

Miljøprojekt Nr. 641 2001

Materialer til overfladebelægninger i svømmebassiner

Ole Bisted og Jørn Bødker
Teknologisk Institut

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

FORORD	5
SAMMENFATNING OG KONKLUSIONER	7
1 INTRODUKTION	9
2 KORTLÆGNING OG VURDERING AF DE FORSKELLIGE PRODUKTER TIL OVERFLADE-BELÆGNINGER	11
2.1 BASSINKONSTRUKTIONSTYPER	11
2.2 INFORMATIONER OG DATA FOR DE FORSKELLIGE MATERIALER	11
3 INTERNATIONALE OG NATIONALE NORMER OG TESTMETODER FOR MATERIALER TIL OVERFLADEBELÆGNINGER I SVØMME-BASSINER	15
4 MILJØMÆSSIGE PÅVIRKNINGER AF BASSINVANDET FRA OVERFLADEBELÆGNINGS-MATERIALER	17
4.1 PLASTMEMBRANER	17
4.2 MALING	18
4.3 GLASFIBER	19
4.4 KERAMISKE FLISER/KLINKER	19
5 VALG AF ANALYSER, DER SKAL FORETAGES PÅ BASSINVAND I UDVALGTE SVØMME-BASSINER	21
6 OPLÆG TIL ANALYSEPROGRAM	23
7 ANALYSE AF VANDPRØVER FRA SVØMMEBADE MED FORSKELLIGE TYPER AF OVERFLADEBELÆGNINGER	25
7.1 UDVÆLGELSE AF SVØMMEBADE	25
7.2 TEKNISKE OPLYSNINGER FOR DE UDVALGTE BASSINER	26
7.3 PRØVEUDTAGNING	26
7.4 ANALYSERESULTATER	27
7.5 VURDERING AF ANALYSERESULTATER	28
7.6 ANALYSEMETODER	29
<i>VOC og NVOC</i>	29
<i>Pb og Sn</i>	29
8 ANALYSE AF SUPPLERENDE VANDPRØVER FOR VURDERING AF VANDBEHANDLINGS-ANLÆGGETS INDFLYDELSE	31
8.1 VALG AF SUPPLERENDE VANDPRØVER	31
8.2 ANALYSERESULTATER	31
8.3 VURDERING AF ANALYSERESULTATER	32
9 MIGRATIONSUNDERSØGELSER PÅ PRØVER AF FORSKELLIGE OVERFLADEBELÆGNINGS-MATERIALER	33
9.1 UDVÆLGELSE AF MATERIALETYPER	33
9.2 ANALYSERESULTATER	34
9.3 VURDERING AF ANALYSERESULTATER	34

9.3.1	<i>Sammenligning af ny og gammel PVC-folie</i>	34
9.3.2	<i>Sammenligning af vandbaseret maling og opløsningsmiddelbaseret maling</i>	34
9.3.3	<i>Sammenligning af PVC-folie og maling</i>	35
9.4	ANALYSEMETODER	35
10	DISKUSSION	37
11	REFERENCER	43

Bilag 1
Bilag 2
Bilag 3
Bilag 4

Forord

Miljøstyrelsen har på baggrund af en forestående revision af de gældende regler for svømmebade ønsket at få undersøgt, om der fra bassinernes overfladebelægningsmaterialer afgives kemiske stoffer, som kan influere på bassinvandets kvalitet.

Miljøstyrelsen har rekvireret Teknologisk Institut til at gennemføre et projekt vedrørende ”Materialer til overfladebelægninger i svømmebassiner”. Projektet er opdelt i en kortlægningsfase (fase 1) og en analysefase (fase 2).

Nærværende rapport beskriver resultaterne fra begge faser.

Projektet har været ledet af en styregruppe med følgende sammensætning:

Linda Bagge	Miljøstyrelsen
Jørgen Larsen	Miljøstyrelsen
Susanne Rasmussen	Miljøstyrelsen
Elle Laursen	Sundhedsstyrelsen
Ole Bisted	Teknologisk Institut
Jørn Bødker	Teknologisk Institut

Sammenfatning og konklusioner

I Danmark findes ca. 800 svømmeanlæg, som næsten alle er udført som betonstøbte bassiner med en eller anden form for overfladebelægning.

De betonstøbte bassiner er udført med en af følgende typer af overfladebelægninger:

- maling
- plastfolie
- glasfiberarmeret polyester
- rustfri stålplader
- keramiske fliser/klinker

Af de ca. 800 svømmeanlæg skønnes ca. halvdelen at være enten malede eller beklædt med plastfolie.

For at få et samlet overblik over de forskellige materialer, der anvendes til disse overfladebelægninger, er alle betydende leverandører/producenter blevet kontaktet for at afklare hvilken type overfladebelægning, der typisk forhandles. Denne forespørgsel har afsløret, at de mest solgte bassinfolier er blødgjort PVC.

Der har været taget kontakt til en række leverandører af bassinfolier og udenlandske afprøvningsinstitutioner for at undersøge, om der findes normer og standarder til test af overfladebelægninger til svømmebade. Det har imidlertid kun været muligt at lokalisere anbefaling fra de tyske sundhedsmyndigheder (BGA) om afprøvning af kunststofmaterialer i svømmebade. Anbefalingen er publiceret under titlen ”Empfehlung des BGA zur Eignungsprüfung für Kunststoffmaterialien im Schwimm- und Badebeckenbereich (KSW)”.

I anbefalingen beskrives det, at man skal teste plastmaterialer til svømmebade på samme måde, som man tester overfladebelægninger til brug i drikkevandsanlæg (KTW), og at afgivelsen af Total Organisk Kulstof højst må være 10 mg/m²/dag.

Med henblik på at fastlægge et testprogram for analyse af vand fra udvalgte svømmebade er der gennemført en vurdering af hvilke komponenter, der kan frigøres fra især PVC membraner. På grundlag af denne vurdering er der udtaget vandprøver fra ca. 10 forskellige svømmebade, som er analyseret ved hjælp af målemetoder, der vil kunne afsløre de mistænkte stoffer.

Vandprøverne er udtaget fra en række svømmebadsanlæg rundt om i Danmark. Der er udtaget vand fra bassiner med PVC folie, med maling, med klinker og med glasfiberarmeret polyester belægning. Der er identificeret phthalater i alle bassiner og det er ikke muligt at korrelere indholdet af phthalat til typen af bassinbelægning.

Der er på et enkelt svømmebadsanlæg gennemført en analyse af vandsammensætningen igennem vandbehandlingsanlægget, og det må i denne forbindelse konkluderes, at det mekaniske filter (sandfilter) ikke fjerner phthalat fra vandet; men at kulfiltre effektivt fjerner phthalat til under detektionsgrænsen på 0,1 µg/l for de enkelte stoffer. Man må forvente, at kulfiltrene er i stand til at holde

koncentrationen af phthalat på et konstant niveau i badevandet, således at der efter en vis tid fjernes lige så store mængder phthalat fra bassinet, som der tilføres.

Laboratorietest for afgivelsen af organiske stoffer fra PVC-folie, fra overflade malet med vandbaseret maling og fra overflade malet med opløsningsmiddelbaseret maling viser, at PVC afgiver relativt meget organisk stof, men forholdsvis lidt phthalat; hvorimod de malede overflader afgiver mere phthalat end PVC, men lidt mindre organisk stof totalt. Den opløsningsmiddelbaserede maling afgiver desuden flygtig organisk opløsningsmiddel, som man har praktisk erfaring med kan give alvorlige lugtgener.

Undersøgelsen omfatter ikke en toksikologisk vurdering af de enkelte komponenter og det er derfor ikke muligt på dette grundlag at afgøre om de fundne koncentrationer af phthalat og organiske opløsningsmidler giver anledning til sundhedsrisiko. Det kan konkluderes, at der findes phthalat i alle svømmebade, at kulfilteret effektivt renser vandet for phthalat og at både PVC, vandbaseret maling og opløsningsmiddelbaseret maling afgiver phthalat i en sådan grad, at man ikke kan afgøre hvilken af de nævnte materialer, der er bedst rent sundhedsmæssigt.

1 Introduktion

Vandet i svømmebassiner tilføres kontinuerligt en række forureningsstoffer fra omgivelserne, fra de badende og fra de forskellige konstruktionsmaterialer, som vandet er i kontakt med i bassinet eller i behandlingsanlægget.

Der er en god viden om arten, mængden og behandlingsmetoder for størsteparten af de forskellige forureningsstoffer, men hvad angår de stoffer, som teoretisk kan migrere fra konstruktionsmaterialer til bassinvand, er den eksisterende viden begrænset.

Bassinvandet desinficeres og oxideres ved behandling med klor, og ved reaktion mellem klore og de forskellige stoffer dannes en række reaktionsprodukter. Størsteparten af disse reaktionsprodukter er kendte som værende kloraminforbindelser og THM forbindelser. Teoretisk kan der imidlertid blive dannet mange andre reaktionsprodukter mellem klore og stoffer, der eventuelt er migreret fra konstruktionsmaterialer til bassinvandet. Nærmere undersøgelser for disse mulige teoretisk kemiske forbindelser har der indtil nu kun været begrænset fokus på.

For at få en større viden om konstruktionsmaterialernes eventuelle indflydelse på bassinvandet har Miljøstyrelsen derfor besluttet at iværksætte et projekt omkring ”Materialer til overfladebelægninger i svømmebassiner”.

Gennemførelse af projektet, der er opdelt i en kortlægningsfase (fase 1) og en analysefase (fase 2), er overdraget til Teknologisk Institut, Sektion for Svømmebadsteknologi og i efterfølgende rapportering er der redegjort for resultatet af begge faser.

2 Kortlægning og vurdering af de forskellige produkter til overfladebelægninger

2.1 Bassinkonstruktionstyper

I Danmark findes ca. 800 svømmeanlæg, som er omfattet af ”Reglement om miljøbeskyttelse”. Næsten alle anlæg er udført med betonstøbte bassiner med en eller anden form for overfladebelægning. I enkelte tilfælde er der anvendt præfabrikerede bassiner udført i glasfiberarmeret polyester eller i overfladebehandlet stålplade.

De betonstøbte bassiner er udført med en af følgende typer af overfladebelægninger:

- maling
- plastfolie
- glasfiberarmeret polyester
- rustfri stålplader
- keramiske fliser/klinker

Fordelingen i anvendelse af de forskellige overfladebelægningstyper ved de ca. 800 svømmeanlæg skønnes at være således:

Præfabrikerede bassiner i glasfiberarmeret polyester:	< 1%
Præfabrikerede bassiner i stålplade:	< 1%
Betonstøbte bassiner med maling:	ca. 20 %
Betonstøbte bassiner med plastfolie:	ca. 25%
Betonstøbte bassiner med glasfiberarmeret polyester:	ca. 2 %
Betonstøbte bassiner med rustfri stålplader:	ca. 1%
Betonstøbte bassiner med keramiske fliser/klinker:	ca. 50%

I forbindelse med udførelse af overfladebelægninger kan der indgå yderligere materialer i form af membraner, afretnings/spartelmasser, fliseklæb og fugematerialer til hårde og bløde fuger.

2.2 Informationer og data for de forskellige materialer

For at få et samlet overblik over de forskellige materialer, der anvendes til overfladebelægninger, er alle betydende leverandører og producenter i Danmark blevet kontaktet.

Henvendelse er sket skriftligt, og i bilag 1 er der gengivet et eksempel på en forespørgsel.

Følgende firmaer er blevet kontaktet:

Firma	Produkt	Anvendelse	Besvaret henvendelsen
Alfix A/S H.C.Ørstedsvej 13 6000 Kolding	Fliseklæb Fugematerialer	Opklæbning og fugning af keramiske belægninger	Ja
Deitermann A/S	Membraner Fugemateriale Maling	Vandtætning Fugning Overfladebehandling	Nej
Sika Danmark	Fliseklæb Fugematerialer	Opklæbning Fugning af keramiske belægninger	Nej
Lip Bygningsartikler	Fliseklæb Fugematerialer	Opklæbning Fugning af keramiske belægninger	Ja
C.Ljungdahl A/S	Fugematerialer	Dilatationsfuger	Ja
Nordisk Bygge kemi A/S	?	?	Oplyser, at firmaet normalt ikke sælger materialer til brug ved overfladebehandling i svømmebassiner.
Trading Fuge kemi A/S	Fugematerialer Maling	Dilatationsfuger Overfladebehandling	Ja
Alkor Nordic K/S	Plastfolie	Overfladebelægning	Ja
DLW Scandinavia A/S	Plastfolie	Overfladebelægning	Ja

Vi har valgt ikke at kontakte leverandører af keramiske fliser og klinker, idet vi har vurderet, at vi på forhånd havde tilstrækkelig kendskab til disse produkter. Derudover har vi på Teknologisk Institut kendskab til andre malingstyper, som er anvendt til svømmebassiner, ligesom vi har en god viden om glasfiberarmeret polyester anvendt i svømmebassiner.

