

Kloor basseinivees

Basseinivee vaba ja seotud kloori piirmäärad on kehtestatud sellised, mille juures on tagatud kõige efektiivsem basseinivee puhastamine ning suplejate ohutus. Juhul kui seotud kloor ületab normi või vaba kloor jääb alla normi või ületab piirnormi, ei tähenda see kohe otsest ohtu suplejatele, v.a. juhul kui ületamised on väga suured. Kui kloori sisaldus ei vasta normile saab basseinioperaator koheselt reageerida ja rakendada vastavaid abinõusid (lisada juurde puhastatud/värsket vett, vähendada basseini koormust, lisada/vähendada lisatavate kemikaalide hulka, kontrollida seadmeid, sulgeda basseini puhastamiseks jm), et kloori hulk vees ei suureneks sellise koguseni, mis võib kahjustada basseinikasutajate tervist.

Klooriühendid on vees väga aktiivsed ning pidevalt reageerides teiste ainetega on need pidevas muutumises. Seetõttu muutub ka vaba ja seotud kloori sisaldus vees pidevalt. Näiteks kui seotud kloori sisaldus määramise hetkel oli 0,4 mg/l, siis tund aega tagasi või tund aega hiljem võis see olla 0,3 mg/l või ka 0,5 mg/l. Vaba ja seotud kloori hulka vees mõjutavad paljud tegurid nagu näiteks basseinivee pH ja temperatuur, basseini koormus, puhastatud ja värsket vee juurde lisamine, puhastamise efektiivsus ja puhastusseadmete olukord, basseini seisund ja puhtus, kemikaalide doseerimine (käsitsi või automaatseadmetega) jm. Seetõttu, peale laboratoorsete analüüside, mida tehakse kord kuus, tuleb vaba ja seotud kloori määrata ka iga päev kolm korda päevas ujulas vastavate seadmete või testritega. Saadud tulemused ja mõõtmiste aja peab basseinioperaator fikseerima vastavas žurnalis või elektroonilises dokumendis. Igal basseinikülastajal on õigus küsida ja tutvuda nende andmetega.

Mis on kloor

Kõige levinum ja ka odavaim viis basseinivee puhastamiseks ja desinfitseerimiseks on vee kloreerimine. Kloor (Cl) on tuntuim ja enim kasutatud desinfektant tänu oma aktiivsusele – ta reageerib peaaegu kõikide bioloogiliselt aktiivsete ainetega.

Lihtainena on kloor õhust üle kahe korra raskem gaas ning inimesele mürgine, põhjustades lämbumist ja surma. Kuid kloriidioonina on kloor laialt levinud element looduses ja vajalik eluprotsessides. Looduses leidub kloori ainult ühenditena, peamiselt vees ja kivimites (nt kuulub kloor ka keedusoola NaCl koostisesse).

Kloor on organismis oluline ja levinud bioelement ning vajalik organismi normaalseks toimimiseks. Peamiselt leidub seda kõigis keha vedelikes - veres, lümfis, rakuvälistes ja -sisestes biovedelikes jm. Kloor hoolitseb koos naatriumi ja kaaliumiga organismi osmoregulatsiooni, vedeliku- ja happeliste aine säilitamise ning membraantranspordi eest. Samuti on kloori-ioonid hädavajalikud soolhappe sünteesiks maos. Kloori oletatav ööpäevane vajadus täiskasvanud inimese jaoks on umbes 0,7 - 5,1g. Organismist väljutatakse kloor peamiselt uriini ja higiga. [10, 11]

Vee desinfitseerimiseks kasutatakse klooriühendeid tavaliselt vedelal kujul, tahkena pulbri, graanulite või tablettidena. Ujulates kasutatakse enamjaolt vedelana naatriumhüpokloritit või tahkena kaltsiumhüpokloritit.

Klooriühendite lisamisel vette toimub rida erinevaid reaktsioone, näiteks:

Kloori hüdrolüüs, mille tulemusel tekib kaks hapet - vesinikkloriidhape ja hüpokloorishape:

$$\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{HCl} + \text{HClO} \text{ (hüpokloorishape)}$$

HClO dissotseerumisel moodustub hüpokloorioon (ClO^-): $\text{HClO} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{ClO}^-$

Kõige efektiivsem desinfitseerija on hüpokloorishape. Teiste tekkinud klooriühendite (vesinikkloriidhape (HCl), hüpokloorioon (ClO^-), kloor (Cl_2), klooramiinid) desinfitseeriv toime on sellest oluliselt nõrgem.

