

## **VODA-IZVORIŠTA-HUMANA POTROŠNJA-VODE ZA REKREACIJU**

### **BAZENI**

U razvijenom svetu se danas velika pažnja poklanja kvalitetu vode za rekreacije (i kontinuiranom monitoringu istih). Čine se značajni napor i svetsko znanje se stavlja u funkciju upravljanja kvalitetom vode za rekreaciju (postavljanja standarda kvaliteta vode, iznalaženja načina da se kvalitetna voda proizvede, očuva i poboljša). Osnovni razlog je zaštita zdravlja ljudi (kupača). Tematika (problem) dobija na značaju porastom standarda stanovništva i promenom prohteva (navika) imućnijih slojeva tj. povećanjem broja bazena (manje javnih, više ekspanzija privatnih) otvorenog i zatvorenog tipa.

Osnovni zahtev korisnika/vlasnika bazena je bezbedan užitak , uz manje ili više tehničko-tehnoloških poboljšanja (veštački talasi, tobogani i slično).

Privatni vlasnici/kupači vrlo često su slabo edukovani ili needukovani o prirodi bazena, njihovom održavanju i opasnostima.

Svetska Zdravstvena Organizacija (SZO) pripremila je Nacrt Preporuka za Bezbednu Vodu za Rekreaciju (WHO – 2000) u dva toma : jedan se odnosi na slane vode, a drugi na bazene.

U parlamentu Evropske Unije od 1992. teče debata o promeni postojeće, u nekim elementima sada već zastarele, Direktive o Vodi za Kupanje (76/160/EEC), sa velikim izgledima da do kraja godine bude zamjenjena novom direktivom (trenutno je izrađena Okvirna Direktiva).

Naše zakonodavstvo još uvek nema propisa o kvalitetu bazenske vode, vode za rekreaciju i sl. "Preporučuje" se da kvalitet bazenske vode bude u okviru "normativa kvaliteta vode za piće". Istina grupa stručnjaka/entuzijasta , na čelu sa Prof. Dr. Božom Dalmacijom neumorno prikuplja sva svetska znanja i bezrezervno pomaže svima koji hoće da poboljšaju stanje u toj materiji.

U osnovi preporuka SZO je kontrola svih hazarda koji mogu nastati kao posledica upotrebe vode za rekreaciju. (Kod nas je bliži pristup koji u prvi plan stavlja odnos KORIST/RIZIK , smatra se boljim učinkom). Intencija je da se pored zaštite zdravlja kupača (koje je i dalje primarna briga) procene i rizici i koristi šire zajednice u vezi sa zagadenjem, očuvanjem okoline, lokalnim i nacionalnim razvojem. Stoga standardi moraju biti merljivi, primenjivi i primereni hazardima.

Sažeto, zdravstveni hazardi (vezani za bazene i bazensku vodu) se dele na: (a) Mikrobiološki kvalitet vode, (b) Hemski kvalitet vode. Važno je napomenuti da je ta podela samo tehničke prirode tj. faktori su u stalnom preplitanju i medusobno su zavisni. Stoga značajnu odgovornost snose isporučioци/installateri opreme (uputstvo i edukacija o pravilnoj eksploraciji), upravljački kadar, a potom i edukacija tj. prosvećenost i odnos kupača prema bazenu (higijena, navika prethodnog tuširanja, vršenje nužde u toaletu itd.). Značajan faktor je i činjenica da li se radi o otvorenom ili zatvorenom bazenu (svaki ima i prednosti i nedostatke u odnosu na drugi - kasnije detaljnije).

Postoji više tipova bazena: Polu-Javni, Javni, Rekreativni, Hidroterapeutski, Banjski, Školski (Fakultetski), Hotelski, Kućni itd. Vodom se najčešće snabdevaju iz gradske vodovodne mreže; termalnih i temo-mineralnih izvora itd. Kvalitet tj. parametri vode u snabdevanju bitno utiču na pojavu i intenzitet eventualnih hazarda.

#### **MIKROBIOLOŠKI HAZARDI**

Mikrobiološka kontaminacija vode u bazenu može biti virusima, bakterijama, plesnima, protozoama, amebama, parazitima ...

Moguće prisutni **virusi**: *Hepatitis A*, *Adenovirusi*, drugi *enterovirusi* (fekalnog porekla), *Norwalk virus*, *Echo virus* (ispļuvak, povračaj), *Papilloma virus*, *Polio virusi*...

U literaturi su opisani slučajevi faringo-konjuktivalnih groznica prouzrokovanih *Adenovirusima* iz bazena. Takođe su poznati slučajevi infekcija *Hepatitis A* i niz primera povezanih infekcijom *Norwalk* i *Echinovirusima*. Najčešće žrtve su deca, a činjenica je da su enterični virusi bili prisutni u velikom broju u fecesu inficiranih osoba. Opisani su i *Molluscipoxvirus* epidemije i *Human papilloma virus* (benigni tumori na koži). Zajednički imenitelj je da je zakazala dezinfekcija bazena, ali i edukacija. Bitna je edukacija i dece i roditelja.

**Bakterije** su u literaturi klasifikovane u patogene i nepatogene (neki klasifikuju po izvoru na entero- i neenterogene)

Od patogenih bakterija fekalnog porekla, najčešće spomenute daju diarealne simptome:  
*E. coli* 0157:H7 – izaziva veoma raznovrsnu do dramatičnu kliničku sliku poremećaja digestivnog trakta (i do hemoragija, hemolitične uremije, intoksikacije).

*Shigella spp.* – različiti stadijumi dijareje (tifiod, paratifoid, dijareja).  
*Salmonella spp.* – dijareja, intoksikacija (tifiod, paratifoid, dijareja).

Neenterogene patogene bakterije, potencijalno mogu biti prisutne u bazenu:  
*Legionella spp.* – pneumonija, izazivač Legionarske bolesti. Dolazi vazduhom npr. iz fontana.  
*Pseudomonas aeruginosa* – bakterija prisutna u našem okruženju. Izaziva infekcije respiratornog trakta, urogenitalnog trakta, otitis externa, konjuktivite, upalne procese korena dlake i vlasista.  
*Mycobacterium spp.* – ubikvitarna bakterija. Pojava granuloma i disajnih poremećaja, promene na zglobovima kolena, laka. Prilično otporna na dezinfekciju hlorom.

*Staphylococcus aureus* – nalazi se u nosu, na koži. Izazive infekcije urogenitalnog trakta, uha, očiju, folikula dlake, impetigo, pyoderma i dr.

*epidermidis* – promene na koži (do čireva).  
*saprophyticus* – ubikvitarno prisutan.

*Streptococcus* – nalazi se u mikizi nosa, ždrela. Izaziva impetigo, anginu, otitis.

*Leptospirae spp.* – infekcija putem urina životinja. Glavobolje, bolovi u mišlčima, mičnina, konjuktivitis, iktero-hemoragični simptomi i aseptični meningitis.