I det følgende har vi opstillet en liste over de forskellige produkter og de oplysninger om materialesammensætning og materialeforbrug, som vi dels har kunnet uddrage af leverandørernes oplysninger, og som vi dels selv er vidende om.

Bassinfolie

Produkt 1: Fabrikat DLW
 Produktnavn: Delifol
 Opbygning: 1,5 – 1,7 mm PVC folie forstærket med TREVIRA fibre. Leveres i baner à 1,65 m og 2,0 m.
 Foliemateriale: Blødgjort PVC
 Blødgørertype: Ukendt
 Farve: Hvid, sort, blå, grøn og rød
 Fladevægt: ca. 1,8 kg/m²
 Opsætning: Udlægges i baner på et filtunderlag løst i bassinet og klæbes/svejses sammen med et klæbestof på polyacrylatbasis. Langs overkanten af bassinet klæbes folien til en metalskinne, som er fastgjort til bassinkonstruktionen.
 Mængde: Ifølge leverandørens oplysninger er DLW bassinfolie anvendt som overfladebelægning i mere end 200 bassiner i Danmark. Det skønnes, at der siden 1975 er anvendt ca. 200.000 m² svarende til en mængde på ca. 360.000 kg

Bassinfole

Produkt 2:	Fabrikat Alkor
Produktnavn:	Alkorplan
Opbygning:	1,5 mm PVC folie forstærket med polyester fibre. Leveres i baner à 1,65 m og 2,05 m.
Foliemateriale:	Blødgjort PVC. Et specialprodukt er lakeret med en acryllak
Blødgører type:	Ukendt
Farve:	Hvid, sort, blå og grøn
Fladevægt:	ca. 1,8 kg/m ²
Opsætning:	Udlægges i baner på et filtunderlag løst i bassinet og klæbes/svejses sammen med et klæbestof på tetrahydrofuran-basis. Langs overkanten af bassinet klæbes folien til en metalskinne, som er fastgjort til bassinkonstruktionen.
Mængde:	Ifølge leverandørens oplysning er der inde for de sidste 10 år leveret ca. 180.000 m ² alkorplan bassinfole til det danske marked. Det svarer til en mængde på ca. 325.000 kg.

Fliseklæb og fugemasser

Produkter fra Alfix

Firmaet har oplyst, at følgende af firmaets produkter er og bliver anvendt ved flise/klinkeoverflader i svømmebassiner:

Produkt:	Alfix Normalfix
Anvendelse:	Fliseklæb
Sammensætning:	Cementbaseret pulverbørtel med plastforstærker
Mængde:	Ca. 50.000 kg/år
Produkt:	Alfix Cerafill 10 og 20
Anvendelse:	Fugning af klinker
Sammensætning:	Cementpulver, kvartssand, farvepulver plastforstærker
Mængde:	Ca. 50.000 kg/år
Produkt:	Alfix Specialbinder og Flexbinder
Anvendelse:	Priming af underlag og pastificering af fliseklæb
Sammensætning:	Akrylat
Mængde:	ca. 1500 kg/år
Produkt:	Alfix C 2 Epoxyfuge
Anvendelse:	Fugning af klinker
Sammensætning:	Epoxyharpiks, glycidyl
Mængde:	ca. 50 kg/år

Produkter fra LIP Bygningsartikler A/S

Produkt: Lip Fliseklæb
Anvendelse: Fliseklæb
Sammensætning: Cementbaseret pulverbørtel
Mængde: ?

Produkt: Lip Multiklæb
Anvendelse: Fliseklæb
Sammensætning: Cementbaseret pulverbørtel, plastforstærker
Mængde: ?

Produkt: Lip Fugemasse
Anvendelse: Fugning af klinker
Sammensætning: Cementpulver, kvartssand, plastforstærker, farvestof
Mængde: ?

3 Internationale og nationale normer og testmetoder for materialer til overfladebelægninger i svømme-bassiner

Det har ikke været muligt at finde en speciel norm eller testmetode for test af materialer til svømmebade.

Det nærmeste man kommer en norm eller standard, er de tyske sundhedsmyndigheders (BGA) anbefaling af afprøvning af kunststofmaterialer i svømmebade. Anbefalingen er publiceret under titlen "Empfehlung des BGA zur Eignungsprüfung für Kunststoffmaterialien im Schwimm- und Badebeckenbereich (KSW)" (Bekanntmachungen des BGA, 1989).

I anbefalingen beskrives det, at man skal teste plastmaterialer til svømmebade på samme måde, som man tester overfladebelægninger til brug i drikkevandsanlæg (KTW), og at afgivelsen af Total Organisk Kulstof højst må være 10 mg/m²/dag.

Foruden denne migrationstest skal der gennemføres test af materialernes evne til at danne baggrund for mikrobiel vækst.

I søgningen efter normer og standarder er der fundet en østrigsk test af en liner til svømmebade. Testen er udført af Österreichisches Kunststoffinstitut og efter ÖNORM B 5014 Teil 1 "Prüfung von Werkstoffen hinsichtlich der Eignung im Trinkwasserbereich", som er en norm for test af materialer, der kommer i forbindelse med drikkevand.

I den østrigske norm er der forskellige krav til maksimal afgivelse af fx TOC afhængig af specifikt, hvilken anvendelse materialet skal have. Hvis det drejer sig om beholdere eller beklædning af beholdere, opererer man med en grænseværdi for afgivelse af TOC fra PVC på max. 10 mg/m²/dag.

Hertil kommer, at afgivelse af bly skal ligge under 0,3 mg/m²/dag efter tre ekstraktioner, og at afgivelse af tin skal ligge under 0,02 mg/m²/dag.

Hvis der i forbindelse med materialet er anvendt phenolforbindelser fx ved blandingspolymerer, skal der måles for afgivelse af phenolforbindelser, og afgivelsen må ikke overstige 1,0 mg/m²/dag.

Man skal i øvrigt være opmærksom på, at migrationen af bl.a. blødgørere fra PVC afhænger af temperaturen i vandet, således at højere temperaturer medfører en større migration (prof. D. Pacik, 1999). Temperaturen i normale svømmebade er ca. 26°C, i varmtvandsbassiner ca. 34°C og i Spa-bassiner ca. 39°C.

I drikkevandssammenhæng findes desuden en Europæisk norm, EN852-1 til test af migration fra plastrør "Plastics piping systems for the transport of water intended for human consumption - Migration assessment – Part 1: Determination of migration values of plastics pipes".

Man tager udgangspunkt i denne test, når man i Danmark skal teste materialer, der skal anvendes i drikkevandssystemer. Materialer, der i Danmark skal anvendes i drikkevandssystemer, skal godkendes (VA-godkendes), og denne godkendelsesordning administreres af ETA Danmark.

De danske krav til materialer i drikkevandssammenhæng bygger på, at man eluerer tre gange med et volumen vand i ml svarende til overfladen i cm^2 . I det tredje eluat må koncentrationen af fx TOC ikke stige/øges med mere end 0,3 mg/liter.

Foruden TOC skal der i eluatet måles en lang række parametre, som fastsættes efter en grundig individuel vurdering af hvert materiale, og kravene fastsættes fra gang til gang.

4 Miljømæssige påvirkninger af bassinvandet fra overfladebelægningsmaterialer

Overfladebelægningsmaterialer i svømmebade kan afgive forskellige stoffer til bassinvandet, og især kunststofferne er mistænkt for at kunne afgive sundhedsfarlige stoffer.

4.1 Plastmembraner

Ca. 25% af de offentlige svømmeanlæg i Danmark er udført med plastmembran. Afgivelsen af sundhedsfarlige stoffer til vandet afhænger af flere ting som fx:

- hvilket polymermateriale (fx PVC)
- hvilken blødgører (phthalater, phosphatestre m.m.)
- hvilken stabilisator (tin, bly m.m.)

Fleksibel PVC kan indeholde blødgøringsmidler på op til 60% af den totale vægt, men indholdet ligger typisk noget lavere på omkring 1/3 af vægten (Christensen, 1990).

Langt den mest brugte type blødgørere er phthalater, hvor ca. 50% er di-2-ethylhexyl phthalat (DEHP) og ca. 40% er diisononylphthalat (DINP) eller diisodecyl phthalat (DIDP) (Møller S. et al).

I tabel 4.1 er der gengivet nogle fysisk kemiske egenskaber ved de mest benyttede blødgøringsmidler. Data er hentet fra flere forskellige kilder, og der er store forskelle på data hentet fra forskellige kilder.

Tabel 4.1
Kilde: (Møller, S. et al.1995)

	DEHP	DIDP	DINP
Opløselighed i vand	0,001-2,8 µg/l	< 1µg/l	< 0,01mg/l –0,2 mg/l
Kogepunkt	370 °C	256 °C (ved 10 mm Hg)	252 °C
log K_{ow}	4,88 – 9,3	8,0	8

PVC er termisk ustabil, og derfor må man i forbindelse med termisk formgivning tilsætte stabilisatorer. Stabilisatorerne i PVC anvendes dels til at forebygge nedbrydning af PVC under forarbejdningen og dels til at stabilisere mod nedbrydning fra UV-lys.

De foretrukne stabilisatorsystemer til PVC er:

blyforbindelser
tinforbindelser
barium/zink systemer
calcium/zink systemer

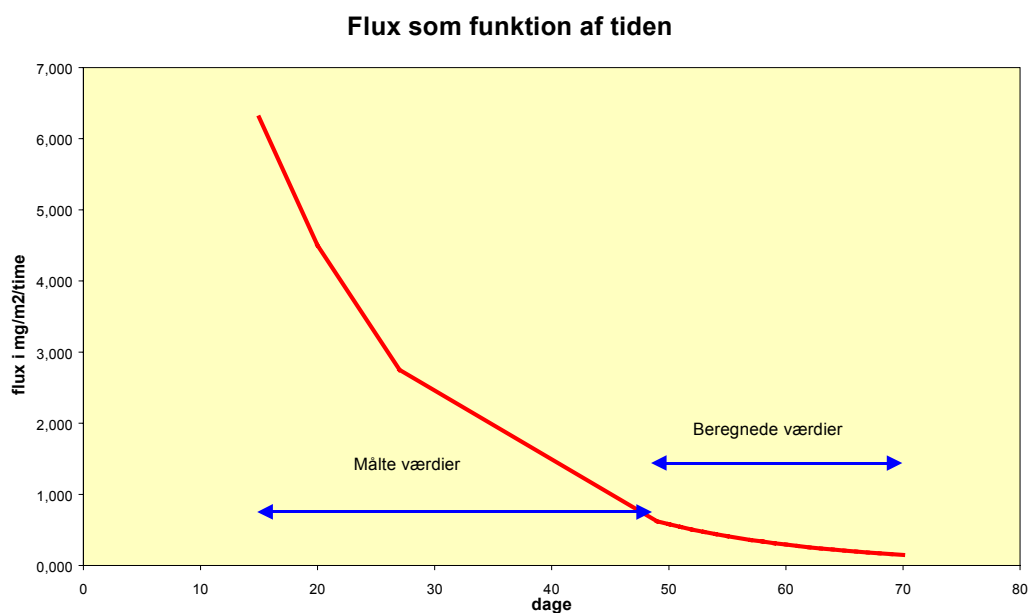
Tidligere var barium/cadmiumsystemer til stabilisering af PVC meget anvendt, men forbruget af denne type stabilisatorer blevet meget stærkt reduceret (Møller S. et al.).

4.2 Maling

Ca. 20% af de offentlige svømmeanlæg i Danmark er udført med maling som overfladebelægning. Der anvendes som oftest en 2-komponentmaling fx en epoxymaling. Malingen kan være enten en vandbaseret maling eller en opløsningsmiddelbaseret maling.

Hvis der anvendes en opløsningsmiddelbaseret maling, vil malingen afgive organiske opløsningsmidler i meget lang tid efter påføring. Erfaringer fra bl.a. Taastrup Badet og Ballerup svømmehal (East Kilbride Badet) har vist, at afgivelsen af organiske opløsningsmidler til vandet er meget stor. Det har desuden vist sig, at det er nødvendigt at lade det malede bassin henstå tomt i adskillige uger, før de organiske opløsningsmidler er fordampet i en sådan grad, at det er muligt at fylde og anvende bassinet til badning.

Figur 4.1
Afdampningshastighed pr. arealenhed (Flux) for organiske opløsningsmidler fra nymalet svømmebassin.



I Ballerup svømmehal (East Kilbride Badet) blev afgivelsen af organiske opløsningsmidler til atmosfæren fra et malet, men i øvrigt tomt bassin bestemt (Bødker J. 1999), se figur 4.1.

Der er tale om en kompleks blanding af organiske opløsningsmidler, og følgende komponenter blev identificeret:

- xylener
- butylacetat
- ethylglycolacetat
- methoxy 2 propylacetat
- trimethylbenzener
- benzylalkohol

Det har ikke været muligt at finde lignende erfaringer med vandblandbare malingstyper, men det er meget sandsynligt, at også de vandbaserede malinger vil kunne afgive mere tungtflygtige organiske forbindelser.

4.3 Glasfiber

I under 1% af de offentlige svømmeanlæg er bassinet beklædt med glasfiberarmeret polyester.

