

# Opasnosti kupanja u prirodi

---

**Matijević, Marko**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2014**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, School of Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:105:425174>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Dr Med - University of Zagreb School of Medicine Digital Repository](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
MEDICINSKI FAKULTET**

**Marko Matijević**

**Opasnosti kupanja u prirodi**

**DIPLOMSKI RAD**



**Zagreb, 2014.**

Ovaj diplomski rad izrađen je na Medicinskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na Katedri za zdravstvenu ekologiju i medicinu rada Škole narodnog zdravlja „Andrija Štampar“ pod vodstvom prof.dr.sc. Ankice Senta Marić i predan je na ocjenu u akademskoj godini 2013/2014.

## **POPIS KORIŠTENIH KRATICA**

**ARFI** - akutna febrilna respiratorna bolest

**CPR** – kardiopulmonalna resuscitacija

**GAE** - granulomatozni amebni encefalitis

**PAM** - primarni amebni encefalitis

**RWI** - recreational water illnesses – bolesti vezane uz rekreacijske vode

**UVR** - ultraljubičasto zračenje

**UV-A** - A spektar ultraljubičastog zračenja

**UV-B** - B spektar ultraljubičastog zračenja

**UV-C** - C spektar ultraljubičastog zračenja

**WHO** - World Health Organization – Svjetska Zdravstvena Organizacija

## SADRŽAJ

SAŽETAK.....	i
SUMMARY.....	ii
1. UVOD.....	1
2. UTAPANJE.....	3
2.1 Utapanje.....	3
2.2 Ozljede kralježnice.....	5
2.3 Ostale ozljede.....	6
3. SUNČEVO ZRAČENJE, TOPLINA I HLADNOĆA.....	7
3.1 Ultraljubičasto zračenje i deplecija ozona.....	7
3.2 Ozljede i poremećaji uzrokovani toplinom i hladnoćom.....	10
4. FEKALNO ZAGAĐENJE VODE.....	12
4.1 Plaže.....	12
4.2 Koliiformne bakterije.....	14
4.3 Fekalni koliformi.....	14
4.4 Fekalni streptokoki.....	15
5. SLOBODNI MIKROORGANIZMI.....	16
5.1 Rod Vibrio.....	16
5.1.1 Vibrio Alginolyticus.....	17
5.1.2 Vibrio Cholerae.....	17
5.1.3 Vibrio Parahaemolyticus.....	18
5.1.4 Vibrio Vulnificus.....	18
5.2 Rod Aeromonas.....	19
5.3 Amebe.....	19
5.3.1 Akantameba.....	19
5.3.2 Naegleria fowleri.....	20
5.4 Leptospire.....	20

6. ALGE I CIJANOBAKTERIJE.....	22
6.1 Alge i cijanobakterije u morskoj vodi.....	22
6.2 Alge i cijanobakterije u vodama rijeka, jezera i potoka.....	23
7. KEMIJSKI I FIZIKALNI AGENSI.....	25
7.1 Koncentracija vodikovih iona (pH).....	25
7.2 Kemijski zagađivači.....	26
8. OPASNI MORSKI ORGANIZMI.....	27
9. PROCJENA KVALITETA VODA I RIZIKA KORIŠTENJA VODA I ZONA ZA REKREACIJU.....	29
9.1 Stanje u Hrvatskoj.....	30
9.2 Metode ispitivanja i ocjene kakvoće vode za kupanje.....	30
10. ZAKLJUČAK.....	32
11. ZAHVALE.....	33
12. POPIS LITERATURE.....	34
13. ŽIVOTOPIS.....	37

