

Vandkvalitet i de offentlige svømmebade og muligheder for forbedringer

Rambøll

Miljøstyrelsen vil, når lejligheden gives, offentliggøre rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, finansieret af Miljøstyrelsens undersøgelsesbevilling.

Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter.

Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Indhold

1	INDLEDNING	5
2	SAMMENFATNING	7
3	OPGAVEAFGRÆNSNING	12
3.1	OFFENTLIGE SVØMMEBADE	12
3.2	GÆLDENDE LOVKRAV TIL BASSINVANDKVALITET	13
3.3	FORSLAG TIL ÆNDRING AF KVALITETSKRAV	14
3.4	POPULATIONEN I UNDERSØGELSEN	15
3.5	INVESTERINGER I VANDKVALITET	16
4	METODEBESKRIVELSE	18
4.1	STATISTISK METODE	18
4.1.1	<i>Udformning af spørgeskema</i>	18
4.1.2	<i>Indsamlingsmetode</i>	19
4.2	METODER TIL FORBEDRING AF VANDKVALITET	20
4.2.1	<i>Bundet klor</i>	20
4.2.2	<i>Trihalometaner</i>	22
4.3	BASSINCIRKULATION OG OMSÆTNINGSTID	23
4.3.1	<i>Metoder til forbedring af bassincirkulation</i>	24
4.4	GRUNDLAG FOR OMKOSTNINGSBEREGNINGER	25
5	OMKOSTNINGER TIL FORBEDRING AF VANDKVALITET	26
5.1	INVESTERINGSBEHOV	26
5.1.1	<i>Bundet klor</i>	26
5.1.2	<i>Trihalometaner</i>	29
5.1.3	<i>Omsætningstid</i>	31
5.2	DRIFTSOMKOSTNINGER	31
5.2.1	<i>Aktive kulfiltre til fjernelse af bundet klor</i>	32
5.2.2	<i>UV-anlæg</i>	34
5.2.3	<i>Aktive kulfiltre til fjernelse af trihalometaner</i>	37
5.2.4	<i>Omsætningstid</i>	38
5.3	OMKOSTNINGSEFFEKTIVITET	39
5.3.1	<i>Metodevalg for bundet klor</i>	39
5.4	SAMMENFATNING	43
6	KRAV TIL VANDKVALITET I SVØMMEBADE	45
6.1	RESULTATER AF SPØRGESKEMAUNDERSØGELSE	45
6.1.1	<i>Repræsentativitet</i>	45
6.1.2	<i>Overholdelse af krav til bassinvandets kvalitet</i>	46
6.2	OMKOSTNINGSBEREGNINGER	52
6.2.1	<i>Generelle beregningsforudsætninger</i>	52
6.2.2	<i>Beregningsresultater for offentlige anlæg</i>	53
6.2.3	<i>Beregningsresultater for alle bassiner</i>	55
6.3	RISIKOANALYSE	60
6.4	ENHEDSOMKOSTNINGER	61
6.5	SAMMENFATNING	62

Bilag I: Spørgeskemaer

- Bilag II: Prislister for kulfiltre og UV-anlæg
- Bilag III: Beregningsforudsætninger for driftsomkostninger
- Bilag IV: Resultater af spørgeskemaundersøgelse
- Bilag V: Beregningsprincipper for bassinomkostninger

1 Indledning

Miljøstyrelsen udsendte i december 2000 et udkast til en ny bekendtgørelse for vandkvaliteten i svømmebade.

Udkastet til bekendtgørelse lægger op til yderligere forbedringer af vandkvaliteten i de svømmebade, hvortil en bredere personkreds har adgang. Disse forbedringer vedrører især bundet klor, som antages at være kilden til, at der dannes trihalometaner, som er sundhedsskadelige. Miljøstyrelsen har derfor igangsat to udredninger, der skal belyse henholdsvis de sundhedsmæssige aspekter og de teknologisk/økonomiske aspekter af de nye krav. Nærværende rapport dækker sidstnævnte aspekter.

I rapporten har første trin været at se på, hvordan svømmebadene opfylder kvalitetskravene i forhold til den eksisterende bekendtgørelse og i forhold til kravene i bekendtgørelsesudkastet - en slags tilstandsrapport baseret på informationer, som tilsynsmyndighederne sidder inde med. Der er set på fem nøglekrav:

- pH værdi
- Frit klor
- Bundet klor
- Trihalometaner
- Omsætningstid

Andet trin har været at se på, hvilke styringsmæssige og tekniske forbedringsmuligheder, der er til rådighed med henblik på at opfylde kravene til forbedret vandkvalitet.

I tredje trin beregnes investerings- og driftsomkostninger for opfyldelse af kvalitetskravene til indhold af bundet klor og trihalometaner i svømmebassinerne. Det er sket ved først at beregne enhedsomkostningerne pr. besøgende for mulige tekniske løsninger for forskellige bassintyper. Disse enhedsomkostninger er så brugt til at udarbejde skøn for de investerings- og driftsomkostninger, der er nødvendige for at de gældende respektive de foreslåede krav kan overholdes. Derudover er der ud fra praktiske erfaringer udarbejdet overslag for investerings- og driftsomkostninger til overholdelse af kravet til omsætningstid.

Sidste trin i rapporten er at udarbejde overslag for de samlede investerings- og driftsomkostninger for de indendørs offentligt ejede bassiner såvel som det samlede antal svømmebassiner.

2 Sammenfatning

Formålet med rapporten er at få en vurdering af den aktuelle bassinvandkvalitet i indendørs offentlige svømmebade, og at få en opgørelse over de forventede investerings- og driftsomkostninger ved at overholde såvel gældende absolutte og vejledende maksimumsværdier i bekendtgørelsen om svømmebade med hensyn til bassinvandets indhold af bundet klor og trihalometaner. Endvidere er formålet at få et skøn over marginale omkostninger ved overholdelse af de værdier, som var forslået i et udkast til reviderede regler på området, som Miljøstyrelsen sendte i offentlig høring i december 2000.

Kapitel 3 indeholder en afgrænsning af analysens omfang. Først introduceres og defineres dog væsentlige begreber til forståelse af bassinkvalitet. Dernæst beskrives kravene til vandkvalitet i gældende bekendtgørelse og i udkastet til ny bekendtgørelse. I denne sammenhæng defineres vandkvalitet inden for rammerne af denne rapport til at omfatte pH-værdi, indhold af frit klor, indhold af bundet klor, indhold af trihalometaner (THM) samt svømmebassinets omsætningstid.

De væsentligste ændringer i udkastet til ny bekendtgørelse vedrører bundet klor og THM. Det absolutte maksimum for indhold af *bundet klor* er i dag 1,0 mg/l mod et vejledende maksimum på 0,5 mg/l. Det absolutte maksimum foreslås reduceret til 0,2 mg/l. Indholdet af *trihalometaner* må maksimalt være 50 µg/l for indendørs 25- og 50 m-bassiner og 100 µg/l for øvrige bassintyper. De vejledende maksima er henholdsvis 25 µg/l og 50 µg/l. De absolutte maksimumsværdier foreslås sænket til et fælles absolut maksimum på 20 µg/l. For begge parametre er der således som helhed tale om en forholdsvis betydelig skærpelse. Eneste ændringer for omsætningstid, dvs. vandets omsætningshastighed i bassinet, vedrører de krævede bassindybder for givne omsætningstider. Beregningen af investerings- og driftsomkostninger skal alene omfatte de to førstnævnte parametre. Ændringer for pH-værdi og frit klor kan gennemføres ved justeringer i kemikaliedoseringen, mens investeringer i forbedring af omsætningstid ligger uden for opgavebeskrivelsen.

Endelig afgrænses bassinpopulationen i rapporten. En undersøgelse af overholdelse af de 5 kvalitetsparametre omfatter alle svømmebassiner, skønnet til knap 1400. Detailberegningerne af investerings- og driftsomkostninger pr. bassin skal derimod alene omfatte de offentlige svømmebade. Denne delpopulation afgrænses yderligere til de indendørs bassiner, da omkostningsberegninger for udendørs bassiner er teknisk vanskelige og dermed usikre. Antallet af indendørs offentlige bassiner er skønsmæssigt anslået til 770. Ud fra disse detailberegninger opskales omkostningsskønnene til det samlede antal offentlige henholdsvis alle bassiner.

Kapitel 4 omfatter en beskrivelse af de anvendte metoder til belysning af vandkvalitet samt grundlaget for beregning af investerings- og driftsomkostninger.

Eftersom der ikke eksisterer samlede oversigter for bassinvandkvalitet, skulle oplysningerne herom indhentes fra landets miljøcentre, der varetager tilsynet med svømmeanlæggene. Til dette formål blev udarbejdet et spørgeskema.

Imidlertid var det nødvendigt, at spørgeskemaet ikke blot kunne afdække vandkvaliteten. For på rimelig vis overhovedet at kunne beregne investerings- og

driftsomkostninger var der behov for en lang række yderligere oplysninger. Investeringsomkostningerne afhænger nemlig ikke alene af den aktuelle vandkvalitet, men også af bl.a. bassintype, antal besøgende pr. bassin og bassinets hovedcirkulationsmængde, dvs. den vandmængde, der cirkulerer i bassinet.

Ud over oplysninger direkte fra miljøcentrene skulle disse også varetage indhentning af data fra de enkelte anlæg. For at sikre tilstrækkelige informationer blev dataindsamlingsfasen ganske langstrakt. Besvarelsesprocenterne betød, at undersøgelsesresultaterne kan betragtes som tilstrækkeligt repræsentative. Besvarelser blev modtaget fra 35-40 pct. af anlæggene. Svarprocenterne var omkring 90 pct. på spørgsmålene om vandkvalitet, mens den var ca. 60 pct. på spørgsmål vedrørende de væsentligste tekniske data.

Metodebeskrivelsen omfatter også en diskussion af hvilke metoder, der kan anvendes til reduktion af indholdet af bundet klor henholdsvis THM i bassinvandet. For bundet klor er der et valg mellem kulfiltre og anlæg med ultraviolet bestråling af bassinvandet (UV-anlæg). For THM er der et begrænset antal metoder. En afprøvet metode her i landet, og den, der analyseres nærmere, er installation af specialkulfiltre. Metoden er dog fortsat under udvikling.

Kun for bundet klor er der således foretaget beregninger for metodemæssige alternativer. Valget herimellem afhænger dels af tekniske begrænsninger, dels af økonomiske overvejelser. Førstnævnte diskuteres nærmere i metodebeskrivelsen, mens de økonomiske overvejelser og kriterierne for valg mellem de to metoder uddybes i kapitel 5. Den i rapporten beskrevne type UV-anlæg bør ikke installeres, hvis der ikke allerede er kulfiltre. Anvendelsen af kulfiltre er i sig selv begrænset af hensyn til vandsætningen i bassinet. Den samlede kulfilterkapacitet bør således ikke overstige 10 pct. af hovedcirkulationsmængden.

Omsætningstiden indgår som før nævnt ikke i omkostningsberegningerne og dermed heller ikke i diskussionen af metoder til sikring af overholdelse af de lovmæssige krav. Imidlertid kan denne parameter have betydning for bassinkvaliteten, og det er fundet relevant kort at belyse investeringsbehovene, hvis omsætningstiden skal forbedres, f.eks. hvis de gældende krav ikke er overholdt. Der kan her være tale om enten forbedringer i det enkelte bassin, primært i form af konstruktion af nye bundindløb, eller i selve anlægget ved udskiftning af vandbehandlingsanlægget.

Kapitel 5 afdækker indledningsvis de investeringsbehov, der kan udløses i forbindelse med overholdelse af gældende og foreslåede krav til indhold af *bundet klor*. Der ses således på behovet for kulfiltre og UV-anlæg ved et ønsket indhold af bundet klor på 1,0, 0,5 og 0,2 mg/l. Derudover vil behovet afhænge af den mængde bundet klor, der dannes i bassinet, hvilket igen afhænger af bassintype og af antal badende. For begge metoder stiger investeringsbehovet mere end proportionalt med det ønskede niveau for bundet klor.

Dette afspejles også i de beregnede investeringsomkostninger pr. bassin. For f.eks. et ”typisk” 25m-bassin er omkostningerne ved investering i kulfiltre ved de tre niveauer for bundet klor henholdsvis ca. 50.000, 100.000 og 250.000 kr. For UV-anlæg er de tilsvarende tal ca. 100.000, 120.000 og 185.000 kr. De laveste værdier svarer til de minimumsinvesteringer, der er nødvendige for overhovedet at få installeret kulfiltre, henholdsvis UV-anlæg.

De tilsvarende driftsomkostninger for kulfiltre er henholdsvis knap 20.00 kr. om året for de to første niveauer og godt 30.000 kr. for et bundet klor-indhold på 0,2 mg/l. For UV-anlæg er driftsomkostningerne i størrelsesordenen 10.000 kr. for de to første niveauer og knap 35.000 kr. for det sidste. De højere driftsomkostninger for kulfiltre kan tilskrives omkostninger til køb af aktiv kul.

For UV-anlæg er omkostningerne mere beskedne på de to lavere niveauer for bundet klor, da der er omkostningsbesparelser at hente på bassinopvarmning, idet elektriciteten til drift af anlægget kan omsættes til varme. Progressionen i driftsomkostninger til et bundet klor indhold på 0,2 mg/l er helt parallel med den for investeringsomkostningerne. Der kræves forholdsvis mere filterkapacitet henholdsvis belysning og dermed elforbrug for at nå dette niveau.

Da formålet med denne undersøgelse er at beregne omkostningerne ved *ændring* af krav til indhold af bundet klor beregnes også omkostningerne ved sådanne ændringer dvs. henholdsvis de marginale investeringsomkostninger og de marginale driftsomkostninger. Det er størrelsen af disse marginalomkostninger under ét, der afgør, hvorvidt kulfiltre eller UV-anlæg er økonomisk set mest fordelagtige. Generelt har kulfiltre en økonomisk fordel i sig selv, idet den nødvendige minimumsinvestering som nævnt kun er knap 50.000 kr. mod godt 100.000 kr. for UV-anlæg.

Investeringsbehovet for reduktion af indholdet af THM ved anvendelse af specielle kulfiltre afhænger alene af hovedcirkulationsmængdens størrelse. Oplysninger fra den fabrikant, der udfører forsøgene med disse filtre, peger på en lineær sammenhæng mellem filterbehov og hovedcirkulationsmængde. Netop da metoden er på forsøgsniveau, er denne sammenhæng dog usikker. Af samme årsag er kun anlyset niveauer for reduktion af THM-indhold på henholdsvis 25-50 µg/l og 50-100 µg/l. Disse intervaller svarer nogenlunde til de reduktioner, der kan forventes krævet ved et maksimalt THM-indhold på 20 µg/l som foreslået i den nye bekendtgørelse. Det resulterer i investeringsomkostninger for et typisk 25 m-bassin på henholdsvis ca. 125.000 og 250.000 kr. Da det anvendte specialkul er dyrt, er også driftsomkostningerne ganske høje, henholdsvis godt 30.000 kr. og godt 60.000 kr. om året. Det svarer til ikke mindre end ca. ¼ af investeringsomkostningerne.

Endelig præsenteres nogle grove overslag for de sandsynlige omkostninger ved en forbedring af omsætningstid. En investering i nye bundindløb mv. vil beløbe sig til mellem 1 og 3 mill. kr. uanset bassintype. Såfremt der også kræves et nyt vandbehandlingsanlæg, vil det ligeledes koste mellem 1 og 3 mill. kr.

Kapitel 6 indeholder resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen samt beregningsresultater for investerings- og driftsomkostninger ved skærpede kvalitetskrav.

Ud fra spørgeskemaundersøgelsen kan konstateres, at der for pH-værdi og indhold af frit klor som helhed ikke er problemer med overholdelse af hverken gældende eller foreslåede krav.

De indhentede svar for indhold af *bundet klor* peger på, at stort set alle bassiner overholder de absolutte maksimumskrav. De vejledende krav overholdes af langt de fleste udendørs bassiner, mens den tilsvarende andel for de indendørs bassiner kun er ca. ¾. Især er indholdet af bundet klor relativt højt for morskabs-, børne- og soppebassiner samt spabade. Derimod er kvaliteten god for terapi- og varmtvandsbassiner. Oplysninger om faktisk bundet klor-indhold fra et miljøcenter bekræfter disse resultater og viser samtidig, at indholdet af bundet klor er langt fra det foreslåede niveau på 0,2 mg/l og typisk ganske tæt på det vejledende maksimum på 0,5 mg/l, hvis ikke højere.

Disse resultater indebærer, at der må forventes forholdsvis begrænsede investeringsomkostninger, hvis det nugældende vejledende maksimum også bliver det absolutte maksimum. Derimod vil både investerings- og driftsomkostninger være ganske store ved et krav om et bundet klor indhold på

0,2 mg/l. Det skyldes dels progressionen i investeringsbehov og -omkostninger, dels at investeringer vil være nødvendige for et ganske stort antal bassiner.

De anslåede marginale investerings- og driftsomkostninger ved reduktion af det krævede indhold af bundet klor til henholdsvis 0,5 mg/l og fra 0,5 til 0,2 mg/l er vist i tabellen nedenfor.

<i>Krav til bundet klor indhold:</i>	Marginal investering		Marginal driftudgift	
	0,5 mg/l	0,2 mg/l	0,5 mg/l	0,2 mg/l
	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.
Samtlige bassiner	15	140	0,2	13,9
Offentlige indendørs bassiner	8	78	0,1	7,7

Tabellen skal tolkes således, at det koster ca. 15 mill. kr. til sikring af et bundet klor indhold på 0,5 mg/l i alle bassiner, mens det indebærer en investering på *yderligere* 140 mill. kr., såfremt kravet er 0,2 mg/l.

Sådanne estimater må naturligvis tolkes med varsomhed, men skulle dog give en god indikation af størrelsesordenen af de forventede omkostninger for samtlige bassiner og de indendørs, offentligt ejede eller selvejende bassiner.

Med forsigtighed kan det anslås, at godt 15 pct. af marginalomkostningerne vedrører reduktionen til 0,4 mg/l, knap 30 pct. reduktionen til 0,3 mg/l og de resterende ca. 55 pct. reduktionen fra 0,3 til 0,2 mg/l. Denne fordeling afspejler progressionen i behovet for kulfilterkapacitet ved krav om lavere indhold af bundet klor.

En beregning af de forventede omkostninger pr. bassin viser, at investeringsomkostningerne vejer særlig tungt for undervisnings-, børne-, soppe- og morskabsbassiner med en omkostning på ca. 120.000 kr. pr. bassin eller det samme som for et 50m-bassin. Det skyldes dels et forholdsvis højere indhold af bundet klor, dels at hovedcirkulationsmængden i disse bassiner er så lav i forhold til antallet af badende, at det af tekniske årsager er nødvendigt at investere i de langt dyrere UV-anlæg. Det bør i denne sammenhæng understreges, at der er ganske stor spredning i omkostningsestimaterne mellem bassintyper og mellem enkeltbassiner.

For THM viser spørgeskemaundersøgelsen, at 6 indendørs 25m-bassiner ikke overholder det gældende absolutte maksimumskrav. Dertil kommer, at THM indholdet er forholdsvis langt højere i de indendørs 25- og 50m-bassiner end i de øvrige bassintyper. Kun ca. 60 pct. overholder således det vejledende maksimumskrav mod 80 pct. for alle indendørs bassiner under ét. Den tilsvarende procentsats for de udendørs bassiner er 60 pct. Den lavere andel skyldes alene, at kun 1/3 af undervisningsbassinerne overholder det vejledende krav. Oplysninger om faktisk THM-indhold fra miljøcentret peger noget overraskende på, at 25- og 50m-bassiner ligger i nærheden af det vejledende maksimum og noget tilsvarende for de øvrige bassiner. Alle bassiner må vurderes at være en del fra det foreslåede maksimum.

Resultaterne for THM peger på, at de afledte investeringsomkostninger ved en ændring af de gældende vejledende maksima til at være de absolutte maksima vil være meget små for alle bassintyper med undtagelse af de indendørs 25- og 50m-bassiner. Et THM-indhold svarende til det foreslåede fælles maksimum vil indebære investeringer for alle bassiner, dog relativt mindre for 25- og 50m-bassiner. Det skyldes, at det vejledende maksimum for disse bassintyper er 25 µg/l, altså meget tæt på det foreslåede maksimum på 20 µg/l.

De anslåede marginale investerings- og driftsomkostninger ved reduktion af det krævede indhold af THM til henholdsvis de vejledende maksima og fra disse maksima til det foreslåede fælles maksimum er vist i tabellen nedenfor. De årlige driftsomkostninger er ganske store for THM-kulfiltre. Det skyldes hovedsagelig den høje pris på det anvendte specialkul, en pris, der kan forventes at falde ved en stigning i efterspørgselen.

<i>Krav til THM indhold:</i>	Marginal investering		Marginal driftudgift	
	Vejl. max.	Forslag	Vejl. max.	Forslag
	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.
Samtlige bassiner	14	33	3.6	7.1
Offentlige indendørs bassiner	8	19	2.0	3.9

Tabellen skal tolkes således, at det koster ca. 14 mill. kr. for, at alle bassiner kan overholde de gældende vejledende maksimumsværdier på henholdsvis 25 µg/l for indendørs bassiner og 50 µg/l for øvrige, mens det indebærer en investering på yderligere 33 mill. kr., såfremt kravet er 20 µg/l for alle bassiner.

Den analyserede THM-kulfiltermetode er som nævnt kun på forsøgsstadet. Derfor er det ikke muligt at anslå de marginale omkostninger ved valg af højere maksimumsværdier end det nu foreslåede på 20 µg/l.

De gennemsnitlige omkostninger pr. bassin ved indførelse af det foreslåede krav betyder forholdsvis højere omkostninger for morskabs- og varmtvandsbassiner, som er bassiner med en forholdsvis høj hovedcirkulationsmængde, skønmæssigt 40.000 kr. pr. bassin eller det samme som for et 50 m-bassin. Som tidligere nævnt er det hovedcirkulationsmængden, der bestemmer investeringsbehovet.

Endelig skal nævnes resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen for *omsætningstid*. For godt 80 pct. af bassinerne er det angivet, at kravet til omsætningstid er overholdt. En sammenligning med de omsætningstider, der samtidig er oplyst for bassinerne sandsynliggør, at den faktiske omsætningstid overstiger det lovmæssige krav¹. For 5 af de 10 bassinkategorier i undersøgelsen er gennemsnittet af den oplyste omsætningstid højere end det lovmæssige maksimum. Det gælder 25m-, undervisnings-, børne-, varmtvands- og terapibassiner. Overskridelsen er særlig markant for de sidste 3 bassintyper. En kontrolberegning af omsætningstiden ud fra bassinvolumen og hovedcirkulationsmængde bekræfter disse resultater. I vurderingen skal dog samtidig indgå, at ca. 40 pct. af bassinerne har oplyst at have dispensation fra kravet om omsætningstid.

Vurderet ud fra gennemsnitstallene må omsætningstiden dog fortsat anses at være noget højere end den tilladte for et ganske stort antal bassiner. Såfremt der fremkommer krav om, at omsætningstiderne skal overholdes, kan det således indebære ganske betydelige investeringsomkostninger. Som tidligere nævnt vil en forbedring af bundindløb henholdsvis udskiftning af vandbehandlingsanlægget hver især indebære investeringer i størrelsesordenen 1-3 mill. kr. pr. bassin, dvs. langt højere end de skønnede omkostninger for at reducere indholdet af bundet klor og af trihalometaner i bassinvandet.

¹ Der kan dog gives dispensation fra kravet til omsætningstid, hvis kravene til bassinvandkvalitet er overholdt

3 Opgaveafgrænsning

Formålet med nærværende rapport er i henhold til projektbeskrivelsen at belyse: hvorvidt kvaliteten af bassinvandet i offentlige svømmebade overholder de lovgivningsmæssige maksimumskrav, gældende såvel som foreslåede; metoder til at sikre overholdelse af disse krav; omfanget af nødvendige ændringer for at sikre denne overholdelse; samt de hermed forbundne investerings- og driftsomkostninger.

Til forståelse af de lovmæssige rammer samt metoderne til sikring af overholdelse af kvalitetskravene, er nogle begrebsmæssige definitioner nødvendige.

Bassinvolumen er mængden af vand i bassinet og beregnes ud fra dets længde, bredde og gennemsnitlige dybde.

Et svømmebassins *omsætningstid* er den tid, det i teorien maksimalt tager for, at hele bassinets vandmængde kan passere gennem bassinets vandbehandlingsanlæg.

Hovedcirkulationsmængden er den vandmængde, der cirkulerer i et svømmebassin pr. time, dvs. vandets omsætningshastighed. Denne mængde vil afhænge dels af bassinvolumen, dels af omsætningstiden. Jo større volumen, jo større vandmængde vil alt andet lige cirkulere pr. time. Jo højere omsætningstid, jo større vandmængde vil ligeledes passere gennem bassinet. For samme bassinvolumen, f.eks. et 25m-bassin, vil omsætningstid og hovedcirkulationsmængden være synonyme udtryk for vandomsætningen.

Bassincirkulationen udtrykker, hvor hurtigt vandet omsættes i bassinet, og hvorledes denne omsætning sker, dvs. hvordan det cirkulerende vand fordeles i bassinet.

Bassinkapaciteten udtrykker det maksimale antal badende, der kan være i bassinet samtidigt.

Badebelastningen udtrykker den påvirkning, som de badende udøver på vandkvaliteten i bassinet og måles konventionelt ved antallet af besøgende.

3.1 Offentlige svømmebade

Et offentligt svømmebad er et svømmeanlæg, der ejes af enten amt eller kommune eller er etableret som selvejende institution, og hvortil offentligheden har generel adgang, sædvanligvis mod betaling.

Et svømmebad består af et eller flere bassiner. I nyere anlæg vil der ofte være flere bassintyper, typisk et egentligt svømmebassin med en længde på 25 eller 50m, et eller to varmtvandsbassiner (til børn og eventuelt også terapi) samt et fritidsafsnit med f.eks. et morskabsbassin og et spabad.

Den seneste samlede opgørelse af antal svømmefaciliteter i Danmark daterer sig fra 1995². Opgørelsen viser, at der på daværende tidspunkt var i alt 389 offentlige

² Dansk Teknologisk Institut: Fortegnelse over svømmebadsanlæg i Danmark

svømmeanlæg fordelt på 303 indendørs og 86 udendørs anlæg. De 389 anlæg omfattede i alt 722 bassiner, hvoraf 560 indendørs og 162 udendørs.

I de senere år er der skønsmæssigt blevet bygget 3-5 nye (indendørs) anlæg om året med hver typisk 3-5 bassiner. Såfremt antallet af nye anlæg siden 1995 sættes til 25 med hver 4 bassiner i gennemsnit kan det anslås, at det samlede antal indendørs offentlige svømmebade i dag er 328 med i alt 660 bassiner. Antages det, at antallet af udendørs bassiner er uændret, betyder det, at det samlede antal offentlige bassiner kan skønnes til 822.

Undersøgelsen af bassinvandkvalitet omfatter både de indendørs og udendørs offentlige svømmeanlæg. For sidstnævnte er vurderingen af investeringsbehovet ved ændrede kvalitetskrav forbundet med så mange tekniske problemer, at opgaveafgrænsningen for så vidt angår de detaljerede omkostningsberegninger pr. bassin er blevet reduceret til alene at omfatte de indendørs offentlige svømmeanlæg. Omkostningsvurderingerne for de udendørs offentlige anlæg vil i stedet tage deres udgangspunkt i disse detailberegninger.

3.2 Gældende lovkrav til bassinvandkvalitet

De lovmæssige krav til vandkvalitet i offentlige svømmebade er fastlagt i Miljøministeriets bekendtgørelse om vandkvalitet i svømmebassiner (Bkg. nr. 195 af 5/4/88).

Bekendtgørelsen regulerer de svømmebassiner, der er beregnet til anvendelse af en større personkreds, herunder også f.eks. terapibassiner samt bassiner i tilknytning til hoteller, campingpladser, skoler, feriekolonier og lignende³.

Kravene i bekendtgørelsen er således fastlagt for de enkelte svømmebassiner og ikke for det samlede svømmeanlæg. Amtsrådene er tilsynsmyndighed for de kommunalt ejede bassiner, mens de enkelte kommunalbestyrelser varetager tilsynet for de øvrige bassiner, der er omfattet af bekendtgørelsen.

De gældende krav til vandkvalitet er gengivet i tabel 3-1. I denne analyse ses der bort fra parametrene for permanganat- og kimalt samt coli- og pseudomonas-bakterier, idet disses værdier er direkte knyttet til - og kontrolleret af - indholdet af frit klor.

I denne rapport vil vandkvaliteten for svømmebassiner derfor blive bedømt ud fra værdierne af pH, frit klor, bundet klor, trihalometaner (THM) og omsætningstid⁴.

³ Bekendtgørelse af reglement om miljøbeskyttelse (Bkg. nr. 664 af 16/12/82) kap. 9 som ændret ved Bkg. nr. 196 af 5/4/88.

⁴ Afsnit 4.2 indeholder tekniske definitioner af de tre sidstnævnte parametre.

Tabel 3-1 Gældende lovkrav for bassinvandkvalitet

Parameter	Bassintype	Enhed	Kvalitetskrav		
			Min.	Vejl.	Max.
ph	Alle		7,0	7,2-7,6	8,0
Frit klor	Indendørs≥25m	mg/l	0,5	0,5-2,0	3,0
	Øvrige	Mg/l	1,0	1,0-3,0	5,0
Bundet klor	Alle	Mg/l	-	0,5	1,0
Permanganatantal	Alle	Mg/l	-	-	10 ¹⁾
Trihalometaner	Indendørs≥25m	µg/l	-	25	50
	Øvrige	µg/l	-	50	100
Kimalt v/37 grader	Alle	Pr. 100 ml	-	0-500	1000
Colibakterier	Alle	Pr. 100 ml	-	1	10
Pseudomonas	Alle	Pr. 100 ml	-	1	10
		Vanddybde		Maks. oms. tid	
Omsætningstid	Spring- og Svømmebassin	Meter		timer	
		≥1,5		5,0	
	Underv. Bassin	<1,5		2,0	
	Baby og terapi	<1,5		0,5	
	Soppebassin	<0,5		0,5	
	Spabade	-		0,1	

1) over spædevand

3.3 Forslag til ændring af kvalitetskrav

Miljøstyrelsen udsendte i december 2000 i offentlig høring udkast til en ny "Bekendtgørelse om svømmebadsanlæg og vandkvaliteten heri". Forslaget til ny bekendtgørelse regulerer svømmebadsanlæg med tilhørende faciliteter, der ud over, som i den eksisterende bekendtgørelse, at være beregnet til anvendelse af en større personkreds, også fyldes med vand fra vandforsyningsanlæg.

Et svømmebadsanlæg er defineret til at omfatte inden- og udendørs svømmebassiner, varmtvandsanlæg og badeanlæg med tilsvarende driftsforhold og med stor badebelastning samt endelig spabade og lignende. I praksis regulerer udkastet til ny bekendtgørelse derfor samme bassintyper som den eksisterende.

Tabel 3-2 Forslag til lovkrav for bassinvandkvalitet

Parameter	Bassintype	Enhed	Kvalitetskrav	
			Min.	Max.
Ph	Alle		6,8	7,4
Frit klor	Svømmebassiner	mg/l	0,5	2,0
	Øvrige	mg/l	1,0	3,0
Bundet klor	Alle	mg/l	-	0,2
Trihalometaner	Alle	µg/l	-	20
Kimalt v/37 grader	Alle	pr. 100 ml	-	500
Pseudomonas	Andre end Svømmebassiner	pr. 100 ml	-	1
		Vanddybde		Maks. oms. tid
Omsætningstid	Spring- og Svømmebassiner	meter		timer
		≥1,5		5
	Underv. Bassin ¹⁾	<2,0		2
	Baby og terapi ²⁾	<1,5		0,5
	Spabade o.l.	<1,5		0,1

1) inkl. morskabs- og bølgebassiner

2) inkl. soppe- og varmtvandsbassiner

Generelt vil forslaget til ny bekendtgørelse indebære en afskaffelse af de vejledende maksimumsgrænser. For de 5 nøgleparametre i denne undersøgelse, der blev defineret ovenfor, foreslås følgende ændringer:

- sondringen mellem bassinstørrelser ændres for *frit klor*, således at alle egentlige svømmebassiner uanset længde, og uanset om de er udendørs eller indendørs, omfattes af de strammere krav;
- sondringen mellem bassinstørrelser afskaffes for *THM*;
- minimums- og maksimumsværdier for tilladt *pH* reduceres;
- den tilladte maksimumsgrænse for *frit klor* sænkes, mens minimumsgrænserne vil være uændrede;
- den foreslåede maksimumsgrænse for både *bundet klor* og *THM* er betydeligt lavere end såvel de gældende absolutte maksima som de vejledende maksima; og
- for *omsætningstid* ændres vanddybderne for de forskellige bassintyper i beskedent omfang, mens de maksimale omsætningstider foreslås uændrede.

