

**Algemene verspreiding**

**(Contractnummer: 991575)**

**Beste Beschikbare Technieken (BBT)  
voor de Zwembaden**

**Eindrapport**

**Liesbet Van den Abeele, Peter Vercaemst en Roger Dijkmans**

**Studie uitgevoerd door het Vlaams Kenniscentrum  
voor Beste Beschikbare Technieken (Vito)  
in opdracht van het Vlaams Gewest**

**2000/IMS/R/003**

**Vito**

**Januari 2000**

# INHOUD

INHOUD.....	2
TEN GELEIDE.....	4
SAMENVATTING.....	6
ABSTRACT .....	8
HOOFDSTUK 1: INLEIDING.....	9
1.1 Beste beschikbare Technieken in Vlaanderen .....	9
1.2 BBT-studie “Zwembaden” .....	11
HOOFDSTUK 2: SECTORSTUDIE .....	13
2.1 Afbakening en omschrijving van de sector .....	13
2.2 Socio-economische studie.....	14
2.3 Milieu-juridische aspecten.....	18
2.4 Overzicht buitenlandse wetgeving .....	21
HOOFDSTUK 3: PROCESBESCHRIJVING EN MILIEUPROBLEMATIEK.....	22
3.1 Circulatie van het water in het bad .....	23
3.2 Toevoer van extra water .....	25
3.3 Haarvanger .....	25
3.4 pH-correctie.....	26
3.5 Coagulatie en flocculatie .....	26
3.6 Filtratie .....	27
3.7 Desinfectie.....	29
3.8 Oxidatie .....	30
3.9 Toevoeging andere chemicaliën .....	31
3.10 Opwarmen van lokalen en zwembadwater.....	31
3.11 Reiniging van zwembad en ruimten .....	32
3.12 Meet- en regeltechniek.....	33
3.13 Samenvatting milieuaspecten van de sector .....	33
3.14 Besluit.....	40
HOOFDSTUK 4: BESCHIKBARE MILIEUVRIENDELIJKE TECHNIEKEN .....	41
4.1 Zwembad .....	41
4.2 Watertoevoer .....	43
4.3 Koolstofdioxide als pH-correctiemiddel.....	44
4.4 Coagulatie en flocculatie .....	45
4.5 Filtratie .....	45
4.6 Desinfectie en oxidatie .....	46
4.7 Warmteopwekking.....	50
4.8 Meet- en regeltechniek .....	50
4.9 Nieuwe processtappen: verwijderen van chlooramines .....	51
4.10 Nieuwe processtappen: behandeling van het afvalwater .....	53
4.11 Nieuwe processtappen: hergebruik van spoelwater .....	54
HOOFDSTUK 5: SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN (BBT) .....	57
5.1 Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken.....	57
5.2 Conclusies.....	66

HOOFDSTUK 6: VERGUNNINGSVOORWAARDEN OP BASIS VAN BBT.....	69
6.1 Inleiding.....	69
6.2 Evaluatie van de Vlarem-regelgeving.....	69
HOOFDSTUK 7: SUGGESTIES VOOR VERDER ONDERZOEK .....	75
7.1 Samenstelling afvalwater .....	75
7.2 AOX-verwijdering door waterbehandeling.....	75
7.3 Opvolgen van omgekeerde osmose installaties in zwembaden.....	75
7.4 Onderzoek naar alternatieve desinfectiemiddelen .....	76
BIBLIOGRAFIE.....	77
LIJST VAN AFKORTINGEN.....	80
BEGRIPPENLIJST.....	81
BIJLAGEN .....	85

## TEN GELEIDE

In opdracht van de Vlaamse Regering is bij Vito, de Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek, in 1995 een Vlaams kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken opgericht. Dit centrum, het BBT-kenniscentrum, heeft als taak informatie te verspreiden over milieuvriendelijke technieken in bedrijven. Doelgroepen voor deze informatie zijn enerzijds milieuverantwoordelijken in bedrijven en anderzijds de (lokale) overheden. Deze uitgave kadert binnen de opdracht om de opgebouwde kennis zo ruim mogelijk te verspreiden.

Milieuvriendelijke technieken zijn erop gericht de milieuschade die bedrijven veroorzaken te beperken. Het kunnen technieken zijn om afvalwater en afgassen te zuiveren, afval te verwerken of bodemvervuiling op te ruimen. Veel vaker betreft het echter procesaanpassingen die de uitstoot van vervuilende stoffen beperken en het energie- en grondstoffenverbruik reduceren.

Indien dergelijke technieken, in vergelijking met alle gelijkaardige technieken, beter scoren op milieugebied, hun praktisch nut bewezen hebben bij bedrijven én indien ze bovendien betaalbaar blijken, spreken we over Beste Beschikbare Technieken of BBT. De Vlaamse milieuwetgeving verplicht bedrijven de BBT toe te passen, of althans aan normen te voldoen die haalbaar zijn mits toepassing van de BBT. In bepaalde gevallen verleent de Vlaamse overheid ook subsidies aan bedrijven als deze de BBT toepassen. Er bestaan geen BBT die in alle bedrijven inzetbaar zijn. Afhankelijk van de aard van het bedrijf, bewijzen andere technieken hun nut. Bovendien is ook het bepalen welke techniek nu een BBT is en welke niet, geen eenvoudige zaak. Om die reden is er gekozen om BBT-studies per bedrijfstak, of per groep van gelijkaardige activiteiten, uit te werken. Daarbij worden zoveel mogelijk relevante milieuvriendelijke technieken in kaart gebracht, waaruit de BBT geselecteerd worden.

In deze boeken vindt u de geselecteerde BBT terug, samen met de onderbouwende argumenten waarom ze geselecteerd zijn. Daarenboven worden telkens vergunningsvoorwaarden gesuggereerd die, mits toepassing van de BBT, haalbaar zijn. De Vlaamse Overheid kan deze gesuggereerde vergunningsvoorwaarden geheel of gedeeltelijk overnemen in individuele vergunningsdossiers. Tevens bevatten de boeken achtergrondinformatie die enerzijds ambtenaren toelaat de dagelijkse bedrijfspraktijk beter aan te voelen en die anderzijds bedrijfsverantwoordelijken aangeeft wat de logica is achter de milieuregelgeving. Ten slotte bevat dit werk ook een lijst van investeringen in milieuvriendelijke technieken die in aanmerking komen voor ecologiesubsidies vanwege de Vlaamse Overheid.

Deze boekdelen zijn het resultaat van een intensieve zoektocht in de literatuur, bezoeken aan bedrijven, samenwerking met sectorexperts buiten Vito, het bevragen van leveranciers, uitgebreide contacten met bedrijfsverantwoordelijken en ambtenaren, etc. Het formeel kanaal voor overleg met overheid en bedrijven werd gevormd door een begeleidingscomité. Het BBT-kenniscentrum vormt samen met het zusterproject "Energie en Milieu Informatie Systeem (EMIS)" het project BBT/EMIS. EMIS verzorgt de elektronische dataverspreiding van het BBT-kenniscentrum ([www.emis.vito.be](http://www.emis.vito.be)).

BBT/EMIS wordt gestuurd door de Vlaamse ministers voor Wetenschapsbeleid en voor Milieu, de administraties Leefmilieu (AMINAL) en Economie (ANRE) en de instellingen IWT, OVAM, VLM en VMM.

Technieken evolueren snel en deze evolutie stopt niet met de uitgave van dit werk. Toch hopen we dat dit werk de volgende jaren zal bewijzen een belangrijke baken te zijn voor bedrijven en overheid bij beslissingen over milieu-investeringen. Waardoor nogmaals moge blijken dat het verenigen van milieuzorg en economische activiteit niet alleen mogelijk, maar zelfs een absolute noodzaak is om het streefdoel van duurzame ontwikkeling in praktijk te brengen.

Roger Dijkmans  
Projectleider Vlaams kenniscentrum voor  
Beste Beschikbare Technieken

## SAMENVATTING

Het BBT-kenniscentrum, opgericht in opdracht van de Vlaamse Overheid bij Vito, heeft tot taak het inventariseren, verwerken en verspreiden van informatie rond milieuvriendelijke technieken. Tevens moet het centrum de Vlaamse Overheid adviseren bij het concreet maken van het begrip Beste Beschikbare Technieken (BBT).

Het doel van deze BBT-studie is een grondige analyse te maken van de BBT voor zwembaden. Het gebruik van zwembaden vormt een onderdeel van de watersport en –recreatie. Een groot deel van de Vlaamse zwembaden zijn in handen van plaatselijke overheden (gemeente, stad of provincie), slechts een beperkt aantal wordt privaat uitgbaat. Bij openbare zwembaden dekken de inkomsten veelal slechts de helft van de kosten, zodat subsidies noodzakelijk zijn. Dit impliceert tevens dat er weinig financiële ademruimte is voor bijkomende milieu-investeringen.

De kern van de procesvoering bestaat uit het verwijderen van ziektekiemen en verontreinigingen die door de baders in het zwembadwater worden gebracht. Zwevende stoffen worden in een (zand)filter tegengehouden; oplosbare stoffen worden geoxideerd door hypochloriet en/of verwijderd door het gedeeltelijk verversen van het zwembadwater. Het zwembadwater dat bij deze verversing wordt geloosd, wordt tegelijkertijd ook benut om de (zand)filters te spoelen (spoelwater).

Typische milieuaspecten van zwembaden zijn het hoge water- en energieverbruik en het lozen van spoelwater. Dit spoelwater bevat weinig biologisch afbreekbare stoffen en is niet geschikt voor rioolwaterzuiveringsinstallaties. Bij lozing op oppervlaktewater moet aandacht besteed worden aan de aanwezigheid van zwevende stoffen, zouten en gechlorideerde organische producten (chlooramines, AOX). AOX, adsorbeerbare organische halogeenverbindingen, resulteren uit de reactie van chloor met organische verontreinigingen in het water.

Er werden een aantal BBT geselecteerd om het waterverbruik en het daaraan gerelateerd energieverbruik te beperken, zoals het plaatsen van debietmeters, het beperken van douche- en toiletwater en de vervanging van zandfilters door hydroantraciet-filters. Het zuiveren van spoelwater door omgekeerde osmose is een beloftevolle optie met een belangrijke energie- en waterbesparing, maar is nog niet voldoende uitgetest om voor (kleine) zwembaden als BBT weerhouden te worden. Als de concentraatstroom van de omgekeerde osmose-installatie niet geloosd, maar als afval afgevoerd wordt, kan deze techniek ook ingezet worden om de kwaliteit van het afvalwater te verbeteren. De kostprijs voor de verwerking is momenteel nog zeer hoog, zodat dit niet als BBT beschouwd wordt. Een BBT om de kwaliteit van het afvalwater te verbeteren is het toepassen van een performant meet- en doseersysteem om het gebruik van chemicaliën te beperken. Andere technieken zoals het vervangen van HCl of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> door CO<sub>2</sub>, het vervangen van hypochlorietdosering door chloride-arme zoutelektrolyse of het toepassen van chlooramineseparatoren met UV-licht of actieve kool zijn te duur voor een doorsnee zwembad. Afhankelijk van de lokale omstandigheden, bijvoorbeeld bij het lozen op gevoelige oppervlaktewaters, zijn ze eventueel te overwegen.

Vermits in het afvalwater van zwembaden AOX-concentraties worden aangetroffen die hoger liggen dan de wettelijke voorziene kwaliteitsnormen, dienen deze inrichtingen in principe een milieuvergunning te hebben voor het lozen van deze stoffen. Er blijken

echter nog geen BBT voorhanden om de AOX ver beneden de huidige concentraties te reduceren, zodat voorgesteld wordt om een (sectorale) norm van 600 µg/ml voor AOX in de vergunning op te nemen. Tevens wordt aangedrongen op verder onderzoek naar chloorvervangers in zwembaden en het uittesten van waterzuiveringstechnieken in deze sector.

Samengevat lijkt het te verantwoorden om het spoelwater van zwembaden op oppervlaktewater te lozen, tenminste indien vooraf de zwevende stoffen verwijderd worden en indien rekening wordt gehouden met de kwaliteit van het ontvangend oppervlaktewater.

Deze BBT-studie is tot stand gekomen op basis van een literatuuronderzoek, bevestigingen van leveranciers en zwembaduitbaters, kostprijsberekeningen, een vergelijking met buitenlandse BBT-documenten, en besprekingen met vertegenwoordigers van de sector en de Vlaamse overheid. Het formeel overleg gebeurde in het begeleidingscomité, waarvan de samenstelling terug te vinden is in Bijlage 1.

## ABSTRACT

The Centre for Best Available Techniques (BAT) is founded by the Flemish Government, and is hosted by Vito. The BAT centre collects, evaluates and distributes information on environment friendly techniques.

The objective of this study is to trace techniques minimising environmental pollution caused by *swimming pools*. On the basis of the techniques selected as 'Best Available Techniques', recommendations concerning environmental legislation are forwarded to the Flemish Government.

The majority of the swimming pools in Flanders are owned by local, the smaller part is in hands of the private sector. Revenues from entrance tickets only cover 50% of total costs. As a consequence, subsidisation is general practice and investment budgets are small. From of public health point of view, it is of great concern that swimming water is clean and free of pathogenic micro-organisms. Pollutants and organisms are mainly brought into the water through the swimmers themselves. Organisms are killed by chlorine disinfection. Insoluble compounds are removed in sand filters. Soluble compounds are oxidised by chlorine and/or removed through replacing part of swimming water by fresh water.

Key environmental issues of this industry are the usage of water and energy and the production of wastewater polluted with insoluble material, halogenated organics and salts.

BAT for reducing water and energy are, amongst others, the installation of flowmeters and timers, and the replacement of sandfilters by hydroantracyte filters. Reversed osmosis purification of swimming water may be used as an alternative to replacement with fresh water. This technique needs some further testing in smaller pools and is a candidate BAT for the near future. Reversed osmosis may also improve the quality of the wastewater discharged, at least if a good solution is found for the concentrate of the filter. Other techniques that may improve the quality of wastewater are prevention of chlorine excess dosage (=BAT), and acidification with CO<sub>2</sub> instead of HCl or H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (not BAT in all conditions).

As no BAT were found that strongly reduce levels of chlorinated organics in pool effluents, it was proposed to the Flemish authorities to use a AOX sectoral discharge limit value of 600 µg/ml. Further research for chlorine alternatives and AOX-purification technologies is suggested. As swimming pool effluents contain low levels of biodegradable material it may not be appropriate to discharge it into sewers connected to public wastewater purification stations.

BAT selection was done on the basis of a literature survey, a socio-economic study, cost calculations, and consultation of swimming pool experts. The formal consultation was organised by means of an advisory committee.



# HOOFDSTUK 1: INLEIDING

## 1.1 Beste beschikbare Technieken in Vlaanderen

### 1.1.1 Definitie

Het begrip “Beste Beschikbare Technieken”, afgekort BBT, wordt in Vlarem I<sup>1</sup>, artikel 1 29°, gedefinieerd als:

*“Het meest doeltreffende en geavanceerde ontwikkelingsstadium van de activiteiten en exploitatiemethoden, waarbij de praktische bruikbaarheid van speciale technieken om in beginsel het uitgangspunt voor de emissiegrenswaarden te vormen is aangetoond, met het doel emissies en effecten op het milieu in zijn geheel te voorkomen of, wanneer dat niet mogelijk blijkt algemeen te beperken;*

- a) *“technieken”*: zowel de toegepaste technieken als de wijze waarop de installatie wordt ontworpen, gebouwd, onderhouden, geëxploiteerd en ontmanteld;
- b) *“beschikbare”*: op zodanige schaal ontwikkeld dat de technieken, kosten en baten in aanmerking genomen, economisch en technisch haalbaar in de industriële context kunnen worden toegepast, onafhankelijk van de vraag of die techniek al dan op het grondgebied van het Vlaamse Gewest wordt toegepast of geproduceerd, mits ze voor de exploitant op redelijke voorwaarden toegankelijk zijn;
- c) *“beste”*: het meest doeltreffende voor het bereiken van een hoog algemeen niveau van bescherming van het milieu in zijn geheel.”

Deze definitie vormt het vertrekpunt om het begrip BBT concreet in te vullen voor de zwembadsector in Vlaanderen.

### 1.1.2 Beste Beschikbare Technieken als begrip in het Vlaamse milieubeleid

#### a Achtergrond

Bijna elke menselijke activiteit (vb. woningbouw, industriële activiteiten, recreatie, landbouw) beïnvloedt op de één of de andere manier het leefmilieu. Vaak is het niet mogelijk in te schatten hoe schadelijk die beïnvloeding is. Vanuit deze onzekerheid wordt geoordeeld dat iedere activiteit met maximale zorg moet uitgevoerd worden om het milieu zo weinig mogelijk te belasten. Dit stemt overeen met het zogenaamde *voorzorgsprincipe*.

In haar milieubeleid gericht op het bedrijfsleven heeft de Vlaamse overheid dit voorzorgsprincipe vertaald naar de vraag om de “Beste Beschikbare Technieken” toe te passen. Deze vraag wordt als zodanig opgenomen in de algemene voorschriften van

---

<sup>1</sup> Vlarem I: Besluit van de Vlaamse Regering van 12 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering van 6 februari 1991 houdende de vaststelling van het Vlaams Reglement betreffende milieuvergunningen (B.S. 11 maart 1999).

Vlarem II<sup>2</sup> (art. 4.1.2.1). Het toepassen van de BBT betekent in de eerste plaats dat iedere exploitant al wat technisch en economisch mogelijk is, moet doen om milieuschade te vermijden. Daarnaast wordt ook de naleving van de vergunningsvoorwaarden geacht overeen te stemmen met de verplichting om de BBT ook toe te passen.

Ook in de meeste andere geïndustrialiseerde landen kan het BBT-principe worden teruggevonden in de milieuregelgeving, zij het soms met een andere klemtoon. Vergelijkbare begrippen zijn o.a. BAT (Best Available Techniques), BATNEEC (Best Available Techniques Not Entailing Excessive Costs), BPEO (Best Practicable Environmental Option), de Duitse “Stand der Technik”, het Nederlandse ALARA-principe (As Low As Reasonably Achievable) en de “Best Uitvoerbare Technieken”.

Binnen het Vlaamse milieubeleid wordt het begrip BBT in hoofdzaak gehanteerd als basis voor het vastleggen van milieuvergunningen. Dergelijke voorwaarden die aan inrichtingen in Vlaanderen worden opgelegd steunen op twee pijlers:

- de toepassing van de BBT;
- de resterende milieu-effecten mogen geen afbeuk doen aan de vooropgestelde milieukwaliteitsdoelstellingen.

Ook de Europese “IPPC” Richtlijn (96/61/EC) schrijft de lidstaten voor op deze twee pijlers te steunen bij het vastleggen van milieuvergunningsvoorwaarden.

## **b Concretiseren van het begrip**

Om concreet inhoud te kunnen geven aan het begrip BBT, dient de algemene definitie van Vlarem I nader verduidelijkt te worden. Het BBT-kenniscentrum hanteert onderstaande invulling voor de drie elementen.

“*Beste*” betekent “beste voor het milieu als geheel”, waarbij het effect van de beschouwde techniek op de verschillende milieucompartmenten (lucht, water en bodem) wordt afgewogen. Deze afweging gebeurt hoofdzakelijk door een expertbeoordeling in overleg met het begeleidingscomité (zie **Bijlage 1**).

“*Beschikbare*” betekent dat de techniek op de markt verkrijgbaar is aan een redelijke kostprijs. Het zijn dus technieken die niet meer in een experimenteel stadium zijn, maar effectief hun waarde in de bedrijfspraktijk bewezen hebben. De kostprijs wordt *redelijk* geacht indien deze haalbaar is voor een “gemiddeld” bedrijf uit de beschouwde sector én niet buiten verhouding is tegenover het gestelde milieuresultaat. Beide aspecten worden deels door berekeningen voor type- of voorbeeldinstallaties, en deels door expertbeoordeling ingeschat.

“*Technieken*” zijn technologieën én organisatorische maatregelen. Ze hebben zowel te maken met procesaanpassingen, het gebruik van minder vervuilende grondstoffen, end-of-pipe maatregelen, als met goede bedrijfspraktijken.

Het is hierbij duidelijk dat wat voor het ene bedrijf een BBT is, dat niet voor het andere hoeft te zijn. Toch heeft de ervaring in Vlaanderen en in andere regio’s/landen aangetoond, dat het mogelijk is algemene BBT-lijnen te trekken voor groepen van bedrijven die dezelfde processen gebruiken en/of gelijkaardige producten maken.

---

<sup>2</sup> Vlarem II: Besluit van de Vlaamse Regering van 19 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering houdende de algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne van 1 juni 1995 (B.S. 31 maart 1999).

Dergelijke sectorale of bedrijfstak-BBT maken het voor de overheid mogelijk *sectorale vergunningsvoorwaarden* vast te leggen. Hierbij zal de overheid doorgaans niet de BBT zelf opleggen, maar wel de milieuprestatie die met BBT haalbaar zijn, als norm beschouwen.

Het concretiseren van BBT voor sectoren vormt tevens een nuttig referentiepunt bij het toekennen van financiële steun voor milieuvriendelijke investeringen door de Vlaamse overheid. Dit *ecologiecriterium* bepaalt dat bedrijven die milieu-inspanningen leveren die verdergaan dan de wettelijke vereisten, kunnen genieten van een investeringssubsidie.

### **1.1.3 Het Vlaamse kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken**

Om de overheid te helpen bij het verzamelen en verspreiden van informatie over BBT en om haar te adviseren in verband met het BBT-gerelateerde vergunningenbeleid, heeft Vito (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek), op vraag van de Vlaamse overheid, een kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken uitgebouwd.

Dit BBT-kenniscentrum inventariseert informatie rond beschikbare milieuvriendelijke technieken, selecteert daaruit de Beste Beschikbare Technieken en vertaalt deze naar vergunningsvoorwaarden en ecologiesteun. De resultaten worden op actieve wijze verspreid, zowel naar de overheid als naar het bedrijfsleven, onder meer via sectorrapporten, informatiesessies en het internet (<http://www.emis.vito.be/BBT>).

Het BBT-kenniscentrum wordt mede gefinancierd door het Vlaamse Gewest en begeleid door een stuurgroep met vertegenwoordigers van de Vlaamse overheid (kabinet Leefmilieu, kabinet Wetenschapsbeleid, AMINAL, ANRE, IWT, OVAM, VMM en VLM).

## **1.2 BBT-studie “Zwembaden”**

### **1.2.1 Doelstellingen van de studie**

Vanuit de stuurgroep van het BBT-kenniscentrum werd gevraagd een BBT-sectorstudie te maken over zwembaden, met bijzondere aandacht voor het compartiment water. Vermits de concentratie van biologisch afbreekbaar materiaal in het afvalwater eerder laag is, is dit water niet geschikt voor zuivering in een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Lozing op het oppervlaktewater zou dus wenselijk zijn. De BBT-studie heeft onder andere tot doel de technieken te onderzoeken die door zwembaden ingezet kunnen worden om de lozing op het oppervlaktewater mogelijk te maken.

### **1.2.2 Inhoud van de studie**

In het tweede hoofdstuk wordt de socio-economische situatie en de milieujuridische situatie van de sector belicht. In het derde hoofdstuk wordt de procesvoering in detail beschreven en wordt per processtap nagegaan welke milieu-effecten optreden. Op basis van een literatuurstudie, aangevuld met gegevens van leveranciers, een studie uitgevoerd door het studiebureau Tebodin (1999) en bedrijfsbezoeken, wordt in hoofdstuk vier een inventaris opgesteld van milieuvriendelijke technieken die als BBT in aanmerking kunnen komen (kandidaat BBT). In hoofdstuk vijf vindt voor elk van deze technieken een evaluatie plaats, niet alleen van het milieurendement, maar ook van de technische en economische haalbaarheid. Deze afweging laat toe om uit de kandidaat BBT de Beste

Beschikbare Technieken te selecteren. Op basis van de BBT en de hiermee te behalen milieuprestaties, worden in hoofdstuk zes de bestaande milieuvergunningvoorwaarden uit Vlarem II geëvalueerd en suggesties geformuleerd om deze aan te vullen of te wijzigen. In het laatste hoofdstuk wordt nagegaan voor welke technieken verder onderzoek vereist is.

In de meeste BBT-rapporten wordt getoetst welke technieken in aanmerking komen voor ecologiesteun. De ecologie-investeringssteun wordt behandeld door de Afdeling Natuurlijke Rijkdommen en Energie (ANRE) van de Administratie Economie van het Vlaams Gewest<sup>3</sup>. Sportcentra worden echter uitgesloten voor subsidiëring, zodat in deze studie geen suggesties voor ecologiesteun zijn opgenomen. Privaat uitgebate zwembaden kunnen wel in aanmerking komen.

### **1.2.3 Begeleiding en werkwijze**

De voorliggende studie werd in een aantal stappen uitgewerkt:

1. lokaliseren van informatiebronnen;
2. inventariseren en beschrijven van de toegepaste processen;
3. inventariseren en beschrijven van de toegepaste milieuvriendelijke technieken;
4. BBT-evaluatie;
5. vertaling van BBT naar vergunningsvoorwaarden;
6. evalueren waar verder onderzoek noodzakelijk is.

Voor de wetenschappelijke begeleiding van de studie werd een begeleidingscomité samengesteld met vertegenwoordigers van industrie en overheid. Dit comité kwam 2 keer bijeen (16 september 1999, 9 december 1999). De namen van de leden van het begeleidingscomité zijn opgenomen in Bijlage 1.

---

<sup>3</sup> ANRE, Markiesstraat 1, 1000 Brussel – tel.: 02/507.31.11

## HOOFDSTUK 2: SECTORSTUDIE

In dit hoofdstuk wordt de sector van de zwembaden gesitueerd en doorgelicht, zowel socio-economisch als milieujuridisch.

Vooreerst wordt getracht de bedrijfstak te omschrijven en het onderwerp van studie zo precies mogelijk af te bakenen. Daarna wordt een soort barometerstand van de sector bepaald aan de hand van een aantal socio-economische kenmerken. In een derde paragraaf wordt dieper ingegaan op de belangrijkste milieujuridische aspecten van de zwembadsector.

### 2.1 Afbakening en omschrijving van de sector

#### 2.1.1 Omschrijving van de bedrijfstak

Het gebruik van zwembaden als onderdeel van de watersport en -recreatie in Vlaanderen, is genoegzaam bekend. Naast de *publiek* toegankelijke zwembaden zijn er nog een aanzienlijk aantal *privaat* uitgebate zwembaden zoals recreatieparken en kleinere privé-zwembaden. Een andere vaak gebruikte indeling is die in *overdekte* en *niet overdekte* zwembaden. Vaak treft men in een zwembadinrichting naast de “klassieke” zwembaden, ook nog andere inrichtingen aan bestemd voor waterrecreatie zoals plonsbaden, dompelbaden, hot whirlpools, ...

De belangrijkste *leveranciers* van zwembaden zijn de ontwerp- en engineeringbureaus voor de bouw van de inrichtingen en de water- en energieleveranciers. Daarnaast zijn er de leveranciers van de installaties (energievoorzieningen, filters...) en de hulpmiddelen (ontsmettingsproduct, vlokmiddel...).

De *klanten* zijn uiteraard de zwemmers, die individueel of in groep (vb. schoolzwemmen) gebruik maken van de zwembadinrichting.

#### 2.1.2 Afbakening van de bedrijfstak

De “Lijst van als hinderlijk beschouwde inrichtingen”, opgenomen in bijlage 1<sup>4</sup> van Vlarem I, vormt het uitgangspunt voor de sectorafbakening. Zwembaden, al dan niet overdekt, vallen onder rubriek 32: “Ontspanningsinrichtingen en schietstanden” en onder sub-rubriek 32.8.1.1 in het bijzonder.

De indeling in klassen van de inrichtingen wordt gekoppeld aan de oppervlakte van het bad:

	<u>Klasse</u>
a. tot 50 m <sup>2</sup>	3
b. van 50 m <sup>2</sup> tot 300 m <sup>2</sup>	2
c. ten minste 300 m <sup>2</sup>	1

---

<sup>4</sup> Lijst van als hinderlijk beschouwde inrichtingen tot vaststelling, overeenkomstig het bedoelde in artikel 3 van het decreet van 28 juni 1985 betreffende de milieuvergunning, bij welke van de drie klassen van inrichtingen zij worden ingedeeld, naargelang van de graad waarin zij geacht worden belastend te zijn voor de mens en het leefmilieu.

Ter aanvulling van de milieutechnische indeling wordt de zwembadsector nog gesitueerd in een *economische* indeling. Voor het opmaken van officiële socio-economische statistieken worden veelal de NACE-code<sup>5</sup> en de meer recente NACE-Bel code<sup>6</sup> gebruikt.

Bij de “oude” NACE-indeling zijn deze activiteiten terug te vinden onder:

- 9. Overige diensverlening
  - 97. Dienstverlening op het gebied van recreatie en andere vormen van culturele dienstverlening
    - 978. Sportverenigingen en –accommodaties, zelfstandig werkende sportbeoefenaars en sportinstructeurs
      - 978.2 Sportaccommodatie, sportvereniging

De “nieuwe” NACE-Bel activiteiten nomenclatuur hanteert een lichtjes andere indeling.

- 9. Gemeenschapsvoorzieningen, sociaal-culturele en persoonlijke diensten
  - 92. Recreatie, cultuur en sport
    - 92.6 Sport
      - 92.61 Exploitatie van sportaccommodaties
        - 92.613 Exploitatie van overige sportinstallaties en –accommodaties

De zwembadsector wordt samen met andere sportinstallaties ingedeeld in een zelfde rubriek, zodat er geen gedetailleerde gegevens beschikbaar zijn bij het Nationaal Instituut voor de Statistiek (NIS).

## 2.2 Socio-economische studie

In deze paragraaf wordt de toestand van de sector geschetst aan de hand van enkele sociaal-economische indicatoren. Deze geven ons een algemeen beeld van de structuur van de sector en vormen de basis om in de volgende paragraaf de gezondheid van de sector in te schatten.

### 2.2.1 Aantal en omvang van de zwembaden

Rubriek “2130 Zwembaden-instellingen” van de Gouden Gids (2000) vermeldt 111 zwembaden in Vlaanderen. Dit aantal is echter een onderschatting van het werkelijk aantal inrichtingen, omdat een aantal baden bij andere rubrieken terug te vinden zijn (vb. sportcentra, recreatieparken).

De databank van het ISB<sup>7</sup> (1998) vermeldt 300 geregistreerde uitbatingsinrichtingen van *openbare* zwembaden (soms meer dan één bad per instelling) met een totaal volume van 109 500 m<sup>3</sup>. Ongeveer 80% van deze publieke baden zijn overdekt, 20% zijn niet-

---

<sup>5</sup> NACE: Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes, in 1970 door het Bureau voor de Statistiek van de Europese Gemeenschap opgesteld om industriële activiteiten logisch te ordenen.

<sup>6</sup> De NACE-Bel code is de Belgische versie (1993) van de NACE Rev.1-code.

<sup>7</sup> ISB: Vlaams instituut voor sportbeheer en recreatiebeleid.

overdekte baden. Er bestaan ook een aantal gecombineerde zwembaden, met binnen- en buitenbaden.

De openbare zwembaden beschikken meestal over een groot bad en een peuterbad. Enkele grotere zweminrichtingen en subtropische zwembaden beschikken daarnaast nog over whirlpools, wild waterbanen, themabaden...

De volgende tabel geeft het aantal vergunde zwembaden weer.

*Tabel 2.1: Aantal vergunde zwembadinrichtingen per provincie*

Antwerpen	57
Limburg	36
Oost-Vlaanderen	34
Vlaams-Brabant	30
West-Vlaanderen	45
Totaal	202

Bron: Aminal, afdeling milieuvergunningen (1999)

### **2.2.2 Tewerkstelling**

Het personeel in de zwembadsector kan opgedeeld worden in drie groepen, namelijk *beheerders*, *toezichthoudend personeel* en *technisch onderhoudspersoneel*.

Wat de *openbare* baden betreft, werd het personeelsbestand in 1998 op 917 mensen geschat, waarvan 318 beheerders, 551 toezichthoudend personeel en 38 technisch onderhoudspersoneel (ISB, 1998). Het aantal toezichthoudende personen per zwembad wordt vastgelegd in Vlarem II<sup>8</sup> (zie **Bijlage 2**).

De tewerkstelling is voor een stuk seizoensgebonden. Dit is enerzijds toe te schrijven aan de openluchtzwembaden, die enkel in de zomerperiode geopend zijn, en anderzijds aan het groter aantal bezoekers in de zomermaanden als gevolg van de schoolvakantie, waardoor meer personeel moet voorzien worden. Deze piekperiodes worden veelal opgevangen door het inzetten van tijdelijke of deeltijdse werkkrachten.

### **2.2.3 Financieel-economische situatie**

In de definitie van het begrip Beste Beschikbare Technieken wordt aangegeven dat rekening moet gehouden worden met de economische haalbaarheid van de voorgestelde maatregelen (zie Hoofdstuk 1). Dit houdt in dat getracht moet worden inzicht te krijgen in de draagkracht van de beschouwde bedrijfstak. In deze paragraaf worden rond dit thema enkele bedenkingen geformuleerd voor de zwembaden.

#### **a Kosten**

In een recent onderzoek (NZO, 1997) naar de exploitatie van Nederlandse zwembaden, werden de belangrijkste kostendrijvers geïdentificeerd:

- personeel: 45%

---

<sup>8</sup> Vlarem II: Besluit van de Vlaamse Regering van 19 januari 1999 tot wijziging van het besluit van de Vlaamse Regering houdende algemene en sectorale bepalingen inzake milieuhygiëne van 1 juni 1995 (B.S. 31 maart 1999).

- kapitaal: 19%
- energie/water: 13%
- overige kosten: 23%

De totale kost per bezoeker werd geraamd op ca. 150 BEF (afhankelijk van het type zwembad).

De *investeringen* voor de bouw van een nieuw zwembad kunnen oplopen tot tientallen miljoenen BEF. De steeds strengere reglementering inzake hygiëne, milieu en veiligheid zorgen voor een toename van de investeringen. Ter illustratie wordt verwezen naar de resultaten van een beperkte enquête bij 111 zwembaden in 1998. Daaruit kan afgeleid worden dat er aanzienlijke investeringen bezig/gepland zijn in de sector, voornamelijk om te voldoen aan de strikte Vlarem-voorwaarden. Voor de steekproef van zwembaden werd het totale investeringsvolume geschat op 4,3 miljard BEF (ISB, 1998). Vermits er bij de Vlarem-wijziging begin 1999 uitstel verleend werd aan de zwembaden voor beantwoording aan de exploitatievoorwaarden tot januari 2001, wordt het merendeel van deze investeringen in de periode 1999-2001 uitgevoerd.

## **b Opbrengsten**

De kapitaal- en exploitatiekosten zijn veelal te hoog voor een bedrijfsmatig rendabele exploitatie bij een “aanvaardbaar” toegangstarief. Uit maatschappelijke overwegingen - waterrecreatie wordt beschouwd als een soort openbare dienstverlening- worden de tarieven over het algemeen gesubsidieerd door de overheid.

Tevens bouwen zwembaden steeds nadrukkelijker de randactiviteiten uit om het exploitatieverlies van het zwembad te compenseren.

Naast de analyse van de kosten werd in het vermelde Nederlands onderzoek ook de batenzijde bekeken. De inkomsten in een “gemiddeld” zwembad worden gegenereerd door:

- inkomgelden: 49%
- subsidies: 37%
- horeca: 6%
- overige: 8%

Slechts de helft van de inkomsten van een zwembad blijkt dus afkomstig te zijn van inkomgelden (gemiddeld 60 BEF in 1998 (ISB 1999)).

## **c Draagkracht van de sector**

In de meeste gevallen is het beheer van zwembaden in handen van de gemeente, de provincie of een VZW. Daarenboven valt de exploitatie veelal samen met het beheer van andere sport- en recreatieinfrastructuren. Dit maakt het erg moeilijk om een beeld te krijgen van de financiële gegevens (balans, resultatenrekening) van zwembadinrichtingen op zich. De “klassieke” ratio-analyse die in ander sectorstudies van het BBT-kenniscentrum wordt gebruikt om de draagkracht van de sector te bepalen, kan bijgevolg voor deze sector niet worden toegepast.

De mogelijkheid om bijkomende BBT-investeringen te doen, moet bekeken worden van geval tot geval.



#### **2.2.4 Concurrentie-analyse**

Ten slotte wordt nog een beperkte analyse gemaakt van de verschillende concurrentiekrachten die binnen de zwembadsector spelen. Algemeen onderscheidt Porter (1980) vijf bronnen van concurrentie: de interne concurrentie, de macht van de leveranciers en de afnemers, de dreiging van substituten en van nieuwkomers.

##### **a Interne concurrentie**

Een aantal factoren bepalen de intensiteit van de concurrentie tussen zwembaden onderling:

- het *aantal zwembadbezoekers* in Vlaanderen schommelt (vb. in 1999 trok het zwembadbezoek opnieuw aan), de interne concurrentie is intenser in dalperiodes;
- *concentratie/capaciteit*: het aantal zwembaden per capita ligt lager in Vlaanderen dan in Nederland. Wel liggen de inrichtingen, omwille van de hoge bevolkingsdichtheid, dicht bij mekaar, wat de onderlinge concurrentie aanscherpt;
- de *uittredingsdrempels* zijn erg hoog in deze kapitaalintensieve sector, waardoor herstructurering van de bedrijfstak bemoeilijkt wordt;
- *samenwerking* tussen zwembaden: eerder gering (verhoogde concurrentie), wel gezamenlijke initiatieven om het aantal zwembadbezoekers te verhogen (vb. Vlaamse zwemweek).

