN GOED. DE NUMMERING VAN DE STOFFEN IS DEZELFDE ALS IN DE STOFFENLIJST IN VERKENNINGEN ZUIVERINGSTECHNIEKEN EN KRW., EVENALS DE INDICATIES IN DE KOLOMMEN ONDER 'AANGETROFFEN' EN 'RELEVANT'

	Aangetroffen	Relevant														
			1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	5c	6a	6b	
Nutriënten																
1 Totaal fosfor	+++	+	++	-	++	++	++	++	++	++	++	++	++	+	++	++
2 Totaal stikstof	+++	+	+	+	++	+	-	-	-	-	-	-	-	++	++	++
Micro-organismen en virussen																
3 Intestinale enterokokken	+++	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
4 Escherichia coli	+++	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
5 Virussen	+++	+	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
Organische microverontreinigingen																
6 4-chlooraniline	?	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
7 Octylfenolen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
8 Nonylfenolen	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
9 Bis(2-ethylhexyl)-ftalaat (DEHP)	+++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
11 Benzo(a)pyreen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
12 Fluorantheen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
13 Benzo(b)fluorantheen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
14 Benzo(k)fluorantheen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
15 Benzo(g,h,i)peryleen	++	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
16 Indeno(1,2,3-cd)pyreen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
17 Anthracen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
18 Naftaleen	++	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
20 Trichloormethaan	+	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26 C10-C13-chlooralkanen	?	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
36 Gebromeerde difenylethers (BDFE's)	?	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Bestrijdingsmiddelen																
39 Hexachloorcyclohexaan / HCH / Lindaan	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
42 Pentachloorfenol (PCP)	o	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
45 Atrazine	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
47 MCPA	+	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
48 Mecoprop (MCPP)	+	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
49 Diuron	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
56 Bentazon	?	o	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 Pryazon / chloridazon	?	o	-	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+
Zware metalen en metaloïden																
62 Cadmium	+++	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
64 Lood	+++	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
66 Nikkel	+++	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67 Koper	+++	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+
68 Zink	+++	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+

TABEL 10

EMISSIEREDUCTIE VAN N EN P. DE REDUCTIES VOOR AMBITIENIVEAU'S HOOG/FORS EN MAXIMAAL ZIJN HETZELFDE ALS DIE VOOR HET LAGE AMBITIENIVEAU. REDUCTIE IN TON/J

Beleidsvariant/Ambitieniveau	Totaal stikstof		Totaal fosfor	
	gemiddeld	standaardafwijking	gemiddeld	standaardafwijking
Nul	28 900	590	3 300	90
Beperkt/laag	44 100	390	5 660	50

Uit de lijst in tabel 9 is weer een lijst samen te stellen die de effecten voor de verschillende typen ontvangend oppervlaktewater geeft, als functie van het ambitieniveau. Deze lijst is gegeven in tabel 11.

TABEL 11

RENDEMENTEN VAN MAATREGELENPAKKETTEN DIE WORDEN INGEZET BIJ VERSCHILLENDE AMBITIENIVEAUS VOOR DE VERSCHILLENDE TYPEN ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER

	nuls scenario							ambitieniveau laag						
	niet eutrofiëringsgevoelig	eutrofiëringsgevoelig	verduunning groot	verduunning matig	verduunning klein	zwemwater	drinkwater	niet eutrofiëringsgevoelig	eutrofiëringsgevoelig	verduunning groot	verduunning matig	verduunning klein	zwemwater	drinkwater
Nutriënten														
1 Totaal fosfor		++						-	++		++	++	++	++
2 Totaal stikstof		+						+	++					
Micro-organismen en virussen														
3 Intestinale enterokokken		-						-	-					
4 Escherichia coli		-						-	-				++	-
5 Virussen		-						-	-				+	-
Organische microverontreinigingen														
6 4-chlooraniline		-						-	-					+
7 Octylfenolen		-						-	-					+
8 Nonylfenolen		-						-	-					+
9 Bis(2-ethylhexyl)-ftalaat (DEHP)		-						-	-					+
11 Benzo(a)pyreen		-						-	-					+
12 Fluorantheen		-						-	-					+
13 Benzo(b)fluorantheen		-						-	-					+
14 Benzo(k)fluorantheen		-						-	-					+
15 Benzo(g,h,i)peryleen		-						-	-					+
16 Indeno(1,2,3-cd)pyreen		-						-	-					+
17 Antraceen		-						-	-					+
18 Naftaleen		-						-	-					+
20 Trichloormethaan		-						-	-					+
26 C10-C13-chlooralkanen		-						-	-					+
36 Gebromeerde difenylethers (BDFE's)		-						-	-					+
Bestrijdingsmiddelen														
39 Hexachloorcyclohexaan / HCH / Lindaan		-						-	-					+
42 Pentachloorfenol (PCP)		-						-	-					+
45 Atrazine		-						-	-					+
47 MCPA		-						-	-					+
48 Mecoprop (MCPP)		-						-	-					+
49 Diuron		-						-	-					+
56 Bentazon		-						-	-					+
57 Pryazon / chloridazon		-						-	-					+
Zware metalen en metalloïden														
62 Cadmium		+						-	+		+	+	+	+
64 Lood		+						-	+		+	+	+	+
66 Nikkel		-						-	-					-
67 Koper		+						-	+		+	+	+	+
68 Zink		+						-	+		+	+	+	+

TABEL 11

VERVOLG

	ambiteniveau hoog							maximum scenario						
	niet eutrofiëringsevoelig	eutrofiëringsevoelig	verduunning groot	verduunning matig	verduunning klein	zwemwater	drinkwater	niet eutrofiëringsevoelig	eutrofiëringsevoelig	verduunning groot	verduunning matig	verduunning klein	zwemwater	drinkwater
Nutriënten														
1 Totaal fosfor	-	++	++	+	++	++	++	-	++	++	++	++	++	++
2 Totaal stikstof	+	++	-	++	-	-	-	+	++	++	++	++	-	-
Micro-organismen en virussen														
3 Intestinale enterokokken	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
4 Escherichia coli	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
5 Virussen	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	+	-
Organische microverontreinigingen														
6 4-chlooraniline	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
7 Octyfenolen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
8 Nonylfenolen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
9 Bis(2-ethylhexyl)-ftalaat (DEHP)	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
11 Benzo(a)pyreen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
12 Fluorantheen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
13 Benzo(b)fluorantheen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
14 Benzo(k)fluorantheen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
15 Benzo(g,h,i)peryleen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
16 Indeno(1,2,3-cd)pyreen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
17 Antraceen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
18 Naftaleen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
20 Trichloormethaan	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
26 C10-C13-chlooralkanen	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
36 Gebromeerde difenylethers (BDFE's)	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
Bestrijdingsmiddelen														
39 Hexachloorcyclohexaan / HCH / Lindaan	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
42 Pentachloorfenol (PCP)	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
45 Atrazine	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
47 MCPA	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
48 Mecoprop (MCP)	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
49 Diuron	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
56 Bentazon	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
57 Pryazon / chloridazon	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	+
Zware metalen en metalloïden														
62 Cadmium	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
64 Lood	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
66 Nikkel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
67 Koper	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
68 Zink	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

6

EVALUATIE EN CONCLUSIES

6.1 KOSTENBEREKENINGEN

In deze 'quick scan' zijn een aantal kostenscenario's op vier ambitieniveaus (nul, laag/beperkt, hoog/fors, maximaal) doorgerekend om de kosten voor enkele maatregelpakketten c.q. combinaties van extra zuiveringstechnieken op RWZI's om de milieubelasting met KRW-stoffen naar het oppervlaktewater te verlagen, te kwantificeren.