Fra en sådan belægning kan der afgives opløsningsmidler og styrenforbindelser til bassinvandet. Der er hidtil nu ikke udført analyser for nærmere undersøgelse af dette forhold, men det vil i forbindelse med dette projekt være relevant også at se på eventuel migration fra glasfiberbelægninger.

4.4 Keramiske fliser/klinker

I ca. 50 % af samtlige offentlige svømmeanlæg er bassiner beklædt med en keramisk flise eller klinkebelægning. Klinkerne er typisk opsat i traditionelt tyklagscementmørtel eller cementbaseret tyndklæbsmørtel. Til fugning er anvendt cementbaserede fugemasser.

Det vurderes, at der formentlig ikke afgives stoffer af nogen betydning fra glaserede keramiske flise/klinkeoverflader eller fra cementbaserede fuger.

Ved rengøring af klinkeoverflader inden vandpåfyldning er der i nogle tilfælde blevet anvendt uheldige afkalkningsmidler på sulfaminsyrebasis, hvilket efterfølgende har resulteret i usædvanlig høje koncentrationer af ”kloraminforbindelser” hidrørende fra reaktionen mellem klor og rester af sulfaminsyre.

I enkelte bassiner kan der være anvendt fugemasser på epoxybasis, hvorfra der muligvis kan migrere sundhedsfarlige kemiske stoffer, såfremt fugematerialet ikke er hærdet tilstrækkeligt inden vandpåfyldning.

Bevægelsesfuger i flise/klinkebelægningen er normalt fuget med specielle fugemasser på basis af polysulfid, silicone eller polyurethan.

Fra sådanne fugemasser kan der emigrere forskellige opløsningsmidler analogt med de malede overflader. Det vurderes, at der er tale om meget minimale mængder i betragtning af det faktiske fugeareal og mængde af anvendt fugemasse.

5 Valg af analyser, der skal foretages på bassinvand i udvalgte svømme-bassiner

På grundlag af gennemgang af de forskellige materialer, der anvendes til svømmebade, vælges de analysemetoder, der skal bringes i anvendelse.

De plastbelagte svømmebade er mistænkt for at kunne afgive blødgørere og andre organiske forbindelser til vandet. Derfor vil der blive gennemført en GS/MS screening (gaskromatografi/massespektroskopi) af et pentanekstrakt af vandet.

Ved denne GC/MS-screening vil man få oplysninger om indholdet af praktisk talt alle blødgørere, deres nedbrydningsprodukter og eventuelle klorerede forbindelser heraf. Desuden vil analysen afsløre alle de hydrofobe organiske opløsningsmidler (af typen styren, toluen terpentin m.m.), der måtte være at finde i vandet.

De plastbelagte svømmebade er endvidere mistænkt for at kunne afgive små mængder tungmetaller til vandet. Disse tungmetaller stammer fra stabilisatorerne i plasten. Derfor gennemføres ved hjælp af atomabsorption analyser af indholdet af bly og tin. Analysen gennemføres på drikkevandsniveau.

Foruden GC/MS-screening og metalanalyserne gennemføres endvidere analyse af en række samleparametre:

- AOX (adsorberbart halogen)
- NVOC (ikke flygtigt organisk kulstof)
- VOC (flygtigt organisk kulstof)

Ved AOX analysen finder man det bundne halogen. Dette bundne halogen kan stamme fra mange kilder, men det er interessant at se, om der er substantiel forskel i AOX mellem de forskellige bassintyper.

NVOC og VOC giver tilsammen det totale indhold af organisk stof. Det organiske stof vil formodentlig i overvejende grad stamme fra andre kilder, især badegæsterne, end selve bassinmaterialet, men også her vil det være interessant at se, om der er forskel på disse parametre fra bassin til bassin. Endvidere er der netop fokuseret på afgivelsen af organisk kulstof i de tyske rekommandationer til test af materialer i svømmebadssammenhæng og i drikkevandssammenhæng.

6 Oplæg til analyseprogram

Til overfladebelægning i svømmebade anvendes en lang række af forskellige materialer, hvorfra der er mulighed for, at forskellige kemiske stoffer kan migrere ud i bassinvandet.

Der findes ingen undersøgelser af disse forhold hverken nationalt eller internationalt, og der findes kun begrænsede testmetoder og normer for kontrol af materialer til overfladebelægning i svømmebassiner.

På baggrund af kendskabet til de forskellige overfladebelægningstyper og omfanget af deres anvendelse er der udvalgt en række svømmebassiner med forskellig overfladebelægning, hvorfra der er gennemført en række analyser af vandet.

Valg af analysemetoder og analysekomponenter er nærmere beskrevet i rapportens kapitel 5.

Der er udtaget vandprøver fra 13 bassiner i 8 forskellige svømmeanlæg. De pågældende bassiner omfatter følgende typer:

- 4 svømmebassiner med PVC folie
- 2 varmtvandsbassiner med PVC folie
- 1 svømmebassin med klinker
- 1 varmtvandsbassin med klinker
- 1 svømmebassin med maling
- 1 varmtvandsbassin med glasfiber

I forbindelse med gennemførelse af fase 2 er der også udført laboratorieforsøg med test af forskellige overfladematerialer neddyppet i bassinvand. Denne test er i størst mulig grad udført efter de foreliggende tyske og østrigske normer for materialer til svømmebassiner samt EN norm for test af plastrør til drikkevandssystemer.

De materialer, som er nærmere testet, vil være forskellige produkter af PVC folie og maling til betonbassiner.

7 Analyse af vandprøver fra svømmebade med forskellige typer af overfladebelægninger

7.1 Udvælgelse af svømmebade

Projektets indledende kortlægning viser, at der til overfladebelægninger i svømmebade anvendes en lang række af forskellige materialer, hvorfra der er mulighed for, at forskellige kemiske stoffer kan migrere ud i bassinvandet.

De normalt anvendte overfladebelægningsmaterialer i svømmebassiner er jf. afsnit 2.1 i rapport fra fase 1:

- Keramiske fliser/klinker
- Plastfolie
- Maling

For at kortlægge i hvilket omfang, der migrerer stoffer ud i bassinvandet fra de tre typer af overfladebelægningsmaterialer, er der udvalgt en række svømmebadsanlæg, som repræsenterer bassiner med de forskellige materialetyper.

I et enkelt af de udvalgte svømmebadsanlæg findes både et bassin med klinkerbeklædning og et bassin med PVC folie, således at resultaterne herfra er direkte sammenlignelige.

Ved udvælgelsen er der også taget højde for, at der medtages såvel traditionelle svømmebassiner som varmtvandsbassiner, således at det er muligt at konstatere om vandtemperaturen har nogen tydelig indvirkning på migrationen af stoffer fra belægningsmaterialet.

I undersøgelsen indgår i alt 13 bassiner fordelt således:

- 6 svømmebassiner med PVC folie
- 3 varmtvandsbassiner med PVC folie
- 1 svømmebassin med klinker
- 1 varmtvandsbassin med klinker
- 1 svømmebassin med maling
- 1 varmtvandsbassin med glasfiber

7.2 Tekniske oplysninger for de udvalgte bassiner

I nedenstående skema er vist de væsentligste tekniske oplysninger for de 13 undersøgte bassiner:

Svømmebad sanlæg	Bygge- år	Bassin- type	Bassin- størrelse	Belægnings- materiale	Vand- tempera- tur	Filter- type	Tilkob-let aktivt kulfilter
Albertslund svømmehal	1995 *)	svømme- bassin	12,5 x 25 m	PVC folie fabr. DLW	ca. 27 °C	sandfilter	ja
Albertslund svømmehal	1995 *)	Varmt- vands- bassin	ca. 6 x 10 m	PVC folie fabr. DLW	ca. 34 °C	sandfilter	ja
Ishøj svømmehal	1998	Varmt- vands- bassin	ca. 8 x 10 m	Glasfiber- armeret polyester	ca. 34 °C	sandfilter	ja
Svømme- stadion, Esbjerg	1996	Konkur- rencebas- sin	25 x 50 m	PVC folie fabr. DLW	ca. 26 °C	sandfilter	ja
Svømme- stadion, Esbjerg	1996	morskabs- bassin	ca. 15 x 25 m	klinker	ca. 29 °C	sandfiltre	ja
Svømme- stadion, Esbjerg	1996	Varmt- vands- bassin	ca. 6 X 10 m	klinker	ca. 34 °C	sandfilter	ja
Slotssøbadet , Kolding	1994	svømme- bassin	21 x 25 m	PVC folie fabr. DLW	ca. 27 °C	sandfilter	ja
Slotssøbadet , Kolding	1994	Varmt- vands- bassin	ca. 6 X 10 m	PVC folie fabr. DLW	ca. 34 °C	sandfilter	ja
Them Svømmehal	1989	svømme- bassin	12,5 x 25 m	PVC folie fabr. DLW	ca. 27 °C	sandfilter	nej **)
Them svømmehal	1989	Varmt- vands- bassin	6 x 10 m	PVC folie fabr DLW	ca. 34 °C	sandfilter	nej **)
Tommerup Svømmehal	1996 *)	svømme- bassin	12,5 x 25 m	PVC folie fabr. Alkor	ca. 27 °C	diatomit- filter	ja
Taastrup- badet	1997 *)	svømme- bassin	12,5 x 25 m	maling	ca. 27 °C	sandfilter	ja
Vojens Svømmehal	1998	svømme- bassin	12,5 x 25 m	PVC folie fabr. Alkor	ca. 27 °C	sandfilter	ja

*) Svømmehallen er bygget tidligere. Årstallet angiver tidspunkt for udførelse af overfladebelægningen

***) Svømmehallens vandbehandlingsanlæg er tilkoblet UV-anlæg i stedet for aktivt kulfilter

7.3 Prøveudtagning

Al prøveudtagning er udført af Ole Bisted, Teknologisk Institut. Vandprøverne er udtaget direkte fra bassinet ca. 25 cm under vandoverfladen. Prøverne er udtaget og opbevaret i specielle prøveflasker tilberedt af Teknologisk Instituts kemiske laboratorium.

Prøveflaskerne opfylder de respektive krav for udtagning af vandprøver for de forskellige analyser.

Udtagne vandprøver er afleveret til laboratoriet på prøveudtagningsdagen, således at de har kunnet præpareres senest 24 timer efter prøveudtagningen.

I forbindelse med prøveudtagningen er der indsamlet de seneste analyseresultater for trihalomethaner (THM) og bundet klor udført af de stedlige Miljølaboratorier som badets egenkontrol.

Prøveudtagningen fra de forskellige bassiner er udført således:

30. november 1999:

Slotssøbadet, Kolding
Svømmestadion Danmark, Esbjerg
Vojens svømmehal

1. december 1999:

Albertslund svømmehal
Taastrup Badet
Ishøj Svømmehal

20. januar 2000:

Tommerup Svømmehal
Them Svømmehal

7.4 Analyseresultater

Alle resultater er i µg/l

	Albertslund Svøm. bassin PVC	Albertslund Varmt- vands- bassin PVC	Ishøj Varmt- vands- bassin Glas- fiber	Esbjerg Svøm. bassin PVC	Esbjerg Morskabs bassin Klinker	Esbjerg Varmt- vands- bassin Klinker	Detek- tions- grænse
VOC	-	-	-	-	-	-	20
NVOC	2400	3200	1800	930	1500	1500	50
AOX	270	390	180	65	140	140	1
Pb	-	-	-	-	-	-	5
Sn	-	-	-	-	-	-	2
Diethylphthalat	1,1	1,1	0,5	0,2	0,2	0,5	0,1
Dibutylphthalat	0,8	0,2	0,2	0,5	0,1	1,1	0,1
Dimethylphthalat	-	-	-	-	-	-	0,1
Butylbenzylphthalat	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
Di(2ethylhexyl)adipat	-	-	-	-	-	-	0,1
Di(2-ethylhexyl)phthalat	0,4	0,2	-	0,4	-	-	0,1
Di-n-octylphthalat	-	-	-	-	-	-	0,1
Badets egenkontrol af THM µg/l	7	13	18	8	8	19	
Badets egenkontrol af bundet klor mg/l	ca. 0,2	ca. 0,3	0,2	0,2	0,4	0,4	

	Slots- sø- badet	Slots- sø- badet	Them	Them	Tom- merup	Vojens	Taastrup	Detek- tions- græn- se
	Svøm- bassin	Varmt- vands- bassin	Svøm.- bassin	Varmt- vands bassin	Svøm.- bassin	Svøm. bassin	Svøm. bassin	
	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	PVC	Maling	
VOC	-	-	-	-	-	27	90	20
NVOC	1900	3300	3800	5800	2700	4100	5100	50
AOX	210	420	490	1200	170	440	330	1
Pb	-	-	i.a.	i.a.	i.a	-	-	5
Sn	-	-	i.a.	i.a.	i.a	-	-	2
Diethylphthalat	0,7	0,8	1,3	2,8	1,0	0,6	0,7	0,1
Dibutylphthalat	2,9	0,3	0,6	0,7	0,4	0,3	0,4	0,1
Dimethylphthalat	-	-	0,4	0,1	-	-	-	0,1
Butylbenzylphthalat	0,1	0,2	0,2	1,0	0,2	0,3	0,1	0,1
Di(2-ethyl- hexyl)adiapat	-	-	0,4	-	0,5	-	-	0,1
Di(2- ethylhexyl)phthalat	1,0	1,1	0,3	0,8	0,6	-	-	0,1
Di-n-octylphthalat	-	-	-	-	-	-	-	0,1

Badets egenkontrol af THM µg/l	17	10	39	43	15	21	20	
Badets egenkontrol af bundet klor mg/l	0,3	0,3	0,6	0,3	0,3	0,8	0,5	

- betyder under detektionsgrænsen
i.a. betyder ”ikke analyseret”

Udover de i skemaet nævnte parametre blev der screenet for en række parametre, som det imidlertid ikke har været muligt at kvantificere.