Som hidtil benyttes omsætningstid som indikator for bassincirkulation, hvilken er den relevante kvalitetsparameter. I udkastet til bekendtgørelse suppleres omsætningstiden med krav til bassinkapacitet (vandareal pr. besøgende), idet denne ligeledes er bestemmende for bassincirkulationen.

Alt i alt indebærer bekendtgørelsesudkastet således en skærpelse af kravene for 4 af undersøgelsens 5 vandkvalitetsparametre.

3.4 Populationen i undersøgelsen

Kvalitetsreguleringen i gældende bekendtgørelse ses at omfatte alle bassiner, hvortil en bredere personkreds har adgang, uanset ejerforhold. Derfor udvides undersøgelsen af vandkvalitet til også at omfatte de privatejede svømmebassiner. Antallet af privatejede bassiner blev i 1995 opgjort til 455.

Analysen udvides endvidere til at inddrage terapi- og varmtvandsbassiner på hospitaler, plejecentre mv. I 1995 blev registreret 110 sådanne bassiner, hvoraf 41 egentlige terapibassiner og 69 varmtvandsbassiner.

Dermed vil rapporten belyse vandkvaliteten i den samlede bassinpopulation dækket af bekendtgørelsen.

I omkostningsberegningerne bliver det derfor muligt ikke blot at vurdere indvirkningen på de offentlige budgetter, men også de totale omkostninger på landsplan ved skærpede krav til vandkvalitet. Sidstnævnte overslag vil dog alene være af skønsmæssig karakter.

Tabel 3-3: Antal svømmebassiner i Danmark

	1995		2002 (e)	
	Indendørs	Udendørs	Indendørs	Udendørs
Offentlige anlæg	560	162	660	162
Hospital/terapi	110	0	110	0
Privatejede	295	160	295	160
I alt	965	322	1.065	322

Den samlede bassinpopulation fordelt på hovedgrupper er vist i tabel 3-3. 1995-tallene er baseret på opgørelsen fra Teknologisk Institut. Tallene for 2002 er et estimat, der forudsætter, at antallet af hospitals-/terapibassiner og af privatejede

bassiner er uændret siden 1995. Væksten i antal offentlige svømmebassiner vedrører kun de indendørs jf. i øvrigt også afsnit 3.1.

For 2002 er det samlede antal indendørs bassiner herefter skønnet til 1.065, hvoraf som nævnt 295 i privat regi. De indendørs bassiner fordeler sig på 639 anlæg. De 322 udendørs bassiner er fordelt på 183 anlæg. Det samlede antal bassiner er dermed anslået til 1.387, hvilket er det antal bassiner, der benyttes ved opregning til omkostninger for den samlede bassinpopulation.

3.5 Investeringer i vandkvalitet

Bassinvandets indhold af pH og frit klor er i langt de fleste bassiner automatisk styret. Uanset om styringen er automatisk eller ej, vil ændringer i de krævede niveauer for pH henholdsvis frit klor ikke indebære yderligere investeringer.

Derimod vil ændrede krav til indhold af bundet klor og THM indebære behov for yderligere investeringer i det omfang, der ikke er mulighed for effektivitetsforbedringer i de eksisterende installationer. Tilsvarende kan, afhængigt af anlæggets tekniske kapacitet, også gælde ændrede regler for omsætningstid.

Som nævnt i indledningen er denne rapports formål bl.a. at vurdere de nødvendige investeringsomkostninger for, at de offentlige svømmeanlæg kan overholde gældende og foreslåede maksimumværdier for vandkvalitet.

Eftersom det i det væsentligste kun er maksimumværdierne for bundet klor og THM, der har betydning for investeringsomfanget ved skærpede krav til vandkvalitet, vil metodebeskrivelsen i kapitel 4 og den detaljerede investeringsanalyse i kapitel 5 og 6 blive begrænset til disse to parametre.

Tilsvarende gælder følgelig også de af investeringerne afledte driftsomkostninger. Omsætningstid kan dog også være en betydende kvalitetsparameter, hvorfor kapitel 4 tillige indeholder en kort diskussion af metoder til forbedring af denne, mens der i kapitel 5 vil blive præsenteret erfaringsmæssige investeringsomkostninger ved opgradering af anlæg til ændrede krav til omsætningstid.

4 Metodebeskrivelse

Analysen af vandkvalitet er dels af statistisk karakter, dels af teknisk-økonomisk karakter. I den statistiske del undersøges, hvorvidt de eksisterende kvalitetskrav er overholdt, mens den teknisk-økonomiske del belyser de tekniske muligheder for overholdelse af disse krav samt de heraf afledte omkostninger.

I dette kapitel redegøres for de valgte metoder til dækning af undersøgelsens statistiske og tekniske aspekter samt for grundlaget for beregning af investeringsomkostninger.

4.1 Statistisk metode

Der findes ikke samlede opgørelser over bassinkvaliteten i danske svømmeanlæg, hvorfor de nødvendige oplysninger til denne undersøgelse blev indhentet gennem en spørgeskemaundersøgelse.

4.1.1 Udformning af spørgeskema

Til brug for den statistiske analyse havde Miljøstyrelsen udarbejdet et udkast til indrapporteringsskema. Dette skema er vedlagt som bilag I (A). Skemaet er opbygget således, at der indhentes data for de 3 kvalitetsparametre, hvortil der er knyttet investeringer, dvs. bundet klor, THM og omsætningstid. Som det fremgår af bilaget, blev alene forespurgt, hvorvidt de gældende krav var overholdt og ikke om parametrene aktuelle værdier. Bassintypeopdelingen svarer til den i bekendtgørelsen anvendte for de to førstnævnte parametre jf. også afsnit 3.2.

Oplysninger om parameterverdier var imidlertid ikke tilstrækkelige til bl.a. at kunne foretage de nødvendige omkostningsberegninger. Hertil kræves en række tekniske oplysninger om anlæggets udformning. Derudover manglede 2 af de 5 kvalitetsparametre, der inden for rammerne af denne rapport er defineret som de relevante indikatorer for vandkvalitet

Skemaet i dets endelige udformning blev derfor betydeligt mere omfangsrigt end det oprindelige udkast. For det første indhentes oplysninger for alle de 5 nøgleparametre, der blev identificeret i afsnit 3.2. For bundet klor og THM blev valgt at bibeholde det mere begrænsede oplysningskrav om, hvorvidt gældende regler var overholdt eller ej, idet de aktuelle prøver (stikprøver) fra tilsynsmyndigheden ikke nødvendigvis giver et eksakt billede af hverken det gennemsnitlige eller det maksimale niveau i bassinet. Tilsynsmyndighederne måler indholdet af bundet klor 10-12 gange om året, mens der kun foretages prøver for indhold af THM to gange årligt. Omsætningstiden oplyses normalt kun ved godkendelsen af bassinet.

Dernæst blev spørgeskemaet udformet således, at der indhentes besvarelser pr. bassinkategori og ikke pr. anlæg, som det foreløbige udkast havde lagt op til. Denne ændring afspejler, at den eksisterende bekendtgørelse retter sig mod bassinkategorier. Som det vil fremgå senere, var en detaljeret opdeling på kategorier også nødvendig for at kunne beregne investeringsbehov og de hertil knyttede omkostninger.

Endelig skulle der, af hensyn til investeringskalkuler såvel som analyseomfanget, indhentes en række yderligere statistiske og tekniske data f.eks. om ejerforhold, antal besøgende og anvendte metoder for overholdelse af vandkvalitetskrav. Det endelige spørgeskema er vedlagt som bilag I (B).

4.1.2 Indsamlingsmetode

Oprindeligt var det forudset, at oplysningerne i spørgeskemaet skulle indhentes pr. brev med efterfølgende indtastning i database. Set i lyset af det betydeligt større databehov i skemaets endelige udgave, fandt konsulenten det mere hensigtsmæssigt i stedet at foretage en elektronisk dataindhentning.

Spørgeskemaerne blev udsendt til 20 miljøcentre, der af tilsynsmyndigheden er udpeget til at varetage tilsynsfunktionen for landets svømmebade.

Spørgeskemaet var opdelt i en generel (spm. 1-27) og en specifik del (spm. 28-53). Den generelle del, bl.a. vedrørende vandkvalitet, ville miljøcentrene kunne besvare på basis af egne tilsynsdata. Den specifikke del, som vedrørte driftsforhold, skulle besvares efter indhentning af de relevante oplysninger fra de enkelte svømmeanlæg. Oplysninger om driftsmæssige forhold var nødvendige for at kunne vurdere om en optimering af driften ville være tilstrækkelig til at sikre overholdelse af eventuelle skærpede krav eller om nyinvesteringer også ville være nødvendige. Driftsmæssige oplysninger var også nødvendige for beregning af investeringsomkostninger. De indhentede oplysninger vedrører 2001.

Besvarelsen af den generelle del måtte derfor forventes at ville være kvantitativt såvel som kvalitativt tilfredsstillende. Specielt hvad angår badevandskvalitet, burde indhentning af oplysninger hos miljøcentrene sikre oplysningernes korrekthed, herunder at der også blev afgivet oplysninger om bassiner med for ringe vandkvalitet. Dette er væsentligt både i en reguleringssammenhæng og ud fra en vurdering af de nødvendige investeringsomkostninger for at opgradere anlæggene til at overholde eksisterende såvel som fremtidige kvalitetskrav.

Besvarelsen af spørgsmålene i den specifikke del måtte derimod ventes at være mere problematisk, idet den ville afhænge ikke blot af miljøcentrenes tid og villighed til at få indhentet disse oplysninger, men også af anlæggenes villighed til at afgive disse oplysninger.

Resultaterne af den elektroniske spørgeskemaundersøgelse viste, at disse forventninger var korrekte. Den generelle del var i hovedsagen tilfredsstillende besvaret, mens besvarelsen af den specifikke del var noget mangelfuld.

Der blev derfor udsendt to supplerende spørgeskemaer, et til miljøcentrene, et til svømmeanlæggene. Spørgeskemaet til miljøcentrene var alene for at kontrollere, at de elektronisk indhentede oplysninger vedrørte alle de bassiner, der var under det enkelte miljøcenters tilsyn. Dette spørgeskema er vedlagt som bilag I (C). Det skal bemærkes, at det svarer til Miljøstyrelsens oprindelige indrapporteringsskema med den tilføjelse, at de nødvendige oplysninger om bassintype også indhentedes.

Det supplerende spørgeskema til anlæggene var nødvendigt for overhovedet at få de oplysninger om driftsforhold, der kræves for at kunne beregne omkostningerne ved nyinvesteringer. Spørgeskemaet, der er vedlagt som bilag I (D), er en reduceret udgave af den specifikke del af det elektroniske indberetningsskema.

De indkomne data er efterfølgende blevet screenet for at korrigere for fejlindtastninger og åbenbare misforståelser i besvarelsen af spørgeskemaerne. Antallet af rettelser var dog meget begrænset.

4.2 Metoder til forbedring af vandkvalitet

De metoder til forbedring af vandkvalitet, der indgår i denne redegørelse, vedrører indholdet af bundet klor og trihalometaner (THM) i bassin vandet. Eftersom omsætningstid og bassincirkulation også er af væsentlig betydning for vandkvaliteten, vil metoder til forbedring heraf dog også blive diskuteret i det følgende.

4.2.1 Bundet klor

4.2.1.1 Baggrund

Bundet klor, også benævnt kloraminer, er en gruppe kvælstofforbindelser, der dannes, når frit klor reagerer med andre kvælstofforbindelser, der er tilført bassin vandet i form af f.eks. urin og sved. Det frie klor er tilsat for desinfektionsformål.

Sådanne kvælstofforbindelser er uønskede i bassin vandet, idet de er til gene for de badende i form af svie i øjnene, irritation af slimhinder og ubehagelig lugt i svømmehallen. Bindingen af klorene i vandet til kvælstofforbindelserne betyder samtidig, at dets bakteriedræbende virkning reduceres.

Indholdet af bundet klor kan nedbringes gennem selve vandbehandlingsprocessen.

Tidligere blev fortynding, dvs. udskiftning af en del af bassin vandet med nyt friskt vandværk vand, anvendt som supplement hertil. Omkostningshensyn har gjort, at denne metode ikke længere benyttes her i landet. Høje udgifter til såvel spædevand som afledning heraf samt stigende priser på opvarmning af bassin vandet har ført til introduktion af billigere alternativer.

I de seneste 25 år er således i stedet anvendt aktive kulfiltre og, om end i langt mindre grad, ultraviolet bestråling af bassin vandet.

4.2.1.2 Aktive kulfiltre

Det aktive kul, der benyttes i kulfiltrene har den egenskab, at det ud over at kunne adsorbere bundet klor også kan binde andre uønskede stoffer i bassin vandet.

De aktive kulfiltre er traditionelle, separate filterbeholdere.⁵ Filtrene indbygges som regel i en delstrøm efter bassinets hovedfiltre. Afgangsvandet fra kulfiltrene ledes så til en udligningstank eller foran hovedcirkulationspumpen. Det sikrer, at kulstøv mv. fra filtrene ikke ledes ud i bassin vandet. Hermed reduceres risikoen for kimdannelse.

Teknisk set betyder denne installationsmåde, at bassincirkulationen, dvs. vandets omsætningshastighed, nedsættes svarende til kulfiltrernes kapacitet. Baggrunden herfor skal ikke uddybes her.

Filtrenes størrelse afhænger naturligvis af mængden af bundet klor, der ønskes fjernet. Jo større reduktion, jo større filtre og jo større fald i bassincirkulationen.

Nedsættelse af vandets omsætningshastighed er generelt betænkelig. Det gælder dog specielt bassiner, der ikke blot har en lav omsætningshastighed, men også en

⁵ En nærmere beskrivelse findes i Publikation nr. 56/2000 fra Dansk Svømmebadsteknisk Forening.

stor badebelastning. Sådanne bassiner er f.eks. undervisnings- og morskabsbassiner. For en uddybning af denne problemstilling henvises til afsnit 4.3.

For at undgå reduktion af bassincirkulationen kan kulfiltrene i stedet installeres således, at vandet fra filtrene i stedet ledes til bassinets hovedindløbsledning før der foretages klor dosering. For at undgå kulstøv mv. i bassinet, og dermed kimdannelse, bør der samtidig sættes et specialfilter på vandet fra kulfiltrene. Alternativt kan sikring mod kimdannelse opnås ved enten at installere et anlæg med ultraviolet bestråling på afgangsvandet eller ved at holde et tilstrækkeligt højt Redox-potentiale⁶ før og efter filtrering gennem de aktive kulfiltre.

Kulstøv og andre mekaniske urenheder, der tilbageholdes i filtrene, skal fjernes jævnlige, ligesom filtermaterialet skal løsnes. Det sker gennem skylning af filtrene. I modsat fald dannes klumper i filtermaterialet og filtereffektiviteten nedsættes.

4.2.1.3 Ultraviolet bestråling

Ultraviolet lys (UV-C) er påvist at kunne reducere indholdet af bundet klor i bassinvand. Lysen kan i et vist omfang også inaktivere mikroorganismer og reducere kimdannelse jf. ovenfor.

Anlæg til ultraviolet bestråling (UV) består normalt af kviksølv UV-lamper med en bølgelængde på ca. 254 nm. I visse anlægstyper suppleres der dog med andre lampetyper, f.eks. fotokemiske lamper, hvilket øger anlæggets kapacitet til nedbringelse af bundet klor.

Effektiviteten af bestrålingen afhænger af UV-strålernes gennemtrængningsevne i vandet samt af lampernes intensitet og bestrålingstid.

For at UV-anlægget kan fungere korrekt, kræves, at det frie klorindhold *ved dosering* er mindst 0,5 mg/l. I modsat fald er det nødvendigt at basisklorere i anlæggets tilgangsledning.

UV-anlæg kan etableres enten som delstrømsanlæg eller som anlæg monteret direkte i hovedcirkulationsledningen til bassinerne.

4.2.1.4 Metodesammenligning

Den supplerende vandbehandling i UV-anlæg indvirker ikke på bassincirkulationen og indebærer i modsætning til aktive kulfiltre ikke risiko for bakterieforurening af bassinerne.

Nedsættelsen af bassincirkulationen ved installation af aktive kulfiltre betyder, at disse filtre ikke kan anvendes i ubegrænset omfang for at nedbringe indholdet af bundet klor. Hensynet til en tilfredsstillende omsætningshastighed for bassinvandet betyder, at den vandmængde, der sendes gennem kulfiltrene, ikke bør udgøre mere end 10 pct. af hovedcirkulationsvandmængden.

Driftsmæssigt er UV-anlæg simple, idet korrekt vandkvalitet kan opretholdes alene ved ændring af driftstiden, dvs. ved ind- og udkobling af anlæggene. Såfremt vandkvaliteten i øvrigt er i orden, kan anlæggene endog tages ud af drift i kortere eller længere perioder.

⁶ Desinfektionsniveau målt ud fra kombinationen af bassinets indhold af frit klor og pH-værdi.

I forhold til aktive kulfiltre har UV-anlæg den ulempe, at indholdet af trihalometaner kan stige ved et højt indhold af organisk stof i bassinvandet⁷. Det gælder både, hvis der *alene* benyttes ultraviolet bestråling til at reducere indholdet af bundet klor og hvis det sker *i kombination* med kulfiltre. Et højt indhold af organisk stof kan f.eks. skyldes høj badebelastning, en ikke-optimal filtrering af bassinvandet eller for lav bassincirkulation.

Generelt er erfaringerne med installation af UV-anlæg mere begrænsede end erfaringerne med brug af aktive kulfiltre. Det indebærer bl.a., at de kapacitetskrav, der beregnes i kap. 5 for forskellige indhold af bundet klor vil være noget usikre.

4.2.2 Trihalometaner

Ved reaktion mellem (frit) klor og organisk stof dannes trihalometaner (THM), som er forskellige halogener, især klor- og bromforbindelser. Det er videnskabeligt dokumenteret, at flere af disse forbindelser er mutagene, dvs. kan ændre arveegenskaberne. Desuden er nogle af forbindelserne under mistanke for at være kræftfremkaldende.

4.2.2.1 Generelle erfaringer

I Danmark har der ikke været tradition for at foretage supplerende vandbehandling for at nedbringe indholdet af trihalometaner i bassinvandet. Erfaringerne på dette område er derfor begrænsede.

Der har dog været udført forsøg med at anvende et specielt aktiv kul⁸, der har vist sig at kunne tilbageholde trihalometaner i kulfiltret.

I udlandet er THM-indholdet blevet reduceret gennem pulverkuldosering i sandfiltre og installation af ozonanlæg.

Dosering med pulveriseret aktivt kul kræver, at det frie klorindhold i bassinvandet er væsentligt lavere end de nugældende typiske niveauer, og bedst ned til de i Tyskland gældende krav for frit klor på mellem på 0,3 og 0,6 mg/l. Pulverkuldoseringen betyder samtidig, at indholdet af bundet klor nedsættes.

Installation af ozonanlæg har hidtil vist sig ganske omkostningstungt. Samtidig stilles der store sikkerhedskrav til fjernelse af overskydende ozon, inden det tilføres bassinerne. Metoden er derfor ikke anbefalelsesværdig.

Beskrivelsen af metoder til reduktion af mængden af THM vil derfor alene omfatte anvendelse af aktivt specialkul med udgangspunkt i de nævnte forsøg. Som for UV-anlæg er beregningerne af filterkrav i kap. 5 derfor forbundet med usikkerhed.

Kulfiltrene hertil installeres i afgangsledningen fra de "traditionelle" kulfiltre til nedbringelse af bundet klor. Derfor sker der ved installation af filtrene ingen (yderligere) påvirkning af vandcirkulationen i bassinerne.

4.2.2.2 Aktivt specialkul til THM-filtre

Anvendelse af metoden er betinget af, at klorene i bassinvandet fjernes fuldstændigt. Det er nødvendigt af hensyn til levetiden for specialkullet. Derfor bliver THM-kulfiltrene indbygget i en delstrøm på afgang fra de normale

⁷ Se f.eks. Dansk Svømmebadsteknisk Forening: "Forsøg med aktivt kul og UV-anlæg", publikation nr. 66/2003, januar 2003.

⁸ HyperSorb25.

kulfiltre. Afgangsvandet fra THM-filtrene ledes herefter igen til afgangsvandet fra de traditionelle filtre.

For at opnå den længst mulige levetid for specialkullet bør det før installation af THM-filtrene sikres, at det enkelte svømmeanlæg er driftsoptimeret både med hensyn til vandrensning og til bassincirkulation.

THM-kulfiltrene vil i lighed med de traditionelle kulfiltre tilbageholde mekaniske urenheder, herunder kulstøv fra nedslidt filtermateriale. For at modvirke dannelse af klumper i filtermaterialet med følgende nedsat effektivitet er der derfor også for denne type filtre bl.a. behov for, at eventuelle urenheder fjernes jævnlige gennem hyppig, helst ugentlig, skylning af filtrene.

4.3 Bassincirkulation og omsætningstid

For generelt at sikre en optimal vandkvalitet er det nødvendigt, at bassincirkulationen, dvs. omsætningen af vandmængden i det enkelte bassin, er tilstrækkelig god. Alt andet lige bør bassincirkulationen være større jo større badebelastning, dvs. jo flere antal badende.

I den gældende bekendtgørelse indgår omsætningstiden som nævnt som indikator for bassincirkulationen.

Omsætningstiden er imidlertid kun en partiel indikator for vandomsætningen, idet den alene siger noget om den hastighed, hvormed bassinvandet bliver omsat. I vurderingen af vandomsætningen må også indgå, hvorledes omsætningen sker. Der må her ses på forløbet af *vandgennemstrømningen*, dvs. opblandingen af vandet i bassinet.

Derudover kan omsætningstiden i sig selv være problematisk som kvalitetsparameter, idet den pr. definition ikke tager hensyn til badebelastningen⁹. Dette forhold er især relevant for undervisnings- og morskabsbassiner. Ifølge bekendtgørelsen må disse bassiners omsætningstid højst være 2 timer. Bassinerne må samtidig have en temperatur på højst 30°. Ved en sådan maksimumstemperatur er der krav om¹⁰, at der skal være 2 m³ behandlet vand¹¹ pr. badende. Dette krav betyder, at der formelt sættes et loft på antallet af badende og dermed den potentielle badebelastning.

Varmtvandsbassiner på den anden side må have en omsætningstid, der kun er på højst 0,5 time, dvs. der kræves en omsætningshastighed, der er 4 gange højere. Denne bassintype skal have en temperatur på mindst 32°, altså kun marginalt varmere end undervisnings- og morskabsbassiner. Kravet⁹ til mængden af behandlet vand pr. badende er på 3 m³, dvs. en stigning, der er forholdsvis mindre end stigningen i omsætningshastighed og dermed også hovedcirkulationsmængde. Stigningen i *potentiel* badebelastning vil derfor også være forholdsvis mindre.

Problemstillingen kan nemmest illustreres ved et eksempel, hvor det antages, at undervisningsbassinet og varmtvandsbassinet har samme volumen:

⁹ Jf. Dansk Standard (DS) 477: "Norm for svømmebadsanlæg" (1996) kap. 3.2.

¹⁰ *ibid.* kap. 7.3.

¹¹ defineret som hovedcirkulationsmængde

	(1) Volumen	(2) Krav til oms. tid	(3)=(1)/(2) Hoved- cirk.m.	(4) Temp.	(5) Beh.vand/ba- dende	(6)=(3)/(5) Max. ant. badende
Undervisningsbassin	m ³ 100	t 2	m ³ /t 50	30	m ³ 2	25
Varmtvandsbassin	100	0,5	200	32	3	67

Det ses, at varmtvandsbassinet skal have en hovedcirkulationsmængde, der er 4 gange større end for et undervisningsbassin, der ellers er (stort set) identisk mht. volumen og temperatur. Samtidig er den potentielle, tilladte badebelastning (søjle (6)) kun 2½ gange større. I praksis føres der imidlertid ingen effektiv kontrol med, om kravet til maksimal badebelastning er overholdt. Undervisningsbassiner har erfaringsmæssigt en større belastning end formelt tilladt.

Misforholdet mellem krav til omsætningstid og til badebelastning betyder, at undervisnings- og morskabsbassiner ofte er underdimensionerede mht. bassin-cirkulation, selv om kravet til omsætningstid er overholdt. I en vurdering af om bassinvandets omsætningstid er passende, må derfor også indgå den *reelle* badebelastning, dvs. der skal ske en registrering af antal badende i bassinet pr. time.

Den lave hovedcirkulationsmængde i undervisnings- og morskabsbassiner i forhold til badebelastningen gør det teknisk vanskeligere – og dyrere – at reducere indholdet af bundet klor til det niveau, der er foreslået i udkastet til ny bekendtgørelse. Som gennemgået i afsnit 4.2.1.4 er brug af aktive kulfiltre til reduktion af bundet klor indhold jo netop begrænset af hovedcirkulationsmængdens størrelse.

4.3.1 Metoder til forbedring af bassincirkulation

Såfremt en forbedring af bassincirkulationen er nødvendig for at overholde gældende krav til omsætningstid eller for at opfylde den nye bekendtgørelses krav, bør der naturligvis først ske en driftsmæssig optimering. Denne optimering omfatter bl.a. returskylning, kemikaliedosering samt rengøring af bassiner, herunder overløbs- (skvulpe-)render og udligningstanke.

Dernæst kan forbedringer opnås gennem investeringer til ændring af selve bassinets udformning i form af konstruktion af nye bundindløb.

I de fleste tilfælde indebærer i en sådan investering, at der skal påstøbes en ny bassinbund med nye indløbsrør, hvilket er ganske omkostningskrævende.

Under alle omstændigheder skal der samtidig laves nye overløbsrender eller ske tilpasning af eksisterende højtliggende render. For at give bedst mulig vandgennemstrømning bør bassinvandet løbe ud via højtliggende overløbsrender. I ældre bassiner udtages bassinvandet hovedsagelig gennem bundudløb og kun i mindre grad gennem (lavtliggende) render eller de såkaldte skimmere, der er åbninger i bassinsiden, hvor vandet kan løbe ud.

Endvidere indebærer investeringen, at der skal etableres en udligningstank. En sådan tank indeholder den fortrængte vandmængde fra de badende, bl.a. forårsaget af vandbevægelser. Dermed sikres en tilstrækkeligt god overfladeskimning af bassinet.

Endelig kan en bedre bassincirkulation, i det omfang den er begrænset af hovedsystemets kapacitet, opnås gennem udskiftning af vandbehandlingsanlægget.

4.4 Grundlag for omkostningsberegninger

Den vurdering af investerings- og driftsomkostninger ved brug af aktivt kul til nedbringelse af indholdet af bundet klor, der foretages i det følgende kapitel, tager udgangspunkt i anvendelse af kultypen Aquasorb 2000¹².

Beregningerne for reduktion af bundet klor indhold ved installation af UV-anlæg er baseret på samme type udstyr, som blev anvendt ved forsøg udført af Dansk Svømmebadsteknisk Forening i Køge Svømmeland¹³.

Tekniske såvel som omkostningsdata for aktive kulfiltre til reduktion af indholdet af trihalometaner er indhentet fra den virksomhed, der har udført forsøgene med specialkulfiltrene.

Alle anførte beløb for investerings- og driftsomkostninger er opgjort i prisniveau januar 2002 og er ekskl. moms.

¹² Denne types effektivitet er dokumenteret i forsøg udført af Dansk Svømmebadsteknisk Forening jf. artikel i foreningens Publikation nr. 62/2001 om "Forsøg med aktivt kul og UV-anlæg".

¹³ Fabrikatoplysninger fremgår af tabel 5-4.

5 Omkostninger til forbedring af vandkvalitet

I det følgende antages, at driftsoptimering ikke kan bidrage til at sikre overholdelse af de strammere krav til bassinvandkvalitet. En skærpelse udløser dermed behov for nyinvesteringer med potentiel indvirkning også på driftsomkostningerne.

5.1 Investeringsbehov

Behovet for investeringer i forbedret bassinkvalitet afhænger især af badebelastningen. I den sammenhæng er antal besøgende om året en væsentlig indikator.

I vurderingen af investeringsomkostninger ved skærpede krav om indhold af bundet klor og trihalometaner sondres mellem 3 hovedbassintyper¹⁴:

- Type I: 25 og 50 m- samt springbassiner.
Disse bassiner antages i beregningerne i dette kapitel at have 175.000 besøgende pr. år
- Type II: Undervisnings-, morskabs-, børne- og soppebassiner
Antal badegæster antages at være 70.000 årligt
- Type III: Varmtvands- og terapibassiner samt spabade.
Antallet af badegæster sættes ligeledes til 70.000 om året.

5.1.1 Bundet klor

Investeringsbehovet for at nedbringe indholdet af bundet klor må i første instans forventes at afhænge af den mængde bundet klor, der dannes i bassinet og af det ønskede niveau efter behandling, den såkaldte indgangskoncentration.

Den dannede mængde bundet klor antages at variere med hovedbassintype:

- Type I: dannet bundet klormængde sættes til 0,2 g pr. badende
- Type II: bassiner med dannet bundet klor på 0,3 g pr. badende
- Type III: mængden af dannet bundet klor antages at være 0,4 g pr. badende

For indgangskoncentrationen sondres der for beregningsformål mellem 3 niveauer:

- Niveau 1: indgangskoncentration 1,0 mg/l
Dette niveau svarer til den absolutte maksimumsværdi i den gældende bekendtgørelse

¹⁴ Beregningsmetoderne der udvikles i dette kapitel, anvendes i kapitel 6 til beregning af omkostninger pr. bassinkategori og pr. badende. Ud fra sidstnævnte enhedsomkostninger beregnes herefter skøn for hvert enkelt af de bassiner, der indgår i beregningspopulationen. De beregnede omkostninger er gennemsnitlige, og der kan derfor i praksis være større variationer i omkostningerne pr. bassin i samme kategori end i de foretagne beregninger for hvert bassin.

- Niveau 2: indgangskoncentration 0,5 mg/l
Niveauet er identisk med den vejledende maksimumsværdi i bekendtgørelsen
- Niveau 3: indgangskoncentration 0,2 mg/l
Koncentrationen er lig med den foreslåede (absolutte) maksimumsværdi i udkastet til ny bekendtgørelse.

5.1.1.1 Aktive kulfiltre

De nødvendige investeringer i aktive kulfiltre, mere præcist filterkapacitet, vil ud over den dannede klormængde og den ønskede indgangskoncentration afhænge den reduktion af bundet klor, der er mulig gennem filtret.

Omfanget af denne reduktion afhænger af kuleffektiviteten, der igen afhænger af den ønskede indgangskoncentration. Tabel 5-1 viser de beregningsmæssige forudsætninger herom.

Tabel 5-1: Indgangskoncentration og filterreduktion

		Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Indgangskoncentration	mg/l	1,0	0,5	0,2
Kuleffektivitet	pct.	85	80	75
Reduktion over filter	mg/l	0,85	0,40	0,15

Den reduktion af bundet klor, der er mulig gennem filtret, vil således ikke blot være lavere, jo mindre indgangskoncentration, men også falde mere end proportionalt med faldet i indgangskoncentration. Følgelig vil filterbehov og dermed investeringsbehov være forholdsvis højere ved lave krav til indhold af bundet klor.

Filterkapaciteten udtrykkes konventionelt som kapacitet i m³ pr. time og beregnes som den dannede bundne klormængde pr. time¹⁵ i forhold til filterreduktionen.

Tabel 5-2: Nødvendig filterkapacitet fordelt på bassintyper

Bassintype/Indgangskoncentration	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)	Memo: dannet bundet klor/t
	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t	g
Type I	4,8	10,1	27,0	4,1
Type II	2,9	6,1	16,2	2,4
Type III	3,8	8,1	21,6	3,2

For given indgangskoncentration, dvs. krav til indhold af bundet klor, ses den krævede filterkapacitet at være direkte proportional med den dannede bundne klormængde, som bestemmes af bassintype og antal besøgende.

Eftersom filterreduktionen falder mere end proportionalt med lavere indgangskoncentration, vil behovet for filterkapacitet omvendt øges mere end proportionalt med reduktionen i indgangskoncentration, hvilket er illustreret i tabellen.

