

DI: 97523

Rijkswaterstaat Directie
IJsselmeergebied

bx

86626



Eindrapportage

juli 2001

DEFINITIEF

Kosten van maatregelen

***Maatregelen voor verbetering
waterkwaliteit Zuidelijke
Randmeren***

DHV Water BV

Postbus 484

3800 AL Amersfoort

Telefoon (033) 468 22 00

Telefax (033) 468 23 01



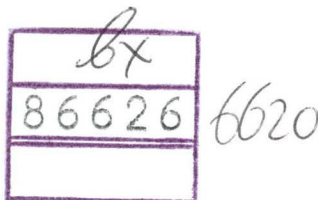
Eindrapportage

DEFINITIEF

Kosten van maatregelen

Maatregelen voor verbetering waterkwaliteit Zuidelijke Randmeren

dossier T8704-01-001
datum 23 juli 2001
registratienummer WA-WB20010047
versie 3



© DHV Water BV

Niets uit dit bestek/drukwerk mag worden veeleelvoudigd en/of openbaar gemaakt d.m.v. drukwerk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DHV Water BV, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitssysteem van DHV Water BV is gecertificeerd volgens NEN ISO 9001.

INHOUD

BLAD

1 SAMENVATTING	3
2 INLEIDING	7
3 MAATREGELEN	8
4 UITWERKING OPTIES MAATREGELEN	9
4.1 Zuiveringstechnieken	9
4.1.1 Direct lozende RWZI's voldoen aan 1,0 ; 0,5 ; 0,2 mg P/l.	9
4.1.2 6 RWZI's in het stroomgebied van de Eem voldoen aan 1,0 ; 0,5 ; 0,2 mg P/l.	14
4.1.3 Defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem (chemisch)	17
4.1.4 Defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem (helofytenfilter)	21
4.1.5 Reduceren van fosfaatbelasting Nuldernauw met respectievelijk -10%; -25%	24
4.1.6 Reduceren van fosfaatbelasting IJmeer met respectievelijk -10%; -25%	26
4.1.7 Saneren 2200 woningen in de gemeente Ede	29
4.2 Diffuse bronnen	30
4.2.1 Reductie van aandeel landbouw met 10 en 25%	30
4.2.2 Reductie van emissies door recreatie en scheepvaart	33
4.3 Waterkwaliteit	35
4.3.1 Verlagen van resuspensie	35
4.3.2 Reduceren uitslag van de gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak; 0 mg P/l	39
4.3.3 Reduceren uitslag van de gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak; 0 m ³ /dag	40
4.3.4 Reduceren van de invloed van de Rijn op de Eem met 100%	41
4.3.5 Reduceren van de invloed van het Nuldernauw, minder water -10%; -25%	42
4.3.6 Reduceren van de invloed van het IJmeer, minder water -10%; -25%	44
4.3.7 Doorspoelen met water uit het Nuldernauw: +10%; +25%	45
4.3.8 Doorspoelen van het Eemmeer met water uit het IJmeer: +10%; +25%	46
4.3.9 Doorspoelen met water uit de Eem: +10%; +25%	48
4.4 Biologische/ecologische maatregelen	50
4.4.1 Peilbeheer in het meer: verhogen of verlagen	50
4.4.2 Lokaal ver(on)diepen t.b.v waterplanten	52
4.4.3 Toevoegen substraat en/of entmateriaal van driehoeksmosselen en waterplanten	53
4.4.4 Natuurontwikkeling (bij vooroevers stimuleren van groei waterplanten)	56
4.4.5 Doorgaan / intensivering pootvisserij	58
5 COLOFON	62

1 SAMENVATTING

Door het project Bestrijding Eutrofiëring Zuidelijke Randmeren (BEZEM) zijn voor de Zuidelijke Randmeren de volgende doelstellingen geformuleerd: het water is schoon en helder, kenmerkend voor een matig voedselrijk systeem; het fosfaatgehalte is niet meer dan 0,06 mg P/l, het doorzicht is tenminste 1,0 meter en er is geen overlast van algengroei, blauwalgen zijn niet dominant.

Om de bovenstaande doelstellingen te realiseren zijn 23 globale maatregelen geformuleerd. De maatregelen zijn te onderscheiden in vier categorieën: zuiveringstechnieken, diffuse bronnen, waterkwaliteit en biologische/ecologische maatregelen.

In dit onderzoek zijn verschillende aspecten van de maatregelen beschreven, welke gebruikt zullen worden voor de input van een model, om de effecten van de verschillende maatregelen op de waterkwaliteitsdoelstellingen te berekenen.

De in dit rapport gepresenteerde prijzen zijn in Gulden en Euro. De bedragen zijn uitsluitend ter indicatie en zijn afgerond.

Tabel 1 geeft een globale karakterisering van de besproken maatregelen op basis van kosten, effectiviteit en duurzaamheid en ervaring met de maatregel.

Daarnaast zijn in Tabel 2 de veranderingen die de verschillende maatregelen veroorzaken op de hydraulische verblijftijden in de Zuidelijke Randmeren weergegeven. De in die tabel gepresenteerde gemiddelde verblijftijden zijn bepaald op basis van gegevens uit de reeks 1990 - 1999.

Tabel 1 Overzicht kosten, effectiviteit en duurzaamheid en ervaring van de maatregelen

			Stichtingskosten			Exploitatiekosten			P-reductie	Effect. /	Ervaring /
			NLG	Euro	NLG / kilo	NLG	Euro	NLG /	in kilo's	duurzaamh. P	bewezen /
					P-red.			kilo P-red		reductie	techniek
A) Zuiveringstechniek											
1	Effluent van de direct lozende RWZI's voldoen aan 1,0 mg P/l, 0,5 mg P/l en 0,2 mg P/l										
	RWZI Huizen										
	1,0	0	0	0	0	0	0		0	nvt	nvt
	0,5	0	0	0	0	0	0		0	nvt	nvt
	0,2	12.000.000	5.450.000	39.344	150.000	70.000	492	305	+	+	
	RWZI Hilversum										
	1,0	200.000	90.000	460	27.100	12.300	62	435	+	+	
	0,5	12.000.000	5.450.000	3.448	1.670.000	760.000	480	3.480	+	+	
	0,2	12.000.000	5.450.000	2.507	2.300.000	1.050.000	481	4.786	+	+	
	RWZI Blaricum										
	1,0	200.000	90.000	108	24.100	11.000	13	1.853	+	+	
	0,5	11.000.000	5.000.000	3.238	1.650.000	750.000	486	3.397	+	+	
	0,2	11.000.000	5.000.000	2.544	2.100.000	950.000	486	4.324	+	+	
	RWZI Bunschoien										
	1,0	200.000	90.000	56	49.100	22.300	14	3.555	+	+	
	0,5	10.750.000	4.900.000	2.268	2.350.000	1.050.000	496	4.740	+	+	
	0,2	10.750.000	4.900.000	1.972	2.700.000	1.200.000	495	5.451	+	+	
	RWZI Nijkerk										
	1,0	200.000	90.000	443	24.300	11.000	54	451	+	+	
	0,5	11.250.000	5.100.000	5.104	1.080.000	500.000	490	2.204	+	+	
	0,2	11.250.000	5.100.000	2.774	2.000.000	900.000	493	4.056	+	+	
2	Effluent van de RWZI's in het stroomgebied van de Eem voldoen aan 1,0 mg P/l, 0,5 mg P/l en 0,2 mg P/l										
	RWZI Amersfoort 1										
	1,0	200.000	90.000	56	54.500	24.800	15	3.595	+	+	
	0,5	8.750.000	4.000.000	1.420	3.000.000	1.400.000	487	6.163	+	+	
	0,2	8.750.000	4.000.000	1.130	3.800.000	1.700.000	491	7.740	+	+	
	RWZI Amersfoort 2										
	1,0	0	0		0	0		0	nvt	nvt	
	0,5	13.100.000	5.950.000	2.023	3.050.000	1.400.000	471	6.475	+	+	
	0,2	13.100.000	5.950.000	1.265	4.900.000	2.250.000	473	10.359	+	+	
	RWZI Soest/Baarn										
	1,0	0	0		0	0		0	nvt	nvt	
	0,5	12.000.000	5.450.000	3.236	1.800.000	800.000	485	3.708	+	+	
	0,2	12.000.000	5.450.000	1.849	3.100.000	1.400.000	478	6.490	+	+	
	RWZI Bennekom										
	1,0	0	0		0	0		0	nvt	nvt	
	0,5	10.250.000	4.650.000	75.926	70.000	300.000	519	135	+	+	
	0,2	10.250.000	4.650.000	18.981	260.000	100.000	481	540	+	+	
	RWZI Ede										
	1,0	0	0		0	0		0	nvt	nvt	
	0,5	13.000.000	5.900.000	4.654	1.300.000	600.000	465	2.793	+	+	
	0,2	13.000.000	5.900.000	1.861	3.300.000	1.500.000	472	6.987	+	+	
	RWZI Veenendaal										
	1,0	0	0		0	0		0	nvt	nvt	
	0,5	12.500.000	5.700.000	6.596	900.000	400.000	475	1.895	+	+	
	0,2	12.500.000	5.700.000	2.638	2.300.000	1.050.000	485	4.738	+	+	
	RWZI Woudenberg										
	1,0	0	0		0	0		0	nvt	nvt	
	0,5	11.000.000	5.000.000	6.520	800.000	350.000	474	1.687	+	+	
	0,2	11.000.000	5.000.000	4.077	1.300.000	600.000	482	2.698	+	+	
3	Defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem		16.600.000	7.500.000	113	23.050.000	10.550.000	157	147.000	*	-
4	Helofytenfilter van 500 ha. gericht op stikstofverwijdering in het Eemmeer		106.725.000	48.500.000	5.336			0	20.000	-	+/-
5	Reduceren van de fosfaatbelasting van het Nuldermauw met respectievelijk -10% en -25%										
	4e trapszuivering Harderwijk		21.600.000	9.800.000	2.905	3.050.000	1.400.000	410	7.435	+	+
	Delta Schuilenbeek		12.000.000	5.450.000		10.000	4.600			+/-	+
6	Reduceren van de fosfaatbelasting van het IJmeer met respectievelijk -10% en -25%										
	De Blocq van Kuffeler Hoge afdeling		2.400.000	1.000.000	426	4.200.000	1.900.000	745	5.637	*	+/-
	De Blocq van Kuffeler Lage afdeling		2.500.000	1.100.000	178	4.200.000	1.900.000	299	14.065	*	+/-
	Houtrib Houtribdijk		6.800.000	3.100.000	516	14.000.000	6.400.000	1.062	13.187	*	+/-
	Krabbersgat Houtribdijk		9.200.000	4.200.000	402	22.800.000	10.400.000	996	22.902	*	+/-
	Wortman Lage afdeling		3.000.000	1.400.000	196	6.100.000	2.800.000	398	15.330	*	+/-
7	Het saneren van 2200 woningen in de gemeente Ede die nog niet op het riool zijn aangesloten		36.000.000	16.400.000		5.500.000	2.500.000			+	+

Vervolg Tabel 1

		Stichtingskosten			Exploitatiekosten			P-reductie	Effect /	Ervaring /
		NLG	Euro	NLG / kilo	NLG	Euro	NLG /	in kilo's	duurzaamh. P	bewezen
				P-red.			kilo P-red		reductie	techniek
B) Diffuse bronnen										
1	Reductie van aandeel landbouw / diffuse bronnen in de Eem met respectievelijk -10% en -25%									
	<i>fosfaatnultbemesting (2000 ha)</i>	1.300.000	591.000					20%	+	-
	<i>bodemchemisch (2000 ha)</i>	18.000.000	8.200.000					60-70%	-	-
	<i>hydrologisch (2000 ha)</i>	15.000.000	7.000.000					80-90%	+	-
2	Reductie van emissies door recreatie en scheepvaart									
	<i>vuilwaterank (per stuk)</i>	1.750	780						+	+
	<i>innamepunt (per stuk)</i>	55.000	20.000						+	+

C) Waterkwaliteit

1	Verlagen van resuspensie (scheepvaart, zandwinning, dammetjes)									
	<i>baggeren (per m3)</i>	10	5						+/-	+
	<i>slibvang (per m3)</i>	10	5						+/-	+
2	Reduceren uitslag van gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak tot 0 mg P/l									
	<i>Veendijk</i>	900.000	410.000	682	560.000	255.000	424	1.320	*	+
	<i>Westdijk</i>	1.500.000	680.000	623	1.080.000	491.000	449	2.407	*	+
	<i>Wiel</i>	700.000	320.000	1.305	220.600	100.300	411	536	*	+
	<i>Laak</i>	2.750.000	1.250.000	661	1.710.700	777.600	411	4.158	*	+
3	Reduceren uitslag van gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak tot 0 m3/sec	-	-		-	-				
4	Reduceren invloed van de Rijn op de Eem met 100%							3.000	-	+
5	Reduceren invl. Nuldernaauw, minder water -10%, -25%									
	<i>10%</i>	0	0		883.000	400.000	1.314	672	-	+
	<i>25%</i>	0	0		883.000	400.000	526	1.680	-	+
6	Reduceren invloed IJmeer, minder water -10%, -25%									
	<i>10%</i>	62.500.000	25.400.000	65.789				950	-	+
	<i>25%</i>	62.500.000	25.400.000	26.316				2.375	-	+
7	Doorsp. met water uit het Nuldernaauw: +10%; +25%									
	<i>10%</i>	0	0		883.000	400.000			+/-	+
	<i>25%</i>	0	0		883.000	400.000			+/-	+
8	Doorspoelen van het Eemmeer met water uit het IJmeer: +10%; +25%	-	-		-	-				
	<i>10%</i>	17.500.000	7.950.000		nmb	nmb			+/-	+
	<i>25%</i>	18.000.000	8.200.000		nmb	nmb			+	+
9	Doorspoelen met water uit de Eem: +10%; +25%									
	<i>10%</i>								-	+
	<i>25%</i>								-	+

D) Biologische / ecologische maatregelen

1	Peilbeheer in het meer: verhogen of verlagen									
	<i>Direct afvoeren (Natte Hart)</i>	1.630.000.000	740.000.000						+/-	+
	<i>Verticaal bergen (Natte Hart)</i>	1.455.000.000	660.000.000						+/-	+
	<i>Horizontaal bergen (Natte Hart)</i>	>6.000.000.000	>2.700.000.000						+/-	+
2	Lokaal ver(on)diepen t.b.v. waterplanten (zanddam 450 m.)	300.000	130.000		2.000	900			+	+
3	Toevoegen substraat of entmateriaal (mosselen en waterplanten)									
	<i>Wilgentenen matten (per stuk)</i>	450	200						-	-
	<i>Kokkelschelpen (m3)</i>	9.500	4.350						-	-
4	Natuurontwikkeling (bij vooroever stimuleren van groei waterplanten)									
	<i>Groene vangrail Polsmaten (per ha)</i>	150.000	65.000		1.000	450			+	+
	<i>Groene kruispunt Nuldernaauw (per ha)</i>	156.000	70.800		280	123			+	+
	<i>Natuur Hardewijk-Zuid (per ha)</i>	99.000	44.250		385	170			+	+
5	Doorgaan / intensivering pootvisserij									
	<i>intensieve visserij</i>	410.000	190.000		70.000	32.000			+	+
	<i>extensieve visserij</i>	0	0		210.000	100.000			+	+

De kwalitatieve karakterisering van de besproken maatregelen:

- = gering/nihil;

+/- = matig;

+

* = sterk afhankelijk van de lokale situatie.

Tabel 2 Verandering van de hydraulische verblijftijd bij de verschillende maatregelen

Hydraulische verblijftijd

		Verandering aanvoer debiet	Totaal aangevoerd debiet in miljoen m3		Volume meer in miljoen m3		Hydraulische verblijftijd (jaren)		Hydraulische verblijftijd (dagen)	
		10 E6 m3/jaar	Eemmeer	Gooimeer	Eemmeer	Gooimeer	Eemmeer	Gooimeer	Eemmeer	Gooimeer
	Gemiddelde van reeks 1990 - 2000		494.78	618.63	37.98	87.11	0.08	0.14	29.00	52.70
No	Maatregel									
1	Reduceren invloed Nuldernauw, minder water -10%	8.00-	486.78	618.63	37.98	87.11	0.08	0.14	28.50	51.40
2	Reduceren invloed Nuldernauw, minder water -25%	20.00-	474.78	618.63	37.98	87.11	0.08	0.14	29.20	51.40
3	Reduceren invloed IJmeer, minder water -10%	47.30-	494.78	571.33	37.98	87.11	0.08	0.15	28.00	55.70
4	Reduceren invloed IJmeer, minder water -25%	118.26-	494.78	500.37	37.98	87.11	0.08	0.17	28.00	63.50
5	Reduceren invloed Rijn op Eem, 100%	20.00-	474.78	618.63	37.98	87.11	0.08	0.14	29.20	51.40
6	Doorspoelen met Nuldernauw, meer water + 10%	8.00	502.78	618.63	37.98	87.11	0.08	0.14	27.60	51.40
7	Doorspoelen met Nuldernauw, meer water + 25%	20.00	514.78	618.63	37.98	87.11	0.07	0.14	26.90	51.40
8	Doorspoelen met IJmeer, meer water + 10%	47.30	494.78	665.94	37.98	87.11	0.08	0.13	28.00	47.70
9	Doorspoelen met IJmeer, meer water + 25%	118.26	494.78	736.89	37.98	87.11	0.08	0.12	28.00	43.10
10	Doorspoelen met water uit de Eem, meer water 10%	34.00	528.78	618.63	37.98	87.11	0.07	0.14	26.22	51.40
11	Doorspoelen met water uit de Eem, meer water 25%	84.00	578.78	618.63	37.98	87.11	0.07	0.14	23.95	51.40

2 INLEIDING

Voor het project Bestrijding Eutrofiëring Zuidelijke Randmeren (BEZEM) wordt een eenvoudig model ontwikkeld, waarmee het mogelijk is de effecten van maatregelen te berekenen. Het doel van dit model is het berekenen van effecten op de waterkwaliteitsdoelstellingen van de Zuidelijke Randmeren; het Nijkerkernauw en het Eem- en Gooimeer. Het model wordt ontwikkeld door het RIZA en RWS Directie IJsselmeergebied.

De doelstellingen die door BEZEM zijn gesteld voor de Zuidelijke Randmeren zijn: het water is schoon en helder, kenmerkend voor een matig voedselrijk systeem; het fosfaatgehalte is niet meer dan 0,06 mg P/l, het doorzicht is tenminste 1,0 meter en er is geen overlast van algengroei, blauwalgen zijn niet dominant.

Om de bovenstaande doelstellingen te realiseren zijn 23 globale maatregelen geformuleerd. Een van de aspecten die meegenomen wordt zijn de kosten van de maatregelen. Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied heeft DHV Water gevraagd voor de beschreven maatregelen een indicatief overzicht op te stellen.

Doelstelling

Het project heeft tot doel om voor de beschreven maatregelen een indicatief overzicht op te stellen waarbij aandacht wordt besteed aan de volgende typering:

- Doel
- Theorie/methode
- Randvoorwaarden
- Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte
- Effectiviteit en duurzaamheid
- Voor- en nadelen
- Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)
- Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen
- Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer.

Invloed op bestaande functies is niet beschreven, er is voor gekozen deze gevolgen kwalitatief te beschrijven (onder het kopje “nadelen”).

3 MAATREGELEN

De door project- en stuurgroep BEZEM gedefinieerde maatregelen zijn onder te verdelen in vier categorieën, namelijk: zuiveringstechnieken, diffuse bronnen, waterkwaliteit en biologische/ecologische maatregelen. In de onderstaande lijst zijn de maatregelen opgenomen.

