

directie noord-brabant

KAI114 NB

Waterhuishoudkundige aspecten
van de Binnenschelde

Directie Noord-Brabant
Afdeling ANW
860901

NOTA: WATERHUISHOUDKUNDIGE ASPEKTEN VAN DE BINNENSCHELDE

0) Samenvatting/konklusie

1) Inleiding

2) Waterkwantiteit/waterbalans Binnenschelde

- Neerslag en verdamping
- Kwelverlies
- Doorspoelen afvoerleiding
- Evaluatie

3) Beheersvarianten

- Konstant/peil
- Variabel peil

4) Waterkwaliteit

- Normen
- Verbeteringsmogelijkheden

Bijlage 1: Geraadpleegde notities

Bijlage 2: Berekening lekverlies door kaden

Bijlage 3: Waterkwaliteit Volkerakmeer en Zoommeer bij diverse
doorspoeldebieten

Bijlage 4: Fosfaatbalans

September 1986
ir. E.M.E. Royen
RWS- dir. N-Br.
afd. ANW

0. Samenvatting/Konklusies

In deze notitie wordt een overzicht gegeven van een aantal water-huishoudkundige aspecten van de Binnenschelde. In de Binnenschelde is in verband met de gewenste rekreatieve functie een waterdiepte gewenst van 1,5 m. De goedkoopste manier om dit te realiseren is door het opzetten van het waterpeil tot NAP +1,5 m. Aangezien dit hoger is dan de (grond)waterpeilen in de omgeving zal wegzijging optreden. Wegzijging en andere verliezen moeten worden gekompen-seerd met water van voldoende goede kwaliteit.

Geschat wordt, dat in eerste instantie elk jaar een waterschijf van ca. 1000 mm moet worden aangevuld.

Dit gebeurt ten dele op natuurlijke wijze via het neerslagoverschot 's-winters (250 mm/j). Het restant (750 mm/j ca. 10^6 m^3) dient uit het Zoommeer te worden opgepompt. De wegzijging (ca. 700 mm/j) is in ieder geval te halveren door het afdichten van alle kaden.

Op langere termijn neemt de wegzyging in ieder geval af door het dichtslibben van kaden en bodem.

De processnelheid hiervan is onbekend.

De waterkwaliteit van de Binnenschelde zal bij een peil van NAP +1,50 sterk afhangen van de Zoommeerkwaliteit. Met modelberekeningen is door de Deltadienst (Rijkswaterstaat) getracht een voor-spelling te doen van de te verwachten Zoommeerkwaliteit.

Op basis van deze voorspelling is te verwachten, dat -afgezien van het totaal stikstofgehalte- de Binnenschelde naar aller waar-schijnlijkheid voldoet aan de IMP-basiskwaliteit (o.a. doorzicht 0,5 m). Aan de veiligheidsnorm van doorzicht (1 m), gesteld in het Besluit Hygiëne en Veiligheid van Zwemgelegenheden, wordt zon-der maatregelen niet voldaan. Aangezien in de Binnenschelde fos-faatlimitatie gaat optreden, is het doorzicht eventueel te verbe-teren door de fosfaataanvoer te reduceren. Dit kan door suppletie met grondwater of door defosfatering. Defosfatering biedt de mees-te kans op succes, maar is relatief duur (gekapitaliseerde kosten ca. f.1 à $1,5 \times 10^6$).

De kosten van grondwatersuppletie zijn relatief gering (ca. f.2 x 10^5), maar het succes is twijfelachtig.

N.B.: In het referentieplan, dat in de BCM als richtsnoer voor de betrokkenen werd vastgesteld, zijn het Ministerie van Land-bouw en Visserij en het Ministerie van Verkeer en Water-staat genoemd als kostendrager voor de basisinrichting van de Binnenschelde en wel ieder voor f.1,4 miljoen.

Aangezien de kosten van het doorlaatwerk in de Noordelijke Markiezaatskade voor een deel toegerekend moet worden aan de inrichting van de Binnenschelde resteert een bedrag van ca. f.2,3 miljoen, dat geheel voor inrichtingsplan benodigd is.

Resumerend bestaan er ten aanzien van de waterhuishoudkundige inrichting van de Binnenschelde twee mogelijkheden:

- 1) - In principe Binnenschelde zo goed mogelijk afdichten. Naast Bergse Plaat ook afdichtingen bij de Noordelijke Markiezaatskade en de waterscheiding.
 Hiervoor wordt de wegzijging door de kaden gereduceerd tot ca. 200 mm/j. De totale aanvulling met Zoommeerwater wordt gereduceerd tot 380 mm/j. (ca. 500.000 m³).
 - Door middel van een peilregiem in de Binnenschelde een bufferruimte aanbrengen van ca. 0,30 à 0,40 m (b.v. NAP +1,40 m - NAP + 1,75 m), zodat relatief schoon water kan worden opgeslagen.
 - De aanvoerkapaciteit, zodanig maken, dat in 1 à 2 maanden 500.000 m³ in de Binnenschelde kan worden gebracht.

Resultaat: Binnenschelde-water van IMP-basiskwaliteit te verwachten, dat echter niet voldoet aan de zwemwaternorm.

- * Volgens de huidige maatstaven van de Provincie geen goed zwemwater, maar wel van aanvaardbare kwaliteit (voldoet aan alle normen op één na). Formeel wordt echter niet voldaan aan de in het Referentieplan vastgelegde recreatieve bestemming van de Binnenschelde.

- 2) - Binnenschelde alleen afdichten bij Bergse Plaat (i.v.m. de aldaar geplande woningbouw).
 - Onderzoek (laten) doen naar de kans op succes van grondwatersuppletie of direkt kiezen voor defosfatering.

Resultaat: Bij defosfatering binnenschelde-water van IMP basiskwaliteit te verwachten, dat in gemiddelde omstandigheden voldoet aan de zwemwaternorm.

Gezien de onzekerheden in de modelberekeningen liggen maatregelen of formele funktietoekenningen niet direkt voor de hand. Gezien de relatief gevaarlijke diepte en kans op "oplading" van de bodem, moeten eventuele maatregelen/keuzen m.b.t. "zwemwater" echter kort na de realisatie van de Binnenschelde (1987) worden genomen.

1. Inleiding

In deze notitie wordt een overzicht gegeven van een aantal water-huishoudkundige aspecten van de Binnenschelde. De Binnenschelde heeft een rekreatieve bestemming gekregen. Hieruit vloeien een aantal randvoorwaarden voort:

- 1) - De functies, die zijn toegedacht aan de Binnenschelde zijn voor het merendeel slechts goed te verwezenlijken als de gemiddelde waterdiepte ca. 1,50 m is.
- 2) - Voor het vervullen van een rekreatieve functie moet worden voldaan aan de kwalitatieve eisen, die aan zwemwater worden gesteld en aan de IMP basiskwaliteitseisen.

ad 1:

Het peil van de Binnenschelde is nu ca. NAP. Gebleken is, dat een waterdiepte van ca. 1,50 m het goedkoopst is te realiseren door het waterpeil op te zetten tot NAP +1,50 m.