- Af aromatiske kulbrinter blev der fundet spor af styren i alle prøver samt spor af xylen i prøven fra Taastrupbadet.

- Der blev påvist trihalomethan i alle prøver men ingen chlorerede opløsningsmidler derudover.

- I prøven fra Vojens Svømmebassin og Esbjerg svømmebassin blev der fundet spor af triphenylphosphat.

Der henvises i øvrigt til laboratoriernes analyserapporter vedlagt som bilag 2.

Vedrørende anvendte analysemetoder henvises til afsnit 1.6.

7.5 Vurdering af analyseresultater

Der er fundet phthalater i samtlige vandprøver uanset om vandprøverne stammer fra et bassin med PVC dug, et malet bassin eller et bassin med klinke- eller glasfiberbelægning.

Man kan kun gisne om hvor phthalaterne stammer fra; men ud over afgivelsen fra PVC dugen er det meget sandsynligt, at badegæsterne bringer disse stoffer over i badevandet fx i forbindelse med kosmetik og lignende. Dibutylphthalat anvendes fx i hårspray og diethylphthalat har været anvendt i aftershave. (Risk Assessment, Dibutylphthalate; TNO and RIVM Chemical Substances Bureau, P.O.Box 1, 3720 BA Bilthoven, Nederlands samt indholdsfortegnelse på aftershave).

Badegæsterne bringer også PVC genstande, fx badedyr, svømmeplader, svømmevinger, svømmefodder, badebeklædning m.m. ind til bassinet og der må forventes, at også fra disse genstande afgives phthalat.

I ingen af vandprøverne kan der detekteres hverken bly eller tin over detektionsgrænserne, som er 5 µg/l for bly og 2 µg/l for tin.

I vandprøverne er der endvidere målt VOC, NVOC og AOX, men indholdet af disse komponenter kan ikke entydigt korreleres til typen af overfladebelægning.

7.6 Analysemetoder

De kemiske analyser vedr. VOC, NVOC, Pb, Sn, phthalater og opløsningsmidler er udført på Teknologisk Instituts kemiske laboratorium i Århus af civ. ing. Ivan Christensen og cand.techn. Paul Lyck Hansen.

Analyse vedr. AOX er udført af VKI v/ Susan Bentzen og Hans Peter Dybdahl.

VOC og NVOC

VOC (Volatile Organic Carbon) og NVOC (Non Volatile Organic Carbon) er bestemt på Shimadzu udstyr. De flygtige forbindelser afblæses først og bestemmes særskilt. Herefter afbrændes den afblæste væskeprøve ved 680°C, og kulstofmængden detekteres som kuldioxid.

AOX

AOX (Adsorberbart organisk halogen) er bestemt efter DSF 23648. En vandprøve tilsættes salpetersyre og natriumsulfit. Indhold af flygtige forbindelser stripes ved 60°C. Indtil 500 ml prøve passerer ved hjælp af tryk gennem en kolonne med aktivt kul, hvorved organiske forbindelser adsorberes. Uorganisk halogen skylles af det aktive kul med sur natriumnitratopløsning. Kullet brændes ved 1050°C, og den dannede hydrogenhalogenid bestemmes ved microcoulometri. Resultatet angives som klor.

Pb og Sn

Pb (bly) og Sn (tin) blev bestemt ved atomabsorptionsspektrometri efter DS 2211.

Phthalater, opløsningsmidler m.m.

Ved GC-MS af pentanekstrakter blev undersøgt for indhold af phthalater. Desuden blev screenet for indhold af aromatiske kulbrinter, chlorerede opløsningsmidler, trihalomethaner samt triphenylphosphat.

8 Analyse af supplerende vandprøver for vurdering af vandbehandlings-anlæggets indflydelse

8.1 Valg af supplerende vandprøver

Det recirkulerende vand i et svømmebassin underkastes en kontinuerlig vandbehandlingsproces bl.a. ved en filtrering, typisk i et sandfilter. I de fleste svømmehaller er der for supplerende vandbehandling installeret et delstrømsfilter i form af et adsorptionsfilter med aktivt kul. Ud fra en kemisk/vandbehandlingsteknisk vurdering er det forventeligt, at fx phthalater i et eller andet opfang vil blive tilbageholdt i sandfilteret og adsorberet i det aktive kul. I forbindelse med prøveudtagningen den 20. januar 2000 blev der udtaget supplerende vandprøver i Slotssøbadet, Kolding. Prøverne er fra systemet for svømmebassinet, og der blev udtaget prøver før sandfiltre, efter sandfiltre (før kulfilter) og efter aktive kulfiltre. Desuden blev der udtaget en prøve fra koldtvandsforsyningen (spædevand til bassinet).

8.2 Analyseresultater

Alle resultater er i µg/l

	Slotssøbadet Svømmebassin (analyse af bassinvand fra prøve udtaget 30/11-99)	Slotssøbadet Svømmebassin Før sandfiltre	Slotssøbadet Svømmebassin Efter sandfiltre (før kulfilter)	Slotssøbadet Svømmebassin Efter aktive kulfiltre	Slotssøbadet Spædevand til svømmebassin Koldtvandsforsyning	Detektionsgrænse
VOC	-	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	20
NVOC	1900	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	50
AOX	210	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	1
Diethyl-phthalat	0,7	0,9	1,1	-	-	0,1
Dibutyl-phthalat	2,9	1,7	2,4	-	0,2	0,1
Dimethyl-phthalat	-	-	-	-	0,4	0,1
Butylbenzylphthalat	0,1	0,2	0,2	-	-	0,1
Di(2-ethyl-phthalat) adapat	-	0,8	-	-	0,3	0,1
Di(2-ethylhexyl) phthalat	1,0	1,1	1,0	-	-	0,1
Di-n-octylphthalat	-	0,1	0,1	-	-	0,1

- betyder under detektionsgrænsen, i.a. betyder "ikke analyseret"

Der henvises i øvrigt til laboratoriernes analyserapporter vedlagt som bilag 2.

8.3 Vurdering af analyseresultater

Analyseresultaterne for vandprøven udtaget før og efter sandfilter viser, at det ikke kan påvises, at sandfilteret har nogen indflydelse på vandets indhold af phthalater.

Derimod viser analyseresultaterne for vandprøven udtaget efter det aktive kulfilter, at indholdet af samtlige detekterede phthalater ligger under detektionsgrænsen på 0,1 µg/l. Det aktive kul er således i stand til effektivt at adsorbere denne type forbindelser, hvilket må forventes at have indflydelse på selv bassinvandets indhold af phthalater i de anlæg, som er udstyret med aktivt kulfilter.

Det skønnes, at i min. 75 % af de indendørs svømmebadsanlæg er vandbehandling-sanlægget tilkoblet et aktivt kulfilter.

En kontrolanalyse af det spædevand (koldt vand fra den kommunale vandforsyning), som tilsættes svømmebassinet, viser tilstedeværelse af 3 ud af de 7 analyserede phthalatforbindelser.

Der er endvidere forsøgt målt organiske opløsningsmidler i vandet før og efter kulfilter, men koncentrationerne af disse forbindelser er så lave, at man ikke kan kvantificere indholdet, og heller ikke konkludere på kulfilterets effektivitet over for disse stoffer.

9 Migrationsundersøgelser på prøver af forskellige overfladebelægningsmaterialer

9.1 Udvælgelse af materialetyper

Analysen af vandprøver udtaget fra de forskellige svømmebassiner viser, at der kan påvises kemiske stoffer, som kan skyldes migration fra overfladebelægningsmaterialerne.

Laboratorieforsøg med test af forskellige materialer neddyppet i vand er udført for nærmere at undersøge migrationen fra materialerne under kontrollerede forhold.

Der blev udvalgt følgende materialer til testen:

Ny PVC folie af fabr. DLW	Prøve 1
Gammelt PVC folie af fabr. DLW	Prøve 2
Opløsningsmiddelbaseret maling fra firmaet Condor Kemi A/S (se efterfølgende beskrivelse samt bilag 3)	Prøve 3
Vandbaseret epoxymaling fra firmaet Deitermann A/S (se efterfølgende beskrivelse samt bilag 3)	Prøve 4

Prøve 1 "Ny PVC folie" er prøvestykker udskåret af hvid folie modtaget direkte fra et firma, som udfører foliebelægningsarbejder i svømmebassiner.

Prøve 2 "Gammelt PVC folie" er prøvestykker udskåret af hvid folie modtaget fra samme firma og stammer fra en ca. 10 år gammel PVC beklædning, som blev demonteret fra et offentligt svømmebassin i slutningen af 1999.

Prøve 3 "Opløsningsmiddelbaseret maling" er glasplader, der er behandlet med en primer i form af 2-komponent epoxysystem og en topcoat i form af 2 komponent acryl-urethan-system. Malingsprodukter er modtaget direkte fra leverandøren og påføring af maling er udført i henhold til leverandørens forskrifter.

Prøve 4 "Vandbaseret epoxymaling" er glasplader, der er behandlet med en primer/topcoat i form af 2-komponent vandbaseret epoxysystem. Malingsprodukter er modtaget direkte fra leverandøren og påføring af maling er udført i henhold til leverandørens forskrifter.

9.2 Analyseresultater

Alle resultater er i µg/l

	Prøve1 ny PVC 1. ekstrakt	Prøve1 ny PVC 3. ekstrakt	Prøve2 gl. PVC 1. ekstrakt	Prøve2 gl. PVC 3. ekstrakt	Prøve3 Ma-ling 1. ekstrakt	Prøve3 Ma-ling 3. ekstrakt	Prøve4 Ma-ling 1. ekstrakt	Prøve4 maling 3. ekstrakt	Detek- tions- grænse
VOC	90	-	-	-	820	810	440	130	20
NVOC	12000	5600	3400	2000	9900	9300	2600	1400	50
AOX	72	120	100	120	23	36	29	43	1
Benzen	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	0,5
Touluen	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	0,5
Trichlorethylen	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	0,5
Tetrachlorethylen	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	0,5
Ethylbenzen	-	i.a.	-	i.a.	36	i.a.	-	i.a.	0,5
M/P-xylen	-	i.a.	-	i.a.	120	i.a.	0,6	i.a.	0,5
O-xylen	-	i.a.	-	i.a.	70	i.a.	-	i.a.	0,5
Naphthalen	-	i.a.	-	i.a.	21	i.a.	-	i.a.	0,5
Dimethylphthalat	4,0	i.a.	0,1	i.a.	32	i.a.	8,1	i.a.	0,1
Diethylphthalat	3,6	i.a.	0,2	i.a.	100	i.a.	210	i.a.	0,1
Dibutylphthalat	2,7	i.a.	0,2	i.a.	5,8	i.a.	8,3	i.a.	0,1
Butylbenzylphthalat	0,3	i.a.	-	i.a.	0,2	i.a.	0,2	i.a.	0,1
Di(2-ethylhexyl)adiapat	0,4	i.a.	-	i.a.	0,3	i.a.	0,4	i.a.	0,1
Di(2ethylhexyl)phthalat	31	i.a.	6,2	i.a.	11	i.a.	8,8	i.a.	0,1
Di-n-octyl-phthalat	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	-	i.a.	0,1

- betyder under detektionsgrænsen, i.a. betyder "ikke analyseret"

Der henvises i øvrigt til laboratoriernes analyserapporter vedlagt som bilag 4.

9.3 Vurdering af analyseresultater

9.3.1 Sammenligning af ny og gammel PVC-folie

Der er gennemført den samme migrationstest med en ny og en gammel PVC-folie (prøve nr. 1 og 2). Man ser tydeligt, at den nye, ubrugte folie afgiver mere organisk stof end den brugte folie. NVOC i første ekstrakt fra den nye folie er 12 mg/liter, medens NVOC i det første ekstrakt fra den brugte folie er 3,4 mg. Ligeledes er migrationen af phthalater langt større fra en ny membran end fra en brugt membran.

9.3.2 Sammenligning af vandbaseret maling og opløsningsmiddelbaseret maling

Test for afgivelse af organisk opløsningsmiddel fra bassinmaling er interessant på baggrund af erfaringer fra bl.a. East Kilbride Badet i Ballerup, hvor bassinet blev malet med denne type maling. Selvom bassinet fik lov at tørre i adskillige dage efter påføring blev vandet alligevel kraftigt forurenet med organiske opløsningsmidler efter opfyldning af bassinet. Bassinvandet i East Kilbride Badet lugtede stærkt af organiske opløsningsmidler og vandet måtte kasseres.