##### **b Macht van de leveranciers**

Vaak beschikken de beheerders en technici van zwembaden niet over voldoende middelen of kennis om de procesvoering professioneel aan te pakken. Daardoor zijn ze aangewezen op de know-how van leveranciers van installaties, hulpmiddelen en/of de controlelabo's. Dit verhoogt uiteraard de macht van deze leveranciers.

##### **c Macht van de afnemers**

Er kunnen diverse types klanten onderscheiden worden: de recreatieve zwemmers, de doelgroepen (vb. derde leeftijd, watergewenning), instructie- en wedstrijdzwemmers.

Vermits de klanten van zwembaden veelal particuliere zwemmers zijn die zich moeilijk kunnen organiseren, lijkt de druk van afnemers eerder laag. Bepaalde doelgroepen, zoals scholen, kunnen echter sterker staan om te onderhandelen met verschillende zwembaden.

Door de verhoogde mogelijkheden voor mobiliteit tonen de zwemmers zich bereid meer afstand af te leggen tot het zwembad indien dit hun zwemcomfort verhoogt. De belangrijkste factoren hierbij zijn de netheid, hygiëne, watertemperatuur en extra recreatieve elementen (ISB, 1999). Deze evolutie verhoogt de competitieve druk voor zwembaden die verplicht worden te investeren in innovaties (vb. glijbaan, kruidenbaden...) of promotiecampagnes op te zetten.

##### **d Dreiging van substituten**

De mogelijkheden om aan recreatie te doen zijn de laatste jaren enorm toegenomen. Dit brengt met zich dat de "traditionele" recreatievormen zoals zwembaden, onder druk

komen en moeten innoveren om hun klanten te behouden en nieuwe bezoekers aan te trekken.

#### **e Dreiging van nieuwkomers**

De voorbije jaren hebben een aantal ondernemingen geïnvesteerd om nieuwe concepten van recreatie aan te bieden. In recreatieparken bijvoorbeeld wordt de waterrecreatie gekoppeld aan andere vormen van ontspanning. De aantrekkelijkheid van dergelijke concepten kan in het nadeel spelen van de “klassieke” recreatieve zwembaden. Deze laatste spelen echter ook in op de nieuwe trends en trachten voortdurend te innoveren. Telkens een zwembad uitpakt met een nieuwigheid (vb. waterglijbaan) bereiken de bezoekersaantallen een piek om daarna terug af te vlakken.

## **2.3 Milieu-juridische aspecten**

### **2.3.1 Vlarem I**

In Vlarem I wordt onderscheid gemaakt tussen drie klassen van hinderlijke inrichtingen. De indeling wordt weergegeven in bijlage 1 van Vlarem I.

De zwembaden (rubriek 32.8.1.1<sup>o</sup>) worden in klassen gedeeld op basis van de oppervlakte. Klasse 1 of 2 inrichtingen dienen over een milieuvergunning te beschikken, klasse 3 inrichtingen zijn meldingsplichtig. Ze zijn niet verplicht om een milieuoördinator aan te stellen, wel dienen ze advies te krijgen van de Afdeling Preventieve en Sociale Gezondheidszorg van de Administratie Gezondheidszorg.

### **2.3.2 Hygiënische en veiligheidsvoorschriften**

De meeste sectorale voorwaarden in Vlarem II voor zwembaden hebben betrekking op hygiëne- en veiligheidsmaatregelen. Deze zijn omschreven in architectonische en exploitatie-normen. In de *architectonische* normen worden de eisen voor de gebouwen, de zwemhal, het zwembad, de kaden en vloeren, de omkleedcabines, de sanitaire voorzieningen, de recreatieve voorzieningen, de ventilatie en verwarming en het waterbehandelingssysteem beschreven. De normen voor de *exploitatie* handelen over de werking onder normale en noodomstandigheden, de opslag van chemicaliën, de veiligheid van de bezoekers, de kwaliteitsvereisten van het water, het onderhoud en het reglement van interne orde.

Een overzicht van deze bepalingen is terug te vinden in **Bijlage 2**.

### **2.3.3 Lozingsnormen voor het afvalwater**

Vlarem II bevat geen sectorale lozingsvoorwaarden voor zwembaden. Bijgevolg gelden de Algemene milieuvoorwaarden voor ingedeelde inrichtingen weergegeven in Hoofdstuk 4.2 van Vlarem II. Gevaarlijke stoffen (voorkomend op de lijsten I en II van bijlage 2C van Vlarem I) mogen niet geloosd worden, tenzij dit in de milieuvergunning opgenomen is als bijzondere vergunningsvoorwaarde.

In de onderstaande Tabel 2.2 worden de algemene lozingsnormen voor riolering en oppervlaktewater naast elkaar gezet. De basismilieukwaliteitsnormen zijn ter vergelijking opgenomen. De lozingsnormen waaraan zwembaden volgens Vlarem II minstens moeten voldoen, zijn aangeduid in vet.

Tabel 2.2: Vergelijking van de lozingsvoorwaarden voor riolering, oppervlaktewater en de basismilieukwaliteitsnormen

Parameter	Eenheid	Riolering <sup>9</sup>	Oppervlaktewater	Basiskwaliteitsnormen <sup>10</sup>
<i>Algemene parameters</i>				
Temperatuur	°C	< 45	< 30	A ≤ 25 + 3
Opgeloste zuurstof	mg/l			A ≥ 5
Zuurtegraad (pH)				
Ondergrens	Sörensen	<b>6,5</b>	<b>6,5</b>	A = 6,5
Bovengrens	Sörensen	<b>9,0</b>	<b>9,0</b>	A = 8,5
Zwevende stoffen	mg/l	≤ 1000	≤ 60	A < 50
Bezinkbare stoffen	ml/l		≤ 0,5	
BZV	mg/l		≤ 25	A ≤ 6
Ammonia	mg/l (N)			G < 1
	mg/l (N)			A < 5
Kjeldahl stikstof	mg/l (N)			A < 6
Ammoniak	mg/l (N)			A < 0,02
Nitriet + Nitraat	mg/l (N)			A ≤ 10
Totaal fosfaat	mg/l (P)			G ≤ 0,3
	mg/l (P)			A < 1
Orthofosfaten in stromend water	mg/l (P)			A < 0,3
Orthofosfaten in stilstaand water	mg/l (P)			A < 0,05
CZV	mg/l			A < 30
Geleidingsvermogen	µS/cm			A < 1000
Chloriden	mg/l (Cl)			A < 200
Sulfaat	mg/l (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )			A < 250
	mg/l (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )			M < 150
<i>Biologische parameters</i>				
Chlorofyl a	µg/l			G < 100
Biotische index				≥ 7
<i>Parameters die duiden op stoffen afkomstig van specifieke lozingen<sup>11</sup></i>				
<i>organochloorverbindingen</i>				
VOX	µg/l			<b>M ≤ 5</b>
EOX	µg/l			<b>M ≤ 5</b>
AOX	µg/l			<b>M ≤ 40</b>
<i>Oppervlakte-actieve stoffen</i>				
Anionische detergenten	µg/l		≤ 3000	M ≤ 100
Niet-ionische en kationische	µg/l		≤ 3000	M ≤ 1000
Vrij chloor	mg/l			<b>A &lt; 0,004<sup>12</sup></b>
CCl <sub>4</sub> -extraheerbare stoffen	mg/l	≤ 500	≤ 5	

<sup>9</sup> Algemene voorwaarden voor het lozen in de in zuiveringszones A of B gelegen openbare riolen van bedrijfsafvalwater.

<sup>10</sup> Basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewateren. Vlare II, Bijlage 2.3.1; A: absoluut, G: gemiddelde, M: mediaan.

<sup>11</sup> Hierin zijn enkel die stoffen opgenomen die van belang zijn voor de zwembadsector.

<sup>12</sup> Deze waarde blijkt lager te liggen dan de detectielimiet voor vrij chloor (bij titrimetrische bepaling: 18 µg/l; bij colorimetrische bepaling 10 µg/l).

### 2.3.4 Afvalwaterheffing

De afvalwaterheffing is afhankelijk van de vuilvracht. De vuilvracht kan bepaald worden tijdens een meetcampagne of kan berekend worden op basis van omzettingscoëfficiënten. Zwembaden maken meestal gebruik van de tweede methode.

De algemene heffingsberekening:

$$H = N \times T$$

Met N: de vuilvracht  
 $N = N_1 + N_2 + N_3 + N_k$  ( $N_1$ : zuurstofbindende en zwevende stoffen;  $N_2$ : zware metalen;  $N_3$ : nutriënten;  $N_k$ : koelwater)  
T: eenheidstarief van de heffing (jaarlijks geïndexeerd)<sup>13</sup>

Berekening voor zwembaden:

$$N_1 = Q \times C_1$$

met Q: waterverbruik berekend als som van het door de openbare watermaatschappij in het jaar voorafgaand aan het heffingsjaar gefactureerde waterverbruik en van de gedurende dezelfde periode op een andere wijze gewonnen hoeveelheid water, uitgedrukt in m<sup>3</sup>  
C<sub>1</sub>: 0,006

$$N_2 = Q \times C_2$$

met C<sub>2</sub>: 0,001

$$N_3 = Q \times C_3$$

met C<sub>3</sub>: 0,001

### 2.3.5 Lucht

Er is geen specifieke regelgeving voor zwembaden.

### 2.3.6 Afval

Voor het compartiment afval is er geen specifieke regelgeving voor zwembaden. Algemeen dienen het decreet betreffende de voorkoming en het beheer van afvalstoffen (2 juli 1981, B.S. 25 juli 1981), het uitvoeringsbesluit Vlarea (Vlaams Reglement inzake afvalvoorkoming en -beheer, B.S. 16 april 1998) en het samenwerkingsakkoord betreffende de preventie en het beheer van verpakkingsafval (B.S. 5 maart 1997) gevolgd te worden.

### 2.3.7 Geluid

Er is geen specifieke regelgeving voor zwembaden. Wat de algemene regelgeving betreft, kan verwezen worden naar de bepalingen inzake het beheersen van geluidshinder (Vlarem II, hoofdstuk 4.5), alsook de algemene milieukwaliteitsnormen en richtwaarden voor geluid in open lucht (Vlarem II, bijlage 2.2.1).

---

<sup>13</sup> In 1999 bedroeg de parameter T 997 BEF.

### **2.3.8 Bodem**

Er is geen specifieke regelgeving voor zwembaden. De voorschriften voor de opslag van chemicaliën staan beschreven in Vlarem II, Art. 5.32.9.2.2.§2<sup>14</sup> en 5.32.9.3.2.§2<sup>15</sup>.

Daarnaast zijn ook het bodemsaneringdecreet (22 februari 1995, B.S. 29 april 1995<sup>16</sup>) en het uitvoeringsbesluit Vlarebo (Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering, 5 maart 1996, B.S. 27 maart 1996) van belang.

## **2.4 Overzicht buitenlandse wetgeving**

Voor een overzicht van de belangrijkste wetgeving voor zwembaden in het buitenland wordt verwezen naar **Bijlage 2**.

---

<sup>14</sup> Voor overdekte recirculatiebaden.

<sup>15</sup> Voor niet-overdekte recirculatiebaden.

<sup>16</sup> Gewijzigd bij decreet van 26 mei 1998 (B.S. 25 juli 1998).

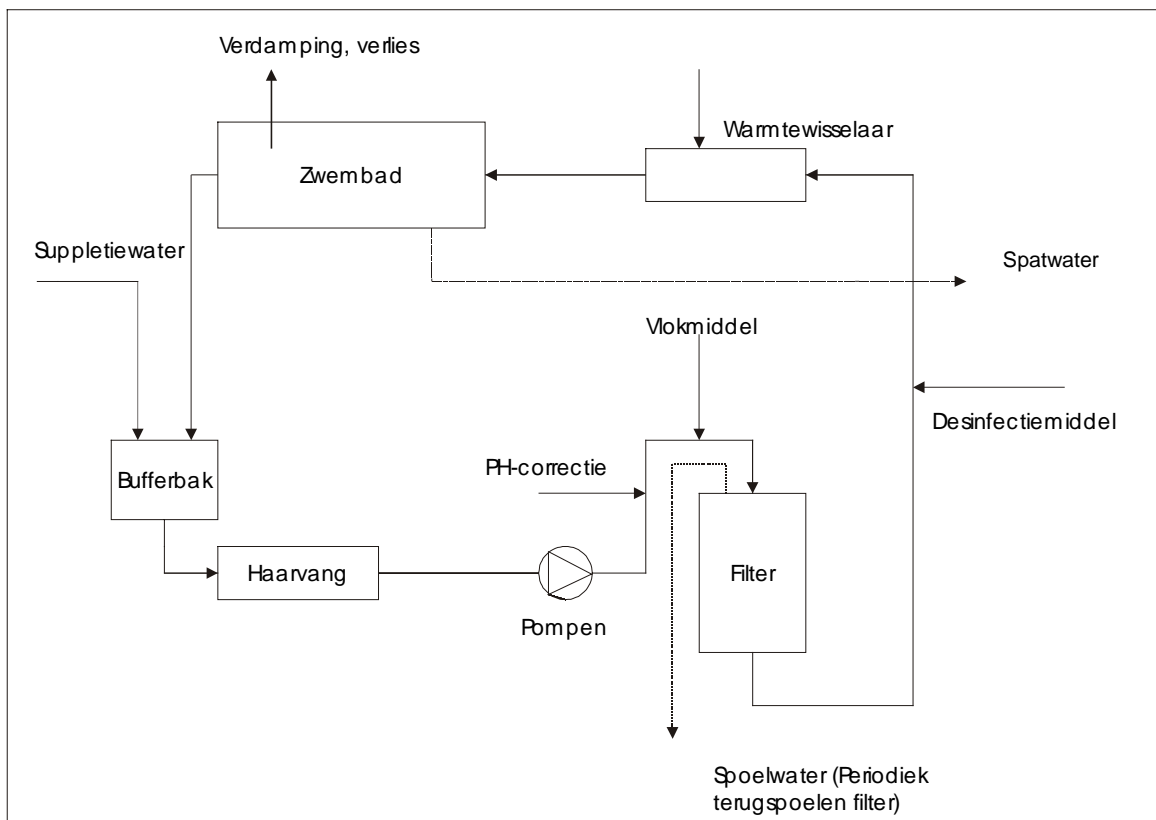
### HOOFDSTUK 3: PROCESBESCHRIJVING EN MILIEUPROBLEMATIEK

Zwembaden zijn gevuld met water, dat op een voor zwemmers aangename temperatuur gehouden wordt en waaraan ontsmettende stoffen worden toegevoegd, die de zwemmers tegen infectie moeten behoeden. Het opwarmen van het water gebeurt met een stookinstallatie op gas of stookolie. De ontsmettende stoffen zijn meestal op basis van hypochloriet.

Als gevolg van het contact van de zwemmers met het water komen onzuiverheden in het zwembad terecht. Een deel van deze onzuiverheden reageert met het aanwezige desinfectiemiddel. De reactieproducten dienen samen met de andere onzuiverheden na verloop van tijd uit het water verwijderd te worden. De onoplosbare verbindingen worden door filtratie uit het water gehaald. Filtratie is een continu proces en regelmatig (minimum tweemaal per week, zie Vlarem II, **Bijlage 2**) worden deze filters gereinigd (= teruggespoeld), waarbij de onoplosbare deeltjes worden verwijderd. De reiniging van deze filters gebeurt met zwembadwater met daarin opgeloste verontreinigingen. Op die manier worden zowel vaste deeltjes als opgeloste deeltjes verwijderd.

Tijdens het zwemmen kan er water op de kade stromen, dit water komt niet meer in het zwembad terecht maar wordt rechtstreeks afgevoerd naar de riool (*spatwater*).

Dit waterzuiverings- en recirculatiesysteem (Figuur 3.1) bestaat uit verschillende delen die meer in detail beschreven zijn in de tekst. Kleinere zwembaden kunnen een eenvoudiger systeem hebben, meer geavanceerde systemen zijn ook mogelijk.



Figuur 3.1: Algemeen processchema voor zwembaden

### 3.1 Circulatie van het water in het bad

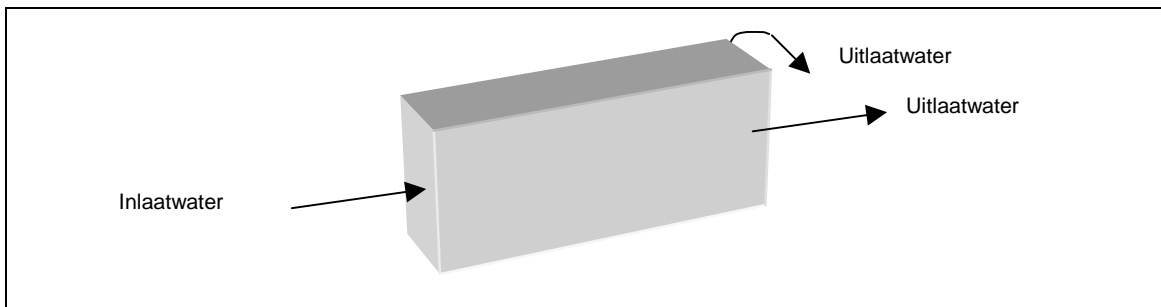
Het water kan op verschillende manieren doorheen het bad stromen, horizontaal of verticaal, alvorens het in het waterbehandelingssysteem stroomt.

#### a Horizontale doorstroming

Bij horizontale doorstroming zijn twee varianten te onderscheiden:

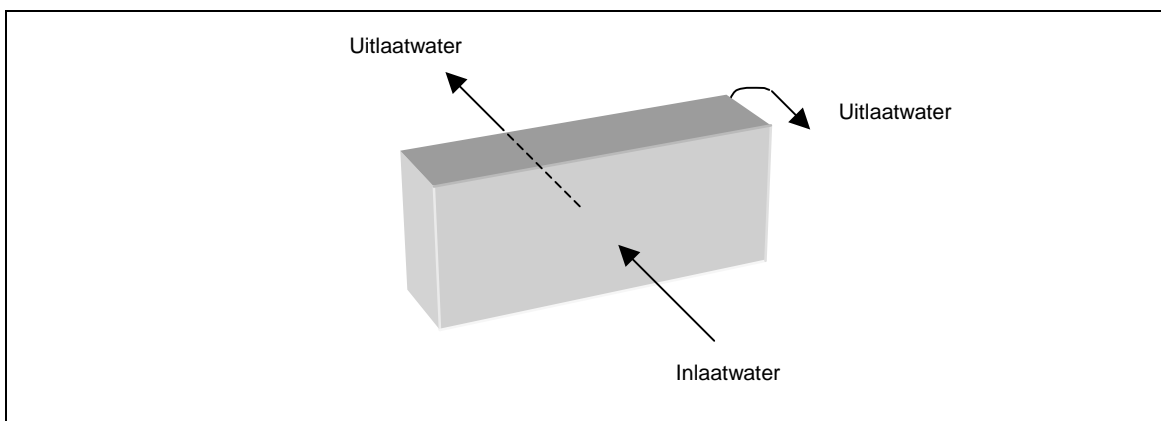
- langsdoorstroming (zie Figuur 3.2);
- dwarsdoorstroming (zie Figuur 3.3).

Bij langsdoorstroming stroomt het water volgens de lengterichting van het bad, bij dwarsdoorstroming volgens de breedterichting. Het water stroomt het bad in langs één zijde en stroomt langs de tegenover liggende zijde het bad uit, in de richting van het waterbehandelingssysteem.



*Figuur 3.2: Horizontale langsdoorstroming*

Bron: Handboek milieuvergunningen, 1998



*Figuur 3.3: Horizontale dwarsdoorstroming*

Bron: Handboek milieuvergunningen, 1998

#### b Verticale doorstroming

Bij verticale doorstroming zijn eveneens twee varianten te onderscheiden:

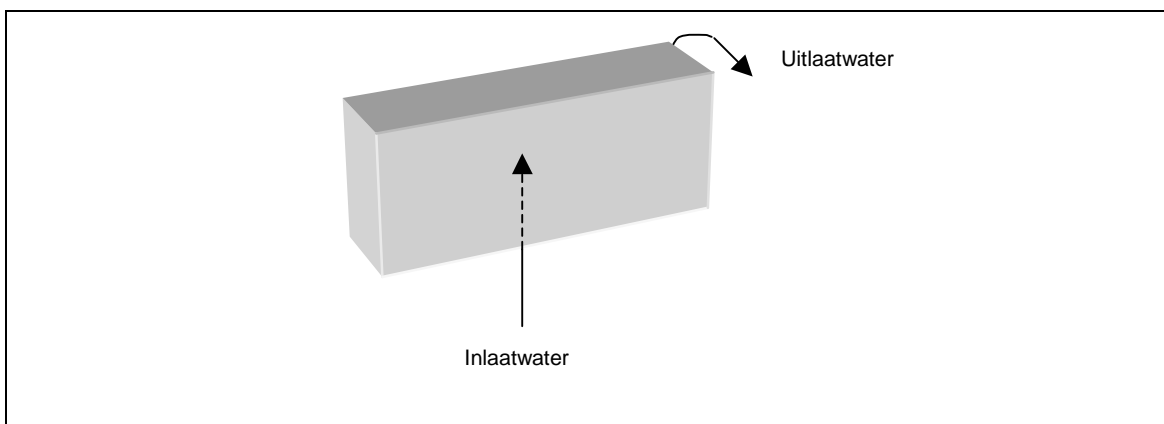
- verticale doorstroming met instroom via de bodem (zie Figuur 3.4);
- verticale doorstroming met instrooming via de zijwanden (Hannoversysteem) (zie Figuur 3.5).

Bij verticale doorstroming met instroom via de bodem wordt het water verdeeld over de bodem en stroomt het via de overloopgoten naar buiten.

Bij het Hannoversysteem stroomt het water binnen via twee tegenover elkaar liggende wanden en verlaat het bad via de bodem en de overloopgoten.

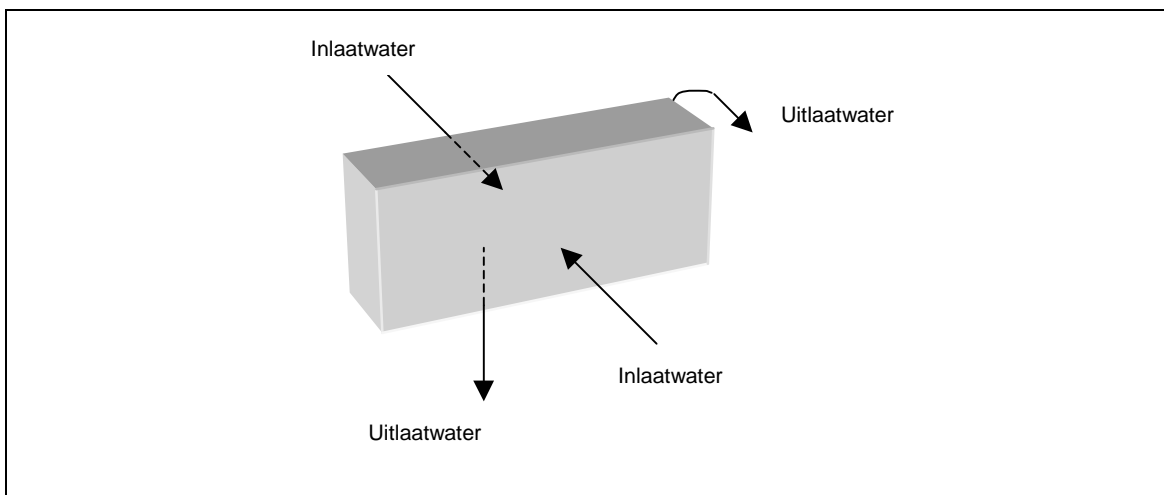
Voordelen:

- Langzaam bezinkende verontreinigingen worden door de verticale opwaartse waterstroming meegevoerd en komen in het uitlaatwater terecht. Er is dus een snelle afvoer van de verontreinigingen in de bovenste waterlaag.
- Bij het Hannoversysteem is bodemreiniging minder frequent nodig, doordat verontreinigingen via de bodemuitlaten worden afgevoerd.



*Figuur 3.4: Verticale doorstroming met bodeminstroming*

Bron: Handboek milieuvergunningen, 1998



*Figuur 3.5: Hannoversysteem*

Bron: Handboek milieuvergunningen, 1998

Bij beide systemen (horizontale en verticale doorstroming) moet er voor gezorgd worden dat er geen “dode hoeken” ontstaan waar het water praktisch niet ververst wordt.



## 3.2 Toevoer van extra water

### 3.2.1 Beschrijving

De hoeveelheid toe te voegen water -het *suppletiewater*- is afhankelijk van het aantal baders, de verontreinigingen ingebracht door de baders, het gebruikte zuiveringsstelsel en het waterverlies door o.a. verdamping. De minimaal toe te voegen hoeveelheid water is vastgelegd in Vlarem II, namelijk 30 liter per bader; in de praktijk<sup>17</sup> kan dit oplopen tot 100 liter per bader. Het gebruikte water kan leidingwater of grondwater zijn. Indien grondwater gebruikt wordt, moet dit voldoen aan de bacteriologische eisen voor drinkwater en dient het ten minste halfjaarlijks gecontroleerd te worden (Vlarem II, zie **Bijlage 2**). In deze studie zal verder bekeken worden in hoeverre hiervoor ook intern gezuiverd (afval)water kan gebruikt worden.

De watertoevoer kan automatisch of manueel gebeuren.

### 3.2.2 Milieu-aspecten

De milieu-impact is afhankelijk van de hoeveelheid gebruikt water. Het rendement van de huidige waterrecirculatiesystemen is vrij laag. Uit studies (cf. Handboek milieuvergunningen, 1998) blijkt dat slechts 60% van het suppletiewater, dat wordt toegevoegd, opnieuw gebruikt wordt als badwater, het overige deel gaat verloren (verdamping, spoelwater, verliezen...).

## 3.3 Haarvanger

### 3.3.1 Beschrijving

De eerste zuiveringsstap op het zwembadwater is een haarvang. Deze heeft als doel de circulatiepompen te beschermen tegen beschadiging door vastlopen. Daarnaast kan een haarvang ook verstopping van de filter voorkomen.

Haarvangers verwijderen op mechanische wijze grove verontreinigingen zoals haren, pleisters en vezels. Het zijn grote zeven met een maaswijdte van 1 tot 4 mm. De haarvanger wordt regelmatig gereinigd, de vaste stoffen worden manueel verwijderd.

### 3.3.2 Milieu-aspecten

De hoeveelheid afvalstoffen uit de haarvang is minimaal. Omwille van de oorsprong gaat het om *bedrijfsafval*.

---

<sup>17</sup> Bedrijfsbezoeken en enquête (zie Bijlage 3).

## 3.4 pH-correctie

### 3.4.1 Beschrijving

De pH-waarde van het zwembadwater is afhankelijk van de pH-waarde van het suppletiewater en van de aard en hoeveelheid van producten die in het waterbehandelingssysteem worden toegevoegd.

De pH-waarde dient tussen de 7,0 en 7,6 te blijven. Een *te lage pH* is corrosief voor metaal en cement en bevordert de vorming van oogirriterende chlooramines. Wordt de pH lager dan 5, dan ontstaat chloorgas. Een *te hoge pH* is ongunstig voor het desinfectieproces (al het actieve chloor zal dan aanwezig zijn als hypochlorietionen, en zodoende niet meer als actief desinfecterende stof) en vlokvorming. Het water wordt ook irriterend voor de huid en er kan kalksteen afgezet worden in het bad.

Door gebruik van natriumhypochloriet (NaOCl) als desinfectie- en oxidatiemiddel zal de pH-waarde toenemen. De pH wordt op peil gehouden door een zuur toe te voegen, zoutzuur (HCl), zwavelzuur (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) of koolstofdioxide (CO<sub>2</sub>).

Bij het gebruik van chloorgas (Cl<sub>2</sub>) daarentegen, zal de pH afnemen, zodat toevoeging van een base nodig is. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van natriumhydroxide (NaOH).

De pH-correctie gebeurt automatisch, waarbij de doseerpomp gestuurd wordt op basis van de pH-meting. In uitzonderlijke gevallen is er geen link tussen de pH-meting en doseerpomp en dient deze laatste op basis van ervaring van de zwembaduitbater ingesteld te worden.

### 3.4.2 Milieu-aspecten

Door gebruik te maken van zwavelzuur voor de pH-correctie, komen *sulfaten* in het water terecht; bij het gebruik van zoutzuur komen *chloriden* in het zwembadwater. Deze stoffen komen uiteindelijk in het afvalwater terecht.

De opslag van zuren en basen kan aanleiding geven tot lekken (bodemverontreinigingen) en tot arbeidsongevallen. Dit laatste kan gebeuren wanneer natriumhypochloriet (het meest gebruikte desinfectiemiddel) in contact komt met zuur waardoor chloorgas gevormd wordt.

## 3.5 Coagulatie en flocculatie

### 3.5.1 Beschrijving

Zeer kleine deeltjes (< 8 µm), worden niet weerhouden door de zand- of hydro-antraciet-filters en zullen de troebelheid van het water verhogen. Om dit te voorkomen, worden voorafgaand aan de filtratie (zie 3.6) coagulatie- en flocculatiemiddelen toegevoegd, zodat kleine deeltjes uitvlokken tot grotere deeltjes (> 100 µm) die beter afgescheiden worden.

Binnen de sector van de zwembaden wordt hiervoor doorgaans aluminiumsulfaat (Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>) en polyaluminiumchloride (PAC) gebruikt.

Wanneer het water gefilterd wordt m.b.v. een diatomee-aardefilter, worden er geen coagulatie- of flocculatiemiddelen gebruikt.

### 3.5.2 Milieu-aspecten

Door het toedienen van aluminiumsulfaat of PAC zal het gehalte aan zouten en metalen toenemen, die uiteindelijk in het afvalwater terecht komen.

Tijdens de opslag van deze stoffen zou eventuele bodemverontreiniging kunnen optreden.

## 3.6 Filtratie

### 3.6.1 Beschrijving

Een filter bestaat uit poreus korrelvormig materiaal waardoor het water stroomt. Het filtermateriaal kan bestaan uit: zand (enkellaagfilter) (69% van de zwembaden), hydroantraciet (18%), actieve kool (11%) of diatomee-aarde (2%) (ISB, 1998). Niet-oplosbare verontreinigingen, die voldoende groot zijn (0,7 tot 1 mm voor zandfilters; 0,6 tot 1,6 mm voor hydroantraciet-filters; Gräf et al, 1998), worden door de filter weerhouden. Voor het goed functioneren van de filter mag de doorstroomsnelheid niet te hoog zijn, maximum 30 m<sup>3</sup> water per m<sup>2</sup> filteroppervlakte.

Filters op basis van zand, actief kool of hydroantraciet worden regelmatig teruggespoeld. Volgens Vlarem moet dit minimum tweemaal per week gebeuren volgens een precies omschreven procedure (zie **Bijlage 2**). Diatomeefilters en actiefkoolfilters worden regelmatig vervangen.

De terugspoeling van een filter bestaat erin een krachtige opwaartse water- en/of luchtstroom doorheen het filterbed te sturen. Bij een bepaalde water- en/of luchtsnelheid zal het bed gaan zweven, hierdoor gaan de korrels langs elkaar schuren en komen de aangehechte verontreinigingen los.

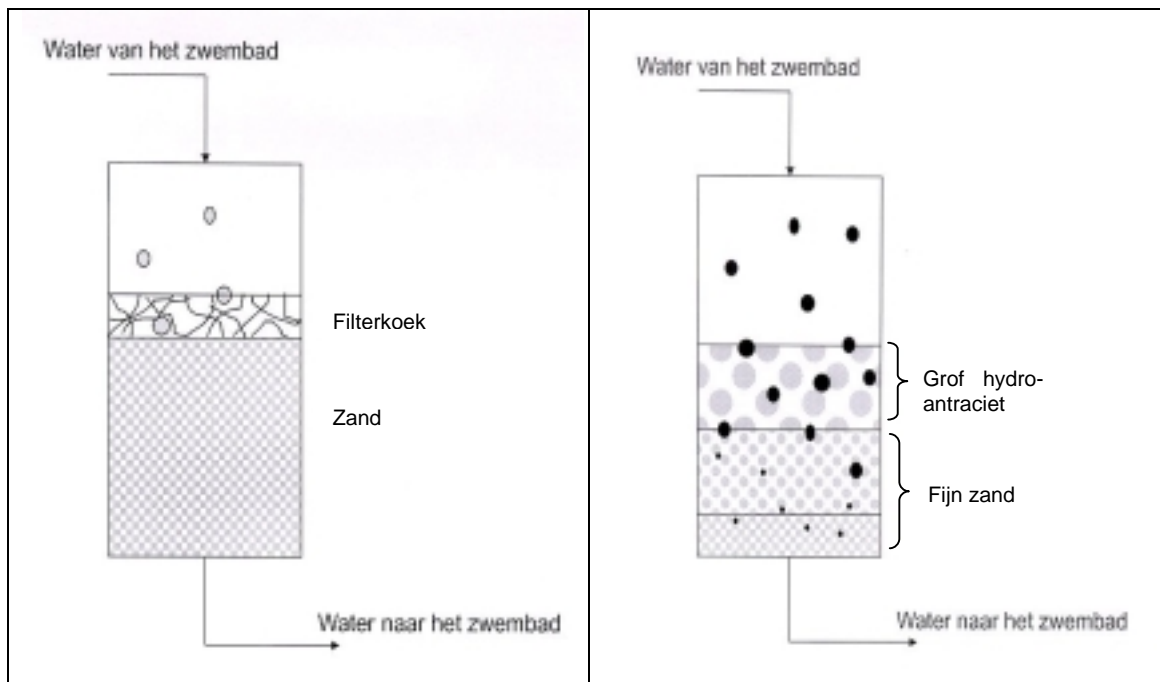
De sturing van de terugspoeling moet volledig manueel gebeuren (Vlarem II, zie **Bijlage 2**) gedurende een bepaalde tijd (enkele minuten tot een half uur).

#### a Zandfiltratie

Er kan een onderscheid gemaakt worden tussen open en gesloten zandfilters.

Bij een *open* zandfilter is de druk van de waterkolom op het filterbed de drijvende kracht voor de stroming van het circulerende water door het filterbed. Bij een *gesloten* zandfilter wordt de stroming van het circulerende water bepaald door het drukverschil van de waterkolom boven het filterbed en de waterkolom onder het filterbed. In een zandfilter wordt het water gefilterd, er is geen adsorptie van stoffen.

Bij zandfilters zal er zich boven op de filter een koek vormen van verontreinigingen. In deze koek worden grotere deeltjes tegengehouden (zie Fig. 3.6), zodat de efficiëntie van de filter stijgt, maar het debiet door de filter afneemt.



*Figuur 3.6: Koekfiltratie zandfilter*

*Figuur 3.7: Dieptefiltratie hydroantraciet-filter*

#### **b Hydro-antraciet - dubbellaagfilter**

Een dubbellaagfilter is gebaseerd op een diepbedfiltratie, waarbij de bovenste laag filtermateriaal een kleiner soortelijk gewicht heeft dan de onderste laag filtermateriaal (zie Figuur 3.7). Meestal wordt voor de bovenste laag grof hydroantraciet en voor de onderste laag fijn zand gebruikt. Dankzij de grof-fijn verdeling kunnen de verontreinigingen dieper in het filterbed binnendringen, waardoor de vuilberging van de filter vergroot wordt.

#### **c Actief koolfilter**

Een actief koolfilter kan in bypass staan als extra filter of kan alleen gebruikt worden. Het voordeel van deze filter is, dat naast filtering ook adsorptie van verontreinigingen plaatsvindt. Organische verbindingen worden hierdoor uit het water verwijderd. Ook dit type filter moet regelmatig (min. 2 maal per week) teruggespoeld worden. De actieve kool moet bovendien om de 3 à 5 jaar vervangen worden.

#### **d Diatomee-filter**

Een diatomee-aardefilter, ook wel kiezelgoorfilter genoemd, hoeft in tegenstelling tot andere filtertypen, slechts éénmaal per twee weken teruggespoeld te worden. Daardoor zou het waterverbruik beperkt kunnen worden. Vermits er bij dit type filter geen vlokmiddel gebruikt wordt, is de efficiëntie van de reiniging echter minder goed.

Bij het terugspoelen van de filter stroomt de diatomee-aarde samen met het spoelwater de riool in. Hierdoor stijgt het gehalte aan zwevende stoffen. Daarna moet de filter terug gevuld worden. Diatomee-aarde is een zeer fijn stof dat bij inademing schadelijk kan

zijn voor de gezondheid, zodat het vullen van de filter niet zonder gevaar is voor het personeel.

De filterbed hoogten van de meeste diatomee-aardefilters zijn lager dan 1 meter, zodat ze niet voldoen aan de Vlarem-reglementering (zie Vlarem II, **Bijlage 2**).

### 3.6.2 Milieu-aspecten

Het water dat gebruikt wordt voor het terugspoelen van de filters levert de grootste bijdrage aan het waterverbruik. Het resulterende vuile water (spoelwater) bevat heel wat verontreinigingen en wordt geloosd. Nu vindt de lozing meestal plaats op de riool<sup>18</sup>.

De verschillende stoffen in het spoelwater zijn:

- door de zwemmers ingebrachte stoffen;
- reinigingsmiddel van de vloeren;
- restproducten van de desinfectie;
- restproducten van de flocculatie;
- restproducten van de oxidatie.

Algemeen kan gesteld worden dat het spoelwater gekenmerkt wordt door een laag BZV, CZV, stikstof en fosfor-gehalte, een hoog chloride- en soms hoog sulfaatgehalte (afhankelijk van het gebruikte pH-correctiemiddel), een sterk variërend zwevend-stofgehalte, een neutrale pH en vrij hoge temperatuur.