Het uitdiepen van de Binnenschelde tot NAP -1,50 m, of een combinatie van uitdiepen en peil opzetten bleken m.n. door de kosten van grondverzet niet aantrekkelijk. Om een peil van ca. NAP +1,50 m te handhaven, moeten waterverliezen (b.v. ten gevolge van verdamping of kwel naar de omgeving) worden gecompenseerd (zie hoofdstuk 2).

De kwaliteit van het aan te voeren water moet van dien aard zijn, dat de Binnenschelde aan de kwalitatieve randvoorwaarden blijft voldoen. Wateraanvoermogelijkheden zijn grondwateraanvoer of aanvoer vanuit het Zoommeer (zie hoofdstuk 4). De keuze van de wateraanvoer, de plaats van waterinnamepunten etc. wordt bepaald door kwaliteitsaspecten.

ad 2:

Om te voldoen aan de kwalitatieve eisen dient in ieder geval een aantal lozingen, die tot nu toe via de Binnenschelde op de Oosterschelde werden gebracht in de toekomst op een andere manier plaats te vinden.

Het betreft hier een aantal lozingen met een verschillend karakter en frekwentie van voorkomen, nl.:

- afwatering van min of meer verontreinigd water uit de Augusta-polder;
- riooloverstortwater uit de gemeente Bergen op Zoom (het overstorten van het riool komt in de zomerperiode momenteel ca. 10x voor);
- vrijkomend afvalwater uit de nooduitlaat van de afvalwaterpersleiding, indien de capaciteit van het daarbij behorende (overloop)bassin niet voldoende is.

Dit zal in principe slechts zeer incidenteel (nl. minder dan 1x in 25 jaar, lit. 1) gebeuren.

Al dit min of meer verontreinigd water zal in de toekomst via een afvoerleiding over de Bergse Plaat, waterscheiding en Molenplaat -buiten de Binnenschelde om- worden afgevoerd naar het Zoommeer. Om een redelijke kwaliteit in de afvoerleiding te handhaven en b.v. stankoverlast te voorkomen, moet doorspoeling van de afvoerleiding mogelijk zijn. Verder moet worden nagegaan of doorspoeling van de Binnenschelde zelf noodzakelijk en mogelijk is in verband met de kwaliteitsdoelstelling.

2. Waterbalans Binnenschelde

Neerslag en verdamping

Voor het bepalen van de hoeveelheid neerslag en verdamping en de daaruit af te leiden neerslag- en verdampingsoverschotten is gebruik gemaakt van de KNMI weersoverzichten (lit. 1). Uitgaande van langjarig gemiddelden geldt voor een gemiddelde winterperiode een neerslagoverschot van 250 mm en voor een gemiddelde zomerperiode een verdampingsoverschot van 200 mm. Onder zeer extreme omstandigheden kan het verdampingsoverschot in de zomerperiode oplopen tot 500 mm (zomer 1976). (Indien een peilfluctuatie van 500 mm is toegestaan, heffen neerslagoverschot en verdampingsoverschot elkaar op termijn min of meer op. Vandaar dat b.v. het natuurgebied "Markiezaatsmeer" (geen wegzijging/geen doorspoeling) geen maatregelen vergt. (In principe "regenmodel".))

Kwelverlies

Kwel/wegzijging kan optreden via de bodem en via de kaden. Door de RIJP (lit. 2) is de wegzijging via de bodem berekend met een stationair grondwaterstromingsmodel.

Bij een Binnenschelde van NAP +1,50 m en een gemiddelde stijghoogte in het watervoerend pakket onder de Binnenschelde van NAP +0,50 m bedraagt de neerwaartse grondwaterstroming 0,34 mm/etm. (= 124 mm/j).

Verder is getracht een schatting te maken van wegzijging door de kaden. Afhankelijk van de berekeningsmethode varieert de wegzijging. (zie bijlage 2).

De totale wegzijging door de kaden is, bij afdichting van de Bergse Plaat 580 mm/j. Door de overige kaden ook af te dichten is de wegzijging te reduceren tot ca. 200 mm/j.

Doorspoelen afvoerleiding

Het doorspoelen van de afvoerleiding zou nodig kunnen zijn nadat:

- water via de nooduitlaat van de afvalwaterpersleiding (a.w.p.) overstort
- of na overstort van rioolwater van overstort 11 van Bergen op Zoom.

Door het Hoogheemraadschap West-Brabant is berekend, dat de maximale overstort via de nooduitlaat van de a.w.p. in een zeer uitzonderlijke situatie (frekwentie van voorkomen van minder dan 1x per 25 jaar) ca. 750 m³ kan bedragen. Om deze hoeveelheid op te vangen (en later terug te leiden), wordt een open bergingsbassin van ca. 750 m³ gekreëerd.

In principe moet doorspoeling van de afvoerleiding voor "a.w.p-problemen" mogelijk zijn, maar de frekwentie van voorkomen is van dien aard, dat het niet zinvol lijkt hiervoor extra water op de Binnenschelde op te slaan. Een nood-doorspoeling leidt dan tot een geringe peilafwijking.

Met betrekking tot overstort 11 kan het volgende worden gesteld. De theoretische overstortfrequentie is gemiddeld 11x per jaar. Op termijn zal het aantal theoretische overstort veranderen tot 8x per jaar. Het gemiddeld overstortvolume bedraagt in theorie 2000 m³ (lit. 3). (Momenteel is onderzoek naar de werkelijk optredende overstortfrequentie gaande. Indien het aantal overstorten hoger dan ca. 10 x per jaar blijkt te zijn, zullen maatregelen ter beperking hiervan worden getroffen.).

BZV (Biologisch Zuurstofverbruik) is de belangrijkste vuilparameter van het overstortend water. De gemiddelde BZV-waarde van overstortwater bedraagt volgens het Hoogheemraadschap West-Brabant 65 mg/l (lit. 4). De RIJP gaat uit van hogere gemiddelde waarden nl. 100 - 200 mg/l (lit. 3).

Berekeningen door de RIJP met het Streeter-Phelps model wijzen uit dat een gemiddeld overstort van 2000 m³ naar verwachting geen zuurstofloosheid in de afvoerleiding veroorzaakt bij een gemiddelde zomerafvoer uit de Augustapolder. Uitgaande van 2x de gemiddelde zomerdagafvoer uit de Augustapolder -hetgeen na buien, die tot overstorting leiden niet irreëel lijkt- wordt binnen één dag ook volgens de berekeningsmethode, die het Hoogheemraadschap hanteert, de BZV gereduceerd tot onder de door het Hoogheemraadschap toelaatbare geachte norm (van 5 mg/l).

Uitgaande van een normale verdeling (evenveel overstorten onder én boven het gemiddelde) zouden maximaal ca. 4 overstorten per jaar aanleiding geven tot doorspoeling.

Daar er, gelet op de dimensies van de sloot ($A = 8 \text{ m}^2$), tijdens het doorspoelen meer sprake zal zijn van een verdringen van de vuilprop dan van een daadwerkelijke verdunning, kan volstaan worden met het op redelijke termijn verversen van de slootinhoud (ca. 54000 m³ in 1/2 dag).

Voor het doorspoelen zou dan maximaal ca. 200.000 m³ per jaar beschikbaar moeten zijn en wel met name in de zomerperiode. Dit is uitgaande van een Binnenschelde-oppervlak van 183 ha 110 mm.