For at kunne vurdere investeringsomkostningerne er der indhentet markedspriser for komplet installerede og indkørte kulfiltre for udvalgte diametre for det aktive kul. Den detaljerede prisliste findes i bilag II (A). Investeringsudgiften pr. m³/t filterkapacitet for de forskellige filterstørrelser er i beregningerne sat til den nærmeste filterstørrelse i prislisten. Hvad angår *mindre* filterstørrelser end anført i prislisten, antages, at prisen pr. enhed svarer til minimumsprisen for det mindste

¹⁵ det gennemsnitlige antal badegæster pr. time gange den antagne bundne klormængde dannet pr. person.

filter og samtidig, at det minimale investeringsbeløb i så tilfælde er prisen på den mindste størrelse, dvs. 38.000 kr. For filtre *større* end anført i prislisten antages, at enhedsprisen er prisen på den største filterstørrelse i prislisten dvs. 13,2 m³/t. Fra prislisten bemærkes endvidere af de beregnede enhedsomkostninger pr. m³/t, at investering i de mindre størrelser er forholdsvis dyrere.

De samlede omkostninger ved installation af aktive kulfiltre til nedbringelse af indhold af bundet klor er givet i tabel 5-3. De samlede omkostninger er beregnet ved at gange den nødvendige filterkapacitet med enhedsprisen fra prislisten.

Tabel 5-3: Investeringsomkostninger for aktive kulfiltre til bundet klor

Bassintype/Indgangskoncentration	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
Omkostninger pr. bassin:	kr.	kr.	kr.
Type I	53.000	102.000	243.000
Type II	48.000	60.000	163.000
Type III	43.000	82.000	217.000

I prisberegningerne er filterkapacitetsbehovet forøget med 25 pct. i forhold til den teoretisk beregnede kapacitet som sikkerhedsmargin¹⁶, således at der indbygges en vis overkapacitet.

5.1.1.2 UV-lamper

For UV-anlæg er det, i modsætning til aktive kulfiltre, ikke muligt at specialdesigne anlægsstørrelsen. Denne vil være betinget af mulige lampetyper og lampernes effekt. En fabrikant af UV-anlæg, er derfor blevet bedt om at dimensionere UV-anlægsstørrelser for de 3 hovedbassintyper og med de tre niveauer for indgangskoncentration, der blev anført i afsnit 5.1.1.

Helt analogt med reduktion af bundet klor gennem aktive kulfiltre vil kapacitetsbehovet afhænge af mængden af dannet bundet klor, udtrykt gennem hovedbassintype, samt den krævede indgangskoncentration. Forskellene i afgiven effekt mellem bassintyper vil for en given indgangskoncentration afspejle forskelle i dannet bundet klormængde jf. tabel 5-2.

Tabel 5-4: Nødvendigt kapacitetsbehov for UV-anlæg

Bassintype/Indgangskoncentration			Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
Type I (dannet bundet klor/t 4.1g)	Anlægskap.	m ³ /t	5	10	30
	Driftstid	t	20	24	24
	Install. effekt	kW	0,645	0,815	2,420
	Afgiven eff.	kWh	12,9	19,6	58,1
Type II (dannet bundet klor/t 2.4g)	Anlægskap.	m ³ /t	5	10	30
	Driftstid	T	12	15	14
	Install. effekt	kW	0,645	0,815	2,420
	Afgiven eff.	kWh	7,7	12,2	33,9
Type III (dannet bundet klor/t 3.2g)	Anlægskap.	m ³ /t	10	15	30
	Driftstid	T	12	14	19
	Install. effekt	kW	0,815	1,435	2,420
	Afgiven eff.	kWh	9,8	20,1	46,0

¹⁶ Jf. anbefaling fra Dansk Svømmebadsteknisk Forening i Publikation 56/2000: "Aktive kulfiltre til reduktion af bundet klor i bassinvand"

Samtidig er fabrikanten anmodet om priser for mulige anlægsstørrelser. Der er tale om anlæg med en kombination af UV- og fotokemiske lamper, hvilket som tidligere nævnt øger anlægskapaciteten. Den detaljerede prisliste findes i bilag II (B). Det ses, at begrænsningen i anlægsstørrelser betyder en investeringsomkostning på min. 83.000 kr., som er prisen på det teknisk mindst mulige UV-anlæg af den her gennemgåede type.

Den valgte UV-anlægsstørrelse vil naturligvis afhænge af det antal bassiner, der er tilknyttet vandbehandlingsanlægget i hvert enkelt svømmebad. I prislisten er tillige beregnet den marginale omkostning pr. m³, der må betales for at få et anlæg større end det mindst mulige. Denne marginalomkostning er i gennemsnit for alle anlægstyper beregnet til 2.557 kr./m³. Det vil sige, at den samlede investeringsomkostning pr. bassin vil være på 83.000 kr. med et tillæg på 2.557 kr. pr. m³/t kapacitet.

Ud fra denne forudsætning er i tabel 5-5 vist de beregnede investeringsomkostninger pr. bassintype og krævet indgangskoncentration.

I lighed med de aktive kulfiltre er behovet for UV-lampekapaцитet i omkostningsberegningerne forøget med en sikkerhedsmargin på 25 pct. af den teoretisk beregnede kapacitet.

Eftersom størrelsen på UV-anlæggene er den samme for type I og type II-bassiner, er også investeringsomkostningerne ens. For type III er omkostningerne generelt noget højere som en følge af det generelt større kapacitetsbehov.

Tabel 5-5: Investeringsomkostninger for UV-anlæg

Bassintype/Indgangskoncentration	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
Omkostninger pr. bassin	kr.	kr.	kr.
Type I	104.000	120.000	184.000
Type II	104.000	120.000	184.000
Type III	120.000	136.000	184.000

5.1.2 Trihalometaner

Indholdet af trihalometaner i bassinvandet er påvist alene at variere med den cirkulerende vandmængde i bassinet, den såkaldte hovedcirkulationsmængde. Den nødvendige kulfilterstørrelse til nedbringelse af THM-indhold og de deraf afledte investeringsomkostninger vil derfor afhænge dels af det enkelte bassins hovedcirkulationsmængde, dels af den mængde THM, der fjernes ved behandling.

Hovedcirkulationsmængden er bestemt af bassinvolumen og omsætningstid. For de tre hovedbassintyper skal derfor gøres følgende supplerende antagelser:

- Type I: Hovedcirkulationsmængden antages at være 210 m³/t
Denne svarer til et bassin med et volumen på 750 m³ og dimensionerne 25m x 15m x 2m. Den heraf beregnede omsætningstid (volumen i forhold til hovedcirkulationsmængde) er 3,6 t.
- Type II: Hovedcirkulationsmængden er forudsat at være 80 m³/t
Dette svarer til et bassinvolumen på 120 m³ og en omsætningstid på 1,5 t.
- Type III: Hovedcirkulationsmængden er sat til 200 m³/t
Et tilsvarende bassinvolumen og omsætningstid er hhv. 100 m³ og 0,5 t.

Som tidligere belyst er brug af aktive kulfiltre til kontrol af THM indhold stadig på forsøgsstedet. Den tekniske dimensionering af specialfiltre for at nedbringe THM-indholdet bygger derfor på oplysninger fra det firma, der har udført disse forsøg. Firmaet har beregnet, at en THM-reduktion på 25-50 µg/l kræver en delstrøm til specialfiltret på 2-3% af hovedcirkulationsmængden. En reduktion på 50-100 µg/l forøger delstrømsandelen til 3-6% af hovedcirkulationsmængden.

Det vil sige, at delstrømsandelen og dermed den krævede filterkapacitet vil være direkte proportional med reduktionen i THM-indhold. Givet, at metoden er under testning, er det kun muligt at angive intervaller for THM-reduktion og analogt hermed intervaller for krav til delstrømskapacitet.

Niveauerne for THM-reduktion er valgt med udgangspunkt i den gældende bekendtgørelse og udkastet til ny bekendtgørelse. En THM reduktion i størrelsesordenen 25-50 µg/l er inden for de realistiske reduktionsmuligheder for bassiner på mindst 25 m. Tilsvarende afspejler reduktionen i niveauet 50-100 µg/l de sandsynlige variationsgrænser for de øvrige bassinkategorier.

I investeringsberegningerne, der følger, antages mere specifikt, at delstrømsandelen ved en THM-reduktion på 25-50 µg/l er på 2½ pct. Ved en THM-reduktion på 50-100 µg/l sættes den til 5 pct. af hovedcirkulationsmængden. Den krævede filterkapacitet for de tre hovedbassintyper kan herefter beregnes jf. tabel 5-6. F.eks. er den krævede kapacitet for et type II bassin med en hovedcirkulationsmængde på 200 m³/t 2½ pct. heraf ved en THM reduktion på 25-50 µg/l.

Tabel 5-6: Krævet filterkapacitet ved reduktion af THM-indhold

Fjernet THM-indhold	25-50 µg/l	50-100 µg/l	Memo: Hovedcirk.m.
Delvandmængde til filter:	pct.	pct.	
Andel af hovedcirkulationsmængde	2,5	5	-
Bassintype:	m³/t	m³/t	m³/t
Type I	5,3	10,5	210
Type II	2,0	4,0	80
Type III	5,0	10,0	200

For type III-bassiner betyder den lavere maksimale omsætningstid og deraf følgende forholdsvis store hovedcirkulationsmængde, at kravet til filterkapacitet er lige så stort som for de langt større type I-bassiner.

Til vurdering af investeringsomkostningerne er indhentet markedspriser for komplet installerede og indkørte specialfiltre for udvalgte diametre for det aktive specialkul. Den detaljerede prisliste findes i bilag II (C).

Den mindste filterkapacitet (0,7 m³/t) er kun relevant for et meget lille antal bassiner. Den gennemsnitlige investeringsudgift pr. m³ filterkapacitet, beregnet ud fra de *øvrige* filterstørrelser, kan opgøres til 24.067 kr. (ekskl. moms). Dette gennemsnit benyttes ved beregningen af investeringsomkostningerne. Denne prisformel er valgt, idet den generelle prisusikkerhed gør, at det ikke her er hensigtsmæssigt at vælge de m³-priser, der svarer til den krævede filterkapacitet. Minimumsinvesteringen vil være 21.000 kr. svarende til prisen på den mindst mulige filterkapacitet.

De samlede omkostninger ved installation af aktive kulfiltre for overholdelse af krav om indhold af trihalometaner er vist i tabel 5-7. F.eks. er omkostningerne for

type II-bassinet i eksemplet ovenfor blot filterkapaciteten på 5 m³/t gange enhedsprisen pr. m³/t filterkapacitet.

I modsætning til investeringerne i bundet klor reduktion indgår der ingen sikkerhedsmargin i beregningerne. Omkostningsberegningerne er i forvejen usikre, og fabrikanten har da heller ikke anbefalet at inkludere en sådan margin.

Tabel 5-7: Investeringsomkostninger for aktive kulfiltre til THM

Bassintype/THM reduktion	25-50 µg/l	50-100 µg/l
Omkostninger pr. bassin:	kr.	kr.
Type I	127.000	253.000
Type II	49.000	97.000
Type III	121.000	241.000

Med de ensartede krav til filterkapacitet er de beregnede samlede investeringsomkostninger for bassiner af type I hhv. III stort set de samme. Under de givne forudsætninger om delstrømmængder fordobles investeringsomkostningerne med en fordobling af kravet til reduktion af THM-indhold.

5.1.3 Omsætningstid

Investering i reduceret omsætningstid kan enten være i form af investering i det enkelte bassin eller investering i selve svømmeanlægget jf. diskussionen i 4.3.1.

Bassininvesteringen omfatter bundindløb, overløbsrender samt en udligningstank, hvis en sådan ikke findes allerede. Førstnævnte er som oftest ganske omkostningskrævende, idet bassinerne ofte er placeret direkte på jorden.

Tabel 5-8 Investeringsomkostninger for forbedring af omsætningstid

Investering/bassintype	Type I	Type II	Type III
	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.
<i>Bassininvestering:</i>			
Bundindløb og overløbsrender	1,0-3,0	1,0-2,0	1,0-2,0
Udligningstank	0,2-0,3	0,1-0,3	0,1-0,3
I alt	1,2-3,3	1,1-2,3	1,1-2,3
<i>Anlægsinvestering:</i>			
Vandbehandlingsanlæg	1,0-2,0	0,7-1,7	1,0-2,0
Teknikkælder	0,6-0,9	0,4-0,6	0,6-0,9
I alt	1,6-2,9	1,1-2,3	1,6-2,9

Anlægsinvesteringen er i princippet begrænset til installation af et nyt vandbehandlingsanlæg. Erfaringsmæssigt indebærer etablering af et nyt anlæg imidlertid også, at der skal bygges en ny teknikkælder med plads til anlægget.

Med udgangspunkt i Rambølls erfaringer med renovering af svømmeanlæg er der udarbejdet overslag pr. bassin over bassin- og svømmeanlægsinvesteringerne for de tre hovedbassintyper jf. tabel 5-8. Det skal understreges, at omkostningerne er skønsmæssige og behæftede med betydelig usikkerhed, hvad angår såvel bassin- som anlægstype.

5.2 Driftsomkostninger

I beregningen af driftsomkostningerne for de forskellige anlægstyper indgår alene de direkte omkostninger vedrørende driften af vandbehandlingsanlæggene, og som umiddelbart fører til betalinger. Det er kun disse omkostninger, der er

relevante, når der ud fra et kriterium om økonomisk fordelagtighed eventuelt skal vælges mellem forskellige investeringsalternativer. Det betyder derfor, at der ses bort fra afskrivninger på anlæggene. Såfremt hensættelser til nyinvesteringer er en del af budgetprocessen, skal sådanne hensættelser naturligvis medtages. I den forbindelse anbefales, at anlæggenes levetid, uanset type, sættes til 20 år.

De beregnede investeringsomkostninger for bundet klor indeholder et sikkerhedstillæg på 25 pct. Denne margin skal alene imødegå den normale variation i belastningen og får derfor ingen betydning for beregningen af driftsomkostninger, der således beregnes ud fra den teoretisk beregnede kapacitet.

5.2.1 Aktive kulfiltre til fjernelse af bundet klor

De årlige driftsomkostninger for at nedbringe mængden af bundet klor afhænger især af filterkapaciteten og af levetiden på det benyttede kul.

Filterkapaciteten blev bestemt i afsnit 5.1.1.1. Levetiden på det aktive kul afhænger af den mængde af bundet klor, der skal adsorberes i kullene, samt af den nedbrydning af kul, der er forårsaget af indholdet af frit klor i bassinvandet til filtret.

Den teoretiske levetid for kullene kan beregnes ud fra den adsorberede mængde af bundet klor, idet der ved givent indhold af frit klor, kan adsorberes ca. 130 g bundet klor pr. kg filtermasse. Herudfra er kullenes levetid i forhold til krævet indgangskoncentration beregnet som vist i tabel 5-9.

Tabel 5-9: Teoretisk levetid for aktiv kul til bundet klor

Indgangskoncentration	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
Levetid (år)	0,7	1,5	4,0

Umiddelbart synes det ulogisk, at levetiden for aktivt kul ved et niveau på 0,2 mg/l er væsentligt længere end ved et niveau på 1,0 mg/l. Baggrunden herfor er, at kilmængden for at fjerne den samme mængde bundet klor skal være væsentligt større ved et niveau på 0,2 mg/l end ved 1,0 mg/l. Da kilmængden er større, kan der samlet adsorberes væsentlig mere bundet klor, hvilket betyder længere levetid.

For at minimere den nedbrydning af kul, der er forårsaget af det frie klor i tilgangen til filtrene, bør det frie kloroverskud være så lavt som muligt, dvs. under passende hensyntagen til at undgå bakteriologisk vækst i filtrene. Denne vækst kan holdes nede gennem et tilstrækkelig højt Redox-potentiale kombineret med returskylning af filtrene med klorret bassinvand ca. 1 gang om ugen. Returskylningen sikrer derudover porøst kul og dermed en ensartet vandfordeling i kullet. En halvering af det frie kloroverskud betyder, at kullenes levetid forlænges med ca. 20-30 pct.

I praksis viser driftserfaringer fra typiske anlæg, at levetiden på det aktive kul normalt er mellem 1 og 2 år, om end der også er kul, der er virksomme efter 3 års drift.

I beregningerne af driftsomkostningerne antages en levetid på 0,7 år for Niveau 1-indgangskoncentrationen, 1,5 år for Niveau 2 og 3 år for Niveau 3.

5.2.1.1 Beregning af enhedsomkostninger

De direkte driftsomkostninger kan inddeles i 3 kategorier:

1. Variable driftsomkostninger, hvis størrelse er direkte proportional med driftstiden.

2. Faste driftsomkostninger, hvis størrelse afhænger af filterkapaciteten og kullelets levetid.
3. Faste driftsomkostninger, hvis størrelse alene afhænger af kullelets levetid.

ad 1): De variable driftsomkostninger omfatter udgifter til elektricitet til drift af pumpen i delstrømmen, klor til vandmængden i delstrømmen og vand til returskylning af filtre. Herfra skal trækkes den sparede varmeudgifter til bassinopvarmning ved omsætning af den elektriske energi til varme. Disse omkostninger vil naturligvis afhænge af kulfiltrernes kapacitet.

ad 2): De faste omkostninger, der afhænger af filterkapacitet og kullelevetid, omfatter udgifter til køb af nyt aktivt kul og til nyt bundlag af sand i filterne samt den del af arbejdslønnen i forbindelse med udskiftning og bortskaffelse af kul, der afhænger af filternes størrelse.

ad 3): I de faste omkostninger, der alene afhænger af kullelets levetid indgår den del af arbejdslønnen ved udskiftning og bortskaffelse af det aktive kul, der udelukkende afhænger af, hvor hyppigt udskiftningerne sker. Udskiftningshyppigheden afspejler selvfølgelig levetiden på kullene. Størrelsen af denne omkostning vil dermed alene afhænge af indgangskoncentrationen.

Som nævnt i det foregående afsnit er det især filterkapacitet og kullelevetid, der er bestemmende for driftsomkostningerne. Begge faktorer er påvist igen at afhænge af den krævede indgangskoncentration for filterne. Filterkapaciteten afhænger desuden af hovedbassintype. I tabel 5-10 er vist de beregnede driftsomkostninger pr. enhed. For driftsomkostninger af kategori 1 og 2 er den relevante enhed en filterkapacitet på 1 m³/t. For kategori 3-omkostningen er den relevante enhed en filterudskiftning.

De detaljerede beregningsforudsætninger for tabel 5-10 er vist i bilag III. Det skal bemærkes, at det i bilaget forudsatte indhold af frit klor på 1,2 mg/l svarer til medianværdien af det nugældende vejledende krav for indendørs bassiner med en længde på mindst 25 m. Derudover bør nævnes, at det udskiftede kul kan klassificeres som brændbart affald, således at der ikke er omkostninger ved deponering.

Tabel 5-10: Enhedsdriftsomkostninger for aktive kulfiltere til bundet klor

Driftsomkostninger pr. enhed		
<i>Variable driftsomkostninger:</i>		
Elektricitet	kr./m ³ /t	269
Klor	kr./m ³ /t	154
Vand	kr./m ³ /t	312
Varmebesparelse ved omsat el-energi	kr./m ³ /t	-112
I alt variable omkostninger	kr./m ³ /t	623
<i>Faste driftsomkostninger:</i>		
Aktiv kul	kr./m ³ /t	1.375
Sand	kr./m ³ /t	80
Lønudgifter: kapacitetsafhængige	kr./m ³ /t	160
Udskiftningsafhængige	kr./udskiftn.	2.000

Fra tabel 5-10 ses, at omkostningen til køb af nye kul er forholdsvis betydelig og mere end det dobbelte af de variable omkostninger. Endvidere bemærkes, at den udskiftningsafhængige lønomkostning også er ganske høj. Begge faktorer betyder, at både kulpris og levetid har stor betydning for driftsomkostningernes størrelse.

En nedsættelse af det frie kloroverskud i bassin vandet forøger kulletets levetid, jf. afsnit 5.2.1 og bidrager dermed til en ikke uvæsentlig reduktion af driftsomkostningerne. Et lavere frit klorindhold betyder selvfølgelig også betyde lavere udgifter til klordosering, men i tabellen ses, at denne omkostningsbesparelse vil være forholdsvis ubetydelig i forhold til de samlede driftsomkostninger.

5.2.1.2 Årlige driftsomkostninger

Ud fra de ovenfor beregnede enhedsomkostninger samt oplysninger om nødvendig filterkapacitet og kullelevetid kan de årlige driftsomkostninger for hver bassintype og for hver indgangskoncentration beregnes jf. tabel 5-11.

Driftsomkostningerne ved et bundet klor-niveau på henholdsvis 1,0 og 0,5 mg/l ses at være nogenlunde ens for bassintyperne I og III. De lavere variable omkostninger ved en indgangskoncentration på 1,0 mg/l sammenlignet med et bundet klor-indhold på 0,5 mg/l opvejes af forholdsvis større lønudgifter ved indgangskoncentration 1,0 mg/l. Disse udgifter afhænger især af antallet af udskiftninger af aktivt kul. Eftersom kulletets levetid er kortere ved denne indgangskoncentration vil lønningerne i forbindelse med udskiftninger være forholdsvis større. For type II er de generelt lavere driftsomkostninger knyttet til en mindre kapacitet og dermed lavere udgifter til køb af kul.

Tabel 5-11: Årlige driftsomkostninger for aktive kulfiltre til bundet klor

Indgangskoncentration	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
	År	år	år
Kullelevetid	0,7	1,5	3,0
Bassintype I:	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Filterkapacitet	4,8	10,1	27,0
	kr.	kr.	kr.
Variable omkostninger	2.970	6.311	16.829
Køb af kul og sand	9.906	9.823	13.098
Lønninger	3.946	2.414	2.107
Driftsomkostninger i alt	16.822	18.548	32.034
Bassintype II:	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Filterkapacitet	2,9	6,1	16,2
	kr.	kr.	kr.
Variable omkostninger	1.782	3.787	10.097
Køb af kul og sand	5.944	5.894	7.859
Lønninger	3.511	1.981	1.531
Driftsomkostninger i alt	11.236	11.662	19.487
BASSINTYPE III:	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Filterkapacitet	3,8	8,1	21,6
	kr.	kr.	kr.
Variable omkostninger	2.376	5.049	13.463
Køb af kul og sand	7.925	7.859	10.478
Lønninger	3.729	2.198	1.819
Driftsomkostninger i alt	14.029	15.105	25.761

5.2.2 UV-anlæg

De direkte omkostninger ved drift af UV-anlæg bestemmes især af lampernes levetid, elforbrug og prisen på varme til opvarmning af bassin vandet.

I den her valgte anlægstype benyttes der, som tidligere begrundet, en kombination af ultraviolette (UV) og fotokemiske lamper. Driftserfaringer viser,

at UV-C rør har en *levetid* på 8.000 timer, mens den er på 4.000 timer for fotokemiske lamper.

Udgifterne til *elforbrug* vedrører fortrinsvis lamperne i anlægget. Dette elforbrug er bestemt af den installerede effekt og dermed af anlægsstørrelsen. Som det fremgik af afsnit 5.1.1.2, indgår der i nærværende rapport 4 forskellige anlægsstørrelser. De tekniske specifikationer, der er relevante i driftsmæssig sammenhæng, er resumeret i tabel 5-12.

Tabel 5-12: Tekniske data for anvendte UV-anlæg

Lampekombination		1-1	2-1	3-2	6-3
Kapacitet	m ³ /t	5	10	15	30
Antal lamper: ultraviolette		1	2	3	6
	fotokemiske	1	1	2	3
Installeret effekt	kW	0,645	0,815	1,435	2,420
Driftstid:	type I-bassin	T	20	24	n.a.
	type II-bassin	T	12	15	n.a.
	type III-bassin	T	n.a.	12	14

Anm.: cifrene i lampekombinationen angiver antal UV henholdsvis fotokemiske lamper

Oplysningerne om driftstider i tabellen for de forskellige anlægstyper er de, der skal gælde, såfremt en given indgangskoncentration skal være opfyldt for en given bassintype jf. også tabel 5-4. Prisen på *varme* vil være af betydning, idet el-effekten fra lamperne i overvejende grad afsættes som varmeenergi i bassinvandet, hvorved opvarmningsbehovet reduceres.

5.2.2.1 Beregning af enhedsomkostninger

De direkte driftsomkostninger for UV-anlæg omfatter dels de (variable) omkostninger, der er proportionale med driftstiden, dels de (faste) omkostninger, der afhænger af lampernes levetid.

I de variable omkostninger indgår klorforbrug og elforbrug til pumpe i delstrøm og til lamper. Herfra skal trækkes besparelserne i varmeudgifter. Udgifterne til klor og til el til pumpen afhænger desuden af delstrømsflowets størrelse. De faste omkostninger omfatter udgifter i forbindelse med udskiftning af lamper.

Driftsomkostningerne pr. enhed er vist i tabel 5-13. For de variable omkostninger er den relevante enhed driftstimer, idet udgiften til klor og el til pumpen tillige er angivet pr. delstrømsenhed (m³/t). For de faste omkostninger er den relevante enhed i princippet en lampeudskiftning. Eftersom levetiden for de to lampetyper som opgjort i antal driftstimer er kendt og ens for alle anlægstyper, er omkostningen pr. driftstime et identisk udtryk for størrelsen af de faste enhedsomkostninger.

Tabel 5-13: Enhedsdriftsomkostninger for UV-anlæg til bundet klor

Driftsomkostninger pr. enhed		
<i>Variable driftsomkostninger:</i>		Enhed
Klor		kr./m ³ /t
Elektricitet: pumpe		kr./m ³ /t
	Lampekombination 1-1	kr./t
	Lampekombination 2-1	kr./t
	Lampekombination 3-2	kr./t
	Lampekombination 6-3	kr./t
Varmebesparelse: pumpe		kr./m ³ /t
	Lampekombination 1-1	kr./t

Lampekombination 2-1	kr./t	-0,41
Lampekombination 3-2	kr./t	-0,72
Lampekombination 6-3	kr./t	-1,21
<i>Faste driftsomkostninger:</i>		
Køb af lamper: ultraviolette	kr./t	0,15
Fotokemiske	kr./t	0,15
Deponering: ultraviolette	kr./t	0,003
Fotokemiske	kr./t	0,006
Arbejds løn: ultraviolette	kr./t	0,006
Fotokemiske	kr./t	0,013

Det bemærkes også af tabellen, at elektricitet er langt den største driftspost, og at den mulige varmebesparelse samtidig er ganske betydelig. For yderligere beregningsforudsætninger henvises til bilag III.

5.2.2.2 Årlige driftsomkostninger

Ud fra de tekniske data i tabel 5-12 samt de beregnede enhedsomkostninger i tabel 5-13 beregnes de årlige driftsomkostninger for hver bassintype og for hver indgangskoncentration jf. tabel 5-14.

Driftsomkostningerne for UV-anlæg installeret i type I og type III-bassiner ses at have noget højere direkte driftsomkostninger end anlæg i et type II-bassin. For type I skyldes det den længere driftstid på anlægget uanset indgangskoncentration. For type III kan de forholdsvis højere omkostninger tilskrives en generelt højere installeret effekt jf. tabel 5-4. Bassiner af type II er de billigste driftsmæssigt, ikke blot fordi driftstiden kortere, men også fordi kapacitetsbehovet er lavere.

Tabel 5-14: Årlige driftsomkostninger for UV-anlæg til bundet klor

	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
Indgangskoncentration			
BASSINTYPE I:	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Kapacitet	5	10	30
	kr.	kr.	kr.
Klor	642	1.542	4.625
El	5.891	9.145	27.174
Varmebesparelse	-2.455	-3.811	-11.322
Udskiftning af lamper	2.395	4.271	12.812
Driftsomkostninger i alt	6.474	11.147	33.288
Bassintype II:	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Kapacitet	5	10	30
	kr.	kr.	kr.
Klor	385	964	2.698
El	3.535	5.716	15.851
Varmebesparelse	-1.473	-2.382	-6.605
Udskiftning af lamper	1.437	2.669	7.473
Driftsomkostninger i alt	3.885	6.967	19.418
Bassintype III:	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Kapacitet	10	15	30
	kr.	kr.	kr.
Klor	771	1.349	3.662
El	4.573	9.305	21.512
Varmebesparelse	-1.905	-3.877	-8.963
Udskiftning af lamper	2.135	4.168	10.142

Driftsomkostninger i alt	5.574	10.945	26.353
---------------------------------	-------	--------	--------

5.2.3 Aktive kulfiltre til fjernelse af trihalometaner

Driftsomkostningerne for aktive kulfiltre til reduktion af THM-indhold afhænger, i lighed med filtre til bundet klor, især af filterkapacitet og levetid på det anvendte kul.

Den nødvendige filterkapacitet blev beregnet i afsnit 5.1.2. Som nævnt er erfaringerne med anvendelse af specialkullet kun af forsøgsmæssig art. Af samme årsag er det ikke muligt at beregne den teoretiske levetid. I det følgende antages, at kullets levetid er 1 år, hvilket svarer til garantiperioden fra producenten.

Som det var tilfældet for de traditionelle kulfiltre antages det, at THM-filtrene returskylles en gang om ugen, således at kullet holdes porøst, og driften dermed optimeres.

5.2.3.1 Beregning af enhedsdriftsomkostninger

De direkte driftsomkostninger kan grupperes i de samme kategorier som kulfiltre til reduktion af bundet klor, dvs. variable driftsomkostninger proportionale med driftstiden, faste omkostninger afhængige af filterkapacitet og kullelevetid samt faste omkostninger, der alene afhænger af kullets levetid.

Tabel 5-15: Enhedsdriftsomkostninger for aktive kulfiltre til THM

Driftsomkostninger pr. enhed		
<i>Variable driftsomkostninger:</i>		
Elektricitet	kr./m ³ /t	0
Klor	kr./m ³ /t	0
Vand	kr./m ³ /t	624
Varmebesparelse ved omsat el-energi	kr./m ³ /t	0
I alt variable omkostninger	kr./m ³ /t	624
<i>Faste driftsomkostninger:</i>		
Aktiv kul	kr./m ³ /t	4.800
Sand	kr./m ³ /t	80
Lønudgifter: kapacitetsafhængige	kr./m ³ /t	160
Udskiftningsafhængige	kr./udskiftn.	2.000

I de variable driftsomkostninger vil dog ikke indgå udgifter til el og klor. Som nævnt i afsnit 4.2.2.1 installeres THM-filtrene i afgangsledningen fra de traditionelle filtre, således at hverken forbruget af elektricitet eller af klor bliver påvirket. Følgelig er der heller ikke nogen varmebesparelse fra omsat el-energi.

De herefter beregnede enhedsdriftsomkostning er vist i tabel 5-15. Beregningerne er helt analoge med de for aktive kulfiltre til bundet klor og skal derfor ikke gentages her. I stedet henvises til fremstillingen i afsnit 5.2.1.1.

Beregningsforudsætninger i øvrigt fremgår af bilag III. Enhedsomkostningerne til dækning af vandforbrug (returskylning) er dobbelt så høje som for traditionelle kulfiltre, hvilket skyldes forskel i kulfilterareal.

Udgifterne til køb af nye kul er 2½ gange højere end for traditionelle kulfiltre. Det afspejler dels en langt højere kulpris, dels et dobbelt så stort krævet kulindhold. Den høje kulpris hænger bl.a. sammen med den begrænsede efterspørgsel. Ifølge oplysninger fra leverandøren vil en mere udbredt anvendelse

af specialkullet, f.eks. ved skærpelse af krav til THM-indhold, reducere prisen væsentligt.

5.2.3.2 Årlige driftsomkostninger

De årlige driftsomkostninger for hver bassintype og hvert niveau for reduktion af THM-indhold kan beregnes ud fra enhedsomkostningerne i tabel 5-15 samt oplysninger om kullelevetid og krævet filterkapacitet jf. afsnit 5.1.2. Beregningerne er resumeret i tabel 5-16.

Udgifterne til køb af aktiv kul og sand udgør godt 75 pct. af de samlede driftsomkostninger. Et prisfald på kul vil derfor kunne mindske driftsomkostningerne ganske betragteligt. Således vil et prisfald på 25 pct. resultere i en omkostningsreduktion på ca. 20 pct. Skulle kullets levetid vise sig længere end her antaget, vil det naturligvis også influere ganske positivt på de årlige driftsomkostninger.

De forholdsvis lavere driftsomkostninger for type II-bassiner skyldes, at den krævede filterkapacitet er betydeligt mindre.