Oluline on teha vahet vaba klooril ja seotud klooril. Basseinivees olev kloor jaotatakse **vaba ja seotud klooriks**. **Vaba kloori** moodustavad Cl_2 , HClO ja ClO^- , **seotud kloori** aga kloroamiinid (NH_2Cl , NHCl_2). Kogukloor on vaba ja seotud kloori summaarne hulk.

Vaba kloor

Vaba kloor on see osa vees olevast kogukloorist (nt Cl_2 , HClO , ClO^-), mis ei ole muundatud bakterite, vetikate või muu orgaanilise aine poolt ja millel on suur oksüdeerimise ja desinfitseerimise võime, et hoida vesi puhas ja selge. Kõige efektiivsem desinfitseerija on hüpokloorishape. Hüpokloorishape (HClO) on nõrk hape, kuid samas ebapüsiv ja väga tugev oksüdeerija, mis tähendab, et ta omab tugevat bakteriisidset toimet - lõhustab oksüdeerides orgaanilisi ühendeid (baktereid, viiruseid, vetikaid).

Kui palju võib basseinivesi vaba kloori sisaldada? Vaba kloori nii minimaalne kui maksimaalne piirmäär erineb erinevates riiklikes ja kohalikes seadusandlustes kui ka mitmete organisatsioonide soovitusel ja standardites. Osades neis on toodud kindlad piirmäärad, teistes on see aga üsna üldsõnaline ning lubatakse vaba kloori nii palju seni kuni basseinikasutajad hakkavad kaebama seoses pleekinud ujumisriiete ning silmade ja naha ärritusega. [3]

Vastavalt Vabariigi Valitsuse 15. märtsi 2007. aasta määrusele nr 80 „[Tervisekaitseõuded ujulatele, basseinidele ja veekeskustele](#)” peab vaba kloori vees olema vähemalt 0,5 mg/l, kuid mitte rohkem kui 1,5 mg/l. Vaba kloori piirmäära ületamine ei tähenda kohe seda, et basseinivesi on tervisele ohtlik, vaid annab teada, et tuleb pöörata tähelepanu basseinivee töötlemise efektiivsusele (nt mõni seade ei tööta korrektselt, basseini koormuse suurenemine, lisatud on juurde vähe puhast vett jm.), et vältida vaba kloori sisalduse suurenemist kontsentratsioonini, mis võib mõjutada inimeste tervist. Juhul kui vaba kloori hulk on liiga väike, suureneb oht tõvestavate mikroorganismide levikuks.

Muude organisatsioonide soovitusel:

- ISRM (Institute of Sport and Recreation Management) soovitusel peaks, saavutamaks basseinivee piisavat kvaliteeti mikrobioloogiliste näitajate osas, vaba kloori hulk vees olema vähemalt 0,5 mg/l, kuid mitte vähem kui 1 mg/l. Ideaal juhul ei tohiks vaba kloori hulk üheski basseinis ületada 1,5-2 mg/l. Vaba kloori sisaldus üle 2 mg/l on vaid siis vajalik, kui on suur basseinkoormus, vee retsirkulatsioon väga aeglane ja vee jaotus basseinis ebahühtlane. Vaba kloori sisalduse 3 mg/l juures tuleb kloreerimist vähendada ja 5 mg/l juures kloori lisamine peatada. [2]
- WHO soovitusel kohaselt tagab vaba kloori sisaldus 1 mg/l piisava basseinivee desinfitseerimise [6]. Kindlasti ei tohi vaba kloor basseinivees ületada 3 mg/l ning kuumavee basseinides 5 mg/l [7].
- Saksa standardis DIN-19643 (Treatment and disinfection of water used in bathing facilities) on toodud, et vaba kloori peab olema tavalistes basseinides 0,3-0,6 mg/l ja kuumavee basseinides 0,7-1,0 mg/l. Teatud juhtudel võib olla vaba kloori vees ka rohkem, kuid kindlasti mitte rohkem kui 1,2 mg/l

Seotud kloor ehk klooramiinid

Seotud kloor ehk klooramiinid on üks kloreerimise jääkproduktidest. Seotud kloor on see osa kloorist, mis on seotud lämmastikühenditega (näiteks NH_2Cl , NHCl_2 , CH_3NCl_2 ja teised alküülklooramiinid), mis tekivad muuhulgas higist, päevituskreemist, uriinist, surnud naharakkudest, mikroorganismidest jm. Klooramiinid (eriti just seotud kloori koostises olevad diklooramiinid ja triklooramiinid) tekitavad nn. kloorihaisu, mis ekslikult arvatakse olevat tingitud liigest kloorist.