A) Zuiveringstechniek

1. Effluent van de direct lozende RWZI's voldoen afzonderlijk aan 1,0 mg P/l, 0,5 mg P/l en 0,2 mg P/l.
2. Effluent van de RWZI's in het stroomgebied van de Eem voldoen afzonderlijk aan 1,0 mg P/l, 0,5 mg P/l en 0,2 mg P/l.
3. Defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem
4. Helofytenfilter van 500 ha. gericht op stikstofverwijdering in het Eemmeer
5. Reduceren van de fosfaatbelasting van het Nuldernauw met respectievelijk -10% en -25%
6. Reduceren van de fosfaatbelasting van het IJmeer met respectievelijk -10% en -25%
7. Het saneren van 2200 woningen in de gemeente Ede die nog niet op het riool zijn aangesloten

B) Diffuse bronnen

1. Reductie van aandeel landbouw / diffuse bronnen in de Eem met respectievelijk -10% en -25%
2. Reductie van emissies door recreatie en scheepvaart

C) Waterkwaliteit

1. Verlagen van resuspensie (scheepvaart, zandwinning, dammetjes)
2. Reduceren uitslag van gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak tot 0 mg P/l.
3. Reduceren uitslag van gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak tot 0 m³/sec
4. Reduceren invloed van de Rijn op de Eem met 100%
5. Reduceren invloed Nuldernauw, minder water -10%; -25%
6. Reduceren invloed IJmeer, minder water -10%; -25%
7. Doorspoelen met water uit het Nuldernauw: +10%; +25%
8. Doorspoelen met water uit het IJmeer: +10%; +25%
9. Doorspoelen met water uit de Eem: +10%; +25%

D) Biologische / ecologische maatregelen

1. Peilbeheer in het meer: verhogen of verlagen
2. Lokaal ver(on)diepen t.b.v waterplanten
3. Toevoegen substraat of entmateriaal (mosselen en waterplanten)
4. Natuurontwikkeling (bij vooroevers stimuleren van groei waterplanten)
5. Doorgaan / intensivering pootvisserij

Naast de bovengenoemde maatregelen was nog een maatregel gedefinieerd: Natte depositie van 0,08 mg P/l naar 0,04 mg P/l. Deze maatregel is niet verder uitgewerkt omdat het hier om een landelijk probleem gaat en maatregelen ook op deze schaal moeten plaatsvinden.

4 UITWERKING OPTIES MAATREGELEN

De indeling in dit hoofdstuk is zoals in hoofdstuk 2 en 3 is aangehouden bij het beschrijven van de verschillende maatregelen.

4.1 Zuiveringstechnieken

4.1.1 Direct lozende RWZI's voldoen aan 1,0 ; 0,5 ; 0,2 mg P/l.

Doel

Het reduceren van de concentratie P in het effluent van de RWZI's die direct lozen op de Zuidelijke Randmeren.

Theorie/methode

Voor een reductie tot 1,0 mg P/l is een eenvoudige biologische of chemische fosfaat reductie installatie in te passen in de bestaande structuur van de zuivering. Voor verdere reductie is een 4e trapszuivering nodig.

Bij de biologisch/chemisch behandeling zullen we hier alleen de chemische installatie behandelen. Dit komt omdat een biologische installatie werkt op basis van een anaërobe tank met een volume 2 x DWA¹ (met een verblijftijd van 1 uur). Daardoor zal deze optie duurder uitvallen dan een chemische die werkt met dosering van ijzerzouten.

De 4e trapszuivering bestaat uit een aparte installatie voor de behandeling van het effluent water van de RWZI. Het toe te passen proces is de vlokkenfiltratie.

Deze techniek berust op het chemisch proces waarbij het fosfaat in oplossing in het effluent water zich bindt aan het toe te voegen ijzerchloride.

Het maatgevend volume bepalen we door het DWA debiet te vermenigvuldigen met 1,2. Deze methode is gebruikelijk voor de bepaling van capaciteit van 4e trapszuiveringen. Pieken in de DWA zullen op deze manier ook behandeld kunnen worden en een extreem grote installatie op basis van RWA² debiet (met een zeer lage efficiëntie) is niet gewenst.

Door bij de bekende concentratie fosfaat in het effluentwater te bepalen wat de last in kilo's fosfaat is kan men met dit gegeven het aantal kilo's fosfaat bepalen dat verwijderd dient te worden.

De kosten van fosfaat verwijdering per kilo zijn bekend en op deze wijze kan men de kosten per RWZI bepalen.

¹ DWA, Droog Weer Afvoer

² RWA, Regen Water Afvoer

Gegevens 2000

N°	RWZI	Effluent debiet, jaarvolume [10 ⁶ m ³]	Huidige P concentratie lozingspunt [mg/l]	DWA capaciteit [m ³ /uur]	RWA capaciteit [m ³ /uur]
1	Huizen	3,503	0,3	675	2.100
2	Hilversum	4,351	1,1	650	1.700
3	Blaricum	3,089	1,6	385	1.365
4	Bunschoten	2,370	2,5	188	800
5	Nijkerk	4,506	1,1	375	2.135

Voor de streefwaarde van 1,0 mg P/l kunnen we de volgende tabel weergeven

RWZI	Huidige concentratie fosfaat effluentwater	Kilo P/jaar	Kilo's P bij 1,0 mg P/l	Aantal te reduceren kilo's
Huizen	0,3	1.050	3.503	0
Hilversum	1,1	4.786	4.351	435
Blaricum	1,6	4.942	3.089	1.853
Bunschoten	2,5	5.925	2.370	3.555
Nijkerk	1,1	4.957	4.506	451

Voor de streefwaarde van 0,5 mg P/l kunnen we de volgende tabel weergeven

RWZI	Huidige concentratie fosfaat effluentwater	Kilo P/jaar	Kilo's P bij 0,5 mg P/l	Aantal te reduceren kilo's
Huizen	0,3	1.050	1.751	0
Hilversum	1,1	4.786	2.175	2.611
Blaricum	1,6	4.942	1.544	3.397
Bunschoten	2,5	5.925	1.185	4.740
Nijkerk	1,1	4.957	2.253	2.204

Voor de streefwaarde van 0,2 mg P/l kunnen we de volgende tabel weergeven

RWZI	Huidige concentratie fosfaat effluentwater	Kilo P/jaar	Kilo's P bij 0,2 mg P/l	Aantal te reduceren kilo's
Huizen	0,3	1.050	700	305
Hilversum	1,1	4.786	870	3.916
Blaricum	1,6	4.942	618	4.324
Bunschoten	2,5	5.925	474	5.451
Nijkerk	1,1	4.957	901	4.056

Randvoorwaarden

Er is genoeg ruimte bij de RWZI's om de installatie te bouwen.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Beide methodes van fosfaat verwijdering zijn algemeen bekend en toegepast.

Een chemische installatie is over het algemeen eenvoudig in te passen in de bestaande installatie.

Bij de 4e trapszuivering is het zandfilter het onderdeel dat de meeste ruimte zal innemen. De oppervlakte van zo'n filter is geheel afhankelijk van de schaal van het ontwerp (DWA / RWA capaciteit)

Effectiviteit en duurzaamheid

Een biologische of chemische defosfateringsinstallatie is efficiënt bij een reductie tot 1,0 mg P/l. Een verdere reductie is met deze methode niet haalbaar.

De 4e trapszuivering is effectief tot een reductie tot 0,1 mg P/l. Verdere reductie heeft een onevenredig hoge dosering ijzerchloride nodig. Echter bij een proefopstelling bij de RWZI Ruurlo is een effluent concentratie van 0,05 mg P/l bereikt. Of deze resultaten op grote schaal te herhalen zijn is niet bekend.

Voordelen

De methode verwijdert het fosfaat bij de puntbron, dat wil zeggen daar waar het fosfaat in relatief hoge concentratie aanwezig is en daarmee ook heel lokaal en geconcentreerd kan worden aangepakt.

Nadelen

Door de toevoeging van ijzerzouten treed er een lichte verzilting³ van het effluent water op.

Kosten

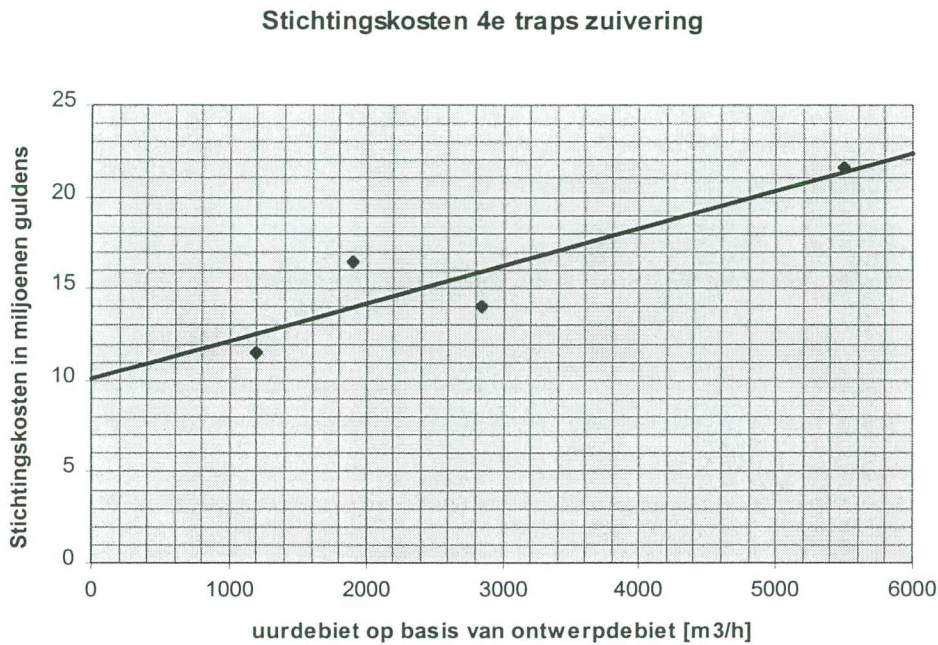
De kosten voor een chemische defosfateringsinstallatie worden bepaald op basis van de hoeveelheid kilo's fosfaat die moeten worden verwijderd. Dit bepaalt de hoeveelheid ijzerchloride die moet worden toegevoegd en daarmee de kostprijs en exploitatiekosten voor deze maatregel.

Er is bij de kostprijsbepaling van uitgegaan dat de installatie op het eigen terrein van de zuivering kan worden gebouwd. Er zijn dus geen grondkosten in de stichtingskosten opgenomen.

Voor de kostprijsbepaling van 4e trapszuiveringen hebben we gebruik gemaakt van berekende waarden voor RWZI's Harderwijk en Elburg.

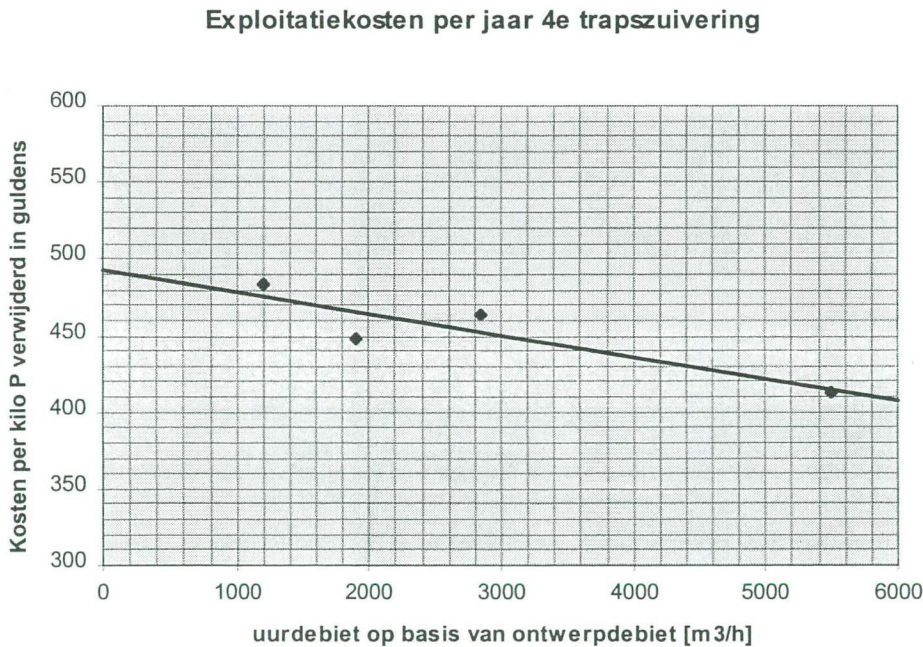
³ Bij normaal gehanteerde dosering levert fysische-chemische fosfaat verwijdering een verhoging van de chloride concentratie van 20 - 35 mg/l op. (Bron STOWA Rapportage: verwijdering van fosfaat uit oppervlakte water, 1994)

Stichtingskosten:



Exploitatiekosten zijn bepaald op basis van bekende waarden van RWZI's Harderwijk en Elburg. Het ontwerpdebiet bepaalt in combinatie met de kostprijs per m³, een totale kostprijs op.

Exploitatiekosten



De stichtings- en exploitatiekosten (van de extra voorzieningen) voor de betreffende RWZI's zijn in de onderstaande tabellen opgenomen

Gegevens 2000

N°	RWZI	P-reductie in kilo bij 1,0 mg P/l effluent concentratie	P-reductie in kilo bij 0,5 mg P/l effluent concentratie	P-reductie in kilo bij 0,2 mg P/l effluent concentratie
1	Huizen	0	0	305
2	Hilversum	435	3.480	4.786
3	Blaricum	1.853	3.397	4.324
4	Bunschoten	3.555	4.740	5.451
5	Nijkerk	451	2.204	4.056

Kosten bij 1,0 mg P/l

N°	RWZI	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten HFL	
			HFL	€	HFL	€
1	Huizen	810	geen	geen	geen	geen
2	Hilversum	780	200.000	90.000	27.100	12.300
3	Blaricum	462	200.000	90.000	24.100	11.000
4	Bunschoten	225	200.000	90.000	49.100	22.300
5	Nijkerk	450	200.000	90.000	24.300	11.000

Kosten bij 0,5 mg P/l

N°	RWZI	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
			HFL	€	HFL	€
1	Huizen	810	geen	geen	geen	geen
2	Hilversum	780	12.000.000	5.450.000	1.670.000	760.000
3	Blaricum	462	11.000.000	5.000.000	1.650.000	750.000
4	Bunschoten	225	10.750.000	4.900.000	2.350.000	1.050.000
5	Nijkerk	450	11.250.000	5.100.000	1.080.000	500.000

Kosten bij 0,2 mg P/l

N°	RWZI	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
			HFL	€	HFL	€
1	Huizen	810	12.000.000	5.450.000	150.000	70.000
2	Hilversum	780	12.000.000	5.450.000	2.300.000	1.050.000
3	Blaricum	462	11.000.000	5.000.000	2.100.000	950.000
4	Bunschoten	225	10.750.000	4.900.000	2.700.000	1.200.000
5	Nijkerk	450	11.250.000	5.100.000	2.000.000	900.000

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen
Schattingen van de kosten zijn met een marge van +/- 30%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

- Voor RWZI Huizen staat niets gepland.
- Bij RWZI Blaricum is wel een verbetering gepland die gericht is op P- reductie tot een concentratie < 1,0 mg P/l.. Het moet nog nader bepaald worden hoe, tot hoever en wanneer deze reductie bewerkstelligd wordt.
- In Hilversum wordt een nieuwe RWZI gebouwd. Deze is op zijn vroegst in 2005 klaar. Nog niet duidelijk is wat er met het effluent van deze nieuwe RWZI gaat gebeuren: of wederom lozen op de Gooijergracht (streven naar P = 1 mg/l) of gebruik als grijswater o.i.d. (streven naar P = 0,15 mg/l). Mogelijk dat op de nieuwe RWZI in Hilversum gebruik zal worden gemaakt van membraamfiltertechniek. Niet duidelijk is wat de kosten zijn, het is al helemaal niet duidelijk wat het aandeel van P-reductie op totale kosten bedraagt.
- Vanaf 2002/2003 wordt RWZI Bunschoten bij de RWZI van Amersfoort gevoegd

4.1.2 6 RWZI's in het stroomgebied van de Eem voldoen aan 1,0 ; 0,5 ; 0,2 mg P/l.

Doel

Het reduceren van de concentratie P in het effluent van de RWZI's die lozen op de Eem.

Theorie/methode

De toe te passen techniek is de zogenaamde 4e trapszuivering. Deze techniek bestaat uit een aparte installatie voor de behandeling van het effluent water van de RWZI. Het toe te passen proces is de vlokingsfiltratie.

Deze techniek berust op het chemisch proces waarbij het fosfaat in oplossing in het effluent water zich bindt aan het toe te voegen ijzerchloride

Door bij de bekende concentratie fosfaat in het effluent water te bepalen wat de last in kilo's fosfaat is kan men met dit gegeven het aantal kilo's fosfaat bepalen dat verwijderd dient te worden.

De kosten van fosfaat verwijdering per kilo zijn bekend en op deze wijze kan men de kosten per RWZI bepalen.

Gegevens 2000

N°	RWZI	Effluent debiet, jaarvolume [10 ⁶ m ³]	Huidige P concentratie lozingspunt [mg/l]	DWA capaciteit [m ³ /uur]	RWA capaciteit [m ³ /uur]
1	Amersfoort	18,100	1,7/1,0*	1.667	8.917
2	Soest / Baarn	9,271	0,9	792	450
3	Bennekom	1,351	0,6	117	1.000
4	Ede	13,973	0,7	1.250	6.750
5	Veenendaal	9,476	0,7	1.000	4.500
6	Woudenberg	3,373	1,0	308	1.425

* RWZI Amersfoort heeft twee lijnen: 5,136 10⁶ m³ en 12,949 10⁶ m³ jaarvolume; met respectievelijk 1,7 en 1,0 mg P/l. Concentratie op basis van volume gemiddelde is 1,2 mg P/l.

Voor de streefwaarde van 1,0 mg P/l kunnen we de volgende tabel weergeven

RWZI	Huidige concentratie fosfaat effluentwater	Kilo P/jaar	Kilo's P bij 1,0 mg P/l	Aantal te reduceren kilo's
Amersfoort	1,7/1,0*	8.731/12.949	5.136/12.949	3.595/0
Soest/Baarn	0,9	8.344	9.271	- 927
Bennekom	0,6	811	1.351	- 540
Ede	0,7	9.781	13.973	- 4.192
Veenendaal	0,7	6.633	9.476	- 2.843
Woudenberg	1,0	3.373	3.373	0

Voor de streefwaarde van 0,5 mg P/l kunnen we de volgende tabel weergeven

RWZI	Huidige concentratie fosfaat effluentwater	Kilo P/jaar	Kilo's P bij 0,5 mg P/l	Aantal te reduceren kilo's
Amersfoort	1,7/1,0*	8.731/12.949	2.560/6.475	6.163/6.475
Soest/Baarn	0,9	8.344	4.636	3.708
Bennekom	0,6	811	676	135
Ede	0,7	9.781	6.987	2.793
Veenendaal	0,7	6.633	4.738	1.895
Woudenberg	1,0	3.373	1.687	1.687

Voor de streefwaarde van 0,2 mg P/l kunnen we de volgende tabel weergeven

RWZI	Huidige concentratie fosfaat effluentwater	Kilo P/jaar	Kilo's P bij 0,2 mg P/l	Aantal te reduceren kilo's
Amersfoort	1,7/1,0*	8.731/12.949	1.027/2.590	7.740/10.359
Soest/Baarn	0,9	8.344	1.854	6.490
Bennekom	0,6	811	270	540
Ede	0,7	9.781	2.795	6.987
Veenendaal	0,7	6.633	1.895	4.738
Woudenberg	1,0	3.373	675	2.698

Randvoorwaarden

Er is genoeg ruimte bij de RWZI om de installatie te bouwen.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Deze methode van fosfaat verwijdering is algemeen bekend en toegepast.
Het onderdeel wat het meeste ruimte zal innemen is het zandfilter, de oppervlakte van zo'n filter is geheel afhankelijk van de schaal van het ontwerp (DWA / RWA capaciteit)

Effectiviteit en duurzaamheid

Deze methode is effectief tot een reductie tot 0,1 mg P/l. Verdere reductie heeft een onevenredig hoge dosering ijzerchloride nodig.