Deze kostenberekeningen zijn gebaseerd op uitkomsten van de berekeningen die zijn gepresenteerd in *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. Bij de uitkomsten van de kostenberekeningen voor de verschillende ambitieniveaus in deze studie kunnen de volgende opmerkingen worden geplaatst:

- Uitsluitend de kosten van vergaande zuiveringsmaatregelen op rwzi's zijn in beeld gebracht, zonder rekening te houden met mogelijke emissiereductie ten gevolge van bron-aanpak of rioleringstechnische maatregelen in de afvalwaterketen.
- Dezelfde aannames voor wat betreft maximale behandelingscapaciteit, toepasbaarheid en efficiëntie van de extra zuiveringstechnieken zijn gehanteerd als in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. De zuiveringsefficiëntie en kostenramingen van een aantal technieken zijn in bovengenoemd rapport geëxtrapoleerd vanuit andere sectoren zoals industriële waterzuivering of drinkwaterbereiding. In deze *quick scan* zijn de kosten, die berekend waren voor twee schaalgroottes van RWZI's, geëxtrapoleerd naar alle in Nederland voorkomende capaciteiten van RWZI's.
- De beleidsvarianten *beperkt/laag*, *fors/hoog* en *maximaal* zijn voor RWZI's met maatregelpakketten verder ingevuld. De *nulvariant* wijkt af van de beleidsvarianten 'referentie en basis', zoals die door de werkgroep 'Afwegingskader/MKBA' is voorgesteld. De *nulvariant* wordt in deze *quick scan* als uitvloeisel beschouwd van het huidige beleid en wordt niet toegekend aan de implementatie van de KRW.
- De uitkomsten zijn gebaseerd op een nog niet volledige set van gegevens. Voor RWZI's waarvoor geen gegevens beschikbaar waren, zoals de relatie met het ontvangende oppervlaktewater, is aangenomen dat de verdeling gelijk is als voor RWZI's waarvan de gegevens wel bekend zijn.

Ondanks bovengenoemde kanttekeningen geven de resultaten van de berekeningen wel een goed indicatief beeld van de financiële consequenties voor Nederland bij toepassen van vergaande zuivering op RWZI's om zo de KRW doelstellingen te realiseren.

Bij de uitwerking van de verschillende kostenscenario's is de gedachte dat voordat deze vergaande zuiveringstechnieken op de bestaande RWZI's doorgevoerd kunnen worden, allereerst een aantal RWZI's nog dient te worden gemoderniseerd. Deze denkwijze is uitgewerkt in de nulvariant waarbij maatregelen worden getroffen om alle RWZI's te laten voldoen aan de grenswaarden N=10 of 15 mg/l en P=1 of 2 mg/l van het Lozingenbesluit Stedelijk Afvalwater zonder rekening te houden met de 75% emissiereductie per beheersgebied, en waarbij op

RWZI's die lozen op eutrofiëringsgevoelig water de N- en P-verwijdering wordt verbeterd. Of dit daadwerkelijk ook in de praktijk gaat gebeuren is nog maar de vraag. Evenals de toedeling van de kosten voor deze maatregelen over 'voortzetting huidig beleid' versus 'implementatie KRW'. De totale kosten hiervoor is berekend op € 90 miljoen euro per jaar, waarvan € 60 miljoen om te voldoen aan de grenswaarden N=10 of 15 mg/l en P = 1 of 2 mg/l, en € 30 miljoen om de N- en P-verwijdering te verbeteren.

De totale extra zuiveringskosten voor vergaande zuivering op RWZI's bij implementatie de KRW wordt bepaald door het ambitieniveau, en zijn gegeven in tabel 12.

TABEL 12 INDICATIEVE KOSTEN VERGAANDE ZUIVERING OP RWZI'S BIJ IMPLEMENTATIE VAN DE KRW BIJ VERSCHILLENDE AMBITIENIVEAUS

Ambitieniveau	Investerings	Exploitatie (jaarlijkse kosten)	Kosten per i.e.*	Kostenrange per i.e.* afzonderlijke waterschappen
-	€ x 1.000.000	€ / jaar x 1.000.000	€ per i.e. per jaar	€ per i.e. per jaar
Nul	850	90	3,30	0 - 9
Laag / beperkt	550	80	3,00	1 - 8
Hoog / fors	1 400	220	8,40	5 - 15
Maximaal	3 200	550	20,60	15 - 35

*: behandelde i.e. à 136 g TZV.

Bij het lage/beperkte ambitieniveau bedragen de kosten circa € 80 miljoen per jaar, bij een hoog/fors ambitieniveau € 220 miljoen per jaar en bij de maximale variant € 550 miljoen per jaar. De kosten per i.e. (à 136 g TZV) bedragen bij het lage inspanningsniveau circa € 3,- per behandelde i.e. per jaar tot € 20,60 per behandelde i.e. per jaar voor het maximale scenario. Voor de nulvariant zijn de kosten € 3,30 per behandelde i.e. per jaar.

De verschillen tussen de afzonderlijke waterschappen zijn aanzienlijk. Bij de nulvariant lopen de kosten uiteen van € 0 tot € 9,- per behandelde i.e. à 136 g TZV per jaar. De aanvullende kosten voor het lage/beperkte ambitieniveau bedragen € 1,- tot circa € 8,- per i.e. per jaar; voor het hoge/forse ambitieniveau lopen de bedragen uiteen van € 5,- tot circa € 15,- en voor het maximum-scenario van € 15,- tot € 35,- per i.e. per jaar.

De investeringen bedragen voor nulscenario, en de kosten voor de aanvullende investeringen voor het lage, hoge en maximale ambitie respectievelijk € 850 miljoen, € 560 miljoen, € 1.400 miljoen en € 3.200 miljoen.

Bij de kostenberekeningen in deze *quick scan* is ook een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Zo is o.a. uitgegaan van een maximale behandelingscapaciteit van de aanvullende zuiveringstechnieken van 1,5 x dwa. Bij een verdubbeling van deze behandelingscapaciteit naar 3 x dwa nemen de kosten met 25% toe en wordt er naar verwachting maar 15% meer RWZI-effluent behandeld.