Tabel 5-16: Årlige driftsomkostninger for aktive kulfiltre til THM

THM-reduktion	25-50 µg/l	50-100 µg/l
Bassintype I:	m ³ /t	m ³ /t
Filterkapacitet	5,3	10,5
	kr.	kr.
Variable omkostninger	3.276	6.552
Køb af kul og sand	25.620	51.240
Lønninger	2.840	3.680
Driftsomkostninger i alt	31.736	61.472
Bassintype II:	m ³ /t	m ³ /t
Filterkapacitet	2,0	4,0
	kr.	kr.
Variable omkostninger	1.248	2.496
Køb af kul og sand	9.760	19.520
Lønninger	2.320	2.640
Driftsomkostninger i alt	13.328	24.656
Bassintype III:	m ³ /t	m ³ /t
Filterkapacitet	5,0	10,0
	kr.	kr.
Variable omkostninger	3.120	6.240
Køb af kul og sand	24.400	48.800
Lønninger	2.800	3.600
Driftsomkostninger i alt	30.320	58.640

5.2.4 Omsætningstid

Erfaringsmæssigt har bassin- såvel som anlægsinvesteringer til reduktion af omsætningstid ikke nogen nævneværdig indvirkning på driftsomkostningerne. Det skyldes, at investeringerne i sig selv resulterer i øget driftseffektivitet og er mere energibesparende.

Det gælder også undervisnings- og morskabsbassiner, der som nævnt i afsnit 4.3 ofte er underdimensionerede, når badebelastningen inddrages i vurderingen af bassincirkulationen. Underdimensionerede bassiner har lavere driftseffektivitet og

dermed højere løbende omkostninger, når der sammenlignes med veldimensionerede bassiner.

5.3 Omkostningseffektivitet

Såfremt der findes flere metoder til at sikre forbedring af en given parameter for vandkvalitet, vil valget mellem disse metoder afhænge dels af de tekniske muligheder for anvendelse af den enkelte metode, dels af hvilken metode, der økonomisk er den mest fordelagtige. Denne fordelagtighed måles ud fra omkostningseffektivitet, dvs. den samlede (investerings- og drifts-) omkostning pr. bassinenhed.

Ved reduktion af indhold af trihalometaner er det allerede påvist i afsnit 4.2.2.1, at de i denne rapport beskrevne tekniske alternativer til anvendelse af aktive specialkul, pulverkuldosering og ozon, enten ikke har de tekniske forudsætninger opfyldt (pulverkuldosering) eller er såvel for dyrt som sikkerhedsmæssigt vanskeligt (ozon). En sammenligning af disse tekniske alternativer viser derfor, at anvendelse af aktive specialkulfiltre er eneste realistiske metode.

For at nedbringe indholdet af bundet klor i bassinvandet er installation af aktive kulfiltre og af UV-anlæg mulige tekniske alternativer. Diskussionen af metodevalg i det følgende er herefter begrænset til investeringer i lavere bundet klormængde.

5.3.1 Metodevalg for bundet klor

De samlede omkostninger ved at reducere mængden af bundet klor gennem aktive kulfiltre hhv. UV-anlæg er vist i tabel 5-17¹⁷. For at understrege den beregningsmæssige usikkerhed er alle beløb vist i hele tusind kr.

Tabel 5-17: Investerings- og driftsomkostninger ved bundet klor reduktion

Indgangskoncentration	Investeringsomkostninger			Dir. driftsomkostninger/år		
	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)	Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
<i>Bassintype I</i>	Kr.	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.
Aktive kulfiltre	53.000	102.000	243.000	17.000	19.000	32.000
UV-anlæg	104.000	120.000	184.000	6.000	11.000	33.000
<i>Bassintype II</i>						
Aktive kulfiltre	48.000	60.000	163.000	11.000	12.000	19.000
UV-anlæg	104.000	120.000	184.000	4.000	7.000	19.000
<i>Bassintype III</i>						
Aktive kulfiltre	43.000	82.000	217.000	14.000	15.000	26.000
UV-anlæg	120.000	136.000	184.000	6.000	11.000	26.000

De nominelle omkostninger er ikke tilstrækkelige til at afgøre, hvilken metode, der økonomisk set er den mest fordelagtige. F.eks. er det for type I-bassiner med et ønsket bundet klorindhold på 1,0 mg/l de aktive kulfiltre, der er billigst investeringsmæssigt. Derimod er driftsomkostningerne, der jo skal afholdes over anlæggets 20-årige levetid, 3 gange højere end for de dyrere UV-anlæg.

For at bestemme den relative økonomiske fordelagtighed af de to metoder beregnes derfor nutidsværdien¹⁸ af investeringerne jf. tabel 5-18. I nutidsværdien

¹⁷ Tabellen er et sammendrag af tabellerne 5-3, 5-5, 5-11 og 5-14.

indgår både investeringsudgifter og driftsomkostninger. Investeringen med den laveste nutidsværdi af disse omkostninger er den økonomisk mest fordelagtige.

Tabel 5-18: Nutidsværdi af investeringer i bundet klor reduktion

Indgangskoncentration	Niveau 1 (1,0 mg/l)		Niveau 2 (0,5 mg/l)		Niveau 3 (0,2 mg/l)	
	Akt. kul	UV	Akt. kul	UV	Akt. kul	UV
	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.
Bassintype I	320.000	178.000	346.000	259.000	652.000	608.000
Bassintype II	201.000	152.000	215.000	207.000	405.000	425.000
Bassintype III	262.000	194.000	275.000	275.000	548.000	517.000

Ved en indgangskoncentration på 1,0 mg/l er UV-anlæg de billigste, idet de højere investeringsomkostninger mere end opvejes af lavere driftsudgifter som vist i tabel 5-17. Ved ønskede indhold af bundet klor på 0,5 og 0,2 mg/l er UV-anlæg ligeledes mere fordelagtige for type I-bassiner. For de øvrige bassintyper er der ingen væsentlig forskel i fordelagtigheden af de to metoder.

Imidlertid kan valget mellem UV-anlæg og kulfiltre ikke alene træffes ud fra økonomisk fordelagtighed og omkostningseffektivitet. Som nævnt i afsnit 4.2.1.4 må den installerede kulfilterkapacitet begrænses af hensyn til den cirkulerende vandmængde i bassinet, og delstrømsandelen gennem kulfiltret bør ikke overstige 10 pct. Det betyder, at de tekniske muligheder for installation af filtre efter skærpelse af krav til indhold af bundet klor afhænger af, hvorvidt der allerede er installeret sådanne filtre. Desuden vil størrelsen af hovedcirkulationsmængden naturligvis være af betydning.

Til illustration heraf er de teoretiske kapacitetskrav til aktive kulfiltre, der blev beregnet i afsnit 5.1.1.1, sammenholdt med den maksimale filterstørrelse, der kan accepteres af hensyn til en forsvarlig bassincirkulation, jf. tabel 5-19.

Kulfilterstørrelserne i tabel 5-19 er for given indgangskoncentration alene bestemt af antal badende. For de tre bassintyper, der er defineret i dette kapitel, gælder, at det kun er teknisk anbefalelsesværdigt at installere kulfiltre op til en indgangskoncentration på 0,5 mg/l. Ved en indgangskoncentration på 0,2 mg/l overstiger den installerede filterkapacitet det loft, der er fastsat af hensyn til bassincirkulationen.

Tabel 5-19: Maksimal og nødvendig filterkapacitet ved bundet klor reduktion

	Hoved-cirkulat. mængde	Max. filter-kapacitet	Nødv. filterkap. v/indg. konc.:		
			Niveau 1 (1,0 mg/l)	Niveau 2 (0,5 mg/l)	Niveau 3 (0,2 mg/l)
	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Bassintype I	210	21,0	4,8	10,1	27,0
Bassintype II	80	8,0	2,9	6,1	16,2
Bassintype III	200	20,0	3,8	8,1	21,6

Samtidig må der dog ses konservativt på anvendelse udelukkende af UV-anlæg, idet driftserfaringerne er forholdsvis mere begrænsede. Derudover har der været eksempler på, at bassinvandets indhold af THM stiger, når der anvendes UV-anlæg jf. afsnit 4.2.1.4. For den type UV-anlæg, der indgår i denne analyse, vil anlæggene således kun være et teknisk alternativ, såfremt der i forvejen er

¹⁸ Nutidsværdi-metoden sikrer, at værdien af udgifter i dag er sammenlignelig med fremtidige udgifter. Prisniveau antages uændret, dvs. metoden tager højde for, at der er alternative placeringsmuligheder for de brugte midler, f.eks. obligationskøb.

kulfiltre. I modsat fald er eneste mulighed aktive kulfiltre, uagtet at UV-anlæggene måtte være en billigere løsning.

I det følgende vurderes metode-kombinationsmuligheder og størrelsen af de nødvendige investeringer for de tre hovedbassintyper. Det forudsættes, at *udgangsniveauerne* for indhold af bundet klor er henholdsvis 1,0 og 0,5 mg/l. Førstnævnte svarer som bekendt til det nuværende absolutte maksimum og sidstnævnte til det vejledende maksimum. De ønskede slutniveauer for bundet klor-mængde er sat til 0,5 henholdsvis 0,2 mg/l, hvor sidstnævnte afspejler den absolutte maksimumsværdi i udkastet til ny bekendtgørelse.

Gennemgangen omfatter således ikke de tilfælde, hvor udgangsniveauet for bundet klor er over det nugældende maksimumsniveau og nedbringes til en indgangskoncentration på dette maksimum. Omkostningerne ved denne ændring fremgår af tabel 5-17 og omkostningseffektiviteten af tabel 5-18. Den billigste løsning, UV-anlæg, bør som nævnt kun vælges, hvis der allerede er installeret aktive kulfiltre.

Endelig skal det understreges, at de tekniske muligheder for at anvende aktive kulfiltre afhænger direkte af det antal besøgende, der forudsættes for de forskellige bassintyper. Færre besøgende end forudsat i denne analyse betyder mindre dannet klor, reducerede krav til kulfilterkapacitet og dermed bedre mulighed for at anvende kulfiltre i en given bassintype. Betydningen af disse antagelser vil blive illustreret i kap. 6.

5.3.1.1 Type I-bassiner

Tabel 5-20 viser de beregnede marginale investerings- og driftsomkostninger samt de beregnede nutidsværdier for de teknisk mulige metoder for at nedbringe indholdet af bundet klor fra de forudsatte udgangsniveauer til de ønskede slutværdier.

Omkostningerne ved investering i *yderligere* kulfiltre, dvs. der er i forvejen kulfiltre installeret, er beregnet som forskellen i omkostninger for de filterstørrelser, der svarer til udgangsniveau og slutværdi for bundet klor.

Som eksempel kan tages investeringen i at reducere indgangskoncentrationen fra 1,0 til 0,5 mg/l gennem aktive kulfiltre, hvor der i forvejen er installeret filtre. De marginale investeringsomkostninger er her beregnet som forskellen mellem omkostningerne for at nå til 0,5 mg/l og omkostningerne ved at nå til niveau 1,0 mg/l (den sidstnævnte investering er jo allerede foretaget). På tilsvarende vis er driftsomkostningerne beregnet. Såfremt der ikke i forvejen er kulfiltre, er investeringsbeløbet den fulde omkostning ved at nå niveau 0,5 mg/l jf. i øvrigt også tabel 5-16.

Tilsvarende beregningsmetode anvendes ved yderligere investering i UV-anlæg, idet der også tages hensyn til, at minimumsinvesteringen er på 83.000 kr.

Tabel 5-20: Nutidsværdi af teknisk mulige investeringer for type I bassiner

Reduktion af bundet klor:		Fra 1,0 til 0,5mg/l		Fra 0,5 til 0,2mg/l		Fra 1,0 til 0,2mg/l	
		Kulfilterkapacitet		Kulfilterkapacitet		Kulfilterkapacitet	
Investeringsstype:		Ingen	Eksist.	Ingen	Eksist.	Ingen	Eksist.
		kr.	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.
Aktive kulfiltre	Inv. omk.	102.000	49.000	-	-	102.000	49.000
	Driftsomk.	19.000	2.000	-	-	19.000	2.000
	Nutidsværdi	346.000	73.000	-	-	-	-
UV-anlæg	Inv. omk.	-	99.000	-	147.000	147.000	147.000
	Driftsomk.	-	5.000	-	22.000	22.000	22.000

	Nutidsværdi	-	161.000	-	429.000		
Kombineret anlæg	Inv. omk.					249.000	196.000
	Driftsomk.					41.000	24.000

Anm.: "-" i tabellen angiver, at investeringen ikke er teknisk mulig.

Tabellen illustrerer, at aktive kulfiltre ikke er teknisk mulige for de i dette kapitel gennemgåede bassintyper ved et slutniveau for bundet klor på 0,2 mg/l. Som vist i tabel 5-19 overstiger kulfilterkravet da 10 pct. af hovedcirkulationsmængden. Tabellen anfører også, at UV-anlæg ikke er teknisk mulige uden eksisterende kulfiltre. Alt i alt er de teknisk mulige metodekombinationer ved nedbringelse af indholdet af bundet klor fra 1,0 til 0,2 mg/l derfor meget begrænsede.

Uden allerede installerede kulfiltre er eneste mulige kombination aktive kulfiltre for få et indhold af bundet klor på 0,5 mg/l. Herefter skal der installeres UV-anlæg for at nå til et ønsket niveau på 0,2 mg/l.

Med installerede kulfiltre vælges den mest omkostningseffektive løsning, nemlig yderligere filtre, for at nå til en indgangskoncentration på 0,5 mg/l. Herefter er investering i UV-anlæg den eneste teknisk mulige metode for at nå til koncentrationen på 0,2 mg/l.

5.3.1.2 Type II-bassiner

Tabel 5-21: Nutidsværdi af teknisk mulige investeringer for type II bassiner

Reduktion af bundet klor:		Fra 1,0 til 0,5mg/l		Fra 0,5 til 0,2mg/l		Fra 1,0 til 0,2mg/l	
		Kulfilterkapacitet		Kulfilterkapacitet		Kulfilterkapacitet	
Investeringstype:		Ingen	Eksist.	Ingen	Eksist.	Ingen	Eksist.
		kr.	Kr.	kr.	kr.	kr.	kr.
Aktive kulfiltre	Inv. omk.	60.000	12.000	-	-	60.000	12.000
	Driftsomk.	12.000	1.000	-	-	12.000	1.000
	Nutidsværdi	215.000	25.000	-	-		
UV-anlæg	Inv. omk.	-	99.000	-	147.000	147.000	147.000
	Driftsomk.	-	3.000	-	12.000	12.000	12.000
	Nutidsværdi	-	134.000	-	298.000		
Kombineret anlæg	Inv. omk.					207.000	159.000
	Driftsomk.					24.000	13.000

Anm.: "-" i tabellen angiver, at investeringen ikke er teknisk mulig.

For type II bassiner er oversigten over teknisk mulige investeringer vist i tabel 5-21. Oversigten giver anledning til samme konklusioner som for type I-bassiner og uddybes ikke yderligere.

5.3.1.3 Type III-bassiner

Tabel 5-22: Nutidsværdi af teknisk mulige investeringer for type III bassiner

Reduktion af bundet klor:		Fra 1,0 til 0,5mg/l		Fra 0,5 til 0,2mg/l		Fra 1,0 til 0,2mg/l	
		Kulfilterkapacitet		Kulfilterkapacitet		Kulfilterkapacitet	
Investeringstype:		Ingen	Eksist.	Ingen	Eksist.	Ingen	Eksist.
		kr.	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.
Aktive kulfiltre	Inv. omk.	82.000	39.000	-	-	82.000	39.000
	Driftsomk.	15.000	1.000	-	-	15.000	1.000
	Nutidsværdi	275.000	51.000	-	-		
UV-anlæg	Inv. omk.	-	99.000	-	131.000	131.000	131.000
	Driftsomk.	-	5.000	-	15.000	15.000	15.000
	Nutidsværdi	-	104.000	-	322.000		
Kombineret anlæg	Inv. omk.					213.000	170.000

	Driftsomk.					30.000	16.000
--	------------	--	--	--	--	--------	--------

Anm.: ”-” i tabellen angiver, at investeringen ikke er teknisk mulig.

Heller ikke for type III bassiner giver oversigten i tabel 5-22 anledning til yderligere bemærkninger i forhold til de for type I bassiner fremførte.

5.4 Sammenfatning

Gennemgangen af beregningsmetoden for opgørelse af omkostninger til forbedring af vandkvalitet tager sit udgangspunkt i 3 standardbassintyper. Disse adskiller sig med hensyn til den dannede mængde af bundet klor pr. badende, antal besøgende og hovedcirkulationsmængden. Standardtyperne benyttes ved opgørelsen af investeringsbehovet for at reducere indholdet af bundet klor og THM i bassinvandet. Afdækningen af investeringsbehovet er naturligvis en forudsætning for at beregne omkostninger.

Investeringsbehovet ved reduktion af *bundet klor* er bestemt af den dannede mængde bundet klor og af det ønskede slutniveau herfor. Førstnævnte afhænger af antal badende og den dannede mængde bundet klor pr. person, sidstnævnte bl.a. af lovgivningen. Som slutniveauer, de såkaldte indgangskoncentrationer, fastlægges de gældende absolutte og vejledende maksima samt det foreslåede nye maksimum.

Ud fra disse forhold beregnes henholdsvis krævet filterkapacitet og UV-anlæggenes størrelse. Kapacitetskravene stiger mere end proportionalt med et lavere slutniveau for det bundne klor. Investeringsomkostningerne ved brug af aktive kulfiltre stiger ligeledes progressivt, om end i mere afdæmpet takt, idet priserne på kulfiltre falder med filterstørrelsen.

Et bundet klor-niveau på 1,0 mg/l indebærer en omkostning på ca. 50.000 kr. pr. ”standardbassin”. Omkostningerne for at nå et niveau på 0,2 mg/l er mellem godt 150.000 og 250.000 kr. pr. bassin afhængig af den dannede klormængde. Mindsteinvesteringen, dvs. prisen på det mindste filter, er også ca. 50.000 kr.

UV-anlæggene er specialdesignede til rapporten. Progressionen i investeringsomkostningerne er langt mindre og med en pris på omkring 185.000 kr. for anlæg til det lave bundne klor-niveau på 0,2 mg/l i øvrigt uafhængigt af bassintype. Til gengæld er investeringen ved et niveau på 1,0 mg/l langt større, i størrelsesordenen 100.000 kr., hvilket er prisen på det mindst mulige anlæg.

På driftssiden er UV-anlæg en del billigere end kulfiltre ved de to lave indgangskoncentrationer, nogle tusinde kr. om året. Det skyldes, at den afgivne effekt, og dermed elforbruget på disse to niveauer, er forholdsvis lavt samtidig med at den omsatte el-energi reducerer behovet for varme til opvarmning. Til gengæld er driftsomkostningerne på samme niveau ved en indgangskoncentration på 0,2 mg/l, idet den afgivne effekt og dermed elforbruget stiger ganske voldsomt. Både for kulfiltre og UV-anlæg er driftsomkostningerne ved dette niveau 2-3 gange højere end ved et bundet klor niveau på 0,5 mg/l.

Valget mellem disse to metoder til at nedbringe den bundne klormængde er betinget af tekniske såvel som økonomiske forhold. På den tekniske side er forudsat, at der for den her valgte anlægstype kun installeres UV-anlæg, hvis der i forvejen er kulfiltre. Ellers kan indholdet af THM stige. Der findes også en teknisk begrænsning for kulfiltre, idet disses kapacitet af hensyn til bassincirkulationen er forudsat ikke at overstige 10 pct. af hovedcirkulationsmængden. Uden tekniske begrænsninger vælges den

omkostningseffektive metode, dvs. den investering, der har lavest nutidsværdi af de samlede omkostninger.

Eftersom formålet med nærværende rapport er at beregne omkostningerne ved *ændring* af kvalitetskrav, er beregninger fra et givet udgangsniveau for bundet klor ikke tilstrækkelige. Der må også ses på forskellen i investeringsomkostninger for at nå de forskellige slutniveauer, dvs. marginalomkostningerne. De marginale investeringsomkostninger for aktive kulfiltre viser sig lavere end for UV-anlæg, idet sidstnævnte belastes af en stor minimumsinvestering. Derfor viser kulfiltre sig generelt mere omkostningseffektive. I sidste instans sker valget mellem mulige marginalinvesteringer dog ikke blot på baggrund af økonomiske overvejelser, men også de tekniske begrænsninger, der blev anført ovenfor.

Beregningen af investeringskrav og -omkostninger for reduktion af THM gennem specielle kulfiltre er på den ene side langt simplere, på den anden side også mere usikker. Beregningen er simpel, da investeringsbehovet alene afhænger af hovedcirkulationsmængden, usikker da metoden kun er afprøvet på forsøgsniveau.

Fabrikanten af kullet har leveret oplysninger om to forskellige niveauer for reduktion af THM med henholdsvis 25-50 µg/l og 50-100 µg/l, niveauer, der nogenlunde afspejler den sandsynlige reduktion, hvis bekendtgørelsesudkastet vedtages.

Ifølge fabrikantens oplysninger stiger investeringskravet lineært med THM-reduktionen, så de to valgte niveauer er uden betydning. Samtidig kan kulfilterprisen antages at være den samme uanset filterstørrelse. Alt i alt betyder det, at investeringsomkostningerne også stiger lineært med filterkrav og krav til reduktion af THM. Prisen på THM-kulfilter er ca. 24.000 kr. pr. m³/t kapacitet. For bassiner med stor hovedcirkulationsmængde vil en fjernelse af THM på 50-100 µg/l indebære en omkostning i størrelsesordenen ¼ mill. kr. Driftsomkostningerne for THM-kulfiltrene er ligeledes høje, idet det aktive specialkul er ganske dyrt.

Afslutningsvis i kapitlet præsenteres omkostningsoverslag for investeringer til forbedring af omsætningstid. Hvis de nødvendige ændringer kan begrænses til investeringer i bassinet, er de nødvendige omkostninger mellem 1 og 3 mill. kr. altså langt højere end for tiltag til reduktion af indholdet af bundet klor hhv. THM. Såfremt der tillige er behov for et nyt vandbehandlingsanlæg, udgør de yderligere investeringsomkostninger ligeledes mellem 1 og 3 mill. kr.

6 Krav til vandkvalitet i svømmebade

6.1 Resultater af spørgeskemaundersøgelse

6.1.1 Repræsentativitet

De udarbejdede spørgeskemaer blev som tidligere nævnt udsendt til 20 miljøcentre, der herefter forestod indhentning af anlægsspecifikke oplysninger hos de enkelte svømmeanlæg. Miljøcentrene er bemyndigede af tilsynsmyndighederne til at foretage kontrol af bassinvandkvaliteten i alle anlæg omfattet af bekendtgørelsen. Derigennem kunne oplysninger indhentes om ikke blot de offentlige, men også de private svømmeanlæg, hvilket naturligvis er relevant ved en vurdering af, om kvalitetskravene bliver overholdt.

Generelt sikrede antallet af indkomne besvarelser, at oplysninger om et repræsentativt udvalg af bassiner blev indhentet. Dette er illustreret i tabel 6-1. Det ses, at besvarelsesprocenten var i størrelsesordenen 35-40 pct. uanset om målt på antal anlæg eller antal bassiner.

Tabel 6-1: Besvarelsesprocent i spørgeskemaundersøgelse

	Antal anlæg			Antal bassiner		
	Besvar.	I alt	Pct.	Besvar.	I alt	Pct.
Indendørs anlæg	264	639	41	411	1.065	39
Udendørs anlæg	69	183	38	111	322	34
I alt	333	822	41	522	1.387	38

For så vidt angår kvaliteten af de indhentede data var der en markant forskel mellem de offentlige og de private bassiner, idet besvarelsen for førstnævnte var langt mere fyldestgørende, specielt hvad angår besøgstal og hovedcirkulationsmængde. Oplysninger om tekniske forhold kunne kun indhentes i meget begrænset omfang. Det indebærer bl.a., at der ud fra spørgeskemaundersøgelsen ikke kan drages konklusioner om mulighederne for at nedbringe indholdet af bundet klor henholdsvis trihalometaner gennem en effektivisering af driften.

Om end antallet af besvarelser var stort, var det kun et mindretal, der besvarede alle spørgsmål. Som tidligere nævnt var det miljøcentrene, der forestod besvarelsen af skemaets generelle del. Her var besvarelsesprocenten særdeles tilfredsstillende, ofte på 90 pct. eller mere.

Den specifikke del af spørgeskemaet, der skulle besvares af anlæggene selv, havde noget lavere svarprocenter, i visse tilfælde under 10 pct. Det var derfor nødvendigt at udarbejde supplerende spørgeskemaer for at indhente de manglende oplysninger. Svarprocenterne for besøgstal, hovedcirkulationsmængde og installation af kulfiltre, alle nøgleoplysninger til brug for omkostningsberegningerne, blev herefter omkring 60 pct., men dog noget højere for de offentlige anlæg. Dette må betragtes som fuldt acceptabelt, især i betragtning af, at formålet med nærværende rapport alene er at udarbejde et overslag over de omkostninger, der følger af skærpede krav til bassinvandets kvalitet.

Resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen er uddybet i bilag IV.

6.1.2 Overholdelse af krav til bassinvandets kvalitet

I det følgende vurderes overholdelsen af den gældende bekendtgørelses krav for de 5 udvalgte kvalitetsparametre, pH-værdi, frit klor, bundet klor, trihalometaner (THM) og omsætningsstid. De indhentede data benyttes samtidig til en vurdering af potentialet for at overholde kravene i udkastet til ny bekendtgørelse.

For bundet klor og THM foretages denne sidstnævnte vurdering dog alene på basis af faktuelle oplysninger fra et miljøcenter. Som tidligere begrundet er det af hensyn til datakvalitet og -repræsentativitet ikke fundet optimalt at indhente sådanne faktuelle oplysninger. I stedet blev alene spurgt om overholdelse af gældende krav. Parallelt hermed blev det heller ikke fundet af værdi at forespørge om aktuell overholdelse af eventuelle fremtidige krav.

6.1.2.1 pH-værdi

Tabel 6-2: Gennemsnitlige pH-værdier for bassinvand

		Indendørs	Udendørs
Gældende krav	min.	7,0	7,0
	vejl.	7,2-7,6	7,2-7,6
	max.	8,0	8,0
Foreslåede krav	min.	6,8	6,8
	max.	7,4	7,4
Bassinkategori:			
50m		7,2	7,5
25m		7,3	7,4
Springbassin		7,3	7,2
Undervisningsbassin		7,3	7,5
Børnebassin		7,3	7,4
Soppebassin		7,3	7,4
Morskabsbassin		7,3	7,4
Varmtvandsbassin		7,2	-
Terapibassin		7,3	-
Spabade		7,3	7,3
Gennemsnit		7,3	7,4
(Min.)		7,0	7,0
(Max.)		7,9	7,9

Oplysninger om pH-værdi blev modtaget for 483 bassiner, hvilket giver en svarprocent på 93.

Spørgeskemaundersøgelsen viser for pH-værdien, at:

- der ikke er nogen forskel i pH-værdier mellem inden- og udendørs bassiner set under ét;
- gennemsnitsværdien for alle bassinkategorier er inden for det vejledende interval;
- enkelte bassiner overskrider den øvre vejledende grænse, men er fortsat inden for den absolutte maksimumsværdi. Disse overskridelser kan tilskrives styringsmæssige problemer ved dosering; og at
- et flertal af bassinerne overholder det foreslåede maksimumskrav i udkastet til ny bekendtgørelse. En stramning af kravene vil være uproblematisk, idet den blot indebærer en justering af kemikaliedoseringen.

6.1.2.2 Frit klor

Tabel 6-3: Gennemsnitligt indhold af frit klor (mg/l)

		Indendørs		Udendørs
		≥25m	<25m	
<i>Gældende krav</i>	min.	0,5	1,0	1,0
	vejledende	0,5-2,0	1,0-3,0	1,0-3,0
	max.	3,0	5,0	5,0
		Svømmeb.	Øvr.	
Foreslåede krav	min.	0,5	1,0	ibid.
	max.	2,0	3,0	ibid.
Bassinkategori:				
50m		1,4		1,4
25m		1,2		1,6
Springbassin			1,3	1,8
Undervisningsbassin			1,5	1,9
Børnebassin			1,4	2,3
Soppebassin			1,2	1,9
Morskabsbassin			1,3	1,5
Varmtvandsbassin			1,3	-
Terapibassin			1,4	-
Spabade			1,6	1,4
<i>Gennemsnit</i>		<i>1,3</i>	<i>1,4</i>	<i>1,7</i>
Min.		0,3	0,5	0,8
Max.		2,6	3,6	5,7

Svarprocenten for oplysninger om gennemsnitsindholdet af frit klor var på 92 svarende til 481 af bassinerne i undersøgelsen.

Spørgeskemaundersøgelsen viser for indholdet af frit klor, at:

- gennemsnittene for alle bassinkategorier ligger inden for det vejledende interval med en lidt højere værdi for de udendørs bassiner;
- ingen indendørs bassiner har et større frit klor-indhold end tilladt;
- enkelte udendørs børnebassiner overskrider det absolutte maksimum og det gennemsnitlige klorindhold er forholdsvis højt; og at
- enkelte bassiner har et indhold af frit klor, der i gennemsnit ligger under den mindst tilladte værdi. Det lave klorindhold findes inden for stort set alle bassinkategorier.

I forslaget til ny bekendtgørelse ændres de vejledende maksima til absolutte maksima. Alle bassinkategorier har frit klor-værdier indenfor dette interval. Eventuelle justeringer kan ske gennem kemikaliedosering.

6.1.2.3 Bundet klor

Tabel 6-4: Overholdelse af gældende krav til indhold af bundet klor (mg/l)

Overholdelse af gældende:	Indendørs			Udendørs		
	Vejl. max	Abs max	Ikke overh.	Vejl. max	Abs max	Ikke overh.
≥25m	0,5	1,0		0,5	1,0	
<25m	0,5	1,0		0,5	1,0	
Bassinkategori:	Antal bassiner			Antal bassiner		
50m	9	1	0	3	0	0
25m	87	18	0	15	0	0
Springbassin	6	1	0	0	1	0
Undervisningsbassin	56	17	2	31	2	0
Børnebassin	20	12	0	8	1	0
Soppebassin	11	6	0	18	1	0
Morskabsbassin	10	12	0	15	2	0
Varmtvandsbassin	29	3	0	-	-	-
Terapibassin	48	1	0	-	-	-
Spabade	21	12	0	4	0	0
I alt antal bassiner	297	83	2	94	7	0
(pct.)	(77)	(22)	(1)	(93)	(7)	(0)

Oplysninger om indhold af bundet klor blev modtaget for 483 bassiner, hvilket giver en svarprocent på 95.

Det bemærkes, at:

- stort set alle bassiner har et bundet klor-indhold inden for det gældende absolutte maksimum;
- næsten 95 pct. af de udendørs bassiner tillige er under det vejledende maksimum;
- godt 75 pct. af de indendørs bassiner er under det vejledende maksimum;
- for de indendørs bassiner er indholdet af bundet klor højere for især morskabsbassiner, men også børne- og soppebassiner samt spabade; og at
- stort set alle terapibassiner og næsten alle indendørs varmtvandsbassiner er under det vejledende maksimum.

6.1.2.4 Trihalometaner

Tabel 6-5: Overholdelse af gældende krav til indhold af trihalometaner ($\mu\text{g/l}$)

Overholdelse af:	Indendørs			Udendørs		
	Vejl. max	Abs. max	Ikke overh.	Vejl. max	Abs. max	Ikke overh.
$\geq 25\text{m}$	0-25	25-50		0-50	50-100	
$< 25\text{m}$	0-50	50-100		0-50	50-100	
Bassinkategori:	Antal bassiner			Antal bassiner		
50m	6	4	0	3	0	0
25m	59	39	6	11	2	0
Springbassin	5	2	0	0	1	0
Undervisningsbassin	62	12	0	11	19	0
Børnebassin	31	1	0	4	3	0
Soppebassin	14	3	0	11	7	0
Morskabsbassin	17	2	0	13	4	0
Varmtvandsbassin	26	5	0	-	-	-
Terapibassin	39	3	0	-	-	-
Spabade	31	0	0	0	3	0
I alt	290	71	6	53	39	0
(pct.)	(79)	(19)	(2)	(58)	(42)	(0)

Svarprocenten for THM-indhold var 90, idet oplysninger blev indhentet for i alt 459 bassiner. Det ses, at:

- Seks 25m-bassiner ikke overholder det absolutte maksimum. Det drejer sig både om selvstændige, større svømmeanlæg og bassiner ved skoler;
- knap 80 pct. af de indendørs bassiner overholder de vejledende maksima;
- kun knap 60 pct. af de udendørs overholder dette krav;
- THM-indholdet er forholdsvis langt højere for udendørs undervisningsbassiner; og at
- der for de indendørs 50- og 25m-bassiner er en forholdsvis større andel, der alene angiver at overholde det gældende maksimumskrav, hvilket må antages at hænge sammen med de generelt strammere krav for disse to kategorier.