Voordelen

De methode verwijdt het fosfaat bij de bron, dat wil zeggen daar waar het fosfaat in relatief hoge concentratie het oppervlakte water inloopt.

Nadelen

Door de toevoeging van ijzerzouten treed er een lichte verzilting van het effluent water op.

Kosten

Er is bij de kostprijsbepaling van uitgegaan dat de installatie op het eigen terrein van de zuivering kan worden gebouwd. Er zijn dus geen grondkosten in de stichtingskosten opgenomen.

De stichtings- en exploitatiekosten voor de betreffende RWZI's zijn in de onderstaande tabellen overgenomen

Gegevens 2000

No	RWZI	P-reductie in kilo bij 1,0 mg P/l effluent concentratie	P-reductie in kilo bij 0,5 mg P/l effluent concentratie	P-reductie in kilo bij 0,2 mg P/l effluent concentratie
1	Amersfoort	3.595/0	6.163/6.475	7.740/10.359
2	Soest/Baarn	- 927	3.708	6.490
3	Bennekom	- 540	135	540
4	Ede	- 4.192	2.793	6.987
5	Veenendaal	- 2.843	1.895	4.738
6	Woudenberg	0	1.687	2.698

Kosten bij 1,0 mg P/l

N°	RWZI	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
			HFL	€	HFL	€
1	Amersfoort 1	586	200.000	90.000	54.500	24.800
	Amersfoort 2	1.478	geen	geen	geen	geen
2	Soest/Baarn	950	geen		geen	
3	Bennekom	140	geen		geen	
4	Ede	1.500	geen		geen	
5	Veenendaal	1.200	geen		geen	
6	Woudenberg	370	geen		geen	

Kosten bij 0,5 mg P/l

N°	RWZI	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
			HFL	€	HFL	€
1	Amersfoort 1	586	8.750.000	4.000.000	3.000.000	1.400.000
	Amersfoort 2	1.478	13.100.000	5.950.000	3.050.000	1.400.000
2	Soest/Baarn	950	12.000.000	5.450.000	1.800.000	800.000
3	Bennekom	140	10.250.000	4.650.000	70.000	300.000
4	Ede	1.500	13.000.000	5.900.000	1.300.000	600.000
5	Veenendaal	1.200	12.500.000	5.700.000	900.000	400.000
6	Woudenberg	370	11.000.000	5.000.000	800.000	350.000

Kosten bij 0,2 mg P/l

N°	RWZI	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
			HFL	€	HFL	€
1	Amersfoort 1	586	8.750.000	4.000.000	3.800.000	1.700.000
	Amersfoort 2	1.478	13.100.000	5.950.000	4.900.000	2.250.000
2	Soest/Baarn	950	12.000.000	5.450.000	3.100.000	1.400.000
3	Bennekom	140	10.250.000	4.650.000	260.000	100.000
4	Ede	1.500	13.000.000	5.900.000	3.300.000	1.500.000
5	Veenendaal	1.200	12.500.000	5.700.000	2.300.000	1.050.000
6	Woudenberg	370	11.000.000	5.000.000	1.300.000	600.000

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Schattingen van de kosten zijn met een marge van +/- 30%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Vanaf 2002/2003 wordt RWZI Bunschoten bij de RWZI van Amersfoort gevoegd

4.1.3 Defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem (chemisch)

Doel

De invloed van de Eem op het Eemmeer met betrekking tot de fosfaatlast beperken en het fosfaat aanwezig in de Eem weg te vangen.

Theorie/methode

De hier toe te passen techniek is een “open water” defosfateringsinstallatie. Zie STOWA rapportage 94-15 (verwijdering fosfaat uit oppervlakte water). Fosfaatverwijdering door middel van chemische precipitatie kan plaatsvinden met behulp van ijzerzouten. Na flocculatie bezinken de deeltjes en het behandelde water stroomt verder. De bezinkruimte kan een afgescheiden deel zijn van het ontvangende water.

Het gemiddeld dagelijks debiet over de periode 01/01/1990 tot en met 31/12/1999 is 932.547 m³. Deze waarde varieert tussen extremen van 8.630.400 m³/dag en 0 m³/dag.

Voor de dimensionering van de installatie hebben we het hoogst optredend gemiddeld jaar debiet per dag gebruikt. Dit is in dezelfde reeks $14,5 \text{ m}^3/\text{sec}^4$.

We hebben niet gekozen voor een dimensionering op basis van het hoogst optredend debiet omdat deze zeer extreem is en slechts 1 keer in de reeks voorkomt. ($99,89 \text{ m}^3/\text{sec}.$). De installatie zou hiermee zeer groot en kostbaar worden.

De installatie zal bestaan uit een eenvoudige doseerinrichting, een flocculatie sloot en een, in het ontvangend oppervlakte water gesitueerd bezinkbekken.

Vlokkenvormingsruimte:

Bij een verblijftijd van 20 minuten moet de omvang zijn:

- inhoud: $20 \times 60 \times 14,5 = 17.400 \text{ m}^3$.
- bij een diepte van 1,5 meter is dit 11.600 m^2 oftewel 1,6 hectare.

Bezinkbekken.

Bij een verblijftijd van 5 uur komt dit op een volume van:

- inhoud: $5 \times 3600 \times 14,6 = 261.000 \text{ m}^3$.
- bij een diepte van 2,5 meter is dit 104.400 m^2 oftewel 10,4 hectare.

Totale oppervlakte zal zijn 12,0 hectare

Tevens zal er in de monding van de Eem een schutsluis voor de scheepvaart moeten worden gebouwd. Doordat de Eem bevaarbaar is en deze functie ook in de toekomst gegarandeerd moet worden is deze voorziening noodzakelijk om én het water vanuit de Eem te kunnen opvangen én om de scheepvaart te kunnen doorlaten.

Een dergelijke installatie zal worden gedimensioneerd op het aantal scheepvaartbewegingen op de Eem.

Randvoorwaarden

Beschikbare ruimte voor de installatie. Bezinkbekken mag niet door vaartuibewegingen verstoord worden.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Chemische defosfatering vindt plaats bij instromende wateren in een aantal meren en plassen in Nederland. Echter is voor de behandeling van de Eem de schaal groot (12 ha). Het te verwerken debiet is $14,5 \text{ m}^3/\text{s}$. In de literatuur is de grootste installatie die van het Naardermeer, met een capaciteit van maximaal $0,17 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Effectiviteit en duurzaamheid

Het verwijderingspercentage van nutriënten bij deze methode is afhankelijk van de hydraulische verblijftijd en de nutriëntenconcentratie van het binnenstromend water.

Er is een defosfatering van het haalbaar van 70% bij deze methode.

⁴ De mediaan waarde voor deze reeks is $7,7 \text{ m}^3/\text{sec}$. We hebben gekozen voor een debiet op basis van het gemiddeld jaardebet om toch een marge te hebben voor de grotere optredende debieten.

Een defosfateringsinstallatie op deze schaal is nog niet eerder toegepast binnen Nederland, de aanname voor het mogelijke rendement is dan ook niet geheel betrouwbaar. De huidige gemiddelde P-vracht uit de Eem is 209.709 kilo per jaar (reeks 1990- 1999). Een 70 % reductie betekent een verwijdering van 146.796 kilo per jaar.

Tevens is het onduidelijk hoe de concentratie P verandert onder invloed van het debiet; uitspoeling bij hoge afvoeren.

Voordelen

Bezinkbassins zijn eenvoudig op te zetten. Deze maatregel behoeft, behalve de verwijdering van slib, betrekkelijk weinig onderhoud. Er zijn zeer lage effluent concentraties mogelijk ($P < 0,1 \text{ mg/l}$). Het is een methode die op verschillende plaatsen in Nederland wordt toegepast.

Nadelen

Bezinkbassins hebben een grote hoeveelheid ruimte nodig. Indien de ruimte gezocht wordt in het Eemmeer nabij de monding van de Eem zou dit betekenen dat de scheepvaart hierdoor beperkingen worden opgelegd, mede gezien het feit dat vaartuibewegingen het principe van bezinken ondermijnd. Er zal een aanzienlijk productie optreden van ijzerzouten. Ook kan er een beperkte verzilting van het effluent water optreden. Een ander aspect met nadelige effecten is het feit dat er slibvorming optreedt die regelmatig weg gebaggerd moet worden.

De schutsluis t.b.v. de scheepvaart heeft nadelen voor de vrije doorvaart.

Kosten

De totale kosten voor een dergelijke installatie worden in hoge mate bepaald door de gewenste opstelling, het gewenste rendement, het inkomend debiet en de fosfaat concentratie daarvan.

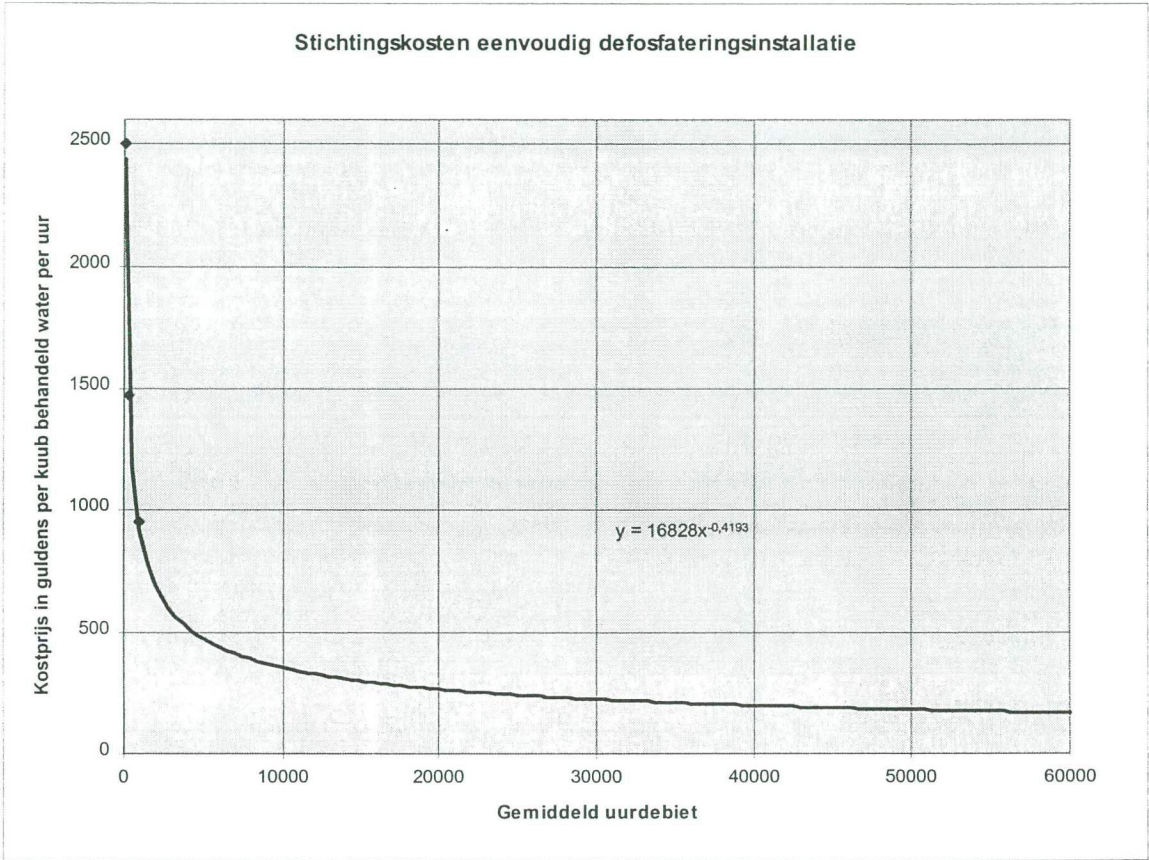
We gaan bij de kostprijs benadering uit van een eenvoudige ijzerchloride doseer installatie. Het ontvangend oppervlakte water zal voor de bezinking gebruikt worden.

We hebben hierbij gebruik gemaakt van de STOWA rapportage: verwijdering van fosfaat uit oppervlaktewater, 94-15. De in deze rapportage bekende gegevens hebben wij middels een regressie bewerkt om de hoge debieten toe te kunnen passen. Een groter wordende installatie zal relatief goedkoper worden per m^3 behandeld water.

We hebben in de stichtingskosten de kostprijs voor de grond opgenomen. De waarde van de grond is bepaald op gemiddelde kostprijs van landbouwgrond in de provincies Gelderland en Utrecht. Gegevens hiervoor zijn verkregen op de web-site van het CBS.

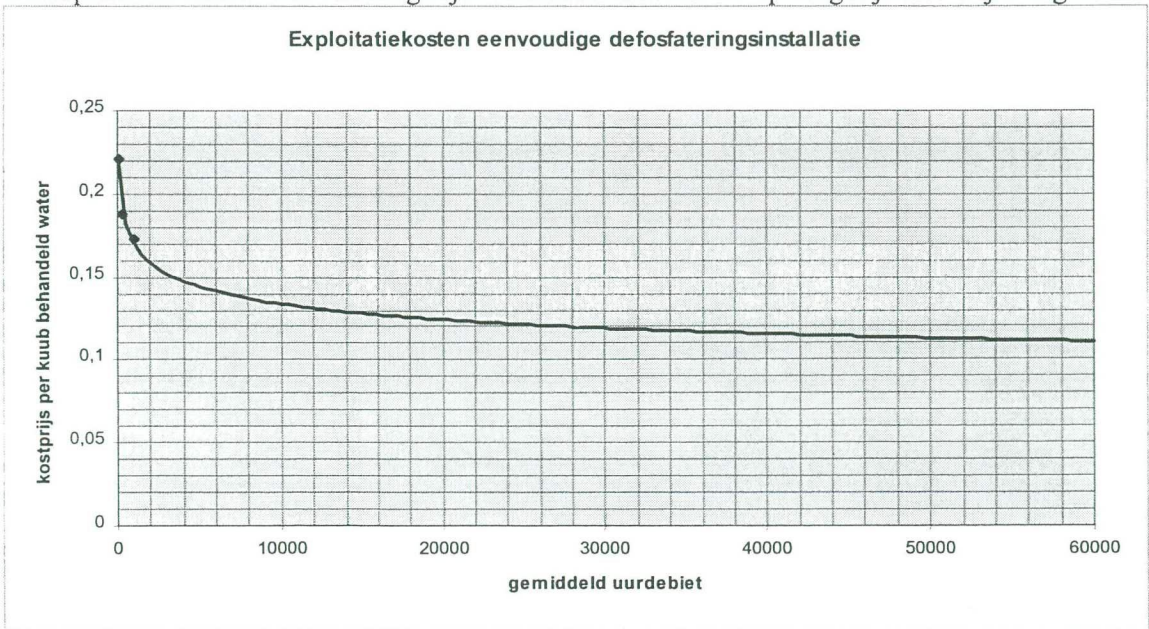
De kosten van een schutsluis zijn sterk afhankelijk van het aantal scheepvaartbewegingen en andere randvoorwaarde. Zij zijn hier geschat op NLG 5.000.000 of € 2.250.000

De exploitatiekosten zullen ongeveer NLG 500.000 of € 225.000 per jaar bedragen.



Een groot deel van de exploitatielasten bestaan uit het baggeren en lozen van slib, wij gaan uit van waterbodemkwaliteit 3.

De exploitatiekosten voor een dergelijke installatie hebben we op vergelijkbare wijze afgeleid.



Indicatief kunnen we de volgende kosten voor een eenvoudige defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem aangeven:

Stichtingskosten:	NLG 10.400.000	€ 4.700.000
Grondprijs:	NLG 1.200.000	€ 550.000
Schutsluis:	NLG 5.000.000	€ 2.250.000
Totaal stichtingskosten	NLG 16.600.000	€ 7.500.000

Exploitatiekosten sluis	NLG 500.000 / jaar	€ 225.000 / jaar
Exploitatiekosten filter:	NLG 22.550.000 / jaar	€ 10.250.000 / jaar
Totale exploitatiekosten:	NLG 23.050.000 / jaar	€ 10.550.000 / jaar

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Door de zeer geringe hoeveelheid gegevens ter beschikking heeft de kostprijsbepaling een marge van +/- 200%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Deze maatregel is nog niet gepland door de betrokken beheerders.

4.1.4 Defosfateringsinstallatie in de monding van de Eem (helofytenfilter)

Doel

De invloed van de Eem op het Eemmeer met betrekking tot de fosfaat-last beperken en het fosfaat aanwezig in de Eem weg te vangen.

Theorie/methode

Verwijdering van fosfaat door middel van een helofytenfilter ter grootte van 500 ha. aan weerszijden van vaargeul van de Eem tot aan de centrale vaargeul van het Eemmeer. Indien mogelijk zal ook worden geanalyseerd of het helofytenfilter kleiner in oppervlakte kan worden uitgevoerd.

Om voor aanvoer van water uit de Eem naar de filters te zorgen zal er een pompinstallatie worden geïnstalleerd aan de monding van de Eem om van daaruit de helofytenfilters te voorzien van water.

Door de schaal en de locatie zal het helofytenveld een zogenaamd vloeiveld zijn. Er vindt in dit geval een zeer gering contact plaats met de bodem van het filter. Dit heeft consequenties voor de efficiëntie in fosfaat vastlegging van het veld. Andere methoden zijn het infiltratieveld en de wortelzone zuivering.

Het infiltratieveld heeft een hoger rendement, maar is gebaseerd op een afvoer middels drainage; een in deze situatie niet toepasbare methode.

De wortelzone doorstroming gaat uit van een systeem waarbij het te behandelen water door de wortelzone van het veld stroomt. Ook deze situatie is niet geschikt voor de monding van de Eem.

De mate van fosfaatverwijdering bij een helofytenfilter van 500 ha. is te bepalen met de volgende formule:

$$A(p) = (PO_{4-p}) / (B_{(p)})$$

Waarbij:

$A(p)$ = Benodigde oppervlakte helofytenfilter in ha

PO_{4-p} = Mogelijke fosfaatverwijdering in kg P

$(B_{(p)})$ = Fosfaatvastlegging in biomassa in kg/ha

We stellen de vastlegging van fosfaat in de biomassa als volgt vast⁵:

- bovengrondse biomassa: 45 - 100 kg/ha
- ondergrondse biomassa: 45 - 100 kg/ha
- veenvorming: 1 - 1,5 kg/ha

Zonder oogsten komt het overgrote deel van de vastgelegde fosfaat weer in het water bij het afsterven van dit materiaal.

Een onduidelijk en nog niet nader te bepalen hoeveelheid fosfaat kan via zwevende deeltjes in het filter neerslaan.

Tevens kan een deel van het fosfaat zich in de bodem binden door de vorming van slecht oplosbare verbindingen.

Op basis van P vastlegging door veenvorming, neerslag en binding stellen we dat de totale opname in de biomassa op 10 kg/ha/jr.

We komen dan op een capaciteit $PO_{4-p} = A \times B = 500 \times 10 \text{ kg/ha/jaar} = 5.000 \text{ kg P}$ reductie per jaar

Bij een piek jaar debiet (in 1994) van $458.035.200 \text{ m}^3 / \text{jaar}^6$ en een verwijdering van 5.000 kilo zou betekenen een concentratie reductie van: 0,01 mg P/l; of te wel 1,7 % mogelijk.

Een hogere concentratie zou mogelijk zijn door jaarlijks te maaien en zo de in de biomassa opgeslagen fosfaat af te voeren.