Het filtermateriaal van de actief koolfilter en hydroantraciet-filter wordt regelmatig vervangen. Het afval dat hierbij vrijkomt, wordt beschouwd als bedrijfsafval. Een diatomee-aardefilter kan niet teruggespoeld worden, maar moet nog vaker vervangen worden.

## 3.7 Desinfectie

Het doel van de desinfectie is het doden en inactiveren van (ziekteverwekkende) micro-organismen. De efficiëntie van de desinfectie is afhankelijk van het doorstroomsysteem. Een verticale doorstroming zorgt voor een betere verdeling van het chloor, zodat het desinfectieproces beter verloopt.

### 3.7.1 Chloor

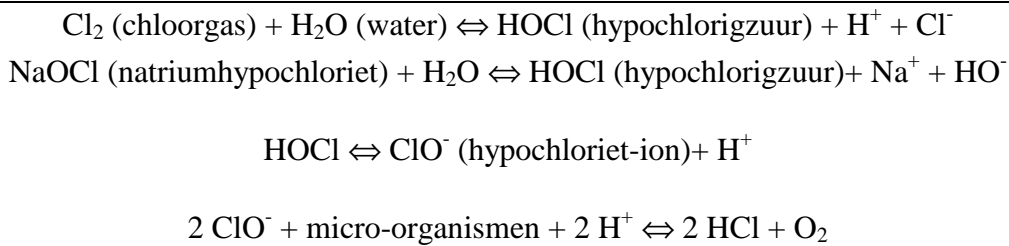
De desinfectie gebeurt meestal met chloor toegevoegd onder de vorm van natriumhypochloriet (NaOCl) en in mindere mate onder de vorm van chloorgas (Cl<sub>2</sub>). Het natriumhypochloriet wordt aangeleverd in vloeibare vorm, een beperkt aantal zwembaden produceert de stof zelf door elektrolyse van zout (NaCl). Het natriumhypochloriet wordt gestockeerd in dagtanks, gescheiden van de opslagtanks van het zuur. Wanneer beide stoffen (natriumhypochloriet en een zuur) vermengd worden, kan het giftige chloorgas ontstaan.

Het reactiemechanisme van de chloordesinfectie is weergegeven in Tabel 3.1 (zie ook **Bijlage 6**).

---

<sup>18</sup> Niet alle zwembaden lozen hun water op de riool, 20% loost rechtstreeks op het oppervlaktewater. (VMM, 1998).

Tabel 3.1: Reactieschema chloordesinfectie



Bij het gebruik van natriumhypochloriet zal de pH stijgen, zodat een zuur nodig is om de pH op peil te houden. Bij het gebruik van chloorgas zal de pH dalen, daar is een base nodig om de pH constant te houden.

### 3.7.2 Andere desinfectiemiddelen

Broom heeft dezelfde desinfecterende werking als chloor. Het werd vroeger veelvuldig toegepast om baden te desinfecteren. Andere mogelijke desinfectiemiddelen zijn: waterstofperoxide ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), een mengsel van zilver en koper, ozon en UV. Ozon en UV worden besproken in hoofdstuk 4. De andere middelen worden bijna niet toegepast in zwembaden.

### 3.7.3 Milieu-aspecten

Zie 3.8.

## 3.8 Oxidatie

### 3.8.1 Beschrijving

Desinfectie en oxidatie zijn in feite twee processen die tegelijkertijd door toevoegen van hypochloriet of andere desinfectiemiddelen in gang gezet worden. Door oxidatie worden de meeste opgeloste verontreinigingen zoals ammoniak, ureum, eiwitten, koolhydraten, vetten en aminozuren afgebroken. De oxidatiereacties verlopen in verschillende stappen, waarbij de reacties veelal niet volledig zijn. Hierdoor kunnen verschillende tussen- en eindproducten ontstaan. Bovendien vinden substitutie- en additiereacties plaats, die een aantal ongewenste verbindingen opleveren. De belangrijkste:

- gehalogeneerde koolstofverbindingen (AOX), zoals trihalomethanen (THM);
- gebonden beschikbaar chloor, een verzamelnaam voor chloorstikstofverbindingen met een beperkt oxiderend en desinfecterend vermogen (vb. mono-, di- en trichlooramine en monochloorureum).

THM bezitten vermoedelijk toxische en carcinogene eigenschappen. Zij ontstaan uit een reactie van chloor met stoffen die aanwezig zijn in het leidingwater en stoffen die baders in het water brengen. De stoffen aanwezig in het leidingwater zijn humus- en huminezuren. De stoffen die baders in het water brengen zijn o.a. ureum (bestanddeel urine) (0,7 tot 3,2 g/bader, o.a. afhankelijk van de leeftijd van de baders) en stoffen die aanwezig zijn op de huid van baders. Chlooramines zijn irriterend voor de ogen van de baders (cf. 'chloorlucht').

### **3.8.2 Milieu-aspecten**

Het actieve chloor reageert met organische stoffen in het zwembadwater en geeft aanleiding tot gechloreerde organische stoffen en chloriden. Deze stoffen komen in het afvalwater terecht. De gechloreerde organische verbindingen worden volgens de lijst 2C van Vlarem I bijlage 2 als gevaarlijk voor lozing in het aquatisch milieu beschouwd (EG richtlijn 76/464/EEG).

## **3.9 Toevoeging andere chemicaliën**

### **3.9.1 Natriumbicarbonaat**

Om de buffercapaciteit van het water te verhogen, wordt natriumbicarbonaat toegevoegd. Hierdoor is het water minder onderhevig aan pH-schommelingen. Een hoog gehalte aan bicarbonaat zorgt voor een goede flocculatie. De concentratie in het zwembadwater dient minimum 60 mg Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>/l te bedragen (Vlarem II, zie **Bijlage 2**).

### **3.9.2 Waterstofperoxide of natriumsulfiet**

Natriumsulfiet of waterstofperoxide worden gebruikt om het overtollige vrij chloor te verwijderen. Deze stoffen worden enkel toegediend bij een accidentele lozing van chloor in het zwembadwater.

## **3.10 Opwarmen van lokalen en zwembadwater**

### **3.10.1 Beschrijving**

De temperatuur van het badwater ligt tussen de 25°C en 28°C, voor babybaden en whirlpools is de temperatuur hoger. Om deze temperatuur te behouden en inkomend water (temperatuur leidingwater 11°C tot 15°C) te verwarmen is een warmtewisselaar nodig. De meeste zwembaden gebruiken hiervoor een klassieke verwarmingsketel (90% van de zwembaden gebruiken aardgas, 10% stookolie; ISB, 1998), slechts een klein aantal inrichtingen gebruikt warmtepompen.

De temperatuur van de lucht moet ten minste één graad hoger zijn dan die van het bassin met het grootste wateroppervlak (Vlarem II, zie **Bijlage 2**). De temperatuur van de lucht bepaalt in hoge mate het comfortgevoel van de zwemmers.

### **3.10.2 Milieu-aspecten**

Om de water- en luchttemperatuur op peil te houden is er veel energie nodig. Inherent aan de opwarming van water en lucht door verbranding van fossiele brandstoffen zijn de luchtmissies van CO<sub>2</sub> (koolstofdioxide), NO<sub>x</sub> (stikstofverbindingen), CO (koolstofmonoxide), SO<sub>x</sub> (zwavelverbindingen) en VOS (vluchtige organische verbindingen).

## **3.11 Reiniging van zwembad en ruimten**

### **3.11.1 Beschrijving**

#### **a Reiniging bad**

De fysische en chemische aard van de verontreinigingen in het water bepalen de efficiëntie waarmee ze verwijderd kunnen worden. Op basis van de fysische eigenschappen wordt er onderscheid gemaakt tussen bezonken, zwevende en drijvende stoffen.

- De *bezonken* verontreinigingen worden periodiek via het afzuigen van de bodem verwijderd. Het gaat voornamelijk om textiel en plastic. Bij kleinere baden, waar het vlokmiddel in het zwembad zelf wordt gedoseerd, ontstaat een sliblaag op de bodem. De slibreiniging op de bodem van het bad gebeurt met behulp van een zuiginstallatie, vergelijkbaar met een stofzuiger. Na de sluiting van de zweminstelling laat men de baden onaangeroerd, zodat de aanwezige vervuiling de kans krijgt om te bezinken. Deze verontreinigingen worden tenminste om de twee dagen vòòr opening van het zwembad verwijderd (Vlarem II, zie **Bijlage 2**). Besturing en bediening van de zuiginstallatie gebeuren meestal manueel.
- De *zwevende* verontreinigen kunnen bij alle doorstroomvarianten zonder extra maatregelen eenvoudig verwijderd worden via de uitstroomopeningen.
- *Drijvende* verontreinigen kunnen door overloopgoten en skimmers, aangebracht ter hoogte van het wateroppervlak, uit het bassinwater worden verwijderd.

De wanden van het bad worden ten minste één maal per week gereinigd en gestofzuigd. De bufferbak en het zwembad worden meestal één maal per jaar volledig leeggemaakt en de oppervlakken gereinigd.

#### **b Reiniging badrand en aanpalende ruimten**

Zowel om hygiënische als om esthetische redenen dienen alle ruimten in een zweminrichting zoveel mogelijk vrij te zijn van verontreinigingen. Het gaat hierbij niet alleen om zichtbaar vuil, zoals stof, zand, kalkaanslag, eiwit- en vetresten, maar ook om niet met het blote oog waarneembare verontreinigingen zoals micro-organismen.

Zwembaden dienen zo ingericht te zijn, dat het reinigingswater niet in het zwembad terechtkomt, maar in de riool.

### **3.11.2 Milieu-aspecten**

De inhoud van de stofzuiger wordt gefilterd in een haarvanger, de grove delen worden manueel verwijderd, de rest spoelt de riool in.

Resten van reinigingsproducten komen in het afvalwater.



### 3.12 Meet- en regeltechniek

Conform Vlarem dient elk circulatiebad voorzien te zijn van een automatisch, efficiënt functionerend chloor- en pH-sturingsysteem. De gebruikte meetapparatuur en methodiek dienen bovendien goedgekeurd te zijn door de gezondheidsinspecteur.

Op basis van de wettelijke bepalingen dient een meet- en regelsysteem te voldoen aan vier basisvoorwaarden, namelijk:

- continue meting van chloorgehalte en pH;
- automatische regeling van het debiet van pompen als functie van het chloorgehalte en de pH;
- de meetapparatuur en methodiek zijn goedgekeurd en erkend door de gezondheidsinspecteur;
- degelijke kwaliteitsbewaking (controle en ijking met geschikte meettoestellen, inclusief de opleiding van het personeel).

### 3.13 Samenvatting milieuaspecten van de sector

In deze paragraaf worden de milieu-aspecten die in dit hoofdstuk per processtap werden beschreven samengebracht. Vooreerst wordt de invloed op verschillende milieucompartimenten beschreven, daarna wordt getracht deze invloed kwantitatief voor de hele sector uit te drukken.

De zwembadsector bestaat, zoals beschreven werd in de sectorstudie van hoofdstuk 2, vooral uit gemeentelijke en provinciale zwembaden die verbonden zijn aan sporthallen. Meestal zijn er enkel gegevens voor het hele complex, zodat het moeilijk is om een correcte inschatting te maken voor de zwembaden. Daarom werd met de hulp van het ISB een enquête rondgestuurd naar 300 openbare zwembaden in Vlaanderen (enquêteformulier zie **Bijlage 3**). Van de teruggestuurde enquêtes bleken er 55 bruikbaar voor de analyses. De resultaten van deze bevraging dienen uiteraard met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden.

#### 3.13.1 Afval

Procesgerelateerde afvalstoffen:

- residu's haarvanger;
- verpakkingsafval van verschillende chemicaliën;
- filtermateriaal;
- slib van de zwembadreiniging;
- olie van de pompinstallaties.

Niet-procesgerelateerde afvalstoffen:

- door de bezoekers achtergelaten afvalstoffen;
- afvalstoffen uit de randactiviteiten (vb. horeca) van het zwembad.

De samenstelling van deze afvalstoffen is vergelijkbaar met *huishoudelijk* afval, maar is omwille van zijn oorsprong *bedrijfsafval*.

### 3.13.2 Watergebruik

#### a Kwalitatief

- Zwemwater + suppletiewater;
- douchewater;
- sanitair water (toiletten);
- reinigingswater.

#### b Kwantitatief

Het watergebruik in een zwembad kan geschat worden op basis van het bezoekersaantal. Per bader dient er immers 30 liter water toegevoegd te worden. Uit de bedrijfsbezoeken en de eigen enquête (Vito, 1999) is echter gebleken dat dit in praktijk hoger is (gemiddelde 60 l/bader; minimum 30 l/bader; maximum 177 l/bader).

### 3.13.3 Afvalwater

#### a Kwalitatief

- Afvalwater bevat:
  - door de zwemmers ingebrachte stoffen;
  - reinigingsmiddel van de vloeren;
  - restproducten van de desinfectie;
  - restproducten van de flocculatie;
  - restproducten van de oxidatie.
- De samenstelling van het afvalwater:
  - lage BZV, CZV, stikstof en fosforgehalte;
  - hoog chloridengehalte;
  - hoog sulfaatgehalte (afhankelijk van pH-correctiemiddel);
  - sterk variërend gehalte aan zwevende stoffen;
  - neutrale pH;
  - vrij hoge temperatuur.

#### b Kwantitatief

##### *Afvalwater zwembad- en sportcomplex*

In Tabel 3.2 zijn gegevens van een 3 daagse meetcampagne van de VMM en het Provinciaal Instituut voor Hygiëne en van afzonderlijke metingen van de controlelaboratoria Derva en LMI opgenomen. Het betreft metingen van het afvalwater van zwembadcomplexen, dit wil zeggen dat er ook afvalwater van de randactiviteiten mee bemonsterd is.

De concentratie van de metalen -Ar, Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn en Ag- in het afvalwater was zeer laag (in meer dan 90% van de gevallen onder de detectielimiet van 0,1mg/l) en is niet opgenomen in deze tabel. Gegevens voor AOX, chloriden en sulfaten in het afvalwater van zwembadcomplexen waren niet voorhanden. Daarom werd de concentratie van deze stof in het *badwater* opgenomen.

Tabel 3.2: Gegevens samenstelling afvalwater en zwembadwater

Parameter	Gemid.	Max.	Min.	Riool	Oppervlaktewater <sup>d</sup>	Basiskwaliteitnorm <sup>e</sup>
BZV <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	13 <sup>a</sup>	27	8		≤ 25	A ≤ 6
CZV (mg O <sub>2</sub> /l)	79 <sup>a</sup>	189	17			A < 30
ZS (mg/l)	36 <sup>a</sup>	123	3	< 1000	≤ 60	A < 50
Totaal stikstof (mg/l)	17 <sup>a</sup>	29	3			A < 16
Kjeldahl stikstof (mg/l)	8 <sup>a</sup>	11	4			A < 6
Chloriden (mg/l)	350 <sup>b</sup>	5 749	27			A < 200
Sulfaten (mg/l)	202 <sup>b</sup>	567	22			A < 250
AOX (µg/l)	425 <sup>c</sup>	600	250			M ≤ 40

<sup>a</sup> Bron: Provinciaal Instituut voor Hygiëne Antwerpen (1994-'95) en VMM (1996-'97), (gegevens 6 baden).

<sup>b</sup> Meetgegevens van het zwembadwater. Bron: Tebodin (1999) op basis van gegevens van de controlelabo's Derva en LMI (1999), (gegevens 71 baden). Verdeling van de chloridegegevens van Antwerpse zwembaden (1995-1999) zie **Bijlage 4**.

<sup>c</sup> Meetgegevens van zwembadwater. Bron: Provinciaal Instituut voor Hygiëne Antwerpen (1999), (gegevens 16 baden). Zonder speciale voorzieningen (omgekeerde osmose, actief kool) komen de betrokken pollutanten in ongewijzigde concentratie in het afvalwater.

<sup>d</sup> Algemene voorwaarden voor het lozen in de in zuiveringszones A of B gelegen openbare riolen van bedrijfsafvalwater (Vlarem II, Artikel 4.2.2).

<sup>e</sup> Basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewateren. Vlarem II, Bijlage 2.3.1; A: absoluut, M: mediaan.

Vergelijking met de algemene lozingsnorm op riool en oppervlaktewater en de milieukwaliteitsdoelstellingen voor oppervlaktewater leert dat het gemiddeld afvalwater van zwembaden, geen probleem stelt voor lozing op riool, noch op oppervlaktewater met uitzondering van een 10-voudige overschrijding van de AOX-norm. Bij bepaalde ontvangende oppervlaktewateren kunnen de hoge chlorideconcentraties in het afvalwater problemen stellen.

#### *Evolutie van de samenstelling van het spoelwater*

De samenstelling van het afvalwater is sterk afhankelijk van het tijdstip in de terugspoelprocedure van de filters. Bij de aanvang van de spoeling komt al het vaste materiaal dat zich boven op de filter verzameld heeft in de riool terecht. Op het einde van de spoeling komen vooral deeltjes vrij, die zich diep in het filterbed genesteld hebben. Dit leidt tot hoge concentraties aan zwevende stoffen (ZS), BZV en CZV in het begin van de spoeling. Op het einde van de terugspoeling nemen deze gehalten af. In Tabel 3.3 wordt een overzicht gegeven van deze waarden tijdens drie opeenvolgende fasen van de spoeling.

De samenstelling van het spoelwater kan echter sterk variëren, afhankelijk van het zwembad of het tijdstip.

Tabel 3.3: Samenstelling spoelwater

	Aanvang	Midden	Einde
BZV (mg O <sub>2</sub> /l)	6,0	2,5	1,8
CZV (mg O <sub>2</sub> /l)	155	19	13
ZS (mg/l)	241	57	42

Bron: gegevens 9 Antwerpse zwembaden, 1997-1999

#### *Concentratie aan AOX in het afvalwater*

Uit analysegegevens van zwembadwater (Tabel 3.2) blijkt, dat de concentratie aan AOX kan oplopen van 250 tot 600 µg/l (gem = 425 µg/l). Aangezien deze verbindingen niet verwijderd (afgebroken of gesorbeerd) worden in het waterbehandelingssysteem, komen ze integraal in de riool terecht. De concentratie van deze verbindingen in het afvalwater zal van dezelfde orde zijn als in het zwembadwater. Uit analyse resultaten van het Provinciaal Instituut voor Hygiëne blijkt dat het gehalte aan AOX in het zwembadwater van dezelfde orde is als het gehalte aan gebonden chloor. Ook Kaas (1998) komt tot dezelfde bevindingen.

Uit studies van Legube et al. (1996) blijkt dat minder dan 0,75% van de toegediende chloor reageert tot organochloor componenten (AOX). Voor Nederland werd het gebruik van hypochloriet in zwembaden geschat op 1 800 ton per jaar. Het grootste deel hiervan zijn THM, waarvan ongeveer 90% chloroform is. Andere verbindingen zijn chlooramines, di- en trichloorazijnzuur, chloorhydraten en dichlooracetonitrile. Indien deze verbindingen in een rioolwaterzuiveringsinstallatie komen zal 60% worden verwijderd. Op basis van deze gegevens zou in Nederland ongeveer 9 ton AOX per jaar in het aquatische milieu terecht komen. Eenmaal in het milieu verdampen de THM, de chloorhydraten worden omgezet naar chloorazijnzuur en de dichlooracetonitrile hydrolyseert (OSPAR, 1999).

#### BESLUIT

- De BZV van het spoelwater voldoet doorgaans aan de basismilieukwaliteitsnormen voor oppervlaktewater, deze van het afvalwater van zwembadcomplexen (inclusief randactiviteiten) is echter hoger. Dit is vermoedelijk het gevolg van zwaarder belast douche- en toiletwater of water afkomstig van horeca-activiteiten dat gemengd wordt met het spoelwater van het zwembad.
- De ZS van het spoelwater zijn hoger dan deze van het afvalwater van zwembadcomplexen. Het is vooral spoelwater van de filters dat verantwoordelijk is voor de hoge gehalten aan zwevende stoffen.
- Het gehalte aan stikstofverbindingen is laag, maar ligt in bepaalde gevallen toch hoger dan de basismilieukwaliteitsnormen.
- De relatief hoge gehalten aan chloriden en sulfaten kunnen onmogelijk toegeschreven worden aan randactiviteiten en zijn te wijten aan de lozing van het zwembadwater.

### 3.13.4 Lucht

- Rookgassen van de verwarmingsinstallaties.
- Chloorgas bij onzorgvuldig gebruik van natriumhypochloriet in combinatie met een sterke pH-daling.
- Zwembadlucht bevat kleine concentraties Cl<sub>2</sub> en grotere concentraties vluchtige chlooramines: kans op (geur)hinder voor de omwonenden.

### 3.13.5 Energie

#### a Kwalitatief

- Energievormen: aardgas, stookolie, elektriciteit.
- Energieverliezen.

#### b Kwantitatief

De kosten van het energieverbruik worden geschat op 13% (NZO, 1997) van de totale exploitatiekosten van een zwembad. In Tabel 3.4 is een overzicht gegeven van de verdeling van het energieverbruik. Bij een openluchtzwembad is er warmteverlies naar de atmosfeer en de bodem. Bij een overdekt zwembad zijn er heel wat ventilatieverliezen.

Aan de hand van de enquête (1999) werd het gemiddeld energiegebruik van een zwembad berekend. Deze gegevens zijn opgenomen in Fig. 3.8 en 3.9. Meer gedetailleerde gegevens worden eind 2000 verwacht in een Vliet-bis studie.

*Tabel 3.4: Energiegebruik in een zwembad*

Onderdeel	Energiegebruik %
Speciale voorzieningen zwembad <sup>19</sup>	33
Verwarming en ventilatie	27
Verlichting	25
Pompen en ventilatoren	9
Waterbehandelingsinstallatie	6

Bron: Novem, 1998

### 3.13.6 Geluid

- Overdekte zwembaden: zwembaden zijn akoestisch niet geïsoleerd, zodat het geluid van de aanwezige gasten weergalmt in de hal. De hinder voor de omwonenden is beperkt.
- Openlucht zwembaden: mogelijke geluidshinder voor de omwonenden.

---

<sup>19</sup> Speciale voorzieningen: beweegbare bodem, glijbanen, pompen, golfslag...

### 3.13.7 Chemicaliëngebruik

#### a Kwalitatief

- Hoog chloorgebruik.
- Anorganische sterke zuren (zoutzuur of zwavelzuur).
- Vlokmiddel (Aluminiumsulfaat en PAC).

#### b Kwantitatief

Het chemicaliëngebruik varieert sterk en is onder meer afhankelijk van het type zwembad (Tabel 3.5 en 3.6).

Tabel 3.5: Type ontsmetting in Vlaanderen (Aminal, 1999)

Type ontsmetting	Aantal zwembaden in Vlaanderen (%)
NaOCl + HCl	66
NaOCl + H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20
NaOCl + CO <sub>2</sub>	3
NaOCl + O <sub>3</sub>	1
Chloorgas + NaOH	8
Andere	2

Bron: Aminal, 1999 (gegevens 157 zwembaden)

Tabel 3.6: Chemicaliënverbruik in zwembaden

	g product/bader	g actief product/bader	Klein bad <sup>20</sup> kg product/jaar	Groot bad <sup>21</sup> kg product/jaar
<i>Desinfectiemiddel</i>				
NaOCl	80	12	2 075	5 810
<i>pH-correctiemiddel</i>				
HCl	39	12	950	2 660
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	32	12	800	2 224
<i>Vlokmiddel</i>				
PAC	4,8	4,8	134	375
Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	4,5	4,5	111	311

Bron: Eigen enquête 1999 (gegevens van het werkingsjaar 1998)

<sup>20</sup> Klein bad: volume van 100 m<sup>3</sup> en 20 000 bezoekers per jaar.

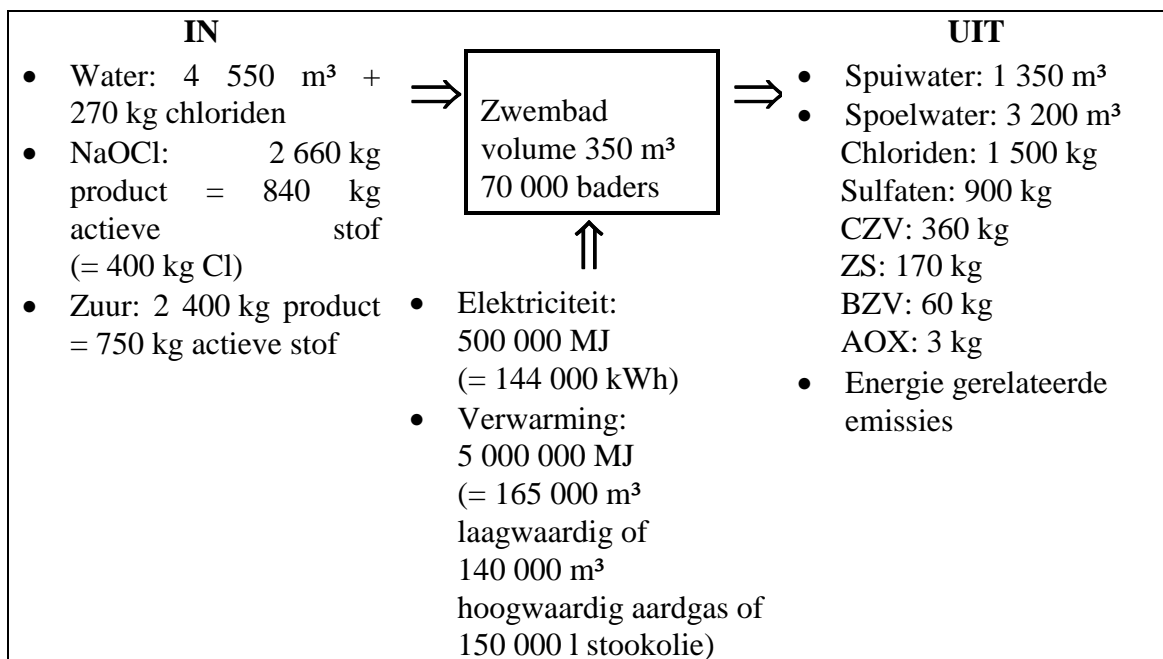
<sup>21</sup> Groot bad: volume van 350 m<sup>3</sup> en 70 000 bezoekers per jaar.

### 3.13.8 Massa- en energiebalans

Op basis van bovenstaande gegevens werd een massabalans opgesteld. Een eerste balans (Figuur 3.8) geeft de situatie weer van een gemiddeld groot zwembad. Op basis daarvan werd een schatting gemaakt voor alle zwembaden van Vlaanderen (Figuur 3.9).

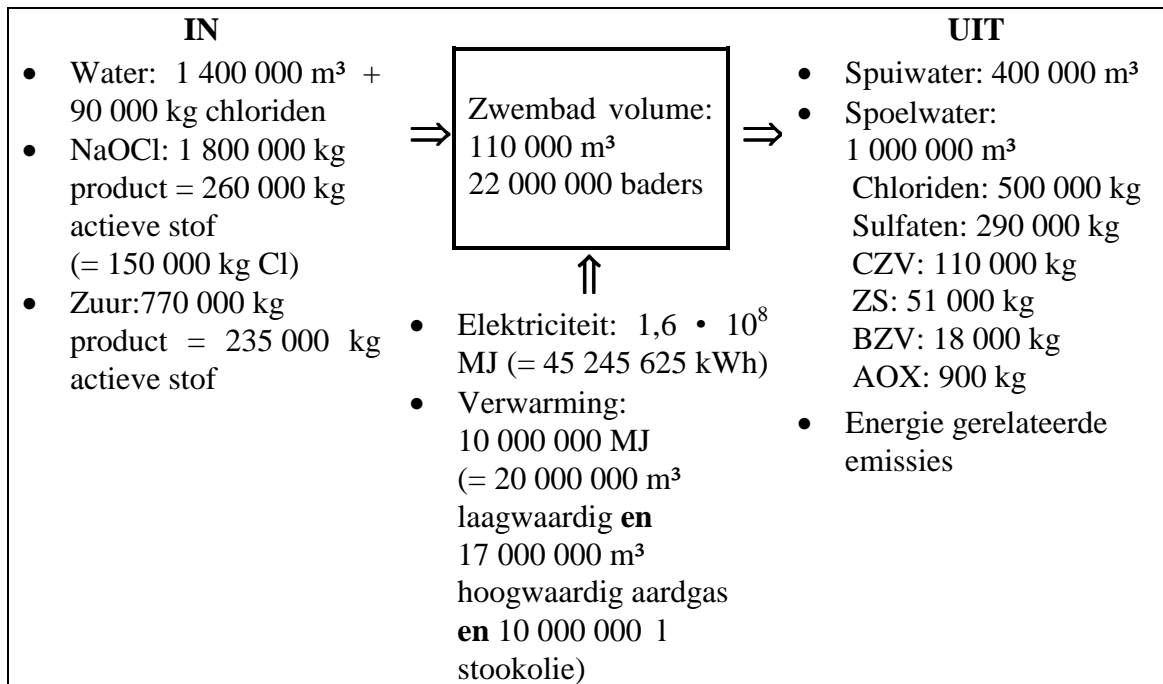
Bij de berekening werden volgende veronderstellingen gemaakt:

- het zwembad wordt één maal per jaar gereinigd en gevuld;
- per bader (= 1 uur zwemmen) wordt er 60 l water toegevoegd (Enquête Vito<sup>22</sup>, 1999); dit water bevat ongeveer 60 mg chloriden per liter (aww, 1996);
- per bader wordt er 12 g natriumhypochloriet toegevoegd (80 g product) (Enquête Vito<sup>21</sup>, 1999);
- per bader wordt er ca 12 g HCl (39 g product), 12 g H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (32 g product) of CO<sub>2</sub> toegevoegd (Enquête Vito<sup>21</sup>, 1999);
- 0,75% van het chloor wordt omgezet in AOX (Legube et al, 1996);
- de gegevens van BZV, CZV, ZS, chloriden en sulfaten zijn gebaseerd op Tabel 3.2;
- de gegevens over het energieverbruik zijn afkomstig van de Vito-enquête<sup>21</sup> (1999).



*Figuur 3.8: Massa- en energiebalans voor een gemiddeld groot zwembad (cijfers uitgedrukt per jaar)*

<sup>22</sup> De gegevens van de enquête dienen met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd worden, gezien de beperkte respons op de bevraging.



*Figuur 3.9: Massa- en energiebalans voor de zwembadsector in Vlaanderen (cijfers uitgedrukt per jaar)*

### 3.14 Besluit

Op basis van de in dit hoofdstuk per processtap opgelijste milieu-aspecten, worden in het volgend hoofdstuk milieuvriendelijke technieken bekeken met betrekking tot:

- waterbesparing;
- reductie van zouten in het afvalwater;
- reductie van AOX in het afvalwater;
- hulpstofbesparing;
- energiebesparing.



## HOOFDSTUK 4: BESCHIKBARE MILIEUVRIENDELIJKE TECHNIEKEN

In dit hoofdstuk worden per processtap een aantal beschikbare milieuvriendelijke technieken beschreven, die de milieu-effecten van zwembadinrichtingen kunnen beperken of vermijden. In hoofdstuk 5 worden dan uit deze beschikbare milieuvriendelijke technieken de Beste Beschikbare Technieken (BBT) geselecteerd. Waar nuttig, werd in **Bijlage 4** een *technische fiche* opgemaakt van de beschreven techniek waarin verschillende aspecten (technische, kostprijs...) meer in detail zijn uitgewerkt.

### 4.1 Zwembad

#### 4.1.1 Good housekeeping (maatregelen van goed beheer)

- Het waterverbruik in de douches kan beperkt worden door gebruik te maken van een *spaardouchekop*. Door een grotere weerstand is de hoeveelheid water die door de douchekop stroomt kleiner, maar het reinigingseffect is hetzelfde als dat van een klassieke douchekop. Per douchebeurt kan ongeveer 10 l (= 0,35 BEF) water bespaard worden. Een spaardouchekop kost ongeveer 20 000 BEF, wanneer er wekelijks 100 mensen een douche nemen, is dit bedrag op 1,1 jaar terugverdiend.
- Wanneer op iedere kraan een *timer* geplaatst is, wordt voorkomen dat het water onnodig blijft stromen.
- Door het gebruik van toiletten met *twee spoelknoppen* kan water bespaard worden.

#### 4.1.2 Bevuiling zwembad verminderen

Bij de oxidatie van de organische verontreinigingen in het badwater ontstaan schadelijke stoffen zoals chlooramines en AOX (o.a THM).

Het ontstaan van AOX en chlooramines in zwembadwater kan beperkt worden door de inbreng aan organische verbindingen afkomstig van de bezoekers te minimaliseren. Dit kan bereikt worden met sensibiliseringscampagnes waarin baders gewezen worden op de noodzaak van een grondige douche. Een andere methode is duidelijke zones af te bakenen waarin schoenen toegelaten zijn, zoals reeds vereist door Vlarem II.

#### 4.1.3 Temperatuur zwemwater

De temperatuur van het badwater beïnvloedt de chemische en biochemische reacties die zich in het water afspelen. Bij hogere temperaturen:

- verlopen chemische processen sneller. Baders geven meer verontreinigingen af. Deze verontreinigingen oxideren sneller waardoor het chloorverbruik toeneemt en er meer gechloreerde verbindingen ontstaan.
- verhoogt de kans dat (pathogene) micro-organismen zich ontwikkelen.
- vermindert het aandeel aan vrij actief chloor ten opzichte van vrij beschikbaar chloor (Stender & Feyen, 1996).

Een lagere temperatuur heeft een gunstige uitwerking op de waterkwaliteit. Omwille van het zwemcomfort is een watertemperatuur lager dan 27-28°C in combinatie met een lage luchttemperatuur (verschil lucht-watertemperatuur > 2°C) niet aan te raden.

#### **4.1.4 Afdekken zwembad**

Verdamping van zwembadwater is een van de belangrijkste oorzaken van energie en waterverlies. Wanneer dit waterverlies beperkt wordt door afdekking van het bad na sluitingen:

- koelt het water minder af en is er 40 tot 60% minder energie (Novem, 1998) nodig om het terug op te warmen;
- is de vochtigheid in de hal minder hoog, zodat er minder energie nodig is om de ruimte te ventileren;
- daalt het waterverbruik met 30 tot 50% (RSPEC!, 1999).

Er zijn verschillende soorten afdekfolies. De goedkoopste zijn de bubbelfolies. Deze zien eruit als het verpakkingsmateriaal voor breekbare goederen, maar zijn dikker. Sterker zijn vinylfolies en lamellen. Deze kunnen doorschijnend zijn of niet. De doorschijnende zijn aan te raden bij openlucht zwembaden, zodat de zonnestralen er doorheen kunnen en het water opwarmen. Belangrijk is dat de folie bestaat uit UV-bestendig materiaal, zodat de folie niet aangetast wordt door zonlicht.

De folie mag pas verwijderd worden wanneer het bad opengaat en dient na de sluiting terug aangebracht worden. Automatische en semi-automatische systemen zijn het meest aangewezen. De folie wordt hierbij automatisch over het bad geschoven.

De kostprijs (Novem, 1998) varieert van 350 tot 3 600 BEF/m<sup>2</sup> voor de afdekfolies en van 900 tot 7 300 BEF/m<sup>2</sup> voor automatische systemen. Deze techniek is interessant voor openlucht baden.

Wanneer een overdekt bad afgedekt wordt en de omgevingstemperatuur sterk daalt, zal bij het wegnemen van het zeil heel wat water verdampen. Hierdoor daalt de watertemperatuur en moet er meer geventileerd worden. Uiteindelijk kan de aanvankelijke energiebesparing te niet gedaan worden. Bij het gebruik van een afdekfolie kan er zich ook een microbiële flora ontwikkelen op het zeil (vochtige ruimte, hoge temperaturen). De folie moet daarom regelmatig gereinigd en ontsmet worden.

#### **4.1.5 Gebruik biologisch afbreekbare reinigingsmiddelen**

Door gebruik te maken van biologisch afbreekbare reinigingsmiddelen, zowel voor de baden, de douches als de andere ruimten (cafeteria, kleedruimten...), zal de samenstelling van het te lozen water verbeteren. Deze reinigingsmiddelen mogen echter niet minder effectief zijn dan klassieke middelen om de noodzakelijke hygiëne te bewerkstelligen.

#### **4.1.6 Wand bad**

Uit onderzoek van Kaas (1998) blijkt dat het water van sommige zwembaden die bekleed zijn met een kunstofmembraan meer AOX bevat. Volgens de onderzoeker is dit te wijten aan bacteriociden, fungiciden en weekmakers die uit het plastic vrijkomen en AOX vormen.

## **4.2 Watertoevoer**

### **4.2.1 Debietmeter**

Wanneer het waterverbruik op regelmatige tijdstippen genoteerd wordt, kan een abnormaal hoog waterverbruik opgemerkt worden. Dit kan wijzen op lekken.

### **4.2.2 Warmtewisselaar**

De warmte van het spoelwater kan door het installeren van een warmtewisselaar benut worden om het inkomende leidingwater voor te verwarmen.

### **4.2.3 Grijs water circuit**

Het opstellen van een grijswater circuit kan het totaal waterverbruik beperken. Hierbij wordt water van een minder goede kwaliteit, zoals spoelwater, hergebruikt. Water voor het doorspoelen van toiletten hoeft geen drinkwater te zijn, wanneer hiervoor spoelwater van de filters gebruikt wordt, kan het globaal waterverbruik dalen.

Een voorbehandeling kan noodzakelijk zijn, omdat er zich in water van 27°C gemakkelijk bacteriën kunnen ontwikkelen.