Klooramiinid tekivad vaba kloori ehk hüpokloorishappe reageerimisel ammoniumi või muude orgaaniliste ainetega. Tegemist on suhteliselt kergesti lenduvate ainetega ning seetõttu leidub neid

ka õhus (on tunda nn „kloorihaisu“). Klooramiinid tekivad sagedamini vees mille pH on madal või basseini koormus liiga suur. Kuigi ka klooramiinil on desinfitseerimisvõime on see 100 korda väiksem kui vabal klooril.

Seotud kloor iseloomustab basseinivee koormust ja reostumist. Mida suurem on basseini koormus ja vee reostumine ning mida vähem värsket ja puhastatud vett juurde antakse, seda suurem on seotud kloori sisaldus. Seotud kloori normist kõrgem sisaldus võib tähendada ka, et basseinitehnika ei puhasta piisavalt hästi vett või on toimunud kuskil mingi avarii.

Seotud kloori piirmäär erineb erinevates riiklikes ja kohalikes seadusandlustes kui ka mitmete organisatsioonide soovitusel ja standardites. Kuid üldiselt lähtutakse seisukohast, et seotud kloori peab vees olema võimalikult vähe.

Vastavalt Vabariigi Valitsuse 15. märtsi 2007. aasta määrusele nr 80 „[Tervisekaitseõuded ujulatele, basseinidele ja veekeskustele](#)” ei tohi seotud kloori vees olla rohkem kui 0,4 mg/l, sooja vee basseinides (> 31 °C) rohkem kui 0,5 mg/l. Seotud kloori piirmäära ületamine ei tähenda kohe seda, et basseinivesi on tervisele ohtlik, vaid annab teada, et tuleb pöörata tähelepanu basseinivee töötlemise efektiivsusele (nt mõni seade ei tööta korrektselt, basseini koormuse suurenemine, lisatud on juurde vähe puhast vett jm), et vältida seotud kloori sisalduse suurenemist kontsentratsioonini, mis võib mõjutada inimeste tervist.

Muude organisatsioonide soovitusel:

- ISRM (Institute of Sport and Recreation Management) soovitusel peaks seotud kloori sisaldus basseinivees olema võimalikult madal ja väiksem kui vaba kloori sisaldus (ideaaljuhul vähemalt poole võrra väiksem). [2]
- Samuti ka WHO soovitusel peaks seotud kloori sisaldus basseinivees olema võimalikult madal ja väiksem kui vaba kloori sisaldus - ideaaljuhul vähemalt poole võrra väiksem või vähem kui 0,2 mg/l. [6]
- Saksa standardis DIN-19643 (Treatment and disinfection of water used in bathing facilities) on toodud, et seotud kloori ei või olla rohkem kui 0,2 mg/l.

Kloori mõju tervisele

Desinfektsioonivahendite ja nende kõrvalproduktide ebasoodsaid mõjusid tervisele on oluliselt enam uuritud joogivees kui basseinivees ja ujulate õhus.

Joogivees tuleb, kui joogivett kloreeritakse, vastavalt Sotsiaalministri 31.07.2001. a määrusele nr 82 „Joogivee kvaliteedi- ja kontrollinõuded ning analüüsimeetodid” jälgida jääkkloori (vaba kloori) sisaldust, kusjuures see ei tohi ületada 0,5 mg/l. WHO soovitab joogivee kloorisisalduse piirnormiks 0,2 mg/l [4]. Sellises koguses vaba kloori sisaldus vees ei mõjuta tervist. Kahjulikud on pigem tekkivad kloreerimise jääkproduktid (nt trihalometaanid - THM), mis tekivad kui vees on lisaks kloorile ka palju orgaanilist ainet.

Tavapärasel kogusel basseinivees olev **vaba kloor** ei põhjusta silmade ega naha ärritust, v.a juhul kui vaba kloori sisaldus on väga kõrge [1]. Osa vaba kloorist ka lendub, kuid tavaliselt on selle hulk õhus niivõrd väike (0,01-0,1 mg/m³), mis hingamisteede ärritust ei põhjusta. [1]

Aktiivsete oksüdeerijatena reageerivad klooriühendid basseinikasutajate naharakkude ja juustega, võides muuta naha kuivaks ja ketendavaks, juuksed säbruliseks, kuivaks ja katkevaiks. Kloor mõjutab naha rasva ja mineraalainete tasakaalu ning reageerides nahaga moodustab kloor sellele kihi – peale basseini kasutamist on tunda, et nahal on juures kloori lõhn. Selle kihi eemaldamiseks tuleks ennast peale basseini kasutamist pesta puhta vee ja seebiga. Samuti tuleks ka juukseid korralikult pesta ja loputada. Juukseid saab kaitsta kloori eest kasutades ujumismütsi ja/või enne basseini minekut, et juuksed vähem kloorivett sisse imaksid, need duši all märjaks teha.

