

KAKOVOST ZRAKA V DVORANSKIH BAZENSKIH KOPALIŠČIH IN TRIKLORAMINI

Pri razkuževanju kopalne vode nastajajo številni nezaželeni stranski produkti razkuževanja. Med njimi je veliko tudi hlapnih, ki izhajajo iz vode v zrak ter lahko povzročajo neprijeten vonj in slabo kakovost zraka v dvoranskih kopališčih. To ima negativne posledice na zdravje plavalcev in zaposlenih, zlasti v dvoranskih bazenskih kopališčih, ki se lahko kažejo kot draženje oči in sluznice dihal ter povečano tveganje za nastanek astme (Carter in Joll 2017, Thickett et al., 2002; Jacobs et al., 2007; Parrat et al., 2012, Baxter 2012, Bernard et al., 2003, Bernard et al., 2006; Carbonnelle et al., 2002).

Po podatkih iz literature so izmed vseh stranskih produktov razkuževanja, ki so prisotni v zraku bazenskih kopališč, najpomembnejši hlapi trikloraminov. Ti so najbolj odgovorni za negativne učinke na zdravje uporabnikov dvoranskih bazenov (Baxter 2012, WHO, 2006).

KAJ SO TRIKLORAMINI?

Trikloramini so stranski produkti kloriranja iz skupine kloraminov. Nastajajo, ko prosti klor reagira z nečistočami v bazenski vodi (urin, znoj, slina, prhljaj, kožne luske, kozmetični pripravki...), ki jih tja vnesejo kopalci, ali pa reagira z drugimi snovmi, kot so npr. čistila na bazi amoniaka in podobno. So derivati amoniaka z zamenjavo enega, dveh ali treh vodikovih atomov z atomi klora. Poznamo monokloramin (kloramin, NH_2Cl), dikloramin (NHCl_2) in trikloramin (dušikov triklorid, NCl_3). Vsi naštetih kloramini so razmeroma obstojni v vodi. Monokloramin in dikloramin ne izhlapevata zlahka, medtem ko je trikloramin močno hlapen. Najvišje koncentracije trikloraminov izmerimo tik nad vodno gladino bazena, ker so težji od zraka, zato je ustrezno prezračevanje bazenskega kopališča nujno potrebno (WorkSafe BC, 2014).

VPLIVI NA ZDRAVJE

Mnogo raziskav je potrdilo škodljive učinke kloraminov na zdravje. Najbolj so izpostavljeni zaposleni v bazenskih kopališčih ter plavalci in trenerji, ki veliko časa preživijo v dvoranskih bazenih. Kažejo se kot draženje oči, nosu, zgornjih dihal ter slabost (Thickett et al., 2002; Jacobs et al., 2007; Parrat et al., 2012). Znaki so posebej izraziti pri bolnikih z astmo (Carbonnelle et al., 2002; Thickett et al., 2002; Bernard et al., 2003). Bernard s sodelavci je potrdil hipotezo o povezavi med astmo v otroštvu v razvitem svetu in povečano izpostavljenostjo otrok strupenim plinom in aerosolom v onesnaženem zraku dvoranskih kopališč (Bernard et al., 2006). Dokazali so tudi večje obolevanje za astmo med zaposlenimi na bazenu (Thickett et al., 2002). PWTAG (2017) navaja, da trikloramini lahko sprožijo napad astme pri astmatiku. Študija iz Švice je ugotovila, da se simptomi in znaki draženja oči, nosu in grla začnejo kazati pri koncentracijah 0,2 do 0,3 mg/m^3 (Parrat et al., 2012).

Dokument:	KAKOVOST ZRAKA V DVORANSKIH BAZENSKIH KOPALIŠČIH IN TRIKLORAMINI
Pripravili:	Strokovna skupina za vode, NIJZ –Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 14. 6. 2018 Zamenja verzijo: 9.5.2018

PRIPOROČILA ZA MEJNE VREDNOSTI IN ZAKONODAJA

WHO določa začasno referenčno vrednost (provisional guideline value) 0,5 mg/m³ trikloraminov v zraku in predlaga primerno prezračevanje v dvoranskem bazenskem kopališču, ki naj bo vsaj 10 litrov svežega zraka/s/m² vodne površine (WHO, 2006).

Pool Water Treatment Advisory Group (v nadaljevanju PWTAG) priporoča prezračevanje v količini 10 litrov zraka/s/m² celotnega dvoranskega bazenskega kopališča (vodna kopalna površina + bazenska ploščad), kar pomeni približno 6 do 10 menjav zraka na uro, vrednost trikloraminov v zraku pa naj ne bi preseгла 0,2 mg/m³ (PWTAG, 2017).