Deze maatregel impliceert wel dat er een buffertank moet gebouwd worden om de watervoorraad in op te slaan. Er is dan ook een nieuw leidingsysteem nodig. Om dit aan te leggen, kunnen grondige verbouwingswerken nodig zijn. Hierdoor is dit systeem moeilijk toepasbaar in bestaande zwembaden.

### **4.2.4 Verwijderen van humuszuren**

(Technische Fiche 6, Bijlage 5)

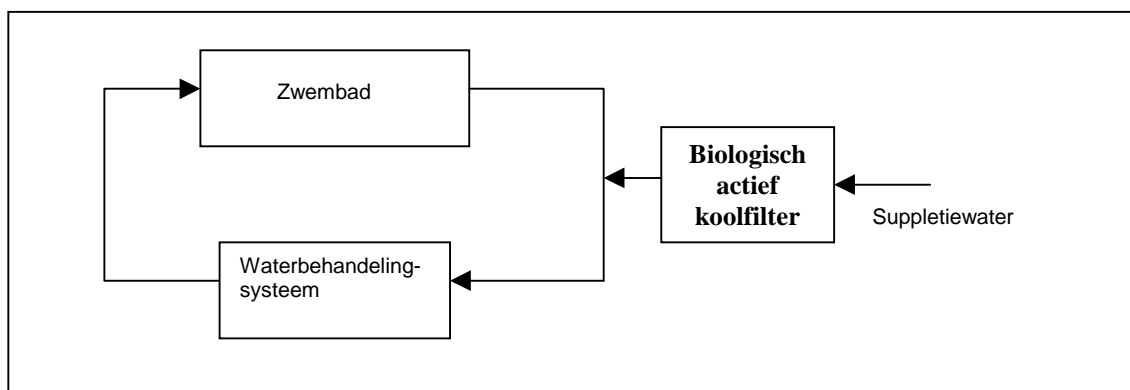
In leidingwater kunnen hoge concentraties humus- en huminezuren aanwezig zijn (van nul tot een tiental mg/l)<sup>23</sup>. Wanneer deze stoffen uit het leidingwater verwijderd worden alvorens er chloor wordt toegevoegd, kan de vorming van chlooramines en THM vermeden worden.

Hiervoor kan een actief koolfilter direct na de toevoer van suppletiewater geplaatst worden (zie Figuur 4.1). Het voordeel van deze techniek is dat het instromende leidingwater een laag chloorgehalte heeft, zodat er zich in de filter gemakkelijk micro-organismen kunnen ontwikkelen. De micro-organismen die zich in de filter ontwikkelen, zullen de gesorbeerde organische verontreinigingen omzetten naar elementaire verbindingen (o.a. CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O). Daarenboven is het debiet van het instromende water laag, zodat de doorstromingsnelheid laag is en de verwijdering van organische stoffen maximaal (Bronnda, 1998).

Een mogelijk probleem bij deze techniek kan optreden wanneer de temperatuur van het leidingwater te laag is. De activiteit van de micro-organismen neemt af bij temperaturen lager dan 15°C.

---

<sup>23</sup> Bron: Antwerpse Waterwerken (aww), correspondentie 1999.



*Figuur 4.1: Schema humus- en huminezuur verwijdering*

Humuszuren kunnen ook uit het water verwijderd worden met behulp van nanofiltratie (Bronda, 1998). Het nadeel van nanofiltratie is dat de ionen vergaand verwijderd worden, zodat extra bicarbonaat moet gedoseerd worden.

### **4.3 Koolstofdioxide als pH-correctiemiddel**

(zie Technische Fiche 1; Bijlage 5)

Bij het gebruik van anorganische zuren, zoals zoutzuur en zwavelzuur, zal de zoutrest in het afvalwater verhogen. Door gebruik te maken van een alternatief pH-correctiemiddel kan die zoutrest afnemen of vermeden worden.

Koolstofdioxide is een gas dat onder de vorm van waterstofcarbonaat ( $\text{HCO}_3^-$ ) aanwezig is in het water en pH-verlagend is. Door gebruik te maken van deze stof als pH-correctiemiddel zijn er geen sterke zuren, zoals zoutzuur en zwavelzuur, meer nodig. Het gehalte aan chloriden en sulfaten in het afvalwater zal hierdoor veel lager zijn.

De installatie bestaat uit een drukvat met een leiding waardoor de koolstofdioxide naar de machinekamer wordt getransporteerd. Vanuit de voorraadkamer gaat de koolstofdioxide doorheen een leiding naar een elektrische verdeelpomp. Het gas wordt via een sproeier rechtstreeks in de hoofdleiding van het bassin gepompt, waar het in het water oplost.

Bij het gebruik van koolstofdioxide als pH-correctiemiddel is de pH-schommeling veel kleiner dan bij het gebruik van een sterk zuur (minder dan één pH eenheid t.o.v. één tot twee pH eenheden). Het gebruik van koolstofdioxide als pH-correctiemiddel is duurder dan een klassiek middel.

## **4.4 Coagulatie en flocculatie**

Voor het coaguleren van organische materiaal is er een vlokmiddel nodig. Bij een efficiënt gebruik van het vlokmiddel kan de benodigde hoeveelheid beperkt worden.

### **4.4.1 Efficiënt doseren van vlokmiddel**

De dosering van het vlokmiddel gebeurt het best continu, indien mogelijk afhankelijk van het aantal bezoekers. De relatie is echter moeilijk op te stellen, zodat er een doseringschema dient opgesteld te worden op basis van ervaring.

### **4.4.2 Voorafgaande pH-correctie**

De meeste vlokmiddelen werken efficiënter bij lagere pH. Voor aluminiumsulfaat ligt de grens bij een pH van 7,2; bij aluminiumhydrochloride bij een pH van 7,4. De concentratie van het vlokmiddel kan lager zijn wanneer de pH lager is. Om dit te bereiken kan de pH-correctie het best voor de filters gebeuren, in het bufferreservoir (OSPAR, 1999).

## **4.5 Filtratie**

Het terugspoelen van de filter levert de grootste bijdrage tot het waterverbruik. Hoe beter de vuilberging in de filter, hoe minder er teruggespoeld dient te worden.

Een betere filtering leidt tot een betere waterkwaliteit, zodat er minder water moet toegevoegd worden om een zelfde waterkwaliteit te bereiken (minder verdunnen).

### **4.5.1 Dubbellaagfiltratie**

(zie Technische Fiche 2; Bijlage 5)

Door het gebruik van een dubbellaagfilter verhoogt de vuilberging van de filter. Wanneer de vuilberging hoger is, moet de filter minder teruggespoeld worden, zodat het spoelwaterdebiet verkleint.

Een dubbellaagfilter is gebaseerd op een diepbedfiltratie, waarbij de bovenste laag filtermateriaal een kleiner soortelijk gewicht heeft dan de onderste laag filtermateriaal. Meestal wordt voor de bovenste laag grof hydroantraciet en voor de onderste laag fijn zand gebruikt. Dankzij de grof-fijn verdeling kunnen de verontreinigingen dieper in het filterbed binnendringen, waardoor de vuilberging van de filter vergroot wordt.

Het voordeel van een hydroantraciet-filter is dat er naast een filtering ook een adsorptie van opgeloste verontreinigingen optreedt. Bovendien zijn er aanwijzingen dat er in de hydroantraciet-filter micro-organismen groeien die de gesorbeerde organische verbindingen (voornamelijk ureum) kunnen afbreken (Ayar & Kop, 1995). De groei van bacteriën in de filter kan echter hygiënische problemen veroorzaken.

### **4.5.2 Diatomee-aardefilter**

Een diatomee-aardefilter, ook wel kiezelgoorfilter genoemd, hoeft in tegenstelling tot andere filtertypen, slechts éénmaal per twee weken teruggespoeld te worden. Daardoor zou het waterverbruik beperkt kunnen worden. Vermits er bij dit type filter geen

vlokmiddel gebruikt wordt, is de efficiëntie van de reiniging echter minder goed. Tevens komt de diatomee-aarde bij iedere filterspoeling in het afvalwater terecht.

#### **4.5.3 Tijdschema filterspoeling**

Voor iedere filter moet getracht worden een ideale terugspoelprocedure op te stellen. Een zandfilter moet langer teruggespoeld worden dan een dubbellaagfilter (30 minuten t.o.v. 3 minuten). De reden hiervoor is dat het bij een zandfilter om een koekfiltratie gaat en bij een hydroantraciet-filter om een dieptefiltratie.

#### **4.5.4 Extra spoelen van de zandfilters**

Uit onderzoek is gebleken dat AOX verbindingen ontstaan in de zandfilter. In de filter vindt een intenser contact tussen chloor en organische verbindingen plaats dan in het zwembad zelf. Om het ontstaan van deze verbindingen te beperken, kan het gehalte aan organische verbindingen in de zandfilter geminimaliseerd worden. Dit kan bereikt worden door de filters frequent (dagelijks) terug te spoelen (Ayar & Kop, 1995).

Bij het extra spoelen van de filters wordt er meer koud supplementewater toegevoegd. Dit koude water kan nefast zijn voor de aanwezige micro-organismen, waardoor de ureumafbraak geremd wordt.

#### **4.5.5 Meettoestellen**

Door na de filter een meettoestel te plaatsen dat de troebelheid, het chloorgehalte of het ureumgehalte bepaalt, kan het terugspoelen van de filter gekoppeld worden aan één van die parameters. Op die manier wordt de filter enkel teruggespoeld, op het ogenblik dat de waterkwaliteit onvoldoende dreigt te worden. De hoeveelheid spoelwater kan beperkt worden tot het minimum.

- meting troebelheid;
  - meting chloorgehalte;
  - meting ureumgehalte;
  - meting drukverschil.
- } zie 4.9

### **4.6 Desinfectie en oxidatie**

Volgens Vlarem II mag de desinfectie van zwembadwater enkel gebeuren met chloor (zie **Bijlage 2**). Vanuit BBT-oogpunt wordt echter nagegaan of er geen andere opties mogelijk zijn, onafhankelijk van deze Vlarem-verplichting.

#### **4.6.1 Betere meetmethode**

Door gebruik te maken van een automatisch meet- en regelsysteem, kan het gehalte aan vrije chloor ingesteld worden op een waarde van bijvoorbeeld 0,7 mg/l met een kleinere toegelaten variatie (vb. 0,2 mg/l). Op die manier komt er minder chloor in het zwembad, zodat ook het gehalte aan chloriden in het water zal afnemen.

Voor baden waar de kans op infecties groter is (vb. peuterbad), kan deze waarde breder ingesteld worden. Hiervoor zijn echter heel gevoelige meettoestellen nodig. De kostprijs van deze toestellen is hoger dan de klassieke meettoestellen. Bovendien is voor de bediening ervan goed opgeleid personeel nodig.

## **4.6.2 Gebruik van ozon en UV als gedeeltelijk vervangmiddel van chloor**

### **a Ultraviolet straling (UV)**

UV-licht heeft een sterk oxiderende en desinfecterende werking. Het zou daarom kunnen gebruikt worden als desinfectiemiddel. Dit wordt reeds toegepast in chloramine-separatoren (zie 4.6) die werken op basis van UV-licht. Deze toestellen hebben in de eerste plaats als doel de aanwezige chlooramines af te breken en niet de desinfectie van het water.

### **b Ozon (O<sub>3</sub>)**

(zie Technische Fiche 3; Bijlage 5)

Ook ozon heeft een sterk oxiderende en desinfecterende werking.

Ozon is een molecuule die uit drie zuurstofatomen bestaat (O<sub>3</sub>). De sterk oxiderende werking ontstaat door de afsplitsing van het derde zuurstofatoom. Ozon wordt ter plaatse geproduceerd met behulp van een ozongenerator. De ozon wordt in of na de filters in het zwembadwater geïnjecteerd. Na een contacttijd van tenminste 4 minuten bij een dosis van 0,4 mg/l (Franse norm, OSPAR, 1999) of meer dan 2 minuten bij een dosis van 1,2 mg/l (DIN 19643) wordt het zwembadwater doorheen een actief koolfilter geleid om de ozonrest te verwijderen. In praktijk blijken echter contacttijden toegepast te worden van 1,5 tot 3 minuten (Zwart, 1996).

In de actief koolfilter worden naast ozon ook bijna alle chloorverbindingen verwijderd. Na de actief koolfilter moet opnieuw natriumhypochloriet aan het water worden toegevoegd, om infecties in het bad te vermijden. De ozontechniek is dus eigenlijk een aanvullende techniek.

Uit proeven is gebleken dat na het stilleggen van de ozon-installatie, de waterkwaliteit nauwelijks terugloopt. Dit onverwacht resultaat zou betekenen dat de actief koolfilter een groot deel van de zuiverende werking voor zijn rekening neemt (Zwart, 1996).

De ozon wordt geproduceerd met behulp van hoogspanning. Het gebruik van hoogspanning is vrij duur en houdt risico's in voor het technisch personeel.

Ozon is een zeer reactieve stof die de concentratie aan AOX kan beïnvloeden. Wanneer de contacttijd tussen het circulerende water en ozon kort is (1,5 tot 3 minuten), nemen de vluchtige gechloreerde verbindingen toe. De verontreinigingen zouden onvolledig geoxideerd worden. Bij een langere contacttijd (10 tot 15 minuten) is er een duidelijke afname van de concentratie van vluchtige gechloreerde verbindingen.

In Ayar & Kop (1995) wordt vermeld dat ozon een ongunstig effect heeft op de AOX, ongeacht de contacttijd.

### **c Opmerking bij het gebruik van UV en ozon**

Wanneer er enkel ozon of UV gebruikt wordt, is er geen desinfectiemiddel in het water van het zwembad zelf, zodat kiemen zich onmiddellijk kunnen ontwikkelen wanneer ze in het zwembad gebracht worden. Om dit te voorkomen dient er toch nog chloor als desinfectiemiddel gedoseerd te worden.

### 4.6.3 Zoutelektrolyse

(zie Technische Fiche 4; Bijlage 5)

Bij het gebruik van zoutelektrolyse wordt het natriumhypochloriet ter plaatse geproduceerd. De voordelen hiervan zijn:

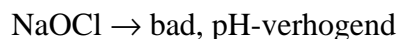
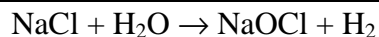
- er wordt slechts die hoeveelheid natriumhypochloriet aangemaakt die effectief nodig is;
- er zijn geen bewaarmiddelen (die er normaal moeten voor zorgen dat de activiteit van het natriumhypochloriet constant blijft gedurende de opslag, deze stoffen worden echter zelf ook geoxideerd) nodig, zodat de benodigde hoeveelheid natriumhypochloriet lager is;
- er moeten geen gevaarlijke stoffen getransporteerd worden.

Het elektrolysesysteem kan op twee manieren uitgevoerd worden:

- het doorstroomsysteem (Type I);
- het suppletiesysteem (Type II, IV en IV chloride-arm).

Bij het *doorstroomsysteem* wordt er keukenzout (NaCl) aan het zwembad toegevoegd. De elektroden staan in verbinding met het zoute zwembad, het natriumhypochloriet komt in het zwembad terecht en het waterstofgas komt vrij in het bassin. Dit laatste impliceert dat er een goede ventilatie nodig is.

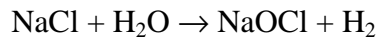
In het *suppletiesysteem* wordt zout in een apart reservoir opgelost in water. Deze oplossing wordt langs de elektroden gevoerd, waarna het geproduceerde chloor wordt gedoseerd. Bij het type II systeem wordt waterstof en natriumhypochloriet gevormd. Het waterstofgas wordt naar buiten afgevoerd en het natriumhypochloriet wordt op de traditionele manier aan het water gedoseerd. Bij dit systeem is er een zwak zuur nodig om de pH te corrigeren (vb. natriumbisulfaat).



Bij het type IV systeem wordt natriumhypochloriet geproduceerd uit zout. Dit wordt aan het zwembad toegevoegd, zodat de pH verhoogt. Om de pH te corrigeren wordt hyperchlorigzuur (HOCl) toegevoegd. Dit zuur wordt aangemaakt door het natriumhypochloriet door een membraan te sturen. Hierbij ontstaat echter natronloog (NaOH).



Hypocel

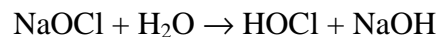


NaOCl → bad, pH verhogend

→ naar membraancel

H<sub>2</sub> → atmosfeer

Membraancel



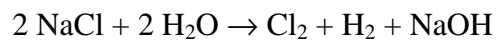
HOCl → naar bad, pH verlagend

NaOH → afvoer

Bij het type IV chloride-arm systeem wordt chloorgas geproduceerd, dat aan het water wordt toegevoegd. Hierdoor zal de pH verlagen. Om de pH te corrigeren wordt er natronloog toegevoegd. Deze natronloog ontstaat tijdens het voorgaande proces.

Het voordeel van dit chloride-arm systeem is dat er slechts een minimale hoeveelheid natrium in het bad komt, zodat er geen chloriden meer gevormd worden in het bad. Hierdoor zal het afvalwater minder belast zijn met chloriden. Dit systeem is daarom ook opgenomen in de Nederlandse lijst van technieken die in aanmerking komen voor versnelde afschrijving (VAMIL, 1998).

Hypocel



Cl<sub>2</sub> → bad, pH verlagend

NaOH → minimaal deel naar bad: pH  
verhogend

→ rest: afvoer

H<sub>2</sub> → atmosfeer

Een zoutelektrolyse vraagt wel goed opgeleide technici, die wanneer er iets fout dreigt te lopen, weten hoe de problemen kunnen verholpen worden.

## **4.7 Warmteopwekking**

### **4.7.1 Hoogrendementsketel**

Het opwekken van warmte kost veel energie. Hiermee moet vanuit ecologisch en economisch standpunt spaarzaam omgesprongen worden. Het beperken van warmteverliezen kan leiden tot kostenbesparing en tot minder luchtmissies die gerelateerd zijn aan het opwekken van warmte.

Bij renovatie kunnen hoogrendementsketels geplaatst worden, bij voorkeur met gas, tenzij dat met een ander systeem een hoger of vergelijkbaar energierendement kan gehaald worden.

## **4.8 Meet- en regeltechniek**

### **4.8.1 Automatisch meet- en regelsysteem**

Door toepassing van een automatisch meet- en regelsysteem (inclusief een membraandoseerpomp) kan de waterkwaliteit van het zwembad gemeten, geregeld en gestuurd worden. Door de metingen, waaronder chloorgehalte, pH en debiet te koppelen aan sturing en dosering van desinfectiemiddelen en pH-correctiemiddelen, kan het chemicaliënverbruik geoptimaliseerd worden. Het vrij chloor moet een gehalte hebben tussen 0,5 en 1,5 mg/l (Vlarem II; zie bijlage 2). Bij een automatisch meet- en regelsysteem kan dit gehalte ingesteld worden op 0,7 mg/l met een klein interval, zodat overdosering vermeden wordt.

De membraandoseerpomp is voorzien van een automatische ontluchting, waardoor voorkomen kan worden dat de aanwezige luchtbellen worden gedoseerd in plaats van chemicaliën. De investeringskosten voor een dergelijk systeem bedragen ongeveer 125 000 BEF.

### **4.8.2 Metingen om de filterspoeling te optimaliseren**

#### **a Troebelheidsmeter**

(zie Technische Fiche 7; Bijlage 5)

De *troebelheid* is een maat voor de vervuiling van het recirculatiewater, veroorzaakt door gesuspendeerde en colloïdale deeltjes. Door de troebelheid te bepalen van het recirculatiewater direct na de filter, kan het moment bepaald worden waarop een reinigingsprocedure gestart moet worden. Met behulp van een troebelheidsmeting kan voorkomen worden dat een relatief schone filter gereinigd wordt. De reiniging wordt alleen gestart indien de filter vervuild is en hierdoor de troebelheid na de filter toeneemt.

#### **b Chloorfotometer**

Door het gebruik van een fotometer die het vrije en totale chloorgehalte registreert, kan men nagaan of de minimale concentratie gebonden chloor, zoals opgelegd in de wetgeving, wordt aangetroffen. Zo kan men onnodig spoelen vermijden.

De kosten (Vel, 1999) voor een chloorfotometer zijn bijvoorbeeld 11 000 BEF/toestel en 1 100 BEF/pakket reagentia voor 500 testen.

### **c Ureummeting**

Aan de hand van de concentratie aan ureum kan de vervuilingsgraad van het water gemeten worden. Op basis daarvan kan beslist worden om de filters terug te spoelen of het water te verdunnen.

Ureumconcentraties kunnen worden gemeten aan de hand van eenvoudige kits. Door het zwembadwater te mengen met reactiva, ontstaan kleurschakeringen die een maat zijn voor de concentratie aan ureum. Concentraties van 0,3 tot 0,8 mg/l kunnen hiermee gedetecteerd worden. Kostprijs voor een set van 100 testen bedraagt bijvoorbeeld 4 750 BEF (Vel, 1999).

Voor het meten van concentraties van 0,3 tot 21 mg/l  $\pm$  0,1 mg/l kan gebruik gemaakt worden van een ureumfotometer. Dit toestel kan 50 verschillende ionen meten en 1 000 waarden stockeren in het geheugen en kost ongeveer 110 000 BEF.

### **d Opmerking bij troebelheidsmeter, chloorfotometer en ureummeting**

Het is moeilijk te bepalen welk van deze drie parameters (troebelheid, chloorgehalte en ureumgehalte) de meest geschikte is om de terugspoeling op te koppelen. De troebelheid en het ureumgehalte zijn een maat voor de graad van verontreiniging, maar er zijn geen gegevens bekend van de concentratie waarbij terug moet gespoeld worden.

### **e Drukmeting**

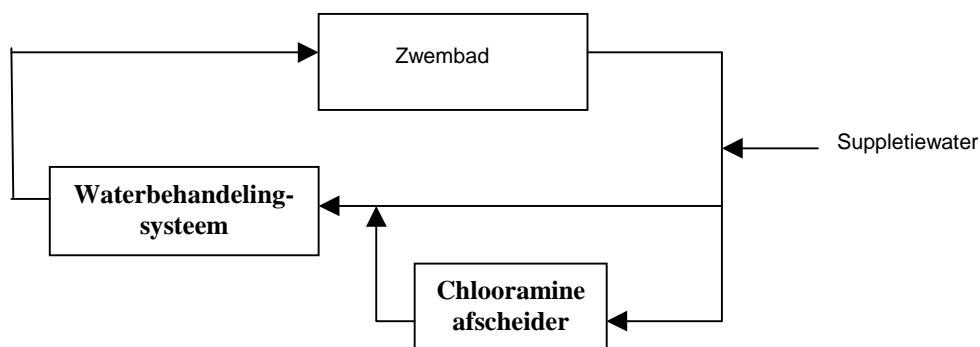
Het drukverschil over de filter is een maat voor de belasting van de filter. De filterspoeling kan uitgesteld worden tot de druk over de filter voldoende hoog is.

## **4.9 Nieuwe processtappen: verwijderen van chlooramines**

Door de chlooramines uit het zwembadwater te verwijderen, zal de kwaliteit van het afvalwater verbeteren. Daarenboven zal ook de chloorlucht verdwijnen, zodat de zwemmers minder irritatie ondervinden.

Met behulp van een chlooramine-afscheider kunnen chlooramines verwijderd worden samen met ander organisch materiaal. Er zijn twee types chlooramine-afscheiders te onderscheiden, namelijk op basis van:

- UV-licht (chlooramine-separator);
- actief kool.



Figuur 4.2: Schema chlooramine-afscheider (UV of actief kool)

#### 4.9.1 Gebruik van UV-chlooramine-afscheider

(zie Technische Fiche 5; Bijlage 5)

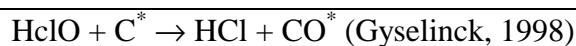
Een chlooramine-afscheider op basis van UV- en IR-licht wordt in bypass geplaatst in combinatie met een chlorering. In het apparaat zijn stralingsbuizen met een verschillende golflengte aangebracht (IR-licht en UV-licht). Het toestel verwijdert organische stoffen en gebonden beschikbaar chloor. Dit laatste zorgt ervoor dat de chloorlucht verdwijnt. De chlooramines worden door het UV-licht versneld omgezet in ongevaarlijke chloorverbindingen en stikstofgas.

#### 4.9.2 Gebruik van biologisch actief koolfilter

(zie Technische Fiche 6; Bijlage 5)

Een zelfde actief koolfilter, als voor de verwijdering van humus- en huminezuren, kan onderdeel uitmaken van het waterbehandelingssysteem (zie Figuur 4.2) zodat ook ureum, organische stoffen en chlooramines uit het water verwijderd worden (Senten, 1998).

In dit geval wordt naast ureum ook chloor en/of ozon gesorbeerd. In de zone waar deze laatste stoffen aanwezig zijn, is geen microbiële activiteit mogelijk. In de filter wordt het actieve chloor omgezet naar zoutzuur (zie formule), zodat er extra chloor dient gedoseerd te worden. Om bij een dergelijke filter ontwikkeling van micro-organismen mogelijk te maken, mag de filtersnelheid slechts 4 m/h uur bedragen. Om de snelheid te reduceren wordt de filter in bypass geplaatst.



De actief koolfilter moet regelmatig teruggespoeld worden, zodat de gesorbeerde verbindingen (zoals THM en chlooramines) in het afvalwater terechtkomen.

## **4.10 Nieuwe processtappen: behandeling van het afvalwater**

### **4.10.1 Ionenwisseling**

Met ionenwisseling worden technieken bedoeld, waarmee te verwijderen ionen uitgewisseld worden op specifieke harsen, tegen andere ionen die onschadelijk zijn. De techniek kan specifiek toegepast worden op enkel positieve ionen, zoals de hardheidsionen calcium en magnesium (ontharding), of op enkel negatieve ionen, zoals sulfaat en chloorionen, of op alle aanwezige ionen (demineralisatie). Zodra de harsen hun opnamelimit aan uitgewisselde ionen hebben bereikt, dienen de harsen te worden geregenereerd met chemicaliën.

In het geval van sulfaatverwijdering kan dit bijvoorbeeld met natronloog. Het vrijkomende regeneraat, bevat alle verwijderde sulfaationen en tevens alle toegevoegde natriumionen. Dit betekent dat bij ionenwisseling behalve de verwijderde zouten, een equivalente hoeveelheid regeneratiezouten dient te worden geloosd. Indien deze techniek wordt toegepast om het zoutgehalte van het te lozen spoelwater te verlagen, ontstaat een nieuwe zoutstroom. Alleen al omdat betonnen rioolpijpen aangetast kunnen worden bij hoge sulfaatgehalten, lijkt de lozing van het regeneraat op openbare riolen niet haalbaar. De kostprijs voor de ophaling van het regeneraat kan oplopen van 9 tot 15 BEF/kg concentraat + vervoerskosten.

Als alternatief voor ionenwisseling zou eventueel ook omgekeerde osmose kunnen ingezet worden (zie 4.11).

### **4.10.2 Biologische sulfaatverwijdering**

Sulfaat kan verwijderd worden door toepassing van een biologische sulfaatverwijderingstechniek. Deze techniek is in de drinkwatersector, noch in de zwembadsector een bewezen techniek. Door middel van bacteriën kan sulfaat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) in een zuurstofloze omgeving (anaëroob) worden omgezet in waterstofsulfide ( $\text{H}_2\text{S}$ ). De bedrijfsvoering van een dergelijke toepassing is complex en het proces is instabiel en gevoelig voor storingen in het recirculatiewater en voor giftige stoffen. Daarnaast is het gevormde waterstofsulfide giftig en corrosief.

### **4.10.3 Chemische sulfaatverwijdering**

Deze techniek is gericht om sulfaten te verwijderen met behulp van calciumaluminaat. Er vindt een binding plaats van sulfaat aan het calciumaluminaat, het slib dat bij deze binding ontstaat wordt entringietslib genoemd. De eind sulfaatconcentratie is lager dan 10 mg/l. Het slib kan eventueel gebruikt worden als grondstof voor bouwproducten van prefabbeton en gips. De kosten voor deze techniek zijn echter vrij hoog: 145 BEF per  $\text{m}^3$  afvalwater.

### **4.10.4 Verwijdering van zwevende stoffen door zeven**

Het spoelwater en het spuiwater kunnen alvorens te lozen over een zeef gestuurd worden. Hierdoor wordt het gehalte aan zwevende stoffen naar beneden gehaald. Deze stoffen worden als afval opgehaald.

### **4.10.5 Rietvelden**

Om afvalwater met behulp van een rietveld te zuiveren moet het influent een CZV concentratie van 200 tot 500 mg/l bevatten en een BZV van 100 tot 250 mg/l (Tauw,

1999). De concentratie van deze parameters in spoelwater van zwembaden zijn veel lager, respectievelijk 80 mg/l en 15 mg/l. Deze techniek kan wel gebruikt worden voor recreatieparken, waar het zwembadwater gemengd wordt met huishoudelijk afvalwater.

## **4.11 Nieuwe processtappen: hergebruik van spoelwater**

Door het spoelwater van de filters opnieuw te gebruiken, zal het totale waterverbruik dalen. Daarenboven heeft dit spoelwater een vrij hoge temperatuur, zodat minder fossiele brandstoffen nodig zijn om dit water te verwarmen.

### **4.11.1 Bezinktank + actief koolfilter + omgekeerde osmose (RO)**

(zie Technisch Fiche 8; Bijlage 5)

Het spoelwater van de filter wordt, achtereenvolgens in een bezinktank gebracht en in een actief koolfilter behandeld. In de bezinktank worden de bezinkbare en zwevende stoffen verwijderd en in de actief koolfilter worden stoffen zoals chloor, ozon en organische vervuiling zoals ureum, geadsorbeerd en eventueel afgebroken. Vervolgens worden de opgeloste zouten verwijderd met behulp van een omgekeerde osmose-installatie, waarna de behandelde stroom gebruikt kan worden als suppletiewater (Feyen, 1999).

Omgekeerde osmose is gebaseerd op de scheiding van watermoleculen enerzijds en grotere moleculen zoals de meeste ionen of zouten anderzijds. De scheiding vindt plaats met behulp van een semi-permeabel membraan. Door het aanbrengen van een druk die groter is dan de osmotische druk van het water, wordt de voedingsstroom door het membraan gescheiden in een gezuiverde waterstroom, het *permeaat*, en een stroom waarin de opgeloste zouten zijn geconcentreerd, het *concentraat*. Met deze techniek wordt minstens 95% van alle opgeloste zouten verwijderd uit het water. Voor hier beschouwde toepassingen is het niet noodzakelijk of zelfs ongewenst om alle opgeloste zouten te verwijderen. Het volstaat een deelstroom te behandelen, en deze daarna te mengen met de onbehandelde stroom.

Het gebruik van RO levert een afvalstroom op: het concentraat. Wanneer de concentraatstroom van de RO installatie niet geloosd mag worden op riool, maar beschouwd wordt als een chemische afvalstof, moet deze opgehaald worden. De kosten die hieraan verbonden zijn, zijn zeer hoog (9 tot 15 BEF/kg concentraat + vervoerskosten).

### **4.11.2 Microfiltratie + ultrafiltratie + RO**

(zie Technische Fiche 9; Bijlage 5)

Door een aaneenschakeling van micro-filtratie, ultrafiltratie en omgekeerde osmose kan zowel het spoelwater als het douchewater worden behandeld (Tholen, 1999). Het spoelwater wordt allereerst in een filter met een maaswijdte van 50 micron behandeld. Deze filter wordt teruggespoeld met eigen filtraat, hetgeen gebeurt op basis van drukval van de filter. Vervolgens wordt het water via een kleine buffer in een ultrafiltratie-eenheid behandeld. In deze installatie worden de onopgeloste stoffen, alsmede bacteriën en virussen verwijderd. De uitgaande stroom van de ultrafiltratie-eenheid heeft nog een

hoog gehalte aan zouten, dat wordt verwijderd met behulp van omgekeerde osmose (zie 4.11.1).





## HOOFDSTUK 5: SELECTIE VAN DE BESTE BESCHIKBARE TECHNIEKEN (BBT)

### 5.1 Evaluatie van de beschikbare milieuvriendelijke technieken

In Tabel 5.1 worden de beschikbare milieuvriendelijke technieken uit hoofdstuk 4 getoetst aan een aantal criteria. Deze multi-criteria analyse laat toe te oordelen of een techniek als Beste Beschikbare Techniek (BBT) kan beschouwd worden. De criteria hebben niet alleen betrekking op de milieucompartimenten (water, lucht, bodem, energie en geluid), maar ook de technische haalbaarheid en de economische kant (rendabiliteit) worden beschouwd. Dit maakt het mogelijk een *integrale* evaluatie te maken, conform de definitie van BBT (cf. Hoofdstuk 1).

Toelichting bij de inhoud van de criteria:

#### Technische haalbaarheid

- bewezen: geeft aan of de techniek zijn nut bewezen heeft in de industriële praktijk;
- veiligheid: risico's op brand, ontploffing en arbeidsveiligheid in het algemeen;
- kwaliteit: invloed op de kwaliteit van het eindproduct: het zwemcomfort én de hygiënische kwaliteit van het badwater;
- globaal: schat het integrale milieu-effect van de techniek in.

#### Milieuvoordeel

- waterverbruik: aandacht voor de mogelijkheden tot hergebruik en het beperken van het totale waterverbruik;
- afvalwater: inbreng van verontreinigde stoffen in het water tengevolge van de exploitatie van de inrichting;
- lucht: inbreng van verontreinigde stoffen in de atmosfeer tengevolge van de exploitatie van de inrichting;
- bodem: bronnen van verontreiniging van de bodem;
- afval: het voorkomen en beheersen van afvalstromen;
- energie: energiebesparingen, inschakelen van milieuvriendelijke energiebronnen en hergebruik van energie;
- chemicaliën: invloed op de gebruikte chemicaliën en de hoeveelheid;
- globaal: geeft de ingeschatte invloed op het gehele milieu weer.

Per techniek wordt voor elk criterium een kwalitatieve beoordeling gegeven, waarbij:

- : negatief effect;
- 0: geen/verwaarloosbare impact;
- +: positief effect;
- ±: soms een positief effect, soms een negatief effect.

Deze beoordeling is onder meer gebaseerd op:

- ervaring van zwembadexploitanten met deze techniek;
- BBT-selecties uitgevoerd in andere (buitenlandse) vergelijkbare studies;

- adviezen gegeven door het begeleidingscomité.

Waar nodig, wordt in een voetnoot bijkomende toelichting verschaft.

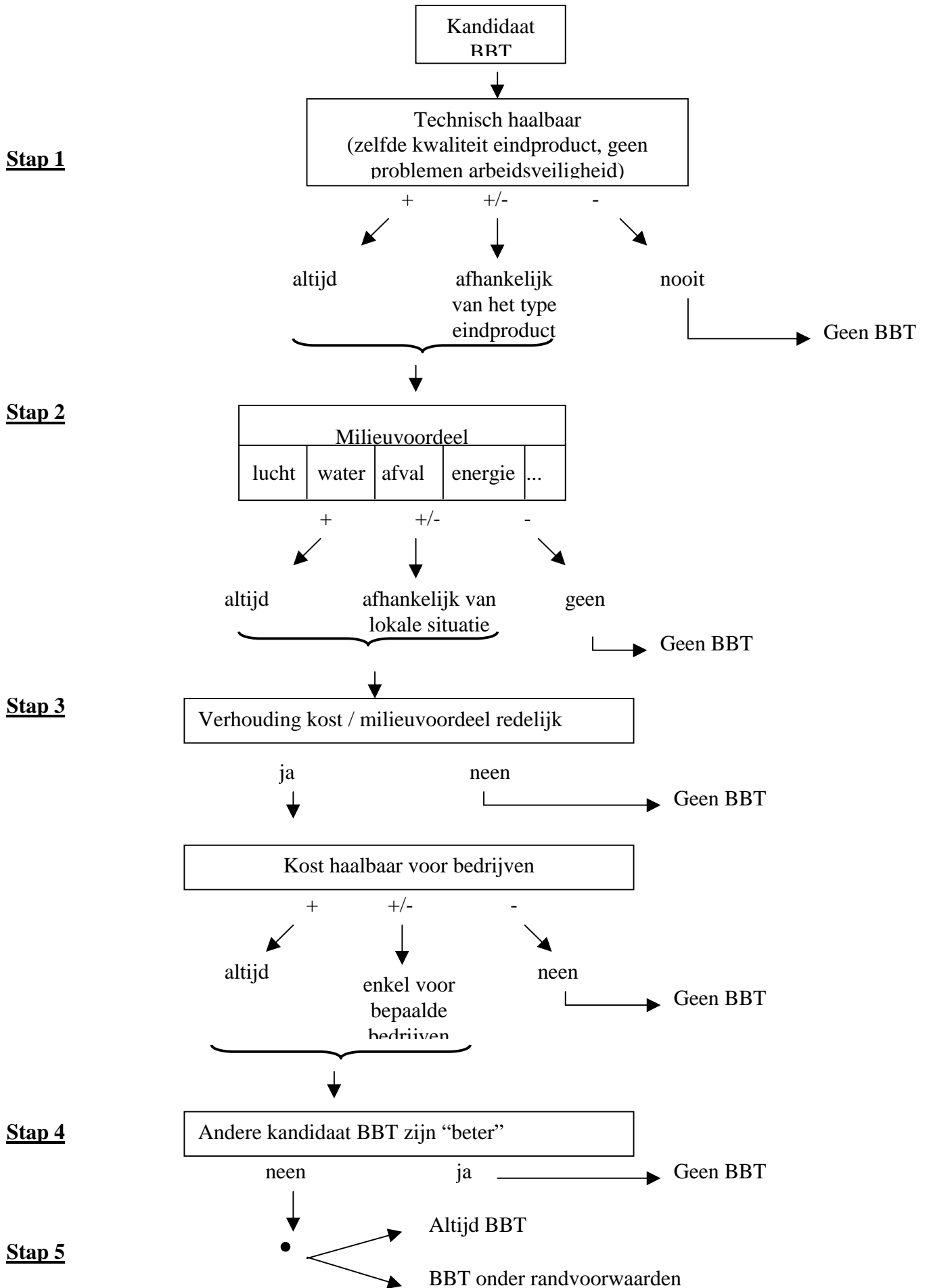
#### Economische beoordeling

- rendabiliteit: een positieve (+) rendabiliteit betekent dat de techniek kostenbesparend werkt;  
een “-“ duidt op een relatief kleine verhoging van de kosten;  
een “- - “ duidt op een erg negatieve rendabiliteit en de techniek wordt als economisch onhaalbaar voor het gemiddeld zwembad beschouwd.