Tervisele oluliselt kahjulikum võib olla liigne kokkupuude **kloreerimise jääkproduktidega**. Vees olev seotud kloor ehk klooramiinid põhjustavad silmade, naha ning hingamisteede ärritusi (s.h. köha, hingamise raskuseid). Klooramiinid on kergesti lenduvad ühendid ning seetõttu leidub neid ka ujula õhus ning mõjutavad peale basseinikasutajate ka teisi ujulas viibijaid. Kuna klooramiinide sissehingamine ärritab hingamisteid, siis on täheldatud, et neil, kes viibivad sageli ja pikaajaliselt ujulas, võib soodustada see ka astma teket [1].

Kloorimise jääkproduktide trihalometaanide puhul on tegemist kantserogeenidega, mis pikaajalisel tarbimisel suurendavad võimalust haigestuda vähki. Trihalometaanid satuvad organismi vee joomisel, naha kaudu pesemisel, vannis ja basseinis käimisel või õhu kaudu dušši võtmisel ja ujulas viibimisel. Ujulate puhul hinnatakse trihalometaanide mõju tervisele väiksemaks kui joogivee puhul.

Klooramiinide ja teiste kloreerimise jääkproduktide mõju suurus tervisele oleneb nende kontsentratsioonist vees ja õhus, inimese enda tundlikkusest, ujulas viibitavast ajast ja tegevuse intensiivsusest. Nt võistlussportlased, kes viibivad iga päev ujulas on oluliselt rohkem mõjutatud kui inimene kes käib korra nädalas ujumas.

Selleks, et vähendada terviseriske, on oluline efektiivne basseinivee töötlus ja korralik ventilatsioon, kuid samuti see, et basseinikasutajad enne basseini minekut peseksid ennast vee ja seebiga. See vähendab basseinivette sattuvate ainete hulka, mis klooriga reageerides annavad seotud kloori rühma kuuluvaid aineid. Mida väiksem basseini reostuskoormus, seda väiksem on lisatavate kemikaalide hulk ja seda puhtam on basseinivesi ja õhk basseini kohal.

Kasutatud materjale:

1. Lenntech, 2013: <http://www.lenntech.com/processes/disinfection/swimming-pool-/swimming-pool-disinfection-health.htm>
2. ISRM „Disinfection of pool water”, 2013: http://www.flasolar.com/pdf/Disinfection_of_Pool_Water.pdf
3. Siemens Water Technologies „Five Critical Factors That Affect Pool Water Chemistry”, 2006: http://www.water.siemens.com/SiteCollectionDocuments/Product_Lines/Wallace_and_Tiernan_Products/Brochures/5_Critical_Pool_Factors.pdf
4. „Guidelines for drinking water quality”, WHO, 2011 http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/2011/9789241548151_ch08.pdf
5. Chlorine in Drinking-water, WHO 2003: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chlorine.pdf,
6. “Guidelines for safe recreational water environments (Vol. 2. Swimming pools and similar environments) WHO 2004, chapter 5: http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2chap5.pdf
7. “Guidelines for safe recreational water environments (Vol. 2. Swimming pools and similar environments) WHO 2004, chapter 4 http://www.who.int/water_sanitation_health/bathing/srwe2chap4.pdf
8. Chemical Irritants (Chloramines) & Indoor Pool Air Quality, 2013: <http://www.cdc.gov/healthywater/swimming/pools/irritants-indoor-pool-air-quality.html>
9. Orav, V. „Tartu linna siseujulate tervisekaitseline olukord ja vee kvaliteet”, magistriprojekt Tartu Ülikool 2002: http://www.terviseamet.ee/fileadmin/dok/Kasulikku/Keskkonnatervis/Tartu_ujulad_orav.pdf
10. Kokassaar, U., Vihalemm, T., Zilmer, M., „Õige toit”, Allergialaps: toiduga seotud üldinfo, 2013: <http://allergialapstoitteamised.blogspot.com/2012/12/oige-toit-urmas-kokassaar-tiu-vihalemm.html>
11. “Chloride: The Forgotten Essential Mineral”, 2013 <http://www.traceminerals.com/research/chloride>