# Opasnosti kupanja u prirodi

Marko Matijević

## SAŽETAK

Opasnosti kupanja u prirodi su sve važniji javnozdravstveni problem jer se sve više ljudi rekreira na taj način zbog mnogobrojnih pozitivnih učinaka kupanja na zdravlje ljudi. Zbog činjenice da je većina patoloških zdravstvenih stanja stečenih aktivnostima vezanim uz vode u prirodi preventabilna, zaslužuju svu pažnju javnozdravstvenih djelatnika i ustanova, pogotovo u zemljama u kojima postoji razvijenija turistička infrastruktura uz vode u prirodi, a među takve se može ubrojiti i Hrvatska. Opasnosti su podijeljene po etiološkim čimbenicima. Od fizičkih ozljeda, svakako treba izdvojiti utapanje i ozljede kralježnice koje često završavaju smrću ili teškim poremećajima zdravlja. Ozljede uzrokovane hladnoćom, toplinom i ultraljubičastim zračenjem, među kojima su ove posljednje najopasnije jer nisu samo akutnog djelovanja, i samim time ne dobivaju toliko pažnje od ljudi pod rizikom, već dugogodišnjim izlaganjem na koncu dovode do nastajanja karcinoma kože. Opisan je utjecaj fekalnog zagađenja vode na zdravlje ljudi. Utvrđeni su i slobodni mikroorganizmi kao uzročnici bolesti, a odvajamo alge i cijanobakterije od bakterija i virusa u zasebno poglavlje. Trovanja hranom koja potječe iz voda nisu obuhvaćena ovim diplomskim radom. Za kraj se bavimo kemijskim iritansima i zagađivačima voda te opasnim morskim organizmima kod kojih je fokus stavljen na one prisutne u Jadranskom moru i slatkim vodama Hrvatske.

Ključne riječi: opasnost kupanja, zagađenje vode, opasni morski organizmi, fizičke ozljede

# **Hazards of swimming in open water**

Marko Matijević

## **SUMMARY**

Hazards of swimming in open waters are a growing public health problem because of the growing number of people spending their time in water-related activities, which are known mostly for their positive impact on human health. Most of the diseases acquired during water-related activities are preventable, and by that, they deserve full attention of the public medical staff and facilities, especially in countries that have a developed touristic infrastructure near the seas, lakes, rivers etc., and Croatia is for sure one of those countries. The hazards are divided depending on the etiological factors. Physical injuries cause many diseases, upon them the most hazardous being drowning and spinal cord injuries, which can result in death or other severe health outcomes. Health disorders caused by heat, cold and sun radiation exposure, the last of them being the most dangerous, because it does not only cause acute illnesses, but after a repeated long lasting exposure they can lead to carcinoma of the skin. Faecal pollution and its impact on human health is also described. Free microorganisms are being analyzed as causes of diseases, and algae and cyanobacteria are divided from other microorganisms. Seafood poisonings are not part of this paper. In the end, the chemical and physical agents and dangerous aquatic organisms are being described as causes of diseases, and in the dangerous aquatic organisms chapter, the focus is set on those living in the Adriatic sea and Croatian freshwater.

Keywords: hazards of swimming, beach safety, water pollution, dangerous aquatic organisms



## 1. UVOD

Boravak u vodi, plivanje i vježbanje u vodi ima višestruke prednosti pred ostalim vrstama aktivnosti. Voda predstavlja idealno opterećenje koja svim kretnjama daje potpuno novu dimenziju pa je skoro nezamjenjiva. U vodi je tijelo lakše i do 80%, te omogućava primjenu vježbi kojima se može izvoditi pokrete slobodnih amplituda, a istovremeno djelovati na jačanje muskulature. Vježbanje u vodi bilo u rekreaciji ili rehabilitaciji dovodi do poznatih i priznatih učinaka na organizam: učvršćivanje mišića, povećanje i jačanje mišića srca, stabilizacije krvnog tlaka, produbljenja disanje, povećanja kapaciteta pluća, podizanja vitalnosti i jačanja kardiovaskularnog sustava, opuštanja organizama jer pozitivno djeluje na živčani sustav (Zwiener et al. 2007). Povoljna je i termoregulacija jer voda poništava osjećaj znojenja. Vježbanjem u toploj vodi, podiže se temperatura tijela, uzrokujući dilataciju krvnih žila i pospješivanje periferne cirkulacije. Umirujuće djelovanje tople vode na nervni sustav dovodi do opuštanja i smanjenja mišićne napetosti, što omogućuje bolju pokretljivost u pojedinim zglobovima. Topla voda također predstavlja okruženje u kojem osobe oboljele od artritisa imaju manji osjećaj boli. Plivanje je četvrta najpopularnija sportska aktivnost u svijetu.