*Corynebacterium spp.* –

### Paraziti

*Giardia lamblia* – u vodu dospeva iz digestivnog trakta ljudi (domaćina). Formira ciste i dosta otporna na faktore spoljne sredine i klasična dezinfekciona sredstva.

*Cryptosporidium* – dovodi do hroničnih simptoma – muka, povraćanje, prolivi, stomačni bolovi. Preživljava u obliku oociste. U vodu dospeva od obolele osobe. Uništava ih doza tek od 30 mg/lit hlor za 240 minuta u neutralnom pH (rezistentne na delovanje hlor).

*Entamoeba histolytica* – u cističnom obliku u fekalijama. Dizenterija, meningitis.

*Naegleria fowleri* – slobodnoživeća ameba. Termofilna i preferira tople vode. Izaziva primarni amebni meningoencefalitis, granulomatozno amebni encefalitis.

*Acanthamoeba* – ameba slobodnoživeća. Ciste otporne na ekstremne temperature, isušivanje i hlornu dezinfekciju. Izvor, aerosoli iz sistema za ventilaciju. Izaziva akantamebni keratitis.

### Gljivice:

*Trichophyton spp.* – Infekcije površine kože, vlasista. Uzročnik "atletskog stopala" (*Tinea pedis*). Nekorišćenjem "sanitarnog bazenčića" pre ulaska u bazen, bolest se širi na ostale kupače. Osobe koje imaju ove gljivice ne bi trebalo uopšte da koriste bazen. U *in-vivo* eksperimentima, dokazano je da je 3-4 časa dovoljno za inicijalnu infekciju. Takođe je dokazano da je izvor dermofita u bazenim i banjama inficiran kupač tj. korisnik.

*Candida spp.* – Izaziva kandidiju raznih oblika.

*Aspergillus spp.* – Infekcija između prstiju: eritem, pustule, ulceracije.

### HEMIJSKI HAZARDI

Hemikalije u vodi bazena potiču od više izvora: kvalitet vode kojom se bazen puni (snabdeva); kvalitet, kodicioniranost datim uslovima i pravilno održavanje opreme za tretman bazenske vode; ostaci dezinfekcionog sredstva; nuzprovođeni dezinfekcije (NPD); hemikalije koje unose korisnici (ostaci sapuna, šampona, krema i ulja za sunčanje, druga kozmetička sredstva, znoj, urin, iznenadna fekalna kontaminacija i iznenadno povraćanje, ...).

Hemikalije koje mogu biti prisutne u vodi koja snabdeva bazen mogu se svrstati u dve grupe: organska i neorganske. Neorganski kontaminanti mogu biti radionukleotidi (alfa emiteri, beta/foton emiteri, Radijum /kombinovani/, radon, i dr.); teški metali i njihove soli (Arsenik, Antimon, Azbest, Bakar, Barium, Berilijum, Cadmijum, Cijanid, Fluor, Hrom, Nitriti, Olovo, Selen, Talijum, Živa, itd. Od organskih kontaminanata veoma su štetni sintetički organski kontaminanti kao i pesticidi i herbicidi (Akrilamid, Dioksin, Lindan, Polihlorisani bifenili, ... itd.), takođe i lakoisparljiva organska jedinjenja (Benzeni, Ugljentetrahlorid, Hlorbenzeni, Stireni, Tolueni, Vinil Hloridi i čitav spektar dugih hemikalija).

Kondicioneri bazena na bazi cijanida (hlorni načini tretmana i dezinfekcije).

Dezinfektanti: Hlor, Brom, Bakar, Hlor dioksid, Hloramini, Organska dezinfekcionala sredstva (Algicidi).

Nuzproizvodi pojedinim tipovima dezinfekcije (Hlorom, Bromom, Bakrom, Hlordinoksidom, Hloraminom, Natrium hipohloritom, Ozonom, :

#### Anorganski

- Hloramini
- Dihloramini
- Amonijak
- Bromat ion

#### Haloacetatne kiseline (HAAs)

- Monohloroacetat
- Trihloroacetat
- Dibromoacetat

#### Haloacetonitrili (HANs)

- Monohloroacetonitril
- Trihloroacetonitril
- Dibromoacetonitril

#### Ostali

- Hloropikrin
- Cyanogen hlorid
- Hloral
- Hloral hidrat

#### Haloketoni (HK)

- Hlorit ion
- Monohloramine
- Hlorat ion
- Trihloramin

#### Trihalometani (THMs)

- Hloroform
- Dibromohlorometan
- Bromoform
- Bromodihlorometan

#### Chlorophenoli

- 2,4-Dihlorofenol
- 2,6-Dihlorofenol
- 2,4,6-Trihlorofenol

#### Aldehidi

- Formaldehid
- C<sub>2</sub>-C<sub>14</sub> Aldehidi
- Glyoxal
- Methyl glyoxal
- C<sub>9</sub>-C<sub>14</sub> Masne kiseline

Poznat je niz drugih nusproizvoda, u daleko nižim koncentracijama.

Bazen treba posmatrati kao jedan specifičan, dinamičan (živ) sistem, sklon promenama u pozitivnom ili negativnom pravcu. Upravo od pravilnog i harmoničnog/uskladenog odnosa svih elemenata koji čine celinu bazena, zavisće i kvalitet vode (samim tim i zdravlje kupača), u stručnom svetu to se naziva "uspostaviti equilibrium bazenske vode".

Uspostaviti equilibrium bazenske vode nije tako težak poduhvat, ali zahteva poznavanje zakonitosti prirode bazena, opreme i eksploatacije. Takođe bitan je konstantan monitoring osnovnih parametara i pravilna eksploracija (u smislu pridržavanja osnovnih pravila).

Za običnog kupača bazen je samo prostor u kom je voda i u kome se, naravno, kupa.

Međutim, pored toga postoji još opreme koja omogućava postojanje i održavanje vode u bazenu propisanog kvaliteta. Ukratko to je sistem dovoda sveže vode, recirkulacioni bazešić (preko koga se dovodi sveža voda i recirkuliše/obnavlja i prečišćava postojeća voda u bazenu), skimeri, set filtera (koji pored osnovne filtracione uloge imaju značajan efekat u mikrobiološkoj kontroli ; uklanja mikroorganizme protozoe, oociste (*Cryptosporidium* i *Giardia*), virusi, gljivice i plesni, amebe itd. kao i neke hemikalije npr. Organska jedinjenja, trihalometane, površinski aktivne materije, fosfate, pesticide itd.) uz prethodnu koagulaciju , potom voda preko mreže cevovoda na putu ka bazenu biva tretirana pH regulatorom, (nakon toga zavisno od kvaliteta vode tj. potreba vrši se oksidacija vode u cilju hemijske kontrole tj oksidacije niza štetnih hemikalija), doziranje dezinficijena i eventualno se parcijalni tok vode prevodi preko izmenjivača topote (dogrevanje vode) , a tako kondicionirana voda se vraća u bazen. Merenje i regulacija gore navedenih vrednosti je automatska ili ručna (svakako, automatska isključuje faktor ljudske greške).