Evaluatie

Uitgaande van een peil van NAP +1,50 m, hetgeen overeenkomt met een gemiddelde waterdiepte van 1,45 m en een Binnenschelde-oppervlak van 183 ha is een waterbalans op te stellen voor de winter- en zomerperiode.

	alleen afdichting Bergse Plaat	met volledige afdichting kaden
<u>Winterperiode</u>		
in : gemiddeld neerslagoverschot	+ 250 mm	+ 250 mm
uit: wegzijging via bodem	- 60 mm	- 60 mm
uit: wegzijging via kaden	- 290 mm	- 100 mm
	- 100 mm	+ 90 mm
<u>Zomerperiode</u>		
uit: gemiddeld verdampingoverschot	- 200 mm	- 200 mm
uit: wegzijging via bodem	- 60 mm	- 60 mm
uit: wegzijging via kaden	- 290 mm	- 100 mm
uit: doorspoeling	- 110 mm	- 110 mm
	- 660 mm	- 470 mm

Op jaarbasis zou gemiddeld, indien het neerslagoverschot benut kan worden, ca. 750 mm moeten worden aangevoerd. De verblijftijd van een waterdeeltje is 1 à 2 jaar.

Gerealiseerd dient te worden, dat een aantal balansfactoren min of meer aan elkaar gekoppeld zijn. Zo ligt de combinatie van een zeer droge zomer (hoog verdampingoverschot) en 5 extreme buien, die tot overstorting leiden niet voor de hand.

Een relatief hoog verdampingoverschot wordt dan ten dele opgevangen door een relatief laag doorspoeldebiet. De wegzijging zal over het jaar vrijwel konstant zijn, omdat het freatisch vlak en de stijghoogte rond en onder de Binnenschelde nauwelijks in de loop van het jaar wijzigt. Op langere termijn zal de wegzijging afnemen, omdat door dichtslibbing van kaden en bodem de weerstand tegen wegzijging toeneemt.

Door een aantal maatregelen c.q. beleidskeuzen (zoals volledige kadeafdichting of niet doorspoelen) is de in te laten hoeveelheid te beperken (in casu met 380 mm/j en 110 mm/j tot 270 mm/j).

Dit leidt tot een beperking van de pompkosten, indien uit kwalitatief oogpunt geen doorspoeling van de Binnenschelde nodig is (zie bijlage 4).

3. Beheersvarianten

In principe kan strikt vastgehouden worden aan een vast peil (NAP +1,50 m) of er kan gekozen worden voor een peilfluctuatie met b.v. NAP +1,50 m als gemiddelde waarde of als ondergrens.

Konstant peil

Het strikt vasthouden aan een vast peil, leidt ertoe dat 's-winters relatief schoon regenwater zou worden afgelaten. Op jaarbasis moet dan bij volledige afdichting van de kaden een waterschijf van 90 mm/j (ca. 160.000 m³) extra worden aangevoerd.

Het effect van afdichting wordt hierdoor ten dele teniet gedaan.

Verder moeten bij het strikt vasthouden aan een vast peil ook de aanvoermiddelen gedimensioneerd worden op het voor doorspoeling benodigd debiet (i.c. 45.000 m³ in een halve dag).

Er bestaat dan geen mogelijkheid om in perioden waarin water van voldoende kwaliteit beschikbaar is, dit water op de Binnenschelde op te slaan.

Het strikt vasthouden aan een vast peil is derhalve niet aan te raden.

Variabel peil

Om een indruk te krijgen van de mogelijke peilfluctuaties worden 3 varianten opgesteld, uitgaande van:

- 1) minimale peilvariatie bij benutting neerslagcapaciteit;
- 2) minimale aanvoercapaciteit;
- 3) optimale waterkwaliteit.

ad 1:

Uitgaande van volledige benutting van het neerslagoverschot in de winter moet het peil in de winterperiode 100 mm kunnen oplopen. In de zomerperiode wordt het waterverlies gelijkmatig aangevuld, zodat op het eind van de zomer de beginstand weer is bereikt. De peilfluctuatie is 50 mm t.o.v. een gemiddelde stand (b.v. NAP +1,55 m). De waterkwaliteit van de Binnenschelde wordt dan, zonder maatregelen, sterk bepaald door de Zoommeerkwaliteit in de zomer.

ad 2:

Bij gelijkmatig over het jaar verdeelde aanvoer is de peilfluctuatie 280 mm (d.w.z. ± 140 mm t.o.v. een gemiddelde stand). Een gelijkmatig over het jaar verdeelde aanvoer leidt tot een capaciteitsbeperking van aanvoermiddelen.

De waterkwaliteit kan dan geschat worden uit de gemiddelde Zoommeerkwaliteit en de regenwaterkwaliteit (zie tabel 4).

ad 3:

Om een maximale waterkwaliteit te bereiken, zou water ingelaten moeten worden, wanneer de Zoommeerkwaliteit optimaal is. In het meest extreme geval kan gedacht worden aan het opzetten van het peil in het voorjaar (in b.v. 2 maanden) tot ca. 500 mm boven de minimale gewenste stand. In de zomer hoeft dan geen water te worden ingelaten. Dit levert een peilfluctuatie van ± 250 mm t.o.v. een gemiddeld stand en vergt een aanvoerkapaciteit van ca. 15.000 m³/d. De waterkwaliteit kan hierdoor aanmerkelijk verbeteren. Bij een fosfaatgehalte van 0,195 mg/l - $\pm$ 0,65 mg/l kan voor het ingelaten Zoommeer-water rekening worden gehouden meteen fosfaatgehalte van ca. 0,150 mg/l (zie bijlage 3).

Bij volledige kadeafdichting kan de peilfluctuatie worden teruggebracht of kan in kortere tijd dan relatief schoon water worden ingelaten, waarbij nog lagere fosfaatwaarde (tot 0,13 mg/l) kunnen worden gerealiseerd (zie hoofdstuk 4).

Door de RIJP (lit. 1) is een globale kostenraming gemaakt voor verschillende peilen.

Beschouwd zijn hierbij de maximale aanlegkosten voor de aanpassing van de kaden, het aanbrengen van een kwelsloot en het leggen van een drain. De exploitatiekosten zijn buiten beschouwing gebleven, omdat daarvan werd ingeschat, dat deze relatief gering en niet van doorslaggevend betekenis zijn.

De geraamde kosten voor de verschillende peilen waren:

- NAP +0,50 m:	f. 375.000,--	
- NAP +1,00 m:	f. 815.000,--	440.000 per 0,5 m +
- NAP +1,50 m:	f. 1.220.000,--	405.000 per 0,5 m +

Aangezien kaden etc. op de maximale peilen worden gedimensioneerd zou de variant met maximale peilfluctuatie voor 150.000 à 200.000 duurder zijn dan de variant met minimale peilfluctuatie (bij NAP +1,50 m als gemiddelde stand). Deze kosten vormen een ondergens, omdat bij peilfluctuatie ook een bredere c.q. duurdere oeververdediging nodig is.

Het lijkt zinvol in de winter en het voorjaar relatief schoon regen- en Zoommeerwater te bufferen. Een fluctuatie van ± 200 mm lijkt hierbij het maximaal verantwoorde. Daarna ligt zuivering meer voor de hand (zie § 4).