I Ballerup kommune valgte man en acceptabel koncentration af organiske opløsningsmidler i bassinvandet på max 10 µg/l, og forsøg viste, at under denne koncentration var der ingen lugtgener. Målinger og beregninger af opløsningsmiddelfrigivelsen fra bassinet i Ballerup viste imidlertid, at malingen

skulle tørre og aflufte i adskillige uger før man kunne være sikker på, at opløsningsmiddelindholdet i vandet ikke ville overskride 10 µg/l.

Med den ovenfor nævnte begrundelse er der gennemført migrationstest med opløsningsmiddelbaseret og med vandbaseret bassinmaling. Migrationstesten viser tydeligt, at der afgives relativt meget organisk opløsningsmiddel fra den opløsningsmiddelbaserede maling. Koncentrationen af opløsningsmidlet xylen i første ekstrakt er 190 µg/l eller næsten 20 gange mere end Ballerup kommune vil acceptere i bassinvandet i East Kilbride Badet.

I begge typer maling, både i den vandbaserede og i den opløsningsmiddelbaserede, er der tilsyneladende blødgører på basis af phthalat, og disse phthalater migrerer tilsyneladende ud i vandfasen i relativ høje koncentrationer. Koncentrationen af diethylphthalat i første ekstrakt fra den vandbaserede maling er således 210 µg/l, hvilket er den absolut højeste koncentration af phthalat, der er målt i disse forsøg.

Man kan derfor sammenfattende om malingsforsøgene sige, at den opløsningsbaserede maling afgiver flygtig organisk opløsningsmiddel og at begge malingstyper afgiver relativt meget phthalat til vandet.

9.3.3 Sammenligning af PVC folie og maling

Både maling og PVC afgiver phthalater. PVC afgiver især di (2-ethylhexyl)phthalat, der anvendes som blødgører i PVC. Fra begge de testede malingstyper, såvel den vandbaserede som den opløsningsmiddelbaserede, afgives phthalater med mindre molekylvægt. Ved laboratorieforsøget viser det sig, at afgivelsen af phthalat fra malingen er væsentlig større end afgivelse af phthalat fra PVC folien. (Denne forskel er jf. afsnit 7.4 ikke fundet i analyserne af de udtagne vandprøver fra bassinerne)

Fra PVC folien afgives relativt store mængder ukendt organisk stof, der giver sig udtryk som NVOC. Det har ikke været muligt i denne undersøgelse at identificere det organiske stof, som ligger til grund for den relativt høje NVOC værdi, som er målt i ekstraktet fra ny PVC.

9.4 Analysemetoder

Migrationsundersøgelsen er udført i henhold til standarden EN 852-1, der generelt anvendes til afprøvning af materialer, der kommer i kontakt med drikkevand.

Prøvningsbetingelser:

Ekstraktionsmedium: Demineraliseret vand tilsat aktivt klor svarende til en koncentration på 1 mg klor/l vand

Ekstraktioner: 3 x 72 timer

Temperatur: 23°C ± 2°C

Materialeoverflade i forhold til vandvolumen: 1 cm² / 1 cm³

Analysen: 1. ekstrakt blev analyseret for opløsningsmidler og phthalater ved GC-MS

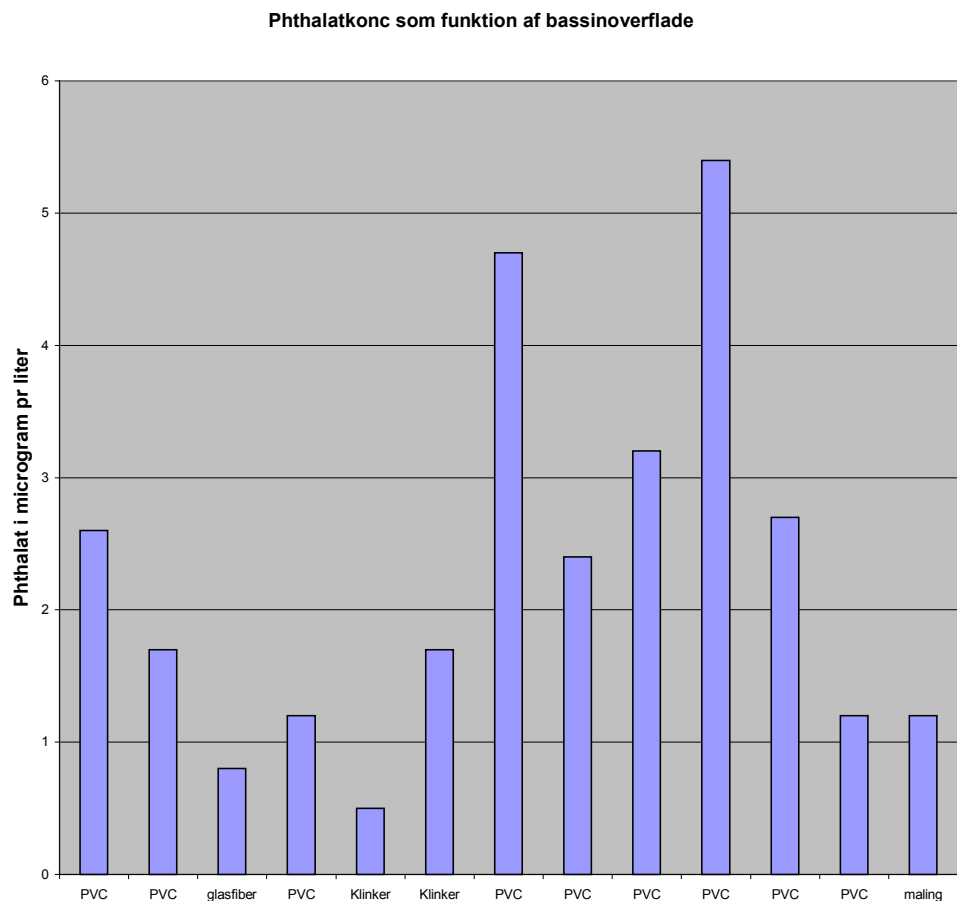
1. og 3. ekstrakt blev analyseret for indhold af VOC,
NVOC og AOX

10 Diskussion

Der er gennemført undersøgelser af badevandet på tre niveauer

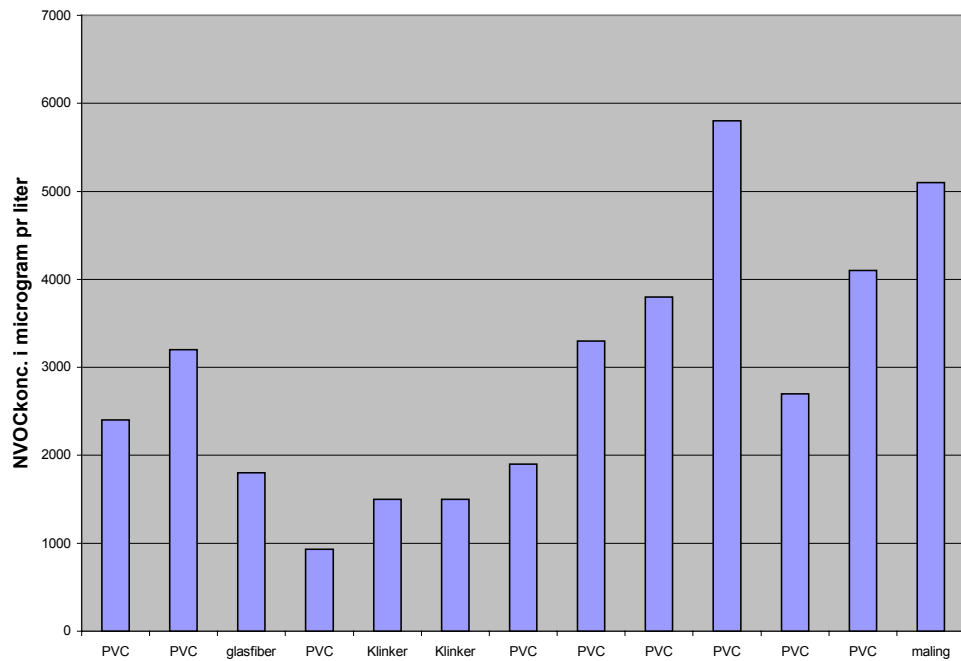
- analyser af badevandet fra en række typiske svømmebade
- analyser af badevandet på forskellige steder i vandbehandlingsanlægget på et typisk svømmebad
- laboratorietest af afgivelsen af organiske stoffer, herunder organiske opløsningsmidler og phthalater fra PVC folie, vandbaseret bassinmaling og fra opløsningsmiddelbaseret bassinmaling.

Analysen af badevandet fra en række typiske svømmebade viser, at man kan finde phthalater i alle typer svømmebade, hvad enten det er et bassin med PVC folie, med glasfiberbeklædning, med klinker eller det er et malet bassin, og som man kan se af nedenstående figur er det vanskeligt at korrelere indholdet af phthalat og NVOC med type af beklædning.



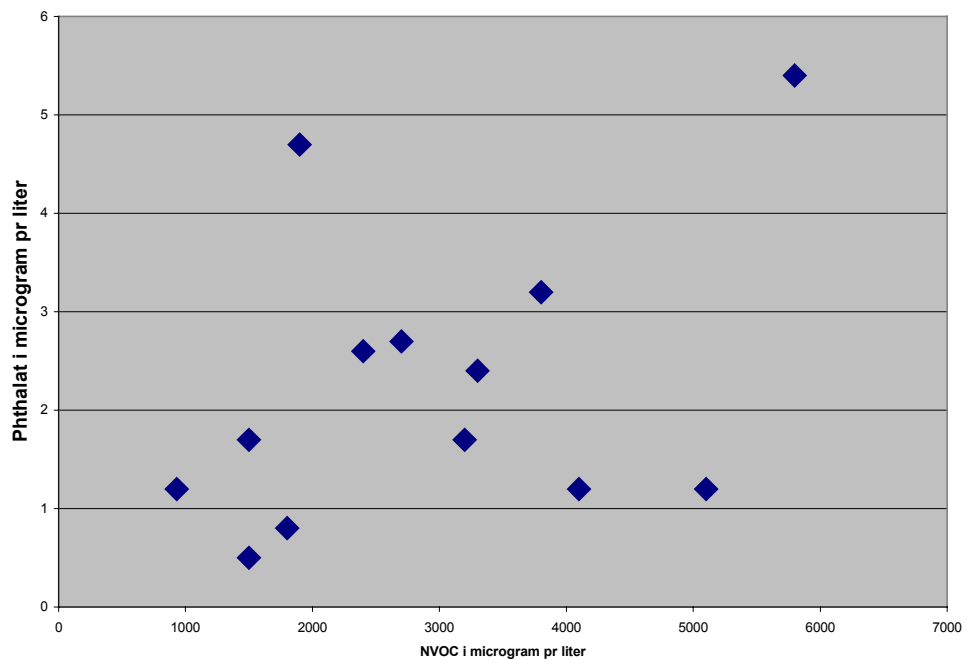
Analyseresultater i diagrammet er vist i samme rækkefølge som i skemaet for analyseresultater, pkt. 9.2, side 34

NVOckonc som funktion af bassinoverflade



Analyseresultater i diagrammet er vist i samme rækkefølge som i skemaet for analyseresultater, pkt. 9.2, side 34

Phthalatconc. som funktion af NVOckonc.



Di(2-ethylhexyl)phthalat, som er en typisk blødgører i PVC, finder man i denne undersøgelse kun i bassiner med PVC folie.

Disse analyser rejser spørgsmålet om, hvor phthalaterne stammer fra, da man jo finder disse stoffer både i svømmebade med PVC folie, maling og klinkebelægning. Især i bassiner med klinkebelægning er det en smule overraskende at finde disse kemiske stoffer. Man kan imidlertid finde phthalater mange steder i dagligdagen, fx i kosmetik og i legeredskaber og udstyr af PVC. Det er rapporteret, at man kan finde hårlak med 1% phthalat (Risk Assessment, Dibutylphthalate; TNO and RIVM, Chemical Substances Bureau, P.O.Box 1, 3720 BA Bilthoven, Netherlands) og aftershave er ligeledes set med 1% diethylphthalat (deklaration på eget indkøb). Dette betyder, at blot en ml aftershave i 10 m³ vand vil kunne resultere i koncentrationer af samme størrelsesorden, som der er set i badevand i denne undersøgelse. Der vil formentlig også kunne tilføres bassinvandet phthalat fra PVC-genstande, fx badedyr, svømmeudstyr m.m., som badegæsterne medbringer i bassinet.