Bij het selecteren van de BBT op basis van de scores voor verschillende criteria, worden een aantal principes gehanteerd (zie Figuur 5.1):

- Eerst wordt nagegaan of een techniek *technisch* haalbaar is, waarbij rekening wordt gehouden met de kwaliteit van het product (zwemmen) en de veiligheid (arbeidsveiligheid en veiligheid van de baders).
- Wanneer de techniek technisch haalbaar is, wordt nagegaan wat het effect is op de verschillende milieucompartimenten. Door een afweging van de effecten op de verschillende milieucompartimenten te doen kan een globaal milieuoordeel geveld worden. Om dit laatste te bepalen worden de volgende elementen in rekening gebracht:
  - Zijn één of meerdere milieuscores positief en geen negatief, dan is het globaal effect steeds positief;
  - Zijn er zowel positieve als negatieve scores dan is het globaal milieu-effect afhankelijk van de volgende elementen:
    - de verschuiving van een minder controleerbaar naar een meer controleerbaar compartiment (bijvoorbeeld van lucht naar afval);
    - relatief grotere reductie in het enige compartiment ten opzichte van toename in het andere compartiment;
    - de wenselijkheid van reductie gesteld vanuit het beleid; onder andere afgeleid uit de milieukwaliteitsdoelstellingen voor water, lucht,...(bijvoorbeeld “distance-to-target” benadering).
- Technieken die een verbetering brengen voor het milieu (globaal gezien), technisch haalbaar zijn en met een rendabiliteit “-“ of hoger worden weerhouden.

Uiteindelijk wordt in de laatste kolom telkens beoordeeld of de beschouwde techniek als beste beschikbare techniek kan geselecteerd worden (*BBT: ja* of *BBT: nee*). Waar dit sterk afhankelijk is van de beschouwde instelling en/of lokale omstandigheden wordt *BBT: vgtg* (van geval tot geval) als beoordeling gegeven.



Techniek	Technisch				Milieu								Rendabiliteit	BBT
	Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie	Chemicaliën	Globaal		
<b>4.1 Zwembad</b>														
4.1.1 Good housekeeping														
Spaardouchekop	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	0	+	+	Ja
Timer op kranen	+	0	0	+	+	0	0	0	0	+	0	+	+	Ja
Twee spoelknoppen toiletten	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	Ja
4.1.2 Bevuiling zwembad verminderen: sensibilisering van de baders	+	+	+	+	-	+	0	0	0	0	+	+	0	Ja
4.1.3 Temperatuur badwater lager	0	+	-	-										Neen
4.1.4 Afdekken badwater	+	-	0	±	0	0	0	0	0	±	0	+	-	Vgtg <sup>24</sup>
4.1.5 Biologisch afbreekbare schoonmaakproducten <sup>25</sup>	-	0	0	-										Neen

<sup>24</sup> Voor openlucht zwembaden.

<sup>25</sup> Er zijn reeds biologische schoonmaakproducten op de markt voor huishoudelijk en industrieel gebruik, er is echter nog geen bewijs dat deze producten effectief genoeg zijn om te voldoen aan de hygiënische normen.

Techniek	Technisch				Milieu								Rendabiliteit	BBT
	Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie	Chemicaliën	Globaal		
<b>4.2 Watertoevoer</b>														
4.2.1 Plaatsen van debietmeter	+	+	0	+	+	0	0	0	0	+	+	+	+	Ja
4.2.2 Warmtewisselaar	+	0	0	+	0	+	0	0	0	+	0	+	+	Ja
4.2.3 Grijswatercircuit voor de toiletten	+	?	0	+	+	0	0	0	0	0	-	+	±	Vgtg <sup>26</sup>
4.2.4a Actief koolfilter humusverwijdering	+	+	+	+	0	+	0	0	-	0	0	+	-	Ja <sup>27</sup>
4.2.4b Nanofiltratie voor humusverwijdering	0	-	0	+	0	0 <sup>7</sup>	0	0	0	-	-	- <sup>28</sup>		Neen
<b>4.3 Koolstofdioxide als pH-correctiemiddel</b>	+	+	0	+	0	+	0	+	0	0	+	+	--	Vgtg <sup>29</sup>
<b>4.4 Coagulatie en flocculatie</b>														
4.4.1 Efficiënt doseren van het vlokmiddel	+	0	+	+	0	+	0	0	0	0	+	+	-	Ja

<sup>26</sup> Voor nieuwe zwembaden.

<sup>27</sup> Enkel wanneer het leidingwater veel humus bevat.

<sup>28</sup> Uit onderzoek (Bronnda, 1998) is geen meetbare verbetering van het gehalte aan THM vastgesteld.

<sup>29</sup> Noodzakelijk wanneer water geloosd wordt in een zoutgevoelig ecosysteem.

Techniek	Technisch				Milieu									BBT
	Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie	Chemicaliën	Globaal	Rendabiliteit	
4.4.2 pH-correctie voor de filters (bij zuur dosering)	+	0	+	+	0	0	0	0	0	0	+	+	0	Ja
<b>4.5 Filtratie</b>														
4.5.1 Dubbellaagfiltratie	+	0	+	+	+	+	0	0	-	0	-	+	-	Ja
4.5.2 Diatomee-aardefilter	+	-	0	±	+	-	-	0	0	0	+	-		Neen
4.5.3 Tijdschema voor de spoeling	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	+	0	Ja
4.5.4 Extra spoeling filters	+	0	-	-										Neen
<b>4.6 Desinfectie en oxidatie</b>														
4.6.1 Betere meetmethode: lagere chloordosering	+	±	0	+	0	+	+ <sup>30</sup>	0	0	0	+	+	-	Ja
4.6.2 Gedeeltelijke vervanging van NaOCl door ozon	+	0	±	+	0	+	0	0	-	-	-	-	--	Neen
4.6.3 Zoutelektrolyse (type 4, chloride arm)	+	+	+	+	0	+	0	+	0	-	+	+	-	Ja <sup>31</sup>

<sup>30</sup> Er zullen minder chlooramines gevormd worden.

<sup>31</sup> Bij vernieuwing of nieuwbouw.

Techniek	Technisch				Milieu								BBT	
	Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie	Chemicaliën	Globaal		Rendabiliteit
<b>4.7 Warmteopwekking</b>														
4.7.1 Hoogrendementsketel	+	0	0	+	0	0	0	0	0	+	0	+	0	Ja
<b>4.8 Meet- en regeltechniek</b>														
4.8.1 Automatisch meet- en regelsysteem	+	+	+	+	0	+	0	0	0	0	+	+	-	Ja
4.8.2d Metingen om filterspoeling te optimaliseren	-	0	0	-										Neen
4.8.2e Meten drukverschil om filterspoeling te optimaliseren	+	0	0	+	+	0	0	0	0	0	0	+	-	Ja
<b>4.9 Nieuwe processtappen</b>														
4.9.1 Chlooramine-afscheider	+	0	+	+	0	+	+	0	0	-	0	+	--	Neen
4.9.2 Actief koolfilter	+	+	+	+	0	+	0	0	-	0	±	+	-	Ja

Techniek	Technisch				Milieu								Rendabiliteit	BBT
	Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie	Chemicaliën	Globaal		
<b>4.10 Behandelen afvalwater</b>														
4.10.1 Ionenwisselaar	+	0	0	+	0	+	0	0	0	0	-	-	--	Neen
4.10.2 Biologische sulfaatverwijdering	-	?	0	-										Neen
4.10.3 Chemische sulfaatverwijdering	+	0	0	+	0	+	0	0	-	0	-	-		Neen
4.10.4 Zeven	+	0	0	+	0	+	0	0	-	0	0	+	-	Ja
4.10.5 Rietvelden	-			-										Neen



Techniek	Technisch				Milieu								Rendabiliteit	BBT
	Bewezen	Veiligheid	Kwaliteit	Globaal	Waterverbruik	Afvalwater	Lucht	Bodem	Afval	Energie	Chemicaliën	Globaal		
<b>4.11 Hergebruik spoelwater</b>														
4.11.1 Omgekeerde osmose	+	? <sup>32</sup>	?	+?	+	-	0	0	0	+	0	+	±	Vgtg <sup>33</sup>
4.11.2 Omgekeerde osmose met afvoer van het concentraat	+	?	?	+?	+	+	0	0	0	+	0	+	--	Neen

<sup>32</sup> Bij het gebruik van omgekeerde osmose wordt behandeld water toegevoegd in plaats van vers water. Vermits het hier dus niet gaat om leidingwater is er, net als bij het gebruik van grondwater, een strikte controle nodig.

<sup>33</sup> Omgekeerde osmose wordt rendabel voor zwembaden wanneer het bezoekersaantal groter is dan 140 000 per jaar, dan zijn de heffingskosten lager dan de kosten voor omgekeerde osmose (eigen berekening op basis van leveranciersgegevens).

## 5.2 Conclusies

In de volgende paragrafen worden de bevindingen uit de selectietabel nog eens samengebracht. Daarbij zijn de technieken niet meer gerangschikt per processtap, maar per milieuprobleem.

### 5.2.1 Energie- en waterbesparende maatregelen

Volgende technieken zijn opgenomen als BBT:

- spaardouchekop;
- timer op kranen;
- dubbele spoelknop toiletten;
- plaatsen debietmeter;
- warmtewisselaar;
- tijdschema spoeling;
- hoogrendementsketel;
- meten drukverschil: optimaliseren filterspoeling.

Volgende technieken kunnen in sommige gevallen aangewezen zijn:

- grijswater circuit voor de toiletten;
- afdekken badwater;
- omgekeerde osmose.

### 5.2.2 Beperken van de zouten in het afvalwater

Volgende technieken zijn opgenomen als BBT

- efficiënt doseren van het vlokmiddel;
- pH-correctie voor de filters;
- betere meetmethode; lagere chloordosering;
- automatisch meet- en regelsysteem;
- zoutelektrolyse (type IV, chloride-arm), bij vernieuwing of nieuwbouw.

Volgende technieken werden niet als BBT weerhouden (te duur), maar kunnen aangewezen zijn om het zoutgehalte nog meer te beperken, bijvoorbeeld wanneer het water geloosd wordt in een oppervlaktewater dat zoutgevoelig is :

- koolstofdioxide als pH-correctiemiddel;
- omgekeerde osmose met afvoer van het concentraat.

### 5.2.3 Verminderen van de AOX in het afvalwater

Volgende technieken zijn opgenomen als BBT:

- bevuild zwembad verminderen: sensibiliseren baders;
- actief koolfilter voor humusverwijdering (in het geval van humushoudend leidingwater);
- dubbellaagfiltratie;
- actief koolfilter.

Volgende techniek kan noodzakelijk zijn wanneer de lozing van AOX moet verminderd worden:

- chlooramine-afscheider.

#### **5.2.4 Verminderen van zwevende stoffen in het afvalwater**

Volgende techniek is opgenomen als BBT:

- zeven.

Volgende techniek kan het gehalte aan zwevende stoffen nog verminderen:

- omgekeerde osmose met afvoer van het concentraat.



## **HOOFDSTUK 6: VERGUNNINGSVOORWAARDEN OP BASIS VAN BBT**

### **6.1 Inleiding**

De BBT vormen een belangrijke basis voor het opstellen en concretiseren van de milieuregelgeving. In dit hoofdstuk worden de in hoofdstuk 5 geselecteerde BBT vertaald naar regelgeving.

Vooreerst worden de bestaande sectorale vergunningsvoorwaarden (cf. Vlarem II) getoetst aan de BBT en worden sectorale lozingsnormen voorgesteld. Deze evaluatie kan, indien dit nuttig mocht blijken, door de wetgever als basis worden gebruikt om aanpassingen aan de regelgeving te formuleren.

Daarna worden een aantal algemene aanbevelingen gedaan die een belangrijke milieuverbetering voor de sector kunnen betekenen. Daarenboven worden, met de geselecteerde BBT als uitgangspunt, een aantal aandachtspunten geformuleerd naar de verschillende compartimenten toe. Deze kunnen onder meer door de vergunningsverleners als basis gebruikt worden, bijvoorbeeld bij het vastleggen van bijzondere vergunningsvoorwaarden.

### **6.2 Evaluatie van de Vlarem-regelgeving**

#### **6.2.1 Suggestie van sectorale lozingsnormen**

Noch in de sectorale normen voor zwembaden van Vlarem II (afdeling 5.32.9), noch in de sectorale lozingsvoorwaarden voor bedrijfsafvalwater (bijlage 5.3.2. van Vlarem II) zijn specifieke voorwaarden gesteld voor het afvalwater van zwembaden. Bijgevolg moeten zwembaden voldoen aan de *algemene* lozingsnormen (Hoofdstuk 4.2 van Vlarem II). Volgens deze algemene normen geldt dat zwembaden geen gevaarlijke stoffen (lijst 2C van bijlage 2 van Vlarem I) mogen lozen in een concentratie die hoger is dan deze van de basismilieukwaliteitsnormen. Bijgevolg geldt dat zwembaden bijvoorbeeld geen AOX-verbindingen mogen lozen in een concentratie hoger 40 µg/l, tenzij dit in de milieuvergunning is opgenomen als bijzondere lozingsvoorwaarde. Deze waarde kan, met de huidige stand van de technologie, veelal niet gehaald worden.

Hieruit blijkt de noodzaak om sectorale normen te suggereren voor het lozen van zwembadwater. Een voorstel voor deze normen is weergegeven in Tabel 6.1.

Tabel 6.1: Voorstel voor sectorale lozingsvoorwaarden voor bedrijfsafvalwater van zwembaden

Parameter	Oppervlaktewater	Riool
BZV <sub>5</sub> (mg O <sub>2</sub> /l)	< 25	
CZV (mg/l)	< 200	
pH		
Ondergrens	6,5	6,5
Bovengrens	8	8
Temperatuur (°C)	< 30	< 30
ZS (mg/l)	< 60	< 300
AOX (µg/l)	< 600	< 600

- BZV<sub>5</sub>

Hiervoor werd de algemene norm overgenomen. Uit de gegevens van hoofdstuk 3 (Tabel 3.2 en 3.3) blijkt, dat deze norm nu reeds door de meeste zwembaden kan gehaald worden, zodat er geen specifieke technieken vereist zijn.

- CZV

Dit is een algemeen voorkomende waarde voor weinig belastende industrieën. Uit de analysegegevens blijkt dat deze waarde ook nu reeds gehaald wordt.

- pH

Dit is een algemeen voorkomende waarde in Vlarem II. De pH van het afvalwater dient deze van het zwembadwater te benaderen.

- Temperatuur

Dit is de algemene norm. Door gebruik te maken van een warmtewisselaar (BBT 4.2.2), kan het uitstromende water gekoeld worden met het instromende water.

- Zwevende stoffen

De norm van 60 mg/l die nu geldig is voor de lozing op oppervlaktewater, is enkel haalbaar indien bijkomend een zeef of een analoge techniek wordt toegepast. Deze techniek werd als BBT weerhouden, maar is nog niet courant bij zwembaden.

Voor lozing op riool werd een norm voorgesteld, gebaseerd op de meetgegevens uit hoofdstuk 3.

- AOX

Er zijn onvoldoende gegevens om een eventuele reductie van het AOX-gehalte door toepassing van BBT (preventie 4.1.2 en dubbellaagfiltratie 4.5.1) te kunnen inschatten. Verwacht wordt dat een dergelijke reductie beperkt zal zijn. Daarom wordt als norm de hoogst gemeten concentratie voorgesteld in afwachting van verder onderzoek.

### **6.2.2 Suggestie van bijzondere vergunningsnormen voor het lozen in zoutgevoelige ecosystemen**

Wanneer het afvalwater geloosd wordt in oppervlaktewater dat zoutgevoelig is, kunnen nog bijkomende lozingsnormen noodzakelijk zijn. Bij het opleggen van deze normen moet er rekening mee gehouden worden dat dit zware financiële inspanningen kan vergen van de betrokken bedrijven.

Met toepassing van BBT zullen de chloride- en sulfaatconcentraties niet ver onder de thans gemeten waarden liggen (27 – 5 749 mg/l en 22 – 567 mg/l). Bij nieuwbouw is een eerste stap het installeren van een zoutelektrolyse type IV-chloride-arm (jaarlijkse kost > 100 000 BEF).

Met toepassing van één van de volgende technieken die te duur zijn voor BBT zijn concentraties lager dan 200 mg/l technisch mogelijk, hetgeen overeenkomt met de kwaliteitsnormen. Deze zijn: pH-correctie met CO<sub>2</sub> (jaarlijkse kost > 100 000 BEF voor een groot zwembad met een omzet van 6 miljoen BEF), omgekeerde osmose met afvoer van concentraat (jaarlijkse kost > 1 000 000 BEF).

- Actieve chloor

Actieve chloor kan schadelijk zijn voor het ontvangende ecosysteem, zodat hier normen voor nodig kunnen zijn. Er zijn echter geen meetwaarden beschikbaar voor deze parameter, zodat er geen norm is voorgesteld. De huidige basismilieukwaliteitsnorm (0,004 mg/l) ligt lager dan de detectielimiet van deze stof (10 µg/l).

### **6.2.3 Evaluatie van de bestaande sectorale normen**

In de bestaande Vlarem-regelgeving zijn vooral normen inzake hygiëne, procesvoering en architectuur opgenomen. Hier worden enkel de paragrafen die een invloed hebben op de kwaliteit van het afvalwater besproken en getoetst aan de BBT.

Bij de normering wordt er geen onderscheid gemaakt tussen de waterbehandeling van zwaar belaste baden (v.b. peuterbad) en minder belaste baden. Een dergelijk onderscheid zou wenselijk zijn, omdat bij de eerste groep de kans op infecties groter is dan bij de tweede groep, zodat andere eisen aan de behandeling van water dienen gesteld te worden.

Huidige situatie:

**Art. 5.32.9.2.2.** Exploitatie

§4. Kwaliteitsvereisten van het water.

Tabel 6.2: Kwaliteitsvereisten van het water in overdekte circulatiebaden

Parameter	Eenheid	Grenswaarde
<i>a. Chemische parameters</i>		
vrij beschikbaar chloor (HClO + ClO <sup>-</sup> )		
Ondergrens	mg/l	0,5
Bovengrens	mg/l	1,5 <sup>34</sup>
Chloriden <sup>35</sup>	mg/l	≤ 800
<i>c. Fysische parameters</i>		
Temperatuur	°C	≤ 32 <sup>36</sup>

BBT-evaluatie:

Door de grenzen waarbinnen producten in het badwater dienen aanwezig te zijn te verenigen, kan de samenstelling van het afvalwater verbeteren.

- Voor het vrije chloor is 0,5 mg/l de ondergrens, omwille van hygiëne kan deze norm niet gewijzigd worden. Wat de bovengrens betreft, kan deze lager ingesteld worden voor baden die minder zwaar belast worden. Hiervoor kan een waarde van **0,7 mg/l** gesuggereerd worden. Wanneer het echter gaat om zwaar belaste baden (o.a. peuterbaden), dient het gehalte aan vrije chloor hoger te liggen. Hiervoor kan een waarde van **1,0 tot 1,2 mg/l** vooropgesteld worden. Deze waarden kunnen enkel gehaald worden wanneer er een automatische sturing met zeer gevoelige meettoestellen en goed opgeleid personeel voor handen is, wat extra kosten met zich brengt.
- Het gehalte aan chloriden dient volgens Vlarem onder de 800 mg/l te blijven. De uitzondering die gemaakt wordt voor zoutelektrolyse toestellen zal in de toekomst niet meer nodig zijn, op voorwaarde dat er enkel nog chloride-arme zoutelektrolyse toestellen (BBT 4.6.3) gebruikt worden. De meeste zoutelektrolyse toestellen vormen natriumhypochloriet buiten het bad, er wordt dan geen zout meer aan het bad toegevoegd.

Huidige situatie:

**Art. 5.32.9.2.2.** Exploitatie

§5. De inrichting is aangesloten op een openbaar distributienet met drinkbaar water. Indien het vul- en suppletiewater geen leidingwater is, beantwoordt het toch aan de

<sup>34</sup> Voor niet overdekte baden: 3 mg/l.

<sup>35</sup> Deze norm geldt niet bij het gebruik van zout houdend water (≥2000 mg Cl/l) of bij gebruik van zoutelectrolyse.

<sup>36</sup> Behoudens afwijking toegestaan door de gezondheidsinspecteur.



bacteriologische kwaliteitsvereisten voor drinkwater. Ter controle hiervan wordt dit water tenminste halfjaarlijks bemonsterd en geanalyseerd.

Tenzij anders in de milieuvergunning vermeld, is chloor het enig toegelaten ontsmetting- en oxidatiemiddel. Het gebruik van chloorstabilisatoren is niet toegelaten.

De filters worden tenminste tweemaal per week gespoeld buiten de openingsuren van het zwembad en wel zo dat het filtermateriaal in fluïdisatie komt.

Per bader en per dag worden minimaal 30 liter vers water toegevoegd, op een plaats in het circuit die een passage van dit suppletiewater doorheen de filters verplicht vooraleer het in het zwembad terechtkomt.

#### BBT-evaluatie:

- In het geval gebruik gemaakt van een omgekeerde osmose installatie (BBT 4.11.1 en 4.11.2) is het suppletiewater geen leidingwater, maar *hergebruikt* water. Omdat de kans op infecties hierdoor kan verhogen, is er een sluitende controle nodig. Het gebruik van omgekeerde osmose water voor zwembaden vraagt ook om een definitie van het begrip “vers water”. Daarbij kan gesteld worden dat dit water moet voldoen aan de bacteriologische normen voor drinkwater.
- Wanneer uit herhaaldelijke controle blijkt dat de kwaliteit van het zwembadwater voldoet aan de gestelde normen, kan eventueel beslist worden om de norm van 30 l vers water per bader te verminderen. Een dergelijke wetgeving wordt reeds toegepast in Nederland.
- Om te controleren hoeveel water zwembaden effectief toevoegen, is een *debietmeter* op het suppletiewater noodzakelijk (BBT 4.2.1). Wanneer het waterverbruik op regelmatige basis gecontroleerd wordt, kunnen lekken opgespoord worden.



## **HOOFDSTUK 7: SUGGESTIES VOOR VERDER ONDERZOEK**

In dit hoofdstuk worden onderzoekssuggesties gedaan om enkele kennisknelpunten weg te werken, die in kader van de BBT-studie werden opgemerkt.

### **7.1 Samenstelling afvalwater**

Uit de studie blijkt dat er slechts weinig gegevens beschikbaar zijn over de samenstelling van het afvalwater afkomstig van zwembaden. De reden hiervoor is dat zwembaden enkel metingen moeten uitvoeren op het zwembadwater en niet op het afvalwater. Om een beter idee te hebben over de omvang van de milieu-effecten van de zwembadsector is het aangewezen om over bijkomende meetgegevens in verband met de parameters AOX en actieve chloor te beschikken. Uit deze gegevens kan een betere inschatting gemaakt worden van de mogelijke milieu-impact van deze sector.

### **7.2 AOX-verwijdering door waterbehandeling**

Uit de beperkte metingen van AOX in afvalwater blijkt deze stof in redelijke concentraties voor te komen. Dit kon trouwens voorspeld worden uitgaande van de samenstelling van zwembadwater (o.a. chlooramines). Wanneer deze verbinding door de overheid als prioritair wordt beschouwd, is het wenselijk te onderzoeken wat de kwantitatieve bijdrage is van de voorgestelde technieken hydro-antracietfilter, actief koolfilter, chlooramine-separator en omgekeerde osmose tot de vermindering van de AOX. Deze gegevens moeten toelaten om in een toekomstige actualisatie van de BBT-studie meer aandacht aan deze aspecten te besteden. Leveranciers die deze toestellen verkopen of zwembaden die ze geplaatst hebben, zouden aangezet kunnen worden deze metingen uit te voeren (over voldoende lange termijnen) en gegevens over de kostprijs van deze technieken in kaart te brengen.

### **7.3 Opvolgen van omgekeerde osmose installaties in zwembaden**

Om het waterverbruik te beperken, kan een omgekeerde osmose installatie gebruikt worden. Dergelijke installaties zijn reeds operationeel in het Verenigd Koninkrijk en Nederland, maar er zijn nog maar weinig resultaten bekend.

Op dit moment zijn er concrete plannen om deze techniek in enkele grotere zwembaden in Vlaanderen te installeren. Het is aangewezen om de introductie op de voet te volgen en goed te documenteren met metingen over een voldoende lange termijn (hygiënische aspecten, evolutie samenstelling zwembadwater en afvalwater, werkingskost, energie- en waterbesparing ...). De kennis die hierdoor gekregen wordt, kan in de toekomst nuttig aangewend worden bij andere (kleinere) zwembaden. Ook kan op basis hiervan in de toekomst overwogen worden om de techniek als BBT te weerhouden.

## **7.4 Onderzoek naar alternatieve desinfectiemiddelen**

De procesvoering van zwembaden staat grotendeels in het teken van de desinfectie. De gebruikte desinfectiemiddelen zijn thans echter beperkt tot chloorhoudende stoffen. Hieraan zijn echter enkele milieuproblemen verbonden (chloriden, AOX) die moeilijk met de huidige zwembadtechnieken op te lossen zijn. Om bedrijfsvoering van zwembaden te verbeteren is er nood aan nieuwe, betaalbare en milieuvriendelijke desinfectiemiddelen.

## BIBLIOGRAFIE

Ayar, A. & J.H. Kop, *Zwembaden*, Technische Universiteit Delft, 1995.

Aww, <http://www.aww.be> en correspondentie, 1999.

Boon, I.E., Vermeij, J.W. & S. Eersels, *Eindrapport BMT voor de sector zwembaden*, Tebodin, Den Haag, 1999.

Bronda, R., *Zwemwaterbehandeling, neveneffecten van chloring*. In: Het zwembad in het jaar 2000: lust of last?, Technologisch instituut, Antwerpen, 1998.

ChemFlach, <http://www.akzonobel.com/bc/chemflas.htm>

Dessart, H., *Theorie en praktijk van de chloring van water*, Tijdschrift van de BECEWA, 29, p1-15, 1974.

DIN 19643. In: Het zwembad in het jaar 2000: lust of last?, Technologisch instituut, Antwerpen, 1998.

Feyen, L., *Mondelinge toelichting bij RO-installatie Center Parcs*, 1999.

Gräf, Hartinger, Lohmeyer & Schwering, *Abwassertechnik in der Produktion*, WEKA, Fachverlag für technische Führungskräfte, Augsburg, 1998.

Gyselinck, J. & R. Senten, *Combined chloramine control covered circulation pools by CENTAUR<sup>®</sup> a catalytic activated carbon*. In: Het zwembad in het jaar 2000: lust of last?, Technologisch instituut, Antwerpen, 1998.

ISB, CD-ROM 1998.

ISB, *ISB – Onderzoek. Tevredenheid bij de West-Vlaamse zwembadbezoeker*, 1999.

Kaas, P., *Swimming pool water treatment with Chloraminator* , Denemarken, 1993.

Kaas, P., *Membrane lined pool can create problems: AOX-DEHP*, Scan Research ApS, Herning, 1998.

Lange, *Technische folder troebelheidsmeter*, 1999.

Legube et al., *Background document on the use of sodium hypochlorite and Background document on compact detergents*. In: OSPAR - Best Available Techniques (BAT) and Best Environmental Practice (BEP) Series, 1999.

Masschelein, W.J., *Cost-efficiency van het gebruik van ozon voor de globale desinfectie van zwembaden*. In: Het zwembad in het jaar 2000: lust of last? Technologisch instituut, Antwerpen, 1998.

Micheau, P., *La régulation du pH des eaux de piscine par CO<sub>2</sub>*, L'eau, l'industrie, les nuisances, 131, p81-83, 1996.

Minaer, R.A. & G.L. Amy, *Disinfection by-products in water treatment*, Lewis Publishers, Boca Rotan, 1996.

N., *Gouden plak voor uw zwembad?* Novem, 1998.

N., *Handboek milieuvergunningen: processen, toestellen en opslag. Hoofdstuk zwembaden*, Samson, Alpen aan den Rijn, 1998.

N., *Inventaris en beslissondersteunend systeem technieken voor industriële afvalwaterzuivering en slibverwerking. Deel 2- Technische steekkaarten*, Tauw, 1999.

N., Klanteninfo, Vel, 1999.

N., *Prijs offerte RO installatie*, Van Ganswinkel, 1999.

N., *Technische folder zoutelektrolyse*, Van den Heuvel, 1999.

N., Telefonische informatie i.v.m. kostprijs CO<sub>2</sub>, Acp, 1999.

N., *Zwemrecreatie en FLC*, Nationaal Zwembad Onderzoek (NZO), 1997.

Porter, M.E., *Competitive strategy. Techniques for analyzing industries and competitors*, New York, 1980.

Provinciaal Instituut voor Hygiëne Antwerpen. Gegevens samenstelling zwembadwater, 1999.

RSPEC! (Reduce Swimming Pool Energy Costs!), <http://www.eren.doe.gov/rspec>.

Senten, R., *Gebruik van een actief koolfilter in de zwembadwaterbehandeling van het instructiebad Arena*, Antwerpen, 1998.

Smeets, M.P. & M.A. Francois, *Natriumhypochloriet*, Tijdschrift van de BECEWA, 74, p14 –19, 1984.

Stender, R.C. & L. Feyen, *Handboek Vlarem, Uitbatingsvoorwaarden voor baden*, Aquamedia, Boxtel, 1996.

Tholen, In: Eindrapport BMT voor de sector zwembaden, Tebodin, Den Haag, 1999.

VAMIL, <http://www.milieutotaal.nl/html/vamil-w.htm>

Vlarem I. [http://www2.vito.be/navigator/Scripts/tree.asp?code\\_boek=VIN](http://www2.vito.be/navigator/Scripts/tree.asp?code_boek=VIN)

Vlarem II. [http://www2.vito.be/navigator/Scripts/tree.asp?code\\_boek=V2N](http://www2.vito.be/navigator/Scripts/tree.asp?code_boek=V2N)

VMM. <http://www.vmm.be>

Zwart, J., *In de chlooria, Risico-analyse van desinfectiemiddelen van zwemwater in een (binnen)zwembad*, Arbo- en bedrijfsgezondheidsdienst Middel-Ijssel, Apeldoorn, 1996.

## LIJST VAN AFKORTINGEN

$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	aluminiumsulfaat
AMINAL	Administratie voor Milieu-, Natuur-, Land- en Waterbeheer
AOX	Adsorbeerbare Organische Halogenen
BAT	Best Available Techniques
BBT	Beste Beschikbare Technieken
BS	Belgisch Staatsblad
BZV	Biologisch Zuurstof Verbruik
$\text{Cl}_2$	chloorgas
$\text{ClO}^-$	hypochlorietion
CZV	Chemisch Zuurstof Verbruik
HCl	zoutzuur
HOCl	hypochlorigzuur
$\text{H}_2\text{SO}_4$	zwavelzuur
IPPC	Integrated Pollution Prevention and Control
ISB	Vlaams Instituut voor Sportbeheer en recreatiebeleid
K.B.	Koninklijk Besluit
NACE	Nomenclature générale des Activités économiques dans les Communautés Européennes
NaOCl	natriumhypochloriet
NIS	Nationaal Instituut voor de Statistiek
$\text{O}_3$	ozon
OVAM	Openbare Afvalstoffenmaatschappij voor het Vlaamse Gewest
PAC	polyaluminiumchloride
RO	Reversed Osmosis (Omgekeerde Osmose)
RWZI	rioolwaterzuiveringsinstallatie
THM	trihalomethanen
VAMIL	Vervroegde Afschrijvingen Milieu InvesteringsLijst
v.g.t.g.	in de vergunning toegelaten gehalte <i>of</i> van geval tot geval
Vito	Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek
Vlarebo	Vlaams Reglement betreffende de Bodemsanering
Vlarem	Besluit van de Vlaamse Regering betreffende de milieuvergunning
VMM	Vlaams Milieumaatschappij
ZS	Zwevende Stoffen



## BEGRIPPENLIJST

AOX:	zijn organische halogeenverbindingen aanwezig in water die absorberen aan actieve kool.
Actief chloor:	is een maat voor het oxiderend vermogen van een oplossing die wordt uitgedrukt in gram moleculaire chloor, die dezelfde oxidatie veroorzaakt als de aanwezige werkzame component in de oplossing.
Afvalwater:	verontreinigd water waarvan men zich ontdoet, zich moet ontdoen of de intentie heeft zich van te ontdoen, met uitzondering van hemelwater dat niet in aanraking is geweest met verontreinigende stoffen.
Beste Beschikbare Technieken:	zie definitie hoofdstuk 1.
Bijzondere lozingsvoorwaarden	specifieke voorwaarden met betrekking tot afvalwaterlozingen opgelegd aan een bepaald bedrijf, rekening houdende met de reële lokale waterkwaliteit.
BZV:	het biochemisch zuurstofverbruik; dit is een maat voor de biologische afbreekbaarheid van de organische verbindingen. Het is de hoeveelheid opgeloste zuurstof die micro-organismen verbruiken bij de afbraak van organische verontreinigingen gedurende een periode van 5 dagen bij 20°C.
CCl <sub>4</sub> extraheerbare stoffen:	het gehalte aan apolaire koolwaterstoffen extraheerbaar met tetrachloorkoolstof.
Chlooramines:	zijn chemische verbindingen die ontstaan uit de reactie van chloor met o.a. eiwitten. Deze stoffen hebben een beperkt oxiderend vermogen en zijn irriterend voor de ogen van de baders.
CZV:	het chemisch zuurstofgebruik; dit is een maat voor het gehalte aan organische verbindingen. Dit wordt bepaald door de hoeveelheid kaliumbichromaat nodig om gedurende twee uur, bij verhoogde temperatuur, al het organische materiaal te verwijderen.
Effluent:	geloosd afvalwater, al dan niet gezuiverd.
Emissie:	de directe of indirecte lozing, uit puntbronnen of diffuse bronnen van de installatie, van stoffen, trillingen, warmte of geluid in de lucht, het water of de bodem.
Exploitant:	elke natuurlijke persoon of rechtspersoon die een inrichting exploiteert of voor wiens rekening een inrichting wordt geëxploiteerd.
Gebonden beschikbaar chloor:	is de verzamelnaam voor anorganische en organische chloorstikstofverbindingen met een zeker desinfecterend en oxiderend vermogen, zoals o.a. monochlooramines, dichlooramines, trichlooramines en chloorureumverbindingen.

Inrichtingen:	fabrieken, werkplaatsen, opslagplaatsen, machines en installaties, toestellen en handelingen die op de indelingslijst van bijlage I van Vlare I voorkomen.
Kjeldahl-stikstof:	som van de ammoniakale stikstof en de organische stikstof (afkomstig van levend of dood materiaal).
NaOCl:	natriumhypochloriet, het meest gebruikte ontsmettingsmiddel in zwembaden.
Omgekeerde osmose:	is een scheidingstechniek waarbij watermoleculen doorheen een semi-permeabel membraan worden geduwd (drukverschil) en grotere moleculen achterblijven.
Openbare riolering:	het geheel van openbare leidingen en openluchtgreppels bestemd voor het opvangen en transporteren van afvalwater.
Oppervlaktewater:	het stilstaande of stromende zoet, brak of zout water dat permanent of op geregelde tijdstippen op natuurlijke of kunstmatige wijze een deel van het aardoppervlak inneemt en dat deel uitmaakt van een waterhuishoudkundig systeem; het stilstaande water dat permanent of op geregelde tijdstippen op natuurlijke wijze een deel van het aardoppervlak inneemt, dat niet in verbinding staat met het waterhuishoudkundig systeem maar gevoed wordt door hemelwater.
pH:	eenheid waarin de zuurtegraad wordt uitgedrukt.
Rendabiliteit:	winstgevendheid, kapitaalproductiviteit.
Sectorale lozingsvoorwaarden:	specifieke voorwaarden m.b.t. afvalwaterlozingen opgelegd aan een bepaalde industriële sector.
Spoelwater:	het water dat vrijkomt bij het terugspoelen van de filters.
Suppletiewater:	het water dat men toevoegt aan een zwembad om verliezen te compenseren en de kwaliteit op peil te houden.
Trihalomethanen:	bevatten de volgende functionele groep: $-CCl_3$ . Ze ontstaan in zwembaden o.a. uit de reactie van ureum met chloor.
Totale stikstof:	wordt soms als dusdanig geanalyseerd, maar wordt meestal berekend als de som van de Kjeldahl-stikstof, de nitrietstikstof en de nitraatstikstof.
Ureum:	chemische stof aanwezig in urine en lichaamsvocht.
Verontreinigende stof:	een stof die direct of indirect door de mens in de lucht wordt gebracht en die schadelijke gevolgen kan hebben voor de gezondheid van de mens of het milieu in zijn geheel.
Vrij chloor:	is de som van: opgelost chloor, hypochlorigzuur en hypochlorietion.