6.1.2.5 Omsætningstid

Tabel 6-6: Overholdelse af gældende og foreslåede krav til omsætningstid

	Gældende og foreslåede Krav	Indendørs Antal:			Udendørs Antal	
		Oplyst (gnsn.)	overh. krav	ikke-ov. krav	overh. krav	ikke-ov. Krav
Bassinkategori:	T	t				
50m	5,0	4,5	5	3	2	1
25m	5,0	6,4	66	12	10	2
Springbassin	5,0	4,0	7	0	0	1
Undervisningsbassin	2,0	2,3	41	10	11	3
Børnebassin	0,5	1,7	24	5	4	1
Soppebassin	0,5	0,5	14	0	7	2
Morskabsbassin	2,0	2,0	14	0	11	1
Varmtvandsbassin	0,5	0,8	22	8	-	-
Terapibassin	0,5	0,9	36	11	-	-
Spabade	0,1	0,1	24	3	4	0
I alt			253	52	49	11
(pct.)			(83)	(17)	(82)	(18)

Til spørgsmålet om overholdelse af krav om omsætningstid blev indhentet 365 positive svar, dvs. hvor det blev tilkendegivet om kravet var overholdt eller ej. For et ganske stort antal bassiner, nemlig 74, blev spørgsmålet besvaret med, at det ikke var kendt, om kravet til omsætningstid var overholdt. En mulig forklaring kan være, at kravet ikke var kendt. Den samlede svarprocent blev hermed på 86.

Der blev tillige indhentet oplysninger om faktisk omsætningstid. Denne oplysning er kun medtaget for de indendørs bassiner, idet stikprøven for de udendørs bassiner er for lille inden for de enkelte kategorier. Af tabellen fremgår et misforhold mellem den oplyste omsætningstid, og svaret på, hvorvidt kravet hertil var overholdt. Det gælder f.eks. 25m-bassiner og mest markant børnebassiner. Den oplyste omsætningstid er i gennemsnit langt over den tilladte, men alligevel angiver det store flertal, at kravet til omsætningstid er overholdt. Et helt tilsvarende billede fås, hvis omsætningstiden i stedet beregnes ud fra de afgivne oplysninger for bassinvolumen og hovedcirkulationsmængde.

Det ses, at:

- mere end 4/5 af bassinerne oplyser at overholde det gældende og foreslåede krav til omsætningstid;
- blandt de 63 bassiner, der ikke overholdt kravet har en række, 23 indendørs og 1 udendørs, oplyst at have opnået dispensation fra kravet til omsætningstid;
- halvdelen af bassinkategorier har i gennemsnit en omsætningstid, der ligger over det lovmæssige krav med den relativt største overskridelse for børnebassiner, varmtvandsbassiner og terapibassiner. Igen må overskridelserne i nogen grad ses på baggrund af de opnåede dispensationer, der dækker knap 40 pct. heraf.

6.1.2.6 Oplysninger fra miljøcenter

Til mere præcis belysning af niveauet for vandkvalitet vedrørende bundet klor og THM, er der fra ét af landets miljøcentre indhentet konkrete måleresultater fra analyser gennemført i 2001 for 10 indendørs 25m-bassiner og 5 bassiner under 25m. For hvert bassin er antallet af målinger for bundet klor ca. 10, mens der for THM indgår de to årlige stikprøver. Tabel 6-7 viser for hvert bassin gennemsnitsværdierne af disse målinger samt for bundet klor tillige de beregnede C-maksimumsværdier¹⁹. De beregnede gennemsnit for hver af de to bassintyper fremgår også af tabellen.

¹⁹ C-maksimumsværdien er den værdi af bundet klor, for hvilken det kan antages, at maksimumsværdien er overholdt mindst 95 pct. af tiden, jf. Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 3, 1988: "Kontrol med svømmebade". Vejledningen præciserer i afsnit 6, at det er C-maksimumsværdien, der bestemmer, hvorvidt kravet til indhold af bundet klor er overholdt i tilsynsmæssig sammenhæng.

Tabel 6-7: Måleresultater for bundet klor og THM

	Bundet klor				THM	
	25m		<25m		25m	<25m
	Gnsn.	C-maks.	Gnsn.	C-maks.	Gnsn.	Gnsn.
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Vejledende maks.	-	0,5	-	0,5	25	50
<i>Bassinr.:</i>						
1	0,51	0,61	0,30	0,49	23	31
2	0,27	0,43	0,34	0,52	29	12
3	0,37	0,50	0,52	0,76	16	23
4	0,31	0,41	0,55	0,74	23	35
5	0,29	0,37	0,45	0,66	18	40
6	0,44	0,57	-	-	34	-
7	0,35	0,49	-	-	19	-
8	0,32	0,39	-	-	27	-
9	0,42	0,53	-	-	54	-
10	0,39	0,50	-	-	21	-
<i>Gennemsnit</i>	<i>0,37</i>	<i>0,48</i>	<i>0,43</i>	<i>0,63</i>	<i>26</i>	<i>28</i>

Det bemærkes, at:

- C-maksimumsværdierne er de eneste relevante i regulerings- og kvalitetsmæssig henseende;
- C-maksimumsværdierne for 3 af de 10 25 m bassiner overskrider det vejledende maksimum på 0,5 mg/l, hvorimod kun 1 ud af de 10 bassiner har en gennemsnitsværdi for bundet klor, der er over det vejledende maksimum;
- C-maksimumsværdierne for de mindre bassiner overskrider i 4 ud af 5 tilfælde det vejledende maksimum. Kun 2 ud af de 5 bassiner har samtidig gennemsnitsværdier for bundet klor, der er over det vejledende maksimum.
- C-maksimumsværdierne for alle bassiner er klart under det absolutte maksimum på 1,0 mg/l; og at
- for THM er det et klart mindretal af bassinerne, der overskrider det vejledende maksima. Spredningen i data er dog større end for bundet klor.

For begge parametre gælder som helhed, at værdierne for bundet klor, specielt naturligvis C-maksima, såvel som for THM er ganske langt fra de foreslåede krav i udkastet til ny bekendtgørelse på 0,2 mg/l for bundet klor og 20 µg/l for THM.

Teknologisk Institut foretog i efteråret 2002 en rundspørge hos svømmeanlæggene med henblik på indhentning af oplysninger om indhold af bundet klor og af THM. Resultatet af denne undersøgelse foreligger nu offentliggjort i en særskilt rapport²⁰. For bundet klor rapporteres gennemsnitsværdierne for et enkelt år, så undersøgelsen siger alene noget om niveauet for denne parameter. For nogle bassiner kunne gennemsnitsværdierne tyde på lavere værdier end anført i tabel 6-7. En mere konkret vurdering må dog afvente oplysninger om spredningen i parameterværdier, hvorefter C-maksimumsværdierne vil kunne beregnes. For THM er oplysningerne i rapporten ikke tilstrækkeligt specificerede for en nærmere vurdering af overholdelse af kvalitetskravet på dette område.

²⁰ Teknologisk Institut, Center for Svømmebadsteknologi: "Vandkvalitet i svømmebadsanlæg. Rapport om spørgeskemaundersøgelse", januar 2003.

6.2 Omkostningsberegninger

Beregnings- og driftsomkostningerne ved skærpelse af krav om indhold af bundet klor og THM tager sit udgangspunkt i dels de standardmodelberegninger, der blev udviklet i det foregående kapitel, dels resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen. De detaljerede beregninger omfatter kun bassiner i offentlige svømmeanlæg.

6.2.1 Generelle beregningsforudsætninger

Datagrundlag

I spørgeskemaundersøgelsen blev indhentet oplysninger om bassinkvalitet for i alt 10 bassintyper.

I de videre beregninger forudsættes, at disse bassintyper kan grupperes efter de tre hovedbassintyper, der blev defineret i kapitel 5. Den foretagne gruppering er vist i tabel 6-8.

Der erindres om, at de tre hovedbassintyper adskiller sig ved mængden af dannet bundet klor pr. badende, antal badende samt bassinets hovedcirkulationsmængde (bassin-cirkulation). De to førstnævnte er afgørende for investeringsbehovet til nedbringelse af bundet klor, mens sidstnævnte er bestemmende for behovet for investering i nedbringelse af THM-indhold.

Tabel 6-8: Besøgstal og hovedcirkulationsmængde pr. bassinkategori

Hoved- Bassintype:	Bassinkategori:	Gennemsnitligt besøgstal	Hovedcirku- Lationsmængde m ³ /t
TYPE I	50m	135.232	484
	25m	74.708	164
	Springbassin	50.035	134
TYPE II	Undervisningsbassin	34.584	66
	Børnebassin	27.853	47
	Soppebassin	33.029	24
	Morskabsbassin	51.834	122
TYPE III	Varmtvandsbassin	39.839	120
	Terapibassin	9.036	88
	Spabade	15.057	41

Spørgeskemaundersøgelsen giver oplysninger om besøgstal og hovedcirkulationsmængde, mens den dannede bundne klormængde selvsagt ikke måles. Trods opfølgningerne på undersøgelsen har det ikke i alle tilfælde været muligt at få oplysninger om hverken besøgstal eller hovedcirkulationsmængde.

Indhentning af oplysninger om *besøgstal* har været særlig vanskelig, idet disse data jo ikke kan registreres i anlæg med flere bassiner. Oftest er kun modtaget tal for det samlede anlæg

Estimationen af besøgstal for hvert enkelt bassin i de flerbassinanlæg, hvor der foreligger oplysninger om det samlede besøgstal, er herefter sket ud fra følgende forudsætninger:

- med oplysninger om besøgstal for enkeltbassiner sikres, at det samlede besøgstal på anlægget fastholdes gennem en forholdsmæssig fordeling; og
- uden oplysninger om besøgstal for enkeltbassiner fordeles det samlede besøgstal for anlægget ud fra det enkelte bassins kapacitet.

Såfremt det årlige besøgstal for et anlæg ikke er oplyst, sættes besøgstallet pr. bassintype til gennemsnittet for den enkelte bassinkategori.

Det skal understreges, at de benyttede oplysninger om besøgstal pr. bassin må betragtes som noget usikre for flerbassin-anlæg.

Heller ikke *hovedcirkulationsmængden* foreligger oplyst for alle bassiner. Hvis det er tilfældet, foretages der en estimation af mængden ud fra bassinets areal (i m²) og hovedcirkulationsmængden pr m² for de bassiner af samme kategori, hvor data er oplyst. For bassiner med fælles vandbehandlingsanlæg, hvor kun den samlede hovedcirkulationsmængde er oplyst, estimeres hovedcirkulationsmængden for enkeltbassinerne på tilsvarende måde under hensyntagen til, at summen af disse skal være den oplyste hovedcirkulationsmængde.

Herefter kan der så beregnes gennemsnitligt besøgstal og gennemsnitlig hovedcirkulationsmængde for hver af de 10 bassinkategorier jf. tabel 6-8.

Beregningsproces

Disse oplysninger samt antagelsen om dannet bundet klor benyttes nu til at beregne investeringsmuligheder, investeringsbehov samt investerings- og driftsomkostninger for et ”gennemsnitligt” bassin i hver af de 10 kategorier. Det sker ud fra helt de samme beregningsprincipper og –antagelser, der blev gennemgået i detaljer i kapitel 5.

For *bundet klor* vil investeringerne i et givet bassin af en bestemt kategori alene afhænge af antal besøgende. For at beregne investerings- og driftsomkostninger pr. besøgende for de undersøgte bassiner i denne kategori er det derfor tilstrækkeligt at finde omkostningerne pr. besøgende for gennemsnitsbassinet og så gange med det oplyste eller estimerede besøgstal.

Forinden er det dog nødvendigt at fastlægge den teknisk og økonomisk mulige investeringskombination for hvert enkelt bassin. Det sker ved en sortering af bassinerne ud fra de bestemmende karakteristika, der er fælles vandbehandlingsanlæg, eksisterende kulfiltre, hovedcirkulationsmængde samt størrelse af en eventuel minimumsinvestering.

For *THM* er det alene hovedcirkulationsmængden, der bestemmer investeringsbehovet. Denne mængde foreligger oplyst eller estimeret for hvert bassin. For en given THM-reduktion er investeringsbehovet en fast pct. af hovedcirkulationsmængden, som så beregnes for hvert bassin. Herefter opgøres så investerings- og driftsomkostninger for hvert bassin i undersøgelsespopulationen. Også for THM-reduktion sikres for hvert enkelt bassin, at de krav til minimumsinvestering, der blev fastlagt i kap. 5, er overholdt.

Der henvises til bilag V for en nærmere gennemgang af de anvendte beregningsprincipper. Det bemærkes, at en nøgleforudsætning er investeringsoptimering, således at der som udgangspunkt vælges omkostningseffektive investeringer, dvs. de med den laveste nutidsværdi jf. gennemgangen i afsnit 5.3.1. Øvrige beregningsforudsætninger er som gennemgået i kapitel 5.

6.2.2 Beregningsresultater for offentlige anlæg

Med baggrund i usikkerheden omkring investeringskrav for udendørs svømmeanlæg omfatter detailberegningerne pr. bassin for de offentlige anlæg i spørgeskemaundersøgelsen alene de indendørs bassiner.

For bassiner med fælles vandbehandlingsanlæg er de nødvendige investeringer medtaget under det største af de bassiner, som anlægget omfatter, hvilket langt overvejende er enten et 25m eller et 50m-bassin.

Såfremt indhold af bundet klor henholdsvis THM ikke er oplyst i spørgeskemaundersøgelsen, indgår bassinet ikke i beregningsgrundlaget.

6.2.2.1 Bundet klor

De herefter estimerede samlede investerings- og driftsomkostninger til nedbringelse af indhold af bundet klor i de offentlige indendørs anlæg er vist i tabel 6-9. Det ses, at investeringsomkostningerne for at overholde gældende absolut maksimum er ubetydelige, hvilket især afspejler, at næsten alle bassiner overholder dette krav.

Tabel 6-9: Marginale investerings- og driftsomkostninger for bundet klor-reduktion

	Investeringsomkostninger			Driftsomkostninger			Memo: Antal bassiner
	Fak. værdi	Abs. max.	Vejl.max	Fak. værdi	Abs. max.	Vejl.max	
	- abs. max.	- vejl. max.	- forslag	- abs. max.	- vejl. max.	- forslag	
	(Fak.-1,0)	(1,0-0,5)	(0,5-0,2)	(Fak.-1,0)	(1,0-0,5)	(0,5-0,2)	
<i>Bassinkategori:</i>	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	
50m	0,0	0,1	1,1	0,00	0,01	0,10	9
25m	0,0	0,9	10,2	0,00	0,00	1,10	105
Springbassin	0,0	0,1	0,7	0,00	0,00	0,05	8
Undervisningsbassin	0,1	0,5	4,6	0,01	0,00	0,37	39
Børnebassin	0,0	0,3	1,9	0,00	0,00	0,16	17
Soppebassin	0,0	0,2	1,3	0,00	0,00	0,13	10
Morskabsbassin	0,0	0,0	0,8	0,00	0,00	0,07	6
Varmtvandsbassin	0,0	0,2	2,1	0,00	0,01	0,25	24
Terapibassin	0,0	0,0	0,4	0,00	0,00	0,01	10
Spabade	0,0	0,3	1,3	0,00	0,00	0,18	13
I alt	0,1	2,6	24,3	0,02	0,03	2,42	241

De nødvendige investeringsomkostninger for at sikre, at gældende vejledende maksimum overholdes, er i størrelsesordenen 2½ mill. kr., hvoraf undervisnings-, børne- og soppebassiner tegner sig for en relativt stor andel. Det skyldes, at enkelte bassiner inden for disse to kategorier har et så højt besøgstal i forhold til hovedcirkulationsmængden, at investering i UV-anlæg er nødvendigt.

For de beregnede marginalomkostninger for indgangskoncentrationer på 1,0 og 0,5 mg/l gælder for langt de fleste bassiner, at installation af forøget kulfilterkapacitet er tilstrækkeligt til at nå disse niveauer. Marginalomkostningerne pr. kapacitetsenhed er da forholdsvis mere beskedne, hvilket afspejles i de samlede omkostninger.

De skønnede investeringsomkostninger for overholdelse af det foreslåede krav til bundet klor-indhold er langt mere betydelige. Her spiller det ind, at alle bassiner antages at have et bundet klor-indhold, der som minimum svarer til nuværende vejledende maksimum, således at investeringer er nødvendige for alle bassiner. Derudover gælder, at spredningen i investeringsbehov og dermed -omkostninger er forholdsvis betydelig.

For langt størsteparten af sports- og springbassinerne kan kapacitetsudvidelsen ske gennem de noget billigere kulfiltre. Det betyder, at den marginale investeringsomkostning i forhold til den samlede byggeomkostning pr. bassin er relativt mere begrænset. Analogt gælder terapibassiner.

For de øvrige bassinkategorier, i særdeleshed undervisnings-, soppe-, morskabs- og varmtvandsbassiner, er besøgstallet i forhold til hovedcirkulationsmængden så højt, at langt de fleste skal investere i UV-anlæg for at overholde de nye krav. En grundantagelse i beregningerne er i den forbindelse, at der er et loft for kulfilterkapacitet i forhold til hovedcirkulationsmængde. Der er indregnet, at der tillige er en ganske høj minimumsinvestering ved installation af UV-anlæg. Som det vil fremgå mere præcist af tabel 6-11, er den gennemsnitlige investeringsomkostning for disse bassinkategorier over niveauet for sports- og springbassiner.

De samlede investeringsomkostninger ved introduktion af et krav om et bundet klor-indhold i bassinvandet på 0,2 mg/l ses at indebære et investeringsbehov i størrelsesordenen 27 mill. kr. Den tilsvarende stigning i driftsomkostningerne vil være omkring 2½ mill. kr. om året.

6.2.2.2 Trihalometaner

Skønnede investerings- og driftsomkostningerne for nedbringelse af THM-indholdet i bassinvandet i de offentlige indendørs anlæg til absolut og vejledende maksimumsværdier henholdsvis foreslåede maksimumsværdi er vist i tabel 6-10.

Som for bundet klor er de estimerede investeringsomkostninger for overholdelse af gældende absolut maksimum ganske små og vedrører som tidligere nævnt kun 25m-bassiner. Samme bassintype tegner sig for langt størsteparten af omkostningerne til sikring af overholdelse af de vejledende maksima. Det er kun meget få af de "øvrige bassiner", der ikke overholder det vejledende maksimum på 50 µg/l.

Ved reduktion af indholdet af THM til de foreslåede 20 µg/l vil de nødvendige, marginale investeringsomkostninger for sportsbassiner være forholdsvis mindre, idet der jo kun kræves en reduktion fra 25 µg/l. For de øvrige bassinkategorier er investeringsomkostningerne proportionale med hovedcirkulationsmængde og antal bassiner i opgørelsen.

Tabel 6-10: Marginale investerings- og driftsomkostninger for THM-reduktion

Ændring:	Investeringsomkostninger			Driftsomkostninger			Memo Antal
	Fak. værdi - abs. max.	Abs. max. - vejl. max.	Vejl.max - forslag	Fak. værdi - abs. max.	Abs. max. - vejl. max.	Vejl.max - forslag	
Bassiner ≥25m	(Fak.-50)	(50-25)	(25-20)	(Fak.-50)	(50-25)	(25-20)	
Bassiner < 25m	(Fak.-100)	(100-50)	(50-20)	(Fak.-100)	(100-50)	(50-20)	
<i>Bassinkategori:</i>	Mill. kr.	Mill. kr.	Mill. kr.	Mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	
50m	0,0	0,2	0,3	0,00	0,06	0,08	9
25m	0,1	1,7	1,8	0,03	0,41	0,34	104
Springbassin	0,0	0,1	0,4	0,00	0,03	0,09	8
Undervisningsbas.	0,0	0,1	0,9	0,00	0,02	0,20	39
Børnebassin	0,0	0,0	0,4	0,00	0,01	0,07	17
Soppebassin	0,0	0,0	0,2	0,00	0,00	0,03	10
Morskabsbassin	0,0	0,0	0,2	0,00	0,00	0,05	5
Varmtvandsbas	0,0	0,1	0,9	0,01	0,04	0,21	24
Terapibassin	0,0	0,1	0,2	0,01	0,03	0,08	8
Spabade	0,0	0,0	0,2	0,00	0,00	0,04	11
<i>I alt</i>	<i>0,1</i>	<i>2,3</i>	<i>5,6</i>	<i>0,05</i>	<i>0,60</i>	<i>1,19</i>	<i>234</i>

6.2.3 Beregningsresultater for alle bassiner

Populationen i de ovenfor gennemgåede detaljerede omkostningsberegninger pr. bassin omfatter som nævnt kun bassiner i offentlige indendørs svømmeanlæg.

Beregningspopulationen er på i alt 278 bassiner ud af de skønnede i alt 660 offentlige indendørs bassiner jf. tabel 3-3. Det samlede antal bassiner, indendørs såvel som udendørs, er i 2002 anslået til 1.387.

I dette afsnit sker opregningen til alle bassiner i de offentlige indendørs anlæg og i samtlige danske svømmeanlæg. Det sker ud fra følgende principper:

1. Beregning af den gennemsnitlige, marginale investerings- og driftsomkostning pr. bassin i en given bassinkategori ud fra de foretagne kalkulationer.
2. Etablering af fordelingen af de offentlige indendørs, samtlige indendørs og samtlige udendørs bassiner på bassinkategorier. Beregningspopulationen af offentlige indendørs bassiner udvides nu til også at omfatte de 110 varmtvands- og terapibassiner på hospitaler, plejecentre mv., dvs. der er i alt 770 offentlige bassiner.
3. Antagelse om, at marginalomkostningen pr. bassin i de tre nævnte bassinpopulationer er identisk med den for populationen til omkostningsberegningerne.
4. Opregning til samlede marginalomkostninger for de offentlige indendørs, alle indendørs og alle udendørs svømmebassiner samt det samlede antal bassiner.

De beregnede gennemsnitlige investeringsomkostninger pr. bassin ved nedbringelse af indhold af bundet klor henholdsvis THM for alle bassiner er vist i tabel 6-11. Tabellen anfører samtidig det anslåede antal bassiner i alt inden for hver bassinkategori. Gennemsnittene er beregnet som de samlede omkostninger pr. bassinkategori henholdsvis i alt i forhold til det samlede antal bassiner, der indgår i beregningerne for den pågældende kategori henholdsvis i alt jf. tabellerne 6-9 og 6-10.

Tabel 6-11: Marginale gennemsnitlige investeringsomkostninger pr. bassin

Ændring:	Bundet klor			Trihalometaner			Ant. bassiner	
	Fak. Vær. abs.max.	Abs.max. vejl. max.	Vejl.max - forslag	Fak. vær. abs.max.	Abs.max. vejl. max.	Vejl.max - forslag	Inden- Dørs	Uden- dørs
<i>Bassinkategori:</i>	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.	kr.		
50m	0	8.000	119.000	0	26.000	39.000	21.000	7.000
25m	0	8.000	97.000	1.000	16.000	17.000	287.000	54.000
Springbassin	0	12.000	87.000	0	14.000	45.000	29.000	4.000
Undervisningsbassin	2.000	12.000	118.000	0	2.000	23.000	194.000	116.000
Børnebassin	0	20.000	110.000	0	1.000	23.000	88.000	30.000
Soppebassin	2.000	25.000	128.000	0	2.000	21.000	74.000	58.000
Morskabsbassin	0	8.000	132.000	0	0	42.000	51.000	53.000
Varmtvandsbassin	0	6.000	88.000	0	3.000	38.000	147.000	0.000
Terapibassin	0	5.000	43.000	0	9.000	31.000	107.000	0
Spabade	0	22.000	96.000	0	0	21.000	68.000	0
I alt	0	11.000	101.000	1.000	10.000	24.000	1.065.000	322.000

I betragtning af bassinstørrelsen bemærkes ganske høje omkostninger for bl.a. børne- og soppebassiner. Ligeledes høje er enhedsomkostningerne for undervisnings- og morskabsbassiner for at nå de niveauer, der foreslås i udkastet til ny bekendtgørelse. Det synes dermed at bekræfte formodningen i denne rapport's afsnit 4.3 om forholdsvis høje omkostninger for netop disse to bassintyper ved nedbringelse af indhold af bundet klor.

De beregnede samlede marginale investerings- og driftsomkostninger for alle offentlige indendørs bassiner for bundet klor og fordelt på bassinkategori er vist i omstående tabel 6-12. Tabel 6-13 viser de tilsvarende tal for THM. Bassinfordelingen på kategorier er som nævnt ovenfor antaget identisk med den

for populationen til omkostningsberegningerne, idet der dog er korrigeret for de 110 varmtvands- og terapibassiner på hospitaler mv.

De beregnede marginalomkostninger pr. bassinkategori for investering og drift for *alle bassiner* omfattet af gældende bekendtgørelse er vist i omstående tabeller 6-14 og 6-15. Desuden vises de skønnede totalomkostninger for alle offentlige svømmebassiner. Antagelserne om bassinfordeling på kategorier er baseret på resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen igen med korrektion for hospitalsbassinerne.

Opgørelserne af de samlede marginalomkostninger må tolkes med varsomhed, i særdeleshed for så vidt angår den samlede bassinpopulation. For de private bassiner sker der kun i de færreste tilfælde nogen registrering af antal besøgende, idet bassinerne som oftest kan benyttes uden vederlag. Den manglende registrering blev også bekræftet af spørgeskemaundersøgelsen, hvor de modtagne oplysninger om besøgstal måtte vurderes som værende af tvivlsom kvalitet.

Dertil kommer, at der i følge spørgeskemaundersøgelsen er væsentlig forskel mellem indholdet af bundet klor og af THM for henholdsvis indendørs og udendørs bassiner. Førstnævnte kategori har et lidt højere indhold af bundet klor, mens indholdet af THM angiveligt er en del højere for de udendørs bassiner. Beregningerne antager, at der ikke er nogen forskel mellem de to kategorier. Det indebærer alt andet lige, at de skønnede omkostninger for bundet klor overvurderes, mens der sker en undervurdering af omkostningerne til nedbringelse af THM-indhold. Som nævnt andet steds er estimation af investerings- og driftsomkostninger for udendørs bassiner dog allerede i sig selv forbundet med vanskeligheder.

En antagelse om samme besøgstal som i stikprøvepopulationen ved beregning af *bundet klor*-omkostningerne er derfor særdeles usikker både i opad- og nedadgående retning. For de udendørs bassiner må således forventes et lavere gennemsnitligt besøgstal, selvfølgelig ud fra den langt kortere sæson. Alt andet lige betyder det en overvurdering af de skønnede omkostninger for reduktion af indhold af bundet klor for de udendørs og dermed også samtlige bassiner.

Usikkerhed er også knyttet til antagelsen om, at frekvensen af kulfiltre er den samme i bassiner i og uden for stikprøvepopulationen. Såvel antagelsen om besøgstal som om kulfilter har betydelig indvirkning på størrelsen af de nødvendige investerings- og driftsomkostninger. Det er bl.a. disse to forhold, der afgør, hvorvidt eventuelle skærpede krav til bassinkvalitet kan imødekommes ved installation af de billigere kulfiltre, eller om det er nødvendigt at investere i de dyrere UV-anlæg.

Forholdsvis mindre usikkerhed vil der være for *THM*-omkostningerne, idet de alene afhænger af hovedcirkulationsmængden. Denne er som bekendt reguleret via bekendtgørelsen gennem krav om maksimal omsætningstid. Her er det snarere usikkerhed omkring teknologien, herunder filterkrav, der betinger usikkerhed.

Det bør også nævnes, at opregningen til landsniveau forudsætter samme hyppighed af fælles vandbehandlingsanlæg som i beregningspopulationen. En mindre hyppighed vil være sandsynlig, idet det gennemsnitlige antal bassiner pr. anlæg i den private sektor er noget mindre end for de offentlige svømmebade, nemlig 1.5 mod 2.1. De færre fælles anlæg indebærer så en undervurdering af de samlede omkostninger.

Tabel 6-12: Marginalomkostninger for offentlige indendørs bassiner ved bundet klor-reduktion

<i>Ændring:</i>	Investeringsomk.			Driftsomk./år			Antal bassiner
	Fak. vær. abs.max.	Abs.max. vejl. max.	Vejl.max - forslag	Fak. vær. abs.max.	Abs.max. vejl. max.	Vejl.max - forslag	
<i>Bassinkategori:</i>	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	
50m	0,0	0,2	2,5	0,0	0,0	0,2	21
25m	0,0	2,1	24,4	0,0	0,0	2,6	252
Springbassin	0,0	0,3	2,3	0,0	0,0	0,2	26
Undervisningsbassin	0,2	1,4	13,2	0,0	0,0	1,1	112
Børnebassin	0,0	1,3	7,3	0,0	0,0	0,6	66
Soppebassin	0,1	1,0	5,2	0,0	0,0	0,5	40
Morskabsbassin	0,0	0,2	2,5	0,0	0,0	0,2	19
Varmtvandsbassin	0,0	0,8	11,3	0,0	0,0	1,4	128
Terapibassin	0,0	0,3	2,8	0,0	0,0	0,1	65
Spabade	0,0	0,9	3,9	0,0	0,0	0,6	40
<i>I alt</i>	<i>0,3</i>	<i>8,4</i>	<i>77,6</i>	<i>0,0</i>	<i>0,1</i>	<i>7,7</i>	<i>770</i>

Tabel 6-13 Marginalomkostninger for offentlige indendørs bassiner ved THM-reduktion

<i>Ændring:</i>	Investeringsomk.			Driftsomk./år			Antal bassiner
	Fak. vær. abs.max.	Abs.max. vejl. max.	Vejl.max - forslag	Fak. vær. abs.max.	Abs.max. vejl. max.	Vejl.max - forslag	
<i>Bassinkategori:</i>	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	
50m	0,0	0,6	0,8	0,0	0,1	0,2	21
25m	0,4	4,0	4,3	0,1	1,0	0,8	252
Springbassin	0,0	0,4	1,2	0,0	0,1	0,3	26
Undervisningsbassin	0,0	0,3	2,6	0,0	0,1	0,6	112
Børnebassin	0,0	0,1	1,5	0,0	0,0	0,3	66
Soppebassin	0,0	0,1	0,9	0,0	0,0	0,1	40
Morskabsbassin	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,2	19
Varmtvandsbassin	0,0	0,4	4,9	0,1	0,2	1,1	128
Terapibassin	0,0	0,6	2,0	0,1	0,3	0,7	65
Spabade	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,1	40
<i>I alt</i>	<i>0,5</i>	<i>7,5</i>	<i>18,5</i>	<i>0,2</i>	<i>2,0</i>	<i>3,9</i>	<i>770</i>

Tabel 6-14: Marginale investerings- og driftsomkostninger for samtlige bassiner ved bundet klorreduktion

<i>Ændring:</i>	Investeringsomk.			Driftsomk./år			Antal bas-Siner
	Fak. vær.	Abs.max.	Vejl.max	Fak. vær.	Abs.max.	Vejl.max	
	Abs.max.	vejl. Max.	- forslag	abs.max.	vejl. max.	- forslag	
<i>Bassinkategori:</i>	Mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	
50m	0,0	0,2	3,3	0,0	0,0	0,3	28
25m	0,0	2,7	32,2	0,0	0,0	3,5	333
Springbassin	0,0	0,4	2,8	0,0	0,0	0,2	32
Undervisningsbassin	0,6	3,6	34,4	0,1	0,0	2,8	291
Børnebassin	0,0	2,3	12,4	0,0	0,0	1,1	113
Soppebassin	0,3	3,1	15,9	0,0	0,1	1,6	124
Morskabsbassin	0,0	0,8	12,8	0,0	0,0	1,1	97
Varmtvandsbassin	0,0	1,0	13,8	0,0	0,0	1,6	156
Terapibassin	0,0	0,6	5,6	0,0	0,0	0,1	130
Spabade	0,0	1,8	7,9	0,0	0,0	1,1	83
I alt	0,6	15,2	139,8	0,1	0,2	13,9	1.387
(heraf offentlige)	(0,4)	(10,2)	(93,9)	(0,1)	(0,1)	(9,4)	(932)

Tabel 6-15: Marginale investerings- og driftsomkostninger for samtlige bassiner ved THM-reduktion

<i>Ændring:</i>	Investeringsomk.			Driftsomk./år			Antal bas-Siner
	Fak. vær.	Abs.max.	Vejl.max	Fak. vær.	Abs.max.	Vejl.max	
	Abs.max.	vejl. max.	- forslag	abs.max.	vejl. max.	- forslag	
<i>Bassinkategori:</i>	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	
50m	0,0	0,7	1,1	0,0	0,2	0,3	28
25m	0,5	5,3	5,7	0,1	1,3	1,1	333
Springbassin	0,0	0,5	1,5	0,0	0,1	0,4	32
Undervisningsbassin	0,0	0,7	6,8	0,0	0,1	1,5	291
Børnebassin	0,0	0,1	2,6	0,0	0,0	0,5	113
Soppebassin	0,0	0,3	2,6	0,0	0,0	0,3	124
Morskabsbassin	0,0	0,0	4,1	0,0	0,0	1,0	97
Varmtvandsbassin	0,0	0,5	6,0	0,1	0,3	1,4	156
Terapibassin	0,0	1,2	4,0	0,1	0,5	1,4	130
Spabade	0,0	0,0	1,8	0,0	0,0	0,3	83
I alt	0,9	13,6	33,3	0,3	3,6	7,1	1.387
(heraf offentlige)	(0,6)	(9,1)	(22,4)	(0,2)	(2,4)	(4,8)	(932)

6.3 Risikoanalyse

En række forhold og forudsætninger påvirker størrelsen af de nødvendige investerings- og driftsomkostninger, hvoraf nogle af de mere væsentlige vil blive diskuteret i det følgende.