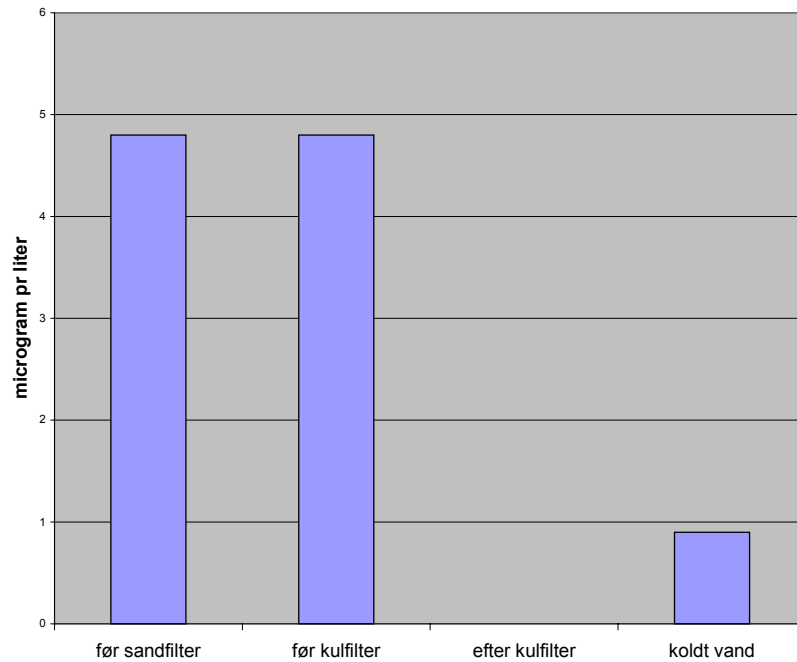
I alle svømmebade er der fundet ikke flygtigt organisk stof (NVOC) hvilket sandsynligvis for en stor dels vedkommende skyldes afgivelse af organisk stof fra badegæsterne. I Taastrup svømmebassin er der desuden fundet 90 µg/l flygtigt organisk stof. Taastrup svømmebad er et malet bassin, og fundet af flygtige organiske forbindelser tyder på, at dette bad har netop de samme problemer, som man så i East Kilbride Badet i Ballerup, hvor malingen afgav store mængder organisk opløsningsmiddel til badevandet.

Analysen af badevandet på forskellige steder i vandbehandlingsanlægget på et typisk svømmebad viser, at kulfilteret, som næsten alle svømmebade er udstyret med, er meget effektivt til at fjerne phthalater.

I Slotssøbadet er der udtaget vandprøver før sandfilter, efter sandfilter og før kulfilter samt efter kulfilter. Endvidere er der udtaget en prøve af det kolde spædevand, som kommer direkte fra vandforsyningsnettet.

I nedenstående figur er afbildet phthalatindholdet i vandet på de forskellige prøvetagningslokaliteter.

Phthalat i vandbehandlingsanlægget



Som man kan se fjerner et kulfilter phthalaterne med en meget høj effektivitet og man må forvente, at kulfiltrene i svømmebassinerne holder koncentrationen af phthalat nede. Der opstår sandsynligvis en ligevægt således, at kulfilteret fjerner phthalat i samme hastighed, som det tilføres bassin vandet.

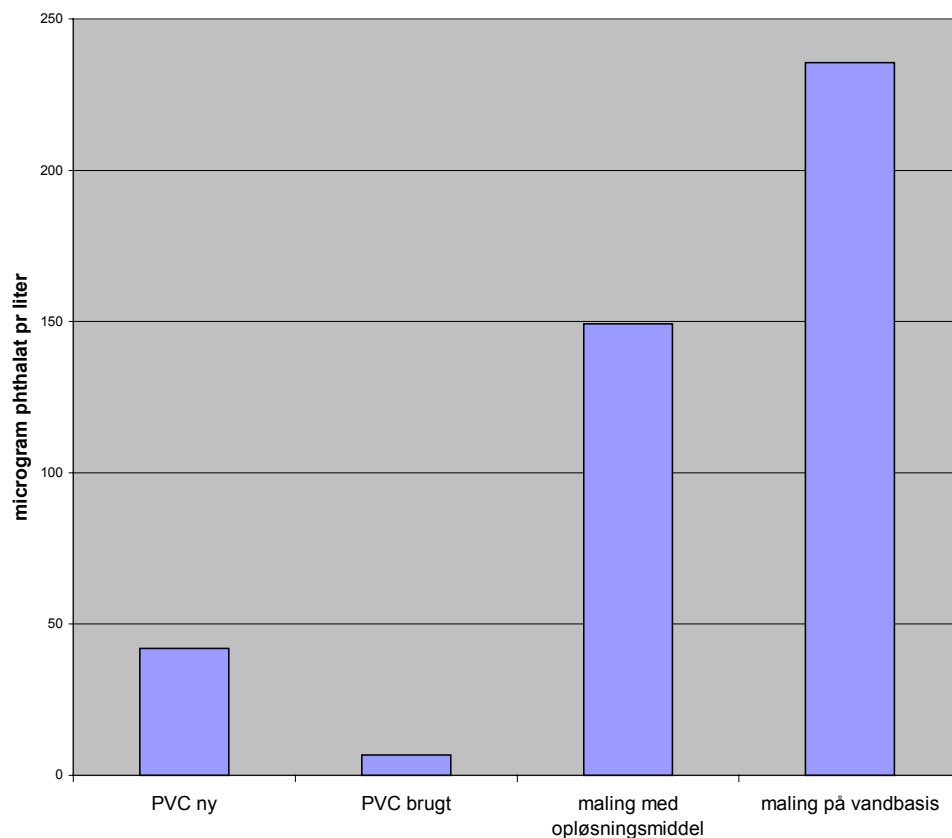
I denne forbindelse kan det også nævnes, at varmtvandsbassinet i Them har den såvel højeste NVOC som phthalatkoncentration af de undersøgte svømmebade og at netop dette bad ikke er udstyret med kulfilter, men med UV-anlæg.

Det er måske overraskende, at det kolde vand fra forsyningsnettet også er forurenet med phthalat, og at spædevandet derfor også er en kilde til phthalat i svømmebadet.

Laboratorietest for afgivelsen af organiske stoffer fra PVC folie, vandbaseret bassinmaling og fra opløsningsmiddelbaseret bassinmaling viser, at både PVC, vandbaseret maling og opløsningsbaseret maling afgiver phthalater til vandet.

I nedenstående figur er afbildet den samlede phthalatkoncentration i vandigt ekstrakt fra de 4 typer beklædning.

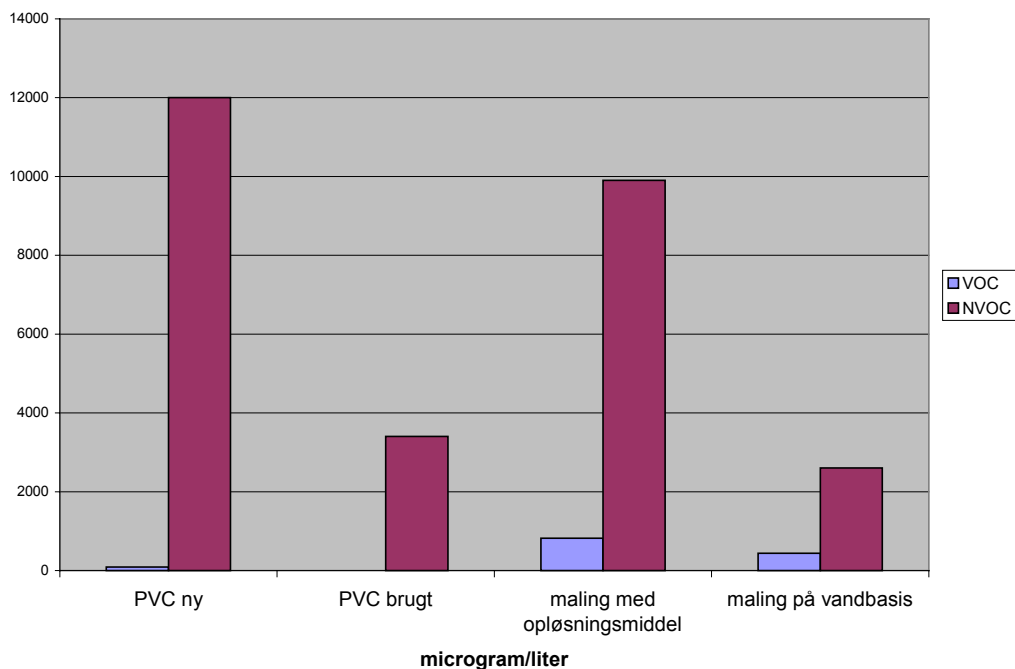
Phthalat i vandigt ekstrakt



Foruden phthalat afgiver den opløsningsmiddelbaserede maling det flygtige organiske opløsningsmiddel xylen i en koncentration på 190 µg/liter, hvilket må forventes at give anledning til lugtproblemer.

Alle fire testede materialer afgiver organiske stoffer, som ikke i nærværende undersøgelse har kunnet identificeres, og i nedenstående figur er angivet NVOC og VOC i første ekstrakt fra de fire materialer.

organisk stof i ekstrakter

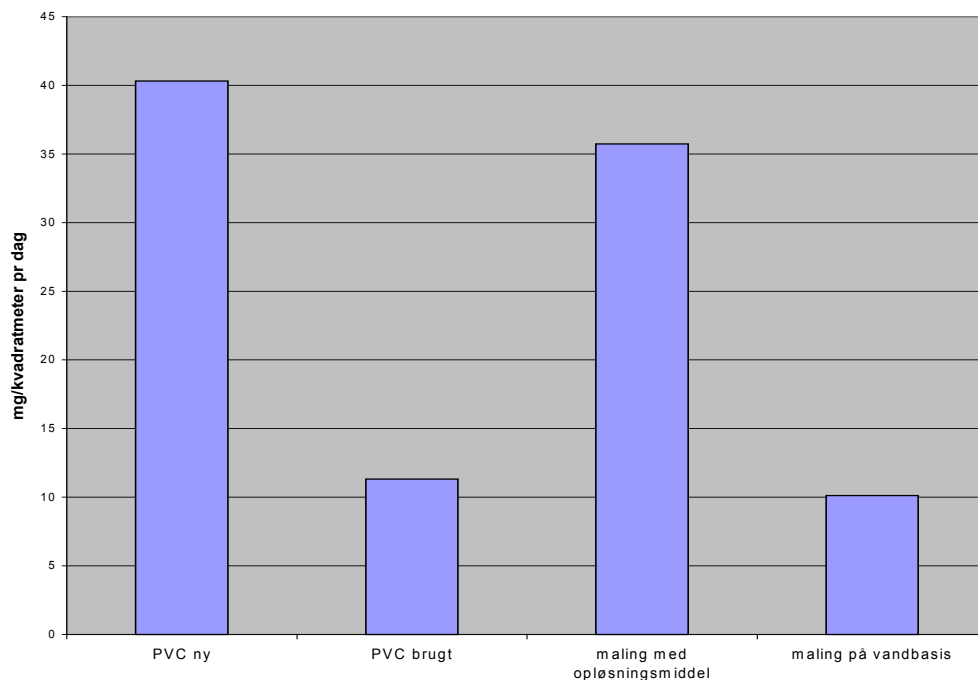


Konklusionen på ekstraktionsforsøget er noget uklar. Ny PVC afgiver mest organisk stof målt som NVOC, medens vandbaseret maling afgiver mest phthalat.

Afgivelsen af NVOC og VOC kan sammenlignes med de anbefalinger, der er angivet i det tyske Bundesgesundhbl. 10/89 "Empfehlung des BGA zur Eignungsprüfung für Kunststoffmaterialien im Schwimm- und Badebeckenbereich (KSW)". Heri anbefales, at afgivelsen af totalorganisk kulstof max. andrager 10 mg/m² per dag.

I nedenstående figur er illustreret afgivelsen af organisk stof (i mg/m² per dag) i den første ekstraktion for de fire testede materialer.

afgivelse af organisk stof



11 Referencer

Bekanntmachungen des BGA. Bundesgesundheitsblatt 32, 464, 1989

Bødker J. og Eggert T. Måling af VOC afdampningen fra bassinbund og VOC koncentrationen i badevand i East Kilbride. Rapport til Ballerup kommune 1999.

Christiansen K, Grove A, Hansen LE, Hoffmann L, Jensen AA, Pommer K, Schmidt A (1990). Miljøvurdering af PVC og udvalgte alternativer. Miljøprojekt 131. Miljøstyrelsen.

Møller S, Larsen J, Jønes JE, Færgemann H, Ottosen L, and Knudsen F. Environmental aspects of PVC. Klient: Miljøstyrelsen. 1996

D. Pacik. Institut für angewandte Bau – und Bäderhygiene. Essen. (Personlig kommunikation, 1999)



DLW Scandinavia A/S
Att. Per S.
Islevdalvej
Postboks 84
2610 Rødovre

Gregersønsvej
Postboks 141
DK-2630 Taastrup
Telefon 43 50 43 50
Telefax 43 50 72 50

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

23. august 1999
ob/leb

Materialer til overfladebelægninger i svømmebassiner

Teknologisk Institut, Miljø, skal på foranledning af den danske Miljøstyrelse gennemføre et projekt, hvis formål er at undersøge om de materialer, der anvendes til overfladebelægninger i svømmebassiner, afgiver stoffer til vandet, og hvad dette i givet fald betyder for vandkvaliteten.