In dit geval kunnen we de vastlegging stellen op 40 kg/ha/groeiseizoen. (zie ook STOWA Rapportage 94-15 "Verwijdering fosfaat uit oppervlakte water")

In dat geval is $PO_{4-p} = A \times B = 500 \times 40 \text{ kg/ha/groeiseizoen} = 20.000 \text{ kg P}$ reductie per groeiseizoen.

De reductie in concentratie (1994) is dan 0,043 mg P/l; of te wel 7,2 % mogelijk.

Randvoorwaarden

Het helofytenfilter moet ruimtelijk in te passen zijn.

⁵ Volgens: Helofytenfilter, helderheid over de zuiverheid; H.Duel & R. During; Landschap 1990 7/4

⁶ Dit komt overeen met het ontwerp debiet van $14,5 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Er zijn in het verleden al verscheidene helofytenfilters toegepast voor de reductie van N en P. De ervaringen en resultaten zijn deels positief en deels negatief. De oplossingsrichting van het gebruik van een grote pompinstallatie om het water uit de Eem (gemiddeld debiet 14,5 m³/sec) op te vangen en te transporteren naar de filters is een nog niet beproefde methode.

Effectiviteit en duurzaamheid

Zoals al in het gedeelte theorie en methode beschreven is, is het uiteindelijk rendement van het filter sterk afhankelijk van een aantal voorwaarden.

De concentratie P in 1999 in het Eem water is 0,38 mg P/l.

In geval van een reductie van 0,043 mg P/l komen we op een uiteindelijke waarde van 0,337 mg P/l.

Een reductie van circa 7 % is dus haalbaar.

Voorwaarde is wel een jaarlijks oogsten, afvoeren en verwerken van de biomassa.

Voordelen

Naast fosfaat reductie ook een aanzienlijke reductie in stikstof.

Biologische P-reductie.

Hoge landschappelijke belevingswaarde.

Nadelen

Arbeidsintensief beheer door oogsten.

Groot oppervlakte nodig (500 ha)

Lage efficiëntie die sterk afhankelijk is van instroom debiet, instroom concentratie P.

Recreatie en scheepvaart zullen gehinderd worden in het gebied.

Kosten

De kosten voor deze maatregel zijn opgebouwd uit de volgende componenten.

1. Het helofytenfilter
2. Het pompstation
3. het leiding netwerk voor de aanvoer van verontreinigd water

Een inschatting van de kosten voor de helofytenfilters is gemaakt op basis van het kostenmodel van Kappe (1990); er is een inflatiecorrectie uitgevoerd.

Kostenaspect helofytenfilter

Stichtingskosten:	NLG 87.000.000	€ 39.500.000
Grondkosten:	NLG 51.000.000	€ 23.150.000
Totaal stichtingskosten:	NLG 138.000.000	€ 62.650.000
Exploitatiekosten:	NLG 12.000.000/ jaar	€ 5.500.000 /jaar

De kosten voor de pompinstallatie en bijbehorend leidingnet zijn bepaald met behulp van extrapolatie van ervaringsgegevens binnen DHV. Wel dient opgemerkt te worden dat een debiet van 14,5 m³/s erg groot is (52.200 m³/uur) en dat extrapolatie niet zonder meer een juiste schatting van kosten is.

Kostenaspect pompstation

Stichtingskosten:	NLG 14.725.000	€ 6.700.000
Exploitatiekosten:	Sterk afhankelijk van de nog te kiezen opties, afstanden tot netwerk en uitvoeringen.	

Kostenaspecten leidingnetwerk

Stichtingskosten:	NLG 5.000.000	€ 2.300.000
Exploitatiekosten:	Sterk afhankelijk van de nog te kiezen opties, afstanden tot netwerk en uitvoeringen.	

Totale stichtingskosten:	NLG 126.450.000	€ 57.400.000
Exploitatiekosten:	Sterk afhankelijk van de nog te kiezen opties, afstanden tot netwerk en uitvoeringen.	

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

De kosten aspecten voor deze maatregel zijn grove indicaties, de marge op deze waarden is +/- 200%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Deze maatregel is nog niet gepland door de betrokken beheerders.

4.1.5 Reduceren van fosfaatbelasting Nuldernauw met respectievelijk -10%; -25%

De reductie van de fosfaatbelasting uit het Nuldernauw zal komen uit de reductie van bronnen die afwateren op het Nuldernauw. In overleg is besloten 2 maatregelen te analyseren, te weten de delta Schuitenbeek en de 4e trapszuivering van de RWZI Harderwijk.

Doel

Reductie van P-vracht in het water dat vanuit het Nuldernauw de Zuidelijke Randmeren instroomt.

Theorie/methode**Delta Schuitenbeek**

Delta Schuitenbeek is een BOVAR - project en heeft een tweetal doelstellingen. Enerzijds het verbeteren van de waterkwaliteit van het Wolderwijd - Nuldernauw en anderzijds het verhogen van de natuurwaarden in het Nuldernauw. Om deze doelstellingen te bereiken wordt de monding van de Schuitenbeek afgeleid door een moerasgebied richting Nijkerkersluis. Het moeras (ca. 58 ha.) wordt gevormd door een afwisseling van riet, biezten en open water en ligt tussen de bestaande zeedijk en een aan te leggen lage natuurvriendelijke dam.

4e trapszuivering RWZI Harderwijk:

De installatie bestaat uit een ijzerchloride doseer installatie. Het aanwezig fosfaat zal een chemische reactie aangaan met dit ijzerchloride waardoor er vlokken ontstaan. Deze kunnen in een volgende stap gefilterd met een zandfilter en afgevoerd worden.

Zie ook de theoretische beschrijving van de maatregelen die beschreven worden in bij de hoofdstukken over de RWZI's

Randvoorwaarden

-

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Delta Schuitenbeek: zeker op deze schaal is het een bewezen techniek voor het zuiveren van water; er bestaan reeds velen helofytenfilters. De rendementen variëren nogal en er is soms, een seizoensgebonden, negatief effect door nalevering van fosfaat.

Er is relatief veel ruimte nodig voor een helofytenfilter (Delta Schuitenbeek, 58 ha.)

De techniek die bij de 4e trapszuivering zal worden toegepast is een algemeen bekende en bewezen techniek. Het zandfilter is het grootste onderdeel van deze installatie, de uiteindelijke afmetingen worden bepaald door de ontwerp criteria.

Effectiviteit en duurzaamheid

Delta Schuitenbeek heeft niet als primair doel de reductie van fosfaat. Een laag rendement van 10% wordt dan ook aangehouden. Wel is deze maatregel op de lange termijn een duurzame oplossing voor de reductie van fosfaat.

De 4e trapszuivering is effectief tot een reductie tot 0,1 mg P/l. Verdere reductie heeft een onevenredig hoge dosering ijzerchloride nodig. Echter bij een proefopstelling bij de RWZI Ruurlo is een effluent concentratie van 0,05 mg P/l bereikt. Of deze resultaten op grote schaal te herhalen zijn is niet bekend.

Voordelen

De kracht van de omlegging van de Schuitenbeek en de aanleg van de rietdelta is dat de 3,6 km lange dam het "fosfaatrijke" water afleid tot net voor de Nijkerkersluis. Het water zal dus praktisch meteen worden afgevoerd naar het Nijkerkernauw. De hoeveelheid fosfaat in het Nijkerkernauw neemt niet toe en het Nuldernauw wordt op deze manier ontzien. De rietdelta zal o.a. een grote aantrekkingskracht hebben op rietvogels waaronder de Lepelaar, grote karekiet en de slobeend.

Nadelen

De zuiverende werking van het rietveld is geschat op minder dan 10%. Bij onderzoek in begin jaren 90 is vastgesteld dat het gebied te klein is voor een helofytenfilter (er zou minimaal 65 tot 130 ha delta nodig moeten zijn en dit past niet in het Nuldernauw met de gestelde randvoorwaarden).

Kosten

<u>Delta Schuitenbeek</u>	<i>(Bron: Barry Kruithof, RDIJ)</i>		
Stichtingskosten:	NLG 12.000.000,-	€ 5.450.000	
Exploitatiekosten:	max NLG 10.000,- per jaar	€ 4.600 / jaar	

<u>4e trap Harderwijk</u>	<i>(bron: studie DHV-Water, 2000)</i>	
Stichtingskosten:	NLG 21.600.000,-	€ 9.800.000,-
Exploitatiekosten:	NLG 3.050.000,- /jaar.	€ 1.400.000,- / jaar

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Kostenraming delta Schuitenbeek	(in uitvoering)
Kostenraming 4e trap Harderwijk	+/- 30%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Beide maatregelen worden uitgevoerd. De aanleg van Delta Schuitenbeek is 12/04/2001 aangevangen.

4.1.6 Reduceren van fosfaatbelasting IJmeer met respectievelijk -10%; -25%

Doel

Reduceren van de invloed van de P-vracht, aanwezig in het water van het IJmeer, op het water van het Gooimeer.

Theorie/methode

Afgesproken is de verschillende puntbelastingen op het Markermeer te bekijken en op basis daarvan een selectie te maken voor de te kiezen bronnen en maatregelen voor fosfaatconcentratie reductie.

In de onderstaande tabel worden de gegevens gepresenteerd van de bekende data voor bronnen die bijdragen aan de P-vracht van het Markermeer.

Dit zijn de enige bruikbare data die er zijn, er zijn meerdere bronnen maar daarvan bestaan geen meetgegevens (ontbreekt debiet of concentratie).

							totaal-P	
No	Lozend op	Bron	Naam	Locatie	jaar	debiet miljoen m3	conc mg/l	vracht kg
1	Markermeer	Gemaal	De Blocq van Kuffeler	Hoge afdeling	1997	25,483	0,1666	908,01
2	Markermeer	Gemaal	De Blocq van Kuffeler	Hoge afdeling	1998	96,154	0,1988	15.197,81
3	Markermeer	Gemaal	De Blocq van Kuffeler	Lage afdeling	1997	26,742	0,6158	3.612,24
4	Markermeer	Gemaal	De Blocq van Kuffeler	Lage afdeling	1998	101,906	0,4123	36.574,62
5	Markermeer	Sluis (spui)	Houtrib	Houtribdijk	1997	272,960	0,1375	8.274,83
6	Markermeer	Sluis (spui)	Houtrib	Houtribdijk	1998	211,278	0,1631	29.402,14
7	Markermeer	Sluis	Krabbersgat	Houtribdijk	1997	444,773	0,1513	12.995,35
8	Markermeer	Sluis	Krabbersgat	Houtribdijk	1998	409,530	0,1427	52.438,63
9	Schermerboezem	sluis (inlaat)	Monnickendam	Monnickendam	1997	60,953	36,7800	299.380,01
10	Markermeer	Bedrijf	Muiderburght	Almere	1999	0,001	2,7000	1,94
11	Noordzeekanaal	Sluis (inlaat)	Oranjesluizen	Amsterdam	1998	319,277	0,0885	32.807,89
12	Markermeer	Sluis (Q1)	Schardam	Schardam	1998	0,045	0,2575	11,06
13	Markermeer	Sluis (Q2)	Schardam	Schardam	1998	0,008	0,2575	1,68
14	Markermeer		Schellinkhout-dorp		1998	0,845	0,1192	97,83
15	Markermeer		Schellinkhout-molen		1998	13,283	0,1192	1.398,60
16	Markermeer	Gemaal (uitlaat)	Steenen Beer		1998	2,008	0,2461	509,10
17	Amsterdam	Gemaal (inlaat)	Steenen Beer		1998	4,010	0,0885	333,16
18	Markermeer	Sluis (inlaat)	Urkersluis		1998	3,718	0,1542	584,13
19	Markermeer	Gemaal (inlaat)	Westerkogge		1998	0,152	0,1192	18,32
20	Markermeer	Gemaal	Wortman	Lage afdeling	1997	36,473	0,2548	2.368,02
21	Markermeer	Gemaal	Wortman	Lage afdeling	1998	161,237	0,2566	36.448,69
22	Markermeer	Gemaal	Wortman	Lage afdeling	1999	75,582	0,2763	19.902,08
23	Markermeer	Gemaal + sluis	Zeeburg	Amsterdam	1998	63,322	0,8842	8.702,66
24	Vecht	Sluis (inlaat Vecht)	Zeelsuis Muiden	Muiden	1998	99,074	0,1542	11.850,36
25	Markermeer	Sluis (inlaat Vecht)	Zeesluis Muiden	Muiden	1998	9,372	0,1542	1.700,05

Bron.: Spreadsheet behorende bij rapport opgesteld door Oranjewoud: 'Inventarisatie emissies IJsselmeergebied'; RDIJ.

Uit deze gegevens valt op dat er voor 1998 een zeer hoge vracht is gemeten voor de inlaat Monnikendam (N° 9). Verder zijn het merendeel van de geregistreerde P-vrachten afkomstig uit gemalen of sluizen met een agrarisch achterland. Dit geeft de indruk dat er in dit achterland een diffuse bron verontreiniging bestaat (landbouw?!). Deze observatie wordt bevestigd door de hoge registraties voor het jaar 1998, een nat jaar, en daardoor ook veel uitspoeling van P naar oppervlaktewater.

Er zijn 5 locaties die over de 3 meetjaren een relatief hoge vracht lozen op het Markermeer.
Deze zijn:

No	Naam	Locatie
1	De Blocq van Kuffeler	Hoge afdeling (Flevoland)
2	De Blocq van Kuffeler	Lage afdeling (Flevoland)
3	Houtrib	Houtribdijk (Flevoland)
4	Krabbersgat	Houtribdijk (Flevoland)
5	Wortman	Lage afdeling (Flevoland)

De bij deze gemalen en inlaten optredende puntbelasting kan worden verminderd door daar lokaal te defosfateren.

De voor deze maatregel uitgewerkte oplosrichting is een chemisch-fysische defosfatering zoals beschreven in maatregel 4.1.3.

Wel dient er rekening mee te worden gehouden dat op het moment de concentratie fosfaat in het IJmeer beduidend lager is dan de concentratie fosfaat in het Gooimeer.

De aanwezige invloed van het Markermeer op de Zuidelijke Randmeren is al positief, dat wil zeggen geringere concentratie fosfaat in het Markermeer zorgt bij uitwisseling voor een reductie in de concentratie in het Gooimeer.

Randvoorwaarden

Beschikbare ruimte voor de installatie. Bezinkbekken mag niet door vaartuibewegingen verstoord worden.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Chemische defosfatering vindt plaats bij instromende wateren in een aantal meren en plassen in Nederland.

Effectiviteit en duurzaamheid

Het verwijderingspercentage van nutriënten bij deze methode is afhankelijk van de hydraulische verblijftijd en de nutriëntenconcentratie van het binnenstromend water.

Er is een defosfatering haalbaar van 70% bij deze methode.

Voordelen

Bezinkbassins zijn eenvoudig op te zetten. Deze maatregel behoeft, behalve de verwijdering van slib, betrekkelijk weinig onderhoud. Er zijn zeer lage effluent concentraties mogelijk ($P < 0,1 \text{ mg/l}$). Het is een methode die op verschillende plaatsen in Nederland wordt toegepast.

Nadelen

Bezinkbassins hebben een grote hoeveelheid ruimte nodig. Indien de ruimte gezocht wordt in het Markermeer nabij de spuien zou dit betekenen dat de scheepvaart hierdoor beperkingen worden opgelegd, mede gezien het feit dat vaartuibewegingen het principe van bezinken ondermijnen. Er zal een aanzienlijk productie optreden van ijzerslib. Ook kan er een beperkte verzilting van het effluent water optreden.

Kosten

De totale kosten voor een dergelijke installatie worden in hoge mate bepaald door de gewenste opstelling, het gewenste rendement, het inkomend debiet en de fosfaat concentratie daarvan. We gaan bij de kostprijs benadering uit van een eenvoudige ijzerchloride doseer installatie. Het ontvangend oppervlakte water zal voor de bezinking gebruikt worden. Een groot deel van de exploitatielasten bestaan uit het baggeren en lozen van slib, wij gaan uit van waterbodemkwaliteit 3.

Indicatief kunnen we de volgende kosten aangeven:

No	Naam	Locatie	Ontwerpdebiet m³/h	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
				10 ⁶ HFL	10 ⁶ €	10 ⁶ HFL	10 ⁶ €
1	De Blocq van Kuffeler	Hoge afdeling	6.722	2,4	1,0	4,2	1,9
2	De Blocq van Kuffeler	Lage afdeling	7.064	2,5	1,1	4,2	1,9
3	Houtrib	Houtribdijk	26.968	6,8	3,1	14,0	6,4
4	Krabbersgat	Houtribdijk	46.508	9,2	4,2	22,8	10,4
5	Wortman	Lage afdeling	10.399	3,0	1,4	6,1	2,8

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Doordat de input data nog niet volledig en / of onduidelijk zijn is de kostprijsbepaling is met een marge van +/- 50%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Het is niet bekend of de betrokken beheerders maatregelen hebben gepland.

4.1.7 Saneren 2200 woningen in de gemeente Ede

Doel

Het reduceren van verontreiniging veroorzaakt door de woningen in het buitengebied van de gemeente Ede die nog geen rioolaansluiting of een individuele benadering van rioolwater hebben

Theorie/methode

Door de gemeente Ede is als uitgangspunt genomen dat het doelmatig moet zijn om een woning aan te sluiten op de riolering. Indien een woning niet gerioleerd wordt komen alternatieve systemen in beeld. De gemeente streeft dan naar IBA-II⁷ systemen als minimale IBA-systeem. Deze hebben een behoorlijk zuiveringsrendement.

Randvoorwaarden

Capaciteit RWZI Ede is voldoende om de extra aanvoer te verwerken.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

De zuivering van afvalwater in RWZI's en middels IBA's is een bekend en bewezen procédé.

⁷ IBA = Individuele Behandeling Afvalwater

Effectiviteit en duurzaamheid

Het reduceren van deze bronnen is een maatregel die werkzaam is op de lange duur en die voor onbeperkte termijn succesvol is.

De woningen die op het riool worden aangesloten zullen in het geheel geen belasting op de grondwaterkwaliteit hebben. De woningen met een IBA zullen een zeer sterk gereduceerde invloed op de grondwaterkwaliteit hebben.

Voordelen

De hoeveelheid diffuse bronnen neemt af. Het water dat geloosd wordt, kan beter dan voorheen voldoen aan de lozingseisen (en bevat dus minder vervuilende stoffen dan voorheen).

Nadelen

Omdat de maatregel individuele gevallen van diffuse verontreiniging behandelt zijn er hoge investeringskosten en exploitatiekosten.

Kosten

Investeringskosten	NGL 36.000.000	€ 16.400.000
Exploitatiekosten	NGL 5.500.000 / jaar	€ 2.500.000 / jaar

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Deze waarden zijn globale schattingen van Gemeente Ede, de heer De Ridder.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

De uitvoering van de werken staan gepland voor de periode tot 2005. In 2001 en 2002 zullen vooral de objecten in de kwetsbare gebieden worden gerioleerd c.q. voorzien van een IBA-systeem. Vanaf 2003 zullen de objecten in de niet kwetsbare gebieden aan de orde komen.

4.2 Diffuse bronnen**4.2.1 Reductie van aandeel landbouw met 10 en 25%**

In 1996 door het RIZA een studie uitgevoerd "Huidige en toekomstige belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfaat vanuit de landbouw" (Boers *et al.*, 1997). De maatregelen die in dit rapport zijn beschreven zullen in het onderhavige onderzoek worden overgenomen.

Doel

Reductie van de nutriëntenbelasting vanuit de landbouw met respectievelijk 10 en 25%

Theorie/methode

Van fosfaat is bekend dat niet zozeer de actuele bemesting, maar de oplading van de historische mestgiften de uitspoeling bepaalt. Deze oplading neemt, zij het langzaam, nog steeds toe. Door nu de mestgift te verminderen zal in de toekomst de uitspoeling ook afnemen.