Indledningsvis må det igen fastslås, at omkostningsestimaterne ikke tager højde for muligheden for nedbringelse af mængderne af bundet klor og THM gennem optimering af driften.

Som allerede nævnt kan der ikke udtrages noget herom fra spørgeskemaundersøgelsen. Generelt vil en række driftsmæssige ændringer kunne reducere dannelsen af bundet klor og af THM. Sådanne ændringer omfatter en nedsættelse af indholdet af frit klor samtidig med, at vandkvaliteten måles i bassin, og at klordoseringen gøres mere effektiv.

Hertil kommer en væsentlig forøgelse af hyppigheden af rengøring af bassinkanter og skulperender fra normalt højst 1 gang om måneden til 1 gang om ugen. Endelig kan nævnes forbedret og mere regelmæssig returskylning af tryksandfiltrene, således at organisk stof fjernes fra vandbehandlingsanlægget hurtigst muligt. Dette øger effektiviteten i vandbehandlingen. Returskylning bør foretages mindst 1 gang om ugen, dog hyppigere ved store belastninger.

Erfaringsmæssigt kan en driftsoptimering reducere indholdet af bundet klor med op til 0,2 mg/l ved et udgangsniveau på 0,6-0,7 mg/l. Reduktionsmulighederne bliver dog mindre med lavere indgangskoncentration.

Dernæst er de samlede omkostningsestimater naturligvis følsomme over sammensætningen af spørgeskema- og beregningspopulationerne. Hvis disse ikke er repræsentative for den samlede danske bassinpopulation, da vil det samlede omkostningsbillede blive forvrænget. Som det fremgik af tabel 6-11, er der ikke ubetydelige forskelligheder i de marginale investeringsomkostninger mellem de forskellige bassinkategorier. Eftersom der ikke foreligger samlede opgørelser over svømmeanlæggene, findes der ikke nogen referencepopulation til verifikation af validiteten af de forudsatte fordelinger.

Omkostningsberegningerne for bundet klor er følsomme over for den tekniske dimensionering af UV-anlæggene. Som gennemgået i kap. 5 blev anlæggenes kapacitet specialdesignet til de der gennemgæede standardbassiner. Det ligger ud over rammerne af denne rapport at indhente yderligere designdata for de adskillige yderligere fabrikater og typer af UV-anlæg, der kan komme på tale i forbindelse med mere konkret investeringsplanlægning.

Investeringsomkostningerne for bundet klor reduktion afhænger desuden af den gjorte antagelse om et loft for kulfilterkapacitet, der tvinger til investering i de dyrere UV-anlæg. Modelsimulationer viser, at en forøgelse af det generelle loft fra 10 til 15 pct. af hovedcirkulationsmængden reducerer de samlede marginale investeringsomkostninger ved nedbringelse af bundet klor indhold fra 0,5 til 0,2 mg/l fra ca. 140 mill. kr. til 122 mill. kr. Den tilsvarende reduktion for de indendørs offentlige bassiner bliver på skønsmæssigt 10 mill. kr.

Endelig bør nævnes, at investeringsomkostningerne ved nedbringelse af THM-indhold er ganske følsomme over for de gjorte forudsætninger om det aktuelle indhold af THM i bassinerne²¹. I beregningerne antages, at THM indholdet er i midterpunktet af de forskellige intervalgrænser i bekendtgørelsen. Antages i

²¹ Disse forudsætninger er detaljeret i bilag V.

stedet, at THM indholdet er på den øvre grænse, da vil marginalomkostningerne for alle bassiner for nedbringelse af THM-indhold fra det nuværende vejledende maksimum til den foreslåede værdi på 20 µg/l forøges med 9 mill. kr. eller mere end ¼ til ca. 42 mill. kr. For de indendørs offentlige anlæg bliver stigningen i de beregnede marginalomkostninger på ca. 5 mill. kr. til omkring 23 mill. kr.

6.4 Enhedsomkostninger

Omkostningsberegningerne i afsnit 6.2 forudsætter, at de skærpede (nye) krav til vandkvalitet resulterer i en indgangskoncentration på 0,2 mg/l for bundet klor og et THM-indhold på 20 µg/l.

De omkostningsmæssige konsekvenser af alternative slutværdier kræver i princippet helt nye omkostningsberegninger. For bundet klor kræves bl.a. en ny dimensionering af UV-anlæggene, mens der for THM må indhentes nye estimater for kapacitetskrav fra leverandøren.

Bundet klor

Under den, ganske stramme, forudsætning om, at omkostningspåvirkningen for alternative slutværdier er den samme for UV-anlæg som for kulfiltre, er det muligt at give et overslag over de skønnede omkostninger for indgangskoncentrationer mellem 0,5 og 0,2 mg/l.

Som gennemgået i afsnit 5.1.1.1 beregnes den krævede kulfilterkapacitet (udtrykt i m³ pr. time) som den dannede bundne klormængde pr. time i forhold til filterreduktionen. Denne reduktion er igen defineret som kuleffektiviteten multipliceret med indgangskoncentrationen. Tabel 5-1 viste filterreduktion og kuleffektivitet ved indgangskoncentrationer på (bl.a.) 0,5 og 0,2 mg/l.

Ved simpel lineær interpolation af filtereffektiviteten kan filterreduktionen og dermed kulfilterkapacitetskravene beregnes for de mellemliggende værdier. Denne beregning er illustreret i tabel 6-16, der viser kapacitetskravet pr. besøgende for alternative indgangskoncentrationer. Det forudsættes, at den dannede bundne klormængde er på 0,2 g/person, dvs. at der er tale om et bassin af hovedtype I jf. gennemgangen i kap. 4.

Kulfilterkravet pr. time pr. badende er således den dannede bundne klormængde pr. time pr. badende sat i forhold til reduktionen over filtret.

Tabel 6-16: Kulfilterkrav pr. badende ved forskellige indgangskoncentrationer af bundet klor

Indgangskoncentration	mg/l	0,5	0,4	0,3	0,2
Kuleffektivitet	pct.	80	78,33	76,67	75
Reduktion over filter	mg/l	0,40	0,31	0,23	0,15
Kulfilterkrav pr. badende	m ³ /t	0,021	0,027	0,036	0,056
Ændring	m ³ /t		0,006	0,015	0,035
Fordeling	pct.		17	28	56

Af tabellen ses, at 17 pct. af det forøgede kulfilterkrav mellem indgangskoncentrationer på 0,5 og 0,2 mg/l vedrører reduktionen fra 0,5 til 0,4 mg/l, 28 pct. vedrører reduktionen fra 0,4 til 0,3 mg/l og de sidste 56 pct., dvs. over halvdelen, reduktionen fra 0,3 til en indgangskoncentration på 0,2 mg/l.

Forudsættes endvidere, at alle bassiner har foretaget kulfilterinvesteringer allerede ved niveau 0,5 mg/l, dvs. minimumsinvesteringen er blevet afholdt, da

vil fordelingen af de marginale investeringsomkostninger mellem indgangskoncentrationerne på 0,5 og 0,2 mg/l svare til den procentvise fordeling af forøgelsen af kulfilterkapacitet.

Under disse forudsætninger kan de samlede marginalinvesteringsomkostninger til bundet klor nedbringelse for det skønnede antal indendørs offentlige anlæg og det samlede antal anlæg fordeles på indgangskoncentrationer jf. tabel 6-17.

Tabel 6-17: Marginale investeringsomkostninger for bundet klor ved alternative indgangskoncentrationer

	Fra indgangskoncentration 0,5 mg/l til:		
	0,4 mg/l	0,3 mg/l	0,2 mg/l
	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.
Indendørs offentlige bassiner	12,9	34,4	77,6
Alle bassiner	23,2	62,0	139,8

For at få et billede af de samlede omkostninger skal der til disse marginalomkostninger naturligvis lægges omkostningerne ved investering i reduktion af bundet klor indhold fra de aktuelt forudsatte værdier i bassinerne til indgangskoncentrationen på 0,5 mg/l. Denne omkostning vil imidlertid være den samme uanset valg af niveau for indgangskoncentration og er derfor ikke medtaget i tabellen.

Det ses, at en lempelse af det foreslåede krav til indhold af bundet klor i den nye bekendtgørelse kan betyde en ganske væsentlig reduktion af de nødvendige investeringsomkostninger. I den sammenhæng bør betydningen af beregningsforudsætningerne atter understreges.

Trihalometaner

Erfaringerne med anvendelse af det aktive specialkul til nedbringelse af THM-indholdet i bassinvandet er som tidligere nævnt alene indhentet fra forsøgsstadet. Ud fra tekniske kriterier er det derfor ikke muligt at beregne de marginale investeringsomkostninger ved forskellige slutniveauer for indhold af THM.

6.5 Sammenfatning

Spørgeskemaundersøgelse

I spørgeskemaundersøgelsen er indhentet oplysninger om 5 parametre for vandkvalitet med henblik på en vurdering af overholdelse af gældende krav såvel som muligheden for overholdelse af fremtidige krav. Svarprocenten var omkring 90 pct. og dermed særdeles tilfredsstillende. Undersøgelsens repræsentativitet som helhed var også tilfredsstillende, idet oplysninger blev indhentet for mellem 35 og 40 pct. af landets svømmebassiner.

For både *pH*-værdierne og indholdet af *frit klor* er der som helhed ingen problemer i forhold til gældende bekendtgørelse. Gennemsnittet for parameterværdier ligger inden for det vejledende interval. Kun forholdsvis begrænsede justeringer af kemikaliedoseringerne vil være nødvendige for at sikre overholdelse af kravene i udkastet til ny bekendtgørelse.

De indhentede oplysninger for *bundet klor* og for *THM* viser alene, hvorvidt gældende krav som helhed er overholdt og ikke de aktuelle værdier. Denne metode er valgt, idet de aktuelle værdier alene viser et øjebliksbillede, mens spørgsmålet om overholdelse af krav viser det generelle niveau. Det er netop det generelle niveau, der er det relevante i en tilsynsmæssig sammenhæng. Det blev udtrykt i C-maksimumsbegrebet i Miljøstyrelsens vejledning om kontrol med svømmebade. Dertil kommer, at datagrundlaget er spinkelt.

Alle udendørs og så godt som alle indendørs bassiner overholder maksimumskravene for bundet klor. Langt de fleste udendørs bassiner overholder også de vejledende krav, mens det kun gælder for ¼ af de indendørs bassiner. Især er indholdet af bundet klor forholdsvis højt for morskabs-, børne- og soppebassiner samt spabade. På den anden side er langt den overvejende del af specielt terapibassinerne, men også varmtvandsbassinerne under det vejledende maksimum.

For så vidt angår THM, er registreret, at 6 indendørs 25m-bassiner ikke overholder det absolutte maksimumskrav. Dertil kommer, at op mod 40 pct. af ikke blot disse bassiner, men også af de indendørs 50m bassiner ligger over det vejledende krav. I den sammenhæng bør dog nævnes, at kravet til THM-indhold er strammere for netop disse to bassintyper. Knap 80 pct. af de godt 350 indendørs bassiner i undersøgelsen overholder det vejledende krav, mens den tilsvarende procentandel er nede på knap 60 for de udendørs bassiner.

Besvarelsene for omsætningstid er kontrastfyldte. Godt 80 pct. af både de indendørs og udendørs bassiner angiver at opfylde kravene. Samtidig viser de faktisk oplyste omsætningstider for førstnævnte bassintype, at den gennemsnitlige omsætningstid for 5 af de 10 bassinkategorier er højere end den, der tillades i bekendtgørelsen. Især er der forholdsvis store overskridelser for børne-, varmtvands- og terapibassiner. En del, men langt fra alle af disse overskridelser, kan forklares af dispensationer fra kravet til omsætningstid.

Som supplement til spørgeskemaoplysningerne om bundet klor og THM blev et af miljøcentrene anmodet om måleresultater for de to parametre. Disse resultater viser, at de fleste bassiner er under det vejledende maksimum for bundet klor, men ganske langt fra det foreslåede maksimum. Helt tilsvarende gælder for indhold af THM, hvortil skal føjes, at bassinerne under 25m, der har et dobbelt så højt tilladt THM-indhold, har værdier for de fleste af bassinerne, der "kun" overskrider de for 25m-bassinerne med i størrelsesordenen 50 pct.

Omkostningsberegninger

Til brug for omkostningsberegningerne for *bundet klor* blev resultaterne fra spørgeskemaundersøgelsen brugt til at beregne gennemsnitlige besøgstal og hovedcirkulationsmængde for de ti bassinkategorier i undersøgelsen. Det er disse parametre, der bestemmer kulfilterbehovet og det teknologiske valg mellem UV-anlæg og kulfiltre.

Disse værdier blev så brugt i den beregningsmodellen fra kapitel 5 til opgørelse af investerings- og driftsomkostninger for kulfiltre og UV-anlæg for gennemsnitsbassinet. Heraf kan afledes de tilsvarende omkostninger pr. besøgende. Ud fra disse enhedsomkostninger samt besøgstallet for hvert bassin i beregningspopulationen, udarbejdes skøn for de nødvendige investerings- og driftsomkostninger for hvert enkelt bassin ved skærpelse af kravet til indhold af bundet klor.

For hvert bassin identificeres der i denne proces den optimale investeringskombination mellem UV-anlæg og kulfiltre, eventuelt én af investeringerne alene, under hensyntagen til tekniske muligheder og økonomisk fordelagtighed.

For *THM* er beregningerne mere simple, idet investeringsbehov, investerings- og driftsomkostninger for hvert enkelt bassin alene afhænger af dets hovedcirkulationsmængde.

Beregningspopulationen til disse detailberegninger pr. bassin omfatter alene de offentlige indendørs bassiner. Fra spørgeskemaundersøgelsen forelå de

nødvendige beregningsdata for knap 250 af disse bassiner, dvs. ca. 1/3 af den samlede population på 770 offentlige indendørs svømmebassiner.

Beregningerne viser, at de marginale investeringsomkostninger for at nå et *bundet klor*-indhold på 1,0 mg/l er ganske beskedne, da kun meget få bassiner overskrider denne værdi. Et niveau på 0,5 mg/l indebærer yderligere omkostninger på 2½ mill. kr., mens den indgangskoncentration, der foreslås i udkastet til bekendtgørelse, betyder omkostninger på ca. 24 mill. kr. i forhold til det nugældende vejledende maksimum. Kun driftsomkostningerne ved sidstnævnte er signifikante med knap 2½ mill. kr. om året.

For THM gælder helt analogt, at omkostningerne for at nå det gældende absolutte maksimum er beskedne. Derimod er marginalomkostningerne for at nå det vejledende maksimum forholdsvis mere betydende med knap 2½ mill. kr. Til sammenligning er de beregnede investeringsomkostninger for at nå det foreslåede maksimum på 20 µg/l ca. 5½ mill. kr.

Baggrunden herfor er, at forholdsvis mange indendørs 25- og 50m-bassiner ligger over det vejledende maksimum, og at reduktionen i THM-indhold er større mellem det absolutte og det vejledende maksimum, nemlig på mellem 25 og 50 µg/l, end den er mellem det vejledende og det foreslåede maksimum (mellem 5 og 30 µg/l). Samtidig gælder, at THM investeringsomkostningsfunktionen er lineær, således at omkostningerne stiger i samme takt som ændringen af krav til THM-indhold.

Fordelingen af investerings- og driftsomkostninger pr. bassinkategori er ikke specielt interessant, idet den jo afspejler, hvor mange af bassiner, der er i hver kategori. Mere relevant er derimod de forventede omkostninger *pr. bassin*.

For bundet klor viser disse sig ganske tunge for undervisnings-, børne-, soppe- og morskabsbassiner. Omkostningerne pr. bassin er mindst lige så høje som for 25- og 50m-bassinerne. Det skyldes ikke så meget en gennemsnitligt dårligere vandkvalitet som det forhold, at hovedcirkulationsmængden for disse bassiner er så lav, at der vil være behov for at installere de dyrere UV-anlæg. For enkelte børne- og soppebassiner er hovedcirkulationsmængden tilmed så lav, at der skal installeres UV-anlæg blot for at nå et bundet klor-indhold på 0,5 mg/l. Generelt er der en ikke ubetydelig spredning i størrelsen af investeringsomkostninger mellem de enkelte bassiner i en given kategori.

Også for investeringer i reduktion af THM er omkostningerne forholdsvis tunge for andre end de egentlige sportsbassiner. Det gælder især spring-, morskabs- og varmtvandsbassiner. Baggrunden er et større behov for reduktion af THM, idet bekendtgørelsesudkastet jo indebærer en skærpelse, der er 6 gange større for disse bassinkategorier. Det betyder så større investeringsbehov og dermed også højere omkostninger pr. bassin.

Endelig er der beregnet skøn for de samlede investerings- og driftsomkostninger for populationerne af samtlige bassiner, de offentlige bassiner i alt og indendørs. Disse skøn er udarbejdet med udgangspunkt i de beregnede gennemsnitsomkostninger pr. bassin for hver bassintype og omfattende de offentlige indendørs anlæg. Med fastlæggelsen af de tre bassinpopulationer fordelt på bassintype kan der så ske opregning til samtlige bassiner i de respektive populationer. Resultaterne af disse beregninger er resumeret i tabel 6-18.

Tabel 6-18: Samlede marginale investerings- og driftsomkostninger

	Investeringsomkostninger	Driftsomkostninger
--	--------------------------	--------------------

Ændring:	Fak. vær.	Abs.max.	Vejl.max	Fak. vær.	Abs.max.	Vejl.max
	abs.max.	vejl. max.	- forslag	abs.max.	Vejl. max.	- forslag
	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	mill. kr.	Mill. kr.	mill. kr.
<i>Bundet klor:</i>						
Samtlige bassiner	0,6	15,2	139,8	0,1	0,2	13,9
Offentlige bassiner	0,4	10,2	93,9	0,1	0,1	9,4
Offentlige indendørs bassiner	0,3	8,4	77,6	0,0	0,1	7,7
<i>Trihalometaner:</i>						
Samtlige bassiner	0,9	13,6	33,3	0,3	3,6	7,1
Offentlige bassiner	0,6	9,1	22,4	0,2	2,4	4,8
Offentlige indendørs bassiner	0,5	7,5	18,5	0,2	2,0	3,9

Det kan – med forsigtighed – skønnes, at godt 15 pct. af omkostningerne for *bundet klor* vedrører ændringen fra 0,5 til 0,4 mg/l, knap 30 pct. ændringen fra 0,4 til 0,3 mg/l og de resterende ca. 55 pct. reduktionen fra 0,3 mg/l til 0,2 mg/l. Denne fordeling afspejler progressionen i investeringsbehovet for kulfiltre med faldende indgangskoncentration.

For THM er det ikke muligt at foretage en tilsvarende fordeling af investerings- og driftsomkostningerne på forskellige værdier af indhold af trihalometaner. Det skyldes, at erfaringsgrundlaget er spinkelt, idet den anvendte metode endnu er på forsøgsstadiet.

Referenceliste

1. Wendt & Sørensen A/S: tekniske data for aktive kulfiltre til reduktion af indhold af bundet klor samt tekniske data og prisoplysninger for aktive specialkulfiltre til THM-reduktion.
2. Aqua System A/S: tekniske data og prisoplysninger for UV-anlæg

BILAG I (A) Tabel: Badevandskvaliteten i offentlige svømmebade

Oplysningerne bedes dække år 2000 og afspejle det generelle niveau i anlægget. Enkelte overskridelser og væsentlige ændringer registret i 2001 bedes oplyst under bemærkninger.

Nedenstående oversigt dækker følgende kommuner/amter: _____

Anlægsnavn	Bassintype		Bundet klor			Trihalometaner				Omsætningstid		Bemærkninger ²²
	Indendørs bassin mindst 25 m	Anden bassintype	Under 0,5 mg/l	Mellem 0,5 og 1 mg/l	Over 1 mg/l	Mindre end 25 µg/l	Mellem 25 og 50 µg/l	Mellem 50 og 100 µg/l	Over 100 µg/l	Jf. bilag 2 i bkg. 195/1988	Dispensation fra bilag 2 i bkg. 195/1988 ²³	
	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	sæt kryds	Notenr.

²² Herunder også oplysninger om planlagte/beslutede renoveringer af anlægget der vil påvirke badevandskvaliteten

²³ For anlæg med dispensation bedes følgende oplyst: Datoen for og varigheden af den meddelte dispensation, begrundelsen, eventuelle vilkår, besluttede/planlagte forbedringer af anlægget der vil gøre dispensation unødvendig med angivelse af afslutningsdato.

Alle anlæg	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	Antal	

Foreligger der målinger af det hygiejniske niveau af udenomsfaciliteter: Ja ... Nej ... (Hvis ja venligst vedlæg rapport eller reference)

Kontaktperson: Tlf:E-mail:.....

Bilag I (B) Miljøstyrelsen

Marts 2002

Projekt: Vandkvalitet i offentlige svømmebade

Supplerende oplysningskema

Miljøcenter:

Udfyldt af:

Tlf.:

Oplysningerne bedes dække år 2000 og afspejle det generelle niveau i anlægget.

Anlæg	Bassin	Bundet klor			Trihalometaner				Bemærkninger
		Under 0,5 mg/l	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	Over 1,0 mg/l	Under 0,25 µg/l	Mellem 25 og 50 µg/l	Mellem 50 og 100 µg/l	Over 100 µg/l	
Anlægsnavn og adresse	Type nr.								

Projekt: Vandkvalitet i offentlige svømmebade

Hjælpekema

Bassintypenumre	
1	50 meter svømmebassin
2	25 meter svømmebassin
3	Springbassin
4	Undervisningsbassin (vanddybde større end 0,75 meter).
5	Børnebassin (vanddybde mellem 0,5 meter og 0,75 meter).
6	Soppe/plaskebassin
7	Morskabsbassin
8	Varmtvandsbassin
9	Terapi- og behandlingsbassin
10	Spabassin
11	Andet, hvad:

Bilag I (C)

Supplerende oplysningskema

Fælles oplysninger for det enkelte badecenter:	
Badeanlæggets navn:	
IP-nummer:	
Ejer af badecentret:	
Antal bassiner i badecentret:	
Årligt besøgstal på alle bassiner:	

Oplysninger på det enkelte bassin i badecentret:					
Bassin nr.:	1	2	3	4	5
Bassintype (angiv typenummer, se hjælpeskema):					
Årligt besøgstal på hvert bassin:					
Bassinareal (heltal i m ²):					

Bassinvolumen (heltal i m ³):					
Hovedcirkulationspumpens ydelse (heltal i m ³ /h):					
Omsætningstid i timer (2 decimaler):					
Gennemsnitlig vandtemp. (1 decimal):					
Bassinet har fælles vandbehandlingsanlæg med følgende bassiner (angiv bassinnummer):					

For reduktion af kloraminer (bundet klor) er der installeret følgende (afkryds i nedenstående felter)?						
	Kulfilter?					
	Hvis kulfilter – hvad er det samlede areal i m ² (2 decimaler – se hjælpeskema)					
	UV-anlæg?					
	Andet?					
	Ikke installeret noget?					

Eventuelle bemærkninger:

Fælles oplysninger for det enkelte badecenter:	
Badeanlæggets navn:	
IP-nummer:	
Ejer af badecentret:	
Antal bassiner i badecentret:	
Årligt besøgstal på alle bassiner:	

Oplysninger på det enkelte bassin i badecentret:

Bassin nr.:	1	2	3	4	5
Bassintype (angiv typenummer, se hjælpeskema):					
Årligt besøgstal på hvert bassin:					
Bassinareal (heltal i m ²):					
Bassinvolumen (heltal i m ³):					
Hovedcirkulationspumpens ydelse (heltal i m ³ /h):					
Omsætningstid i timer (2 decimaler):					
Gennemsnitlig vandtemp. (1 decimal):					
Bassinet har fælles vandbehandlingsanlæg med følgende bassiner (angiv bassinnummer):					

For reduktion af kloraminer (bundet klor) er der installeret følgende (afkryds i nedenstående felter)?						
	Kulfilter?					
	Hvis kulfilter – hvad er det samlede areal i m ² (2 decimaler – se hjælpeskema)					
	UV-anlæg?					
	Andet?					
	Ikke installeret noget?					

Eventuelle bemærkninger:

Bilag I (D)

Miljøstyrelsen

September 2001

Vandkvalitet i offentlige svømmebade

Fælles oplysninger på det enkelte badecenter

Badeanlæg

7. Badeanlæggets navn

Øvrige oplysninger om badeanlægget

8. Adresse

9. Telefon

10. E-mail

11. Kontaktperson

12. Beliggenhed (amt)

13. Beliggenhed (kommune)

14. Hvem ejer det pågældende anlæg?

- Stat
- Amt
- Kommune
- Selvejende institution
- Privatejet
- Andet: hvad?

15.1 Hvad er det årlige antal af besøgende i (samtlige badende uanset om de er betalende eller ej)?

15.2 Hvor mange bassiner har I?

Oplysninger på det enkelte bassin i badecentret

16. Er det første bassin i et indendørs- eller udendørsbassin?

- Indendørsbassin
- Udendørsbassin

17. Hvilken bassintype er det første i ?

- 50 meter svømmebassin
 - 25 meter svømmebassin
 - Springbassin
 - Undervisningsbassin (vanddybde større end 0,75 meter).
 - Børnebassin (vanddybde mellem 0,5 meter og 0,75 meter).
 - Sophe/plaskebassin
 - Morskabsbassin
 - Varmtvandsbassin
 - Terapi- og behandlingsbassin
 - Spabassin
 - Andet, hvad:
-

18. Hvad er bassinets omsætningstid i timer (2 decimaler)?

19. Er kravet til omsætningstiden overholdt?

- Ja
 Nej

20. Er der givet dispensation herfor?

- Ja
 Nej

21. Hvornår udløber dispensationen (måned og år)?

For at vurdere vandkvaliteten tages udgangspunkt i miljøcentrenes tilsynsprotokoller for år 2000.

23. Hvad er den gennemsnitlige vandtemperatur (heltal)?

24. Hvad er den gennemsnitlige PH-værdi? (1 decimal)?

25. Hvad er det gennemsnitlige frie klor mg/l (1 decimal)?

26. Indholdet af bundet klor er overvejende:

- Under 0,5 mg/l
 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l
 Over 1,0 mg/l

27. Indholdet af trihalometaner er:

- Under 25 mg/l

- Mellem 25 og 50 mg/l
 - Mellem 51 og 100 mg/l
 - Over 100 mg/l
-

Anlægsoplysninger på de enkelte bassiner

Udover vandkvalitetsundersøgelsen ønsker miljøstyrelsen en vurdering af mulighederne for at forbedre vandkvaliteten. Derfor beder vi dem besvare følgende spørgsmål gerne i samarbejde med anlægsejere

28. Hvad er bassinarealet (m² i heltal)?

29. Hvad er bassinvolumen (m³ i heltal)?

30. Hvordan foretages indløb til bassin overvejende?

- Jævn fordelt bundindløb
 - Via sideindløb
-

31. Hvordan er udløb fra bassin overvejende placeret?

- Over højtliggende overløbsrende
 - Lavtliggende overløbsrende
 - Skimmerafløb
 - Via bundudløb
-

31.1 Hvis bassinet har fælles vandbehandlingsanlæg med andre bassiner i anlægget, nævnes disse:

Hvis bassinet har fælles vandbehandlingsanlæg med andre bassiner indtastes anlægsoplysningerne (pkt. 32 til pkt. 53) kun for det ene af bassinerne.

32. Er bassinet forsynet med udligningstank?

- Ja
 Nej

33. Hvorfra anvendes der vand til returskyllning?

- Fra separat skyllevandstank
 Fra basin / udligningstank

34. Hvor stor er hovedcirkulationsmængden (heltal i m³/h)?

35. Er flowet kontrolmålt?

- Ja
 Nej

36. Anvendes der reduceret drift om natten?

- Ja Gennemsnitlig reduction pr. uge (i timer)?
 Nej

37. Til filtrering af vandet er der installeret:

- Tryksandfiltre Samlet areal (heltal i m²)
 Vacuumfiltre (diatomit) Samlet areal (heltal i m²)
 Andet:

Andet hvad:

38. Anvendes der flokning ved tryksandfiltre?

- Ja
 Nej
-

39. For at fjerne blandt andet kloramin er der installeret:

- | | | |
|--------------------------|-----------|--|
| <input type="checkbox"/> | Kulfiltre | Samlet areal (heltal i m ²): |
| <input type="checkbox"/> | UV-anlæg | Kapacitet (heltal i m ³ /h): |
| <input type="checkbox"/> | Andet: | |

40. Er der automatisk kemikaliedosering?

- Ja
 Nej

41. Hvilken former for klor anvendes til desinfektion?

- Natriumhypoklorit
 Klorelektrolyse
 Andet: hvad

42. Til justering af bassinvandets PH anvendes?

- Saltsyre
 Kulsyre
 Andet: hvad

Driftsoplysninger

43. Hvilke filterhastigheder anvendes ved tryksandfiltre?

- | | | |
|--------------------------|---------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Normaldrift | Meter (heltal) per time? (1 decimal) |
| <input type="checkbox"/> | Returskylning | Meter (heltal) per time? (1 decimal) |

44. Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af tryksandfiltre?

- Under en uge
- Hver uge
- Mellem en og to uger
- Mere end to uger

45. Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af vacuumfiltre?

- Under to uge
- Mellem 2 og 4 uger
- Mellem 4 og 6 uger
- Mere end 6 uger

46. Hvor stor er den årlige spædevandsmængde (m³ pr. år i heltal)

47. Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af kulfiltre?

- Under en uge
- Hver uge
- Mellem 1 og 2 uger
- Mere end 2 uger

48. Hvor ofte bundsuges bassinet?

- Dagligt
- 2-3 gange per uge
- 1 gang per uge
- Mindre end 1 gang per uge

49. Hvor ofte rengøres siderne i bassinet?

- 1 gang pr. ugen
- 1 gang pr. måned

- 1 gang pr. halve år
- Færre

50. Hvor ofte rengøres overløbsrenderne i bassinet?

- 1 gang pr. ugen
- 1 gang pr. måned
- 1 gang pr. halve år
- Færre

51. Hvor ofte rengøres udligningstank

- 2 gange pr. år
- 1 gang pr. år
- Færre end 1 gang pr. år

52. Er der foretaget forbedringer, der skulle forbedre vandkvaliteten i år 2000 på:

- Bassin: Hvilke?
- Teknisk anlæg: Hvilke?

53. Er der planlagt forbedringer der forventes at forbedre vandkvaliteten inden år 2004 på:

- Bassin: Hvilke?
- Teknisk anlæg: Hvilke?

Har i flere bassiner?

- Ja
- Nej

Hvis ja springer skemaet automatisk frem til spørgsmål nr. 16, hvorefter oplysninger på det næste bassin indtastes.

Hvis nej (dvs. når oplysninger for alle bassiner er indtastet) udskrives det elektroniske skema automatisk.