De aanvoermiddelen moet redelijk gedimensioneerd worden (b.v. 200 l/s) om in korte tijd relatief schoon water aan te trekken.

4. Waterkwaliteit

- Normen -----

In principe dient er door Rijkswaterstaat voor gezorgd te worden, dat de kwaliteit van de Binnenschelde minstens voldoet aan de kwaliteit van de "andere grote wateren" (zoals Volkerak en Zoommeer).

Door de afleiding van de afwatering van de Augustapolder (inclusief riooloverstorten), het optimaal benutten van regenwater en relatief schoon Zoommeerwater en het creëren van een doorspoelmogelijkheid wordt hieraan voldaan.

Daarnaast moet worden nagegaan of de Binnenschelde voldoet aan de diverse functie-eisen nl. de IMP-basiskwaliteit en de zwemwaternormen.

De kwaliteit van het Binnenscheldewater hangt sterk af van de kwaliteit van het Zoommeerwater (zie bijlage 3).

In een eerder stadium is door de Deltadienst getracht een voorspelling te doen van de te verwachten Zoommeerkwaliteit (lit. 9). Door deze voorspelling te koppelen aan CUWVO-gegevens (lit. 10) is een indruk te krijgen van een mogelijke Binnenscheldekwaliteit. In het CUWVO-onderzoek zijn op basis van metingen in een vijftigtal meren relaties vastgelegd. Gezien het grote aantal variabelen, dat het ecosysteem bepaalt, geeft de CUWVO benadering in feite alleen een "meest aannemelijk beeld". Over de onzekerheid in de resultaten is, gezien het karakter van het CUWVO-model geen kwantitatieve analyse te maken (lit. 11).

Bij toetsing aan de IMP-norm mag verwacht worden, dat:

- aan de IMP-norm voor totaal stikstof (2 mg N/l in het zomerhalfjaar) niet wordt voldaan;
- de IMP-norm voor zuurstof, ammonium en pH wordt gehaald;
- door regenwater en selectieve inname het totaal fosfaatgehalte lager zal zijn dan in het Zoommeer (0,195 na P/l) nl. afhankelijk van de mate van buffering 0,15 à 0,13 mg/l, hetgeen voldoet aan de IMP-norm;
- in de Binnenschelde in tegenstelling tot het Zoommeer fosfaatlimitatie optreedt (i.p.v. lichtlimitatie);
- het chlorophylgehalte daardoor rond de IMP-norm (0,1 mg/l) schommelt;
- het doorzicht juist aan de IMP-norm (> 0,5 m) kan voldoen, maar zeker niet aan de zwemwaternorm (> 1 m);
- door de afleiding van de afwatering van de Augustapolder (inclusief riooloverstorten) in eerste instantie geen bacteriologische problemen te verwachten zijn met betrekking tot de grondstof water.

Hierbij is tot dusver geen rekening gehouden met een evt. fosfaatllevering uit het bodemslib. Gezien de gemiddelde kwelsituatie in het verleden is onduidelijk of de bodem met fosfaat is opgeladen.

- Verbeteringsmogelijkheden

Gezien de fosfaatlimitatie ligt onderzoek/beperking van fosfor voor de hand. Een evt. (verdere) oplading van de bodem moet worden voorkomen.

In principe zijn er twee min of meer reële verbeteringsmogelijkheden buiten verandering in de inrichting van de Binnenschelde:

- 1) suppletie met grondwater;
- 2) suppletie met gedefosfateerd water.

Een derde, niet nader uitgewerkt mogelijkheid is om via beheersmaatregelen m.b.t. visstand, riet- en biezenvelden etc. de algengroei in toom te houden.

ad 1:

Het Provinciale Grondwaterbeleid is erop gericht de voorraad zoet grondwater zoveel mogelijk intact te laten. De jaarlijkse winbare hoeveelheid wordt in principe zoveel mogelijk toegekend aan die doelen, die met name aangewezen zijn op relatief schoon water (drinkwatervoorziening/sommige industriën). Over brak of zout grondwater is in het algemeen zonder problemen te beschikken.

Het gebruik van grondwater leidt tot een beperking van het fosfaatgehalte. In het water komen dan echter veel andere voedingsstoffen (zouten) voor, die kunnen leiden tot een apart eco-systeem waarbij ook algengroei optreedt.

Betwijfeld wordt of na grondwatersuppletie daadwerkelijk aan de doorzichtnorm wordt voldaan. Suppletie met (brak) grondwater heeft daarnaast als secundair nadeel enige verzilting van de omgeving in een met veel inspanning zoet gemaakt gebied. Afvoer van brak water (via de sloot, die onder meer een aantal riooloverstorten moet verwerken) is geen probleem.

De investeringskosten van de grondwateroptie (proefopstelling en 2 of 3 filters met vaste pompopstelling) worden geraamd op ca. f.150.000,-- (lit. 8). Afhankelijk van de afdichting van de kaden komen hierbij nog ca. f.5 à f.10.000,-- exploitatiekosten.

ad 2:

Om te voldoen aan de doorzichtnorm van 1 m is een chlorophylgehalte nodig van kleiner dan 28 mg/m³ en een totaal fosfaatgehalte van kleiner dan 0,05 mg/l. Door suppletie met gedefosfateerd water wordt op langere termijn nalevering uit de bodem, indien al optredend, teniet gedaan.

Afhankelijk van de afdichting van de kaden zijn de te suppletteren hoeveelheden water te bepalen (zie bijlage 4). Volledige afsluiting is niet aan te raden, omdat dan uit kwaliteitsoogpunt doorspoeling nodig is. Het effect van afdichting -beperking van de aan te voeren hoeveelheden water onder normale omstandigheden zonder doorspoeling van de afleidingssloot- wordt hierdoor teniet gedaan.

Uitgaande van de CUWVO-norm ($P_{\max} = 0,05 \text{ à } 0,10 \text{ mg P/l}$) en de gemeten regenwaterkwaliteit van b.v. de Biesbosch (volgens RIVM $0,12 \text{ mg P/l}$) moet om in het geval van de Binnenschelde te voldoen aan de doorzichtnorm regenwater in principe "verdund" worden met gedefosfateerd Zoommeerwater.

De kosten voor een eenvoudige defosfateringsinstallatie zijn af te leiden uit vergelijkbare projecten (Geerplas/Nieuwkoopse plassen). De investeringskosten zijn ca. f.3 à 400.000,-- (Geerplas f.100.000,-- voor 100.000 m^3 ; Nieuwkoopse plassen f.1.000.000,-- voor $3,8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$). De exploitatiekosten zijn ca. f.50.000,-- per jaar.

Om het proces goed te laten verlopen, is enig ruimtebeslag op de Molenplaat nodig. Mogelijkerwijs dat een en ander in combinatie met een toch te bouwen pomp/gemaal goedkoper is.