In het genoemde onderzoek is een vijftal bemestingsvarianten doorgerekend. Hieronder is kort aangegeven wat de varianten betekenen voor het fosfaatoverschot. Voor een uitgebreidere beschrijving van de varianten wordt verwezen naar bovengenoemde rapport.

Varianten:

- Mest93: een ongewijzigde situatie, waardoor het jaarlijkse fosfaatoverschot gehandhaafd blijft op circa 80 kg P_2O_5 /ha/jr;
- Nulmest: vanaf 1993 geen mest meer toedienen, maar wel oogsten;
- Beleid95: op basis van een inschatting van Integrale Notitie Mest- en Ammoniakbeleid van eind 1995. Voor 2010 hierin uitgegaan van een maximaal fosfaatreductie van 30 kg P_2O_5 /ha/jr voor grasland en 100 kg P_2O_5 /ha/jr voor maïsland
- Landbouw: reductie van 40 kg P_2O_5 /ha/jr voor al het cultuurland.
- Milieu: reductie van 5 kg P_2O_5 /ha/jr voor al het cultuurland

In een onderzoek van 1995 (Schoumans *et al.*) worden 3 maatregelen beschreven om uitspoeling vanuit landbouwgronden (2000 ha) te verminderen in het stroomgebied van de Schuitenbeek. Aan de volgende maatregelen zijn door de onderzoekers indicaties gegeven van kosten:

- Fosfaatnulbemesting: geen fosfaat meer toevoegen;
- Bodemchemische: toepassen van gesynthetiseerd ijzerhydroxide;
- Hydrologische maatregelen op perceelniveau: aanbrengen van diepe drainage i.p.v. ondiepe drainage.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Het rapport presenteert modelberekeningen, oftewel er was op dat moment nog geen praktijk ervaring met de verschillende varianten. Zover bekend nog geen vervolg aan gegeven.

Van de 3 beschreven maatregelen is de bemestingsvariant door middel van het (gevalideerde) model ANIMO beschreven. De twee ander maatregelen zijn experimenteel getoetst. In de praktijk is voor zover bekend geen nadere ervaring opgedaan met de genoemde maatregelen. In het landbouwgebied in de nabijheid van de Randmeren zouden dergelijke methoden toegepast kunnen worden. Extra ruimte hoeft niet gereserveerd te worden.

Effectiviteit en duurzaamheid

Uitgaande van Mest93 zal in 2045 de uitspoeling van fosfaat toegenomen zijn tot 6,5 - 7 kg P_2O_5 /ha/jr⁸. Afhankelijk van de variant zal de fosfaatuitspoeling minder zijn. Op de langere termijn worden wel positieve resultaten geboekt ten opzicht van 1985. De bemestingsvarianten Beleid95, Milieu en Nulmest geven een gunstiger beeld ten opzicht van Mest93. Rond 2037 is het voortschrijdend gemiddelde van de fosfaatuitspoeling in Beleid95 32% lager dan Mest93. Ondanks de stijgende fosfaatuitspoeling in de variant Landbouw, is het voortschrijdend gemiddelde rond 2037 17% lager dan bij de variant Mest93.

Het verminderen van de mestgift waardoor het overschot afneemt is ten alle tijde duurzaam. Dit geldt ook voor de uitgewerkte maatregel van Schoumans. In het onderzoek werd geconstateerd dat een reductie van 20% gerealiseerd kon worden. De bodemchemische variant kent een reductie van 60 - 70%, maar ten aanzien van de duurzaamheid en effectiviteit op langer termijn

⁸ Niveau 1985 is 4,95 P_2O_5 /ha/jr (startwaarde); in 2000 geschat op 5,45 P_2O_5 /ha/jr.

van de ijzerhydroxide is nog enige onzekerheid. Het aanleggen van diepe drainage zou een reductie van 80 - 90% opleveren en dergelijke systemen worden in Nederland toegepast bij het onttrekken van water dus de duurzaamheid lijkt gegarandeerd.

Voordelen

Door de mestgift aan te passen zal de oplading van de grond op den duur afnemen. Relatief goedkope oplossing geredeneerd vanuit de waterbeheerder. Het voordeel wat verder uit deze studie blijkt is dat duidelijk wordt waartoe het huidige mestbeleid leidt.

De rendementen van de twee technische maatregelen zijn zeer hoog. Voor de hydrologische maatregel geldt verder dat de duurzaamheid relatief hoog is.

Nadelen

De nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en bruikbaarheid van de modelstudie blijft beperkt. Het ontbreken van voldoende goede meetgegevens maakt het moeilijk om in te schatten wat de waarde is op regionale schaal.

Het aanpassen van het mestbeleid heeft gevolgen voor de landbouwsector. Concreet betekent dit dat de sector minder mest zou moeten produceren of er alternatieve verwerkingsmethode ontwikkeld moeten worden.

Het toevoegen van chemicaliën om een verontreiniging te mobiliseren is uiteindelijk een end-off-pipe oplossing en dat zou niet het uitgangsprincipe moeten zijn. Daarnaast is onzekerheid over de effectiviteit op langer termijn, als gevolg van de veroudering van ijzerhydroxide.

Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)

Omdat het om zeer uitgebreide en soms hypothetische varianten gaat is het niet mogelijk om de kosten van de verschillende varianten vast te stellen. Ook de onderzoekers doen hier over verder geen uitspraken.

In een onderzoek van 1995 (Schoumans *et al.*) worden 3 maatregelen beschreven om uitspoeling vanuit landbouwgronden (2000 ha) te verminderen in het stroomgebied van de Schuitenbeek. Aan de maatregelen zijn door de onderzoekers indicaties gegeven van kosten:

- Fosfaatnultbemesting: geen fosfaat meer toevoegen, kosten: NGL 1.300.000 / € 591.000. P-reductie van 20%. (Kosten per ha.: NLG 650,00 / € 296,00)
- Bodemchemische: toepassen van gesynthetiseerd ijzerhydroxide, kosten: NGL 18.000.000 / € 8.200.000 bij gebruik van FeSO_4 tot NGL 36.000.000 / € 16.400.00 bij gebruik van $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$. Reductie van 60 - 70% (Kosten per ha.: NLG 9.000,00 / € 4.100,00 tot NLG 18.000,00 / € 8.200,00)
- Hydrologische maatregelen op perceelniveau: aanbrengen van diepe drainage i.p.v. ondiepe drainage, kosten: NGL 12.000.000 - 20.000.000 / € 5.500.000 - 9.100.000. Reductie 80 - 90% (Kosten per ha.: NLG 6.000,00 / € 2.750,00 tot NLG 10.000,00 / € 4.550,00).

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Bij de nadelen is reeds ingegaan op de betrouwbaarheid en nauwkeurigheid van het onderzoek. De gehele beoordeling van deze maatregel is zeer gering.

De betrouwbaarheid van de 3 uitgewerkte maatregelen is duidelijk hoger. Al is, zover bekend, nog geen praktijkervaring opgedaan op grote schaal.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Zoals reeds eerder aangegeven is het bovenstaande het resultaat van een modelstudie. Van ander beschreven maatregelen zijn geen gegevens bekend.

4.2.2 Reductie van emissies door recreatie en scheepvaart

Doel

Verminderen van de emissie door recreatie en scheepvaart

Theorie/methode

Recreatie op de Randmeren vindt plaats op vele verschillende manieren, met name de recreatieve scheepvaart is een bron van emissie van “huishoudelijk” afvalwater. Een methode om het lozen van het afvalwater te voorkomen is door in de vaartuigen vuilwatertanks in te bouwen. Daarnaast moeten er innamepunten worden gerealiseerd waar de vuilwatertanks door de recreant geleegd kunnen worden. Volgens de Stichting Recreatietoervaart Nederland (SRN) zou er per 1000 ligplaatsen een innamepunt aangelegd moeten worden. De innamepunten moeten voor de recreatievaart op logische en goed bereikbare plaatsen worden aangelegd, zowel voor de gebruiker als de afnemer. De locaties moeten verder op overbrugbare afstand (circa 10 km) van elkaar liggen.

Voor de beroepsbinnenvaart zijn reeds afspraken gemaakt ten aanzien van de verzameling, afgifte en inname van afval. De afspraken zijn vastgelegd in het kader van het Scheepsafvalstoffenverdrag en zijn vastgesteld in een verdrag door de Centrale Commissie Rijnvaart te Straatsburg in 1996. In Nederland zullen deze afspraken worden geïmplementeerd zoals ze zijn vastgelegd in de nationale wetgeving.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Een groot aantal jachthavens in Nederland is reeds voorzien van een inzamelpunt voor afvalwater. Ook jachthavens aan de Zuidelijke Randmeren zijn reeds inzamelpunten aanwezig of worden gerealiseerd. In de provincie Noord-Holland worden reeds subsidies verstrekt voor het inbouwen van vuilwatertanks (mondelinge mededeling dhr. De Vrieze, RDIJ).

Effectiviteit en duurzaamheid

Zowel de vuilwatertanks die ingebouwd moeten worden en de innamepunten zijn duurzaam. Gezien het feit dat de invoering van deze beide voorzieningen nog op vrijwillige basis is, is het moeilijk vast te stellen wat de uiteindelijke effectiviteit is van de maatregel. Indien de voorzieningen worden aangelegd is de effectiviteit groot. Vanuit de SRN wordt overigens wel aangegeven dat plaatsing van de vuilwatertanks vakkundig moet gebeuren.

Voordelen

Sterke reductie van emissie van afvalwater door recreatie. De vuilwatertanks kunnen naast “huishoudelijk” water ook voor oliehoudend water worden toegepast. Hierdoor wordt ook deze verontreiniging direct aangepakt.

Nadelen

De eigenaren van de vaartuigen moeten een dergelijke vuilwatertank willen plaatsen. Dus de betrokkenheid van de burger bij het milieu in het algemeen en water in het bijzonder zal doorslaggevend zijn. Nog geen wettelijke verplichting. De eigenaren van de jachthavens moeten een innamepunt op hun terrein (laten) bouwen.

Kosten

De kosten voor het plaatsen van een vuilwatertank bedragen *f* 1.500,= tot *f* 2.000,=. De kosten moeten betaald worden door de eigenaar van het vaartuig. Zowel in de provincie Noord-Holland als Flevoland worden subsidies verstrekt voor het laten inbouwen van een vuilwatertank. De hoogte van de subsidie is *f* 300,=.

De aanlegkosten van een innamepunt zijn circa *f* 55.000,=. Vanuit de SRN wordt een subsidie toegekend van ongeveer *f* 30.000,=. De kosten voor de exploitatie liggen bij de havenbeheerder. Het gebruik van het vuilwaterinzamelingspunt zou in beginsel gratis moeten zijn. Hierbij opgemerkt dat indien de kosten niet via de milieuheffing kunnen worden doorberekend de havenbeheerder een vergoeding mag vragen van maximaal *f* 5,= per lozing voor oliehoudend water en maximaal *f* 1,= voor huishoudelijke water.

Bovenstaande kosten zijn overgenomen van de maatregel zoals deze is beschreven in het rapport "Inrichtingsplan Veluwerandmeren, Schakel tussen strategie en uitvoering" (BOVAR-IIVR, 2000).

Voor de Zuidelijke Randmeren zouden 5 innamepunten gerealiseerd moeten worden op basis van de ruim 4800 ligplaatsen langs de Zuidelijke Randmeren (inclusief Eem).

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

De betrouwbaarheid van bovengenoemde beoordeling is hoog.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

In de jachthavens van de Zuidelijke Randmeren zijn reeds 5 vuilwaterinnamepunten aanwezig, namelijk: Jachthaven De Eemhof, (Eemmeer), Jachthaven Nieuwboer b.v. (Spakenburg, Eemmeer), W.S.V. "De Eendracht" (Eemmeer), Jachthaven Naarden (Gooimeer) en Stichting Jachthaven Huizen (Gooimeer)⁹. De heer De Vrieze deelde mede dat er een pilot gestart gaat worden voor de chartervaart / bruine vloot om de emissie van huishoudelijk water te verminderen, dit geldt voor het gehele IJsselmeergebied, niet alleen voor de Zuidelijke Randmeren.

⁹ Bron: Stichting Recreatietoervaart Nederland

4.3 Waterkwaliteit

4.3.1 Verlagen van resuspensie

Doel

Verlagen van resuspensie en verlagen van interne nalevering (scheepvaart, zandwinning, dammetjes).

Theorie/methode

De oorzaak van resuspensie is de aanwezigheid van grote hoeveelheden slib die als gevolg van windwerking en scheepvaart in de waterkolom worden gebracht. Voor de Zuidelijke Randmeren kunnen twee maatregelen bijdragen tot het verlagen van de resuspensie. (1) Verwijderen van de aanwezig sliblaag in de meren en (2) aanvoer vanuit de Eem, de belangrijkste bron, gecontroleerd opvangen door middel van een slibvang.

Baggeren

Het baggeren van de nutriëntrijke sedimenten is een methode om nutriënten uit het systeem te verwijderen en hierdoor zal de mogelijkheden voor resuspensie ook afnemen. Tot welke diepte en waar gebaggerd moet worden is afhankelijk van de afgiftesnelheid van fosfaat in het systeem.

Wanneer gebaggerd gaat worden moet voorkomen worden dat tijdens de werkzaamheden sediment onder invloed van wind- en waterbewegingen verplaatst wordt naar reeds gebaggerde locaties of nutriëntarme plaatsen. Mogelijkheden hiertoe zijn aanpassingen van de baggertechniek of het afbakenen van het baggergebied met behulp van onderwaterschermen.

Slibvang

Door het creëren van een plaats waar de stroomsnelheid afneemt zal het aangevoerde slib/sediment sedimenteren. Wanneer dit op een "gecontroleerde" manier plaatsvindt zal verspreiding door het gehele systeem worden voorkomen.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Baggeren

In Nederland wordt nagenoeg dagelijks gebaggerd. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de techniek zich bewezen heeft en dat er meer dan voldoende praktijkervaring is in Nederland. Ook de Zuidelijke Randmeren leveren qua oppervlakte of ligging geen specifieke problemen op voor het uitvoeren van baggerwerkzaamheden. Het baggeren zelf vraagt geen ruimte, maar voor de opslag van het slib is het noodzakelijk om een baggerdepot te realiseren. Afhankelijk van de kwaliteit van het slib zal het afgevoerd moeten worden naar een definitieve opslagdepot (bijvoorbeeld Ketelmeer) of kan het slib tijdelijk worden opgeslagen in een te realiseren depot voordat het afgevoerd kan worden voor hergebruik.

Slibvang

In vele wateren in Nederland zijn reeds slib- en zandvangen aangelegd. Er is voldoende ervaring opgedaan over het functioneren van deze maatregel.

Om een indruk te krijgen van de grootte van de slibvang voor de Eem is uitgegaan van de volgende aannames:

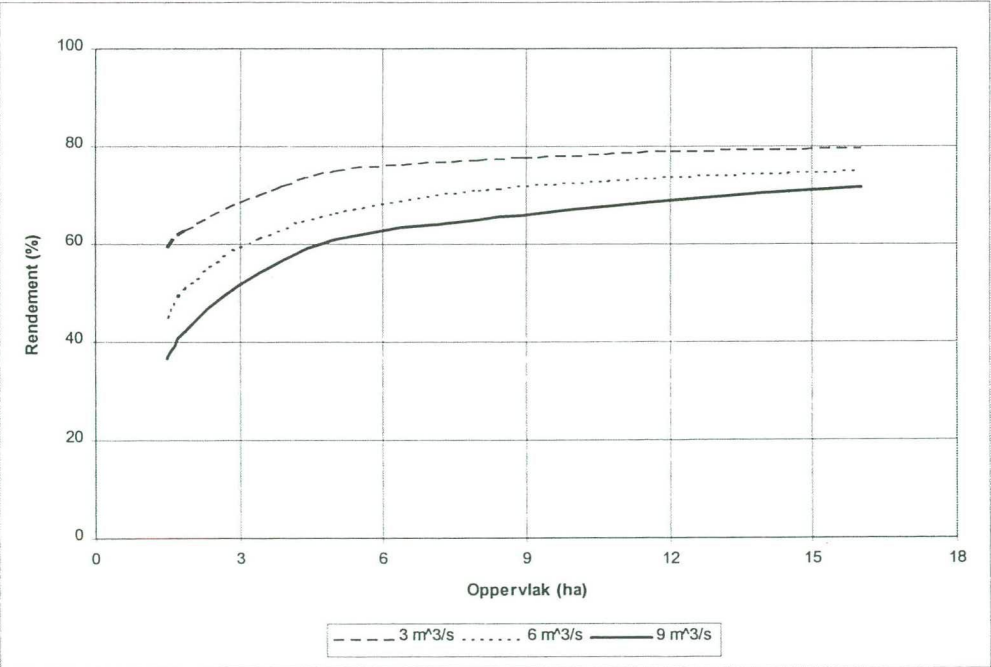
- Gemiddelde debiet van de Eem is 11 m³/s;
- Het rendement van de slibvang is gesteld op 70 %;
- Fractieverdeling van De Eem gelijk gesteld aan die van de Rijn, Tabel 2.

Tabel 2 Fractieverdeling sediment in gewichtspercenten (gebaseerd op de verdeling bij Lobith, 1990)

Fractie	Gewichtspercentage (%)
< 2 µm	8
2 - 10 µm	31
10 - 16 µm	9
16 - 50 µm	12
50 - 63 µm	6
> 63 µm	34

Om een inschatting te maken van het uiteindelijke oppervlak dat noodzakelijk is voor het realiseren van een slibvang is gebruik gemaakt van berekeningen voor het ontwerp van een slibvang in de Vecht (Afbeelding 1). Bij een debiet van 3 m³/s en een rendement van 70 %, de aangenomen sedimentverdeling, zal een slibvang van 3 hectare gerealiseerd moeten worden. Dit betekent dus per kubieke meter 1 hectare. Voor de Eem betekent dit dus een slibvang van 11 hectare. Hierbij is uitgegaan van een diepte van 3 meter.

De inpasbaarheid van een slibvang van een dergelijke omvang nabij de monding van de Eem lijkt in eerste instantie alleen mogelijk in het Eemmeer. Hierbij zullen dan aanvullende maatregelen getroffen moeten worden om een "afgesloten" geheel te creëren waarin het sediment kan bezinken.



Afbeelding 1: Verhouding rendement - debiet - oppervlak.

Een andere optie, die hier niet verder is uitgewerkt, is het gebruiken van de diepe zandwinningsputten in het Gooimeer. Deze liggen op relatief grote afstand van de Eem en gaan al gebruikt worden als slibdepot, o.a. voor baggerspecie van IJburg. Daarom zal deze mogelijkheid niet verder worden uitgewerkt.

Effectiviteit en duurzaamheid

Baggeren

De effectiviteit van het baggeren is afhankelijk van de gebruikte methode en de mate van verwijdering. Een goede analyse van het sediment vooraf is daarom van groot belang. Twee belangrijke oorzaken waardoor het beoogde resultaat vaak niet wordt gerealiseerd zijn dat de interne belasting niet ver genoeg teruggedrongen was, en omdat de baggerwerkzaamheden onvolledig bleken te zijn.

Baggeren is een duurzame saneringsmethode. Voorwaarde is wel dat het nutriëntenrijke sediment voldoende is verwijderd en dat externe bronnen voldoende gesaneerd worden.

Slibvang

De effectiviteit van de slibvang is gesteld op 70 %. Om een hoger rendement/effectiviteit te realiseren zal de omvang van de slibvang vergroot moeten worden.