BILAG II

A. Bundet klor: Prisliste for kulfiltre

Filterkapacitet	Diameter	Filterareal	Pris i alt	Pris pr . m ³
m3/t	mm	m2	kr.	kr.
3,2	640	0,32	38.000	11.875
4,5	760	0,45	40.000	8.889
6,4	900	0,64	50.000	7.813
7,9	1.000	0,79	60.000	7.595
9,5	1.100	0,95	76.000	8.000
11,3	1.200	1,13	85.000	7.522
13,2	1.300	1,32	95.000	7.197

B. Bundet klor: Prisliste for UV-anlæg

Lampekombination	Anlægs- kapacitet	Antal lamper		Installeret effekt	Pris	Pris/m ³	Pris/kW
	m3/t	Ultrav.	Fotokem.				
1-1	5	1	1	0,645	83.000	16.600	128.682
2-1	10	2	1	0,815	89.000	8.900	109.202
3-2	15	3	2	1,435	103.000	6.867	71.777
4-2	20	4	2	1,63	123.000	6.150	75.460
6-3	30	6	3	2,42	148.000	4.933	61.157
8-4	40	8	4	3,21	178.000	4.450	55.452
10-5	50	10	5	4,00	203.000	4.060	50.750
12-6	60	12	6	4,79	222.000	3.700	46.347

Anm.: første ciffer i lampekombination angiver antal UV-lamper, andet ciffer antal fotokemiske lamper

C. THM: Prisliste for kulfiltre

Filterkapacitet	Laghøjde	Filterareal	Pris i alt	Pris/m ³
m3/t	mm	m2	kr.	kr.
0-0,7	400	0,13	21.000	60.000
0,7-1,5	600	0,28	36.000	32.727
1,5-2,6	800	0,5	49.000	23.902
2,6-3,4	900	0,64	57.000	19.000
3,4-6,0	1.200	1,13	97.000	20.638

BILAG III

Beregningsforudsætninger for driftsomkostninger

<u>Prisdata</u>				
EI	kr/kWh	1,20		
Vand	kr./m ³	40		
Klor	kr./kg. NaOCl	2,20		
Varme	kr/kWh	0,50		
Aktivt kul til bundet klor	kr./l	13,75		
Aktivt kul til THM	kr./l	24		
Sand	kr./l	4		
<u>Aktive kulfiltre</u>				
Arbejds løn: pr. filterudskiftning	kr.	2.000		
pr. filterkapacitetsenhed	kr./m ³ /t	160		
<u>UV-anlæg</u>				
UV-C lamper	kr./stk.	1.200	<u>Ultrav.</u>	<u>Fotok.</u>
Deponering	kr./lampe	25	600	600
Arbejds løn til udskiftning	kr./lampe	50	25	25
			50	50
<u>Tekniske data</u>				
		<u>Kulfiltre -</u>	<u>UV-lamper</u>	<u>Kulfiltre -</u>
		<u>bundet klor</u>	<u>bundet klor</u>	<u>THM</u>
Krævet pumpeeffekt - delstrøm	kW/m ³ /t	0,0256	0,0055	0
Hyppighed - filterskyllning	gange/uge	1		1
Skyllehastighed	m/t	30		30
Skylletid	min.	3		3
Indhold af frit klor	mg/l	1,2		1,2
Klorforbrug/NaOCl	pct.	15		0
Kulfilterareal	m ² /m ³ /t	0,1		0,2
Kulindhold	l/m ³ /t	100		200
Sandbundlag til filter	l/m ³ /t	20		20
Driftstid - aktive kulfiltre	t	24		24
Anlægslevetid	år	20	20	20
		<u>Niveau 1</u>		
Bundet klor - kullelevetid	år	0,7		1.0
		<u>Niveau 2</u>		
		1,5		
		<u>Niveau 3</u>		
		3		
<u>Bundet klor - UV-anlæg</u>				
Levetid for lamper	t	<u>Ultrav.</u>	<u>Fotok.</u>	
		8.000	4.000	

Bilag IV

Vandkvalitet i de offentlige svømmebade

Henning Hammerich, RAMBØLL

Indhold

FORORD	95
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	96
1 FREMGANGSMÅDE	97
2 RESULTATER OG KOMMENTARER	98
2.1 INDLEDNING	98
2.2 FÆLLES FOR UDENDØRS OG INDENDØRS BASSINER	99
2.3 INDENDØRS BASSINER	99
2.4 UDENDØRS BASSINER	109
3 ANALYSE	119
3.1 INDLEDNING	119
3.2 OVERSIGT OVER VANDKVALITETEN I DE OFFENTLIGE SVØMMEBADE	119
3.3 OVERSIGT OVER VANDKVALITETEN I DE OFFENTLIGE SVØMMEBADE	119

Bilag A Vandkvalitet i indendørsbassiner opdelt efter bassintype
Bilag B Vandkvalitet i udendørs bassiner opdelt efter bassintype

Forord

Rapporten belyser den nuværende kvalitet af bassinvandet i de offentlige svømmebade, de nødvendige ændringer og omkostninger ved opgradering af offentlige svømmebade i henhold til Miljøstyrelsens udkast til revision af bekendtgørelse 195/1988 om vandkvalitet i svømmebassiner, udsendt december 2000.

Rapporten bygger på data indsamlet fra amter og kommuner via det landsdækkende net af miljøcentre som udfører de lovbestemte kontrolbesøg i svømmebadsanlæg. Vi vil derfor rette en tak til de der har bidraget med oplysninger vedrørende vandkvaliteten i de lokale svømmeanlæg.

Udover undertegnede har følgende personer deltaget i udarbejdelsen af rapporten: Jane Lindholdt og Henrik Wagtberg Hansen, ligeledes fra RAMBØLL.

RAMBØLL, den 5. december 2002.

Henning Hammerich
Chefkonsulent

Sammenfatning og konklusioner

Der er indkommet 335 indberetninger omhandlende 264 indendørs- og 69 udendørssvømmanlæg med henholdsvis 411 indendørs bassiner og 111 udendørs.

Umiddelbart synes dette at være et tilstrækkeligt grundlag, men da vi ikke kender det rigtige antal svømmebadsanlæg kan man være i tvivl om de indkomne datas repræsentative værdi.

Ud fra de enkelte besvarelser kan det konkluderes, at miljøcentrenes oplysninger til vandkvalitet og omsætningstid er fyldestgørende, mens besvarelserne fra svømmeanlægsejerne på væsentlige punkter er mangelfuld. Specielt er omlysningerne om kulfilterareal, besøgstal og bassinarealer mangelfulde for de fleste bassiner til at man kan beregne/vurdere de nødvendige tiltag for at opgradering af vandbehandlingsanlæggene til de ønskede niveauer.

Ud fra undersøgelsen om vandkvalitet kan det konkluderes, at såvel de indendørs som udendørs bassiner i overvejende grad overholder de vejledende værdier og stort set alle de maksimale værdier.

Med hensyn til omsætningstid kan det konstateres at min. 20% af bassinerne ikke overholder kravet til omsætningstid. På trods heraf kan man ikke umiddelbart konstatere nogen forskel i vandkvaliteten.

1 Fremgangsmåde

Miljøstyrelsen har valgt at indsamle oplysningerne ind via landets miljøcentre, idet der ikke findes en samlet registrering af landets godkendelsespligtige svømmebadsanlæg. Samlet forventes der at være ca. 900 bassiner fordelt på 5-600 anlæg.

For indsamling af data er der udarbejdet et fælles elektronisk spørgeskema til landets Miljøcentre og anlægsejere der samlet beskriver de fysiske og driftsmæssige egenskaber ved de enkelte svømmebadsanlæg med tilhørende bassiner i år 2001. Skemaet, som fremgår af bilag A, forudsættes i overvejende grad udfyldt via Internettet.

Selve dataindsamling har RAMBØLL's datterselskab PLS RAMBØLL Management A/S stået for, idet de har de nødvendige værktøjer og erfaring med tilsvarende spørgeskemaundersøgelser.

Spørgeskemaet er opdelt i tre afsnit der beskriver de generelle forhold, vandkvaliteten samt anlægsofbygningen. Det forventes, at Miljøcentrene besvarer spørgsmålene vedr. generelle forhold og vandkvalitet, mens de enkelte anlægsejere besvarer spørgsmålene vedr. anlæg og drift.

De generelle oplysninger vil være f.eks. anlægsnavn, beliggenhed, ejerforhold, besøgstal samt bassintyper, mens vandkvaliteten vil være beskrevet ved f.eks. vandtemperatur, frit- og bundet klor, pH-værdi, omsætningstid samt indhold af trihalometaner

De anlægs- og driftsmæssige oplysninger vil være tilknyttet bassinet såsom. bassinareal og -volumen, ind- og udløbsforhold, cirkulationsmængder, filter størrelser og typer, kemikaliedosering samt intervaller for returskyllning af filtre, rengøring af bassiner.

Ud fra dette grundlag genereres en oversigt over hvor mange og hvilke af de eksisterende bassiner/anlæg der hhv. overholder eller ikke overholder de tre forskellige kriterier til vandkvalitet mht. bundet klor og trihalometaner samt om de overholder omsætningstiden.

2 Resultater og kommentarer

2.1 Indledning

Ved enhver dataindsamling udføres fejlindtastninger og spørgsmål er blevet misforstået, ligesom der kan vise sig uforudsete problemer med programafviklingen.

Derfor er data blevet gennemgået og ud fra oplagte kriterier er data blevet korrigeret. Der er især tale om overflytning af bassiner fra en kategori til en anden ud fra vurdering af bassinarealer, kombineret med vores kendskab til de aktuelle svømmebassiner. I alt er der tale om en halv snes bassiner.

Herudover har enkelte svømmebadsanlæg anvendt flere IP numre om det samme anlæg, enten fordi der var flere bassiner end 5 eller igen fordi de misforstod programmet til dataindsamling.

Ved afviklingen af dataindsamlingen kunne det konstateres, at det ikke altid var muligt at besvare begge spørgsmål til returskyllehastighed af tryksandfiltre.

Ved resultatopgørelserne er anvendt de data der var inddateret i databasen 2001-12-04, dvs. i alt 335 svømmebadsanlæg (lokalitet med en eller flere bassiner).

Efterfølgende er der blevet fremsendt ca. 50 besvarelser på papir til inddatering hos RAMBØLL. Disse besvarelser repræsenterer ca. ca. 75 bassiner.

I alt er der indkommet 335 besvarelser af svømmebadsanlæg bestående af med en eller flere bassiner, såvel indendørs som udendørs.

Efter opsplitning mellem inden- og udendørs svømmebadsanlæg er der hhv. 264 indendørs svømmebadsanlæg og 69 udendørsanlæg bestående af hhv. 411 bassiner og 111 bassiner.

Til forståelse af skemaerne er procenten for "Antal svar" beregnet ud fra det samlede antal besvarelser for det pågældende spørgsmål, mens procentfordelingen er i forhold til de aktuelle besvarelser, dvs. samlet sum er 100%.

F.eks. afsnit 3.2, spørgsmål 14.

Der er 330 Antal svar af 335 besvarelser, svarende til 99%.

De 330 svar fordeles på de enkelte kategori af ejere.

Opgørelser over de enkelte spørgsmåls besvarelser er indsat efterfølgende.

2.2 Fælles for udendørs og indendørs bassiner

Der er indkommet i alt 335 besvarelser, hvoraf de 330 har svaret på spørgsmål 14.

Spørgsmål 14 - Hvem ejer det pågældende anlæg?			
Antal svar		330	99%
Pkt.			
1	Stat	0	0%
2	Amt	31	9%
3	Kommune	106	32%
4	Selvejende institution	74	22%
5	Privatejet	107	32%
6	Andet	12	4%

2.3 Indendørs bassiner

443 har svaret at de har et indendørs bassin, men kun 411 indendørs bassiner er er indtastet. Af nedenstående kan aflæses hvor mange besvarelser, ud af de 411, der er på de enkelte spørgsmål.

Spørgsmål 15.1 - Hvad er det årlige antal besøgende			
(samtlige badende uanset om de er betalende eller ej)?			
Antal svar		281	68%

Spørgsmål 15.2 - Hvor mange bassiner har I?			
Antal svar		399	97%
Pkt.			
1	1 bassin	164	41%
2	2 bassiner	97	24%
3	3 bassiner	75	19%
4	4 bassiner	30	8%
5	5 bassiner	16	4%
6	6 bassiner	5	1%
7	7 bassiner	0	0%
8	8 bassiner	8	2%
9	9 bassiner	0	0%
10	10 bassiner	0	0%
11	11 bassiner	4	1%

Spørgsmål 16 - Er bassinet et indendørs eller udendørs bassin?			
---	--	--	--

Pkt.				
1	Indendørs	411	79%	(relativt)
2	Udendørs	111	21%	(relativt)

Spørgsmål 17 - Hvilken bassintype?				
Antal svar		395	96%	
Pkt.				
1	50 meter svømmebassin	11	3%	
2	25 meter svømmebassin	92	23%	
3	Springbassin	7	2%	
4	Undervisningsbassin	78	20%	
5	Børnebassin	33	8%	
6	Soppe/Plaskebassin	17	4%	
7	Morskabsbassin	23	6%	
8	Varmtvandsbassin	34	9%	
9	Terapi- og Behandlingsbassin	51	13%	
10	Spabassin	34	9%	
11	Andet	15	4%	

Spørgsmål 18 - Hvad er bassinets omsætningstid?		
Antal svar		296 72%

Spørgsmål 19 - Er kravet til omsætningstiden overholdt?			
Antal svar		314	76%
Pkt.			
1	Ja	263	84%
2	Nej	51	16%

Spørgsmål 20 - Er der givet dispensation herfor?		
Antal svar		44 11%

Pkt.			
1	Ja	23	52%
2	Nej	21	48%

Spørgsmål 21 - Hvornår udløber dispensationen?			
Antal svar		11	3%

Spørgsmål 23 - Hvad er den gennemsnitlige vandtemperatur?			
Antal svar		343	83%

Spørgsmål 24 - Hvad er den gennemsnitlige pH-værdi (1 decimal)?			
Antal svar		381	93%
	Min	6,8	
	Gnms.	7,3	
	Max	7,9	

Spørgsmål 25 - Hvad er det gennemsnitlige frie klor (1 decimal)?			
Antal svar		380	92%
	Min	0,3	
	Gnms.	1,4	
	Max	4,0	

Spørgsmål 26 - Indholdet af bundet klor er overvejende			
Antal svar		381	93%

Pkt.				
1	Under 0,5 mg/l	295	77%	
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	84	22%	
3	Over 1,0 mg/l	2	1%	

Spørgsmål 27 - Indholdet af trihalometaner er				
Antal svar		366	89%	
Pkt.				
1	Under 25 mg/l	209	57%	
2	Mellem 25 og 50 mg/l	124	34%	
3	Mellem 51 og 100 mg/l	33	9%	
4	Over 100 mg/l	0	0%	

Spørgsmål 28 - Hvad er bassinarealet?				
Antal svar		316	77%	

Spørgsmål 29 - Hvad er bassinvolumen?				
Antal svar		337	82%	

Spørgsmål 30 - Hvordan foretages indløb til bassin overvejende?				
Antal svar		353	86%	
Pkt.				
1	Jævnt fordelte bundindløb	223	63%	
2	Via sideindløb	130	37%	

Spørgsmål 31 - Hvordan er udløb fra bassin overvejende placeret?				
Antal svar		353	86%	
Pkt.				
1	Over højtliggende overløbsrende	163	46%	

2	Lavtliggende overløbsrende	79	22%
3	Skimmerafløb	70	20%
4	Via bundudløb	41	12%

Spørgsmål 31.1 - Hvis bassinet har fælles vandbehandlingsanlæg			
med andre bassiner i anlægget, nævnes disse			
Antal svar		11	3%

Spørgsmål 32 - Er bassinet forsynet med udligningstank?			
Antal svar		316	77%
Pkt.			
1	Ja	215	68%
2	Nej	101	32%

Spørgsmål 33 – hvorfra anvendes der vand til returskylning?			
Antal svar		302	73%
Pkt.			
1	Fra separat skyllevandstank	91	30%
2	Fra bassin/udligningstank	211	70%

Spørgsmål 34 - Hvor stor er hovedcirkulationsmængden?			
Antal svar		252	61%

Spørgsmål 35 - Er flowet kontrolmålt?			
Antal svar		306	74%
Pkt.			
1	Ja	196	64%
2	Nej	110	36%

Spørgsmål 36 - Anvendes der reduceret drift om natten?			
Antal svar		316	77%
Pkt.			
1	Ja	111	35%
2	Nej	205	65%

Spørgsmål 37 - Til filtrering af vandet er der installeret:			
Antal svar		324	79%
Pkt.			
1	Tryksandfiltre	277	85%
2	Vacuumfiltre 'Diatomit'	31	10%
3	Andet	16	5%

Spørgsmål 38 - Anvendes der flokning ved tryksandfiltre?			
Antal svar		256	62%
Pkt.			
1	Ja	156	61%
2	Nej	100	39%

Spørgsmål 39 - For at fjerne kloramin er der installeret:			
Antal svar		252	61%
Pkt.			
1	Kulfiltre	237	94%
2	UV-anlæg	12	5%
3	Andet	3	1%

Spørgsmål 40 - Er der automatisk kemikaliedosering?			
Antal svar		327	80%
Pkt.			
1	Ja	308	94%
2	Nej	19	6%

Spørgsmål 41 - Hvilken former for klor anvendes til desinfektion?			
Antal svar		325	79%
Pkt.			
1	Natriumhypoklorit	289	89%
2	Klorelektrolyse	30	9%
3	Andet	6	2%

Spørgsmål 42 - Til justering af bassinvandets pH-værdi anvendes?			
Antal svar		329	80%
Pkt.			
1	Saltsyre	300	91%
2	Kulsyre	18	5%
3	Andet	11	3%

Spørgsmål 43 - Hvilke filterhastigheder anvendes ved tryksandfiltre?			
Antal svar		132	32%
Pkt.			
1	Normaldrift	99	75%
2	Returskylning	33	25%

Spørgsmål 44 - Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af tryksandfiltre?			

Antal svar		259	63%
Pkt.			
1	Under en uge	67	26%
2	Hver uge	100	39%
3	Mellem en og to uger	60	23%
4	Mere end to uger	32	12%

Spørgsmål 45 - Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af vacuumfiltre?

Antal svar		30	7%
Pkt.			
1	Under to uge	5	17%
2	Mellem to og fire uger	13	43%
3	Mellem fire og seks uger	10	33%
4	Mere end seks uger	2	7%

Spørgsmål 46 - Hvor stor er den årlige spædevandsmængde?

Antal svar		137	33%
------------	--	-----	-----

Spørgsmål 47 - Hvilken frekvens anvendes til returskylning af kulfiltre?

Antal svar		221	54%
Pkt.			
1	Under en uge	29	13%
2	Hver uge	96	43%
3	Mellem en og to uger	57	26%
4	Mere end to uger	39	18%

Spørgsmål 48 - Hvor ofte bundsuges bassinet?

--	--	--	--

Antal svar		313	76%
Pkt.			
1	Dagligt	90	29%
2	To til tre gange pr. uge	109	35%
3	En gang pr. uge	86	27%
4	Mindre end en gang pr. uge	28	9%

Spørgsmål 49 - Hvor ofte rengøres siderne i bassinet?			
Antal svar		306	74%
Pkt.			
1	En gang pr. uge	80	26%
2	En gang pr. måned	82	27%
3	En gang pr. halve år	76	25%
4	Færre	68	22%

Spørgsmål 50 - Hvor ofte rengøres overløbsrenderne i bassinet?			
Antal svar		280	68%
Pkt.			
1	En gang pr. uge	72	26%
2	En gang pr. måned	78	28%
3	En gang pr. halve år	80	29%
4	Færre	50	18%

Spørgsmål 51 - Hvor ofte rengøre udligningstanken?			
Antal svar		203	49%
Pkt.			
1	To gange pr. år	19	9%
2	En gang pr. år	75	37%
3	Færre end en gang pr. år	109	54%

Spørgsmål 52 - Er der foretaget forbedringer, der forventes at forbedre vandkvaliteten inden år 2004 på:			
Antal svar		70	17%

Pkt.			
1	Bassin: Hvilke?	22	31%
2	Teknisk anlæg: Hvilke?	48	69%

Spørgsmål 53 - Er der planlagt forbedringer, der forventes at forbedre vandkvaliteten inden år 2004 på:			
Antal svar		60	15%
Pkt.			
1	Bassin: Hvilke?	18	30%
2	Teknisk anlæg: Hvilke?	42	70%

Spørgsmål 54 - Har I flere bassiner?			
Antal svar		366	89%
Pkt.			
1	Ja	150	41%
2	Nej	216	59%

2.4 Udendørs bassiner

111 har svaret at de har et udendørs bassin. Af nedenstående kan aflæses hvor mange besvarelser, ud af de 111, der er på de enkelte spørgsmål.

Spørgsmål 15.1 - Hvad er det årlige antal besøgende (samtlige badende uanset om de er betalende eller ej)?		
Antal svar	54	49%

Spørgsmål 15.2 - Hvor mange bassiner har I?			
Antal svar		69	62%
Pkt.			
1	1 bassin	34	49%
2	2 bassiner	25	36%
3	3 bassiner	8	12%
4	4 bassiner	0	0%
5	5 bassiner	1	1%
6	6 bassiner	1	1%
7	7 bassiner	0	0%
8	8 bassiner	0	0%
9	9 bassiner	0	0%
10	10 bassiner	0	0%
11	11 bassiner	0	0%

Spørgsmål 16 - Er bassinet et indendørs eller udendørs bassin?				
Pkt.				
1	Indendørs	411	79%	(relativt)
2	Udendørs	111	21%	(relativt)

Spørgsmål 17 - Hvilken bassintype?			
Antal svar		108	97%
Pkt.			
1	50 meter svømmebassin	4	4%
2	25 meter svømmebassin	17	16%
3	Springbassin	1	1%
4	Undervisningsbassin	34	31%
5	Børnebassin	9	8%
6	Soppe/Plaskebassin	21	19%
7	Morskabsbassin	18	17%
8	Varmtvandsbassin	0	0%
9	Terapi- og Behandlingsbassin	0	0%
10	Spabassin	0	0%
11	Andet	4	4%

Spørgsmål 18 - Hvad er bassinetsomsætningstid?		
Antal svar		49 44%

Spørgsmål 19 - Er kravet til omsætningstiden overholdt?		
Antal svar		60 54%
Pkt.		
1	Ja	49
2	Nej	11

Spørgsmål 20 - Er der givet dispensation herfor?			
Antal svar		5	5%
Pkt.			
1	Ja	1	20%
2	Nej	4	80%

Spørgsmål 21 - Hvornår udløber dispensationen?	

Antal svar	2	2%
------------	---	----

Spørgsmål 23 - Hvad er den gennemsnitlige vandtemperatur?		
Antal svar	70	63%

Spørgsmål 24 - Hvad er den gennemsnitlige pH-værdi (1 decimal)?		
Antal svar	102	92%
	Min	1,2
	Gnms.	7,3
	Max	7,9

Spørgsmål 25 - Hvad er det gennemsnitlige frie klor (1 decimal)?		
Antal svar	101	91%
	Min	0,6
	Gnms.	1,7
	Max	3,5

Spørgsmål 26 - Indholdet af bundet klor er overvejende			
Antal svar	102	92%	
Pkt.			
1	Under 0,5 mg/l	94	92%
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	8	8%
3	Over 1,0 mg/l	0	0%

Spørgsmål 27 - Indholdet af trihalometaner er		
Antal svar	93	84%

Pkt.			
1	Under 25 mg/l	29	31%
2	Mellem 25 og 50 mg/l	28	30%
3	Mellem 51 og 100 mg/l	35	38%
4	Over 100 mg/l	0	0%

Spørgsmål 28 - Hvad er bassinarealet?			
Antal svar		68	61%

Spørgsmål 29 - Hvad er bassinvolumen?			
Antal svar		69	62%

Spørgsmål 30 - Hvordan foretages indløb til bassin overvejende?			
Antal svar		72	65%
Pkt.			
1	Jævnt fordelte bundindløb	17	24%
2	Via sideindløb	55	76%

Spørgsmål 31 - Hvordan er udløb fra bassin overvejende placeret?			
Antal svar		71	64%
Pkt.			
1	Over højtliggende overløbsrende	13	18%
2	Lavtliggende overløbsrende	15	21%
3	Skimmerafløb	32	45%
4	Via bundudløb	11	15%

Spørgsmål 31.1 - Hvis bassinet har fælles vandbehandlingsanlæg med andre bassiner i anlægget, nævnes disse			
Antal svar		2	2%

Spørgsmål 32 - Er bassinet forsynet med udligningstank?			
Antal svar		56	50%
Pkt.			
1	Ja	18	32%
2	Nej	38	68%

Spørgsmål 33 - Hvorfra anvendes der vand til returskylning?			
Antal svar		58	52%
Pkt.			
1	Fra separat skyllevandstank	6	10%
2	Fra bassin/udligningstank	52	90%

Spørgsmål 34 - Hvor stor er hovedcirkulationsmængden?			
Antal svar		38	34%

Spørgsmål 35 - Er flowet kontrolmålt?			
Antal svar		52	47%
Pkt.			
1	Ja	26	50%
2	Nej	25	48%

Spørgsmål 36 - Anvendes der reduceret drift om natten?			
Antal svar		62	56%
Pkt.			
1	Ja	12	19%
2	Nej	50	81%

Spørgsmål 37 - Til filtrering af vandet er der installeret:			
Antal svar		66	59%
Pkt.			
1	Tryksandfiltre	56	85%
2	Vacuumfiltre 'Diatomit'	2	3%
3	Andet	8	12%

Spørgsmål 38 - Anvendes der flokning ved tryksandfiltre?			
Antal svar		41	37%
Pkt.			
1	Ja	11	27%
2	Nej	30	73%

Spørgsmål 39 - For at fjerne kloramin er der installeret:			
Antal svar		4	4%
Pkt.			
1	Kulfiltre	2	50%
2	UV-anlæg	1	25%
3	Andet	1	25%

Spørgsmål 40 - Er der automatisk kemikaliedosering?			
Antal svar		62	56%
Pkt.			
1	Ja	53	85%
2	Nej	9	15%

Spørgsmål 41 - Hvilken former for klor anvendes til desinfektion?			
Antal svar		64	58%
Pkt.			
1	Natriumhypoklorit	55	86%
2	Klorelektrolyse	7	11%
3	Andet	3%	

Spørgsmål 42 - Til justering af bassinvandets pH-værdi anvendes?			
Antal svar		64	58%
Pkt.			
1	Saltsyre	64	100%
2	Kulsyre	0	0%
3	Andet	0	0%

Spørgsmål 43 - Hvilke filterhastigheder anvendes ved tryksandfiltre?			
Antal svar		15	14%
Pkt.			
1	Normaldrift	12	80%
2	Returskylning	3	20%

Spørgsmål 44 - Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af			

tryksandfiltre?			
Antal svar		54	49%
Pkt.		54	49%
1	Under en uge	18	33%
2	Hver uge	18	33%
3	Mellem en og to uger	11	20%
4	Mere end to uger	7	13%

Spørgsmål 45 - Hvilken frekvens anvendes ved returskylning af vacuumfiltre?			
Antal svar		2	2%
Pkt.			
1	Under to uge	2	100%
2	Mellem to og fire uger	0	0%
3	Mellem fire og seks uger	0	0%
4	Mere end seks uger	0	0%

Spørgsmål 46 - Hvor stor er den årlige spædevandsmængde?			
Antal svar		21	19%

Spørgsmål 47 - Hvilken frekvens anvendes til returskylning af kulfiltre?			
Antal svar		3	3%
Pkt.			
1	Under en uge	1	33%
2	Hver uge	1	33%
3	Mellem en og to uger	0	0%
4	Mere end to uger	1	33%

Spørgsmål 48 - Hvor ofte bundsuges bassinet?			

Antal svar		61	55%
Pkt.			
1	Dagligt	30	49%
2	To til tre gange pr. uge	18	30%
3	En gang pr. uge	8	13%
4	Mindre end en gang pr. uge	5	8%

Spørgsmål 49 - Hvor ofte rengøres siderne i bassinet?			
Antal svar			
		62	56%
Pkt.			
1	En gang pr. uge	27	44%
2	En gang pr. måned	13	21%
3	En gang pr. halve år	17	27%
4	Færre	5	8%

Spørgsmål 50 - Hvor ofte rengøres overløbsrenderne i bassinet?			
Antal svar			
		51	46%
Pkt.			
1	En gang pr. uge	21	41%
2	En gang pr. måned	10	20%
3	En gang pr. halve år	15	29%
4	Færre	5	10%

Spørgsmål 51 - Hvor ofte rengøres udligningstanken?			
Antal svar			
		24	22%
Pkt.			
1	To gange pr. år	0	0%
2	En gang pr. år	16	67%
3	Færre end en gang pr. år	8	33%

Spørgsmål 52 - Er der foretaget forbedringer, der forventes at forbedre vandkvaliteten inden år 2004 på:			
Antal svar			
		8	7%

Pkt.			
1	Bassin: Hvilke?	4	50%
2	Teknisk anlæg: Hvilke?	4	50%

Spørgsmål 53 - Er der planlagt forbedringer, der forventes			
at forbedre vandkvaliteten inden år 2004 på:			
Antal svar		10	9%
Pkt.			
1	Bassin: Hvilke?	3	30%
2	Teknisk anlæg: Hvilke?	7	70%

Spørgsmål 54 - Har I flere bassiner?			
Antal svar		89	80%
Pkt.			
1	Ja	40	45%
2	Nej	49	55%

3 Analyse

3.1 Indledning

Indledningsvis skal det bemærkes, at indsamling har været væsentlig mere tidskrævende end forudsat, idet såvel Miljøcentrene som de enkelte svømmeanlægsejere har haft problemer med at aflevere de ønskede oplysninger via Internettet samtidig at tidsfristerne set i bakspejlet har været for korte.

Dette har resulteret i at RAMBØLL har inddateret over 50% af alle skemaer, og først kunnet afslutte inddateringen i starten af december 2001.

Der er indkommet 335 indberetninger omhandlende 264 indendørs- og 69 udendørssvømmeanlæg med henholdsvis 411 indendørs bassiner og 111 udendørs.

Vores forventning var ca. 85% af de estimerede 500-600 anlæg med samlet 900 bassiner.

På denne baggrund har vi fået godt 2/3 del af vores forventning opfyldt.

Umiddelbart synes dette at være et tilstrækkeligt grundlag, men da vi ikke kender det rigtige antal svømmebadsanlæg kan man være i tvivl om de indkomne datas repræsentative værdi.

Ser vi på de enkelte besvarelser kan det konkluderes, at miljøcentrenes oplysninger til vandkvalitet og omsætningstid er fyldestgørende, mens besvarelserne fra svømmeanlægsejerne på væsentlig punkter er mangelfulde til at vurdere de nødvendige tiltag for opgradering af bassinerne med hensyn til bundet klor og i mindre grad til trihalometaner.

I alt var der kun 78 fuldstændige besvarelser ud af de 411 bassiner.

Specielt omløsningerne om kulfilterareal, besøgstal og bassinarealer var mangelfuld for de fleste bassiner til at man kunne beregne/vurdere de nødvendige tiltag for at opgradering af vandbehandlingsanlæggene til de ønskede niveauer.

Alt i alt er der kun 92 besvarelser ud af 411 bassiner der omhandlede ovenstående forhold, og når de så blev fordelt på de enkelte bassintyper var der ikke tilstrækkelig sikkerhed for at resultaterne ville være dækkende.

Ser vi videre på opdelingen mellem de enkelte bassintyper, må det konstateres, at der kun er ganske få besvarelser på nær for 25-meter bassiner, undervisningsbassiner samt for terapi- og behandlingsbassiner.

3.2 Oversigt over vandkvaliteten i de offentlige svømmebade

Skemaer er indsat som bilag A.

3.3 Oversigt over vandkvaliteten i de offentlige svømmebade

Skemaer er indsat som bilag B.