# **BIJLAGEN**



## **OVERZICHT VAN DE BIJLAGEN**

Bijlage 1: Medewerkers BBT-studie

Bijlage 2: Overzicht van de binnen- en buitenlandse wetgeving voor zwembaden

Bijlage 3: Enquête zwembaden

Bijlage 4: Verdeling van de chloridegegevens (1995-1999) van Antwerpse zwembaden

Bijlage 5: Technische fiches

Bijlage 6: Chloorchemie

## **Bijlage 1: Medewerkers BBT-studie**

### **1. De leden van het begeleidingscomité**

De heer	Luc	Van Geert	AMINAL
De heer	Paul	Zeebroek	ANRE
De heer	Willy	Daelemans	Center Parcs
De heer	Stefaan	Ketels	Center Parcs
De heer	Edwin	Aerts	ISB
De heer	Rudi	Sentens	ISB
De heer	Jef	Bogaert	ISB
De heer	Ludo	Feyen	Labo Derva
De heer	Roger	Dijkmans	Vito
De heer	Peter	Vercaemst	Vito
Mevrouw	Liesbet	Van den Abeele	Vito
Mevrouw	Sofie	Van Volsem	VMM

### **2. Nuttige adressen**

#### **Kenniscentrum voor Beste Beschikbare Technieken**

##### **BBT-kenniscentrum**

p/a Vito  
Boeretang 200  
2400 MOL  
Tel: (014)33 58 68  
Fax: (014)32 11 85  
E-mail: bbt@vito.be

##### **Infodesk**

De heer Geert De Meyer  
Tel: (014)33 59 38

#### **Contactpersonen federaties België**

De heer Edwin Aerts  
**ISB** (Instituut voor Sportbeheer)  
Plezantstraat 266  
9100 SINT-NIKLAAS  
Tel: (03)777 32 80  
Fax: (03)766 25 01  
E-mail: isb@unicall.be

## Contactpersonen administratie/overheidsinstellingen

De heer Luc Van Geert

**AMINAL**

Milieuvergunningen

Waaistraat 1

3000 LEUVEN

Tel: (016)21 11 00

De heer Paul Zeebroek

**ANRE**

Markiesstraat 1

1000 BRUSSEL

Tel: (02)553 39 56

Fax: (02)507 44 38

De heer Rudy Calders

**Provinciaal Instituut voor Hygiëne Antwerpen**

Kronenburgstraat 45

2000 ANTWERPEN

Tel: (03)259 12 00

Fax: (03)259 12 01

E-mail: [info@pih.provant.be](mailto:info@pih.provant.be)

Mevrouw Sofie Van Volssem

**VMM**

Afdeling Kwaliteitsbeheer

Gasthuisstraat 42

9300 AALST

Tel: (053)72 65 75

Fax: (053)72 66 30

E-mail: [s.vanvolssem@vmm.be](mailto:s.vanvolssem@vmm.be)

## **Bijlage 2: Overzicht van de binnen- en buitenlandse wetgeving voor zwembaden**

### **1. Binnenlandse wetgeving**

#### **1.1 Vlaanderen**

##### **Vlarem II**

##### **DEEL 5 SECTORALE MILIEUVOORWAARDEN VOOR INGEDEELDE INRICHTINGEN**

##### **HOOFDSTUK 5.32.9 ZWEMBADEN**

##### **Subafdeling 5.32.9.1. Algemene bepalingen**

###### **Art. 5.32.9.1.1.**

- § 1. De bepalingen van deze afdeling zijn van toepassing op de inrichtingen bedoeld in subrubriek 32.8 van de indelingslijst, met uitzondering van de inrichtingen verbonden aan hotels of appartementsgebouwen die niet voor het publiek worden opengesteld. Deze laatste inrichtingen moeten wel voldoen aan de bepalingen van deze afdeling die betrekking hebben op het waterbehandelingssysteem alsook op de kwaliteitsvereisten van het water en de opslag van chemicaliën.
- § 2. In afwijking van artikel 3.2.1.2, § 3 moeten de bestaande inrichtingen voldoen aan de door deze afdeling voor nieuwe inrichtingen voorgeschreven emissie- of constructienormen met ingang van 1 januari 2001.

###### **Art. 5.32.9.1.2. Brandvoorkoming en -bestrijding**

- §1. Onverminderd de bepalingen van hoofdstuk 4.1. beschikt de inrichting over een voldoende aantal geschikte, gebruiksklare en gemakkelijk te bereiken blustoestellen. Deze blustoestellen worden ten minste jaarlijks op hun goede werking gecontroleerd door de leverancier of een bevoegd deskundige. De attesten met datum en uitslag van deze controle worden ter inzage gehouden van de toezichthoudende ambtenaar.
- §2. De bouw en inrichting van de gebouwen, alsmede de aard, het aantal en de plaats van de blustoestellen wordt, onafhankelijk van de milieuvergunning, bepaald in overleg met de bevoegde brandweer.
- §3. Het uitgaan van al de personen kan geschieden langs toe- en uitgangswegen welke op de openbare weg uitgeven, zonder door cafés, drankzalen of andere lokalen, welke bij de instelling horen, of door belendende eigendommen te gaan.
- §4. De gangen, de deuren en de trapgangen van deze toe- en uitgangswegen zijn hoog genoeg om een gemakkelijk verkeer toe te laten. Deze hoogte bedraagt niet minder dan 2 m.
- §5. De breedte van deze gangen, deuren en trappen staat in verhouding tot het aantal personen dat maximaal in de lokalen kan aanwezig zijn. Zij bedraagt niet minder dan 80 cm en is minstens gelijk in centimeters aan het aantal personen dat maximaal in de lokalen kan aanwezig zijn voor de gangen en de deuren, aan dit aantal



vermenigvuldigd met 1,25 voor de trappen welke naar de uitgangen afdalen, en aan dit aantal vermenigvuldigd met 2 voor de trappen die naar de uitgangen opstijgen.

- §6. De zich in de lokalen bevindende personen kunnen alle uitgangen gebruiken.
- §7. Elke uitgang of nooduitgang is aangegeven door de reglementaire pictogrammen. Deze pictogrammen zijn vanuit alle hoeken van de lokalen goed zichtbaar. De pictogrammen worden verlicht door de normale verlichting en door noodverlichting.

#### **Art. 5.32.9.1.3. Elektrische installatie - Verlichting**

- §1. Onverminderd de bepalingen van het Algemeen Reglement op de Elektrische Installaties worden de elektrische installaties regelmatig gecontroleerd door een ter zake erkend organisme. De desbetreffende keuringsattesten worden door de exploitant ter inzage gehouden van de toezichthoudende ambtenaar.
- §2. De natuurlijke en kunstmatige verlichting zijn van die aard dat de weerspiegeling van het licht in het water tot een minimum beperkt wordt. De verlichting is derwijze uitgevoerd dat de zichtbaarheid van de bodem van het bad vanuit elke invalshoek gewaarborgd is.
- §3. De verlichtingsinstallatie is uitgerust met twee van elkaar onafhankelijke stroombronnen. Deze bronnen leveren gelijktijdig stroom, tenzij één ervan automatisch stroom levert wanneer de tweede uitvalt.  
Eén van voormelde stroombronnen voedt de lampen van een verlichting genoemd "algemene verlichting".  
De andere bron voedt de lampen van een verlichting genoemd "noodverlichting".
- §4. De verlichtingsinstallatie wordt derwijze ingericht dat het wegvallen van één van de in §3 bedoelde stroombronnen op geen enkel ogenblik een zo grote duisternis kan teweeg brengen, dat het buiten gaan van de toeschouwers en van het personeel er door kan gehinderd worden.

#### **Art. 5.32.9.1.4. Meldingen aan de gezondheidsinspecteur**

- §1. De exploitant meldt aan de toezichthoudende ambtenaar van de Administratie Gezondheidszorg:
  - 1. de datum van de eerste ingebruikname;
  - 2. de sluitingsperiode voor bv. onderhoud, aanpassingen, enz;
  - 3. de wederingebruikname van het bad;
  - 4. alle bouwtechnische veranderingen ook indien deze intern worden doorgevoerd.
- §2. De exploitant is eveneens verplicht om elke wijziging van de inrichting 3 maanden te voren voor goedkeuring voor te leggen en te bespreken met de toezichthoudende ambtenaar van de Administratie Gezondheidszorg, onverminderd de ter zake in titel I van het VLAREM voorgeschreven procedure.

## Subafdeling 5.32.9.2. Overdekte circulatiebaden<sup>1</sup>

### Art. 5.32.9.2.1. Architectonische normen

#### §1. Bouw.

1. De lokalen zijn gebouwd uit hard en onbederfbaar materiaal.
2. De vloer is waterdicht. Hij is voorzien van een onbederfbare, corrosieweerstandige, niet water opslorpende en gemakkelijk afwasbare bekleding, evenals de wanden tot op een hoogte van 3 m.
3. Alle interne uitrustingen zijn vervaardigd uit corrosieweerstandig en gemakkelijk afwasbaar materiaal.
4. Tot op een hoogte van 2 m vanaf de begane grond, worden scherpe hoeken en uitstekende elementen vermeden ofwel afgeschermd met een niet kwetsende bekleding. Elke beglazing wordt duidelijk zichtbaar gemaakt en beveiligd.
5. Alle lokaalvloeren hebben een helling van 1 tot 2%.

#### §2. Zwemhal en zwembad.

1. De zwemhal is gemakkelijk toegankelijk voor externe hulpdiensten.
2. De zwembadwand en -bodem bestaan uit hard materiaal en zijn voorzien van een waterdichte, onbederfbare, niet kwetsende en gemakkelijk afwasbare bekleding.
3. De bodem van het zwembad is in zijn ondiep gedeelte ten minste tot op een diepte van 1.35 m slipwerend.
4. De aan- en afvoer van het water zijn zodanig uitgevoerd dat in het bad geen dode hoeken met stagnerend water aanwezig zijn. Zij vormen geen gevaar voor de baders. De recyclage van het zwemwater gebeurt voor tenminste 30% via de bovenafvoer.  
Het diepste punt van de zwembadbodem is voorzien van een afvoer voor een volledige lediging van het bad.

#### §3. Kaden en vloeren.

1. Elke toegang tot de kaden van het zwembad gebeurt via de stortbaden en een voetwaadbak en/of voetsproeiers.
2. Het bad is volledig omringd door een kade met een minimum breedte van 1,5 m.
3. De rechtstreekse toegang tot de kaden vanuit de kleedkamers of de recreatiezones, bevindt zich bij voorkeur ter hoogte van het ondiepe gedeelte van het bad. Indien dit niet het geval is, belemmert een hindernis een directe toegang tot het diepe deel.
4. De kaden zijn zó aangelegd dat het water hiervan niet in het zwembad, noch in het recyclingscircuit terecht kan komen. Dit water wordt afgevoerd via een voldoende aantal afvoerpunten met een minimale diameter van 15 cm zodat stilstaand water voorkomen wordt. Het water wordt afgevoerd, hetzij naar een openbare riolering, hetzij naar een oppervlaktewater met inachtnaam van de voorschriften van dit reglement en de eventueel in de milieuvergunning opgelegde bijzondere voorwaarden.  
Om het reinigen met een waterslang mogelijk te maken, zijn er voldoende wateraftappunten voorhanden, alsmede de geschikte voorzieningen om het gebruikte water te verwijderen.

---

<sup>1</sup> De wetgeving met betrekking tot niet overdekte circulatiebaden is analoog aan deze voor overdekte, ze is terug te vinden onder artikel 5.32.9.3.1 en volgende.

5. Tenzij anders vermeld in de milieuvergunning, zijn alle vloeren waarop blootsvoets wordt gelopen, vervaardigd uit hard, waterdicht, onbederfbaar, slipwerend, niet kwetsend en gemakkelijk afwasbaar materiaal.
6. De zone die door geschoeide personen wordt betreden is volledig gescheiden van de zone waarop blootsvoets wordt gelopen.

§4. Omkleedcabines.

1. De omkleedcabines en kleedkamers zijn van het wisseltype zodat de geschoeide en de ongeschoeide zone van elkaar gescheiden worden.
2. De omkleedcabines zijn vervaardigd uit hard, niet wateropslorpend, onbederfbaar, niet kwetsend en gemakkelijk afwasbaar materiaal.

§5. Sanitaire voorzieningen.

1. Er zijn afzonderlijke toiletten beschikbaar voor de baders en voor de geschoeide bezoekers. Deze toiletten zijn in voldoende aantal aanwezig.  
Voor elke toilettenruimte wordt er ten minste één wastafel voorzien.
2. De vloer van de sanitaire voorzieningen heeft een helling van 1 tot 2%, waardoor het afvalwater naar een afvoer wordt geleid die verbonden is met de lozingsinrichting.
3. De toiletten voor de ongeschoeide bezoekers zijn bevestigd aan de muur van de toiletruimten.
4. De stortbaden zijn voorzien van water met aangepaste temperatuur, afkomstig van een warmwaterinstallatie met water van ten minste 65°C. Het mengventiel is in de onmiddellijke nabijheid van het stortbad geplaatst.
5. De waadbakken zijn doorlopend gevuld met vers behandeld zwembadwater; de turnover mag ten hoogste tien minuten bedragen. Het vervuilde waadbakwater wordt rechtstreeks afgevoerd naar de lozingsinrichting of naar de zwembadwaterbehandelingsinstallatie.

§6. Recreatieve voorzieningen.

1. Elke recreatieve voorziening bestaat uit duurzaam en corrosieweerstandig en dampdicht materiaal. Hun oppervlak is onbederfbaar, gemakkelijk afwasbaar en niet kwetsend. De recreatieve voorzieningen mogen de veiligheid van de baders niet in gevaar brengen.
2. De constructie van de recreatieve voorzieningen strookt met de normen opgesteld door het Europees Comité voor Normalisatie (CEN).
3. In de onmiddellijke nabijheid is bijkomend toezichthoudend personeel aanwezig.

§7. Ventilatie en verwarming.

1. In de zwemhal heerst er een gemiddelde relatieve vochtigheid van 65%. De temperatuur van de lucht is ten minste één graad Celsius hoger dan die van het bassin met het grootste wateroppervlak.
2. De bezoekers worden niet gehinderd door tocht.
3. Geen enkel afvoersysteem van lucht, damp of rook vormt hinder voor de buren.
4. In de zwemhal is er op een representatieve plaats een goed werkende thermometer en een hygrometer bevestigd.
5. De verse lucht wordt rechtstreeks van buiten aangezogen, op een plaats die ver genoeg verwijderd is van de opslagruimte voor chemicaliën. Er wordt geen verse lucht aangezogen via een technische ruimte, tenzij doorheen hermetisch gesloten leidingen.

§8. Waterbehandelingssysteem.

1. Elk circulatiebad is voorzien van een automatisch, efficiënt functionerend chloor- en pH-sturingsmechanisme.
2. Het waterbehandelingsprocédé omvat tenminste een voorfiltratie, een filtratie, een oxydatie/desinfectie, een pH-aanpassing en een systeem voor aanvoer van vers water.  
Elke filter heeft een minimum filterbedhoogte van 1 meter en is voorzien van een kijkglas en van drukmeters voor en na de filtratie. De maximum filtersnelheid bedraagt 30 m/h.  
Als chemicaliën worden enkel die producten gebruikt die toegelaten zijn voor de behandeling van drinkwater overeenkomstig het besluit van de Vlaamse regering van 15 maart 1989<sup>2</sup> betreffende technische reglementering inzake drinkwater.
3. De metingen van het gehalte aan desinfecterend agens en van de pH gebeuren op een efficiënte chloorspecifieke manier. De meetapparatuur en de methodiek is goedgekeurd en erkend door de gezondheidsinspecteur.
4. De werking van de pompen die voor de injectie van het desinfecterend agens en de pH-correctie zorgen wordt automatisch onderbroken zodra het debiet van het desbetreffende circulatiesysteem tot minder dan 40% van het normale daalt. In geval de injectie van het desinfectans en van de pH-correctie op dezelfde leiding geschieden, bevinden de injectiepunten zich op tenminste 2 m afstand van elkaar. De injectie van de pH-corrector gebeurt bij voorkeur vóór de filtratie. De chemicaliën worden niet rechtstreeks in het zwembad ingespoten.
5. De aftapkranen zijn goed toegankelijk en staan tenminste op volgende plaatsen:
  - a. vóór de filtratie en de injectie van reagentia;
  - b. achter de filtratie en de injectie van reagentia;
  - c. zo dicht mogelijk bij de aanvoer van het water naar elk bad.
6. De circulatiepompen kunnen tenminste een cyclusduur van 4 uur aan. Het water wordt minimum binnen de 4 uur volledig behandeld (turnover = 4 uur); voor een bad met een capaciteit van 100 m<sup>3</sup> of lager is de turnover maximaal 2 uur. De controle van deze turnover gebeurt met een efficiënte debietmeter die achter de filtreerinstallatie wordt geplaatst in de deelstroom van elk bad en een doseerstop beveelt bij een daling van het debiet tot minder dan 40% van het normale.
7. Indien de ontsmetting op een andere wijze gebeurt, is de goedkeuring van de gezondheidsinspecteur vereist.

#### **Art. 5.32.9.2.2. Exploitatie**

##### **§1. Procedures.**

De exploitant beschikt over geschreven procedures waarin de werking onder normale en onder noodomstandigheden wordt beschreven. Deze procedures worden jaarlijks geëvalueerd en tijdig bijgewerkt. Elk personeelslid bezit een kopie hiervan en kent de inhoud. Voormelde procedures worden tevens ter inzage gehouden van de toezichthoudende ambtenaar.

Vooraleer het zwembad in gebruik wordt genomen, wordt het watercirculatiesysteem uitgetest evenals het doorstromingspatroon (kleurproef).

---

<sup>2</sup> Verwijzing naar het Besluit van de Vlaamse Executieve houdende de vaststelling van een technisch reglement inzake drinkwater (zie Tabel B.2.2).

## §2. Opslag chemicaliën.

1. De flessen, toestellen en leidingen die chloor in zuivere of in geconcentreerde toestand bevatten, worden in een afzonderlijk lokaal geplaatst, dat op doeltreffende wijze aan de onder- en bovenzijde verlucht wordt. De toegang tot dit lokaal is verboden voor onbevoegden.  
Bij nieuwe vergunningen wordt chloorgas geweigerd.
2. Alle flessen, toestellen en leidingen zijn vervaardigd volgens een code van goede praktijk uit materialen die inert zijn aan het betrokken middel. Daarenboven wordt een installatie die gasvormig chloor onder een druk van meer dan 105 Pa bevat, jaarlijks onderworpen aan een geslaagde waterdrukproef onder een druk gelijk aan anderhalf maal de dienstdruk. Een attest van deze beproeving wordt ter beschikking gehouden van de met het toezicht belaste ambtenaar. De dichtheid van deze apparatuur wordt steeds verzekerd.
3. Aan de ingang van het lokaal worden een aangepast ademhalingstoestel van een erkend type en aangepaste individuele beschermingsmiddelen voorzien, die steeds bereikbaar en gebruiksklaar zijn, om in geval van een lek of een incident de veiligheid te kunnen verzekeren.
4. De nodige voorzieningen worden getroffen om de buurt niet te hinderen door uitwasemingen.
5. Producten die met elkaar kunnen reageren, worden geplaatst in volledig van elkaar gescheiden lokalen, die uitsluitend daarvoor bestemd zijn; hun respectieve leidingen zijn voorzien van vulkoppelingen die niet met elkaar verenigbaar zijn.
6. De chemicaliën, zoals chloor, HCl, e.d. worden bewaard in gesloten vaten of houders, voorzien van de reglementaire etikettering. Deze bevinden zich in een inkuiping met een capaciteit die minimaal 110% bedraagt van het grootste vat of houder. De vaten waaruit chemicaliën worden gedoseerd mogen niet meer produkt bevatten dan nodig voor een exploitatie van 2 dagen.
7. De exploitant houdt een register bij met gegevens die betrekking hebben op het beheer van de chemicaliën, met name hun benaming, hoeveelheid, leveringsdatum, eventuele incidenten, alle onderhoudswerken, controles, defecten, herstellingen en ongevallen.
8. De installaties worden tenminste éénmaal per dag door een bevoegd persoon nagekeken.
9. Elke levering van chemicaliën gebeurt onder toezicht van een bevoegd persoon, die de conformiteit van de levering controleert. De levering van de chemicaliën is verboden tijdens de openingsuren voor de inrichtingen die, ten gevolge van een toegestane afwijking, de voorschriften vervat sub 5° van §7 van artikel 5.32.9.2.1 niet hebben gerealiseerd.

## §3. Veiligheid bezoekers.

1. De exploitant neemt de nodige maatregelen om de veiligheid van de bezoekers te verzekeren.
2. Het maximum toegelaten aantal baders - dit zijn personen die zich in het water bevinden - is nooit hoger dan 1 bader per 3 m<sup>2</sup> wateroppervlakte. Voor baden met een maximum diepte van 50 cm is één bader per 2 m<sup>2</sup> wateroppervlakte toegelaten.  
Weliswaar in functie van de evacuatiewegen, zal het maximum aantal aanwezige bezoekers in de zwemhal nooit hoger zijn dan de som van het maximum

toegelaten aantal baders, vermeerderd met maximum 1 persoon per 2,4 m<sup>2</sup> kade-oppervlakte.

3. De baders staan onder rechtstreeks en constant toezicht van ten minste één redder, die zich uitsluitend aan deze activiteit wijdt en zich permanent in de buurt van de kaden bevindt. Het toezicht is aangepast aan het type van installatie en aan de bezettingsgraad van het zwembad.

Het minimum aantal toezichthoudende personen, waarvan ten minste de helft redder zijn, wordt bepaald volgens de volgende formule (afronden naar beneden):

- a. voor de eerste 150 baders:

$$\text{aantal toezichthoudende personen} = \frac{\text{aantal baders} + 1}{50}$$

- b. daarboven, per 150 baders meer, 1 toezichthoudend persoon extra.  
Tenminste de helft (afgerond naar boven) is redder.

Deze regel geldt niet voor baders in baden van minder dan 50 cm diepte.

4. Bij ieder afzonderlijk bad of risicozone staat ten minste 1 toezichthoudend persoon, ongeacht het resultaat van de in deze paragraaf vermelde formule.
5. De redders zijn in het bezit van het hoger reddersbrevet van het BLOSO of van een ander gelijkwaardig getuigschrift goedgekeurd door het BLOSO. Het afschrift van voormeld brevet of getuigschrift ligt ter inzage van de toezichthoudende ambtenaar op de plaats van de exploitatie.
6. De redders worden ten minste éénmaal per jaar geoefend in reddings- en reanimatietechnieken. Het getuigschrift van de meest recente bijscholing ligt ter inzage van de toezichthoudende ambtenaar op de plaats van de exploitatie. Bedoelde bijscholing moet erkend zijn door het BLOSO.
7. De diepte van het water wordt op regelmatige afstanden aangeduid. Elke plotse verandering van diepte wordt op een opvallende wijze zichtbaar gemaakt.
8. In het zwembad levert geen enkele aan- en afvoer van water, lucht of andere stoffen, gevaar op voor de baders.
9. De plaats waar de gebruiker van de glijbaan en/of de springtoren in het bad terecht komt, is ontruimd binnen een straal van 2,5 m.
10. De inrichting beschikt over een lokaal waar de eerste zorgen kunnen worden toegediend en dat uitsluitend uitgerust is met materiaal voor eerste hulp en reanimatie. Dit lokaal en materiaal is rechtstreeks en gemakkelijk toegankelijk voor de verantwoordelijken.  
De reanimatieapparatuur bestaat ten minste uit een systeem voor zuurstoftoediening. Dit apparaat wordt wekelijks op zijn deugdelijkheid onderzocht.  
De redder is vertrouwd met het gebruik van het aanwezige materiaal.
11. De inrichting is uitgerust met tenminste één telefoontoestel dat een directe buitenlijn heeft. Dit toestel staat in de onmiddellijke nabijheid van het zwembad en het lokaal voor eerste hulp bij ongevallen, en is gemakkelijk bereikbaar door de redders.
12. Elk overlijden of ernstig ongeval binnen het zwembadgebouw wordt binnen een termijn van 24 uur telefonisch of met telefax gemeld aan de gezondheidsinspecteur.

[ § 3bis. Een leerkracht, trainer, lesgever of begeleider van activiteiten in het zwembad, kan een lesgeefactiviteit combineren met de functie van toezichthoudende persoon onder de volgende voorwaarden:

1. hij/zij moet zich constant op de kade bevinden en alle baders die tot een groep behoren rechtstreeks kunnen gade slaan;
2. het aantal baders onder zijn/haar toezicht mag maximum 35 bedragen.

Een leerkracht, trainer, lesgever of begeleider van activiteiten in het zwembad, kan een lesgeefactiviteit combineren met de functie van toezichthoudende redder onder de volgende voorwaarden :

1. hij/zij moet zich constant op de kade bevinden en alle baders die tot een groep behoren rechtstreeks kunnen gade slaan;
2. het aantal baders onder zijn/haar toezicht mag maximum 35 bedragen;
3. hij/zij in het bezit is van het Hoger Reddersbrevet van BLOSO of van een ander gelijkwaardig getuigschrift goedgekeurd door BLOSO. ]

[ § 3ter. Tenzij anders vermeld in de milieuvergunning mag de exploitant in afwijking van § 3 het aantal redders en toezichters beperken tot :

1. één redder, wanneer de oppervlakte van het bad minder dan 200 m<sup>2</sup> bedraagt;
2. twee toezichthoudende personen, waarvan ten minste één redder, wanneer de oppervlakte van het bad 200 m<sup>2</sup> of meer bedraagt en de vorm van het bad zo is dat dit volledig in het gezichtsveld ligt van één persoon;
3. drie toezichthoudende personen, waarvan ten minste twee redders, wanneer de oppervlakte van het bad 200 m<sup>2</sup> of meer bedraagt en de vorm van het bad zo is dat dit niet volledig in het gezichtsveld ligt van één persoon.

De afwijking, bedoeld in het eerste lid, geldt evenwel enkel wanneer de exploitant een toezichtsplan heeft opgesteld en naleeft ter verzekering van de veiligheid van de baders. Dit toezichtsplan ligt ter inzage voor de toezichthoudende ambtenaren. ]

§4. Kwaliteitsvereisten van het water.

1. Het water van de overdekte circulatiebaden moet voldoen aan de volgende kwaliteitsvereisten weergegeven in Tabel B.2.1.

Tabel B.2.1: Kwaliteitsvereisten van het water in overdekte circulatiebaden

Parameter	Eenheid	Grenswaarde
<i>a. chemische parameters</i>		
pH		
ondergrens	Sörensen	7,0
bovengrens	Sörensen	7,6
vrij beschikbaar chloor (HClO + ClO <sup>-</sup> )		
ondergrens	mg/l	0,5
bovengrens	mg/l	1,5 <sup>3</sup>
gebonden chloor <sup>4</sup>	mg/l	≤ 1,0
bicarbonaat	mg/l	≥ 60
ureum	mg/l	≤ 2,0
chloriden <sup>5</sup>	mg/l	≤ 800
oxideerbaarheid (KMnO <sub>4</sub> -gebruik)	mg O <sub>2</sub> /l	< 5
<i>b. bacteriologische parameters</i>		
totaal aantal kiemen bij 37°C	n/ml	≤ 100
coagulase positieve stafylokokken	n/ 100 ml	0
pseudomonas aeruginosa	n/ 100 ml	0
<i>c. fysische parameters</i>		
temperatuur	°C	≤ 32 <sup>6</sup>
helderheid		doorzichtig tot op de bodem van het bad
zichtbare verontreinigingen		afwezig
geur		afwezig
schuim		afwezig
kleur		kleurloos
volume circulerend water per dag <sup>7</sup>	m <sup>3</sup>	≥ 2

2. De helderheid, de temperatuur, de pH, het vrij beschikbaar chloor en de gebonden chloor worden door en op kosten van de exploitant tenminste driemaal per dag gecontroleerd, met name:
  - a) vóór de opening van het zwembad voor de bezoekers;
  - b) tweemaal tijdens het gebruik van het zwembad, evenredig gespreid over de openingsuren; de apparatuur en de meetmethode zijn goedgekeurd door de gezondheidsinspecteur.
3. Het zwembadwater wordt op kosten van de exploitant ten minste elke maand bemonsterd en geanalyseerd. Alle sub 1° vermelde parameters worden hierbij onderzocht.

<sup>3</sup> Voor niet overdekte baden: 3 mg/l.

<sup>4</sup> Het gebonden chloor is de verzamelnaam voor anorganische en organische chloorstikstofverbindingen.

<sup>5</sup> Deze norm geldt niet bij het gebruik van zout houdend water (≥2000 mg Cl/l) of bij gebruik van zout-electrolyse.

<sup>6</sup> Behoudens afwijking toegestaan door de gezondheidsinspecteur.

<sup>7</sup> Gemiddelde waarde over de openingsuren van een dag.



De monsterneming gebeurt door bevoegd laboratoriumpersoneel en behoudens afwijking toegestaan door de gezondheidsinspecteur, ten minste twee uur na de opening van het zwembad en op een plaats waar de kwaliteit het minst gunstig wordt geacht.

De analyse van de genomen monsters gebeurt door een laboratorium erkend voor analyses van drinkwater. Een kopie van de analyseresultaten wordt door het laboratorium rechtstreeks gestuurd naar de gezondheidsinspecteur.

4. De exploitant houdt een register bij omvattende de volgende gegevens:
  - a) de resultaten van de sub 2° bedoelde dagelijkse zwembadwateranalyses;
  - b) de resultaten van de sub 3° bedoelde maandelijkse analyses;
  - c) de data waarop de filters worden gespoeld en/of het filtermateriaal wordt vervangen;
  - d) de dagelijkse bezetting van het zwembad;
  - e) elke bijzonderheid, incident of ongeval;
  - f) de maandelijkse notering van het waterverbruik;
  - g) elke vaststelling met betrekking tot het technisch nazicht bij de lediging van het zwembad en bij de aanvulling van de voorraad scheikundige stoffen.Dit register, wordt ten minste 5 jaar door de exploitant bewaard en ligt steeds ter inzage van de toezichthoudende ambtenaar.

1. Elke overschrijding van de normen die voor de parameters pH, vrij beschikbaar chloor en doorzichtigheid door 1° zijn bepaald en waarvan de oorzaak niet binnen het half uur gecorrigeerd is, vereist de onmiddellijke sluiting van het zwembad.
2. In de milieuvergunning kunnen op advies van de gezondheidsinspecteur andere kwaliteitseisen worden opgelegd. Deze kwaliteitsvereisten staan in relatie tot het overeenkomstig artikel 5.32.9.2.1. §8, 7° toegelaten alternatieve waterbehandelingssysteem.

- §5. De inrichting is aangesloten op een openbaar distributienet met drinkbaar water. Indien het vul- en suppletiewater geen leidingwater is, beantwoordt het toch aan de bacteriologische kwaliteitsvereisten voor drinkwater. Ter controle hiervan wordt dit water tenminste halfjaarlijks bemonsterd en geanalyseerd. Tenzij anders in de milieuvergunning vermeld, is chloor het enig toegelaten ontsmettings- en oxydatiemiddel. Het gebruik van chloorstabilisatoren is niet toegelaten.

De filters worden tenminste tweemaal per week gespoeld buiten de openingsuren van het zwembad en wel zo dat het filtermateriaal in fluïdisatie komt.

Per bader en per dag worden minimaal 30 liter vers water toegevoegd, op een plaats in het circuit die een passage van dit suppletiewater doorheen de filters verplicht vooraleer het in het zwembad terechtkomt.

- §6. Onderhoud.

1. De bodem van het zwembad wordt tenminste om de twee dagen vóór de openingsuren gereinigd en gestofzuigd. De wanden van het bad zelf worden tenminste éénmaal per week buiten de openingstijden, gereinigd en gestofzuigd.
2. De bufferbak wordt minstens eenmaal per jaar gereinigd.
3. De toezichthoudende ambtenaar kan een volledige lediging van het bad eisen, wanneer de reinheid van het bad te wensen overlaat of wanneer de kwaliteit van het water niet in overeenstemming is met de voorschriften van artikel §4 van dit artikel.

§7. Reglement van interne orde.

1. De exploitant voert een reglement van interne orde in om de goede exploitatie te verzekeren. Dit reglement wordt op voor de bezoekers duidelijk zichtbare plaatsen in de inrichting aangeplakt.
2. Het sub 1° bedoelde reglement omvat tenminste de volgende punten:
  - a. de directie heeft het recht om elke persoon die een gevaar blijkt op te leveren voor de veiligheid en de gezondheid van de aanwezigen, de toegang tot de instelling te verbieden (dronkenschap, ordeverstoring, niet naleving van dit reglement, e.d.);
  - b. dieren worden niet in de inrichting toegelaten;
  - c. elke bader moet een stortbad nemen alvorens de zwemhal te betreden;
  - d. kinderen van minder dan 6 jaar zijn steeds vergezeld van een toezichhoudende volwassene.

Tabel B.2.2: Toevoegsels toegelaten voor de behandeling van drinkwater

Reagens	Basiseenheid kg	Maximum toe te passen dosering g/m <sup>3</sup>
Chloor	Cl <sub>2</sub>	30
Natriumhypochloriet	Cl <sub>2</sub>	30
Calciumhypochloriet	Cl <sub>2</sub>	30
Magnesiumhypochloriet	Cl <sub>2</sub>	30
Natriumchloriet	NaClO <sub>2</sub>	5
Ammoniak	NH <sub>3</sub>	0,5
Ammoniumchloride	NH <sub>4</sub> Cl	1,5
Ammoniumsulfaat	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,8
Zwavel dioxide	SO <sub>2</sub>	2
Natriumwaterstofsulfiet	NaHSO <sub>3</sub>	4
Natriumdisulfiet	Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,5
Natriumsulfiet	N <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	7
Calciumsulfiet	CaSO <sub>3</sub>	5
Kopersulfiet	CuSO <sub>4</sub>	5
Kaliumpermanganaat	KMnO <sub>4</sub>	2
Ozon	O <sub>3</sub>	10
Zuurstof	O <sub>2</sub>	30
Waterstofperoxyde	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	10
Pyertrines (enkel in uitzonderlijke gevallen)		0,5

## 1.2 Wallonië

### Wettekst

In Wallonië wordt er momenteel gewerkt aan een nieuwe wet met betrekking tot de milieuvergunning. Het handelt hier om het “ *Projet d'arrêté du gouvernement Wallon modifiant le titre III du règlement général pour la protection du travail en insérant des dispositions réglementant l'implantation et l'exploitation des bassins de natation*”. Deze wettekst zal ook van toepassing worden in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

Zwembaden worden beschouwd als klasse I inrichtingen. Er wordt een onderscheid gemaakt tussen overdekte en niet overdekte circulatiebaden. De speciale baden zoals bubbelbaden en koude baden worden afzonderlijk vermeld.

Er wordt aandacht besteed aan infrastructuur, veiligheid en hygiëne, administratie en zwembadwater.

#### *Type waterbehandelingsysteem*

De eisen voor het waterbehandelingsysteem zijn ongeveer dezelfde als in Vlaanderen.

#### *Normen*

Een overzicht van de exploitatie-eisen voor het zwemwater is weergegeven in Tabel B.2.3. De kwaliteitseisen zijn vergelijkbaar met de Vlaamse.

## **2. Buitenlandse wetgeving**

### **2.1 Nederland**

#### *Wetstekst*

In Nederland is de exploitatie van zwembaden onderhevig aan de wet hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden (WHVZ) en het besluit hygiëne en veiligheid zwemgelegenheden (BHVZ).

De wet is van zowel van toepassing op publiek als niet-publiek toegankelijke zweminrichtingen. Een uitzondering is gemaakt voor de baden in de medische sfeer ten behoeve van patiënten met lichamelijke klachten, zoals therapiebaden in ziekenhuizen.

#### *Eisen waterbehandelingsysteem*

Naast het gebruik van chloor kunnen wettelijk gezien nog andere desinfectiemiddelen gebruikt worden: ozon, UV en photozone. Bij dit laatste wordt een hoeveelheid lucht na bestraling met UV-licht aan het water toegediend. Dit proces gebeurt in combinatie met chlorering.

Per zwemmer dient 30 liter suppletiewater toegevoegd te worden, onder bepaalde omstandigheden kan dit verlaagd worden tot 15 liter.

#### *Normen*

Een overzicht van de kwaliteitseisen voor het zwemwater is weergegeven in Tabel B.2.3 en B.2.4.

### **2.2 Frankrijk**

#### *Wetstekst*

Deze kwaliteitsvereisten werden opgesteld door het Institut Français de l'Environnement.

#### *Normen*

Een overzicht van de kwaliteitseisen voor het zwemwater is weergegeven in Tabel B.2.4.

## 2.3 Duitsland

### *Wettekst*

Naast deze kwaliteitsvereisten voor zwemwater bestaan er in Duitsland nog een aantal DIN-normen met betrekking tot de uitrusting van zwembaden. Zo heeft men bijvoorbeeld de DIN 7939 betreffende zwemsporttoestellen, DIN EN 1069-1 en DIN EN 1069-2 betreffende waterglijbanen.

## 2.4 Verenigde Staten

### *Wettekst*

In de Verenigde Staten is er een algemene regelgeving betreffende zwembaden, maar de deelstaten kunnen nog bijkomende voorwaarden stellen.

### *Eisen waterbehandelingsysteem*

Voor de desinfectie van het badwater wordt het gebruik van verscheidene methoden en producten toegestaan. Zo wordt het gebruik toegestaan van chloorgas, calciumhypochloriet, natriumhypochloriet, lithiumhypochloriet, ozon, kaliumiodide, organische broom ( $C_4H_4O_2N_2BrCl$ ), natriumzout ( $C_3N_3Cl_2ONa$ ) en kaliumzout ( $C_3N_3Cl_2OK$ ).

Er dient 20 gallons water per zwemmer te worden toegevoegd, dit komt overeen met ongeveer 75 liter.