No, s popularizacijom plivanja i kupanja, zdravstveni problemi vezani uz rekreaciju na vodi postaju sve veći javnozdravstveni problem pogotovo ako uzmemo sveopći porast turističke djelatnosti u Hrvatskoj i u drugim državama svijeta u posljednjem desetljeću, te im se kao takvima treba pristupiti ozbiljno i treba znanstveno utemeljeno utjecati na krojenje zdravstvene zaštite svih sudionika aktivnosti vezanih uz more i uz kupanje. Da bi se opasnosti po zdravlje korisnika voda za rekreaciju svele na što manju mjeru potrebno je kontrolirati potencijalne uzroke ne samo na vodama za rekreaciju, već i na širokom prostoru zona za rekreaciju. Kupalište na rijekama, jezerima, akumulacijama i moru podrazumijeva prirodne vode, određenog kvaliteta, što uvjetuje određenu brigu o njima i to: brigu o kvaliteti vode, sistemu, objektima, inspekciji uže i šire okoline te provođenje mjera unapređenja zdravlja kupaca. Potreban je temeljit i multidisciplinarni pristup uz suradnju na svim razinama društva kako bi se implementirali zaključci Svjetske zdravstvene organizacije na temu (WHO 2003), no dobar dio te materije prelazi okvire ovog diplomskog rada te se ovdje baziram isključivo na čimbenicima koji dovode do oštećenja ljudskog zdravlja, a usko su vezani uz aktivnosti koje se obavljaju na plaži ili na moru.

Njih možemo podijeliti na:

- Fizičke ozljede
- Hladnoća, toplina i sunčevo zračenje
- Fekalno zagađenje vode
- Slobodni mikroorganizmi
- Alge i cijanobakterije
- Kemijski i fizikalni agensi
- Opasni vodeni organizmi

## 2. UTAPANJE I PREVENCIJA OZLJEDA

Brojni ozljedama uzrokovani zdravstveni problemi mogu nastati rekreacijom u vodama i njima bliskim područjima. Najvažniji među njima su:

- Utapanje
- Teške tjelesne ozljede (uključujući i ozljede kralježnice koje mogu rezultirati različitim stupnjevima paraplegije i kvadriplegije; i ozljede glave koje rezultiraju potresom mozga, ozljedom mozga i gubitkom pamćenja i motoričkih vještina)
- Posklizavanja, zapinjanja i ozljede uzrokovane padom (uključujući frakture kostiju i dislokacije kostiju i zglobova koje uzrokuju privremeno ili trajno oštećenje zdravlja; facijalne ozljede i abrazije); i
- Porezotine, lezije i ubodi

### 2.1 Utapanje

Utapanje, koje se može definirati kao smrt zbog zatajivanja respiratorne funkcije koje je uzrokovano uranjanjem u tekućinu, bitan je uzrok mortaliteta u svijetu. Procijenjeno je da je 2000. godine 450 000 ljudi umrlo od utapanja, i treći je uzrok smrti u djece dobi 1-5 godina, s tim da je kod muške djece skoro dvostruko više smrtnih ishoda nego li kod djevojčica (Peden & McGee 2003). Ne dešavaju se sva utapanja u prirodnim vodama, no procjenjuje se da je do 75% utapanja u prirodnim vodama (Dietz & Baker 1974).

Smrt nije jedini ishod utapanja, te se sada ishodi utapanja klasificiraju u tri skupine: „smrt“, „bez morbiditeta“ i „morbiditet“ (koji se kategorizira dalje po težini) (Weiss 2010). Jedna studija (Winemute et al. 1988) je otkrila da za svakih 10 djece koja umru od utapanja, 140 ih je zbrinuto

na odjelima hitne medicinske pomoći, a 36 ih bude primljeno u bolnicu zbog daljnjeg liječenja. Prognoza ishoda ovisi više o učinkovitosti inicijalnog postupka pružanja kardiopulmonalne resuscitacije nego o kvaliteti kasnije skrbi (Fenner et al. 1995).