Vi er bekendt med, at DLW producerer og sælger folier til overfladebelægninger i svømmebassiner, og vi skal derfor bede Dem om at være behjælpelig med at skaffe følgende oplysninger for nærmere produktvurdering.

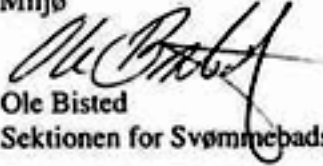
- Handelsnavn på anvendte produkter.
- Skønnet leverance til det danske marked i de sidste 10 år (antal kg eller m²).
- Materialespecifikationer, kemisk/fysisk, suppleret med datablade.
- Resultater fra egne eller eksterne tests/laboratorieundersøgelser af de forskellige aktuelle produkter.
- Myndighedsgodkendelser (danske/udenlandske) vedr. materialets egnethed til anvendelse i svømmebassiner og/eller i forbindelse med drikkevandssystemer.

Vi håber, at De kan bistå os med de ønskede informationer, idet dette er af stor vigtighed for projektets gennemførelse og resultat. Såfremt De ikke skulle være i stand til at give enkelte af de ønskede oplysninger, fx på grund af forretningsmæssige årsager, ønsker vi gerne at modtage de øvrige oplysninger

Første fase af projektet med indsamling af materialespecifikationer skal udføres i løbet af de næste 2 uger, så vi håber, at De kan sende os oplysningerne inden for denne tidsfrist.

Er der i øvrigt spørgsmål til vores henvendelse og projektet i al almindelighed, er De velkommen til at kontakte undertegnede.

Med venlig hilsen
Miljø



Ole Bisted
Sektionen for Svømmebadsteknologi

Direkte telefon 43 50 46 35
Direkte telefax 43 71 90 72
E-mail ole.bisted@teknologisk.dk

Teknologisk Institut
Svømmebadsteknologi
att. Ole Bisted
Gregersensvej
2630 Taastrup

Teknologiparken
Kongsvang Alle 29
DK-8000 Århus C
Telefon 89 43 89 43
Telefax 89 43 89 89

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Opgave nr. 92027

Opgave: Analyse af 10 vandprøver af svømmebadsvand.

Prøve(r) modtaget: 2. december 1999

Prøveemballage: -

Prøvetagning ved: Rekvirenten

Prøvning foretaget: 2. december 1999 – 19. januar 2000

Prøvningsresultat: Resultaterne af prøvningen, prøvemærkning samt redegørelse for anvendt(e) metode(r) er anført på rapportens side 2-3 og vedrører kun de(t) prøvede emne(r).

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis rapporten er offentlig tilgængelig, eller hvis Kemiteknik har godkendt uddraget.

Kemiteknik, Århus



Ivan Christensen
Civilingeniør

Vandprøver fra 10 lokaliteter blev modtaget til analyse.

Analyserne omfattede flygtige og ikke-flygtige organiske kulstofforbindelser (VOC og NVOC), adsorberbare organiske halogenforbindelser (AOX), bly (Pb) og tin (Sn) samt pentanekstraherbare komponenter identificeret ved gaskromatografi/massepektrometri (GC/MS).

Resultater

Indhold i $\mu\text{g/l}$

Rekvirentmærke	Slotsbadet svømme bassin	Slotsbadet varmtvand bassin	Vojens sv. bad	Esbjerg Morskab	Esbjerg varmt- vandbassin	Det.gr.
Laboriemærke	92027-1	92027-2	92027-3	92027-4	92027-5	
VOC	-	-	27	-	-	20
NVOC	1900	3300	4100	1500	1500	50
AOX	210	420	440	140	140	1
Pb	-	-	-	-	-	5
Sn	-	-	-	-	-	
Diethylphthalat	0,7	0,8	0,6	0,2	0,5	0,1
Dibutylphthalat	2,9	0,3	0,3	0,1	1,1	0,1
Dimethylphthalat	-	-	-	-	-	0,1
Butylbenzylphthalat	0,1	0,2	0,3	0,2	0,1	0,1
Di(2-ethylhexyl)adipat	-	-	-	-	-	0,1
Di(2-ethylhexyl)phthalat	1,0	1,1	-	-	-	0,1
Di-n-octylphthalat	-	-	-	-	-	0,1

Indhold i µg/l

Rekvirentmærke	Esbjerg sv. bad	Albertsl. sv. bad	Albertsl. varmt- vandbassin	Tåstrup sv. bad	Ishøj varmt- vandbassin	
Laboratoriemærke	92027-6	92027-7	92027-8	92027-9	92027-10	Det.gr.
VOC	-	-	-	90	-	20
NVOC	930	2400	3200	5100	1800	50
AOX	65	270	390	330	180	1
Pb	-	-	-	-	-	5
Sn	-	-	-	-	-	2
Diethylphthalat	0,2	1,1	1,1	0,7	0,5	0,1
Dibutylphthalat	0,5	0,8	0,2	0,4	0,2	0,1
Dimethylphthalat	-	-	-	-	-	0,1
Butylbenzylphthalat	0,1	0,3	0,2	0,1	0,1	0,1
Di(2-ethylhexyl)adipat	-	-	-	-	-	0,1
Di(2-ethylhexyl)phthalat	0,4	0,4	0,2	-	-	0,1
Di-n-octylphthalat	-	-	-	-	-	0,1

- Betyder under detektionsgrænsen

Metoder

VOC og NVOC blev bestemt på Shimadzu 5000 udstyr. De flygtige forbindelser afblæses først og bestemmes særskilt. Herefter afbrændes den afblæste væskeprøve ved 680°C, og kulstofmængden detekteres som kuldioxid.

Metoden for AOX fremgår af bilaget.

Indholdet af Pb og Sn blev bestemt ved atomabsorptionsspektrometri (DS 2211).

Ved GC-MS af pentanekstrakter blev undersøgt for indhold af phthalater, specielt di(2-ethylhexyl)phthalat (DEHP)

Udover de i skemaet nævnte parametre blev der screenet for indhold af aromatiske kulbrinter, chlorerede opløsningsmidler, trihalomethaner samt triphenylphosphat. Der blev ikke fundet indhold af chlorerede opløsningsmidler.

Af aromatiske kulbrinter blev kvalificeret styren i alle prøver samt xylener i prøven mærket "Tåstrup sv. bad". Der blev ligeledes målt spor af trihalomethaner i alle vandprøver, hvoraf bromdichlormethan var den dominerende komponent. Der blev ikke analyseret for choroform, idet metoden ikke tillader dette.

Endeligt blev der i prøverne mærket "Vojens sv. bad" og "Esbjerg sv. bad" fundet spor af triphenylphosphat.

Teknologisk Institut
Svømmebadsteknologi
att. Ole Bisted
Gregersensvej
2630 Taastrup

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C
Telefon 89 43 89 43
Telefax 89 43 89 89

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Opgave nr. 98171-1

Opgave: Analyse af 13 vandprøver fra svømmebad.

Prøve(r) modtaget: 21. januar 2000

Prøveemballage: -


Prøvetagning ved: Rekvirenten

Prøvning foretaget: 22. januar – 17. februar 2000

Prøvningsresultat: Resultaterne af prøvningen, prøvemærkning samt redegørelse for anvendt(e) metode(r) er anført på rapportens side 2-4 samt i bilag og vedrører kun de(t) prøvede emne(r).

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis rapporten er offentlig tilgængelig, eller hvis Kemiteknik har godkendt uddraget.

Kemiteknik, Århus



Paul Lyck Hansen
Cand.techn.



Alice Møller
Laboratorietekniker

Opgave

Vandprøver fra 3 svømmebade blev modtaget til analyse.

Analyserne omfattede flygtige og ikke-flygtige, organiske kulstofforbindelser (VOC og NVOC), adsorberbare, organiske halogenforbindelser (AOX) samt pentanekstraherbare komponenter identificeret ved gaskromatografi/massespektrometri (GC/MS).

Metoder

VOC og NVOC blev bestemt på Shimadzu 5000 udstyr. De flygtige forbindelser afblæses først og bestemmes særskilt. Herefter afbrændes den afblæste væskeprøve ved 680°C, og kulstofmængden detekteres som kuldioxid.

Metoden for AOX fremgår af bilaget.

Ved GC/MS af pentanekstrakter blev der undersøgt for indhold af phthalater.

Ud over phthalater blev der screenet for indhold af aromatiske kulbrinter, chlorerede opløsningsmidler, trihalomethaner samt triphenylphosphat.

Påviste forbindelser fremgår af punktet "Kvalitative resultater".

Resultaterne fremgår af de efterfølgende sider.

Resultater

Indhold i $\mu\text{g/l}$

Rekvirentmærke	Tommerup svømmehal	Them svømmebassin	Them Varmtvand	Detektionsgrænse
VOC	-	-	-	20
NVOC	2700	3800	5800	50
AOX	170	490	1200	1
Diethylphthalat	1,0	1,3	2,8	0,1
Dibutylphthalat	0,4	0,6	0,7	0,2
Dimethylphthalat	-	0,4	0,1	0,1
Butylbenzylphthalat	0,2	0,2	1,0	0,1
Di(2-ethylhexyl)adipat	0,5	0,4	-	0,1
Di(2-ethylhexyl)phthalat	0,6	0,3	0,8	0,1
Di-n-octylphthalat	-	-	-	0,1
Kvalitative resultater				
Styren	Påvist	Påvist	Påvist	
Xylener	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	
Trihalomethaner	Påvist	Påvist	Påvist	
Triphenylphosphat	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	

- Betyder under detektionsgrænsen

i.a. betyder "ikke analyseret"

Indhold i $\mu\text{g/l}$

Rekvirentmærke	Slotsbadet Før sandfilter	Slotsbadet Efter sandfilter	Slotsbadet Efter kulfilter	Slotsbadet Vandværksvand	Detek. grænse
VOC	i.a	i.a	i.a	i.a	20
NVOC	i.a	i.a	i.a	i.a	50
AOX	i.a	i.a	i.a	i.a	1
Diethylphthalat	0,9	1,1	-	-	0,1
Dibutylphthalat	1,7	2,4	-	0,2	0,2
Dimethylphthalat	-	-	-	0,4	0,1
Butylbenzylphthalat	0,2	0,2	-	-	0,1
Di(2-ethylhexyl)adipat	0,8	-	-	0,3	0,1
Di(2-ethylhexyl)phthalat	1,1	1,0	-	-	0,1
Di-n-octylphthalat	0,1	0,1	-	-	0,1
Kvalitative resultater					
Styren	Påvist	Påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	
Xylener	Ikke påvist	Påvist	Påvist	Påvist	
Trihalomethaner	Påvist	Påvist	Påvist	Ikke påvist	
Triphenylphosphat	Påvist	Påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	

- betyder under detektionsgrænsen

i.a. betyder "ikke analyseret"

Teknologisk Institut
Teknologiparken
Kongsvangs Allé 29
8000 Århus C

Att: Birgit Jakobsen

Agern Allé 11
2970 Hørsholm

Tlf.: +45 45 16 92 00
Fax: +45 45 16 92 92
E-mail: kemisk@dhi.dk
Web: www.dhi.dk

Tilknyttet Akademiet for
de tekniske Videnskaber

Analyse af vandprøver, 98171.

Hermed fremsendes resultater fra analyse af 3 vandprøver modtaget på DHI den 25. januar 2000.

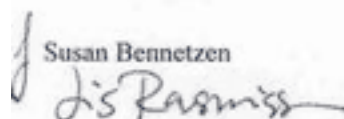
Prøverne er analyseret for indhold af adsorberbart organisk halogen (AOX) efter DSF 23648 i henhold til vedlagte metodebeskrivelse.

Prøvemærkningen fremgår af resultatskemaet.

De opnåede resultater fremgår af resultatskemaet.

Vi er naturligvis til rådighed for en nærmere drøftelse af resultaterne, såfremt dette måtte ønskes.

Med venlig hilsen
DHI – Institut for Vand og Miljø

Susan Bennetzen



Hans Peter Dybdahl

Dato: 28. januar 2000
Init.: RRS
Sag: 190023-004
Side 1 af 3

Prøvningsrapport nr.:
190023-004-001

Prøvningsresultater gælder udelukkende for de(i) prøvede emne(r)
Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, såfremt DHI har godkendt uddraget

Pr. 1. januar 2000 er VKI Institut for Vandmiljø og Dansk Hydraulisk Institut fusioneret.
Det nye firmanavn er:

DHI – Institut for Vand og Miljø

Analyse af drikkevand.
Resultater fra analyse af 3 vandprøver for AOX
Prøverne er modtaget den 25. januar 2000

Prøve	AOX µg/L Cl
98171 1C Tommerup svøm. Bas.	170
98171 3C Them svøm. Bas.	490
98171 4C Them varmtvandsbas.	1200

Prøverne er analyseret i perioden fra den 25. januar 2000 til den 27. januar 2000

Dato: 28. januar 2000
Init.: RRS
Sag: 190023-004

Side 2 af 3

Prøvningsrapport nr.:
190023-004-001

Teknologisk Institut
att.: Birgit Jakobsen

Resultatskema

BESTEMMELSE AF ADSORBERBART ORGANISK HALOGEN (AOX) I VAND

PRINCIP: En vandprøve tilsættes salpetersyre og natriumsulfit. Indhold af flygtige forbindelser afstrippes ved 60°C. Indtil 500 mL prøve passerer ved hjælp af tryk gennem en kolonne med aktivt kul, hvorved organiske forbindelser adsorberes. Uorganisk halogen skylles af det aktive kul med sur natriumnitratopløsning. Kullet forbrændes ved 1050°C, og den dannede hydrogenhalogenid bestemmes ved microcoulometri. Resultatet angives som chlor.