In deze *quick scan* liggen de belangrijkste gevoeligheden in het niet bekend zijn van het type ontvangend oppervlaktewater, waarop de RWZI's lozen. Deze gegevens zijn ongetwijfeld bij de waterschappen voorhanden, maar een inventarisatie hiervan valt buiten de opdracht van de deze *quick scan*. Toch zijn het de eigenschappen van de ontvangende oppervlaktewateren die de te nemen maatregelen bepalen. Door het toepassen van loting voor de bijschatting van de ontbrekende gegevens kan een redelijk, maar nauwelijks definitief beeld van de

kosten worden verkregen. Het is natuurlijk niet gezegd dat, zoals in deze *quick scan* is aangenomen, de verdeling van eigenschappen bij RWZI's waarvan gegevens ontbreken net zo is als bij RWZI's waarvan wel gegevens voorhanden zijn. Bij de nulvariant leidt deze bijschatting in het ongunstigste en gunstigste geval tot een verschil van maximaal 15% in de kosten, bij het lage/beperkte en het hoge/forse ambitieniveau tot een verschil van maximaal 50% en bij het maximale scenario tot een verschil van 15%. Om deze reden kunnen de berekende kosten worden gezien worden als een goede indicatie.

6.2 REDUCTIE VAN EMISSIES

Het was niet goed mogelijk om in deze '*quick scan*' een indicatie te krijgen van de emissie-reductie van de RWZI-relevante KRW-stoffen bij het doorvoeren van de maatregelenpakketten voor een vergaande zuivering op RWZI's. Probleem is dat voor een groot aantal prioritaire KRW-stoffen een beperkte hoeveelheid meetgegevens in RWZI-effluent beschikbaar is en er weinig inzicht bestaat in de te verwachten zuiveringsefficiency van deze maatregelpakketten voor deze stoffen. Alleen voor N en P zijn zowel de emissies als de zuiveringsefficiency van de aanvullende zuiveringstechnieken bekend, terwijl van zware metalen alleen gegevens van de emissie beschikbaar zijn. Van de overige stoffen zijn echter nauwelijks gegevens voorhanden.

REFERENTIES

STOWA 2001. Leidraad voor de bepaling van de ontwerpcapaciteit van RWZI's.
STOWA, Utrecht, rapport 2001-34.

Verkeer en Waterstaat 2004. Pragmatische implementatie Europese Kaderrichtlijn Water in Nederland.
Tweede Kamer, vergaderjaar 2003-2004, 28.808 nr 12, Den Haag.

RIZA / STOWA 2004. Quick scan verdunningsratio's. Concept-rapport. STOWA/RIZA, Utrecht/Lelystad,
2004.

Verkeer en Waterstaat 2004. Karakterisering Werkgebied Rijndelta en Maasdelta.
Stroomgebiedsrapportages volgens artikel 5 van de Kaderrichtlijn Water (2000/60/EG).
V&W, Den Haag, 2004.

DHV/RIZA 2005. KRW en oppervlaktewater. Bescherming van zwemwater en oppervlaktewater voor
drinkwaterbereiding onder de Europese Kaderrichtlijn Water. DHV/RIZA, Amersfoort/Lelystad, 2005.

STOWA 2005. Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW. STOWA, Utrecht, rapport 2005-28.

BIJLAGE I

BESCHRIJVING MAATREGELENPAKKETTEN

BESCHRIJVING MAATREGELENPAKKETTEN

INLEIDING

In deze studie worden een aantal maatregelenpakketten toegepast voor een vergaande zuivering op RWZI's. Het in te zetten pakket wordt bepaald door het type ontvangend oppervlaktewater en het ambitieniveau waarmee de KRW doelstellingen worden verwezenlijkt.

In deze bijlage wordt ingegaan op de maatregelenpakketten c.q. (combinatie van) zuiveringstechnieken. De beschreven zuiveringstechnieken of combinaties daarvan zijn gebaseerd op het rapport "*Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*" (STOWA 2005). Als in de tekst wordt verwezen naar een zuiveringsscenario is dit een scenario uit dit rapport.

Bij de maatregelen wordt onderscheid gemaakt tussen:

- Optimalisatie N- en P-verwijdering.
- Vergaande N- en P-verwijdering.
- Bacteriologische kwaliteit zwemwater.
- Goede chemische kwaliteit drinkwaterbereiding.
- Prioritaire stoffen ontvangend oppervlaktewater.
- Nul-emmissie prioritaire (gevaarlijke) KRW-stoffen.

Op de volgende bladzijden worden de verschillende maatregelenpakketten nader omschreven.

1. OPTIMALISATIE N EN P VERWIJDERING

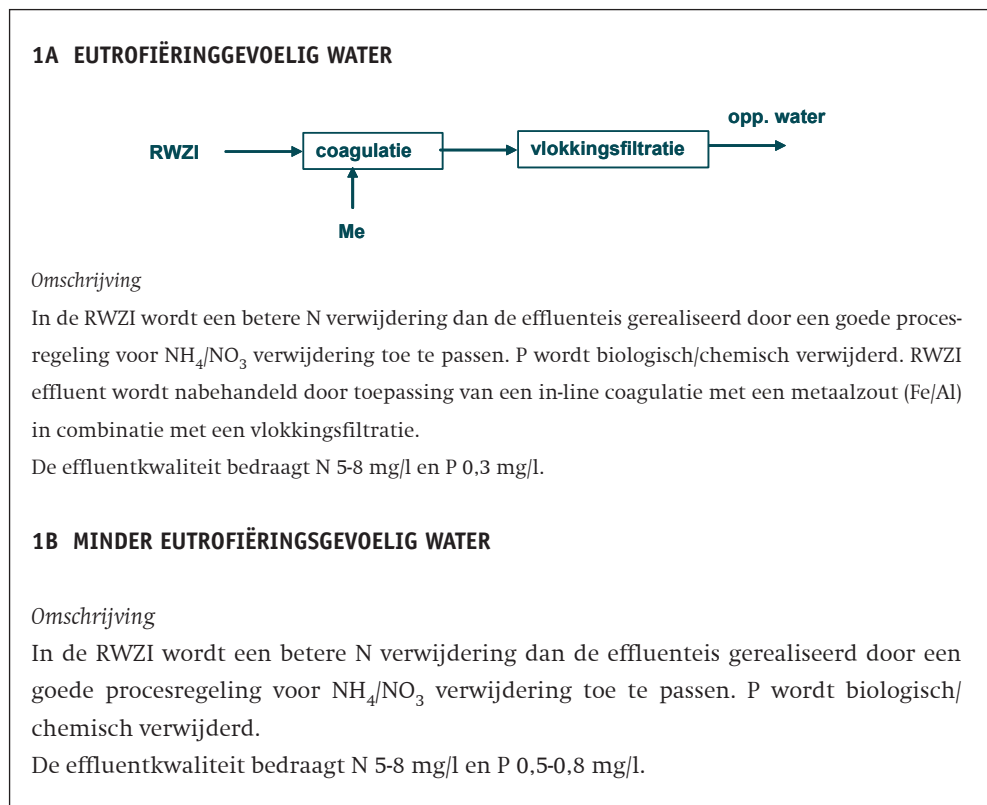
De aanname is dat in de nulsituatie alle RWZI's voldoen aan de volgende eisen:

- N = 15 mg/l, P = 2 mg/l voor RWZI's ≤ 20.000 i.e.
- N = 10 mg/l, P = 2 mg/l voor RWZI's > 20.000 i.e. en ≤ 100.000 i.e.
- N = 10 mg/l, P = 1 mg/l voor RWZI's > 100.000 i.e.