### *Normen*

Een overzicht van de exploitatie-eisen voor het zwemwater is terug te vinden in Tabel B.2.3.

### 3 Overzicht van de verschillende wetgevingen

Onderstaande Tabel B.2.3 geeft een overzicht van de exploitatie parameters, die gehanteerd worden in Vlaanderen, Wallonië, Nederland en de Verenigde Staten. De opgelegde normen en methoden zijn nagenoeg hetzelfde, met bepaalde uitzonderingen voor de Verenigde Staten. Op een aantal vlakken is de Vlaamse regelgeving strikter of beperkter in mogelijkheden. Dit geldt voor de desinfectiemethode, de filtersnelheid en voor de reinigingen.

Tabel B.2.3: Overzicht exploitatie

Parameter	Vlaanderen	Wallonië	Nederland	V.S.
Filtertypes	zandfilter hydro-antraciet diatomee-aarde actieve kool	zandfilter hydro-antraciet diatomee-aarde	zandfilter hydro-antraciet diatomee-aarde	zandfilter grindfilter hydro-antraciet diatomee-aarde calcietfilter
Filtersnelheid	30 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h		50 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h	61 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> h
Filterspoeling	2 maal per week	2 maal per week	2 maal per week	n.v.
Desinfectie (wettelijk toege- staan)	zie hoofdstuk 4	NaOCl chloorgas	NaOCl chloorgas ozon UV-straling photozone	NaOCl LiOCl chloorgas ozon C <sub>3</sub> N <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> ONa C <sub>3</sub> N <sub>3</sub> Cl <sub>2</sub> OK C <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub> N <sub>2</sub> BrCl kaliumiodide
Recirculatietijd	max. 4 uur	max. 4 uur	max. 4 uur	6 tot 8 uur
Reiniging bodem	om de 2 dagen	om de 2 dagen	regelmatig	regelmatig
Reiniging wanden	wekelijks	wekelijks	regelmatig	regelmatig
Reiniging buffertank	jaarlijks	jaarlijks	n.v.	regelmatig

In Tabel B.2.4 worden de eisen gesteld aan het zwembadwater in Vlaanderen, Nederland, Frankrijk en Spanje, vergeleken. Daaruit blijkt dat de Spaanse normen voor de aanwezigheid van oxideerbare stoffen (OxKMO<sub>4</sub>) veel strenger zijn dan in de andere landen. In Frankrijk en Nederland wordt er rekening gehouden met de aanwezigheid van oxideerbare stoffen in het suppletiewater.

Ook op gebied van gebonden chloor is de Spaanse wetgever strenger.

In Frankrijk wordt een richtcijfer gegeven voor het gehalte aan chloriden in het water van 200 mg/l, in Vlaanderen zijn 800 mg/l chloriden toegelaten.

*Tabel B.2.4: Vergelijking van de eisen gesteld aan zwembadwater in een aantal landen*

Parameter	België (Vlaanderen)	Nederland	Frankrijk	Spanje
Suppletiewater				
- kwaliteit	Leidingwater of water dat voldoet aan de eisen van drinkwater			
- kwantiteit	30 l/bader	30 l/bader	30l/bader	5% van het zwembad-volume
pH	7 – 7,6	6,8 – 7,8	6,9 – 7,7	7 – 7,4
Turbiditeit (NTU)	zichtbaar tot bodem			≤ 0,5 in het bad ≤ 0,2 aan de uitlaat van de filter
Vrij chloor (mg/l)	0,5 – 1,5	0,5 – 1,5	0,4 – 1,4 (actief chloor)	0,5 - 2
Gebonden chloor (mg/l)	≤ 1	≤ 1	≤ 0,6	≤ 0,4
OxKMO <sub>4</sub> (mg/l)	≤ 5	max 6 mg/l + 70% van de achtergrondconcentratie van het suppletiewater	niet meer dan 4 mg/l van het suppletiewater	≤ 0,3
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)				≤ 20
NH <sub>4</sub> (mg/l)				≤ 0,3
Ureum (mg/l)	≤ 2	≤ 2		
Chloriden (mg/l)	≤ 800		≤ 200 (richtwaarde)	
Gekleurde agentia	kleurloos			≤ 0,5

Bron: OSPAR 1999; Vlarem II

## **Bijlage 3: Enquête zwembaden**

### **1. Enquête**

Deze enquête werd in samenwerking met het ISB verstuurd naar alle leden van het ISB. Van de 300 zwembaden hebben 55 de enquête ingevuld. De gegevens m.b.t. water en chemicaliënverbruik werden verwerkt in deze studie. De gegevens m.b.t. het energie gebruik worden verwerkt door het expertisecentrum REG (Rationeel Energie Gebruik) van Vito in het kader van een Vliet-bis studie.





### 3. Water- en chemicaliënverbruik

Waterverbruik ZWEMBAD leidingwater aangekochte hoeveelheid water opgepompte hoeveelheid water	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/> .....m <sup>3</sup> /jaar .....m <sup>3</sup> /jaar
Desinfectie natriumhypochloriet ozon zoutelectrolyse andere .....	.....kg - l <sup>***</sup> /jaar ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/>
pH-correctie middel HCl H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> CO <sub>2</sub> andere .....	.....kg - l <sup>***</sup> /jaar .....kg - l <sup>***</sup> /jaar .....l/jaar .....kg - l <sup>***</sup> /jaar
Vlokkingsmiddelen Aluminiumsulfaat Polyaluminiumchloride (PAC) andere .....	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/> .....kg - l <sup>***</sup> /jaar .....kg - l <sup>***</sup> /jaar .....kg - l <sup>***</sup> /jaar
Omgekeerde Osmose	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/>

\*\*\* Schrap wat niet past

#### Uitleg

##### **Waterverbruik ZWEMBAD**

Het waterverbruik voor het zwembad, ZONDER douches, toiletten, cafetaria, sporthal,...

##### **Chemicaliënverbruik**

Deze gegevens kunnen overgenomen worden uit het logboek/register voor gevaarlijke stoffen

### 4. Gegevens gebouwschil

Gelieve hierbij indien beschikbaar een kopij van de plattegronden van alle verdiepingen bij te voegen, vb. zoals deze voor de brandbeveiliging opgesteld zijn.

gebouwenopbouw		
opp. ganse gebouw	.....m <sup>2</sup>	
volume ganse gebouw	.....m <sup>3</sup>	
lengte ganse gebouw	.....m	
breedte ganse gebouw	.....m	
<b>Is er dubbel glas aanwezig?</b>	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>
<b>Is er spouwmuurisolatie?</b>	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>
<b>Is er dakisolatie?</b>	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>
Verdeling van de totale vloeroppervlakte	oppervlakte	hoogte
zwembadhal (**)	aantal m <sup>2</sup> : .....	aantal m: .....
kleedkamers	aantal m <sup>2</sup> : .....	aantal m: .....
doucheruimtes en sanitair	aantal m <sup>2</sup> : .....	aantal m: .....
hal, kassa, enz.	aantal m <sup>2</sup> : .....	aantal m: .....
andere	aantal m <sup>2</sup> : .....	aantal m: .....

(\*\*) Hiermee wordt de gehele oppervlakte inclusief zwemkom, tribunes, kades, ...bedoeld

Temperatuurregeling	zwembadhal	kleedkamers	andere
<b>Temperatuur van de lucht</b>			
dag	..... °C	..... °C	..... °C
nacht	..... °C	..... °C	..... °C
weekend	..... °C	..... °C	..... °C
<b>Het weekgemiddelde van de relatieve vochtigheid</b>	..... %	..... %	..... %

Is er badafdekking buiten de openingsuren?	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>
Is er een warmtewisselaar voor het afgevoerde bassin- en douchewater?	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>
Zijn er spaardouchekoppen?	ja <input type="checkbox"/>	nee <input type="checkbox"/>
Hoeveel douchekoppen zijn aanwezig?	.....	

### 5. Verwarming

Ketels/ uitrusting	Ketel 1	Ketel 2	Ketel 3	Ketel 4
Toepassing				
<b>verwarming van de lucht</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>zwembadverwarming</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>sanitair warm water</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Opgesteld vermogen	..... kW	..... kW	..... kW	..... kW
Bouwjaar	.....	.....	.....	.....
Op welke brandstof werken ze?				
<b>aardgas</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>stookolie</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>gasolie</b>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>andere</b>	.....	.....	.....	.....
<b>Hoogrendementsketel</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>
<b>Condenserende ketel</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>

Zijn er nog andere maatregelen inzake verwarming / isolatie gebeurd naar energiebesparing? Welke?

.....  
 .....  
 .....

#### Uitleg

##### **Hoogrendementsketel**

*Een hoogrendementsketel dient voorzien te zijn van het optimaz label wanneer gestookt wordt met stookolie of van het HR+ label ingeval deze op aardgas werkt.*

##### **Condenserende ketel**

*Deze dient voorzien te zijn van het HR toplabel.*

**6. Ventilatie**

<b>ventilatiehoeveelheid</b>	zwembaden kleedkamers	.....m <sup>3</sup> /h .....m <sup>3</sup> /h
<b>type ventilatiesysteem dat geïnstalleerd is</b> ventilatiesysteem met constant massadebiet ventilatiesysteem met nachtverlaging ventilatiesysteem met uitschakeling buiten de openingsuren ventilatiesysteem met warmteterugwinning ventilatiesysteem met recirculatie ventilatiesysteem met ontvochtigingsinstallatie		

Zijn er nog andere maatregelen inzake ventilatie gebeurd naar energiebesparing? Welke?

.....  
.....  
.....

**7. Verlichting**

	<b>zwemhal</b>	<b>kleedkamers</b>	<b>andere</b>
Watt per m <sup>2</sup>	.....W/m <sup>2</sup>	.....W/m <sup>2</sup>	.....W/m <sup>2</sup>
Soort lampen			
gloeilampen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
spaarlampen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TL verlichting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hoogfrequente lampen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
QL verlichting	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
andere .....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>Ballasten</b>			
conventioneel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
elektronisch	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Spiegeloptiekarmaturen	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>
Besparingsmaatregelen			
‘veeg’ schakeling	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>
daglichtafhankelijke regeling	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>	<b>Ja / Nee</b>

Zijn er nog andere maatregelen inzake verlichting gebeurd naar energiebesparing? Welke?

.....  
.....

## Uitleg

### Watt per m<sup>2</sup>

De bepaling van het aantal watt per m<sup>2</sup> kan met volgende eenvoudige formule worden berekend:

$$\text{Watt per m}^2 = \frac{\text{aantal lampen in een lokaal} \times \text{vermogen van de lampen (Watt)}}{\text{oppervlakte van het lokaal}}$$

### Ballasten

Ballasten worden enkel gebruikt bij TL- lampen en hoogfrequente lampen. Conventionele ballasten kunnen worden onderscheiden van elektronische ballasten daar bij de eerste het licht eerst enkele malen knippert alvorens aan te springen. Bij elektronische ballasten gaat het licht onmiddellijk aan.

### Daglichtafhankelijke regelingen

In ruimten met voldoende daglichtinval kan de verlichting worden geregeld door een sensor te plaatsen per verlichtingsarmatuur. Deze sensor regelt de lichtsterkte afgegeven door de verlichting.

### Veegschakeling

Met een veegschakeling worden op een zeker tijdstip alle lichten uitgeschakeld van een gebouw of gebouwon-  
derdeel.

## **8. Andere energiebesparende maatregelen**

warmtekrachtkoppeling	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/>
geïnstalleerd vermogen	.....kW
warmtepomp	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/>
gasmotor	<input type="checkbox"/>
electromotor	<input type="checkbox"/>
zonne-energie	
zonneboiler	ja <input type="checkbox"/> nee <input type="checkbox"/>

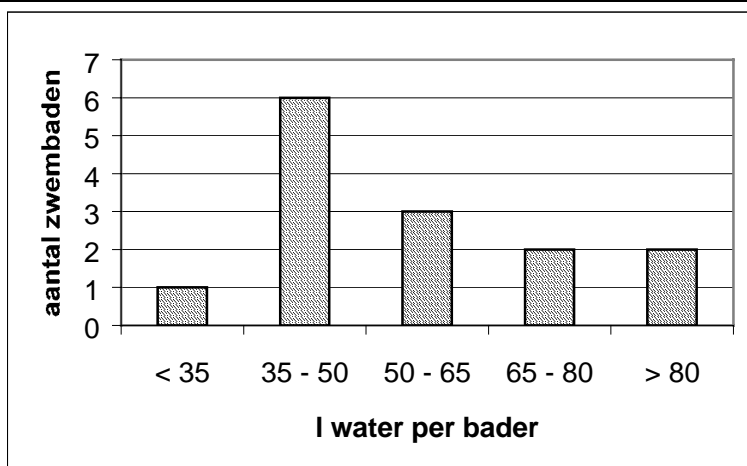
**Wij danken u voor uw bereidwillige medewerking.**

## 2. Overzicht van de resultaten van de enquête

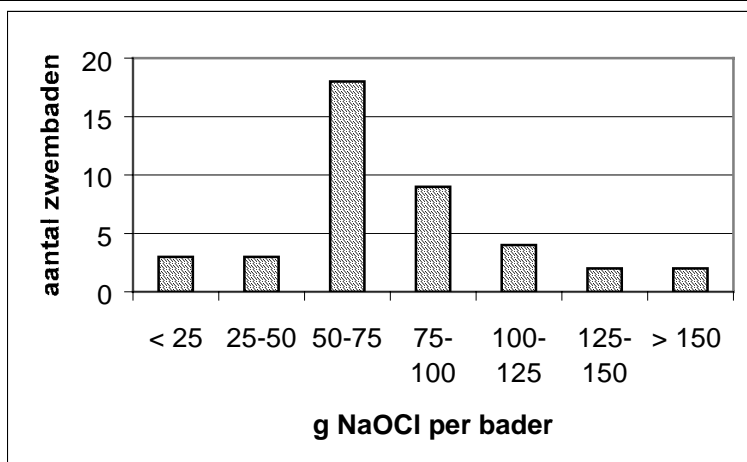
Aan de enquête hebben 55 zwembaden deelgenomen. Voor ieder zwembad werd getracht het gemiddelde water- en chemicaliënverbruik per bader te berekenen. Aan de hand daarvan werd gekeken of uw bad daarbij hoog of laag scoorde.

Bij de berekeningen voor het waterverbruik zijn enkel de gegevens van baden met een aparte waterteller in beschouwing genomen.

### Waterverbruik Het gemiddelde is 60 l/bader

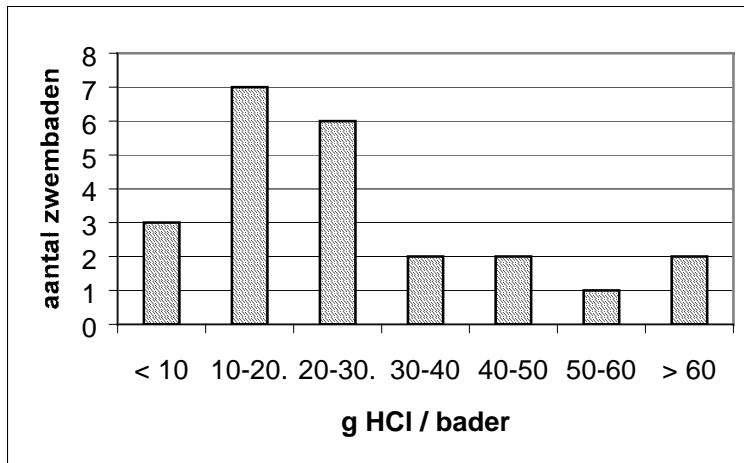


### Gebruik NaOCl Het gemiddelde is 80 g/bader = 12 g actieve stof



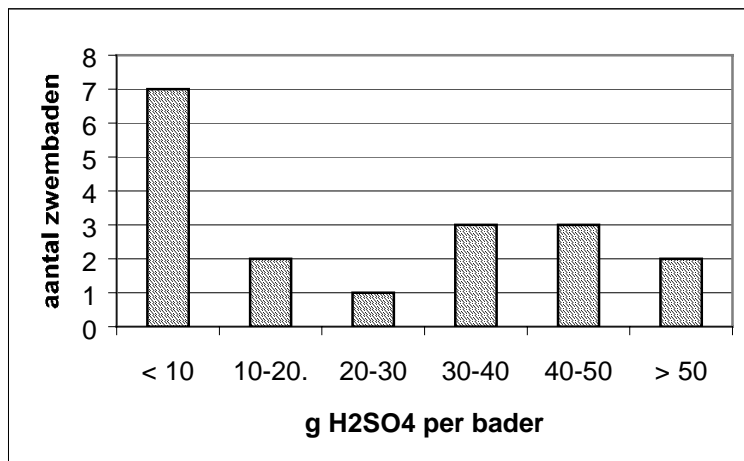
### Gebruik HCl

Het gemiddelde is 39 g/bader = 12 g actieve stof



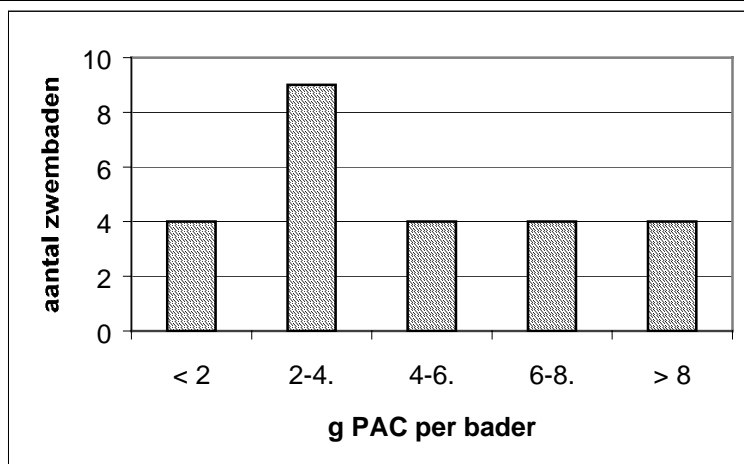
### Gebruik H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Het gemiddelde is 32 g/bader = 12 g actieve stof



### Gebruik PAC

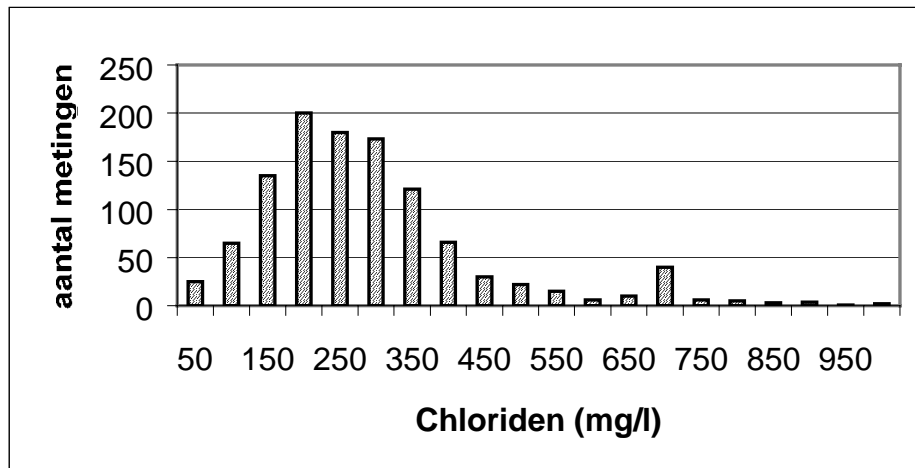
Het gemiddelde is 4,7 g/bader



#### **Bijlage 4: Verdeling van de chloridegegevens (1995-1999) van Antwerpse Zwembaden**

Deze chloridegegevens zijn afkomstig van het controlelabo van Antwerpen. Zij hebben gedurende 5 jaar het zwembadwater van de Antwerpse zwembaden bemonsterd. Het resultaat van de 1 076 meetgegevens is weergegeven in onderstaande figuur.

*Tabel B.4.1: Chloridegegevens van zwembaden*



Bron: Bedrijfseenheid Burgerzaken, Laboratorium (1999)

## **Bijlage 5: Technische Fiches**

In deze bijlage worden de technische fiches weergegeven van de beschikbare milieuvriendelijke technieken die in hoofdstuk 4 opgesomd werden. Enkel voor de technieken waarvoor het zinvol leek, werd een technische fiche opgemaakt.

In de technische fiches wordt de volgende informatie weergegeven:

- Beschrijving van de maatregel;
- Proces/deelproces, waarop de kandidaat-BBT betrekking heeft;
- Beschrijving van de techniek;
- Aard van de techniek: “end-of-pipe”-maatregel, preventie door toepassing van andere grond- en hulpstoffen, preventie door technologieverandering...;
- Blokschema;
- Milieuvoordeel: de opbrengst die de techniek oplevert voor het milieu;
- Financiële aspecten: investeringskosten, werkingskosten, rendabiliteit...;
- Overige aspecten: veiligheid, positieve of negatieve invloeden op de werkomstandigheden...

Indien voor bepaalde punten geen informatie beschikbaar is, bijvoorbeeld voor overige aspecten, dan zijn deze weggelaten.

### **Overzicht van de technische fiches**

Technische Fiche 1:	Koolstofdioxide
Technische Fiche 2:	Dubbellaagfilter
Technische Fiche 3:	Ozon
Technische Fiche 4:	Zoutelektrolyse
Technische Fiche 5:	Chlooramineafscheider
Technische Fiche 6:	Biologisch actief kool
Technische Fiche 7:	Troebelheidsmeter
Technische Fiche 8:	Bezinktank + actief koolfilter + omgekeerde osmose
Technische Fiche 9:	Microfiltratie + ultrafiltratie + omgekeerde osmose



## TECHNICHE FICHE 1

### KOOLSTOFDIOXIDE - NEUTRALISATIE

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*  
pH-correctie.

*Beschrijving:*

De installatie bestaat uit een drukvat met een leiding waardoor de koolstofdioxide naar de machinekamer wordt getransporteerd. Vanuit de voorraadkamer gaat de koolstofdioxide doorheen een leiding naar een elektrische verdeelpomp. Het gas wordt via een sproeier rechtstreeks in de hoofdleiding van het bassin gepompt, waar het in het water oplost (Micheau, 1989).

*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

#### Milieuvoordeel

Door gebruik te maken van koolstofdioxide als pH-correctiemiddel hoeven er geen gevaarlijke stoffen (HCl en H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) getransporteerd en verhandeld te worden. Lekken van die stoffen naar de bodem worden uitgesloten.

Bij het gebruik van koolstofdioxide zal ook het gehalte aan chloriden en sulfaten in het afvalwater drastisch afnemen.

#### Financiële aspecten

De installatie van het systeem is goedkoop in vergelijking met speciale vaten voor sterke zuren: ontspanner: 10 000 BEF, elektrische klep 3 000 BEF en koper of inox leidingen van de opslagtank naar de machinekamer.

De hoeveelheid koolstofdioxide (kg) die nodig is voor de pH-correctie komt overeen met een klassiek pH-correctiemiddel (kg). De kostprijs is echter vijf maal hoger (5 BEF/kg t.o.v. 25 BEF/kg) (acp, 1999).

## TECHNICHE FICHE 2

### DUBBELLAAGFILTER

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*

Waterbehandelingsysteem, filter.

*Beschrijving:*

De werking van een dubbellaagsfilter is gebaseerd op een diepbedfiltratie, waarbij de bovenste laag filtermateriaal een kleiner soortelijk gewicht heeft dan de onderste laag filtermateriaal. Meestal wordt voor de bovenste laag grof hydroantraciet gebruikt en voor de onderste laag fijn zand (gebruikt). Dankzij de grof-fijn verdeling kunnen de verontreinigingen dieper in het filterbed binnendringen, waardoor de vuilberging van het filter vergroot wordt. Dit resulteert in een efficiënter gebruik van het filter en er kunnen langere looptijden gehaald worden.

Het voordeel van een hydroantracietfilter is dat er naast een filtering ook een adsorptie van ongewenste verbindingen optreedt. Bovendien zijn er sterke aanwijzingen, dat er in de filter micro-organismen groeien die de gesorbeerde organische verbindingen (voornamelijk ureum) afbreken.

Samen met deze ongewenste verbindingen wordt ook chloor gedeeltelijk gesorbeerd, zodat het chloorgebruik toeneemt.

*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

#### Milieuvoordeel

De zuivering van het water gebeurt veel efficiënter. De kwaliteit van het water zal hierdoor toenemen, zodat er minder water moet toegevoegd worden om de waterkwaliteit te behouden.

#### Financiële aspecten

Het installeren van een dubbellaagfilter kost ongeveer 2 000 000 BEF (inclusief zand, hydroantraciet en de filterelementen).

Het antraciet moet regelmatig vervangen worden, omdat er een adsorptie plaatsvindt. De kosten hiervoor kunnen oplopen tot 180 000 BEF per jaar (Poolquip, 1999).

## TECHNICHE FICHE 3

### GEDEELTELIJKE VERVANGING VAN NAOCL DOOR OZON

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*

Waterbehandelingsysteem, desinfectie.

*Beschrijving:*

Ozon is een molecuul dat uit drie zuurstofatomen bestaat ( $O_3$ ). De sterk oxiderende werking ontstaat door de afsplitsing van het derde zuurstofatoom. Ozon wordt ter plaatse geproduceerd met behulp van een ozongenerator. Een ozongenerator bestaat uit een buis, gemaakt van isolerende stof. In de buis bevinden zich twee elektrodes (één centraal, de andere eromheen) waartussen zeer droge lucht zit. Door op de binnenste buis een hoge (gelijk)spanning te zetten ontstaat er in de buis een glim-ontlading die UV-licht tot gevolg heeft. Dit UV-licht zet de in de lucht aanwezige zuurstof (gedeeltelijk) om in ozon. Dit mengsel wordt in het zwembadwater geïnjecteerd, zodat de desinfectie kan doorgaan. Volgens Franse normen is er minimum 0,4 mg ozon/l gedurende 4 minuten nodig voor de desinfectie van het zwembadwater (OSPAR, 1999). Daarna wordt het zwembadwater doorheen een actief koolfilter geleid om de resterende ozon te verwijderen.

In de actief koolfilter worden naast ozon ook bijna alle chloorverbindingen verwijderd. Na de actief koolfilter moet opnieuw natriumhypochloriet aan het water worden toegevoegd, om infecties in het bad te vermijden. De ozontechniek is dus een aanvullende techniek.

Uit de praktijk is bovendien gebleken, dat na het stilleggen van de ozon-installatie de waterkwaliteit nauwelijks terugloopt. Dit zou betekenen dat de actief koolfilter een groot deel van de zuiverende werking voor zijn rekening neemt (Zwart, 1996).

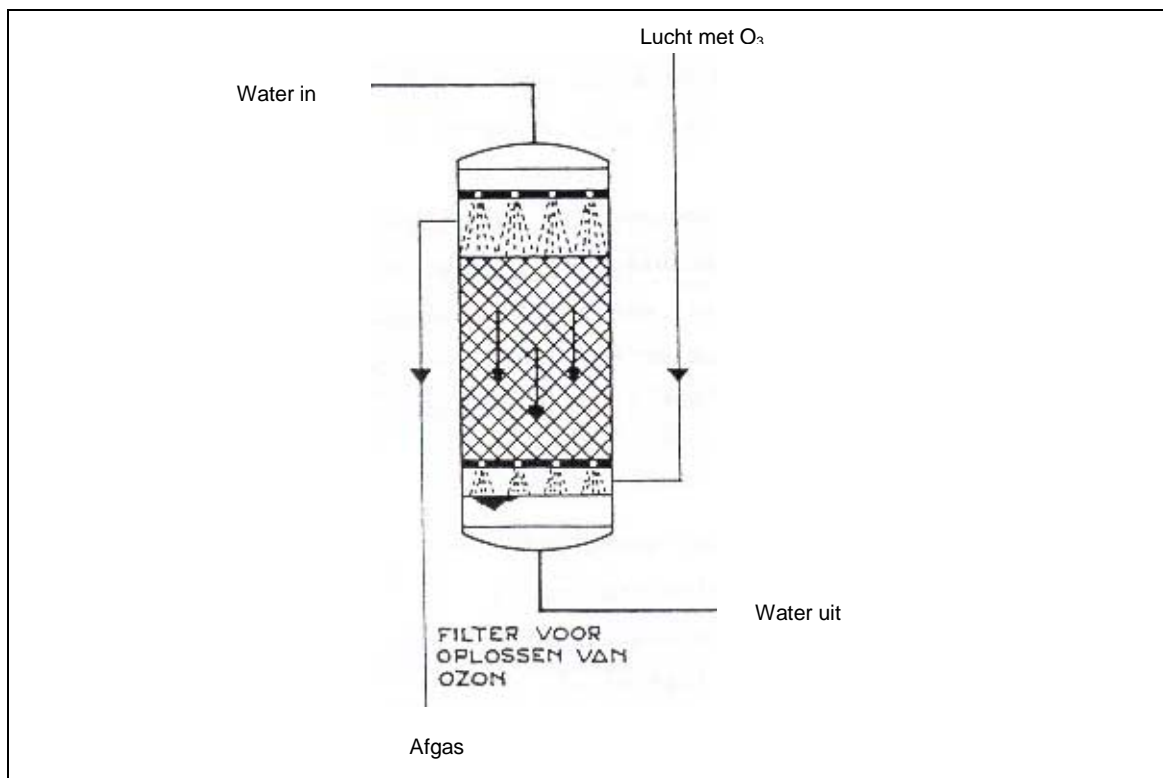
De ozon wordt geproduceerd met behulp van hoogspanning. Het gebruik van hoogspanning is vrij duur (24 tot 27 kWh/ kg ozon) en houdt risico's in voor het technisch personeel, zodat het aangewezen is te werken volgens norm (vb. DIN 19643).

De randapparatuur die in contact komt met ozon dient speciaal behandeld te worden. De normale materialen zijn niet bestand tegen de sterk oxidatieve werking van ozon.

*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

## Blokkenschema



## Milieuvoordeel

Het voordeel van ozon is dat de organische verbindingen vernietigd worden, zodat er minder desinfectie-/oxidatiemiddel nodig is. Ayar en Kop (1995) kwamen echter tot de bevinding dat de concentratie van AOX toeneemt in aanwezigheid van ozon, ongeacht de contacttijd.

## Financiële aspecten

De investeringskosten kunnen oplopen tot respectievelijk 2 700 000 BEF (ChemFlash, 1998). Om een kg O<sub>3</sub> te produceren is 18 kWh elektriciteit (Masschelein, 1998) nodig, wat ongeveer 80 BEF kost.

## TECHNICHE FICHE 4

### ZOUTELECTROLYSE

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*

Desinfectie.

Desinfectie en pH-correctie.

*Beschrijving:*

Bij een zoutelectrolyse wordt chloor voor de desinfectie gevormd uit keukenzoutoplossing. Aan de positieve pool (anode) zullen chloor en zuurstof ontstaan en aan de negatieve pool (kathode) ontstaat waterstofgas. Het chloor reageert dan tot HOCl. Het elektrolysesysteem kan op twee manieren uitgevoerd worden:

- het doorstroomsysteem (chloorinsitu I);
- het suppletiesysteem (chloorinsitu II, III en IV).

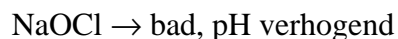
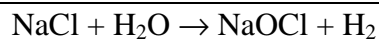
Bij het eerste systeem wordt er keukenzout aan het zwembad toegevoegd. De elektroden staan in verbinding met het zoute zwembad, het HOCl komt in het zwembad terecht en het waterstofgas komt vrij in het bassin. Dit laatste impliceert dat er een goede ventilatie nodig is.

In het suppletiesysteem wordt zout in een apart reservoir opgelost in water. Deze oplossing wordt langs de elektroden gevoerd, waarna het geproduceerde chloor wordt gedoseerd.

Type II:

Zout wordt opgelost in onthard water, waarbij een verzadigde oplossing wordt gevormd. Deze oplossing wordt verdund met onthard water, dat naar de elektrolysecel wordt geleid. In de cel wordt het zout gesplitst door elektrolyse in natriumhypochloriet en waterstof. Het natriumhypochloriet wordt opgevangen in een buffervat, van waaruit het met een pomp gedoseerd wordt. Het waterstofgas wordt afgevoerd naar de buitenlucht.

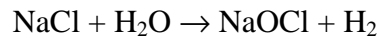
Bij dit systeem is er een zwak zuur nodig om de pH te corrigeren (vb. natriumbisulfaat).



Type IV:

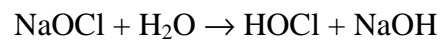
Bij het type IV systeem wordt natriumhypochloriet geproduceerd uit zout. Dit wordt aan het zwembad toegevoegd, zodat de pH verhoogt. Om de pH te corrigeren wordt hyperchlorigzuur (HOCl) toegevoegd. Dit zuur wordt aangemaakt door het natriumhypochloriet doorheen een membraan te sturen. Hierbij ontstaat echter natronloog (NaOH).

Hypocel



NaOCl → bad, pH 9  
→ naar membraancel  
H<sub>2</sub> → atmosfeer

Membraancel

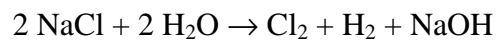


HOCl → naar bad, pH 4  
NaOH → afvoer

Bij het type IV chloride-armsysteem wordt chloorgas geproduceerd, dat aan het water wordt toegevoegd. Hierdoor zal de pH verlagen. Om de pH te corrigeren wordt er natronloog toegevoegd. Deze natronloog ontstaat tijdens het voorgaande proces.

Het voordeel van dit chloride-arm systeem is dat er slechts een minimale hoeveelheid natrium in het bad komt, zodat er geen chloriden (NaCl) kunnen gevormd worden in het bad. Hierdoor zal het afvalwater minder belast zijn met chloriden. Dit systeem is daarom ook opgenomen in de VAMIL lijst van Nederland.