Bilag A

50 meter bassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor [mg/l]			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
5			7,1	7,2	7,3	0,6	1,0	1,2	5	0	0	5	0	0	0
	3		7,0	7,1	7,3	1,2	1,5	1,8	2	1	0	0	3	0	0
		3	7,1	7,2	7,3	1,2	1,6	1,9	2	0	0	1	1	0	0

Total=11

Sum 9 1 0 6 4 0 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
45%	27%	27%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
90%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 25	max 50	> max
60%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l (*Vejledende 0-0,5 mg/l*)
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l (*Højest 1,0 mg/l*)
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l (*Vejledende 0-25 µg/l*)
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l (*Højest 50 µg/l*)
- 3 Mellem 51 og 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

25 meter bassin

Indendørs

Omsætningstid			pH			Frit klor			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
66			7,0	7,3	7,9	0,5	1,0	1,7	55	10	0	41	21	3	0
12			7,0	7,2	7,5	0,3	1,1	1,8	8	4	0	7	5	0	0
14			7,1	7,2	7,4	0,9	1,3	2,6	11	2	0	6	5	1	0

Total=92

Sum 74 16 0 54 31 4 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
72%	13%	15%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
82%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 25	max 50	> max
61%	96%	4%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l (*Vejledende 0-0,5 mg/l*)
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l (*Højest 1,0 mg/l*)
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l (*Vejledende 0-25 µg/l*)
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l (*Højest 50 µg/l*)
Mellem 51 og 100 µg/l
- 3 Over 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Springbassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
7			7,1	7,3	7,4	0,6	1,1	1,6	6	1	0	4	1	2	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Total=7

Sum 6 1 0 4 1 2 0

Omsætningstid		
Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
100%	0%	0%

Bundet klor		
Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
86%	100%	0%

Trihalometaner		
Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
71%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l	<i>(Vejledende 0-0,5 mg/l)</i>
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	<i>(Højest 1,0 mg/l)</i>
3	Over 1,0 mg/l	

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	<i>(Vejledende 0-50 µg/l)</i>
2	Mellem 25 og 50 µg/l	<i>(Højest 100 µg/l)</i>
3	Mellem 51 og 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Undervisningsbassiner

n

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
41			7,0	7,3	7,9	0,9	1,5	3,0	29	9	2	17	14	8	0
	10		7,0	7,3	7,6	0,6	1,4	2,1	7	3	0	4	6	0	0
		27	6,8	7,3	7,8	1,0	1,9	4	20	5	0	10	11	4	0

Total=78

Sum 56 17 2 31 31 12 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
53%	13%	35%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
75%	97%	3%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
84%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
Mellem 51 og 100
- 3 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Børnebassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
24			7,1	7,3	7,9	0,5	1,3	2,21	14	9	0	14	8	1	0
5			7,2	7,3	7,3	1,0	1,3	1,7	3	2	0	2	3	0	0
4			7,2	7,4	7,9	1,0	2,3	3,6	3	1	0	2	2	0	0

Total=33

Sum 20 12 0 18 13 1 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
73%	15%	12%

Bundet klor

Overholdt	Ikke overholdt
vejl 0,5 max 1,0	> max
63%	100%
	0%

Trihalometaner

Overholdt	Ikke overholdt
vejl 50 max 100	> max
97%	100%
	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
- 3 Mellem 51 og 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Soppe- og Plaskebassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
14			7,0	7,3	7,9	0,6	1,6	3,3	8	6	0	7	5	2	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3			7,2	7,3	7,4	1,1	1,3	1,5	3	0	0	2	0	1	0

Total=17

Sum 11 6 0 9 5 3 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
82%	0%	18%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
65%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
82%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l	<i>(Vejledende 0-0,5 mg/l)</i>
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	<i>(Højest 1,0 mg/l)</i>
3	Over 1,0 mg/l	

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	<i>(Vejledende 0-50 µg/l)</i>
2	Mellem 25 og 50 µg/l	<i>(Højest 100 µg/l)</i>
3	Mellem 51 og 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Morskabsbassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor [mg/l]			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
14			7,0	7,3	7,6	0,9	1,4	2	5	9	0	6	6	1	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		9	7,1	7,4	7,7	1,3	2,0	3,2	5	3	0	3	2	1	0

Total=23

Sum 10 12 0 9 8 2 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
61%	0%	39%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
45%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
89%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
Mellem 51 og 100 µg/l
- 3 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Varmtvandsbassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor [mg/l]			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
22			7,0	7,2	7,3	1,0	1,3	2	22	0	0	13	7	2	0
	8		7,1	7,2	7,3	0,7	1,2	1,7	6	2	0	2	3	2	0
		4	7,1	7,2	7,2	1,6	1,8	1,9	1	1	0	0	1	1	0

Total=34

Sum 29 3 0 15 11 5 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
65%	24%	12%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
91%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
84%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
- 3 Mellem 51 og 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Terapi- og Behandlingsbassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor [mg/l]			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
36			7,0	7,3	7,9	0,9	1,4	2,5	35	0	0	20	6	3	0
11			7,2	7,4	7,6	1,0	1,4	1,8	10	1	0	6	5	0	0
3			7,1	7,3	7,4	1,2	1,4	1,9	3	0	0	2	0	0	0

Total=50

Sum 48 1 0 28 11 3 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
72%	22%	6%

Bundet klor

Overholdt	Ikke overholdt	
vejl 0,5	max 1,0	> max
98%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt	Ikke overholdt	
vejl 50	max 100	> max
93%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l	(Vejledende 0-0,5 mg/l)
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	(Højest 1,0 mg/l)
3	Over 1,0 mg/l	

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	(Vejledende 0-50 µg/l)
2	Mellem 25 og 50 µg/l	(Højest 100 µg/l)
3	Mellem 51 og 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Spabassin

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor [mg/l]			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
24			7,0	7,2	7,5	0,6	1,4	2,5	18	6	0	17	5	0	0
3			7,4	7,5	7,6	1,4	1,8	2	0	2	0	2	1	0	0
7			7,0	7,2	7,5	1,0	1,5	2	3	4	0	5	1	0	0

Total=34

Sum 21 12 0 24 7 0 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
71%	9%	21%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
64%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
100%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l	<i>(Vejledende 0-0,5 mg/l)</i>
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	<i>(Højest 1,0 mg/l)</i>
3	Over 1,0 mg/l	

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	<i>(Vejledende 0-50 µg/l)</i>
2	Mellem 25 og 50 µg/l	<i>(Højest 100 µg/l)</i>
3	Mellem 51 og 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Andet

Indendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor [mg/l]			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
9			7,1	7,3	7,5	1,0	1,4	2,2	7	2	0	7	2	0	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29			7,2	7,4	7,5	1,2	1,8	3	3	1	0	3	0	1	0

Total=38

Sum 10 3 0 10 2 1 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
24%	0%	76%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
77%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
92%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
- 3 Mellem 51 og 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Bilag B

50 meter bassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
2			7,4	7,5	7,5	0,9	1,5	2,1	2	0	0	2	0	0	0
1			7,3	7,3	7,3	1,2	1,2	1,2	1	0	0	1	0	0	0
1			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Total=4

Sum

3 0 0 3 0 0 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
50%	25%	25%

Bundet klor

Overholdt			Ikke overholdt		
vejl 0,5	max 1,0	> max	vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%			

Trihalometaner

Overholdt			Ikke overholdt		
vejl 50	max 100	> max	vejl 50	max 100	> max
100%	100%	0%			

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
- 3 Mellem 51 og 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

25 meter bassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
10			7,1	7,4	7,5	1,0	1,5	2,2	9	0	0	3	4	1	0
2			7,5	7,5	7,5	1,0	1,2	1,3	2	0	0	1	1	0	0
5			7,1	7,4	7,5	1,3	1,9	3,2	4	0	0	0	2	1	0

Total=17

Sum 15 0 0 4 7 2 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
59%	12%	29%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
85%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l	<i>(Vejledende 0-0,5 mg/l)</i>
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	<i>(Højest 1,0 mg/l)</i>
3	Over 1,0 mg/l	

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	<i>(Vejledende 0-50 µg/l)</i>
2	Mellem 25 og 50 µg/l	<i>(Højest 100 µg/l)</i>
3	Mellem 51 og 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Springbassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet Klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1			7,2	7,2	7,2	1,8	1,8	1,8	0	1	0	0	1	0	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Total=1

Sum 0 1 0 0 1 0 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
0%	100%	0%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
100%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l	<i>(Vejledende 0-0,5 mg/l)</i>
2	Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	<i>(Højest 1,0 mg/l)</i>
3	Over 1,0 mg/l	

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	<i>(Vejledende 0-50 µg/l)</i>
2	Mellem 25 og 50 µg/l	<i>(Højest 100 µg/l)</i>
	Mellem 51 og 100 µg/l	
3	Over 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Undervisningsbassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
11			7,1	7,5	7,9	0,8	1,6	2,5	11	0	0	4	2	4	0
3			7,7	7,7	7,7	2,2	2,5	2,8	2	0	0	0	0	2	0
20			7,0	7,4	7,7	0,8	1,9	3,3	18	2	0	1	4	13	0

Total=34

Sum 31 2 0 5 6 19 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
32%	9%	59%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
37%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
Mellem 51 og 100 µg/l
- 3 Over 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Børnebassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
4			7,2	7,5	7,63	1,2	2,6	5,7	4	0	0	2	0	2	0
1			7,3	7,3	7,28	2,0	2,0	2	1	0	0	1	0	0	0
4			7,0	7,3	7,5	1,1	2,0	3	3	1	0	0	1	1	0

Total=9

Sum

8 1 0 3 1 3 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
44%	11%	44%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
57%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
- 3 Mellem 51 og 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Soppe- og Plaskebassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
7			7,1	7,3	7,4	1,0	2,0	2,8	7	0	0	5	1	1	0
	2		7,3	7,3	7,3	2,0	2,0	2	1	0	0	1	0	0	0
		12	7,0	7,4	7,7	1,0	1,9	3,5	10	1	0	0	4	6	0

Total=21

Sum 18 1 0 6 5 7 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
33%	10%	57%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
61%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
Mellem 51 og 100 µg/l
- 3 Over 100 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Morskabsbassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
11			7,0	7,4	7,7	0,8	1,6	2,3	9	2	0	6	4	1	0
1			7,3	7,3	7,3	1,2	1,2	1,2	1	0	0	1	0	0	0
6			7,2	7,3	7,5	0,6	1,4	2,8	5	0	0	1	1	3	0

Total=18

Sum 15 2 0 8 5 4 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
61%	6%	33%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
76%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
Mellem 51 og 100 µg/l
- 3 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

Spabassin

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
4			7,2	7,3	7,5	1,1	1,4	1,8	4	0	0	0	3	0	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Total=4

Sum 4 0 0 0 3 0 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
100%	0%	0%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
100%	100%	0%

Niveau, bundet klor

1	Under 0,5 mg/l Mellem 0,5 og 1,0 mg/l	<i>(Vejledende 0-0,5 mg/l)</i>
2	Over 1,0 mg/l	<i>(Højest 1,0 mg/l)</i>

Niveau, trihalometaner

1	Under 25 µg/l	<i>(Vejledende 0-50 µg/l)</i>
2	Mellem 25 og 50 µg/l	<i>(Højest 100 µg/l)</i>
3	Mellem 51 og 100 µg/l	
4	Over 100 µg/l	

Andet

Udendørs

Omsætningstid			pH-værdi			Frit klor			Bundet klor			Trihalometaner			
Ja	Nej	Ved ikke	Min.	Gnms.	Max.	Min.	Gnms.	Max.	1	2	3	1	2	3	4
1			7,1	7,1	7,1	1,2	1,2	1,2	1	0	0	0	1	0	0
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Total=1

Sum 1 0 0 0 1 0 0

Omsætningstid

Fordeling		
Ja	Nej	Ved ikke
100%	0%	0%

Bundet klor

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 0,5	max 1,0	> max
100%	100%	0%

Trihalometaner

Overholdt		Ikke overholdt
vejl 50	max 100	> max
100%	100%	0%

Niveau, bundet klor

- 1 Under 0,5 mg/l *(Vejledende 0-0,5 mg/l)*
- 2 Mellem 0,5 og 1,0 mg/l *(Højest 1,0 mg/l)*
- 3 Over 1,0 mg/l

Niveau, trihalometaner

- 1 Under 25 µg/l *(Vejledende 0-50 µg/l)*
- 2 Mellem 25 og 50 µg/l *(Højest 100 µg/l)*
Mellem 51 og 100
- 3 µg/l
- 4 Over 100 µg/l

BILAG V

Beregningsprincipper

I det følgende gennemgås de anvendte principper for beregning af investeringsomkostninger for nedbringelse af indholdet af bundet klor og af THM. Disse principper er benyttet ved opgørelse af investeringsbehov og -omkostninger samt driftsomkostninger for hver enkelt bassin i populationen af offentlige svømmebade fra spørgeskemaundersøgelsen.

Grundet usikkerheden omkring investeringskrav for udendørs svømmeanlæg omfatter beregningerne dog alene de indendørs bassiner.

Derudover skal nævnes, at for bassiner med fælles vandbehandlingsanlæg medtages de nødvendige investeringer under det største af de bassiner, som anlægget omfatter, hvilket langt overvejende er enten et 25m eller et 50m-bassin.

Bundet klor

For nedbringelse af indholdet af bundet klor i bassinvandet betinger tre forhold investeringens samlede omfang:

1. Dannet bundet klor pr. besøgende
2. Antal besøgende
3. Det ønskede niveau for bundet klor (indgangskoncentrationen)

Den dannede mængde bundet klor er defineret pr. hovedbassintype. Besøgstallet er oplyst eller beregnet for hvert bassin i hver bassinkategori. De ønskede indgangskoncentrationer afspejler kravene i gældende og foreslåede bekendtgørelse, dvs. 1,0 mg/l, 0,5 mg/l og 0,2 mg/l.

Investeringen kan være enten i aktive kulfiltre eller UV-anlæg. Sammensætningen mellem disse to metoder bestemmes dels af tekniske forhold, dels af økonomiske forhold.

Tekniske investeringsbegrænsninger

De tekniske begrænsninger er dels, at der med den valgte type anlæg ikke kan investeres i UV-anlæg, såfremt der ikke allerede er installeret kulfiltre i bassinet, dels at kulfiltrernes samlede kapacitet maksimalt kan udgøre 10 pct. af hovedcirkulationsmængden. Førstnævnte er en begrænsning af generel art, mens sidstnævnte afhænger af den dannede bundne klormængde, besøgstal og ønsket indgangskoncentration.

Oplysninger om eksisterende kulfiltre blev indhentet gennem spørgeskemaundersøgelsen. Knap 95 pct. af alle positive svar oplyste, at have eksisterende kulfiltre. Svarprocenten var 61, hvilket må betegnes som

tilfredsstillende. Såfremt der er svaret ”ved ikke” antages, at kulfiltre er installeret.

Informationer om de eksisterende kulfilters kapacitet er nødvendige af hensyn til loftet i forhold til hovedcirkulationsmængden.

Spørgeskemaundersøgelsen indeholdt da også et spørgsmål herom, men svarprocenten var forholdsvis beskedent. I stedet antages i beregningerne, at størrelsen af de eksisterende kulfiltre for alle bassiner svarer til 2 pct. af hovedcirkulationsmængden.

Behovet for kulfilterkapacitet for en given hovedbassintype og en given indgangskoncentration bestemmes alene ud fra antal besøgende. Herudfra kan beregnes ”normtal” for kulfilterkrav pr. besøgende for hver hovedbassintype. Disse normtal benyttes ved opgørelse af kulfilterkrav for de enkelte bassiner for de forskellige niveauer af indgangskoncentration.

Det samlede kulfilterbehov for de tre hovedbassintyper er opgjort i rapportens kapitel 5. Suppleret med oplysninger om det forudsatte besøgstal kan normtallene for kulfilterkrav pr. 10.000 badende beregnes jf. tabel 1.

	Antal besøgende	Kulfilterkrav pr. 10.000 besøgende		
		Ønsket indgangskoncentration		
		1,0 mg/l	0,5 mg/l	0,2 mg/l
<i>Hovedbassintype:</i>		m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
Type I	175.000	0,27	0,58	1,54
Type II	70.000	0,41	0,87	2,32
Type III	70.000	0,55	1,16	3,09

Tabel 1: Normtal for kulfilterkrav pr. hovedbassintype

Normtallene er naturligvis identiske for alle bassiner i en given hovedbassintype, idet kulfilterkrav jo kun afhænger af antal badende, når der – som her – forudsættes samme mængde dannet bundet klor pr. besøgende.

Den udviklede beregningsmodel for standardbassiner giver dermed mulighed for på simpel vis via normtallene at beregne den nødvendige kulfilterkapacitet for enkeltbassiner. Den krævede kapacitet for de ti gennemsnitsbassiner er vist i tabel 2. Tabellen viser samtidig kapacitetsloftet for hver enkelt bassinkategori.

Dette loft for forøgelse af kulfilterkapacitet er som tidligere nævnt fastlagt ud fra hovedcirkulationsmængden. For bassiner uden eksisterende kulfilter sættes loftet til 10 pct. af hovedcirkulationsmængden, mens loftet for bassiner med allerede eksisterende kulfiltre reduceres med 2 pct. points til 8 pct. Som det fremgik af spørgeskemaundersøgelsen, har langt de fleste bassiner allerede kulfiltre installeret, således at loftet for ny kulfilterkapacitet vil være 8 pct. Det er derfor dette loft, der er vist i tabel 2.

3.3.1 Indgangskoncentration:				Max. kulf. kapacitet
	1,0 mg/l	0,5 mg/l	0,2 mg/l	
<i>Bassintype:</i>	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t	m ³ /t
50m	3,7	7,8	20,9	38,7
25m	2,0	4,3	11,5	13,0
Springbassin	1,4	2,9	7,7	10,7
Undervisningsbassin	1,4	3,0	8,0	5,3

Børnebassin	1,1	2,4	6,4	3,8
Soppebassin	1,3	2,9	7,6	1,9
Morskabsbassin	2,1	4,5	12,0	9,8
Varmtvandsbassin	2,2	4,6	12,3	9,6
Terapibassin	0,5	1,0	2,8	7,1
Spabade	1,0	2,1	5,7	3,4

Tabel 2: Kulfilterkapacitetskrav og -maksima pr. bassinkategori

Ved at sammenholde kapacitetskravene med de forskellige loft identificeres i hvilken udstrækning installation af kulfiltre er teknisk muligt. F.eks. ses for alle bassiner af type I, at kulfiltre er en teknisk option for gennemsnitsbassinet helt ned til en indgangskoncentration på 0,2 mg/l. Omvendt gælder for soppebassiner, at kulfiltre i gennemsnit kun er et teknisk alternativ for en indgangskoncentration på 1,0 mg/l.

Ud fra helt tilsvarende beregninger identificeres de teknisk mulige investeringskombinationer for ethvert bassin i populationen. Som nævnt er UV-anlæg af den her valgte type altid et alternativ, når blot der allerede er installeret kulfiltre.

Økonomiske investeringsbegrænsninger

Hvis den foretagne sortering af bassiner ud fra teknisk mulige investeringsalternativer viser, at kun én form for investering kan gennemføres, behøver der naturligvis ikke at blive foretaget et valg ud fra økonomiske kriterier. Sorteringsprocessen er beskrevet senere i dette afsnit.

Såfremt der derimod findes alternative tekniske investeringskombinationer vælges den investering, der har den laveste nutidsværdi over en 20-årig investeringshorisont.

Bundne klormængder i bassinerne

Formålet med kalkulationerne er beregning af grænseomkostningerne for investering og drift ved ændring af krav om maksimalt indhold af bundet klor fra det eksisterende niveau til:

- 1) det nuværende absolutte maksimumsniveau på 1,0 mg/l;
- 2) det nugældende vejledende niveau på 0,5 mg/l; og
- 3) det foreslåede maksimumsniveau på 0,2 mg/l

Som begrundet i selve rapporten er det i spørgeskemaundersøgelsen valgt kun at indhente oplysninger om, hvorvidt det aktuelle bundet klor indhold respekterer kravene 1) – 3).

For beregningsformål antages følgende om de konkrete værdier:

Bundet klor indhold over 1,0 mg/l: klorindholdet sættes til 1,2 mg/l

Denne værdi er vilkårligt sat, men som påvist gennem spørgeskemaundersøgelsen er det kun et ganske lille antal bassiner (2 i alt), der overskrider den absolutte maksimumsværdi.

Bundet klor indhold mellem 0,5 og 1,0 mg/l: i beregningerne sættes indholdet af bundet klor til 1,0 mg/l. Når den vejledende maksimumsværdi overskrides, må det antages, at der styres efter den absolutte maksimumsværdi.

Bundet klor indhold under 0,5 mg/l: den bundne klormængde sættes til 0,5 mg/l, idet der ud fra en investeringsmæssig optimering ikke er grund til at have et lavere bundet klorniveau end lovgivningen forudsætter.

Antagelsen om bundet klor indhold forekommer noget usikker for intervallet 0,5-1,0 mg/l. Såfremt den gjorte forudsætning ikke holder, indebærer det en overvurdering af omkostningerne i dette interval. Imidlertid fremgår det af spørgeskemaundersøgelsen, at langt hovedparten af bassiner, især de mere investeringskrævende (50 og 25m), har en bundet klor-værdi på højst 0,5 mg/l. Derfor er betydningen af den gjorte antagelse ikke specielt væsentlig i en investeringssammenhæng.

Den gjorte forudsætning for et oplyst klorindhold på 0,5 mg/l eller derunder må antages sikker, hvilket da også bekræftes af resultaterne af de faktuelle værdier, der blev indhentet fra et miljøcenter, og som er omtalt i rapportens afsnit 6.1.2.6. De her beregnede C-maksimumsværdier, der overholdt 0,5 mg/l-grænsen, var som helhed ganske tæt på denne grænse.

Beregningerne omfatter kun de bassiner, der har besvaret spørgsmålet i undersøgelsen om bundet klormængde. Svarprocenten var så høj som 93, så det er et meget begrænset antal bassiner, der har måttet udelades.

Optimal investeringskombination for hver bassinkategori

Ud fra de beregnede gennemsnitlige besøgstal og hovedcirkulations-mængder opgøres for hver bassinkategori de samlede marginale investerings- og driftsomkostninger for alle *potentielt mulige* investeringer nødvendige for at nå alle tre niveauer af indgangskoncentration. De potentielt mulige investeringer er investeringer i kulfiltre og UV-anlæg for alle tre niveauer med undtagelse af den generelle tekniske begrænsning, der gælder for de her valgte UV-anlæg, når der ikke i forvejen er kulfiltre.

Differenceberegningerne tager deres udgangspunkt i de tre niveauer for bundet klor i bassinerne, der blev defineret i det foregående afsnit. Slutniveauerne er det gældende absolutte, gældende vejledende henholdsvis foreslåede maksimumsniveau. Investeringskalkulerne er additive, således at f.eks. differenceinvesteringen fra et udgangsniveau på 1,0 mg/l til et slutniveau på 0,2 mg/l blot er summen af omkostningerne for de to differenceinvesteringer.

Blandt de potentielt mulige investeringer udvælges nu de *optimale* investeringer for hver bassinkategori. De optimale investeringer er defineret som de teknisk mulige investeringer, der har den laveste nutidsværdi. Investerings- og driftsomkostninger for disse investeringer fremgår af tabel 3 på omstående side.

Det bemærkes, at investering i kulfiltre er mest omkostningseffektivt med undtagelse af 50m- og morskabsbassiner, når den ønskede indgangskoncentration er 1,0 mg/l.

Investerings- og driftsomkostninger pr. bassin

For at opgøre omkostningerne pr. bassin beregnes først for hver af de 10 bassinkategorier investerings- og driftsomkostningerne pr. besøgende for hver af de potentielle investeringer.

Herefter foretages en gruppering af bassinerne i en given bassinkategori efter følgende kriterier:

1. *Bassiner med fælles vandbehandlingsanlæg*: hvis bassinet ikke er det største i gruppen, sættes omkostningerne identisk lig nul. Ellers beregnes omkostninger efter samme principper som for andre bassiner af samme type.

2. *Bassiner med eksisterende kulfiltre*: begrænser muligheden for filterkapacitetsforøgelse i forhold til bassiner uden filtre, idet kapacitetsloftet bliver lavere. Hermed påvirkes investeringsomkostningerne.

3. *Kulfilterkapacitet*: Ved hjælp af normtallene beregnes krævet filterkapacitet pr. bassin. Kapacitetsloftet beregnes ud fra hovedcirkulationsmængden. For hvert bassin kontrolleres, om der er ledig kapacitet for at bestemme, om investering i yderligere kulfiltre er teknisk muligt.

4. *Aktuelt indhold af bundet klor*: dette udgangspunkt bestemmer størrelsen af de samlede marginalomkostninger for det enkelte bassin

Beregningen af investeringsomkostningerne pr. bassin og de heraf afledte driftsomkostninger tager sit udgangspunkt i de optimale investeringer for hver bassinkategori. Såfremt den optimale investering i sorteringsprocessen viser sig ikke at være teknisk mulig (loft for kulfilterkapacitet) vælges som differenceinvestering en kombination af kulfiltre (op til loftet) og af UV-anlæg. Eftersom enhedsomkostningerne pr. besøgende er lavere for kulfiltre, er en sådan investeringskombination omkostningsmæssigt optimal.

Når den relevante investeringskombination for et bassin er identificeret, beregnes den samlede investeringsomkostning som enhedsomkostningen pr. besøgende multipliceret med besøgstallet for bassiner. Samtidig sikres, at minimumskravet til investering er overholdt²⁴. Driftsomkostningerne pr. bassin beregnes på tilsvarende vis.

	Marginalinvestering			Marginal driftsomk./år			Investeringstyper
	Fak.-1,0	1,0-0,5	0,5-0,2	Fak.-1,0	1,0-0,5	0,5-0,2	
<i>Omk. pr. bassintype:</i>	tkr.	tkr.	tkr.	tkr.	tkr.	tkr.	
50m							
Uden kulfilter	55	77	188	14	15	25	KF-KF-KF
Med kulfilter	104	22	111	6	1	10	UV-KF-KF
25m							
Uden kulfilter	48	49	104	9	9	14	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	1	55	9	0	5	KF-KF-KF
Springbassin							
Uden kulfilter	48	48	78	7	6	10	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	0	30	7	-1	4	KF-KF-KF
Undervisningsbassin							
Uden kulfilter	48	48	119	7	6	10	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	0	71	7	-1	4	KF-KF-KF
Børnebassin							
Uden kulfilter	48	48	96	6	5	8	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	0	48	6	-1	3	KF-KF-KF
Soppebassin							
Uden kulfilter	48	48	114	7	6	10	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	0	66	7	-1	4	KF-KF-KF
Morskabsbassin							
Uden kulfilter	48	50	108	9	9	15	KF-KF-KF
Med kulfilter	104	2	58	4	0	6	UV-KF-KF

²⁴ For kulfiltre er den lavest mulige investering 48.000 kr. (inkl. sikkerhedsmargin) mens den for UV-anlæg er 99.000 kr. (op til indgangskoncentration 0,5 mg/l). Kravene skal være opfyldt i det omfang, der ikke i forvejen er installeret aktive kulfiltre hhv. UV-anlæg.

Varmtvandsbassin							
Uden kulfilter	48	52	111	9	9	15	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	4	59	9	0	6	KF-KF-KF
Terapibassin							
Uden kulfilter	48	48	48	4	3	4	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	0	0	4	-1	1	KF-KF-KF
Spa-bade							
Uden kulfilter	48	48	86	6	5	7	KF-KF-KF
Med kulfilter	48	0	38	6	-1	2	KF-KF-KF

Note: KF = aktivt kulfilter, UV = UV-anlæg

Tabel 3: Optimale investeringer pr. bassinkategori og indgangskoncentration

Trihalometaner

Opgørelsen af skønnede investerings- og driftsomkostninger ved nedbringelse af indhold af THM er langt mindre kompliceret end for bundet klor. Det skyldes, dels at investeringsomfanget alene afhænger af hovedcirkulationsmængden, dels at der ikke findes tekniske investerings-alternativer.

På den anden side er opgørelsen forbundet med forholdsvis større usikkerhed, idet metoden kun er afprøvet på forsøgsbasis.

THM-indhold i bassinerne

For trihalometaner beregnes grænseomkostningerne for investering og drift ved ændring af krav om maksimalt indhold af THM fra det eksisterende niveau til:

- 1) det nuværende absolutte maksimumsniveau:
50 µg/l for indendørs bassiner på mindst 25m
100 µg/l for øvrige bassiner
- 2) nugældende vejledende maksima:
25 µg/l for indendørs bassiner på mindst 25m
50 µg/l for øvrige bassiner
- 3) det foreslåede maksimumsniveau:
20 µg/l for alle bassinkategorier

Som begrundet i selve rapporten er det i spørgeskemaundersøgelsen valgt kun at indhente oplysninger om, hvorvidt det aktuelle THM indhold respekterer kravene 1) – 3).

For beregningsformål antages følgende om de konkrete værdier:

Oplyst THM-indhold over nugældende absolutte maksima: THM-indholdet sættes til 55 µg/l for de indendørs bassiner over 25m og til 110 µg/l for øvrige bassinkategorier.

Disse værdier er vilkårligt sat, men som påvist i spørgeskemaundersøgelsen er det kun seks 25m-bassiner, der overskrider det absolutte maksimum.

Oplyst THM-indhold mellem absolut og vejledende maksima: i beregningerne sættes indholdet af THM til midtpunktet mellem de to værdier. De indhentede oplysninger fra et miljøcenter, som der redegøres for i rapporten, peger på, at de aktuelle THM værdier, når det vejledende maksimum er overskredet, ligger på (højest) dette niveau.

THM-indhold på eller under vejledende maksima: THM-indholdet sættes for bassiner på mindst 25m til det vejledende maksimum, mens det for de øvrige bassinkategorier vurderes til midtpunktet mellem de to vejledende maksima, dvs. 37,5 µg/l. Disse antagelser stemmer ligeledes overens med oplysningerne fra miljøcentret.

Antagelserne om THM-indhold må dog fortsat betragtes som noget usikre. Under de anførte forudsætninger er der tale om middelskøn for de krævede investeringsomkostninger.

Beregningerne omfatter alene bassiner, der har besvaret spørgsmålet i undersøgelsen om indhold af THM. Svarprocenten var lidt mindre end for bundet klor, nemlig knap 85 pct., så det er fortsat et begrænset antal bassiner, der har måttet udelades.

Investeringskrav

Usikkerheden omkring anvendelse af specielle kulfiltre til nedbringelse af THM-mængden gælder ikke mindst krav til filterkapacitet.

I rapportens kap. 5 blev således antaget, at delstrømsandelen ved en THM-reduktion på 25-50 µg/l er på 2½ pct., mens den for en THM-reduktion på 50-100 µg/l blev sat til 5 pct. af hovedcirkulationsmængden. Såfremt den opnåede THM-reduktion sættes til midtpunktet af de to anførte intervaller, dvs. henholdsvis 37,5 og 75 µg/l, betyder det for begge, at der kræves 0,07 pct. af hovedcirkulationsmængden som filterkapacitet for at opnå en reduktion af THM-indholdet med 1 µg/l (eks. $2,5/37,5=0,07$).

I beregningerne der følger, forudsættes det, at filterkapacitetskravet er netop 0,07 pct. uanset udgangsniveauet for indholdet af trihalometaner, dvs. at investeringsomkostningsfunktionen er lineær.

Investerings- og driftsomkostninger pr. bassin

Med udgangspunkt i dette enhedskapacitetskrav, de oplyste og beregnede hovedcirkulationsmængder, de ønskede niveauer for indhold af THM samt de specifikke forudsætninger fra rapportens kapitel 5, beregnes herefter skøn for investeringsomkostninger pr. bassin.

I beregningerne er forudsat, at minimumsinvesteringen udgør 21.000 kr.

Opgørelsen af driftsomkostninger pr. bassin sker med basis i de kalkulationsprincipper for standardbassiner, der blev gennemgået i rapportens kap. 5. For hver bassinkategori beregnes den gennemsnitlige hovedcirkulationsmængde samt kravet til filterkapacitet (hhv. 2,5 og 5 pct. af hovedcirkulationsmængden).

Herefter beregnes de samlede driftsomkostninger pr. bassinkategori ved en THM reduktion på 25-50 henholdsvis 50-100 µg/l. Desuden beregnes den marginale driftsomkostning pr. m³/t krav til filterkapacitet for de to intervaller. Enhedsdriftsomkostningen for intervallet 25-50 µg/l benyttes ved beregning af reduktionen fra gældende absolutte maksimum til den vejledende værdi, mens intervallet 50-100 µg/l anvendes ved (den større) reduktion fra det vejledende maksimum til det foreslåede maksimum. Ved reduktioner af THM-indhold til det nugældende absolutte maksimum sættes den marginale enhedsomkostning til 8.000 kr. pr. m³/t. Denne enhedsomkostning er forholdsvis høj, idet lønomkostningerne vejer forholdsvis tungere, jf. i øvrigt gennemgangen i rapportens kap. 5.

De anvendte enhedsdriftsomkostninger pr. bassinkategori fremgår af tabel 4.

3.3.1.1.1 THM ændring:	>Abs. max - abs. max	Abs. max - vejl. max.	Vejl. max - ny max. v.
<i>Bassintype:</i>	tkr.	tkr.	tkr.
50m	8,0	5,8	5,7
25m	8,0	6,2	5,9
Springbassin	8,0	6,3	6,0
Undervisningsbassin	8,0	6,9	6,3
Børnebassin	8,0	7,4	6,5

Soppebassin	8,0	9,0	7,3
Morskabsbassin	8,0	6,3	6,0
Varmtvandsbassin	8,0	6,3	6,0
Terapibassin	8,0	6,6	6,1
Spa-bade	8,0	7,6	6,6

Tabel 4: Driftsomkostninger pr. m³/t filterkapacitet til THM reduktion

Disse marginale enhedsomkostninger benyttes nu som input ved beregning af ændringen i driftsomkostninger pr. bassin. De samlede omkostninger er herefter den relevante enhedsomkostning multipliceret med den krævede filterkapacitet.