Posmatrajući hemijski aspekt kvaliteta vode u bazenu za kupanje, treba razlikovati:

1. kvalitet sirove vode
2. kvalitet vode nakon obrade (koagulacija i flokulacija, filtracija) i obavezna dezinfekcija
3. doprinos kupača u (ne)održavanju željenog kvaliteta vode (upotreba kozmetike, sapuna, nehigijena, ekskrementi itd.)

Pod pretpostavkom da je voda čista od radionukleotida, teških metala i sličnih polutanta, suština brige (monitoringa i regulacije) o bazenskoj vodi svodi se na merenje određenih parametara, kondicioniranje vode, mikrobiocidna plikacija dezinfektanta (ili više njih), rad na eliminaciji nuzprodukata.

Parametri od značaja u upravljanju kvalitetom vode su:

Zapremina bazena (bitno zbog svih dalji preračuna u doziranju hemikalija i sl.)  
Opterećenje bazena (broj kupača po mernoj jedinici – površina bazena; ili kubatura.  
(Neophodan podatak kojim se određuje kapacitet sistema za obezbeđenje kvaliteta vode,  
uključujući čistoću kupača, kapacitet prečišćavanja, korišćenje hemikalija i odnos  
razblaženja).

Recirkulacioni odnos. Broj recirkulacija u jedinici vremena tj. na dan. Predstavlja vreme  
potrebno da količina vode jednaka zapremini vode u bazenu, prode kroz sistem za  
prečišćavanje. Različit je za različite tipove bazena i intenzitet korišćenja (takmičarski  
bazen, konvencionalni bazen, banjski sa temperiranim vodom, itd.)

Temperatura vode

Stepen kiselosti: pH.

Oksido-redukcion potencijal

Mutnoća

Alkalitet

Tvrdoća

Ukupno rastvorene materije

Saturacioni index

Rezidual dezinficijensa radi održavanja mikrobiološke stabilnosti

Nuzproizvodi dezinfekcije (nepoželjni)

### Temperatura bazenske vode

Značajan parametar. Pored mikrobiološkog značaja, temperatura ima uticaj i na hemizam vode  
u bazenu i rastvorljivost kalcijumkarbonata: \*Niža temperatura vode – veći stepen rastvorljivost  
 $\text{CaCO}_3$ , voda postaje korozivna. \*Viša temperatura vode – niži stepen rastvorljivosti  
 $\text{CaCO}_3$  i njegovo taloženje, staranje kamenca itd. Porastom temperature vode, javlja se  
tendencija ka baznom pH

### pH vrednost

Esencijalan parametar. Održava se oko 7 (neutralan). Predstavlja logaritam koncentracije jona  
vodonika.

nizak pH	Optimalan pH	visok pH
Optereće opremu		Formiranje taloga i stvaranje kamenca (oslobadanje nerastvorenih soli)
Crvenilo očiju		Blokira sistem za filtraciju
Gubitak kose		Iritacija kožnika
Propadanje (nagriza) površinu bazena	Pufiraju kisele dezinfektante dodate u bazensku vodu	Crvenilo očiju, suva koža
Korozija	Značajno balansira ostale faktore kvaliteta bazenske vode	Zamućenje vode
Stvaranje nabora i izbeljivanje delova načinjenih od vinila		Opada efikasnost dezinfekcionog sredstva tj. potrebna je veća količina dezinficijensa za isti efekat (brži raspad dezinfektanta) npr. pri pH 8 treba 2-3 puta više hloru
Zamućenje vode		
Povećana potreba za dezinficijensom		
Nestajanje taloga		

pH u bazenskoj vodi stalno fluktuiru i veći je problem ako previše pada.

### Oksido-redukcion potencijal (ORP)

Oksido-redukcione reakcije koje se odvijaju u vodenom sistemu, utiču na ponašanje mnogih  
hemiskih sastojaka vode. Primerice, mobilnost i reaktivnost biološki važnih elemenata (Fe, S, N,  
C) i velikog broja metala značajno su zavisni od redoks uslova sredine. Utvrđena je visoka  
vrednost korelacije ORP i bakteriološkog kvaliteta vode.

### Mutnoća

Parametar bitan za proveru efikasnosti tehnološkog procesa pripreme vode za bazene. Može biti  
uzrok povećanja potrebe za dezinficijensom, posledica intenzivnog razvoja mikroorganizama,  
hemiske kontaminacije (tanini, boje, metali).

### **Ukupni alkalitet**

Mera koncentracije alkalnih vrsta u vodi. Predstavlja puferski kapacitet bazena da odoli promenama pH:

<b>Nizak ukupni alkalitet</b>	<b>Optimalan ukupni alkalitet</b>	<b>Visok ukupan alkalitet</b>
Teško održavanje pH		Opasnost od "blokade pH" I teško ga je podesiti (ostaje nepromjenjen)
Voda postaje korozivna i štetna za opremu	Većina karbonata je u formi bikarbonata, što obezbeđuje puferizaciju I mali stepen karbonizacije	Mutnoća
Mrlje na površini bazena		Pojava taloga kamenca, ljušpica
Obojenost vode		Zbog visikog pH pad dezinficijensa

### **Ukupna tvrdoča - Kalcijumova tvrdoča**

Mera rastvorenog kalcijuma. Odgovara tvrdoći vode. Zavisi od koncentracije Ca i Mg i drugih jona (Fe, Al). Kalcijum karbonat je uvek prisutan u bazenskoj vodi (već postojeći, sa hemikalijama koje se dodaju u vodu) čini oko 97% u tvrdoći. Najmanje je rastvorljiv mineral u vodi i zato često dolazi do prezasićenja (nekondicionirane vode). Bazeni traže tvrdnu vodu.

Kao i kod pH : Visoka ukupna tvrdoča: taloženje ;  
Niska ukupna tvrdoča: korozivnost.

U principu niska ukupna tvrdoča izaziva više problema. Taloženje je direktno zavisno od pH, temperature, alkaliteta, kalcijumove tvrdoće, totalno rastvorenih čestica. Prezasićena voda je agresivna i korozivnog je efekta na opremu, strukturu bazena, kožu kupača. Oštećuje zidove bazena, cevovode, opremu za filtraciju. Voda se zamaluje i kamenac lepi na sve površine. Jedini način snižavanja visoke tvrdoće je zamenom izvesne količine vode (ako je sirovinska tvrda, dovesti je iz drugih izvora).

### **Saturacioni index**

Odnos prethodno navedenih parametara. Predstavlja vrednost približna optimumu zasićenja vode u bazenu. tzv. Lingelierov saturacioni index za balansiranu vodu : -0,5 do 0,5.

### **Rezidual dezinficijenasa**

Da bi se ostvarila uspešna dezinfekcija bilo kojim hemijskim dezinficijensom, doza dezinfekcionog sredstva se mora tako podesiti da nakon utroška dela dodatog sredstva na razne hemijske reakcije sa pojedinim sastojcima u vodi, preostane dovoljno dezinficijensa za delovanje na same mikroorganizme Rezidual dezinfekcionog sredstva u praksi osigurava njegovu efikasnost u prevenciji rekontaminacije vode od svih mogućih faktora.