Of een slibvang duurzaam is, is afhankelijk van de sedimentvracht en -samenstelling van de Eem en het uiteindelijke rendement dat gerealiseerd wordt. Op basis van deze parameters kan dan een aangroeisnelheid van het slib wordt berekent en daarmee de frequentie van noodzakelijk baggeren om het rendement van de slibvang te blijven garanderen. Een ander aspect wat aangeeft dat het realiseren van een slibvang zeer duurzaam is is het feit dat het slib niet wordt verspreid over het gehele Randmeren. Hierdoor krijgt het ecosysteem meer mogelijkheden zich te ontwikkelen

Voordelen

Baggeren

Baggerwerktuigen zijn over het algemeen mobiel en zijn vrijwel overal inzetbaar. Naast het verwijderen van de verontreinigde bagger, naast nutriënten ook overige verontreinigingen, zal ook de kans op resuspensie verminderen.

Slibvang

Het belangrijkste voordeel van een slibvang is dat het aangevoerde slib relatief geconcentreerd verzameld wordt en dus niet verspreidt door het gehele watersysteem.

Nadelen

Baggeren

Baggeren verstoort de bodemflora en -fauna en kan verder veel troebelheid (tijdens het baggeren), resuspensie en dispersie van stoffen veroorzaken. Hierdoor is het vaak moeilijk te beoordelen of de werkzaamheden naar behoren zijn uitgevoerd. Water dat uit de baggerspecie komt is over het algemeen nutriëntenrijk en zal gezuiverd en/of afgevoerd moeten worden. Het is een erg dure saneringsmethode. Naast de werkzaamheden zal sterk verontreinigde bagger opgeslagen moeten worden in speciale depots.

Slibvang

Een slibvang neemt veel ruimte in beslag. Gezien de huidige inrichting van de monding van de Eem lijkt de enige plek om een slibvang van een dergelijke omvang lijkt het Eemmeer zelf. Een probleem waar aandacht aan besteed zal moeten worden is de bereikbaarheid van de Eem voor zowel beroeps- als recreatievaart. Om te voorkomen dat door de schepen veroorzaakte turbulentie en waterverplaatsingen het slib alsnog verspreid wordt door de rest van het watersysteem.

Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)*Baggeren*

Baggeren is een relatief dure methode. De kosten zijn sterk afhankelijk van de materiaalbenodigdheden, het te baggeren volume, de plaats van berging van de specie, de sedimentdichtheid en de mogelijkheid voor hergebruik. De prijs voor het baggeren van grote werken, zoals de Randmeren, ligt op f 5,= tot f 10,= per m³. De prijs per m³ neemt sterk toe in het geval het slib sterk verontreinigd is, klasse 3 of 4.

Slibvang

Indien de slibvang gerealiseerd wordt in het Eemmeer zal het niet noodzakelijk zijn om grond aan te kopen voor de realisatie. De kosten bestaan in eerste instantie uit bagger werkzaamheden om de slibvang op de juiste diepte te brengen. De kosten per m³ komen dan overeen met de kosten zoals genoemd bij het baggeren. Daarnaast zullen eventueel additionele werkzaamheden uitgevoerd moeten worden om het geheel af te sluiten van de omgeving om. De kosten hiervan zijn op dit moment niet in te schatten op dat niet duidelijk is waar de slibvang uiteindelijke gerealiseerd wordt.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen*Baggeren*

Gezien de ervaringen en daarmee de beschikbare gegevens is de betrouwbaarheid van bovenstaande beoordeling hoog.

Slibvang

Bij het inschatten van de omvang van de slibvang zijn verschillende aannames gedaan waardoor door de betrouwbaarheid minder groot is. De uitgevoerde berekening geeft in ieder geval een orde grote aan. Ook ten aanzien van inrichting en onderhoud is de uitwerking summier gezien het feit dat de uiteindelijke locatie van grote invloed zal zijn op deze kosten.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Door Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied is medegedeeld dat op kort termijn reeds gebaggerd gaat worden. De reden voor deze werkzaamheden is het feit dat de nautische bevaarbaarheid van de Zuidelijke Randmeren en de monding van de Eem in gevaar komen voor met name de beroepsvaart.

4.3.2 Reduceren uitslag van de gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak; 0 mg P/l

Doel

De invloed van het water van de diverse gemalen op het Eemmeer, met betrekking tot de fosfaatlast , te reduceren tot 0 mg P/l.

Theorie/methode¹⁰

In de onderstaande Tabel 3 worden de gemiddelde afvoer van de gemalen en fosfaatgehalten van het water uitgeslagen water weergegeven van de periode 1990-1999.

Tabel 3. Gegevens gemalen

Gemalen	Q gem. [m³/s] ¹¹	Volume per jaar [m³]	P-conc. [mg/l]	P-vracht [kilo/jaar]
Veendijk	0,092	2.900.000	0,74	1.885
Westdijk	0,243	7.680.000	0,43	3.439
Laak	0,070	2.220.000	0,35	766
Wiel	0,442	13.930.000	0,41	5.940

De hier toe te passen techniek is een “open water” defosfateringsinstallatie¹². Fosfaatverwijdering door middel van chemische precipitatie kan plaatsvinden met behulp van ijzerzouten. Na flocculatie bezinken de deeltjes en het behandelde water stroom verder. De bezinkruimte kan een afgescheiden deel zijn van het ontvangende water.

De installatie zal bestaan uit een eenvoudige doceerinrichting, een flocculatie sloot en een in het ontvangend oppervlakte water gesitueerd bezinkbekken.

Randvoorwaarden

Er is voldoende ruimte om de installatie te bouwen en dat er in het ontvangende oppervlaktewater ruimte is voor een bezinkbekken.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Er zijn binnen Nederland verschillende locaties waar vergelijkbare installaties functioneren.

Effectiviteit en duurzaamheid

Het verwijderingspercentage van nutriënten bij deze methode is afhankelijk van de hydraulische verblijftijd en de nutriëntenconcentratie van het binnenstromend water. Bij deze methode is een defosfatering van 70% haalbaar.

Voordelen

Bezinkbassins zijn eenvoudig op te zetten. Deze maatregel behoeft, behalve de verwijdering van slib, betrekkelijk weinig onderhoud. Er zijn zeer lage effluent concentraties mogelijk (P < 0,1 mg/l). Het is een methode die op verschillende plaatsen in Nederland wordt toegepast.

¹⁰ De hier beschreven methode is dezelfde als die in Hoofdstuk 4.1.3

¹¹ Gemiddelde waarde uit de reeks 1990 - 1999

¹² Zie STOWA rapportage 94-15 (verwijdering fosfaat uit oppervlakte water).

Nadelen

Bezinkbassins hebben een grote hoeveelheid ruimte nodig.
Er zal een aanzienlijk productie optreden van ijzerslib. Ook kan er een beperkte verzilting van het effluent water optreden.

Kosten

De totale kosten¹³ voor een dergelijke installatie worden in hoge mate bepaald door de gewenste opstelling, het gewenste rendement, het inkomend debiet en de fosfaat concentratie daarvan.
We gaan bij de kostprijs benadering uit van een eenvoudige ijzerchloride doseerinstallatie. De vlokvorming zal plaatsvinden in een flocculatiesloot. Het ontvangend oppervlakte water zal voor de bezinking gebruikt worden. Een groot deel van de exploitatielasten bestaan uit het baggeren en lozen van slib, wij gaan uit van waterbodempkwaliteit 3. In Tabel 4 wordt een indicatie gegeven van de kosten.

Tabel 4 Indicatie van kosten

Gemalen	Q [m³/h]	Stichtingskosten		Exploitatiekosten / jaar	
		HFL	€	HFL	€
Veendijk	331,2	900.000	410.000	560.000	255.000
Westdijk	875,0	1.500.000	680.000	1.080.000	491.000
Laak	252,0	700.000	320.000	220.600	100.300
Wiel	1591,0	2.750.000	1.250.000	1.710.700	777.600

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Doordat de input data nog niet volledig en/of onduidelijk zijn is de kostprijsbepaling is met een marge van +/- 50%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Er zijn bij geen van deze gemalen maatregelen gepland.

4.3.3 Reduceren uitslag van de gemalen Veendijk, Westdijk, Wiel, Laak; 0 m³/dag

Doel

Reduceren van de daadwerkelijk uitslag van water van de verschillende gemalen naar het Eemmeer tot 0 m³/s.

Theorie/methode

Deze methode is niet verder uitgewerkt om de volgende reden.
Het eindeloos opslaan van dergelijk grote hoeveelheden water is niet reëel en zal hier dan ook niet verder worden uitgewerkt.
Het aanleggen of kiezen voor alternatieve afvoerroutes is zeer moeilijk omdat het gehele omliggende gebied ook op het Eemmeer afwatert. De dichtstbijzijnde andere afwateringsmogelijkheid is het Nuldernauw (is een randmeer met afvoer naar het Eemmeer).
Deze maatregel zal dan ook niet verder onderzocht worden

¹³ Zie STOWA rapportage 94-15 (verwijdering fosfaat uit oppervlakte water).

Randvoorwaarden

-

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

-

Effectiviteit en duurzaamheid

-

Voordelen

-

Nadelen

-

Kosten

-

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

-

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

-

4.3.4 Reduceren van de invloed van de Rijn op de Eem met 100%

Doel

Reduceren van de P-vracht van de Eem en zodoende ook de concentratie fosfaat in het Eemmeer.

Theorie/methode

Door de inlaat Grebbedijk te sluiten zal er geen water vanuit de Rijn door het Valleikanaal en Eem stromen naar het Eemmeer.

Randvoorwaarden

Inlaat Grebbedijk is volledig afsluitbaar.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Het afsluiten van een inlaat is een bewezen techniek. Doordat er geen “extra ruimte” nodig is, is de plaatselijke inpasbaarheid geen probleem.

Effectiviteit en duurzaamheid

De huidige invloed van de Rijn op de Eem en zo ook op het Eemmeer is gering, jaarlijks wordt er $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ ingelaten (gegevens uit 1997: persoonlijke mededeling de heer Gerritsen,

Waterschap Vallei en Eem). Ten opzichte van het uiteindelijke debiet dat de Eem verlaat is dat 10%.

Gegevens omtrent het fosfaatgehalte van het Rijnwater zijn niet bekend. Op het meetpunt van het waterschap Vallei en Eem, circa 1 km. benedenstrooms van de inlaat, is in de periode van 1994 en 1998 een gemiddelde concentratie van 0,15 mg P/l gemeten.

Door de relatief lage concentratie P in het Rijnwater zal afsluiting (en dus een debiet van 0 m³/sec) een negatief effect hebben op de concentratie P in het Eemwater, er zal geen verdunning plaatsvinden en de uiteindelijke concentratie P zal stijgen.

Voordelen

Door deze inlaat te sluiten zal er geen inspoeling meer plaatsvinden van de relatief hoge concentraties van zware metalen.

Nadelen

Doordat het Rijnwater voor verdunning van het Eemwater zorgt zal de concentratie P in de monding van de Eem stijgen.

Door watertekorten in de zomer heeft het Valleikanaal water uit de Rijn nodig om verdroging in het zuidelijk deel van de Gelderse Vallei tegen te gaan. Een sluiting van de inlaat bij de Grebbedijk zal dan ook in dat gebied tot verdroging in de zomermaanden leiden. Dit zal een inkomstenderving inhouden voor de landbouw in dat gebied. Ook zal de ecologie in dat gebied invloed ondervinden van deze waterschaarste.

Kosten

Door de inlaat te sluiten zal er alleen nog maar regulier onderhoud moeten worden gepleegd aan de inlaat. Dit zijn normale kosten voor deze inlaat en niet specifiek voor deze maatregel.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

-

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Deze maatregel staat niet gepland bij de beheerder.

4.3.5 Reduceren van de invloed van het Nuldernauw, minder water -10%; -25%

Doel

Reduceren van de concentratie fosfaat in de Zuidelijke Randmeren door een verminderde inlaat van water uit het Nuldernauw.

Theorie/methode

De gemiddelde huidige invloed van het Nuldernauw op het Eemmeer is een jaarlijks debiet van 92,8 miljoen m³. Deze waarde is bepaald op de reeks 1996 - 1999 (en dus inclusief het natte jaar 1998). De gemiddelde P-vracht van het water uit het Nuldernauw is 7733 kg/jaar. De gemiddelde concentratie over de periode 1996 - 1999 is 0,084 mg P/l.¹⁴

In 2000 was het jaarlijks debiet 80 miljoen m³, oftewel 2,56 m³/sec.

¹⁴ De cursief gedrukte getallen zijn op basis van data reeksen uit de jaren 1996 - 1999

Een reductie van 10% betekent een vermindering met 8 miljoen m³ per jaar. (P reductie 672 kg/jaar).

Een reductie van 25% betekent een vermindering met 20 miljoen m³ per jaar. (P reductie 1680 kg/jaar).

Door het inlaatdebiet te verminderen zal er minder water en daarmee minder fosfaat vanuit het Nuldernauw naar het Eemmeer stromen.

Randvoorwaarden

Alternatieve afvoer routes voor water uit Nuldernauw.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

-

Effectiviteit en duurzaamheid

De waterbalans van de meren zal worden beïnvloed. Een grotere fractie van het water in de meren zal bestaan uit Eemwater met een slechtere kwaliteit. Deze maatregel zal daarom een negatieve invloed hebben op waterkwaliteit van de Zuidelijke Randmeren.

Voordelen

Eenvoudige methode die relatief goedkoop is.

Nadelen

Lage effectiviteit door de reeds lage concentraties fosfaat in het water uit het Nuldernauw. Er zal strikt genomen geen transport van fosfaat meer plaatsvinden van het Nuldernauw naar het Eemmeer, er zal geen verdunning meer plaatsvinden.

Er zal een alternatieve afvoerroute via de Roggebotsluis moeten komen voor het water in de Veluwerandmeren.

Kosten

Door de inlaat te sluiten zal er alleen nog maar regulier onderhoud moeten worden gepleegd aan de inlaat. In 2000 waren de exploitatiekosten voor de sluizen fl. 883.000,00 (€ 400.000)

Dit zijn dus reguliere kosten voor deze inlaat en geen kosten specifiek voor deze maatregel.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

-

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Deze maatregel staat niet regulier gepland voor uitvoering

4.3.6 Reduceren van de invloed van het IJmeer, minder water -10%; -25%

Doel

Reduceren invloed fosfaat vracht IJmeer op Gooimeer door middel van reductie doorstroming.

Theorie/methode

Het IJmeer heeft een rechtstreekse verbinding met het Gooimeer, er bestaat geen hydrologische scheiding tussen de twee meren.

Om de invloed van het IJmeer op het Gooimeer te reduceren zal er een hydrologische scheiding moeten worden gecreëerd.

Dit kan door middel van een damwand ter hoogte van de Hollandse Brug en een sluizencomplex ten behoeve van de scheepvaart.

Door te spuien kan er een reductie van 10% of 25% gerealiseerd worden.

Randvoorwaarden

Lokale inpasbaarheid van een dergelijk groot werk.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Het construeren van damwanden en sluizencomplexen is een, binnen Nederland, bekende en beproefde techniek.

Effectiviteit en duurzaamheid

Doordat de gemiddelde concentratie fosfaat in het gehele IJmeer reeds relatief laag is (0,10 mg P/liter) zal het uitvoeren van deze maatregel geen of juist een negatief effect hebben op de bestrijding van de eutrofiëring van de Zuidelijke Randmeren. De gemiddelde concentratie fosfaat in het Gooimeer zal stijgen door de verminderde verdunning.

Voordelen

Door de hydrologische scheiding is het water in de Zuidelijke Randmeren beter te beheersen op kwantiteit en kwaliteit. Ook is er een verminderde windwerking op het Gooimeer te verwachten.

Nadelen

De effectiviteit is door de hoeveelheden water (113 miljoen m^3 jaar) en P-vracht (9.500 kilo/jaar) laag. De gemiddelde concentratie van dit water is 0,10 mg P/l¹⁵. Daarbij komt ook de vraag hoe ver de reikwijdte (invloedsfeer) is van dit water.

Naast een hydrologische scheiding zal er tevens een ecologische scheiding worden gecreëerd.

Kosten

Voor een betrouwbare indicatie van kosten zijn meer gegevens en diepgaandere studie nodig. Een zeer voorlopige schatting is een kostprijs tussen de 25 en 100 miljoen gulden (€ 12 - 45 miljoen).

Over exploitatiekosten kunnen nog geen uitspraken gedaan worden.

¹⁵ Gemiddelde waarde reeks 1990 - 1999

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

-

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

De uitvoering van deze maatregel staat nog niet gepland.

4.3.7 Doorspoelen met water uit het Nuldernauw: +10%; +25%

Doel

Reduceren concentratie fosfaat in de Zuidelijke Randmeren door de inlaat van een verhoogd debiet met relatief lage P-vrachten vanuit het Nuldernauw.

Theorie/methode

De huidige inlaten vanuit het Nuldernauw naar het Nijkerkernauw / Eemmeer kan worden vergroot, hierdoor zal er doorspoelen optreden met water met een lage concentratie fosfaat. De gemiddelde huidige invloed van het Nuldernauw op het Eemmeer is een jaarlijks debiet van 88 miljoen m³. In de reeks 1996 - 1999 was het gemiddeld jaarlijks debiet 92,8 miljoen m³.. De gemiddelde concentratie is 0,11 mg P/l¹⁶. De gemiddelde concentratie in de reeks 1996 - 1999 is 0,084 mg P/l. De gemiddelde P-vracht van het water uit het Nuldernauw is 9.970 kg/jaar¹⁷. Over de reeks 1996 -1999 was de vracht 7733 kg P/jaar.

Een extra doorspoeling met 10% betekend op jaarbasis een volume van 8,8 miljoen m³ (0,28 m³/sec). Bij 25% is dat 22 miljoen m³ (0,70 m³/sec.). Dit komt overeen met ongeveer 2,5% van het jaarlijkse debiet van de Eem (347 10⁶ m³/jr).

In Tabel 5 worden de totale en doorspoel volumes weergegeven.

Tabel 5 Totale en doorspoel volumes en concentratie fosfor

	Volume [m ³]	Concentratie Eemmeer [mg P/liter]
Eemmeer	37.978.082	0,46
Doorspoeling 10% extra water	8.800.000	0,39
Doorspoeling 25% extra water	22.000.000	0,32

Het water uit het Nuldernauw heeft een positieve invloed op de waterkwaliteit van het Eem- en Gooimeer, een extra inlaatdebiet zal dus een positief effect hebben op de totale kwaliteit van het water uit het Eemmeer.

Randvoorwaarden

Inlaten hebben voldoende capaciteit om het extra debiet te kunnen afvoeren; het maximaal afgevoerde debiet in 1997 was 42,9 m³/s.

Gemiddeld is er een huidig spoeldebiet van 2,8 m³/s. Dit is 15 x zo groot dan de pick.

In de toekomst zal het debiet maximaal 3,5 m³/s zijn.

De capaciteit is dus voldoende.

¹⁶ De cursief gedrukte getallen zijn op basis van data reeksen uit de jaren 1990 - 1999

¹⁷ De cursief gedrukte getallen zijn op basis van data reeksen uit de jaren 1990 - 1999

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

De spui van het complex Nijkerkersluizen fungeert al geruime tijd en is een bewezen en beproefde opstelling.

Effectiviteit en duurzaamheid

Door de lage fractie van het water uit het Nuldernauw op het totale water in het Eemmeer, zal de invloed beperkt zijn.

Voordelen

Lage kosten

Nadelen

Er zal goed moeten worden geanalyseerd of het Nuldernauw het extra debiet kan leveren.

Kosten

Kosten van deze maatregel bestaan uit extra beheers- en onderhoudskosten. In 2000 waren de reguliere exploitatiekosten voor de sluizen fl. 883.000,00 (€ 400.000)

Dit zijn dus reguliere kosten voor deze inlaat en geen kosten specifiek voor deze maatregel. Omdat er verder niets fysiek aan de sluizen hoeft te worden gewijzigd (voldoende capaciteit) zullen de kosten niet afwijken van de reeds bestaande kosten voor het beheer en onderhoud van de sluizen.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

-

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Deze maatregel staat nog niet regulier gepland.