De in dit pakket te nemen extra maatregelen gaan uit van een optimalisatie van bestaande actief slib systemen (update stand der techniek) om een betere nutriëntenverwijdering te krijgen. Afhankelijk van het type oppervlaktewater waarop wordt geloosd, wordt aanvullend vlokingsfiltratie toegepast. De maatregelen zijn gegeven in figuur I.1.

FIGUUR I.1

MAATREGELEN VOOR OPTIMALISATIE N EN P-VERWIJDERING



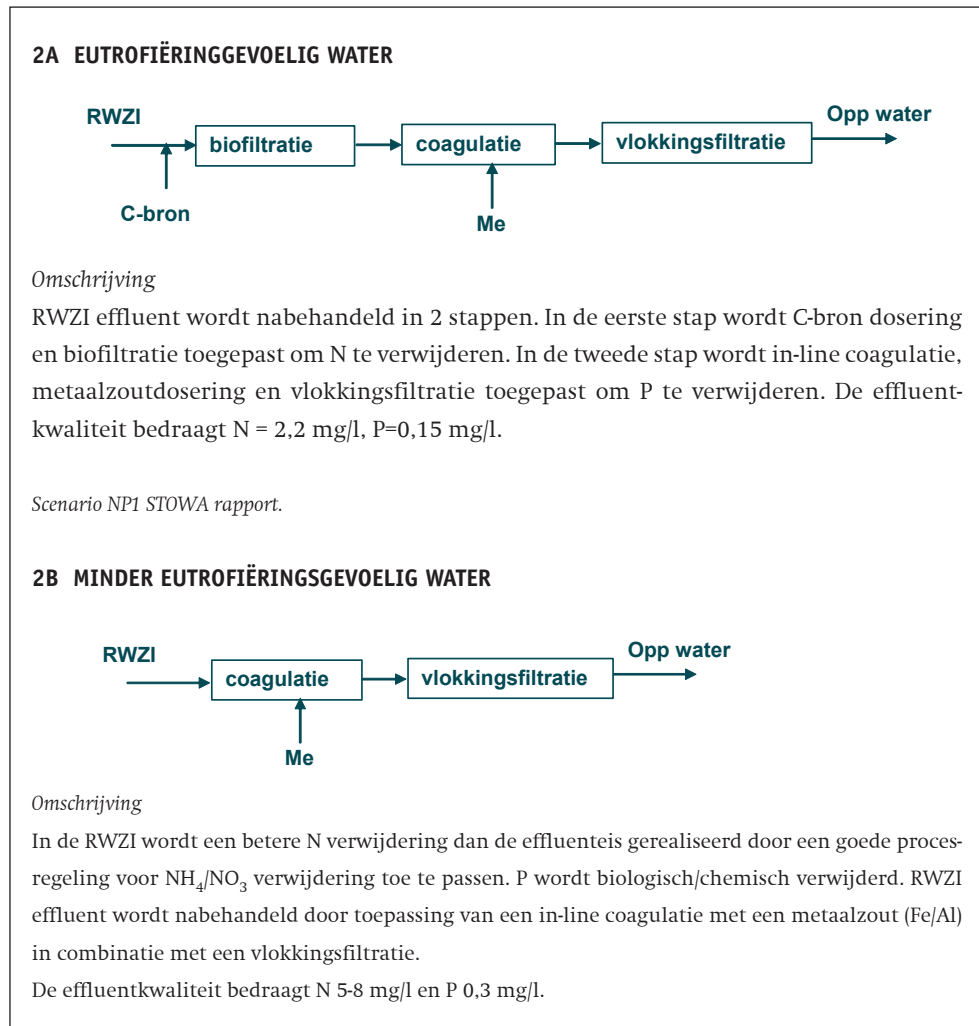
2. VERGAANDE N EN P VERWIJDERING

Bij dit maatregelenpakket wordt, afhankelijk van het type ontvangend oppervlaktewater, een vergaande N- en P-verwijdering, of een vergaande P-verwijdering, toegepast.

De maatregelen zijn gegeven in figuur I.2.

FIGUUR I.2

MAATREGELEN VOOR VERGAANDE N EN P-VERWIJDERING

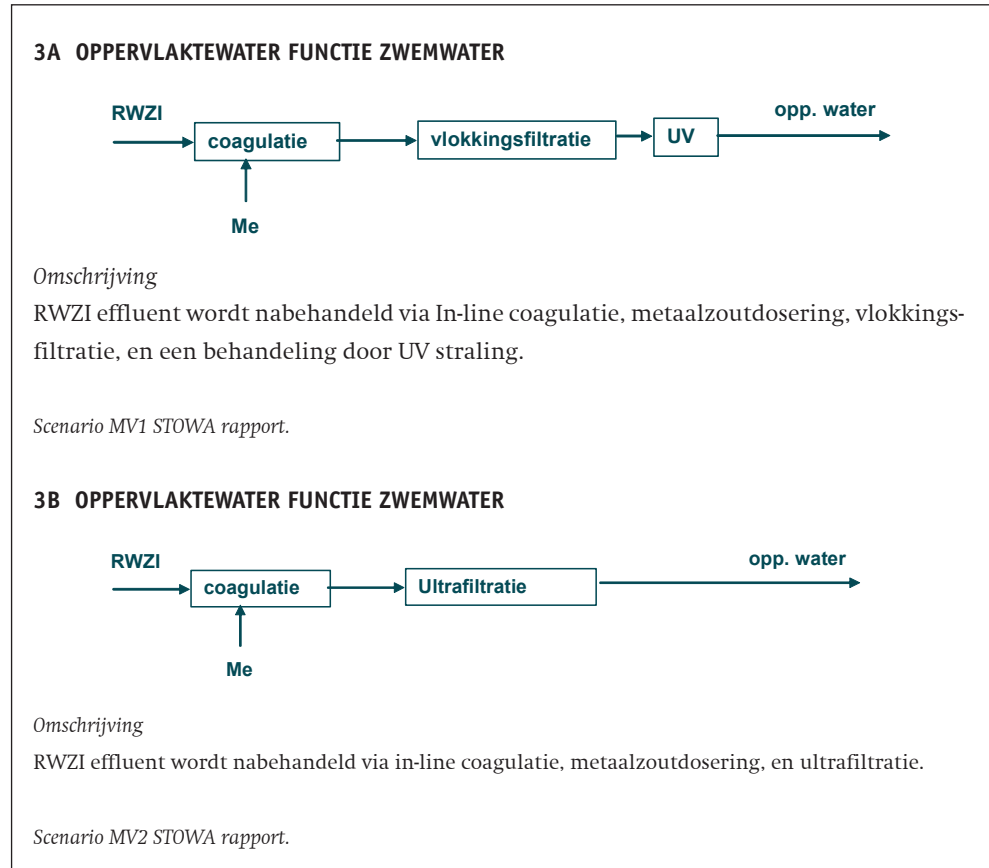


3. VERGAANDE BACTERIOLOGISCHE VERWIJDERING

Bij dit maatregelenpakket wordt specifiek voor *oppervlaktewater met functie zwemwater* aanvullende bacteriologisch verwijdering toegepast. De voorziene maatregelpakketten zijn gegeven in figuur I.3.