### **Nuzproizvodi dezinfekcije**

Poseban aspekt kvaliteta vode predstavlja problematika nusproizvoda dezinfekcije. Nusproizvodi dezinfekcije predstavljaju izuzetno veliku lepezu hemijskih jedinjenja, a količinu i vrstu jedinjenja određuje vrsta dezinficijenasa, kvalitet vode, kupači i organski polutanti koje oni donose. Broj detektovanih jedinjenja je preko hiljadu, ali se pažnja usmerava na nekolicinu (najopasnijih po ljudsko zdravlje).

## **DEZINFEKCIJA**

Obzirom na rizik oboljenja korisnika bazena od veoma ozbiljnih bolesti, dezinfekcija bazenske vode je neophodna i obavezna. Prečišćavanje (ako se izvodi) delom smanjuje opasnost od mikrobiološke kontaminacije, ali ne dovoljno. Dezinfekcija mora da stvari uslove za bezbrižno i bezopasno (sa mikrobiološke tačke gledišta) kupanje. Mnoge epidemije, vezane za bazene, su posledica loše ili nepostojeće dezinfekcije vode.

Dezinfekcija: proces kojim se patogeni mikroorganizmi uklanjuju i/ili inaktivisu. Dezinfekcija može da se provodi hemijskim sredstvima (dezinficijensima) ili fizičkim postupcima (UV lampe, filtracija i sl.), tako da voda u bazenu više ne predstavlja značajan rizik za korisnika bazena. Voda iz bazena koja recirkuliše , prečišćava se i dezinfikuje u "recirkulacionoj petlji", a higijenska ispravnost vode u samom bazenu postiže se održavanjem rezidualne koncentracije dezinfekcionog sredstva u vodi, čime se inaktivisu patogeni koji dospevaju u vodu bazena sa tela korisnika.

Mnogi mikroorganizmi u vodi bazena vode poreklo od samih kupača , tj. korisnika (sa kože, sekreti iz nosa, grla). Inficirani kupači indirektno kontaminiraju vodu celog bazena, koji time

postaje izvor zaraze za ostale korisnike. Za pojavu nekih epidemija sa sigurnošću je utvrđeno da vode poreklo od bazena, pri čemu se kao najveći krivci smatraju navike ljudi da koriste bazene čak i onda kada su bolesni, čime stvaraju leglo različitih bolesti i infekcija (podrazumeva se i neadekvatna dezinfekcija).

#### ODABIR DEZINFICIJENSA I POSTUPKA DEZINFEKCIJE

Pri odabiru treba imati u vidu:

- da li taj način dezinfekcije nosi sa sobom opasnosti po korisnike bazena
- kvalitet sirovinske vode njena kompatibilnost sa dezinficijensom i postupkom dezinfekcije
- da li je bazen otvoren ili zatvorenog tipa
- tip i opterećenje bazena
- način rada i mogućnost automatske kontrole

Dezinficijens treba da:

- u potpunosti i u najkraćem roku inaktivše sve patogene
  - sposobnost hemijske razgradnje (obično oksidacije) raznih polutanata u vodi bazena, kako bi se njihov sadržaj tokom korišćenja bazena držao pod kontrolom
  - ne stvara nuzproizvode (barem ne štetne po zdravlje)
  - velik raspon od doze potrebne za uspešno dejstvo do koncentracije koja je štetna za korisnike bazena
  - mogućnost brzog i lako monitoringa i automatizacije, tj. praćenje trenutne koncentracije i mogućnost automatskog doziranja na osnovu pada koncentracije ispod zadate vrednosti
- Od dezinfekcionih sredstava i dalje se najčešće koristi hlor i preparati hlora (gasoviti hlor, hipohlorit, ozon + hlor u kombinaciji, hlor-dioksid, ...). Takođe se koriste i preparati brom-a, joda, bakra organska dezinfekcionala sredstva, UV (sam ili u kombinaciji), polifosfati i kao poslednja generacija multikomponentna dezinfekcionala sredstva na bazi vodonik-peroksida i srebra.

#### HLOR

Daleko najkorišćeniji dezinficijens. Upotrebljava se još od XVIII veka. Gasoviti hlor se koristio samo za velike javne, bazene. Za manje i male bazene, koriste se preparati kao Na-hipohlorit (Žavelova voda) i Ca-hipohlorit.

To je jeftino dezinfekcionalo sredstvo, relativno lako za rukovanje i određivanje rezidualne koncentracije u vodi.

Hlor i hipohlorit se u vodi disosuje na hipohlorastu kiselinu ( $\text{HOCl}$ ) koja je jak dezinficijens i ( $\text{OCl}^-$ ) hloritni jon i vodonikov jon ( $\text{H}^+$ ). Hloritni jon je relativno slab dezinficijens. Porastom pH u vodi je sve manje hipohloraste kiselina (neophodno je održavanje neutralnog pH). Metoda kojom se u bazenskoj vodi određuje rezidualni hlor ne razlikuje hipohlorastu kiselinu i hipohloritni ion, te je za tumačenje tog podatka, nužno znati i vrednost pH.

Kod bazena otvorenog tipa, snažno dejstvo UV zraka brzo ragraduje slobodan hlor, tako da mu aktivnost vrlo brzo pada (nivo rezidualnog hlora). U tim slučajevima se koriste tzv. hlorovani izocijanarati. Na tržištu se nalaze u čvrstom, kristaličnom obliku, a prilikom rastvaranja u vodi nastaje hipohlorasta kiselina i cijanuronska kiselina. Cijanuronska kiselina stabilizuje aktivni hlor i čini ga znatno rezistentnijim na delovanje UV zraka. Međutim, previsoke koncentracije cijanuronske kiseline stvaraju tzv. "zaključani hlor"- hlor je snažno stabilizovan da je praktično "zaključan" i nema dezinfekcionalog dejstva. Cijanuronska kiselina se ne troši u dezinfekciji, niti se uklanja tretmanom vode u recirkulaciji; tako da se ona vremenom nakuplja. Jedini način smanjenja koncentracije je dodavanje sveže vode ili promena (komplentno) vode u bazenu.

#### JEDINJENJA BROMA

Elementarni brom nije prikladan za dezinfekciju bazenske vode, tj. ako baš mora da se koristi kao nužno zlo, činiti to što kraći vremenski period (toksičan, iritara oči, iritira respiratorični trakt). Najčešće se koristi Bromhlordimetilhidantoin (BCDMH), organsko jedinjenje koje u vodi disosuje dajući hipobromnu i hipohlorastu kiselinu. Hipobromna kiselina je dezinficijens i oksidant, a nastali redukovani brom ( $\text{Br}^-$ ) reaguje sa hipohlorastom kiselinom dajući nove količine hipobromne kiseline. Time se obezbeđuje siguran rezidualni nivo za zaštitu vode bazena. I pored niza osobina koje ga čine privlačnim za dezinfekciju bazenske vode; problem nastaje

kada se poremeti balans između organske komponente dimetilhidantoina (DMH) i broma. Dolazi do pada dezinfekcione aktivnosti, a njihov međusobni odnos se veoma teško meri (u izuzetno dobro opremljenim laboratorijama), što ga diskvalificuje, posebno u korišćenju u privatnim bazenima.