Francija je določila referenčno vrednost za trikloramine v zraku 0,3 mg/m³, predvsem je omejitev pomembna zaradi izpostavljenosti zaposlenih in otrok (AFSSET, 2010). Tudi po opravljeni raziskavi v Švici se tam potegujejo za sprejetje enake vrednosti zaradi izpostavljenosti zaposlenih (Parrat et al., 2012). V Nemčiji so na podlagi toksikoloških in epidemioloških podatkov za trikloramine v zraku sprejeli tehnični standard 0,2 mg/m³ (Umweltbundesamtes, 2011). V Kanadi velja, da vrednost kloraminov v zraku ne sme preseči 0,35 mg/m³ (WorkSafe BC, 2014).

V Sloveniji Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo izpolnjevati kopališča in kopalna voda v bazenih (Uradni list RS, št. 59/15 in 86/15 – popr.) mejne vrednosti za trikloramine v zraku dvoranskih kopališč ne določa. Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ) priporoča za prezračevanje bazenov 9 m³ zunanega zraka/h/m².

MERITVE KLORAMINOV V ZRAKU

Meritve kloraminov v zraku opravljajo laboratoriji, ki izvajajo vzorčenje zraka in kemijsko preskušanje vzorcev.

NADZOR NAD KLORAMINI V BAZENSKIH KOPALIŠČIH

Nekatere rešitve za omejevanje nastajanja kloraminov v dvoranskih bazenskih kopališčih so enostavne. Ena izmed njih je prhanje pred vstopom v bazen, saj prhanje s telesa odstrani nečistoče, ki lahko kasneje reagirajo s klorom. Tvorba, izhlapevanje in sproščanje hlapov trikloramina v zrak še zlasti intenzivno poteka v času, ko je bazen močno zaseden, ko je kopalna voda močno obremenjena z onesnaževali s strani kopalcev in ko prihaja do večjega razburkanja vodne gladine in škropljenja (WorkSafe BC, 2014).

Pomembna je tudi pravilna izbira čistil, saj se površine, ki so izpostavljene večjemu onesnaženju, zelo pogosto čistijo in razkužujejo s pripravki na bazi amonijaka, katerega osnovna sestavina je dušik. Če

Dokument:	KAKOVOST ZRAKA V DVORANSKIH BAZENSKIH KOPALIŠČIH IN TRIKLORAMINI
Pripravili:	Strokovna skupina za vode, NIJZ –Center za zdravstveno ekologijo
Verzija: 14. 6. 2018 Zamenja verzijo: 9.5.2018	

ta čistila in razkužila pridejo v stik s kopalno vodo v bazenih, lahko povečajo nastajanje kloraminov (WorkSafe BC, 2014).

Upravljalci bazenov se morajo zavedati, da se lahko kakovost vode med letom močno spreminja, zato morajo redno spremljati izbrane parametre, med njimi tudi prosti in vezani klor. Preveč ali premalo klora lahko pomembno spremeni kemijsko sestavo vode in vpliva na nastajanje kloraminov (WorkSafe BC, 2014).

Tudi pomanjkljivo kroženje vode lahko vpliva na kakovost kopalne vode in posledično na nastajanje kloraminov v zraku (WorkSafe BC, 2014).

Najpomembnejše je vzdrževanje primerne prezračevanja (gibanje zraka in nadomeščanje zraka) v dvoranskem bazenskem kopališču. Če ta ne deluje oziroma se zrak premalo izmenjuje, se kloramini začnejo v zraku kopičiti, zato naj prezračevanje deluje neprekinjeno 24 ur (WorkSafe BC, 2014). Najboljši izvor zraka za prezračevanje je zunanji zrak. Za vsako osebo, ki se zadržuje v bazenski dvorani, naj bi bilo na voljo vsaj 12 litrov svežega zraka na sekundo (PWTAG, 2017). V primeru uporabe ponovnega kroženja bazenskega zraka (recirkulacije), kar omogoča določeno stopnjo varčevanja z energijo, mora biti na voljo vedno vsaj 30 % svežega zraka. Uporaba ponovnega kroženja bazenskega zraka se posebno odsvetuje v zelo zasedenih bazenih in tam, kjer se ustvarja veliko razpršenih vodnih kapljic, saj obstaja možnost okužbe z legionelo (PWTAG, 2017).

V literaturi je opisana posebna tehnika prezračevanja, ki odstranjuje hlape trikloraminov z območja nad vodno gladino, torej od tam, kjer se ti tvorijo in v začetku akumulirajo, preden se razširijo v zrak celotnega kopališča (t.i. strategija zajema na izvoru in odčrpavanje) (Baxter 2012).