Voor de volledigheid worden als andere "verbeteringsmogelijkheden" vermeld:

- een Binnenschelde-peil van NAP +0,5 m en een Binnenscheldebodem op NAP -1,0 m. Hierdoor wordt een "regenmodel" gerealiseerd, waarbij mogelijk (zie par. 2) aan de doorzichtnorm wordt voldaan (ruim 1×10^6 grondverzet à f.5,-- per m^3);
- een verdere compartimentering binnen de Binnenschelde, waarbij slechts een beperkte strook een zwemwaterfunctie heeft. Hierdoor is een beperking van de verblijftijd van water mogelijk en worden eventueel exploitatiekosten verminderd. Naast extra compartimenteringskosten dient hierbij te worden gerealiseerd dat in de Binnenschelde ten dele de recreatieve functie vervalt.

BIJLAGE 1Geraadpleegde notities

1. H.A. van Manen, RIJP juni 1984, 1984-135 Abw werkdokument: De invloed van drie peilvarianten (NAP .+0,5, +1,0 en +1,5 m) in de Binnenschelde nabij Bergen op Zoom, op:
 - De waterbalans en het peilbeheer van het meer.
 - De aanpassing van de kaden en de waterhuishouding van de Bergse Plaat en de Waterscheiding.
2. A. Overwater en E. Schultz, RIJP-rapport 1981- 12 Abw.
Een mathematisch model ter bepaling van stijghoogte en kwel.
3. J.C. van der Perk, RIJP afdeling Delta Zonnemaire 22/2/84 + 22/4/84.
Aanpassingswerken ten behoeve van de afwatering van de Augusta-polder c.a. te Bergen op Zoom.
4. Hoogheemraadschap West-Brabant nr. 132363, 25/2/85.
Berekening doorspoelkapaciteit afvoerleiding.
5. J.C. van der Perk, RIJP, afd. Delta.
Inrichting Binnenschelde.
6. Rijkswaterstaat, directie Zeeland, maart 1986.
Het waterbeheer in het Zoommeer na 1987 (koncept-nota).
7. RIJP nota nr. Abw 7449, 10/4/86.
Waterkwaliteitsaspecten Binnenschelde.
8. RIJP nota nr. Abw 7213, 7/4/86.
Advies watervoorziening Binnenschelde.
9. GTM van Eck, Rijkswaterstaat Deltadienst nota DDMI 84.26.
Nutriëntengehalten en algenbiomassa in het toekomstig Volkerakmeer en Zoommeer.
10. Rijkswaterstaat, RIZA, CUWVO VI, november 1980.
Ontwikkeling van grenswaarden voor doorzicht, chlorophyl, fosfaat en stikstof.
11. GTM van Eck, J.P.G. van de Kamer, J.P.F. Pieters Rijkswaterstaat Deltadienst Hoofdafdeling Milieu en Inrichting.
De waterkwaliteit van het toekomstige Volkerakmeer, Zoommeer en Markiezaatsmeer.
H₂O (19) 1986 nr. 6.

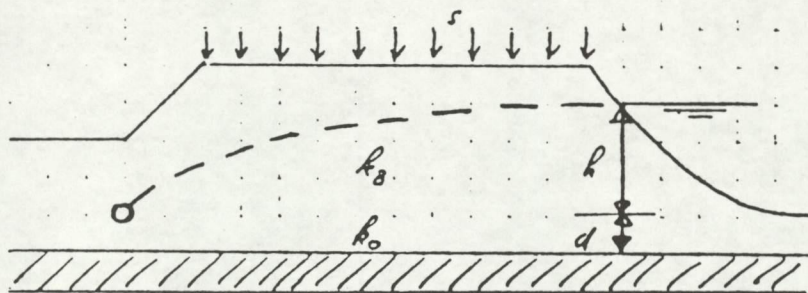
BIJLAGE 2: Berekening lekverlies door kaden.

Mogelijk is een bovenbenadering (m.b.v. de formule van Hooghoudt, waarmee in feite de "dijkteendrainage" wordt berekend) of een onderbenadering (m.b.v. de formule van Dupuit, waarmee stroming door een breed grondlichaam wordt berekend). In overleg met de RIJP is besloten tot toepassing van de formule van Hooghoudt met een reductiefactor 0,75.

Formule van Hooghoudt:

$$s = 8 k_d h + 4 k_s h^2 / 2L^2$$

$$Q = s. \times L$$



Uitgaande van de door de RIJP verstrekte bodemparameters ($k_a = 6$ M/D en $\alpha = 1$ M/D) en diepte van de slecht doorlatende laag (Bergse Plaat NAP -0,5 m; Noordelijke Markiezaatskade en waterscheiding NAP -2,5 m) is het lekverlies door de kaden te berekenen.

Via de Bergse Plaat zou $0,75 \times 1 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{D}$ weglekken, via de Noordelijke Markiezaatskade en de waterscheiding $0,75 \times 1,8 \text{ m}^3/\text{m}^1/\text{D}$. Door afdichting met folies is het lekverlies met ca. 80% te reduceren.

(In verband met mogelijke problemen bij woningbouw op de Bergse Plaat wordt afdichting van de Bergse Plaat (kosten volgens de RIJP ca. f.50.000,-- in ieder geval uitgevoerd).

Het lekverlies op jaarbasis bedraagt dan:

via Bergse Plaat $1800 \times 0,75 \times 0,2 \times 365 \times 10^3/183 \times 10^4 = 54 \text{ mm/j}$

via overige kaden $1950 \times 0,75 \times 1,8 \times 365 \times 10^3/183 \times 10^4 = 535 \text{ mm/j}$.

Via afdichting van de overige kaden -hetgeen door de diepere ligging van de slecht doorlatende laag duurder en moeilijker te realiseren is dan bij de Bergse Plaat- is het lekverlies te reduceren tot ca. 200 mm/j.

Waterkwaliteit Volkerakmeer en Zoommeer bij diverse doorspoel-
debieten.

	Volkerakmeer			Zoommeer		
	+0 m ³ /s	+50 m ³ /s	+100 m ³ /s	+0 m ³ /s	+50 m ³ /s	+100 m ³ /s
pH in s.e.*	8,45±0,25	8,35±0,30	8,25±0,30	8,35±0,20	7,95±0,15	7,80±0,15
zuurstofver- zadiging in %	103 ± 8	106 ± 13	106 ± 13	102 ± 7	97 ± 5	91 ± 6
ammonium in mgN/l	0,30±0,20	0,40±0,25	0,50±0,30	0,15±0,15	0,30±0,15	0,40±0,20
nitraat in mgN/l	3,9 ± 0,9	3,9 ± 0,7	3,9 ± 0,7	3,4 ± 0,9	3,9 ± 0,8	4,0 ± 0,7
part.stikstof in mgN/l	0,55±0,25	0,55±0,35	0,45±0,25	0,55±0,30	0,45±0,25	0,30±0,15
totaal stik- stof in mgN/l	5,2 ± 1,2	5,5 ± 1,0	5,6 ± 1,0	4,4 ± 1,1	5,2 ± 1,0	5,4 ± 1,0
orthofosfaat in µgP/l	190 ± 90	230 ± 90	260 ± 85	135 ± 70	225 ± 80	260 ± 80
part. fosfor in µgP/l	75 ± 20	85 ± 30	80 ± 25	60 ± 20	60 ± 15	55 ± 15
tot. fosfor in µgP/l	260 ± 85	310 ± 80	335 ± 80	195 ± 65	280 ± 75	310 ± 75
silicium in mgSi/l	1,05±1,20	1,30±1,30	1,55±1,35	0,95±1,10	1,35±1,30	1,60±1,35
chlorofyl in µg/l	80 ± 45	85 ± 55	75 ± 45	58 ± 45	70 ± 40	55 ± 30
doorzicht in m	1,05±0,20	1,05±0,15	1,10±0,15	1,25±0,20	1,10±0,15	1,20±0,15
BOD in mgO ₂ /l	2,3 ± 0,9	3,2 ± 1,0	3,7 ± 1,1	1,4 ± 0,8	2,3 ± 0,8	3,0 ± 1,0
verblijftijd in dagen	57	29	19	40	13	8