REFERENCE: DSF 23648 modificeret til lavniveau.

DETEKTIONSGRENSE: For grundvand og lignende 1 µg/L Cl.

INTERN KVALITETSKONTROL: Metoden kontrolleres ved samtidig analyse af spiked, syntetisk prøve.

USIKKERHED: Ved kontrolanalyse af spikede, syntetiske kontrolprøver er der en total analyseusikkerhed, CV_T på 11%.

AOX.11 180399/PRO

Dato: 28. januar 2000
Init.: RRS
Sag: 190023-004

Side 3 af 3

Prøvningsrapport nr.:
190023-004-001

Teknologisk Institut
att.: Birgit Jakobsen

Analysemetode

Overfladebehandlingssystemer til svømmebade.

Fremstilling af prøvestykker til undersøgelse af overførsel af kemiske komponenter fra overfladebehandlingen til vand.

De undersøgte systemer:

- 1) Firma: Condor Kemi A/S
Primer: Conpox Contact Acc.
2 komponent epoxysystem, opløsningsmiddelbaseret.
Topcoat: Preconal
2 komponent acryl-urethansystem, opløsningsmiddelbaseret.
- 2) Firma: Deitermann A/S
Primer/topcoat: Eurolan FK 42
2 komponent epoxysystem, vandbaseret.

Proveunderlag:

Overfladebehandlingssystemerne påføres emner, bestående af kvadratiske glasplader, med målene: 100 * 100 * 3 mm.

Fremstilling af prøvestykker:

- 1) Onsdag d. 23/3-2000, fremstilles 6 prøvestykker med system 1)
Glaspladerne påføres 1 lag primer (stuetemperatur), efter 4 timers hærkning påføres 1 lag topcoat, hærkning, efter endnu 4 timer påføres 2. lag topcoat.
Henstand ved stuetemperatur. Prøvestykker: hvide
- 2) Mandag d. 27/3-2000, påbegyndes fremstilling af 6 prøvestykker med system 2). Glaspladerne påføres 1 lag Eurolan FK42, tilsat 20% vand efter blanding. Hærkning 18 timer ved stuetemp. Tirsdag d. 28/3-2000, påføres 1 lag FK42, ufortyndet, hærkning 5 timer ved stuetemp., derefter påføres 2. lag ufortyndet FK42. Henstand ved stuetemp. Prøvestykker: grå.

Miljø- og Affaldsteknik



Ib K. Hansen



Teknologisk Institut
Svømmebadsteknologi
att. Ole Bisted
Gregersensvej
2630 Taastrup

Teknologiparken
Kongsvang Allé 29
DK-8000 Århus C
Telefon 72 20 10 00
Telefax 72 20 10 19

info@teknologisk.dk
www.teknologisk.dk

Opgave nr. 98724

Opgave: Migrationsundersøgelse på prøver af svømmebadsoverflader

Prøve(r) modtaget: 12. april 2000

Prøveemballage: -

Prøvetagning ved: Rekvirenten

Prøvning foretaget: 25. april – 13. juni 2000

Prøvningsresultat: Resultaterne af prøvningen, prøvemærkning samt redegørelse for anvendt(e) metode(r) er anført på rapportens side 2-4 og vedrører kun de(t) prøvede emne(r).

Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, hvis rapporten er offentlig tilgængelig, eller hvis Kemiteknik har godkendt uddraget.

Kemiteknik, Århus

Ivan Christensen
Civilingeniør

Paul Lyck Hansen
Cand.techn.

4 prøver af svømmebadsoverflader blev modtaget til migrationsundersøgelse efter standarden EN 852-1, der generelt anvendes til afprøvning af materialer, der kommer i kontakt med drikkevand.

Prøvemærkning

- Prøve 1: Nyt PVC-folie
Prøve 2: Gammelt PVC-folie
Prøve 3: 3 glasplader påført overfladebehandlingssystem 1) (beskrivelse i bilag)
Prøve 4: 3 glasplader påført overfladebehandlingssystem 2) (beskrivelse i bilag)

Prøvningsbetingelser

- Ekstraktionsmedium:* Demineraliseret vand tilsat aktivt klor svarende til 1 mg pr. L vand.
- Ekstraktioner:* 3 x 72 timer
- Temperatur:* 23°C ± 2°C
- Overflade-/volumenforhold:* 1 cm² / cm³
- Analysen:* 1. og 3. ekstrakt blev analyseret for indhold af:
Flygtige kulbrinter (VOC)
Ikke-flygtige kulbrinter (NVOC)
Adsorberbare halogenforbindelser (AOX)
1. ekstrakt for opløsningsmidler og phthalater.

Resultater af VOC-, NVOC- og AOX-analyser

Prøve nr.	Ekstrakt	VOC mg C/l	NVOC mg C/l	AOX µg Cl/l
1	1.	0,09	12	72
	3.	< 0,02	5,6	120
2	1.	< 0,02	3,4	100
	3.	< 0,02	2,0	120
3	1.	0,82	9,9	23
	3.	0,81	9,3	36
4	1.	0,44	2,6	29
	3.	0,13	1,4	43
Præcision		± 20% rel	± 8% rel	± 20% rel
Detektionsgrænse		0,02	0,05	5

Analysemetoder:

VOC og NVOC: SM 5310 B (680°C)

AOX: Se bilag

Resultater af GC/MS-analyse af 1. ekstrakt**Indhold i µg/l**

Parameter	Prøve 1	Prøve 2	Prøve 3	Prøve 4	Det.grænse
Benzen	-	-	-	-	0,5
Toluen	-	-	-	-	0,5
Trichlorethylen	-	-	-	-	0,5
Tetrachlorethylen	-	-	-	-	0,5
Ethylbenzen	-	-	36	-	0,5
M/P-xylen	-	-	120	0,6	0,5
O-xylen	-	-	70	-	0,5
Naphthalen	-	-	21	-	0,5
Dimethylphthalat	4,0	0,1	32	8,1	0,1
Diethylphthalat	3,6	0,2	100	210	0,1
Dibutylphthalat	2,7	0,2	5,8	8,3	0,1
Butylbenzylphthalat	0,3	-	0,2	0,2	0,1
Di(2-ethylhexyl)adipat	0,4	-	0,3	0,4	0,1
Di(2-ethylhexyl)phthalat	31	6,2	11	8,8	0,1
Di-n-octylphthalat	-	-	-	-	0,1

Analysemetode

Teknologisk Institut metode nr. OA-155
GC-MS screening af pentanekstrakt

Overfladebehandlingssystemer til svømmebade.

Fremstilling af prøvestykker til undersøgelse af overførsel af kemiske komponenter fra overfladebehandlingen til vand.

De undersøgte systemer:

- 1) Firma: Condor Kemi A/S
Primer: Conpox Contact Acc.
2 komponent epoxysystem, opløsningsmiddelbaseret.
Topcoat: Preconal
2 komponent acryl-urethansystem, opløsningsmiddelbaseret.
- 2) Firma: Deitermann A/S
Primer/topcoat: Eurolan FK 42
2 komponent epoxysystem, vandbaseret.

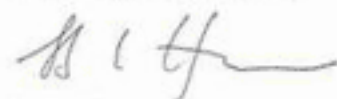
Proveunderlag:

Overfladebehandlingssystemerne påføres emner, bestående af kvadratiske glasplader, med målene: 100 * 100 * 3 mm.

Fremstilling af prøvestykker:

- 1) Onsdag d. 23/3-2000, fremstilles 6 prøvestykker med system 1)
Glaspladerne påføres 1 lag primer (stuetemperatur), efter 4 timers hærkning påføres 1 lag topcoat, hærkning, efter endnu 4 timer påføres 2. lag topcoat.
Henstand ved stuetemperatur. Prøvestykker: hvide
- 2) Mandag d. 27/3-2000, påbegyndes fremstilling af 6 prøvestykker med system 2).
Glaspladerne påføres 1 lag Eurolan FK42, tilsat 20% vand efter blanding.
Hærkning 18 timer ved stuetemp. Tirsdag d. 28/3-2000, påføres 1 lag FK42, ufortyndet, hærkning 5 timer ved stuetemp., derefter påføres 2. lag ufortyndet FK42. Henstand ved stuetemp. Prøvestykker: grå.

Miljø- og Affaldsteknik



Ib K. Hansen

Teknologisk Institut
Teknologiparken
Kongsvangs Alle 29
8000 Århus C

Att: Birgit Jakobsen

Agem Allé 11
2970 Hørsholm

Tel: 4516 9200
Fax: 4516 9292
E-mail: kemisk@dhi.dk
Web: www.dhi.dk

Dato: 16. maj 2000
Init.: RRS
Projekt: 190023-004

Prøvningsrapport nr.:
190023-004-002
Side 1 af 3

Analyse af vandprøver.

Hermed fremsendes resultater fra analyse af 18 vandprøver modtaget på DHI Kemi den 5. maj 2000.

Prøverne er analyseret for indhold af adsorberbart organisk halogen (AOX) efter DSF 23648 i henhold til vedlagte metodebeskrivelse.

Prøvemærkingen fremgår af resultatskemaet.

De opnåede resultater fremgår af resultatskemaet.

Vi er naturligvis til rådighed for en nærmere drøftelse af resultaterne, såfremt dette måtte ønskes.

Med venlig hilsen
DHI – Institut for Vand og Miljø



Preben Østfeldt



Susan Bennetzen

Prøvningsresultater gælder udelukkende for de(i) prøvede emne(r)
Prøvningsrapporten må kun gengives i uddrag, såfremt DHI har godkendt uddraget

Analyse af vandprøver.
Resultater fra analyse af 18 vandprøver for AOX
Prøverne er modtaget den 5. maj 2000

Dato: 16. maj 2000
Init.: RRS
Projekt: 190023-004

Teknologisk Institut
att.: Birgit Jakobsen

Prøvningsrapport nr.:
190023-004-002
Side 2 af 3

Prøve		AOX µg/L Cl
98724	Blind 1. ex 28/4-00	< 1
98724	Blind 3. ex 3/5-00	1,4
98724	Gammel belægning D 1. ex 28/4-00	94
98724	Gammel belægning D 3. ex 3/5-00	120
98724	Gammel belægning E 1. ex 28/4-00	110
98724	Gammel belægning E 3. ex 3/5-00	130
98724	Ny belægning E 1. ex 28/4-00	72
98724	Ny belægning E 3. ex 3/5-00	120
98724	Ny belægning F 1. ex 28/4-00	75
98724	Ny belægning F 3. ex 3/5-00	120
98724	Blind 1. ex 28/4-00	3,6
98724	Blind 3. ex 28/4-00	3,9
98724	System 1 A+B 3. ex 3/5-00	48
98724	System 2 A+B 3. ex 3/5-00	38
98724	System 1C 1.ex 28/4-00	26
98724	System 1C 3. ex 3/5-00	39
98724	System 2C 1.ex 28/4-00	32
98724	System 2C 3. ex 3/5-00	46

Prøverne er analyseret i perioden fra den 8. maj 2000 til den 15. maj 2000

BESTEMMELSE AF ADSORBERBART ORGANISK HALOGEN (AOX) I VAND

PRINCIP: En vandprøve tilsættes salpetersyre og natriumsulfit. Indhold af flygtige forbindelser afstrippes ved 60°C. 500 mL prøve passerer ved hjælp af tryk gennem en kolonne med aktivt kul, hvorved organiske forbindelser adsorberes. Uorganisk halogen skylles af det aktive kul med sur natriumnitratopløsning. Kullet forbrændes ved 1050°C, og den dannede hydrogenhalogenid bestemmes ved microcoulometri. Resultatet angives som chlor.

REFERENCE: DSF 23648 modificeret til lavniveau.

DETEKTIONSGRÆNSE: For grundvand og lignende 1 µg/L Cl.

INTERN KVALITETSKONTROL: Metoden kontrolleres ved samtidig analyse af spiked, syntetisk prøve.

USIKKERHED: Ved kontrolanalyse af spikede, syntetiske kontrolprøver er der en total analyseusikkerhed, CV_T på 11%.

Dato: 16. maj 2000
Init.: RRS
Projekt: 190023-004

Teknologisk Institut
att.: Birgit Jakobsen

Prøvningsrapport nr.:
190023-004-002
Side 3 af 3

AOX.11 180399/PRØ