FIGUUR I.3

MAATREGELEN VOOR VERGAANDE BACTERIOLOGISCHE VERWIJDERING VOOR OPPERVLAKTEWATER MET FUNCTIE ZWEMWATER

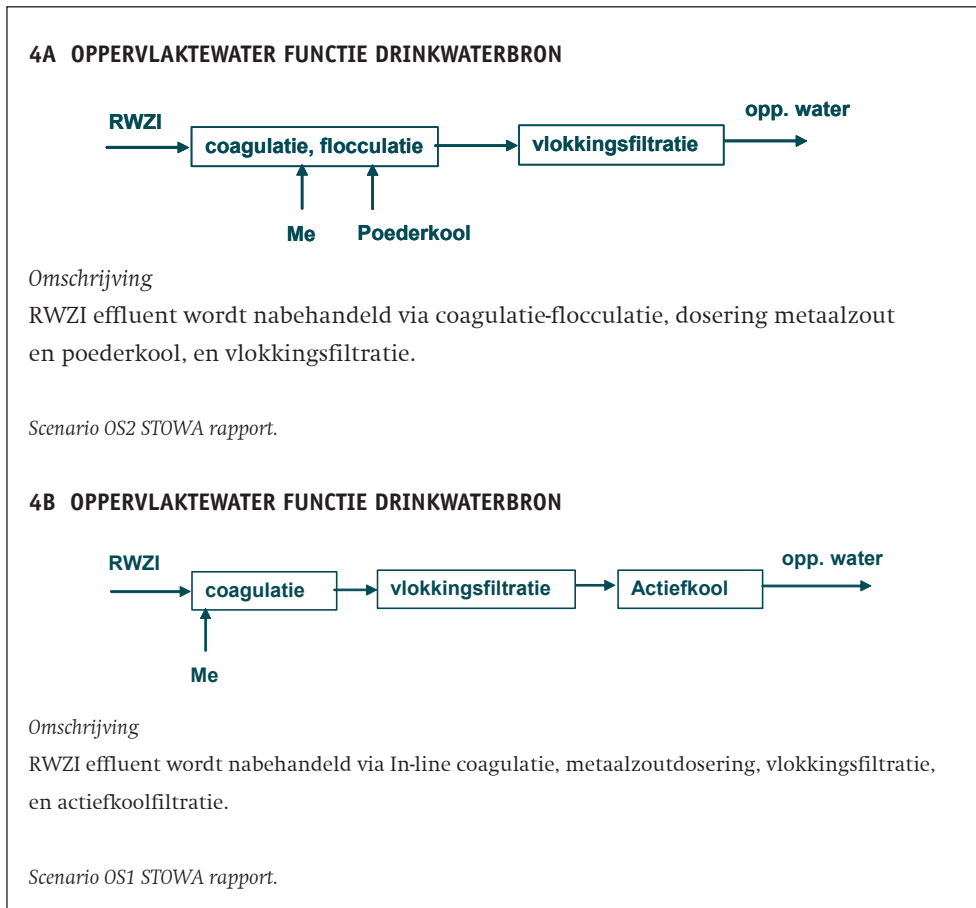


4. GOEDE CHEMISCHE KWALITEIT DRINKWATER BEREIDING

Bij dit maatregelenpakket wordt specifiek voor *oppervlaktewater met functie drinkwaterbron* aanvullend prioritaire KRW stoffen verwijderd. De voorziene maatregelpakketten zijn gegeven in figuur I.4.