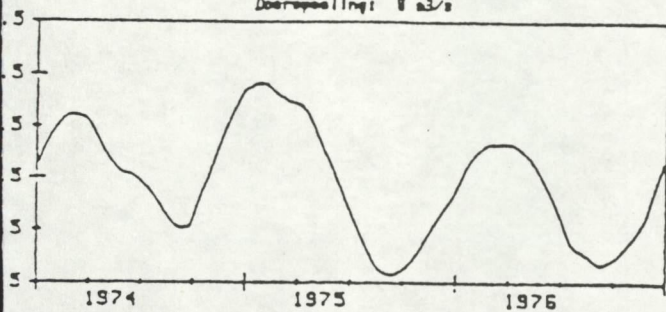
* vermeld zijn telkens het gemiddelde van de 108 decade waarden voor 1974 t/m 1976 met standaarddeviatie.

Bron: Koncept/studierapport: Het waterbeheer in het Zoommeer na 1987
RWS dir. Zeeland.

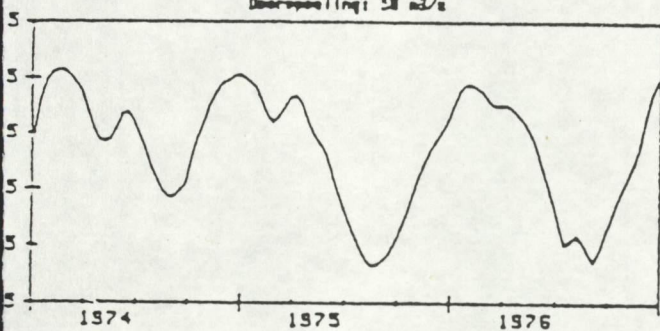
N.B. In de eindversie van dit rapprt zijn alleen de gemiddelde
waarden opgenomen.