Pored toga, poznati sistem dezinfekcije tzv. "dvokomponentni sistem" – dodavanje soli broma (obično natrijum-bromid) i neki oksidant (ozon, natrijum-hipohlorit i sl.). Slično hloru i brom stvara sporedne proizvode dezinfekcije (tzv. vezani brom), uključujući i bromamine, ali za razliku od vezanog hlora, vezani brom i dalje dezinfikuje. Brom ne oksidiše amonijak i ostala azotna jedinjenja, te se ne može, za razliku od hlora, koristiti za šok-obradu vode.

Hipobromnu kiselinu razgraduje UV zračenje, a ne može se zaštитiti, što ga čini nepogodnim za otvorene bazene.

#### OZON

Najjače oksidaciono sredstvo. Preporučuje se u bazenima gde je rizik od prisustva protzoa, ameba i sl. cista (na koje hlor deluje slabo ili nikako) izražen.

Medutim, ozon je lako isparljiv, te ako se predozira (u želji stvaranja rezidualne koncentracije u bazenu), lako dolazi do alarmantnog porasta njegovog sadržaja u vazduhu iznad vode i oko bazena, a poznata je štetnost ozona po zdravlje već u malim koncentracijama (hepatotskičan). Sa druge strane, bez rezidualnog delovanja nema zaštite bazenske vode od mikrobiološke kontaminacije, porekлом od kupača. Ozon je nemoguće proizvoditi u velikim količinama (veoma nestabilan), u želji snižavanja cene po jedinici mere. Zato se mora proizvoditi na licu mesta, a proizvodnja ozona je relativno složena i skupa (pogotovo za male korisnike, za male bazene). Ako se ozon koristi u dezinfekciji, obavezno je inaktiviranje preostalog ozona u vodi (preko filtra aktivnog uglja) max. dozvoljenu koncentraciju 0.05 mg/l. (DIN-1997a); takođe na ulazu vode iz recirkulacione petlje u bazen treba dodati neko dezinfekcionalno sredstvo rezidualnog dejstva (hlor, brom) i OBVEZNO obezbediti razgradnju viška ozona koji se nije stigao rastvoriti u vodi (u kontaktnom sudu), jer će dospeti u atmosferu i potencijalno štetno delovati. Sve to ozonizaciju čini znatno skupljom metodom, a i manje privlačnom. U velikim, javnim bazenima ozon se češće koristi kao faza u prečišćavanju vode (oksidacija – smanjenje sadržaja organskih nečistoća).

#### HLOR DIOKSID

Na zaostaje mnogo za hlorom i ozonom. Kod malih bazena može predstavljati alternativu istima. Boljeg je baktericidnog dejstva od hlora (pogotovo na spore bakterija i ciste protzoa), prektično nezavisnog delovanja od vrednosti pH vode (opseg dejstva pH:6-10); dužeg rezidualnog dejstva od hlora. Takođe se mora proizvoditi na mestu potrošnje (jeftinija proizvodnja od ozona, skuplji od hlora); a sirovina i uredaji za proizvodnju hlor dioksida imaju cene koštanja. Ne stvara trihalometane, ali sporedni (veoma toksični) proizvodi su mu hlorit i hlorat (dozvoljene max. koncentracije su: za hlorit: 0.2mg/l., a za hlorat 0.4mg/l.). Obaveza je konstantnog monitoringa tih toksina zbog nesagledivih posledica u slučaju trovanja. Takođe, ukoliko je visok sadržaj istih i hlor dioksida u vodi koju želimo da ispustimo u spoljnu sredinu ekološki propisi to ne dozvoljavaju.

#### UV ZRAČENJE

Veoma popularan način dezinfekcije. UV zraci, generisani živinom lampom, prodiru u ćeliju mikroorganizama i reaguju sa ćelijskom DNK (tzv. fotohemijske reakcije), izazivajući smrt ćelije. POsebno je važno naglasiti DA AKO UV DOZA NIJE BILA ADEKVATNA/DOVOLJNA DOLAZI DO OPORAVKA TJ. PREŽIVLJAVANJA ĆELIJE, (ZAHVALJUJUĆI ENZIMSKIM SISTEMIMA ĆELIJE MIKROORGANIZAMA ZA "REPARACIJU" OŠTEĆENE DNK).

Postupak dezinfekcije je brz, relativno nije skup, jednostavan, ali bez rezidualnog efekta, tj. bez zaštite vode u bazenu od reinfekcije (šta više voda dezinfikovana UV zracima je podložnja reinfekciji, jer biomasa inaktiviranih mikroorganizama ostaje u vodi). Dejstvo mu jako smanjuje mutnoća vode, rastvorene organske materije (kojih od kupača ima u izobilju u bazenskoj vodi), znači da bi voda trebala da bude veoma izbistrena, što dalje komplikuje održavanje i tretman vode. Takođe, ne postoji pouzdan i brz način određivanja efikasnosti dezinfekcije, primenjiv na samom bazenu.

## SREBRO

Mikrobiocidno dejstvo srebra poznato je od davnina (srebrna posuda za mleko, srebrna posuda za "svetu vodicu" u crkvi, srebreni krst – ne prenosi infekcije, srebrenjak se baca u bunar da se voda ne kvari, NASA recrulkuliše vodu u svemiru dezinfikujući je srebrom, ... itd.). Efekat dejstva na mikroorganizme, poznat kao "oligodinamija" (Karl von Nagell 1880.) korišćen je i u ratovima i kriznim periodima pre pronalaska antibiotika.

Dezinfekcija vode srebrom, se u početku zasnivala na upotrebi koloidnog srebra, potom anodnom rastvaranju jona srebra (pod jakim strujnim naponom). Međutim, srebro, ako se koristi samo, ima nedostataka ka što je sporo dejstvo, slabo dejstvo na spore, nedostatak osidacionog dejstva (zato slabo deluje u prisustvu organskih materija – kojih je u izobilju u bazenu).

sredstvo POSLEDNJE GENERACIJE, koje je obeležilo kraj XX i početak XXI veka. Naime kombinacijom srebra ( $Ag^+$ ) i vodonik peroksida ( $H_2O_2$ ), stvoreno je multikomponentno dezinfekciono sredstvo izraženog sinergističkog efekta, potpuno ekološko, sa svim osobinama koje je moderna nauka postavila kao ideal uspešnog modernog dezinficijensa. Niti jedan dezinficijens nije ispunjavao sve zadate uslove, do sada.