FIGUUR I.4

MAATREGELEN VOOR VERWIJDERING PRIORITAIRE KRW STOFFEN VOOR EEN GOEDE CHEMISCHE KWALITEIT VOOR DRINKWATERBEREIDING

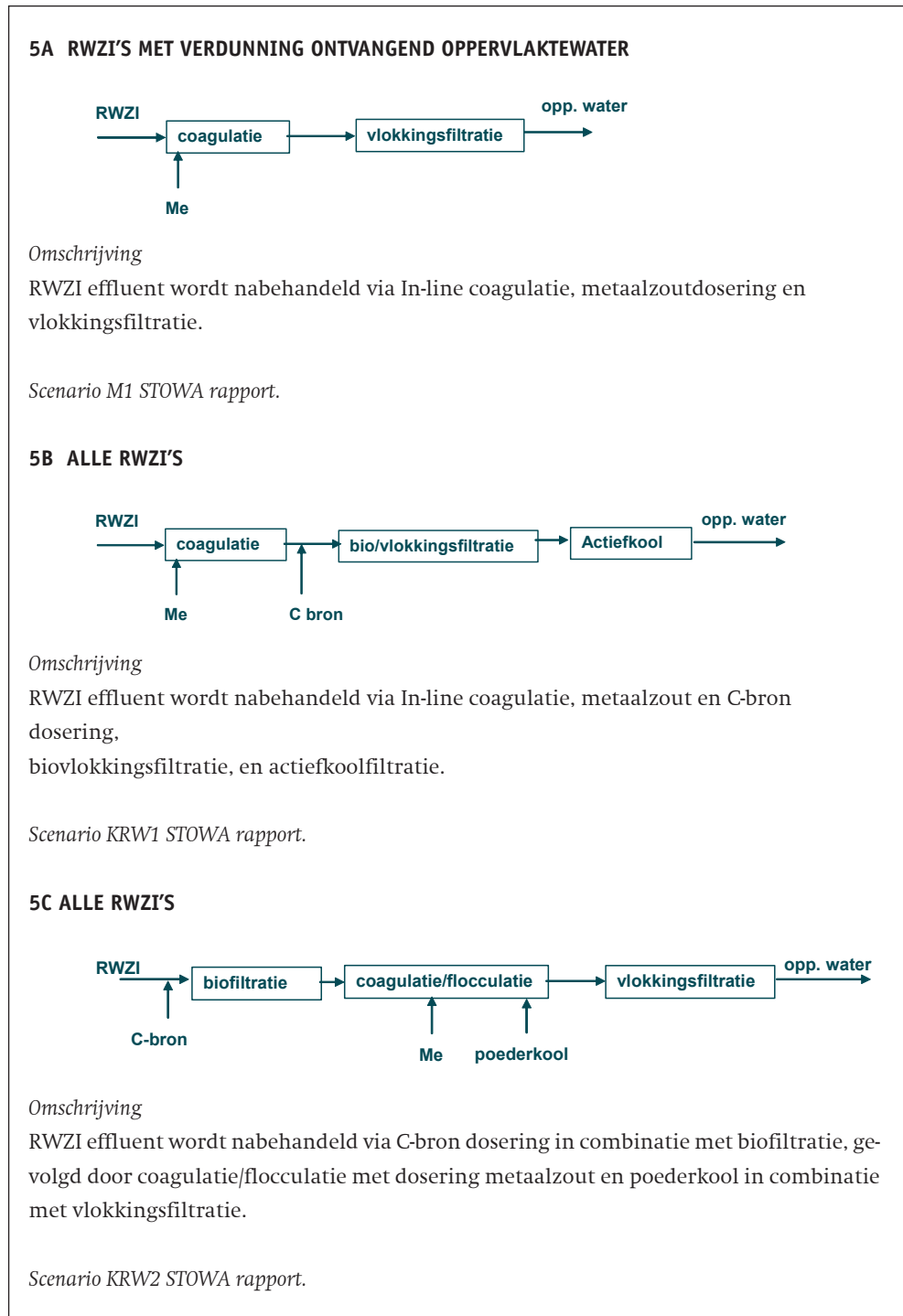


5. PRIORITAIRE STOFFEN ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER

Bij deze maatregelen worden technieken ingezet om op RWZI's aanvullend prioritaire KRW stoffen te verwijderen. Voor het ontvangend oppervlaktewater wordt onderscheid gemaakt tussen RWZI's met een geringe verdunning, een matige verdunning, en een goede verdunning. De voorziene maatregelpakketten zijn gegeven in figuur I.5.

FIGUUR I.5

MAATREGELEN VOOR VERWIJDERING PRIORITAIRE KRW-STOFFEN



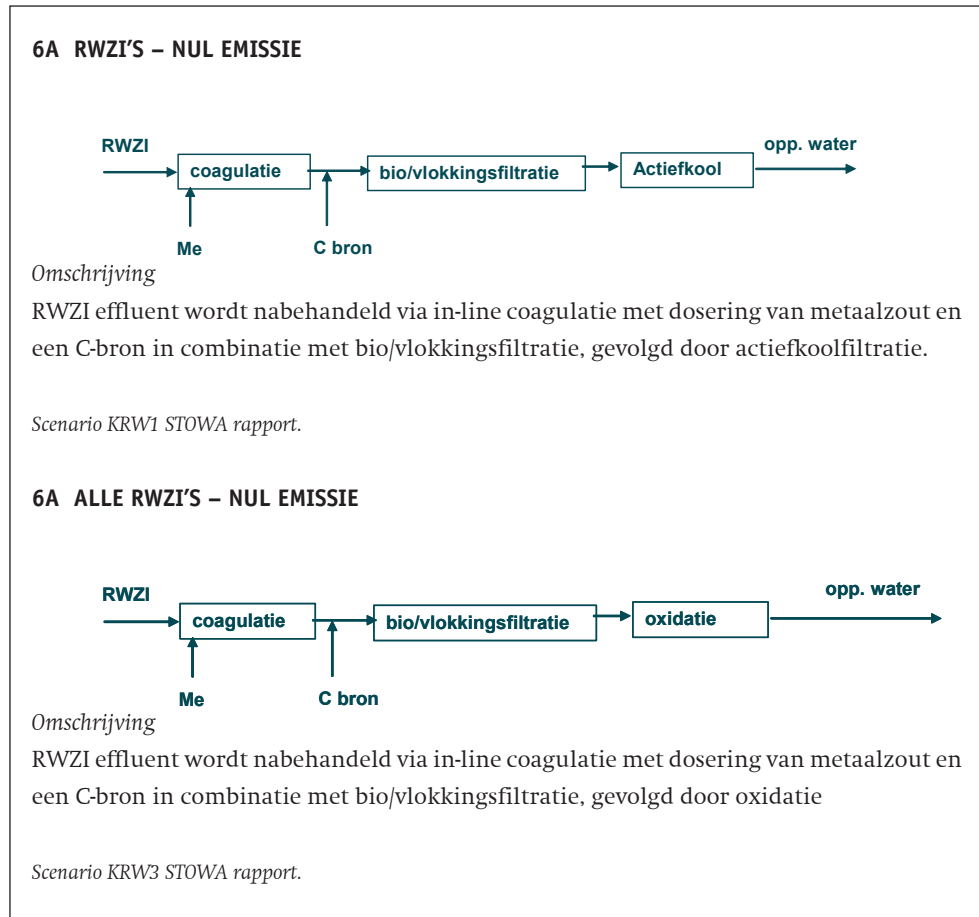
6. NULEMISSIE PRIORITAIRE (GEVAARLIJKE) KRW-STOFFEN ONTVANGEND OPPERVLAKTEWATER

Bij deze maatregelen worden technieken ingezet om op alle RWZI's aanvullend KRW prioritair stoffen te verwijderen, waarbij gestreefd wordt naar een nul-emissie.

De voorziene maatregelpakketten zijn gegeven in figuur I.6.

FIGUUR I.6

MAATREGELEN VOOR VERWIJDERING PRIORITAIRE (GEVAARLIJKE) KRW-STOFFEN VOOR NULEMISSIE



BIJLAGE II

VASTSTELLEN VAN KOSTEN VAN ZUIVERINGSTECHNIEKEN

VASTSTELLING VAN KOSTEN VAN ZUIVERINGSTECHNIEKEN

Omdat voor een gegeven type oppervlaktewater bij een bepaald ambitieniveau en scenario meerdere maatregelpakketten van toepassing kunnen zijn, waarbij dus een zelfde techniek mogelijk meer dan 1 keer wordt ingezet, zijn de kosten voor de verschillende zuiveringstechnieken individueel bepaald zodat dubbel telling wordt voorkomen.

De kosten voor deze individuele zuiveringstechnieken zijn bepaald op basis van de totaalprijzen van de maatregelpakketten. Hierbij zijn zoveel mogelijk de kosten aangehouden zoals aangegeven in het rapport *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW* (STOWA 2005). Voor zuiveringstechnieken die niet in het rapport zijn genoemd is uitgegaan van kosten kentallen die door RoyalHaskoning worden gebruikt.

Voorts is uitgegaan van de volgende uitgangspunten (dezelfde als die gebruikt voor *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*):

- kapitaalsrente : 6%
- afschrijvingstermijnen
 - civiele werken : 30 jaar
 - niet-civiele werken : 15 jaar
- personeelskosten : € 50.000,- per FTE per jaar
- elektriciteit : € 0,07 per kWh
- slibverwerking : € 500,- per ton d.s.