4.3.8 Doorspoelen van het Eemmeer met water uit het IJmeer: +10%; +25%**Doel**

De concentratie fosfaat in de Zuidelijke Randmeren verlagen door water uit het IJmeer met een lagere fosfaat concentratie te gebruiken voor doorspoeling.

Theorie/methode¹⁸

Doordat het IJmeer en het Gooimeer geen hydrologische scheiding hebben bestaat er in deze meren ook hetzelfde waterpeil. Om te kunnen doorspoelen zal er water uit het IJmeer bovenstrooms in het Eemmeer moeten worden ingebracht. Dit kan door inlaten van water via gemaal De Blocq bij Almere op de watergangen van de Zuidelijke Flevopolder en vervolgens spuien/lozen op het Eemmeer.

Er zal dan een voorziening moeten worden getroffen op het punt waar de afstand tussen het aanvoerwater en Randmeren het kleinste is. Deze voorziening zal bestaan uit een

¹⁸ De berekeningen van debieten, balansen en volumes zijn gebaseerd op de gegevens die door Rijkswaterstaat zijn aangeleverd op diskette en zijn gebaseerd op de reeks 1990 - 1999.

kanaal/watergang en een gemaal om van het lager gelegen polderpeil naar het peil in de Zuidelijke Randmeer te komen. De hoeveelheid water die doorgevoerd is gebaseerd op de gegevens van onderzoek Witteveen en Bos naar de instroom van water vanuit het IJmeer naar het Gooimeer.

Het huidige gemiddeld dagdebiet onder de Hollandse Brug in de richting van het IJmeer (westwaarts) is 15,01 m³/s (indicatie van fout 10-30%). Een toename met 10% van dit debiet met water uit het IJmeer zal dus een debiet van 1,50 m³/s betekenen. Een toename met 25% van dit debiet met water uit het IJmeer zal dus een debiet van 3,75 m³/s betekenen. In Tabel 6 worden de totale en doorspoel volumes weergegeven.

Tabel 6 Totale en doorspoel volumes en percentages volumes en concentratie fosfor

	Volume [m³]	Concentratie Eemmeer [mg P/liter] ¹⁹
Eemmeer	37.978.082	0,46
Doorspoeling 10% extra water	47.304.000	0,26
Doorspoeling 25% extra water	118.260.000	0,19

Het water uit het IJmeer met een lage concentratie fosfaat zal door de verdunning een positieve invloed hebben op de kwaliteit van het water in de Zuidelijke Randmeren.

Randvoorwaarden

De invloed van water uit het Gooimeer (met een relatief hoge concentratie fosfaat) reikt niet tot aan de inlaat bij het Gemaal De Blocq. In dit geval is het effect nihil (doorspoeling met water van gelijke kwaliteit / concentratie fosfaat).

Ook zal er verder onderzoek nodig zijn naar de invloed van de spui van het gemaal De Blocq. Deze loost met een concentratie fosfaat van 0,18 mg P/l bij de “hoge afdeling” en 0,51 mg P/l bij de “lage afdeling”²⁰. Als dit water zal worden ingenomen zal dat van invloed zijn op de mate van verdunning

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Deze maatregel is nog nooit eerder op deze schaal toegepast, er is wel ervaring met doorspoeling op kleinere schaal.

Effectiviteit en duurzaamheid

Zoals blijkt uit Tabel 6 zal het totale volume in de Zuidelijk Randmeren worden ververst, (bij 10% elke 9,5 maand; bij 25% elke 3,7 maand) met water uit het IJmeer met een lage concentratie fosfaat (0,10 mg/l).

Wel moet er verdere studie worden uitgevoerd naar de daadwerkelijke concentratie van het inname water. Deze bepaalt in hoge mate de orde van verdunning met water met een lagere concentratie fosfaat.

¹⁹ Bij een concentratie fosfaat in het IJmeer van 0,10 mg P/liter

²⁰ Spreadsheet behorende bij rapport: 'Inventarisatie emissies IJsselmeergebied'; RDIJ

Voordelen

Het water uit het IJmeer heeft een relatief lage concentratie fosfaat, waardoor doorspoeling met dit water een goede invloed zal hebben op de kwaliteit van het water in de Zuidelijke Randmeren.

Nadelen

De ingrepen noodzakelijk om deze maatregel te verwerkelijken zijn groot. Er zal een nieuw gemaal gebouwd moeten worden. Indien de waterkwaliteit van de Zuidelijke Flevopolder beduidende beter is dan van het IJmeer heeft dit dus nadelige effecten en zal overwogen moeten worden of de waterstromen gescheiden moeten blijven.

Kosten

Voor een betrouwbare indicatie van kosten zijn meer gegevens en diepgaandere studie nodig. Een zeer voorlopige schatting is een kostprijs tussen de 10 en 25 miljoen gulden (€ 4,5 - 11,4 miljoen).

Over exploitatiekosten kunnen nog geen uitspraken gemaakt worden.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

De schatting voor de kostprijs is een zeer grove benadering, de onnauwkeurigheid is +/- 200%

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Deze maatregel staat nog niet regulier gepland.

4.3.9 Doorspoelen met water uit de Eem: +10%; +25%**Doel**

Reduceren concentratie fosfaat in de Zuidelijke Randmeren door middel van doorspoeling met water uit het Eem - Valleikanaal - Rijn complex.

Theorie/methode

Door het inlaatdebiet van de inlaat Grebbedijk te vergroten kan er water van de Rijn ingelaten worden op het Valleikanaal en zo ook op de Eem en het Eemmeer.

Het huidige debiet van de Eem is ongeveer $340 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$.

Een extra debiet van 10% zou een extra inlaat betekenen van $34 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$.

Een extra debiet van 25% zou een extra inlaat betekenen van $85 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$.

Dit extra debiet zou via de inlaat bij de Grebbesluis moeten ingelaten worden.

Exacte gegevens van inlaat debieten van de Grebbesluis zijn niet bekend. De waarde die wij hier zullen gebruiken is $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{jaar}$ (mededeling dhr. Gerritsen, WS V&E).

Bij de gemiddelde concentraties P in het Rijnwater en in het Eemwater komen we dan op eindwaarden:

Tabel 7 Totale en doorspoel volumes en percentages volumes en concentratie fosfor

	Volume [m³]	Concentratie Eemmeer [mg P/liter]
Eemmeer	37.978.082	0,46
Doorspoeling 10% extra water uit Rijn	34.000.000	0,42
Doorspoeling 25% extra water uit Rijn	85.000.000	0,39

Randvoorwaarden

De inlaat Grebbedijk heeft voldoende capaciteit om de 10% en 25% extra debiet te leveren.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

De inlaat Grebbedijk bestaat reeds en fungeert, vooral in de zomermaanden, reeds als inlaat om waterschaarste in het Valleikanaal te bestrijden.

Effectiviteit en duurzaamheid

De concentratie fosfaat in de Eem op 1 kilometer van de inlaat van het Rijnwater is 0,15 mg P/l (zie paragraaf 4.3.4). Doordat de fractiesommen van het water uit de Eem veranderen zal het totale debiet in de Eem groter worden en de concentratie P [mg/l] lager worden.

Het Rijnwater heeft momenteel een P-concentratie die hoger is dan de streefwaarde. Tijdelijk zal de concentratie dus gereduceerd worden, maar om de streefwaarde te bereiken is de maatregel niet toereikend.

Voordelen

De lage concentratie fosfaat van het Rijnwater zal een gunstige invloed hebben op de totale P-concentratie van het Eemwater en daardoor ook op het Eemmeer.

Nadelen

Naast een lage concentratie fosfaat heeft het Rijnwater ook een hoge concentratie zware metalen. Deze hebben een nadelig effect op de totale kwaliteit van het water in Valleikanaal, Eem en Eemmeer.

Kosten

Mits de inlaat voldoende capaciteit heeft voor het grote debiet zijn er alleen kosten voor reguliere beheers- en onderhoudswerkzaamheden. Er zijn dus geen extra stichtingskosten. Indien zal blijken dat de capaciteit van de inlaat te klein is zullen er kosten zijn voor de aanleg van een grotere inlaat.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

-

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Er zijn nog geen reguliere plannen bij de beheerder om deze maatregel uit te voeren.

4.4 Biologische/ecologische maatregelen

4.4.1 Peilbeheer in het meer: verhogen of verlagen

Doel

Het realiseren van een natuurlijker peil waardoor de ecologische ontwikkelingsmogelijkheden van de oever(zone) wordt geoptimaliseerd.

Theorie/methode

De grootste (potentiële) ecologische waarden van de Zuidelijke Randmeren zijn gelegen in de gebieden met ondiep open water. Het huidige onnatuurlijke peilbeheer, met een hoger streefpeil in de zomer dan in de winter, belemmert de ontwikkeling van deze gebieden. Het terugbrengen van een meer natuurlijke dynamiek is van groot belang voor het vergroten van de ecologische waarde van de ondiepe oeverzone.

Het huidige peilbeheer wordt gerealiseerd door middel van technische voorzieningen als sluizen en gemalen. Het aanpassen van het peilbeheer betekent derhalve niet meer dan op andere momenten gebruik te maken van de technische voorzieningen.

Het realiseren van een afzonderlijk peilbeheer voor de Zuidelijke Randmeren is niet realistisch gezien het feit dat de meren onderdeel uitmaken van het Natte Hart van Nederland. Op dit moment zijn er geen voornemens om van de Zuidelijke Randmeren een aparte hydrologische eenheid te maken. In het onderhavige onderzoek zal overigens een optie, aanleg sluizencomplex tussen Gooimeer en IJmeer, worden uitgewerkt bij een van de maatregelen die het mogelijk zou maken om een geïsoleerde eenheid te realiseren²¹.

Randvoorwaarden

Met een natuurlijker peilbeheer lijkt het mogelijk om ecologische winst te halen, maar de Randmeren hebben ook nog andere functies. Vanuit de andere gebruiksfuncties zoals landbouw, scheepvaart, watersport en oeverrecreatie zou als randvoorwaarde gesteld kunnen worden dat de functionaliteit niet mag veranderen.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Gezien de status van het reeds geschetste onderzoek en de nog niet vaststaande maatregelen is het niet mogelijk om aan te geven wat de realiseerbaarheid is van de eventueel uit te voeren maatregelen. In het rapport wordt aangegeven dat het beheersen van het peil in het Natte Hart met "eenvoudige" technische middelen mogelijk is. Maatregelen waaraan gewerkt gaat worden behelzen voornamelijk uitbreiding van gemaalcapaciteit bij IJmuiden en het kanalengebied en vergroten van de spuicapaciteit bij de Afsluitdijk. In het rapport wordt verder aangegeven dat de peilen in het merengebied moeten mee stijgen met de zeespiegelstijging. Oplossing om deze problemen op te kunnen vangen zijn nog niet nader uitgewerkt.

Effectiviteit en duurzaamheid

Het handhaven van de huidige situatie met de wetenschap dat het klimaat zal veranderen zou betekenen dat de maal- en spuicapaciteit vergaand uitgebreid moet worden. In het licht van

²¹ Zie ook hoofdstuk 4.3.6

effectiviteit en duurzaamheid is dit geen verstandige keuze. In het WIN-rapport wordt dit ook onderkent en wordt de strategie "meegroeien met de zee" als optimale oplossing gezien. In deze strategie wordt optimaal gebruik gemaakt van de natuurlijke processen en is minder kwetsbaar en technisch makkelijker.

Voordelen

Het realiseren van een natuurlijke peilbeheer zal een positieve bijdrage leveren aan de natuurwaarden van de Zuidelijke Randmeren vanwege de stimulerende werking op de ontwikkelingsmogelijkheden van de ondiepe oeverzone. Naast de invloed op de ecologie van de meren zelf, zal een goed ontwikkelde oeverzone een bijdrage leveren als verbindingszone tussen NW-Overijssel en het Hollands-Utrechtse Vechtplassengebied.

Nadelen

Afhankelijk van welke regime gekozen wordt is het mogelijk dat andere gebruiksfuncties schade leiden.

Kosten

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat het peilbeheer van de Zuidelijke Randmeren onderdeel zal zijn van een algehele "herziening" van het peilbeheer in het Natte Hart. Vanuit dit oogpunt zijn de kosten van de gehele "herziening" opgenomen als kostenpost. In het rapport worden drie strategieën beschreven, per strategie zijn de kosten in kaart gebracht voor het gehele Natte Hart. De totale maatschappelijk kosten voor de drie strategieën zijn in Tabel 7 weergegeven.

Tabel 7 Kosten peilbeheer gehele "Natte Hart" (Bron: RDIJ, 2000)

Strategie	Water direct afvoeren	Water verticaal bergen	Water horizontaal bergen
Kosten in milj. HFL	860 - 2.400	960 - 1.950	>6.000

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Het geschetste beeld is gebaseerd op het rapport Waterhuishouding in het Natte Hart. In het rapport worden een aantal ontwikkelingen geschetst ten aanzien van klimaat en water. Of de verwachte ontwikkelingen realiteit gaan worden is natuurlijk moeilijk in te schatten en daarmee is de betrouwbaarheid van de gemaakte beoordeling enigszins onzeker.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Het WIN-rapport is de aanzet tot het opstellen van een geen-spijt-stappenplan waarin een aantal maatregelen geformuleerd moet gaan worden. Binnen het stappenplan zijn de volgende acties uitgezet:

1. Vaststellen van de randvoorwaarden aan buitendijks bouwen (2001)
2. Verkenning naar een seizoensgebonden peilbeheer in het IJsselmeergebied (start 2001)
3. Verkenning toekomst IJssel- en Vechtdelta (start 2002)
4. Uitbreiding gemaalcapaciteit kanalen gebied (2003)
5. Uitbreiding spuicapaciteit Afsluitdijk (2008)
6. Invoeren van een seizoensgebonden peilbeheer (2010)

4.4.2 Lokaal ver(on)diepen t.b.v waterplanten

Doel

Het realiseren van omstandigheden waarbij waterplanten zich kunnen ontwikkelen

Theorie/methoden

Of waterplanten in de Randmeren kunnen groeien is sterk afhankelijk van onder meer de volgende factoren:

licht; kan er licht doordringen tot op de bodem, zodat waterplanten kunnen ontkiemen?
 substraat; biedt de waterbodem voldoende stevigheid voor wortelende waterplanten of is er slechts los slib aanwezig waaruit met iedere windgolf de planten losraken?
 bodemwoeling; zijn er bodemwoelende vissen (brasem) aanwezig die de jonge waterplanten voortdurend loswoelen en/of zorgt de windwerking voor resuspensie van het bodemmateriaal; aanwezigheid van voldoende grote zaadbank.

Uit de vegetatiekartering blijkt dat op dit moment op de ondiepe delen de vegetatie wel aanwezig is in de Zuidelijke Randmeren. Dus het realiseren van meer ondiepe delen zou een maatregel zijn om de omstandigheden met name ten aanzien van licht en substraat voor waterplanten te verbeteren.

De diepteverdeling van de Zuidelijke Randmeren is zodanig dat aan de zijde van het "oude land" de waterdiepte vanuit de oever langzaam oploopt tot aan vaargeul, welke dicht onder de oevers van de polders ligt. De waterdiepte langs de polderzijde daarentegen ligt beduidend hoger. Het merendeel van de oever is dieper dan 1,5 meter. Op basis van deze gegevens zou het eventueel zinvol zijn om aan de zijde van de polder delen te verondiepen.

Uit bovenstaande kan geconcludeerd worden dat voldoende ondiepe delen aanwezig zijn in de Zuidelijke Randmeren. Dit duidt erop dat mogelijk andere aspecten een meer beperkende rol spelen bij de ontwikkeling van waterplanten. De bodemwoeling als gevolg van vis, wind- en golfslagwerking zijn zeer waarschijnlijk drie aspecten die de ontwikkeling van de waterplanten remmen. Het verwijderen van bodemwoelende vis is een van de maatregelen die in het onderhavige onderzoek nader wordt uitgewerkt (zie paragraaf 4.4.5). Het verminderen van de invloed van de wind kan gerealiseerd worden door het aanbrengen van vooroeververdedigingen.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

Het realiseren van vooroeververdedigingen is in Nederland al op zeer veel locaties toegepast en heeft zich als maatregel meer dan bewezen. Met name op wateren waar veel beroepsvaart is en dus veel golfslag zijn de effecten zeer duidelijk. Door de aanleg van vooroeververdedigingen ontstaan luwe plekken. Dit betekent overigens niet altijd dat waterplanten direct of op termijn tot ontwikkeling komen. Factoren als zaadbank en foeragerende watervogels zijn eveneens van invloed op het uiteindelijke resultaat.

Het aanleggen van dergelijke werken is mogelijk in de Zuidelijke Randmeren. Afhankelijk van het gebruikte materiaal zal het ruimtebeslag in de breedte variëren van een 0,5 meter (stalen damwanden), tot enkele meters (dijken/dammen van zand of basaltblokken). De lengte van de vooroeververdedigingen is afhankelijk van de grootte van het gebied dat verdedigd moet worden.

Een belangrijk aspect bij het realiseren van een dergelijk "kunstwerk" zal de veiligheid moeten zijn van de recreanten die veel gebruikmaken van de Randmeren.

Effectiviteit en duurzaamheid

Het aanleggen van een vooroeververdedigingen om de invloed van golfwerking te reduceren is zeer effectief. Ook de levensduur van dergelijke constructies is over het algemeen van zeer lang.

Voordelen

Het voordeel van het aanleggen van een vooroeververdediging is dat het een zeer effectieve en duurzame maatregel is. Afhankelijk van het gebruikte materiaal zou een win-win situatie gecreëerd kunnen worden. Door de vooroever te maken van een zandlichaam kan zich hierop ook weer natuur ontwikkelen en zo een extra bijdrage leveren aan het ecosysteem.

Nadelen

Door het aanleggen van een vooroever worden delen van de Randmeren afgesloten voor recreatie. Hierdoor zal de druk op het overige gebied toenemen. Wat de effecten zijn is moeilijk in te schatten.

Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)

Uit bovenstaande blijkt dat een veelheid aan variaties mogelijk zijn voor de aanleg van vooroeververdedigingen. In het rapport "Inrichtingsplan Veluwerandmeren" is een gelijksoortige maatregel uitgewerkt. De investeringskosten van het aanleggen van een brede zanddam met een lengte van 450 meter zijn f 300.000,= /€ 130.000,= Per strekkende meter zijn de stichtingskosten f 670,= /€ 289,=.

Voor onderhoud en beheer is voor deze dam een bedrag van f 2.000,= /€ 900,= gereserveerd.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Gezien de grote ervaring met gelijksoortige maatregelen en een uitgewerkt voorbeeld van kosten is de betrouwbaarheid van de inschatting van deze maatregel hoog.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Geen initiatieven bekend.

4.4.3 Toevoegen substraat en/of entmateriaal van driehoeksmosselen en waterplanten

Doel

Biomassa van driehoeksmosselen en waterplanten verhogen.

Theorie/methode

Driehoeksmosselen

De driehoeksmossel (*Dreissena polymorpha*) kan in zoete wateren een belangrijke ecologische rol spelen. Ze vormt een voedselbron voor duikeenden en meerkoeten. Daarnaast kunnen ze, indien in voldoende dichtheden aanwezig oftewel voldoende filtercapaciteit, de helderheid van het water verhogen.

Om algenbloei te kunnen compenseren zou per dag 1/3 deel van het totale watervolume gefiltreerd moeten worden.

Uit het onderzoek naar de status van de driehoeksmossel in de Randmeren (Moorsel et al., 1998) blijkt dat in het Eemmeer en het Nijkerkernauw een matige dichtheid kennen respectievelijk 204 en 122 exx./m². In het Gooimeer zijn gemiddeld 325 exx./m² aangetroffen. Voor de filtercapaciteit betekent dit dat bijna 17% van de inhoud het Gooimeer per dag wordt gefilterd door de mosselen. Voor het Nijkerkernauw en het Eemmeer liggen deze percentages beduidend lager, respectievelijk 3,3, en 2,1 % van het totale volume.