Totaal stikstof in mg N/l Zoommeer

Doorroeping: 8 m/s

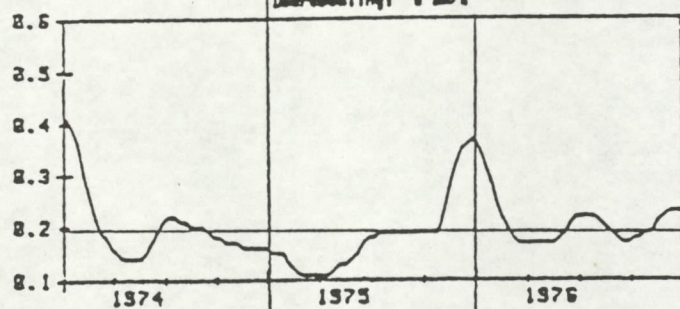


Doorroeping: 50 m/s

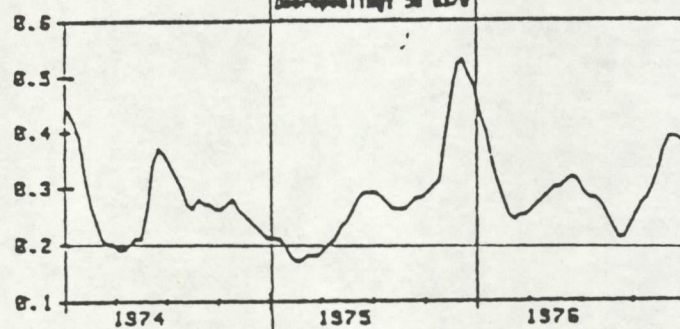


Totaal fosfaat in mg P/l Zoommeer

Doorroeping: 8 m/s

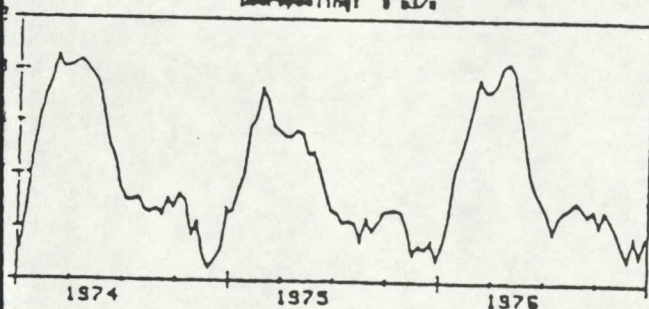


Doorroeping: 50 m/s

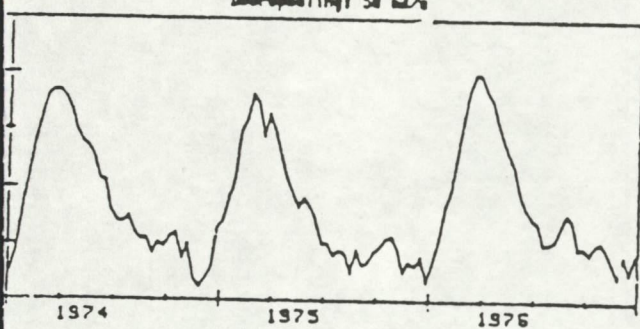


Chlorofyl in ug /l Zoommeer

Doorroeping: 8 m/s

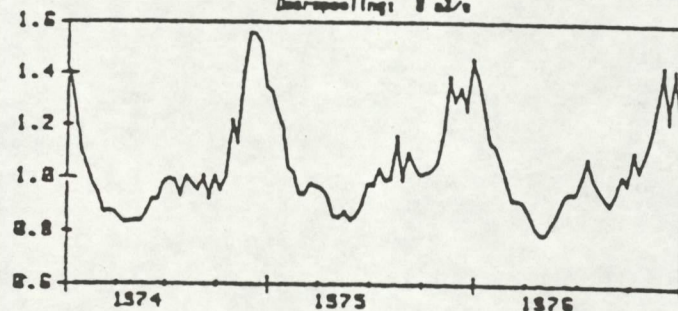


Doorroeping: 50 m/s

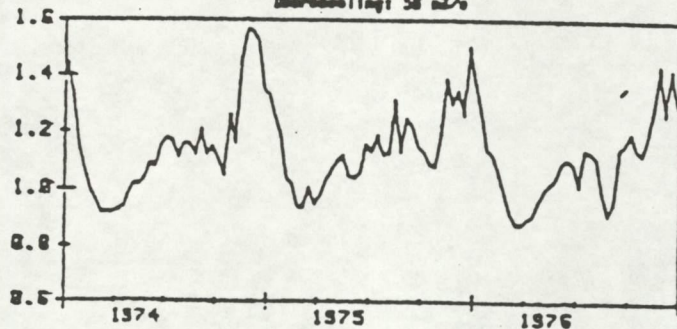


Doorzicht in m Zoommeer

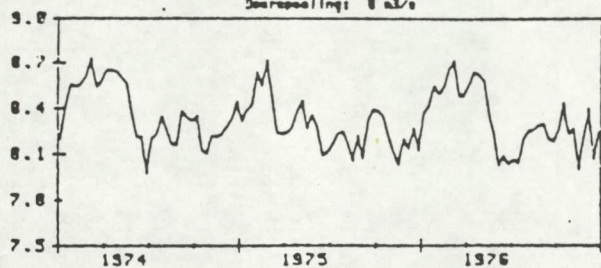
Doorroeping: 8 m/s



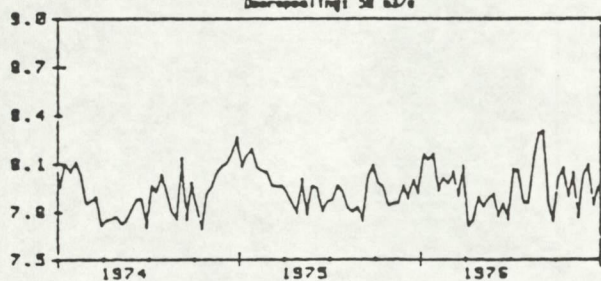
Doorroeping: 50 m/s



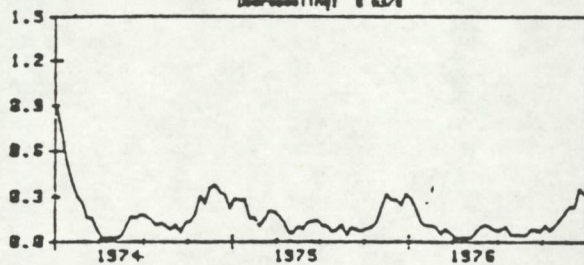
pH in e.e. Zoomeer
Doorspoelings: 8 nl/s



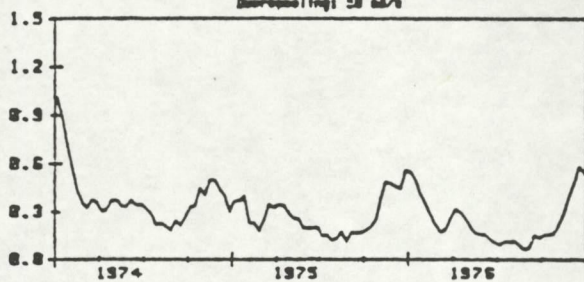
Doorspoelings: 50 nl/s



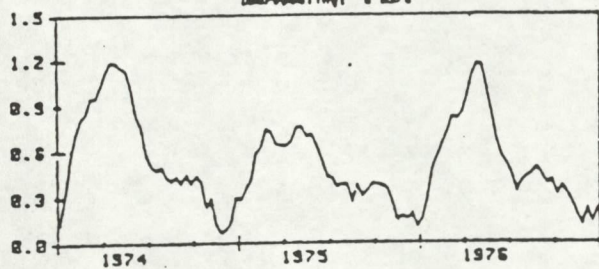
Ammonium in mg N/l Zoomeer
Doorspoelings: 8 nl/s



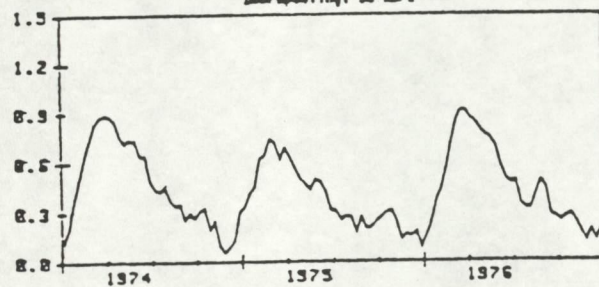
Doorspoelings: 50 nl/s



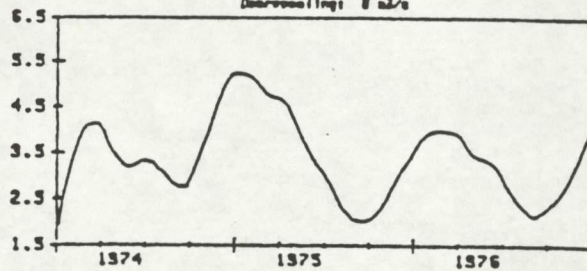
Particulair stikstof in mg N/l Zoomeer
Doorspoelings: 8 nl/s



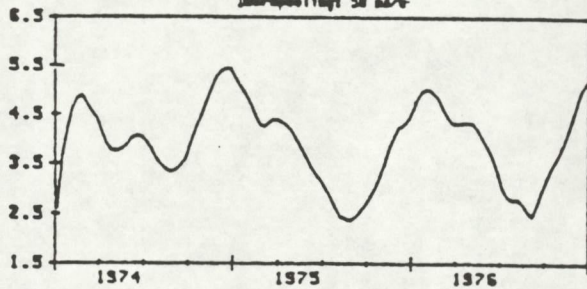
Doorspoelings: 50 nl/s



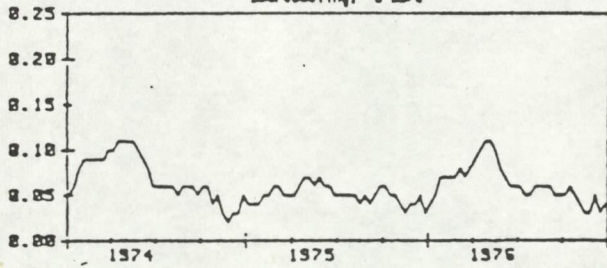
Nitriet in mg N/l Zoomeer
Doorspoelings: 8 nl/s



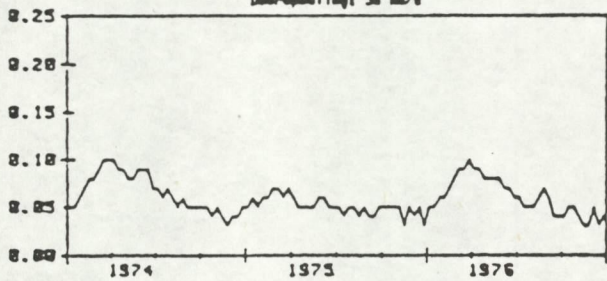
Doorspoelings: 50 nl/s



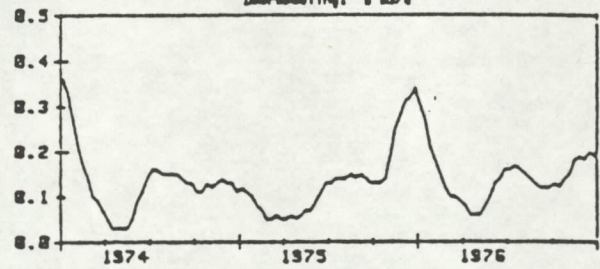
Particulair fosfaat in mg P/l Zoonmeer
Doorspoelings: 8 nl/s