In tabel II.1 op de volgende bladzijde staan de elementen van de verschillende combinaties van zuiveringstechnieken weergegeven, alsmede de kosten van de combinaties.

Sommige van de bovengenoemde technieken worden niet onafhankelijk gebruikt. De kosten die voor deze technieken in de tabel zijn opgenomen (bijvoorbeeld 'poederkool') hoeven dus geen redelijk beeld van de werkelijke kosten te geven. De kosten kunnen alleen gebruikt worden in (redelijke) combinaties met andere technieken.

TABEL II.1 SAMENSTELLING VAN COMBINATIES VAN TECHNIEKEN EN DE GESCHATTE KOSTEN. GEGEVENS ONTLEEND AAN VERKENNINGEN ZUIVERINGSTECHNIEKEN EN KRW (STOWA 2005)

onderdeel	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zuiveringstechniek	NP1	NP2	OS1, KRW1	OS2	OS3, KRW3	M1	M3, MV2	MV1	KRW2	M2
Biofilter	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
in line C/F	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1
C/F	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
poederkool	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Vloekfilter	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1
biovloekfilter	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
actiefkool	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Oxidatie	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
Ultrafilter	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
UV	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Ionen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Grootte	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000	20 000
capaciteit	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
investering	3 221 330	2 214 590	3 422 440	2 550 170	4 596 970	2 080 120	4 867 000	2 415 700	3 749 690	4 228 070
Kapitaal	304 000	207 000	322 000	327 000	435 000	194 000	395 000	227 000	354 000	392 000
Bedrijf	95 691	78 891	188 854	122 254	191 354	62 754	129 454	79 654	149 391	122 700
exploitatie	399 691	285 891	510 854	449 254	626 354	256 754	524 454	306 654	503 391	514 700
Grootte	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000	100 000
capaciteit	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875	1 875
investering	5 385 940	3 641 400	5 847 660	4 505 340	11 015 830	3 430 770	9 471 000	4 354 210	6 510 490	9 691 360
Kapitaal	480 000	325 000	514 000	397 000	1 033 000	303 000	752 000	394 000	579 000	888 000
Bedrijf	251 056	223 056	708 619	426 769	727 769	163 569	367 369	227 869	495 656	381 100
exploitatie	731 056	548 056	1 222 619	823 769	1 760 769	466 569	1 119 369	621 869	1 074 656	1 269 100

Met een 'oplosser' (in Excel) werden de kosten voor de verschillende elementen bepaald. Deze zijn weergegeven in onderstaande tabel II.2.

TABEL II.2

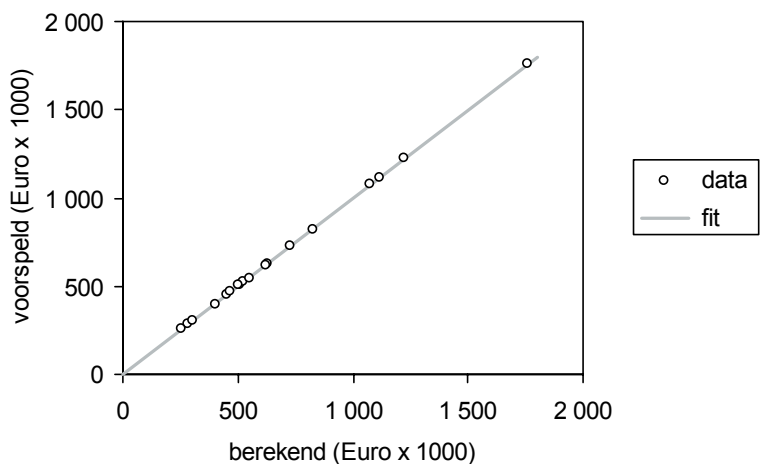
GESCHATTE EXPLOITATIEKOSTEN VAN ELEMENTEN VAN ZUIVERINGSTECHNIIEKEN, BIJ INSTALLATIEGROOTTES VAN 20.000 I.E. EN 100.000 I.E.

Element	20.000 i.e.	100.000 i.e.
Biofilter	142 937	264 487
in line coagulatie / flocculatie	98 096	153 714
coagulatie / flocculatie	88 800	13 600
Poederkool	201 796	497 313
Vlokfilter	158 658	312 856
biologisch vlokfilter	187 794	394 342
Actiefkool	254 100	756 049
Oxidatie	369 600	1 294 199
Ultrafilter	426 357	965 655
UV	20 763	73 813
Ionenwisseling	257 946	802 530

De berekening van de kosten van de afzonderlijke elementen met een oplosser leidde tot een overeenkomst tussen schatting en berekening van 100%. Dit is weergegeven in figuur II.1.

FIGUUR II.1

OVEREENKOMST TUSSEN BEREKENDE KOSTEN EN SCHATTING OP BASIS VAN DE CIJFERS ALS IN TABEL II.2



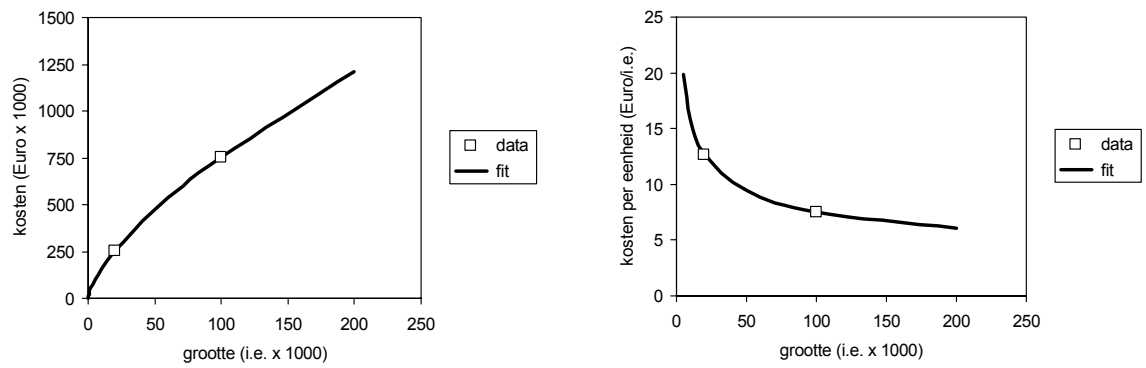
Dit betekent dat de methode om de kosten te schatten een goede genoemd mag worden.

Voor de schatting van de kosten van een installatie met ander capaciteit dan 20.000 of 100.000 i.e. is ervan uitgegaan dat de kosten beschreven kunnen worden als een functie met de algemene formule:

$$K = a * X^b$$

met K is kosten, X is de grootte van de installatie (in i.e.) en a en b zijn constanten (zie figuur II.2 voor een illustratie).