Posebna pozornost naj bo namenjena masažnim bazenom - voda v njih je toplejša kot v ostalih bazenih, obenem tam prihaja do vdihavanja večje količine aerosolov (WorkSafe BC, 2014).

Kloramini tudi pospešujejo korozijo nerjavečega jekla, zato je treba nameniti pozornost tudi temu materialu, ki je pogost sestavni element v bazenskih kopališčih (WorkSafe BC, 2014).

LITERATURA

- Agence Française De Sécurité Sanitaire De L'environnement Et Du Travail (AFSSET). 2010. Risques sanitaires liés aux piscines. Partie 1: piscines réglementées. Maisons-Alfort: Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement et du travail.
- Baxter, R.C. 2012. Designing for IAQ In Natatoriums. ASHARE Journal, 2012: 24-32.
- Bernard, A., Carbonnelle, S., de Burbure C., et al. 2006. Chlorinated Pool Attendance, Atopy, and the Risk of Asthma during Childhood. Environmental Health Perspectives, 114: 1567-73.

Dokument:	KAKOVOST ZRAKA V DVORANSKIH BAZENSKIH KOPALIŠČIH IN TRIKLORAMINI
Pripravili:	Strokovna skupina za vode, NIJZ –Center za zdravstveno ekologijo
	Verzija: 14. 6. 2018 Zamenja verzijo: 9.5.2018

- Bernard, A., Carbonnelle, S., Michel, O., et al. 2003. Lung hyperpermeability and asthma prevalence in schoolchildren: unexpected associations with the attendance at indoor chlorinated swimming pools. *Occupational and Environmental Medicine*, 60: 385–94.
- Carbonnelle, S., Francaux, M., Doyle, I., et al. 2002. Changes in serum pneumoproteins caused by short-term exposures to nitrogen trichloride in indoor chlorinated swimming pools. *Biomarkers*, 7: 464–78.
- Carter, R.A.A., Joll, C.A. 2017. Occurrence and formation of disinfection by-products in the swimming pool environment: A critical review. *Journal of Environmental Sciences*, 58: 19-50.
- Jacobs, J.H., Spaan, S., van Rooy, G.B., et al. 2007. Exposure to trichloramine and respiratory symptoms in indoor swimming pool workers. *European Respiratory Journal*, 29: 690–8.
- Parrat, J., Donzé, G., Iseli, C., Perret, D., Tomicic, C., Schenk, O. 2012. Assessment of Occupational and Public Exposure to Trichloramine in Swiss Indoor Swimming Pools: A Proposal for an Occupational Exposure Limit. *The Annals of Occupational Hygiene*, Volume 56, Issue 3: 264–277.
- Pravilnik o minimalnih higienskih zahtevah, ki jih morajo izpolnjevati kopališča in kopalna voda v bazenih (Uradni list RS, št. 59/15 in 86/15 – popr.).
- Pravilnik o prezračevanju in klimatizaciji stavb (Uradni list RS, št. 42/02, 105/02, 110/02 – ZGO-1 in 61/17 – GZ).
- PWTAG. 2017. Swimming Pool Water. Treatment and quality standards for pools and spas. UK: Pool Water Treatment Advisory Group (PWTAG).
- Thickett, K.M., McCoach, J.S., Gerber, J.M., et al. 2002. Occupational asthma caused by chloramines in indoor swimming-pool air. *European Respiratory Journal*, 19: 827–32.
- Umweltbundesamtes. 2011. Gesundheitliche Bewertung von Trichloramin in der Hallenbadluft (Health assessment of trichloramine in the indoor pool air) In German. *Bundesgesundheitsblatt - Gesundheitsforschung - Gesundheitsschutz* 54 (8), 997-1004.
- WHO. 2006. Guidelines for safe recreational water environments: Volume 2 - Swimming pools and similar environments. Geneva: WHO.
- WorkSafe BC. 2014. Chloramines - safe work practices. http://www.worksafebc.com/publications/health_and_safety/by_topic/assets/pdf/bk147.pdf. (Pridobljeno 6. 3. 2018).

Dokument:	KAKOVOST ZRAKA V DVORANSKIH BAZENSKIH KOPALIŠČIH IN TRIKLORAMINI
Pripravili:	Strokovna skupina za vode, NIJZ –Center za zdravstveno ekologijo
Verzija: 14. 6. 2018 Zamenja verzijo: 9.5.2018	
Stran 4/4	