In 2000 is het bovengenoemde nogmaals uitgevoerd. Uit dit onderzoek is gebleken dat zowel in het Eem- als Gooimeer het aantal driehoeksmosselen zeer sterk is toegenomen, respectievelijk 550 en 1200 exx./m². Dit betekent dat het filtratievolume voor beide meren boven de 30% is gestegen. In het Nijkerkernauw daarentegen is het aantal gereduceerd tot 52 exx./m².

Samengevat kan de conclusie zijn dat voor het Eem- en Gooimeer de omstandigheden dusdanig zijn dat extra maatregelen niet noodzakelijk zijn. In het Nijkerkernauw zijn de omstandigheden nog niet voldoende.

Het enten van larven voor het Nijkerkernauw lijkt niet noodzakelijk gezien het feit dat het in open verbinding staat met de beide andere Zuidelijke Randmeren. Op basis van de onderzoeksresultaten lijkt de beschikbaarheid van het juiste substraat de reden van de afwezigheid van de mosselen. Dit sluit overigens niet uit dat het juiste substraat niet aanwezig is.

Het aanbrengen van het juiste substraat is een maatregel om de driehoeksmossel te stimuleren in het Nijkerkernauw.

Waterplanten

Om waterplanten te laten groeien moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan:

- voldoende licht; kan er licht doordringen tot op de bodem, zodat waterplanten kunnen ontkiemen?
- juiste substraat; biedt de waterbodem voldoende stevigheid voor wortelende waterplanten of is er slechts los slib aanwezig waaruit met iedere windgolf de planten losraken?
- geen bodemwoeling; zijn er bodemwoelende vissen (brasem) aanwezig die de jonge waterplanten voortdurend loswoelen.

Op basis van vegetatieonderzoek uit de jaren negentig kan aangenomen worden dat de zaadbank in de meren voldoende zou moeten zijn. Dus als de habitatomstandigheden verbeteren is het enten van waterplanten niet noodzakelijk. Het creëren van de genoemde habitatomstandigheden betekent dus ver(on)diepen van delen van de meren (zie paragraaf 4.4.2), juiste substraat aanbrengen en verwijderen van bodemwoelende vis (zie paragraaf 4.4.5). Ook het enten van waterplanten is een mogelijkheid om de ontwikkeling in een bepaald gebied te stimuleren.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte
Driehoeksmosselen

Het aanbrengen van substraat voor driehoeksmosselen is reeds toegepast in Nederland. De resultaten daarvan waren negatief. (mondelinge mededeling R. Noordhuis, RIZA).

Waterplanten

Het aanbrengen van het substraat is een techniek die algemeen geaccepteerd is. Het enten van waterplanten is in Nederland op verschillende locaties reeds toegepast. In Tabel 8 is een overzicht gegeven van de experimenten die zijn uitgevoerd met enten van waterplanten.

Tabel 8 Overzicht experimenten met enten van waterplanten (Bron: www.shallowlakes.net)

meer	jaar	maatregel	ander soort maatregel	resultaat
Binnenschelde	1989	Chara planten in water geworpen	ja	-?
Fortgracht Veldhuis	1991	enten waterplanten	ja	-
Nannewijd	1999	enten van kranswierpropagulen	ja	-
Wolderwijd	1993	enten wortelstokken gele plomp	ja	-
Wolderwijd/Nuldernauw	1993	enten kranswierpropagulen	ja	+
Zuidlaardermeer	1996	in compartiment: maairesten van waterplanten ingebracht	ja	-?
Zwemlust	1987	enten van wortelstokken gele plomp	ja	-

Het effecten op de ontwikkeling van waterplanten zijn over het algemeen gering. Een reden van het niet aanslaan van de waterplanten is niet duidelijk. Wel wordt aangegeven dat de kiemkracht en de zaadbank van de meeste locaties gering was.

Voor de beschreven maatregelen voor zowel de driehoeksmosselen en waterplanten is geen extra ruimte noodzakelijk en kunnen toegepast worden in de Zuidelijke Randmeren

Effectiviteit en duurzaamheid

Op basis van de geringe en negatieve ervaringen lijkt het aanbrengen van substraat voor de Driehoeksmosselen vanuit het oogpunt van effectiviteit en duurzaamheid niet zinvol.

Het aanbrengen van substraat voor waterplanten alleen is geen garantie voor het aanslaan van de vegetatie gezien het feit dat ook de andere milieuomstandigheden verbeterd moeten worden alvorens de vegetatie een kans heeft zich te ontwikkelen. Daarnaast zal van belang zijn in welke mate het nieuwe substraat is voorzien van een voldoende grote zaadbank en kiemkracht. Dus de effectiviteit en de duurzaamheid van het alleen aanbrengen van het juiste substraat is niet hoog en onzeker. Ook het enten van waterplanten lijkt geen maatregel die qua effectiviteit en duurzaamheid hoog scoren.

Voordelen

Op basis van kennis omtrent de processen van de verschillende maatregelen en de ervaring met verschillende experimenten komen niet echt duidelijke voordelen naar voren.

Nadelen

Het nadeel van is dat kennis te gering is om op dit moment de genoemde maatregelen zodanig uit te voeren dat ze een bijdrage leveren aan de beoogde doelstelling van het bestrijden van de eutrofiëring van de Zuidelijke Randmeren.

Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)

Ondanks het feit dat uit de recent uitgevoerde onderzoek blijkt dat het aanbrengen van substraat niet noodzakelijk is toch een overzicht van de kosten die bij het eventueel aanbrengen van geschikt substraat voor de Driehoeksmosselen met zich mee brengen. Door het RIZA is geëxperimenteerd met verschillende substraattypen:

- Wilgentenen matten: NGL 450 / € 200 (4 bij 4 meter, 10 cm dik, prijspeil 1990);
- Kokkelschelpen: NGL 35 / € 16 per m³. (Vervoer + storten: NGL 9.500 / € 4.350)

Kosten substraat en enten van waterplanten nog niet beschikbaar.

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Gezien de beschikbare gegevens omtrent de verschillende projecten die in het verleden zijn uitgevoerd is de betrouwbaarheid van de inschatting hoog.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Op dit moment worden geen initiatieven genomen om een van de beschreven maatregelen uit te voeren.

4.4.4 Natuurontwikkeling (bij vooroevers stimuleren van groei waterplanten)

Doel

Creëren van omstandigheden waarvan zoveel mogelijk planten en dieren kunnen profiteren.

Theorie/methode

Uit het doel blijkt al dat natuurontwikkeling een zeer breed scala aan maatregelen kan betekenen. In het startoverleg zijn de volgende maatregelen genoemd om nader uit te werken:

- Geleidelijk overgangen creëren tussen land en water
- Opspuiten eilanden
- Vooroevers aanleggen + herprofilen bodemprofiel
- Luwtedammen

In het reeds eerder genoemde rapport "Inrichtingsplan Veluwerandmeren" worden de bovengenoemde maatregelen nader uitgewerkt. In de onderstaande paragraaf worden de maatregelen kort samengevat:

Aanleggen groene vangrail Polsmaten

Het doel van de maatregel is het afsluiten van een natuurgebied voor met name recreatie. Maar het principe van het aanleg van een vooroever kan ook in de Zuidelijke Randmeren locaties creëren waar de natuur zijn kan ontwikkelen (zie paragraaf 4.4.2).

De vangrail heeft een lengte van 450 meter en een breedte van circa 50 meter (inschatting, gegevens niet bekend). Oppervlakte is derhalve ongeveer 2 ha.

Aanleggen groene kruispunt Nuldernauw

De beschreven maatregel is een combinatie van ingrepen. Er worden twee eilanden aangelegd, een geul gegraven langs de Flevolandse oever om de grondwaterstand van de oevers te verhogen en de Gelderse oever wordt heringericht waarbij een afwisseling gecreëerd zal worden tussen nat en moerasgebied. De maatregelen bestrijken een oppervlakte van ongeveer 13 ha. Het belangrijkste doel is het Nuldernauw een natuurlijker karakter te geven, waardoor er nieuw leefgebied en een ecologische verbindingszone wordt gecreëerd voor verschillende diersoorten.

Ontwikkelen van Natuur Harderwijk Zuid

In dit project wordt gebruik gemaakt van bestaande natuurwaarden. Door het verondiepen van een gebied tot winterpeil en daar waar nodig beschermingsdammen aan te leggen worden de bestaande gebieden uitgebreid. Het aanwezige natuurgebied wordt zodoende uitgebreid tot ruim 7 ha.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

De ingrepen die hierboven beschreven staan zijn gebaseerd op technieken die reeds vele jaren in Nederland worden toegepast om natuurontwikkeling te bevorderen. De praktijk leert dat verdwenen flora als fauna weer terugkeren en dat de natuurwaarden toenemen.

Ook in de Zuidelijke Randmeren zijn dergelijk ingrepen mogelijk. Welke ruimte noodzakelijk is om dergelijke maatregelen door te voeren is moeilijk in te schatten. Het ambitieniveau van de verschillende actoren in het Zuidelijk Randmeren gebied zullen die gezamenlijk moeten vaststellen. Aansluiten bij bestaande natuurwaarden kan hierbij dienen als uitgangspunt.

Effectiviteit en duurzaamheid

De praktijk heeft geleerd dat ingrepen, indien goed uitgevoerd, een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan de ontwikkeling van de natuur in een bepaald gebied. Effectiviteit en duurzaamheid zijn dan uiteraard hoog.

Voordelen

Door het uitvoeren van beschreven maatregelen zal in eerste instantie de natuur het meeste profiteren. Door de toename van de natuurwaarden neemt ook de belevingswaarde van voor de mens toe. Dus dergelijke maatregelen bieden voordelen op verschillende vlakken.

Nadelen

De maatregelen zijn er opgericht om de natuur zich te laten ontwikkelen, wat vaak betekent dat de mens/recreant uit dergelijke gebieden wordt geweerd. Dus als nadeel kan gezien worden dat de beschikbare recreatieve ruimte zal afnemen.

Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)

De kosten van de verschillende voorgenomen maatregelen staan uitgebreid beschreven in het genoemde rapport. Kort samengevat de totale kosten in Tabel 8 en per hectare in Tabel 10.

Tabel 9 Totale investeringskosten en exploitatiekosten

Maatregel	Stichtingskosten		Exploitatiekosten	
	HFL	€	HFL	€
Groene vangrail Polsmaten	300.000	130.000	2.000	900
Groene kruispunt Nulderneauw	2.024.000	920.000	3.600	1.600
Natuur Harderwijk-Zuid	690.000	310.000	2.700	1.200

Tabel 10 Investeringskosten en exploitatiekosten per hectare

Maatregel	Stichtingskosten per ha		Exploitatie kosten per ha	
	HFL	€	HFL	€
Groene vangrail Polsmaten	150.000	65.000	1.000	450
Groene kruispunt Nulderneauw	156.000	70.800	280	123
Natuur Harderwijk-Zuid	99.000	44.250	385	170

Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

De inschatting van de hierboven beschreven maatregelen zijn redelijk tot goed betrouwbaar.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

In de Zuidelijke Randmeren zijn nog geen initiatieven bekend

4.4.5 Doorgaan / intensivering pootvisserij

Doel

Het reduceren van de biomassa aan cypriniden, brasem.

Theorie/methode

Een troebel meer wordt gekenmerkt door een aantal aspecten:

- Waterplanten ontbreken en daardoor ook de hiervan afhankelijke roofvis, de snoek;
- Planktonetende vissen als jonge brasem en blankvoorn zijn sterk vertegenwoordigd. De watervlooien worden door deze vissen sterk onderdrukt en de hoeveelheden algen kunnen ongehinderd toenemen;
- Grote bodemwoelende cypriniden zijn veel aanwezig en wervelen veel bodemsubstraat op. Hierdoor neemt het doorzicht af en worden voedingsstoffen in het water gebracht;
- De bodemwoelende vissen maken het onmogelijk voor planten om het wortelen;
- Door afwezigheid van waterplanten kan als gevolg van windwerking slib worden opgewerveld.

Het uitdunnen van de visstand, met name de bodemwoelende en planktonetende soorten, leidt er toe dat watervlooien en waterplanten mee ontwikkelingsmogelijkheden krijgen. Hierdoor kunnen omstandigheden ontstaan dat kan leiden tot helder water.

Het uitdunnen van de visstand kan op twee manieren gerealiseerd worden: (1) een intensieve eenmalige visserij waarbij het visbestand terug gebracht wordt tot 45 kg/ha of (2) een extensieve langdurige afvisregime waarbij 30-40 kg/ha per jaar afgevisd wordt.

Bewezen techniek, praktijkervaring, plaatselijke inpasbaarheid en benodigde ruimte

In Nederland is sinds 1987 veel geëxperimenteerd met Aktief Biologisch Beheer (ABB). Door het RIZA is in 1998 een evaluatie onderzoek uitgevoerd waarbij 22 onderzoekslocaties zijn betrokken (Meijer en de Boois, 1998). De onderzoekers concluderen dat de verbetering in het doorzicht door middel van uitdunning van de visstand significant groter is dan de landelijke trend en alleen fosfaatreducerende maatregelen. Ook zetten zij enkele kanttekeningen:

- Bij de uitdunning is het ook van belang dat de kleinere exemplaren worden verwijderd;
- In (grote) wateren waar de invloed van slib door windresuspensie of externe aanvoer groot is zal ABB niet leiden tot een sterke toename van de helderheid;
- Indien er gebaggerd is moet aandacht besteed worden aan het mogelijk opnieuw enten van sporen en/of waterplanten.

Bij de proeven die zijn uitgevoerd is over het algemeen de visstand eenmalig intensief uitgedund. Meijer en De Boois concluderen dat ook dat er te weinig kennis is over de mogelijkheden om helder water te krijgen door een extensieve langdurige uitdunning.

De beschreven techniek van uitdunnen van de visstand is uitvoerbaar op de Zuidelijke Randmeren. Voor deze techniek hoeft geen ruimte te worden gereserveerd.

Effectiviteit en duurzaamheid

Uit de evaluatie van de proeflocaties blijkt dat het intensief uitdunnen van de visstand een belangrijke bijdrage kan leveren aan het realiseren van helder water. De effectiviteit is aanzienlijk, maar het uitdunnen is slechts een onderdeel.

De ervaringen met ABB in het verleden hebben geleerd dat op kleinere wateren alleen het uitdunnen van de visstand een positief effect kan hebben op de helderheid van het water. In grotere wateren spelen ook andere aspecten zoals windresuspensie van slib, het aanslaan van waterplanten en nutriëntengehalten. Dus voor de Zuidelijke Randmeren zal gelden dat het alleen uitdunnen van de visstand niet voldoende zal zijn om helder water te krijgen.

Voordelen

Het voordeel van een intensieve eenmalige uitdunning ten opzichte van een extensieve visserij is dat het schokeffecten voor het ecosysteem groter is, waardoor met name waterplanten een betere kans krijgen om zich te ontwikkelen. De ervaring vanuit het verleden geeft aan dat de intensieve visserij meer resultaat oplevert.

Nadelen

Voor grote wateren is de uitdunningsvisserij van met name kleinere vissen moeilijk realiseerbaar. Een andere nadeel bij het uitdunnen van de Randmeren is het feit dat er meerdere open verbindingen zijn met andere wateren, de Eem en het IJmeer.

Van de twee opties die worden aangegeven om de visstand uit te dunnen is met de extensieve variant nog weinig ervaring opgedaan, waardoor op voorhand niet is aan te geven wat het mogelijke resultaat is van een dergelijke aanpak.

De uitdunningsvisserij is nu uitsluitend gericht op brasem. Door alleen brasem weg te vangen zal de dominantie van blankvoorn toenemen. Hierdoor zal de predatiedruk op de driehoeksmosselen sterk toenemen wat als een nadeel is gezien het feit dat de mosselen een belangrijke bijdrage kunnen leveren (zie paragraaf 4.4.3)

Kosten: stichtings- en exploitatiekosten (in f en €)

Om de kosten om de brasemstand uit te dunnen in de Zuidelijke Randmeren is opgedeeld in twee opties. De kosten zijn ingeschat door de heer Manshanden, beroepsvisser, te Medemblik. De heer Manshanden is reeds betrokken geweest bij andere ABB-projecten, waaronder het Wolderwijd.

(1) Intensieve visserij

Een eenmalige intensieve visserij waarbij het brasem bestand wordt gereduceerd tot minder dan 45 kg/ha. Om dit moment wordt de biomassa aan brasem geschat op 110 kg/ha (BEZEM, 2001: Waterkwaliteit van de Zuidelijk Randmeren 1990-1999). Dit betekent dat er minimaal 65 kg/ha aan brasem verwijderd moet worden. Op basis van deze gegevens betekent dit dat er 275 ton brasem verwijderd moet worden. De visserij zal uitgevoerd worden door een combinatie van zegen-, kuil- en pelagische visserijen. De gehele visserij zal 7 tot 8 maanden in beslag nemen. De kosten voor deze eenmalig inspanning bedragen f 410.000 / € 190.000

Om het visbestand na de uitdunningsvisserij op dit lage peil te behouden zal het noodzakelijk zijn om gedurende enkele jaren een herhalingsvisserij uit te voeren. De inspanning zal 1-2 maanden zijn en de kosten bedragen jaarlijks ongeveer f 70.000 / € 32.000

(2) Extensieve visserij

Een extensieve langdurige visserij waarbij jaarlijks 30 tot 40 kg brasem/ha wordt afgevisd. Het oppervlak van de meren is gezamenlijk ca. 4.100 ha. Dit betekent dat totaal 150 ton brasem afgevisd moet worden. De visserij zal uitgevoerd worden met behulp van hoofdzakelijk zegenvisserij en zal ongeveer 3 maanden in beslag nemen. De kosten zijn f 210.000 / € 100.000

Opgemerkt dient te worden dat de opbrengsten van de gevangen vis (de verkoop als pootvis) ten goede komen aan het project. De opbrengst van de vis is sterk afhankelijk van de marktwerking en daarmee is het moeilijk vast te stellen wat de opbrengst zal zijn.


Betrouwbaarheid of onnauwkeurigheid van de bovengenoemde beoordelingen

Actief biologisch beheer is een maatregel die de afgelopen jaren veel is toegepast op verschillende locaties en derhalve is er relatief veel ervaring. Op basis van deze ervaring is er een duidelijk beeld ontstaan over de mogelijkheden en te verwachten resultaten van de maatregelen. Opgemerkt moet worden dat in het evaluatie onderzoek van het RIZA (Meijer & de Boois, 1998) een aantal aanbeveling worden gedaan ten aanzien van nader onderzoek om verschillende aspecten van het ABB verder te onderzoeken.

Inventarisatie of de maatregelen regulier worden uitgevoerd en wanneer

Op de Zuidelijke Randmeren zijn op dit moment nog twee beroepsvissers actief. Door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Visserij en de Verenigde Huurders Schubvis-visrecht Randmeren is een vergunning afgegeven voor het verwijderen van maximaal 100.000 kg brasem en 60.000 kg blankvoorn. Gezien het feit dat er geen controle wordt uitgevoerd ten aanzien van de handhaving van dit quotum is onduidelijk hoeveel brasem daadwerkelijke wordt verwijderd. De genoemde 100.000 kg komt overeen met een "uitdunning" van bijna 25 kg/ha.

5 COLOFON

Opdrachtgever	:	Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied
Project	:	Maatregelen voor verbetering waterkwaliteit Zuidelijke Randmeren
Dossier	:	T8704-01-001
Omvang rapport	:	62 pagina's
Auteur	:	Stephan Jansen, Arjan Budding
Projectleider	:	Wouter Stapel
Projectmanager	:	Jasper Fiselier
Datum	:	23 juli 2001
Naam/Paraaf	:	<i>b/a Krygsmann</i>  Jasper Fiselier