Hypocel

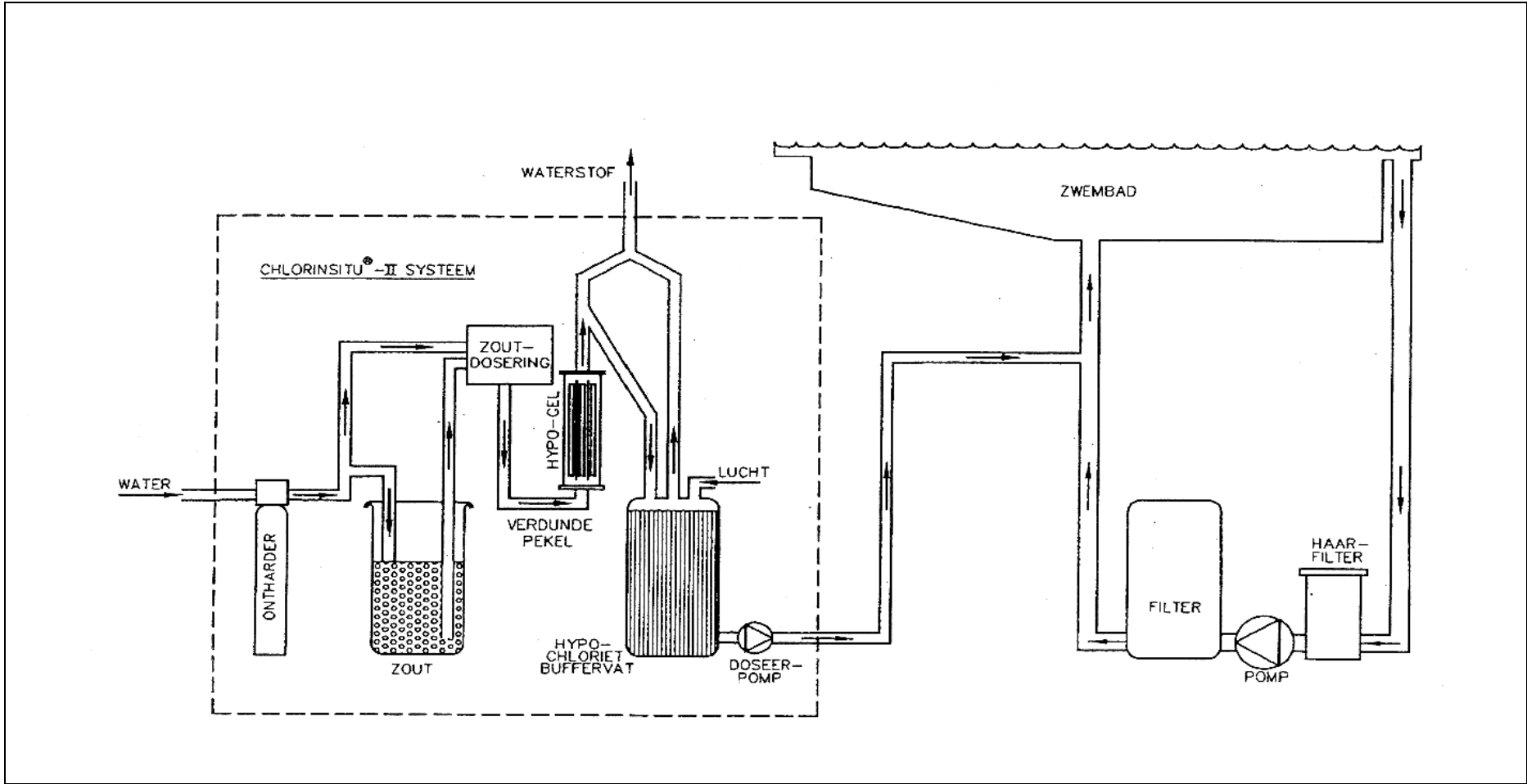


Cl<sub>2</sub> → bad, pH verlagend  
NaOH → minimaal deel naar bad: pH verhogend  
→ rest: afvoer  
H<sub>2</sub> → atmosfeer

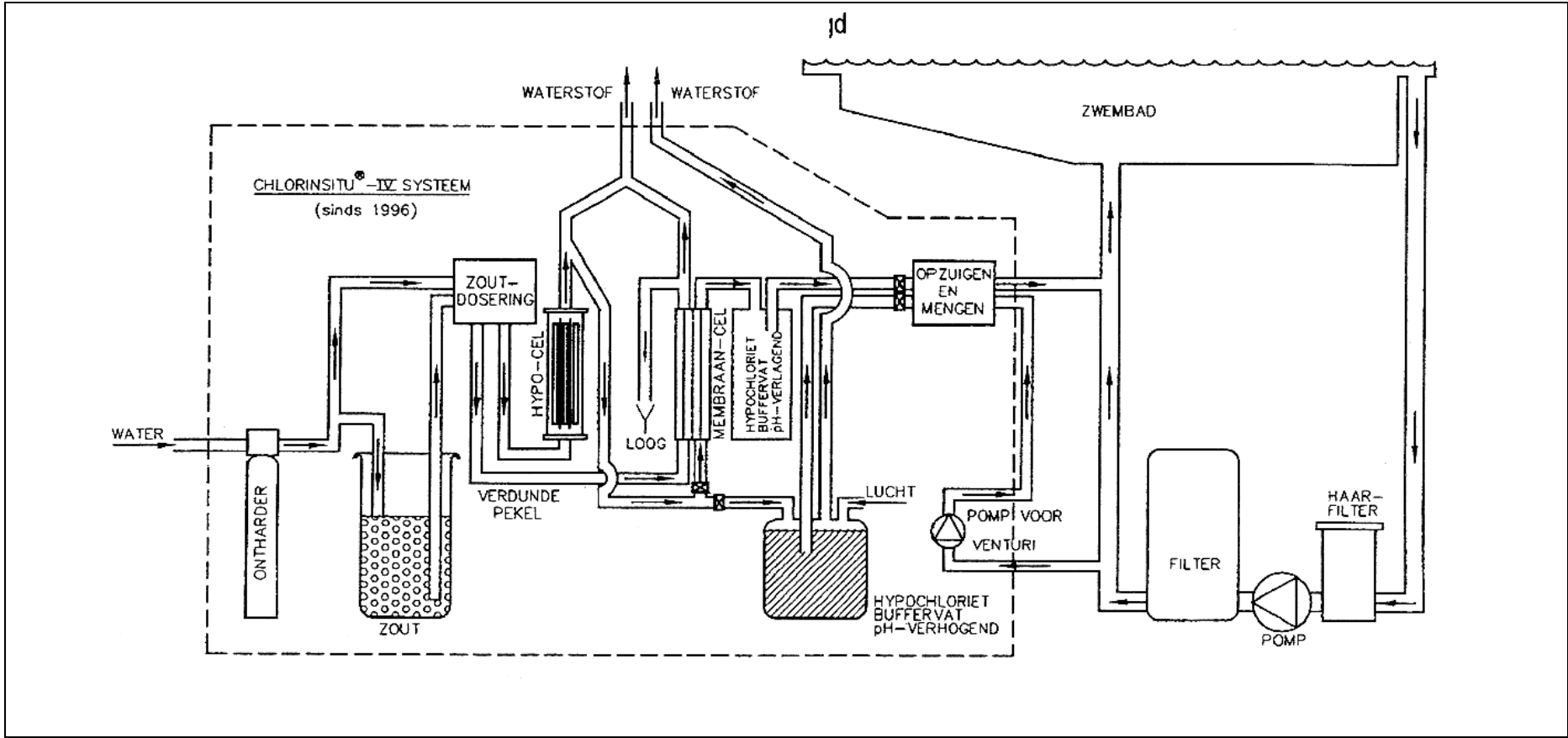
*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

**Blokkenschema**

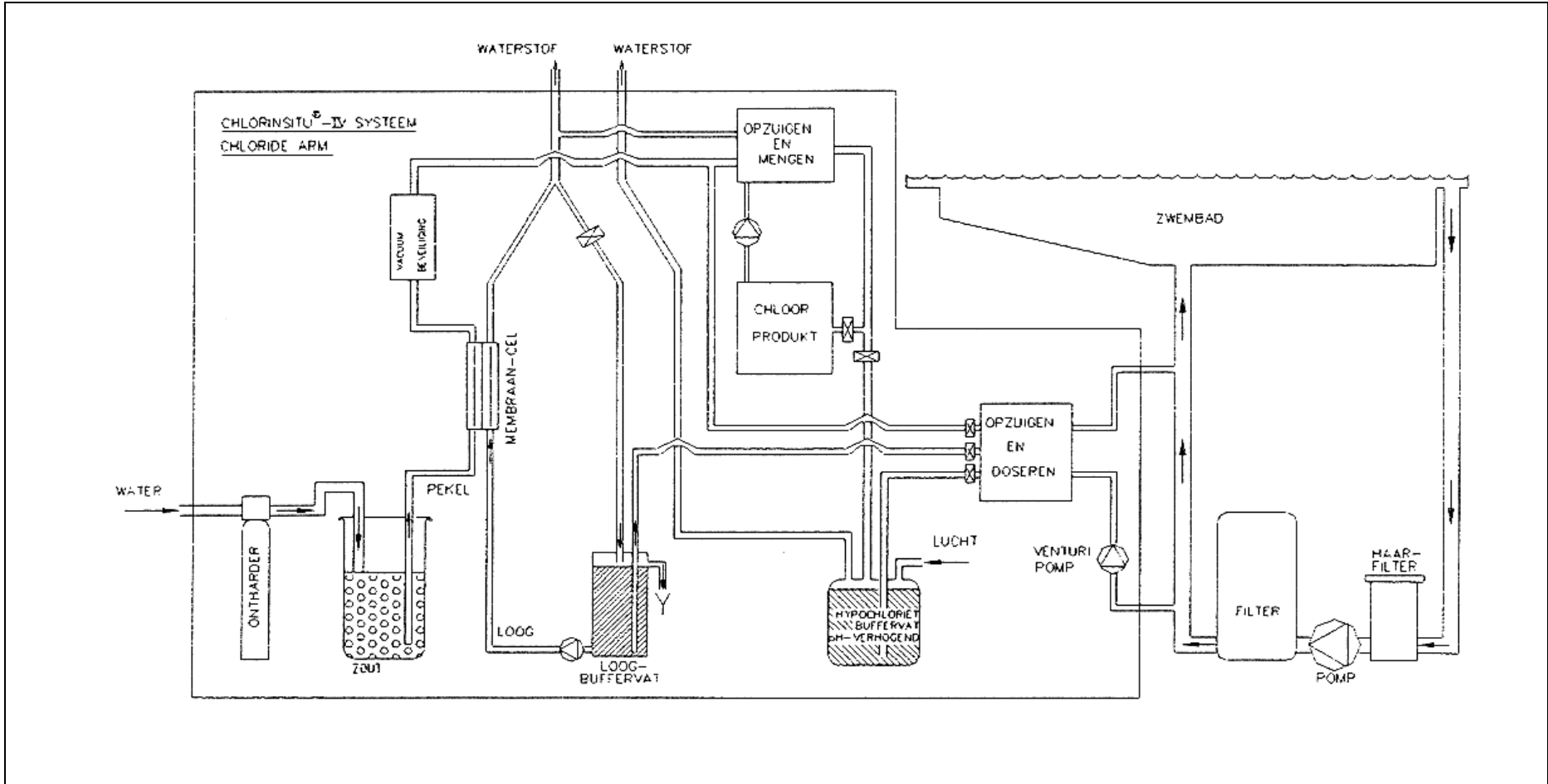


Type II zoutelektrolyse (Van den Heuvel, 1999)



Type IV zoutelektrolyse (Van den Heuvel, 1999)





Type IV chloride-arm zoutelectrolyse (Van den Heuvel, 1999)

## **Milieuvoordeel**

Bij het type IV systeem is er geen transport van gevaarlijke chemische stoffen meer nodig. Er zijn geen risico's meer dat de stoffen lekken in de bodem. Door gebruik te maken van dit systeem worden er geen extra sulfaten in het water gebracht.

Bij de elektrolyse ontstaan er radicalen, deze zorgen voor een extra oxidatie, zodat de hoeveelheid chemicaliën die nodig is, lager is. Het spoelwater zal minder belast zijn met gechloreerde verbindingen.

Doordat het desinfectiemiddel ter plaatse wordt aangemaakt, worden er geen bewaarsstoffen aan toegevoegd, die een mogelijk schadelijk milieueffect zouden hebben.

## **Financiële aspecten**

De installatie kost ongeveer 2 000 000 BEF (Van den Heuvel, 1999), wat een stuk duurder is dan de traditionele installatie.

De werkingskosten: aankoop zout (goedkoper dan chemicaliën), elektriciteit (2,2 kWh per kg actief chloor = 9,7 BEF), ontharden water.

## TECHNICHE FICHE 5

### CHLOORAMINE-AFSCHEIDER

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*  
Waterbehandelingsysteem.

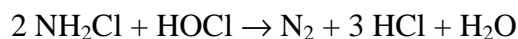
*Beschrijving:*

De chlooramine-afscheider bestaat uit stalen ketels, waarin UV-lampen zitten die in serie geplaatst zijn. Onder invloed van de UV-straling wordt het aanwezige hypochloriet sneller gesplitst in radicalen. Deze radicalen zullen reageren met de chlooramines (THM), waaruit stikstofgas, zoutzuur en water ontstaat.

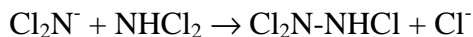
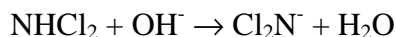
In de chlooramine-afscheider vindt er naast een degradatie van organisch materiaal ook een desinfectie plaats (Kaas, 1993).

Onder invloed van UV vinden volgende reacties plaats:

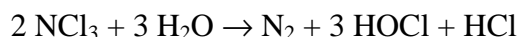
Monochlooramines



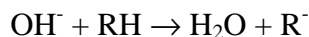
Dichlooramines



Trichlooramines



Organisch materiaal



*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

#### Milieuvoordeel

- Afname van het gehalte aan THM.
- Afname van het gehalte aan organische verbindingen, zodat er minder organische halogeenverbindingen ontstaan, verbeterde afvalwaterkwaliteit.
- Een betere waterkwaliteit, zodat minder suppletiewater nodig is, wat zich ook uit in een verminderd energieverbruik.
- Door het ontstaan van zoutzuur zal er minder zuur moeten toegevoegd worden.

## **Financiële aspecten**

Investeringskosten: ongeveer 1 000 000 BEF.

Werkingskosten: verhoogd elektriciteitsgebruik  
vervangen van de halogeenlampen (iedere 6 maand).

## TECHNISCHE FICHE 6

### BIOLOGISCH ACTIEF KOOLFILTER

#### Beschrijving

##### *Proces/deelproces:*

Verwijderen humine- en humuszuren uit het leidingwater.

Verwijdering ureum en organische stoffen uit het zwembadwater.

##### *Beschrijving:*

Het gehalte aan organische verontreinigen (o.a. ureum en humuszuren) zit vervat in het CZV-gehalte van het water. Dit CZV-gehalte dat bepaald wordt d.m.v. de kaliumpermanganaatmethode, dient volgens Vlare  $< 5 \text{ mg O}_2/\text{l}$  te zijn, terwijl het ureumgehalte  $< 2 \text{ mg/l}$  moet zijn. Deze stoffen zijn ook de precursoren voor gehalogeneerde verbindingen.

Het recirculatiewater of leidingwater stroomt over de actief koolfilter, waar de organische verbindingen adsorberen. Wanneer de filtersnelheid voldoende laag is ( $< 4 \text{ m/h}$ ), zullen micro-organismen zich kunnen ontwikkelen en de aanwezige verbindingen omzetten naar elementaire stoffen (o.a.  $\text{H}_2\text{O}$  en  $\text{CO}_2$ ).

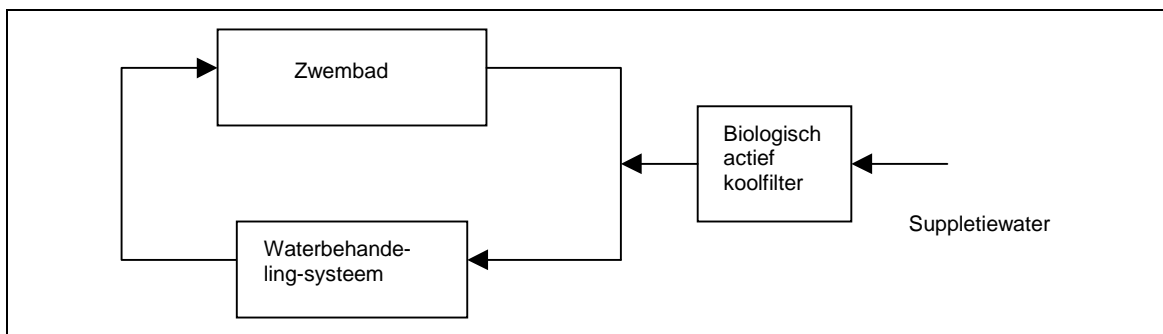
Omdat het debiet van het recirculatiewater te hoog is, dient de filter in dit geval in bypass geplaatst te worden. Bij leidingwater kan het zijn dat de temperatuur te laag is, zodat micro-organismen minder actief zijn.

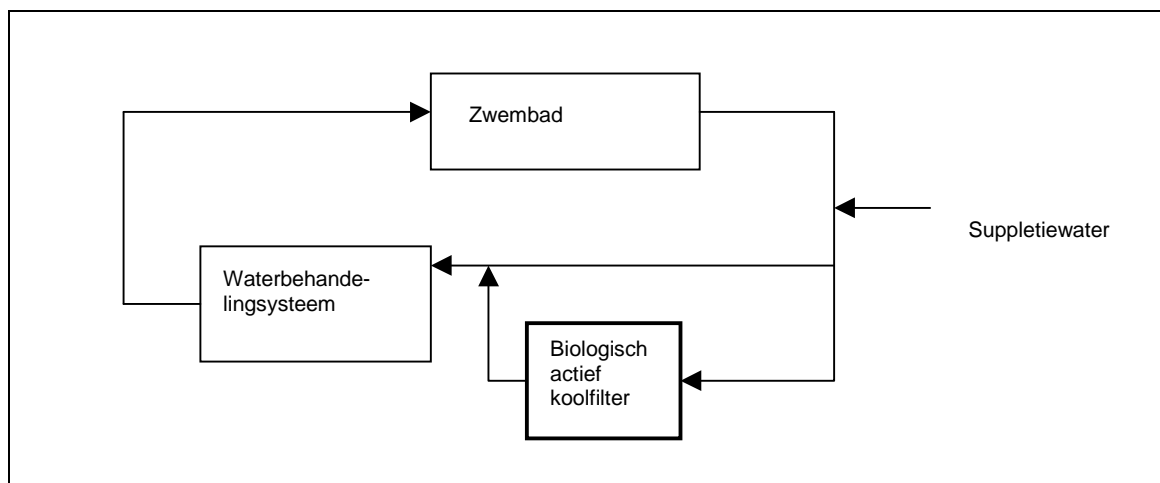
De actieve kool adsorbeert niet enkel de organische verbindingen maar ook chloor en ozon. Micro-organismen kunnen niet overleven in aanwezigheid van deze verbindingen, zodat de filter op te splitsen is in twee zones. De zone waar o.a. chloor en ozon sorbeert wordt en waar geen microbiële activiteit is en een tweede zone met micro-organismen.

##### *Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

#### Blokkenschema





### Milieuvoordeel

De concentratie aan organische verbindingen daalt, zodat er minder gechloreerde verbindingen ontstaan zoals THM. De waterkwaliteit blijft langer op punt, zodat er minder suppletiewater nodig is en minder water dient aangekocht en verwarmd te worden.

### Financiële aspecten

De installatie van een actief koolfilter kost ongeveer 960 000 BEF. De werkingskosten (inclusief de vervanging van de actieve kool om de 10 jaar) zijn 11 000 BEF/jaar. Volgens zwembaduitbaters<sup>8</sup> is dit systeem terugverdienbaar binnen de 3 jaar, omdat de hoeveelheid suppletiewater en de energiekosten die hieraan verbonden zijn, dalen.

### Overige aspecten

De actief koolfilter verwijdert ook chloor, zodat na de filter een extra chloordosering nodig is. Anderzijds zullen er minder organische stoffen aanwezig zijn die d.m.v. chloor dienen geoxideerd te worden.

<sup>8</sup> Bron: A. van Wijk (1991); F. Assen directeur zwembad Emmen (NL).

## TECHNICHE FICHE 7

### TROEBELHEIDMETER

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*

Waterbehandelingsysteem, filter.

*Beschrijving:*

Direct na de filter wordt een troebelheidmeter geplaatst. Bij een goed werkende filter is de troebelheid van het filtraat niet hoger dan 0,25 FTE (formazine troebelingsseenheden) (Stenders & Feyen, 1996). Wanneer de troebelheid in de buurt van deze waarde dreigt te komen, moet de filter teruggespoeld worden.

Door het terugspoelen uit te stellen tot de maximale bergingscapaciteit van de filter bereikt is, kan de hoeveelheid spoelwater beperkt worden.

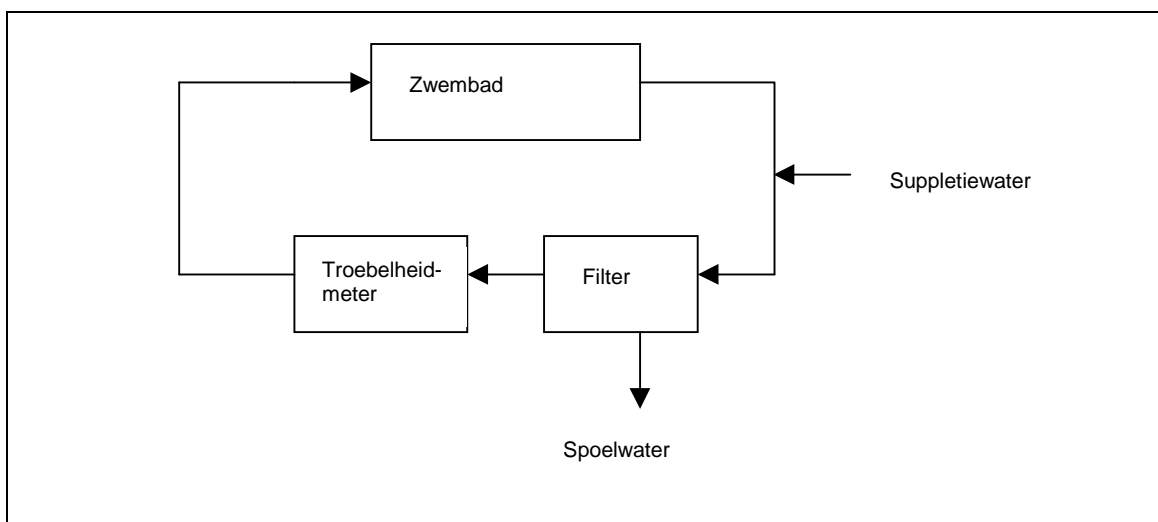
De troebelheidmeter werkt volgens het strooilicht-metprincipe.

Bij een strooilicht troebelheidmeting zendt een lichtbron een lichtbundel door een meetcel, waarin zich de te meten troebele vloeistof bevindt. Een deel van de lichtstraal wordt door de troebelheid verstrooid en bereikt de fotocel. Het bij de fotocel aangekomen strooilicht wordt in een elektrische stroom omgezet en eventueel versterkt en in een aanwijsinstrument zichtbaar gemaakt. Hoe meer troebelheid in een vloeistof des te meer strooilicht er wordt geproduceerd.

*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

#### Blokkenschema



### **Milieuvoordeel**

Door de spoelfrequentie te optimaliseren wordt de hoeveelheid suppletiewater beperkt, zodat minder water moet aangekocht en verwarmd worden.

De totale vracht aan geloosde stoffen zal niet afnemen, het geloosd water zal meer geconcentreerd zijn.

### **Financiële aspecten**

De investeringskosten voor een troebelheidmeter bedragen ongeveer 100 000 BEF. De onderhoudskosten zijn zeer laag, ze kunnen immers door de beheerders zelf uitgevoerd worden en bestaan uit een halfjaarlijks vervangen van de wisser (prijs < 1 000 BEF) om de optische lens te reinigen, (Dr. Lange, 1999).

De besparingen zijn afhankelijk van de zwembadsituatie.



## TECHNISCHE FICHE 8

### BEZINKTANK + ACTIEF KOOLFILTER + OMGEKEERDE OSMOSE

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*  
Waterbehandelingsysteem.

*Beschrijving:*

Omgekeerde osmose membraanscheiding is gebaseerd op de scheiding op een semi-permeabel membraan van watermoleculen enerzijds en grotere moleculen zoals de meeste ionen of zouten anderzijds. Door het aanbrengen van een druk die groter dient te zijn dan de osmotische druk van het water, wordt de voedingsstroom door het membraan gescheiden in een schoon water stroom, het permeaat, en een stroom waarin de opgeloste zouten zijn geconcentreerd, het concentraat.

Het spoelwater van het zwembad wordt verzameld in een bufferbak, er vindt een bezinking van de vaste stoffen plaats (1 à 2 uur) het bovenste deel van het water (90%) gaat over een actieve kool filter, het water wordt gezuiverd in een omgekeerde osmose installatie (verlies 10%).

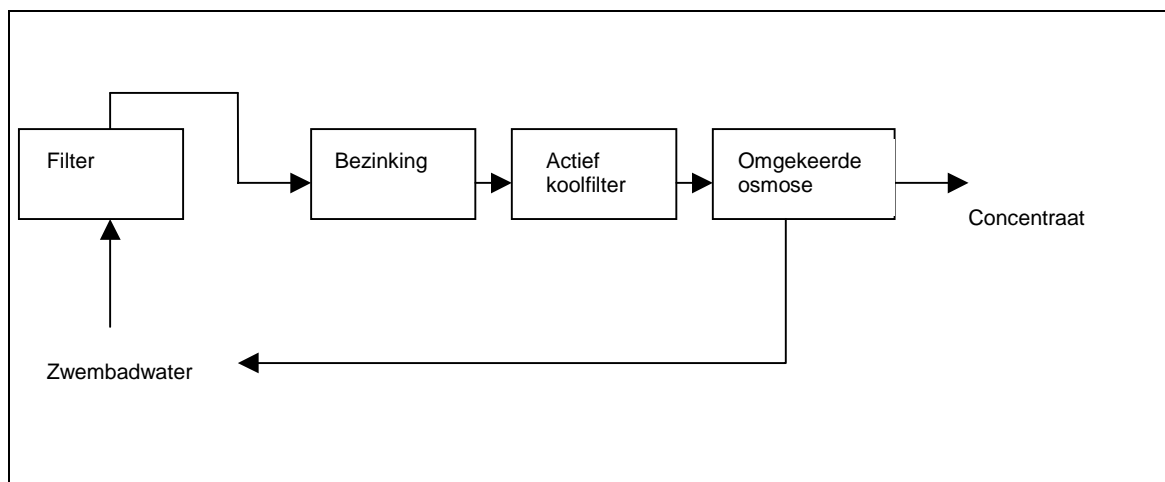
Op deze manier kan 80% van het spoelwater hergebruikt worden. De temperatuur van het water koelt ongeveer 1,5°C af.

Het omgekeerde osmose proces wordt zo gestuurd dat het water voor hergebruik ongeveer de kwaliteit heeft van leidingwater (er wordt dus getracht het water niet volledig te demineraliseren).

*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

#### Blokkenschema



## Milieuvoordeel

Door het spoelwater opnieuw te gebruiken zal het totale waterverbruik dalen en zal de uitstoot van emissies gerelateerd aan energie (opwarmen van het water) dalen. De emissies van stoffen naar het water zullen echter niet afnemen. Een zelfde vracht chloriden en sulfaten zal in het water terechtkomen, maar aan een hogere concentratie.

## Financiële aspecten

Investering installatie voor 2 m<sup>3</sup>/h: tussen de 1,2 en 1,4 miljoen BEF.

Bufferbak: 50 000 BEF.

Membraan: 100 000 BEF per jaar.

Totale kostprijs per m<sup>3</sup> (investeringen meegerekend): 20 BEF/m<sup>3</sup>.

Wanneer het concentraat van de omgekeerde osmose installatie niet geloosd mag worden, moet dit opgehaald worden.

Verwerking: 9,2 tot 15 BEF/kg.

Ophaling: 22 000 BEF/rit<sup>9</sup>.

Wanneer het afvalwater geloosd mag worden, en de kostprijs van de heffingen analoog zijn aan deze van het zwembadwater, is een omgekeerde osmose installatie rendabel (terugverdienbaar op minder dan 10 jaar) voor een groot zwembad (700 m<sup>3</sup> en 139 000 bezoekers per jaar).

Voor een klein zwembad (200 m<sup>3</sup> en 50 000 bezoekers per jaar) is een omgekeerde osmose installatie niet rendabel.

Wanneer de heffingen voor geconcentreerd zwembadwater stijgen of wanneer de lozing van het concentraat niet toegelaten is, zal een dergelijke installatie niet rendabel zijn.

---

<sup>9</sup> Gegevens van Gansewinkel (1999).

## TECHNICHE FICHE 9

### MICROFILTRATIE + ULTRAFILTRATIE + OMGEKEERDE OSMOSE

#### Beschrijving

*Proces/deelproces:*

Waterbehandelingsysteem.

*Beschrijving:*

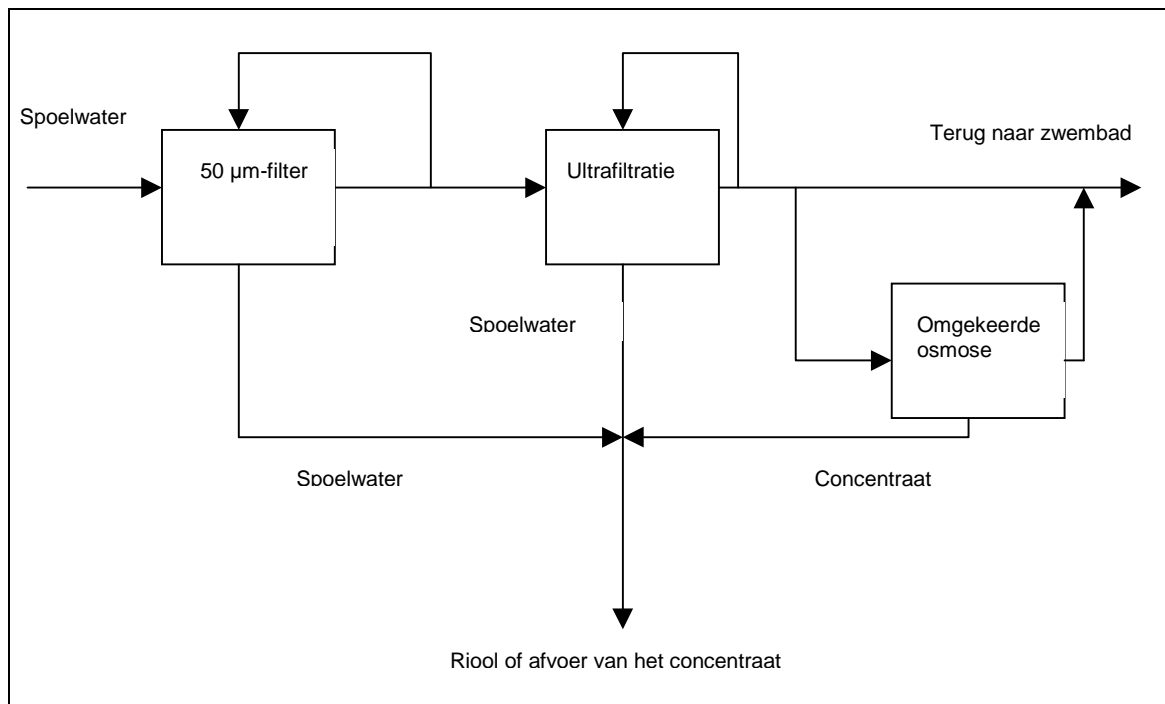
Met behulp van deze techniek wordt het spoelwater van de filterinstallatie behandeld. Eventueel kan ook het douchewater worden behandeld. Het spoelwater wordt allereerst in een filter met een maaswijdte van 50 micron behandeld. Dit filter wordt teruggepoeld met eigen filtraat, hetgeen gebeurt op basis van drukval van het filter. Vervolgens wordt het water via een tank in een ultrafiltratie-eenheid behandeld. In deze installatie worden de onopgeloste stoffen, alsmede bacteriën en virussen verwijderd. De uitgaande stroom van de ultrafiltratie-eenheid bevat een hoog gehalte aan zouten. Een gedeelte van de uitgaande stroom wordt behandeld in een omgekeerde osmose-installatie. In deze installatie worden de opgeloste zouten, waaronder chloride en sulfaat verwijderd. Omdat de omgekeerde osmose-membranen gevoelig zijn voor actief chloor wordt het water ontchloord vóór de omgekeerde osmose door middel van natriumbisulfiet-dosering en actief kool. Na menging van deze stroom met de reststroom van de ultrafiltratie kan dit water hergebruikt worden als vul- en suppletiewater.

De geconcentreerde afvalstroom die na behandeling van het spoelwater in beide varianten ontstaat moet geloosd worden.

*Aard:*

Procesgeïntegreerde techniek.

## Blokkenschema



(Tholen, 1999)

## Milieuvoordeel

Door het spoelwater opnieuw te gebruiken zal het totale waterverbruik dalen (70 tot 80% van het spoelwater kan hergebruikt worden) en zal de uitstoot van emissies gerelateerd aan energie (opwarmen van het water) dalen. De emissies van stoffen naar het water zullen echter niet afnemen. Een zelfde vracht chloriden en sulfaten zal in het water terechtkomen, maar aan een hogere concentratie.

## Financiële aspecten

Investeringskosten (bufferbak, 50 µm filter, ultrafiltratie, omgekeerde osmose, nautsmetting): 1 250 000 BEF.

Werkingskosten: 82 000 BEF/ jaar (inclusief membraanvervanging).

Wanneer het concentraat van de omgekeerde osmose-installatie niet geloosd mag worden, moet dit opgehaald worden.

Verwerking: 9,2 tot 15 BEF/kg.

Ophaling: 22 000 BEF/rit<sup>10</sup>.

Wanneer de heffingen voor geconcentreerd zwembadwater stijgen of wanneer de lozing van het concentraat niet toegelaten is, zal een dergelijke installatie niet rendabel zijn.

<sup>10</sup> Gegevens van Ganswinkel (1999).

## Bijlage 6: Chloorchemie

(Dessart, 1974; Smeets & Francois, 1984)

Desinfectie in zwembaden gebeurt voornamelijk met chloor onder de vorm van chloorgas ( $\text{Cl}_2$ ) of natriumhypochloriet ( $\text{NaOCl}$ ).

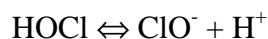
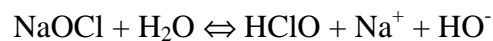
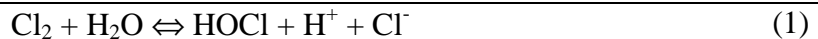
Het doel van het desinfectiemiddel is het inactiveren van micro-organismen en virussen.

De reacties die daarbij plaatsvinden zijn:

- reacties met water;
- oxidatiereacties;
- chloreringsreacties;
- biochemische reacties;
- fotochemische reacties;
- reacties met sterke zuren;
- ontchlooring.

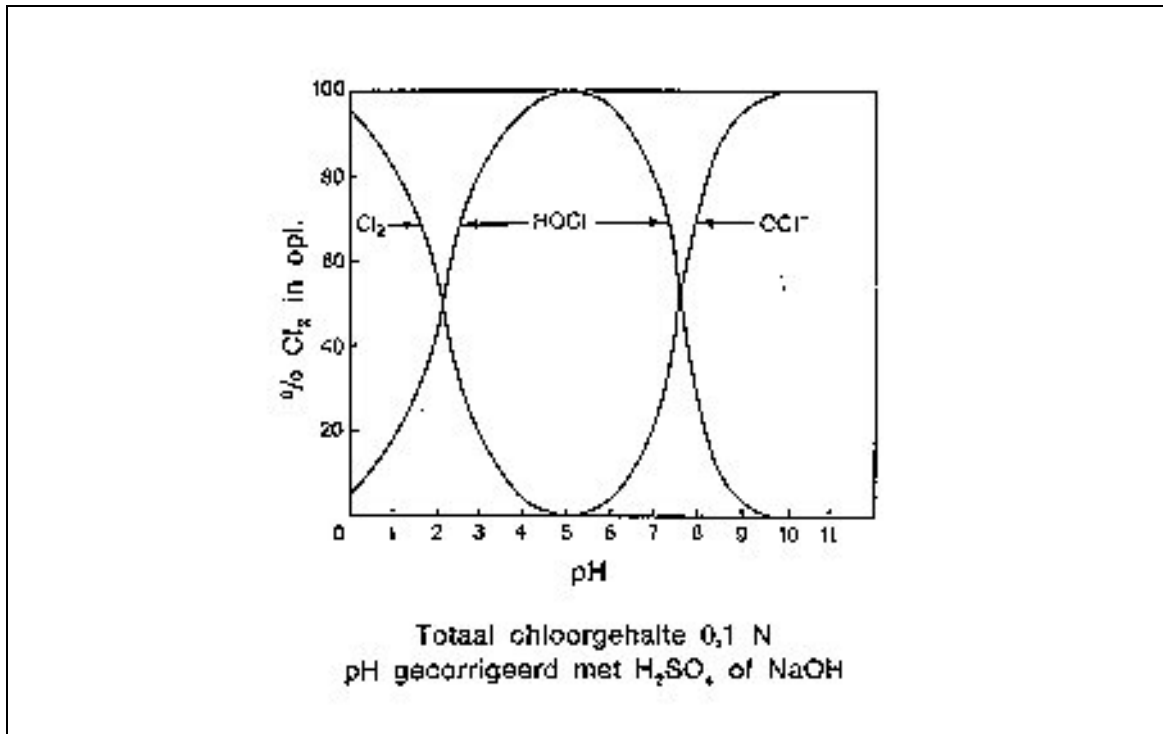
Bij de desinfectie is het van belang dat chloor aanwezig is als “*actief chloor*”. Actief chloor is een maat voor het oxiderend vermogen van een oplossing, die wordt uitgedrukt in gram moleculaire chloor en dezelfde oxidatie veroorzaakt als de aanwezige werkzame component in de oplossing. In deze zin is het zelfs mogelijk te spreken van het actief-chloorgehalte van stoffen die helemaal geen chloor bevatten vb. waterstofperoxide.

### 1. Reacties met water



Het *vrije chloor* is de som van: opgelost chloor, hypochlorigzuur en hypochlorietion.

De mate waarin de ene of de andere reactie overheerst is afhankelijk van de pH (zie Fig. B.6.1).



*Figuur B.6.1: Reacties van chloor in functie van de pH*

Bij een pH lager dan 5 vindt reactie (1) plaats; zodat het gehalte aan hypochlorigzuur groter is naarmate de pH hoger is.

Bij een pH hoger dan 5 is al het chloor aanwezig onder de vorm van hypochlorigzuur en hypochlorietionen. Het gehalte aan hypochlorietionen is hoger naarmate de pH hoger is.

## 2. Oxidatiereacties

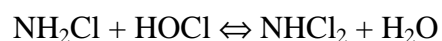
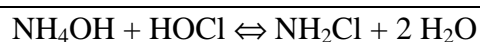
Dit zijn reacties met kationen (vb. ijzer en mangaan) en met anionen. Deze reacties zijn van ondergeschikt belang in het zwembad.

## 3. Chloreringsreacties

Het *gebonden beschikbaar chloor* is de verzamelnaam voor anorganische en organische chloorstikstofverbindingen met een zeker desinfecterend en oxiderend vermogen, zoals o.a. monochlooramines, dichlooramines, trichlooraminies en chloorureumverbindingen.

### 3.1 Reacties met ammoniak

Bij deze reacties worden chlooraminen gevormd. Afhankelijk van de hoeveelheid ammoniak vinden de volgende reacties plaats:



### 3.2 Reacties met organische stoffen

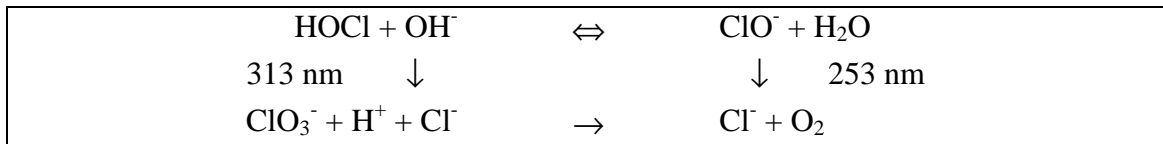
Met amines, stikstofhoudende zuren en eiwitten worden organische chlooramines gevormd.

## 4. Biochemische reacties

Hypochlorigzuur zal reageren met bacteriën, virussen, algen en hogere organismen zoals weekdieren en schaaldieren. Hoe hypochlorigzuur deze organismen beïnvloed is nog niet duidelijk.

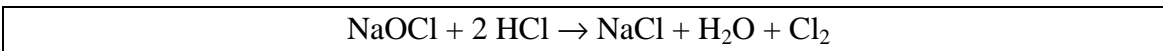
## 5. Fotochemische reacties

Onder invloed van UV-licht wordt hypochlorigzuur gedeactiveerd volgens de volgende reacties:



## 6. Reacties met sterke zuren

Het gaat hierbij om hevige reacties waarbij chloorgas ontstaat.



## 7. Ontchloring

Wanneer te veel natriumhydroxide aanwezig is in het zwembadwater, kan dit verwijderd worden met behulp van waterstofperoxide.