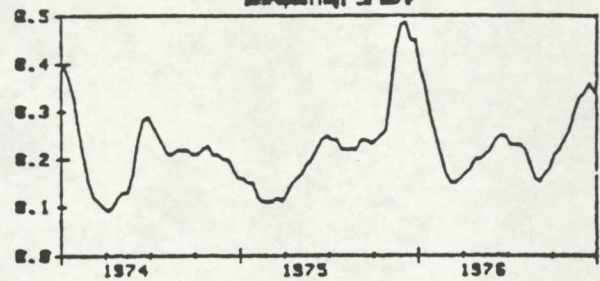
Doorspoelings: 50 nl/s



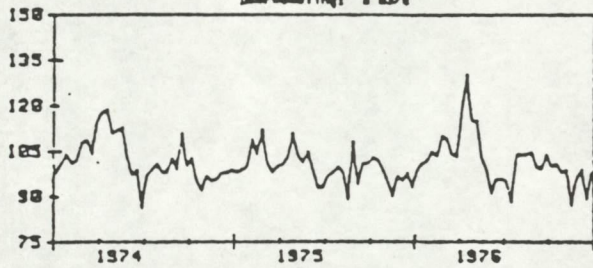
Orthofosfaat in mg P/l Zoonmeer
Doorspoelings: 8 nl/s



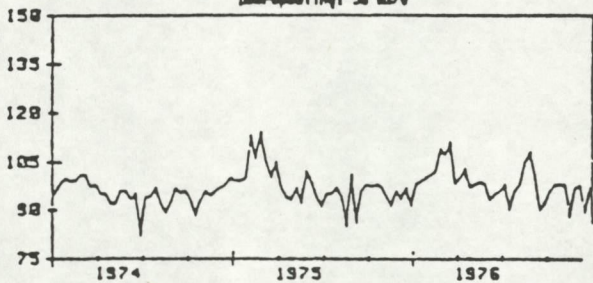
Doorspoelings: 50 nl/s



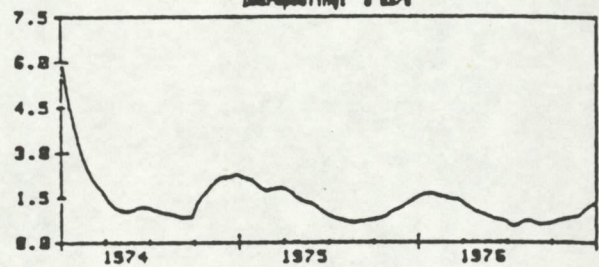
Zuurstofverzadiging in % Zoonmeer
Doorspoelings: 8 nl/s



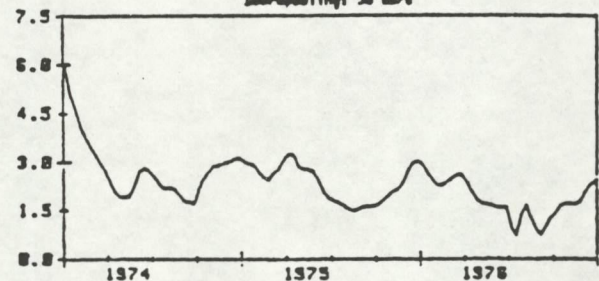
Doorspoelings: 50 nl/s



BOD in mg O2/l Zoonmeer
Doorspoelings: 8 nl/s



Doorspoelings: 50 nl/s



BIJLAGE 4: Fosfaatbalans

- 1) Defosfatering zonder waterbeperkende maatregelen en zonder doorspoeling.

Bij inlaat is via defosfatering een beginsituatie in te stellen b.v. 1500 mm waterschijf P 0,08 mg/L (doorzicht ca. 1 m).

Uitgaande van het gelijktijdig gemiddelde over het jaar optreden van verdamping is een fosfaatbalans in te schatten.

Stel: 1500 mm P=0,08:

- uit via wegzijging 700 mm P = 0,08 resteert 800 mm P = 0,08 mg/l
- uit via verdamping 700 mm P = 0 resteert 100 mm P = 0,64 mg/l
- uit via verdamping 700 mm P = 0 resteert 800 mm P = 0,15 mg/l
- uit via wegzijging 700 mm P = 0,15 resteert 100 mm P = 0,15 mg/l

Bij gelijktijdig optreden is de eindconcentratie dan ca. 0,4 mg/l.

Aanvulling over het jaar van een waterschijf van 1400 mm met een gemiddeld fosfaatgehalte van 0,057 mg P/l is dan nodig.

Indien P_n is 0,06 à 0,07 mg P/l (RIJP) (P_n = fosfaatgehalte in neerslag), dan is -gesteld dat de fosfatering mogelijk tot 0,05 mg P/l- te volstaan met aanvulling met defosfateerd water zonder extra doorspoeling.

$$\frac{100 \times 0,40 + 750 \times 0,065 + 650 \times 0,05}{1500} = 0,08$$

Indien P_n is 0,12 mg P/l (gemeten mediaan door RIVM in de Biesbosch), dan is in principe naast aanvulling extra doorspoeling nodig (in feite extra verdunning van regenwater).

$$\frac{100 \times 0,40 + 750 \times 0,12 + 650 \times 0,05}{1500} = 0,11$$

Aflaten water met P tussen 0,08 en 0,11 mg/l

Inlaten water met P 0,05 mg/l

Bij benadering 750 mm extra doorspoelen.

De benadering met extra doorspoeling is reëel. De noodzaak van defosfatering staat in feite nauwelijks nog ter discussie (tenzij de Delta-dienst een faktor 2 fout zit in de voorspelling van het fosfaatgehalte). Gezien het CUWVO-advies voor doorzicht van 1 m ($P_{\max} = 0,06$ mg/l) en het DBW/RIZA-advies ($P_{\max} = 0,05$ à 0,10 mg/l). Er is tot dusver nog geen rekening gehouden met bodemprocessen en verontreiniging door recreanten.

2) Fosfaatbalans met waterbeperkende maatregelen.

Stel 1500 mm P 0,08

- uit via wegzijging 380 mm P = 0,08 resteert 1120 mm P = 0,08
- uit via verdamping 700 mm P = 0 resteert 420 mm P = 0,21
- uit via verdamping 700 mm P = 0 resteert 800 mm P = 0,15
- uit via wegzijging 380 mm P = 0,15 resteert 420 mm P = 0,15

Bij gelijktijdig optreden is de eindconcentratie dan ca 0,18 mg P/l.

Aanvulling over het jaar van een waterschijf van 1080 mm met een gemiddeld fosfaatgehalte van 0,04 mg P/l is dan nodig.

Stel: $P_n = 0,06 \text{ à } 0,07$

Dan is in principe naast aanvulling extra doorspoeling nodig.

$$\frac{420 \times 0,18 + 750 \times 0,065 + 330 \times 0,05}{1500} = 0,09$$

Aflaten water met P tussen 0,09 en 0,08 mg/l

Inlaten water met P 0,05 mg/l

en wel bij benadering ca. 270 mm.

De besparing op aanvoer is minimaal, omdat nu uit kwaliteitsoverwegingen moet worden doorgespoeld.

N.B. Stel $P_n = 0,12$

dan is in principe naast aanvulling ook extra doorspoeling nodig

$$\frac{420 \times 0,18 + 750 \times 0,12 + 330 \times 0,05}{1500} = 0,012 \text{ mg/l}$$

Aflaten water met P tussen 0,08 en 0,12 mg/l

Inlaten water met P 0,05 mg/l

en wel bij benadering 880 mm extra doorspoeling.