"SANOSIL SUPER 25" kao dezinfekciono sredstvo deluje dvofazno:

\*vodonik peroksid kao jak oksidant, otpušta nascentni kiseonik (posebno stimulisan prisustvom bakterijske katalaze), koji oksidiše organske materije, a sa njom i mikroorganizme, bez izuzetka

\*srebro, deluje sporije i završava posao kod nekih rezistentnijih oblika (vezuje se za proteine mikroorganizama i precipitira ih; takođe se vezuje za tiolne grupe enzima mikroorganizama i uništava ih), a posebno je značajan rezidualni efekat koji se postiže srebrom (naročito bitan u dezinfekciji i održavanju bazena). Vodonik peroksid i srebro grade prvi, u pravom smislu te reči, "UNIVERZALNI EKOLOŠKI DEZINFICIJENS"! Obzirom da se vodonik peroksid raspada na vodu i kiseonik, a srebrni joni se nalaze u obliku soli prisutnih u prirodi i daleko ispod svih zabrana (zbog efikasnosti, a netoksičnosti, srebrom se prevlače veštački krvni sudovi-proteze i pejsmajkeri), znači nema ekološki štetnog dejstva. Takođe, ne postoji ni razvoj rezistencije mikroorganizama ni na vodonik peroksid ni srebro, tako da nije moguće ni efekat "reparacije" mikroba. Nema pojave štetnih nusproizvoda ni sa organskim materijama, ni sa neorganskim jedinjenjima (substancama). Lako i brzo se meri koncentracija u vodi (mogućnost potpune automatičke merenja i doziranja), lak za rukovanje, stabilan pri skladištenju (za 1 god. gubi max. do 3% aktivnosti), ne izaziva alergije, iritacije očiju, suvoću kože, ne oštećuje kosu, kupaći kostim, ne korodira bazensku opremu, ne menja pH vode u bazenu, nema purgentnog mirisa u prostoriji (kao kod hlorida i sirčetne kiseline), nije toksičan u upotrebi. Najzad, omogućava kupanje u bazenu sa puno užitka, opušteno bez razmišljanja da li je sve podešeno kako treba i pod kontrolom.

U cilju boljeg shvatanja prednosti dezinfekcije Srebro+Vodonik Peroksid preparata u odnosi na konvencionalna sredstva, u prilogu pregled:

### STRUČNE LITERATURE I NAUČNIH ISTRAŽIVANJA ŠTETNOSTI NEADEKVATNO IZVEDENE (I NESTRUČNO) SANITACIJE BAZENA I TOKSIČNIH EFEKATA NUSPRODUKATA DEZINFEKCIJE

Najneprijatnija posledica neadekvatne i nestručno izvedene dezinfekcije bazena je, svakako, infekcija patogeno štetnim mikroorganizmima prisutnim u bazenskoj vodi. To su već navedene fekalne bakterije (*E.Coli*, *Shigella*), kao i *Cryptosporidiae ciste*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Legionella spp.*, *Mycobacterium spp.*, *Leptospira*, virusi, gljivice itd. čitava paleta po zdravlje štetnih mikroorganizama. Za neke od njih koncentracije hlorova potrebene da ih ubiju, su izuzetno visoke. Velike rezidualne koncentracije (velike doze i šok doze) hlorova imaju za posledicu stvaranje velike količine nusproizvoda dezinfekcije. Najviše opisani i ispitivani su nusproizvodi dezinfekcije hlorom. Trihalometani i hloramini su nusproizvodi nastali pri dezinfekciji vode hlorom i preparatima na bazi hlorova, bromom i preparatima bromova.

Oni se nalaze i u vazduhu tik iznad bazenske vode (inhalacija tih toksina tokom plivanja), a ako je ventilacija loša i širom prostora u zatvorenom bazenu (zbog svoje lake isparljivosti).

Uopštena tabela nusproizvoda dezinfekcije (moram napomenuti da ih je daleko više):

DEZINFICIJENS		NUSPROIZVODI DEZINFEKCIJE						
Hlor i sredstva za dezinfekciju na bazi hlora		Trihalometani, Halosirćetna kiselina, Haloketoni, Hloral hidrat, Hlorpirkin, Hlorati, Cijanogeni hloridi, Hloramini, Halogenatni nusproizvodi						
Ozon		Bromati, aldehidi, ketoni, ketokiseline, karboksilična kiselina, bromoform, peroksidi, bromidi porast biorazgradljivog rastvorenog organskog ugljenika (BDOC)						
Hlordinoksid		Hloriti, Hlorati						
Bromini /hipobromiti/ BCDMH		Trihalometani, bromoform, bromhidrat, bromati, bromaminati						

Koncentracije Trihalometana (THM) u bazenskim vodama ( $\mu\text{g/l}$ ):

Zemlja	Hloroform		BDCM		DBCM		Bromoform		Vrsta bazena
	Srednja vrednost	Opseg	Srednja vrednost	Opseg	Srednja vrednost	Opseg	Srednja vrednost	Opseg	
Poljska	35,9-99,7		2,3-14,7		0,2-0,8		0,2-203,2		zatvoren
Italija	33,7	25-43	2,3	1,8-2,8	0,8	0,5-10	0,1	0,1	zatvoren
USA	3-580	<0,1-530	1-90	<0,1-105	0,3-30	<0,1-48	<0,1-60	<0,1-183	zatvoren banje
Nemačka	80,7	8,9	1,5	0,19-4,1	0,4	0,03-0,91	<0,1	<0,03-0,22	zatvoren banje
Mađarska	4,3	0,82-12	1,3						
Danska	11,4	<2-62,3	2,9	<1,0-11,4					zatvoren
		145-151							zatvoren

Koncentracije Trihalometana u vazduhu iznad površine vode u bazenu ( $\mu\text{g/m}^3$ ) :

Zemlja	Hloroform		BDCM		DBCM		Bromoform		Vrsta bazena
	Srednja vrednost	Opseg							
Italija	214	66-650	19,5	5-100	6,6	0,1	14	0,2	zatvoren <sup>1</sup>
Kanada		597-1630							zatvoren <sup>1</sup>
Nemačka	3,3	0,33-9,7	0,4	0,08-2,0	0,1	0,02-0,5			zatvoren <sup>2</sup>
	30	1,7-136	4,1	0,23-13	0,8	0,05-2,9	0,08	<0,03-0,7	zatvoren <sup>2</sup>
USA		<0,1-1		<0,1		<0,1		<0,1	otvoren <sup>3</sup>
		<0,1-47		<0,1-10		<0,1-5		<0,1-14	banje <sup>3</sup>

Legenda: 1= mereno 20 cm iznad površine vode

2= mereno 150 cm iznad površine vode

3= mereno 200 cm iznad površine vode

Organski sastojci, znoj, urin, perut sa kože i sl. puni su azotnih substanci (aminokiseline, urea, amonijak, keratin i dr.) koji reaguju sa hlorom / bromom i sl. dajući monohloramine, dihloramine, trihloramine i reakcije teku dalje ka trihalometanima (Hloroform, Bromoform, Bromidihlormetan - BDCM, Dobromohlorometan - DBCM). Reakcije su vrlo brze i izvesne (pouzdane).

Trihalometani čine 50% svih nuzproizvoda dezinfekcije (NPD) hlorom u težinskoj osnovi.