FIGUUR II.2 VOORBEELD VAN DE CURVE DIE DE KOSTEN VAN DE INSTALLATIE BESCHRIJFT. LINKS: TOTALE KOSTEN; RECHTS: KOSTEN PER I.E.



Met twee punten is een dergelijke curve vastgelegd. Als twee kosten K_1 en K_2 voor twee capaciteiten X_1 en X_2 bekend zijn, dan kunnen alle kosten als volgt worden berekend:

$$K = \exp\left(\frac{(\ln X - \ln X_1) * (\ln K_2 - \ln K_1)}{\ln X_2 - \ln X_1} + \ln K_1\right)$$

Op deze manier zijn van alle toegepaste combinaties van technieken de kosten voor de nabehandeling voor iedere RWZI geschat. De elementen van de verschillende combinaties zijn gegeven in tabel II.3.

TABEL II.3 ELEMENTEN VAN COMBINATIES. NP1': NP1 ZONDER BIOFILTER; NP1'': ZONDER BIOFILTER EN C-BRON. IN DE RIJ NP1-KRW3 STAAN COMBINATIES VAN ZUIVERINGSTECHNIEKEN UIT VERKENNINGEN ZUIVERINGSTECHNIEKEN EN KRW WEERGEGEVEN

Maatregelpakket→	1a	1b	2a	2b	3a	3b	4a	4b	5a	5b	5c	6a	6b
Zuiveringstechniek	NP1'		NP1	NP1''	MV1	MV2	OS2	OS1	M1	KRW1	KRW2	KRW1	KRW3
Optimalisatie	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C-bron dosering	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
Biofiltratie	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
In line coagulatie	1	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1
Coagul./flocculatie	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Poederkooldosering	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
Vlokkingsfiltratie	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0
Biovlokkingsfiltratie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
Actiefkoolfiltratie	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0
Oxidatie	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ultrafiltratie	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
UV straling	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Ionenwisseling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Combinaties van opties kunnen leiden tot uitgebreidere combinaties van technieken.
In totaal blijken 30 combinaties voor te kunnen komen, en die zijn gegeven in tabel II.4.

TABEL II.4 VOORKOMENDE COMBINATIES VAN ELEMENTEN. AFKORTINGEN: OP: OPTIMALISATIE; BIOF: BIOFILTRATIE; IN C/F IN-LINE COAGULATIE / FLOCCULATIE; C/F COAGULATIE / FLOCCULATIE; POED: POEDERKOOI; VLOK: VLOKKINGSFILTRATIE; BIOV: BIOLOGISCHE VLOKKINGSFILTRATIE; ACKL: ACTIEFKOOI-FILTRATIE; OXID: GEAVANCEERDE OXIDATIE; ULT: ULTRAFILTRATIE; UV: UV-DESINFECTIE

	code	OP	BIOF	in C/F	C/F	POED	VLOK	BIOV	ACKL	OXID	ULTR	UV
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	36	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0
4	38	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0
5	42	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
6	43	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
7	57	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
8	58	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0
9	170	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
10	171	1	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0
11	197	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0
12	229	1	0	1	0	0	1	1	1	0	0	0
13	230	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0
14	292	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
15	294	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
16	420	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0
17	422	0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	0
18	555	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0
19	682	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
20	683	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
21	709	1	0	1	0	0	0	1	1	0	1	0
22	741	1	0	1	0	0	1	1	1	0	1	0
23	742	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0
24	804	0	0	1	0	0	1	0	0	1	1	0
25	806	0	1	1	0	0	1	0	0	1	1	0
26	932	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	0
27	934	0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0
28	1093	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1
29	1126	0	1	1	0	0	1	1	0	0	0	1
30	1145	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1

BIJLAGE III

VERWIJDERINGSRENDEMENTEN VAN TECHNIEKEN

VASTSTELLING VERWIJDERINGSRENDEMENTEN

Voor het vaststellen van de verwijderingsrendementen van de verschillende technieken werd uitgegaan van de rendementen zoals ze zijn aangegeven in *Verkenningen zuiveringstechnieken en KRW*. Er werd ervan uitgegaan dat “+” was te vertalen in “goed”, en dat alle andere indicaties (“o”, “o?”, “-” en “-/+”) te vertalen waren als “matig tot slecht”. Zo blijven slechts twee waarderingen over: “-” en “+”.

De waarderingen zijn gegeven in tabel III.1.

TABEL III.1

WAARDERING VAN HET ZUIVERINGSRENDEMENT VAN DE VERSCHILLENDE TECHNIEKEN

		Uitbreiding rwzi	Membranbio reactor	Optimalisatie	Biofilter	In line C / F	Me + C / F	Poederkool	Vlokkingsfilter	Bio/vlokkfilter	Actievekoolfiltratie	Oxidatie	Ultrafiltratie	UV-desinfectie	Ionenwisseling
Nutriënten															
1 Totaal fosfor		+	++	-	+	++	++	-	-	++	-	-	-	-	-
2 Totaal stikstof		+	++	+	++	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Micro-organismen en virussen															
3 Intestinale enterokokken		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
4 Escherichia coli		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
5 Virussen		-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
Organische microverontreinigingen															
6 4-chlooraniline	106-47-8	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
7 Octylfenolen	9036-19-5	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
8 Nonylfenolen	25154-52-3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
9 Bis(2-ethylhexyl)-ftalaat (DEHP)	117-81-7	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
11 Benzo(a)pyreen	50-32-8	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
12 Fluorantheen	206-44-0	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
13 Benzo(b)fluorantheen	205-99-2	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
14 Benzo(k)fluorantheen	207-08-9	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
15 Benzo(g,h,i)peryleen	191-24-2	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
16 Indeno(1,2,3-cd)pyreen	193-39-5	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
17 Antraceen	120-12-7	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
18 Nafaleen	91-20-3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
20 Trichloormethaan	67-86-3	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
26 C10-C13-chlooralkanen	85535-84-8	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
36 Gebromeerde difenylethers (BDFE's)	0	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Bestrijdingsmiddelen															
39 Hexachloorcyclohexaan / HCH / Lindaan	58-89-9	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
42 Pentachloorfenol (PCP)	87-86-5	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
45 Atrazine	1912-24-9	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
47 MCPA	94-74-6	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
48 Mecoprop (MCPP)	7085-19-0	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
49 Diuron	330-54-1	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
56 Bentazon	25057-89-0	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
57 Pryazon / chloridazon	1698-60-8	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-	-
Zware metalen en metalloïden															
62 Cadmium	7440-43-9	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
64 Lood	7439-92-1	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
66 Nikkel	7440-02-0	-	-	-	-	o	o	-	-	-	-	-	-	-	+
67 Koper	7440-50-8	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+
68 Zink	7440-66-6	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+

Bij de toepassing van de verschillende technieken werd de hoogste waardering die voor de verschillende technieken gold, als waardering voor de combinatie gebruikt. Meer dan eenmaal “+” werd echter niet extra gewaardeerd.