Studije su pokazale da 1 od 56000 ljudi ima snažan karcinogeni odgovor (reakciju) na Hloroform.

Halosirćetne kiseline čine 25% NPD u težinskoj osnovi.

Toksična jedinjenja ulaze u organizam:

- inhalacijom lako isparljivih materija ili aerosola
- percutana resorpcija ("upijanje" preko kože)
- akidentalno (ili ne) gutanje vode.

Drži se da za normalnog plivanja dode do slučajnog pijenja oko 50 ml vode, što je oko 225 ml/za 1 sat.

Preko kože se za 1 sat "upije" oko 500 ml vode (poznata žed nakon kupanja u moru ili blagotvornost banjskih kupki). Postoji vrlo jednostavan (školski) primer, uzmete u čašu vodu iz bazena, izmerite nekoliko parametara (zabeležite ih) umočite dva prsta i držite u vodi nekoliko minuta. Potom ponovo izmerite iste parametre u vodi. Iznenadeni?! Gde su nestali? Naravno,

resorbovani preko kože (hlor pogotovo ima afinitet ka penetraciji kroz kožu). To u kratko znači da plivamo u svim tim produktima (kao sunder).

Prvo primetno štetno dejstvo je crvenilo očiju, peckanje u očima i nosu, kongestija sinisnih kanala, curenje iz nosa, upala spoljnog uha, suva koža (peruta se), suva i ispucala kosa, oštećena kosa, promena boje farbane kose, purgentan miris (smrad) hlora i nuzproizvoda (lako su isparljivi).

Sedamdesetih godina provedena su prva opsežna istraživanja štetnog dejstva trihalometana (THM) u Severnoj Americi. Prvi rezultati su bili alarmantni.

**Dejstvo THM na trudnice:** povećan procenat embrionalnog mortaliteta, pobačaja i prevremenih porodaja (studije pokazuju da je 16% slučajeva vezan za nusproizvode dezinfekcije), a mogućnost pobačaja je za 1,8 puta veća. Šta više, spontani abortus se javlja u ranijim nedeljama u trudnica eksponiranim visokim dozama THM (10,2 u odnosu na 11,2 nedelju gestacije). (*Kirsten Waller & all: "Trichloromethanes in drinking water & spontaneous abortus"*

*EPIDEMIOLOGY Vol. 9; No.2 – March 1998.*

Kasnije studije (Agencija za Toksične Substance i Registrar Bolesti), publikuju izveštaj o ozbiljnim defektima ploda: spina bifida, neural tube defekt u vezi sa ingestijom THM u pijaćoj vodi. (*Judit B. Klotz & Laurie A. Pyrch: "A CASE CONTROL STUDY OF NEURAL TUBE DEFECTS' AND DRINKING WATER CONTAMINANTS"* Atlanta, Ga. Agency for Toxic Substances & Disease Register; Jan. 1998).

Studije potvrđuju nalaze i dokazuju mogućnost kontaminacije Trihalometanima i iz vazduha u zatvorenim prostorima (tuširanje, kupanje, pranje sudova i veša, rekreacija u bazenima).

Neural tube defekt nastaje u nedostatku Vitamina B<sub>12</sub>, a on je osjetljiv na dejstvo Hloroform-a – jednog od značajnijih THM u hlorisanoj vodi.

Ukoliko je voda tretirana Hloraminima, skoro 2,6 puta je češća patologija trudnoće. (*Ann Aschengrau and others, "Quality of community drinking water and the Occurrence of Late Adverse Pregnancy Outcomes", ARCHIVES OF ENVIRONMENTAL HEALTH Vol. 48, No.2 (March/April 1993).*

Studijama je dokazano skoro petostruko veća opsnost kod trudnica koje piju hladnu vodovodnu vodu (tretiranu hlorom), u poređenju sa trudnicama koje piju normalno temperiranu flaširanu vodu (niskog ili bez sadržaja THM – najpribližniju našoj "ROSA negaziranoj oligomineralnoj vodi"). (*Shanna H. Swan and others, "A Prospective study of Spontaneous Abortion: Relation to Amount and Source of Drinking Water Consumed in Early Pregnancy", EPIDEMIOLOGY Vol.9, No.2 March 1998.*)

Primećeno je da je u letnjim mesecima povećan nivo THM prema faktoru 1,5-2 kao i da je u letnjim mesecima povećan broj slučajeva patologije trudnoće zbog kratkotrajnih izlaganja većim dozama (*Kellyn S. Betts, "Miscarriages associated with drinking water disinfection byproducts, study says"* ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY (ES&T), April 1, 1998)

Veliki su pritisci da se nivo dozvoljenih THM sa 100 mg/lit. smanji na 80 mg/lit, pa čak i na 40 mg/lit.

Pored toga, THM su značajno rizični karcinogeni faktori u nastajanju raka mokraćne bešike i rektuma, pretpostavka je da je godišnje nastalo novih 5000 kancera bešike i 8000 kancera rektuma, u vezi sa THM. Nusproizvodi takođe imaju neželjene efekte i na jetru, nervni i reproduktivni sistem. Studija Ontario Treatment and Research Foundation i Toronto Univerzitet, pokazala je da:

- dugotrajna konzumacija hlorisane vode povećava rizik kancere bešike i rektuma.
- Između 10% i 13% ukupnih slučajeva su u vezi nusproizvoda dezinfekcije.
- rizik kancera mokraćne bešike je povećan za 40% u osoba koje konzumiraju tokom 35-59 godina vodu sa povećanim sadržajem nusprodukata dezinfekcije.
- pijenjem 60 i više godina, rizik je 80%
- dugotrajno pijenje i kupanje u hlorisanoj vodi za 35% povećava rizik kancera mokraćne bešike i debelog creva.

*"Journal of the National Cancer Institute", December 1987.*

Takođe, preporučuje se da voda koja sadrži hloramine, se ne koristi za akvarijume, niti bolesnike na hemodializu. U oba slučaja voda odlazi direktno u krv (ne metabolišu se toksini preko jetre), i ima negativan efekat na jetru i eritrocite. Takođe, hloramini imaju snažan

korozivni efekat na opremu i zgradu. Veoma često su neprijatno oštrog mirisa. Treba li se u TOME kupati?

Hlor dioksid u vodi dovodi do povećanja nivoa Na-hlorata (čitav je niz toksičnih efekata Na-hlorata: "sindrom plave bebe" – methemoglobinemija, destrukcija crvenih krvnih zrnaca, hiperplazija tiroidnih ćelija, ...).

Ozon rezultira produkciju bromata, kad je visoka koncentracija broma u vodi koja se dezinfikuje ozonom. Studije su pokazale da bromati izazivaju mezoteliom i tumore bubrega. Oralna ekspozicija kalijum bromatom izaziva rak bubrega. Bromodichlorometan izaziva rak debelog creva, bubrega i jetre. (*Istraživanja NTP - National Toxicology Program*)

Dihlorsirćetna kiselina u veoma maloj dozi izaziva progresivnu neuropatiju limbusa, plus niz neurotoksičnih efekata – *Neurotoxicology and Teratology, December 1999*.

Hemijski, dibromosirćetna kiselina je veoma slična dihlorsirćetnoj kiselini. Dibromosirćetna kiselina izaziva veoma ozbiljne poremećaje sperme. Takođe dovodi do poremećaja u retikuloendotelnom sistemu (odgovoran za imunitet) i otok slezine.

Opisana je incidencija česte pojave astmatičnih napada i alergije i češće posete bazenu školske dece u okviru školske nastave (*University of Lovain-laNeuve ; Belgium*).

Nakon resorpcije, THM se vrlo brzo, krvotokom, prenose po celom organizmu, koncentrišu se u jetri, a izbacuju respiracijom, urinom i fecesom. Biotransformacija u jetri se odvija metabolički oksidacijom enzimom P450. Međutim ta biotransformacija nažalost daje toksične metabolite (glutation iz faze II stvara se npr. FOZGEN) koji oštećuju ćelije jetre i bubrega. *Pegram RA, Anderson ME, Warren SH, Ross TM, Claxton LD. "Glutathione S-transferase-mediated mutagenicity of trichloromethanes in salmonella typhimurium: contrasting results with bromodichloromethane and chloroform" Toxicology and Applied Pharmacology 1997*

Teorija indirektnog karcinogeneze od rekurentnih oštećenja ćelija jetre, kao ciljni organ proziva i bubrege na dejstvo FOZGEN-a (koristi se kao bojni otrov) nastalog od BDCM. U subhroničnoj 90-dnevnoj studiji utvrđen je otok organa eksperimentalnih životinja izloženih dejstvu BDCM, pri čemu je ukupna telesna masa redukovana. Histopatološki su nadene masno-degenerisane ćelije, inflamacije, blage nekroze ćelija jetre i tubula bubrega. *Daniel FB, Robinson M, Condie LW, York RG. Ninety-day toxicity study of dibromochloromethane in Sprague-Dawley rats. Drug and Chemical Toxicology 1990*

Takođe su dokazane hromozomalne aberacije uzrokovane nusproizvodima dezinfekcije koji sadrže nitro i karbonil grupe. *Dunnick JK, Melnick RL, Assessment of the carcinogenic potential of chlorinated water: experimental studies of chlorine, chloramine and trichloromethanes. Journal of National Cancer Institute 1993*

Uporednim studijama izdata su saopštenja o sledećim rizicima nusproizvoda dezinfekcije : mokraće bešike, debelog creva, jednjaka, dojki, jetre, pankreasa, mekih tkiva, Hodgkin's ove bolesti, ne-Hodgkinovog limfoma, leukemije. \**Koivusalo M, Pukkala E, Vartiainen T, Jaakkola JJK, Hakulinen T. Drinking water chlorination and cancer:a historical cohort study in Finland. Cancer Causes and Controls 1997*

\**Koivusalo M, Vartiainen T, Hakulinen T, Pukkala E, Jaakkola J. Drinking water mutagenicity and leukemia, lymphomas and cancers of the liver, pancreas and soft tissue" Archives of Environmental Health 1995.*

Tokom 1988-1989 u Čenovi, (Italija) radena je komparativna studija somatskih parametara iz baze podataka i direktno uzetih anamneza od trudnica/porodilja iz dve bolnice:

\*jedna u centru grada *Galliera hospital* u koju su dolazile na porodaj trudnice koje su i živele u blizini bolnice, pile su vodu iz gradskog vodovoda tretiranu hlornim preparatima i

\*druga je bolnica *Chiavari hospital* udaljena 30 km od Čenove, i voda za piće se ne dezinfikuje u tom naselju (odličnog je kvaliteta).

U ispitivanje su uključene samo žene za koje se pozdano zna da su tokom trudnoće bile rezidentne na navedenim lokacijama. Merenjem osnovnih parametara u novorođenih beba dobili su se sledeći rezultati: majke iz područja netretirane vode su imale porodaj u redovnijem terminu, dužina tela njihovih beba je signifikantno veća, obim glave veći, a pojava neonatalne žutice je veća kod beba majki koje su pile hlorisanu vodu.

"*Association between Drinking Water Disinfection and Somatic Parameters at Birth" Institute of Hygiene and Preventive Medicine; Institute of Medical Statistic and Biometry, University of Genoa, Italy; Environmental Health Perspectives Volume 104, No 5. May 1996.*

Tokom 2000 godine u Londonu je urađeno ispitivanje kvaliteta bazenske vode. Rezultati su objavljeni 2002 godine u *Occupational and Environmental Medicine 2002; 59:243-247*. Tokom 3 nedelje u sva 44 uzorka naden je povećan sadržaj THM, ali posebno je zabrinulo veoma visok nivo Hloroforma. Prosečan nivo je bio između 121 mikrograma do 132 mikrograma po litru (u sirovinskoj vodi nivo je u proseku bio 3,5 mikrograma po litru vode)! Ceo slučaj izazvao je veliku zabrinutost među medicinskim radnicima ali i stanovništvom!

U Nemačkoj je takođe **FOCUS TV** radio slične testove na bazonima, kontrolišući nivo nuzproizvoda dezinfekcije hlorom – THM, bakteriološku ispravnost vode. Samo je bazen u Štutgartu "Moehringer open-rir swimming pool" imao zadovoljavajuće rezultate. Svi ostali su imali prekoračene nivoe i to višestruko (i broj bakterija i nivo THM). Stoga se preko TV preporučilo deci i trudnicama da izbegavaju kupanje u bazonima.

#### Približna absorpcija preko kože u odnosu na peroralnu:

	<b>Absorpcija preko kože</b>	<b>Vreme</b>	<b>Peroralna absorpcija</b>	<b>Konsumirano</b>
Odrasli kupač	63 %	15 min	27%	1 lit
Beba kupač	40%	15 min	60%	1 lit
Deca kupači	88%	1 sat	12%	1 lit

Absorpcija preko kože je brza. Posebno vodite računa ako ste imao bazena ili toplog kupatila ili jakuzzi. Prikazane kalkulacije baziraju se na absorpciji preko ruku. Ruke su mnogo bolja barijera protiv štetnih substanci u poređenju na ostale delove kože tela, tako da je istinita absorpcija signifikantno veća. *American Journal of Public Health 1984 74(5), pg. 479-484*

Pred toga, u zapadnoj Evropi veoma su rigorozne mere obrade vode koja je tretirana hlorom i sličnim preparatima (ima u sebi THM), pre ispuštanja u prirodnu sredinu tj. kanalizaciju. U cilju zaštite životne sredine, voda se prethodno mora temeljno oslobođiti štetnih materijala i tek nakon toga dozvoljeno je ispuštanje. Naravno, kazne su veoma rigorozne, obzirom na štetne efekte koje takva voda izaziva po bio svet i ekološku ravnotežu.

Na kraju da napomenem, da je problem isti i kod toplih kupatila i jakuzzi kupki, s tom razlikom što je multipliciran temperaturom vode!