Rizični čimbenici za utapanje su muški spol, što je generalno povezano uz veću izloženost vodama (što kroz profesionalna zanimanja, što kroz rekreaciju), veću konzumaciju alkohola i njihovu višu sklonost rizičnim ponašanjima (Peden & McGee 2003). Konzumacija alkohola je jedan od najčešće zabilježenih rizičnih čimbenika za utapanje osobito među adolescentima i odraslima. Za malu djecu, manjak nadgledanja je najčešće navedeni kontributorni faktor iako se i on djelomično može povezati s konzumacijom alkohola (Peden & McGee 2003). Pokušaji spašavanja predstavljaju velik rizik od utapanja za spasitelja, u Australiji, Mackie (1999) navodi kako je između 1992. i 1997. godine, od 1551 slučaja utapanja nevezanih uz brodove, oko 2% bilo uzrokovano pokušajem spašavanja. Hiperventilacija prije ronjenja je povezana s brojnim slučajevima utapanja, jer unatoč tome što može produžiti vrijeme provedeno pod vodom, također može dovesti i do gubitka svijesti snižavajući razinu ugljičnog dioksida u krvi (Craig 1976). Morske struje također predstavljaju kontributoran čimbenik, pogotovo kod daskaša, koje mogu odvući daleko od obale (Fenner 1999). Prisutnost postojeće bolesti također pridonosi većem riziku za utapanje i viša stopa smrti od utapanja je zabilježena kod ljudi sa epilepsijom (Greensher 1984).

Smatra se kako se 80% smrti od utapanja može spriječiti (Svjetski kongres o utapanju 2002) i to samo govori kako je potrebno podići razinu obaviještenosti profesionalaca i rekreativaca da bi se rizični čimbenici uklonili ili smanjili na najmanju moguću razinu. Potencijalne mjere su edukacija o CPR vještinama i tzv. „Spasilačka služba“ na plažama, zabrana kupanja u alkoholiziranom stanju, edukacija daskaša o morskim strujama, te dijeljenje brošura kupcima (WHO 2003).

## 2.2 Ozljede kralježnice

Ne postoji dovoljno epidemioloških podataka o stjecanju ozljeda kralježnice tijekom kupanja ili rekreacije u prirodnim vodama, no Hill (1984) procjenjuje da je nekih 10% ozljeda kralježnice povezano sa skokovima u vodu. Statistika često podcjenjuje vrijednosti navedenih slučajeva, a npr. u Australiji je 20% svih slučajeva kvadriplegije uzrokovano ozljedama pri skakanju u vodu (Hill 1984). Društveni teret ovih ozljeda je često visok, zbog toga jer uglavnom zahvaćaju populaciju mlađu od 25 godina, a također i financijski jer je liječenje takvih pacijenata dugotrajno i skupo (WHO 2003).

Podaci iz USA govore kako je pad pri daskanju koji kao posljedicu ima udar glavom o morsko dno najčešći uzrok ozljede kralježnice. Skakanje sa uzvisina, uključujući stabla, balkone i druge strukture također je jedan od vodećih uzroka ozljeda kralježnice. Minimalna dubina za siguran skok često je veća nego što se percipira, te se većina ozljeda događa na dubinama do 1,5 metra (Gabrielsen 1988). Konzumacija alkohola također može pozitivno utjecati na navedene čimbenike. Proporcija spinalnih ozljeda će dovesti do smrti utapanjem, no podaci o navedenima su oskudni i nedovoljni za konkretnije zaključke (WHO 2003).

Edukacija i podizanje svijesti ostaju glavni način za borbu protiv ovog oblika opasnosti kupanja u prirodi, no nažalost ni znakovi upozorenja često nisu dovoljni, dapače, često se zanemaruju (Hill 1984).

## 2.3 Ostale ozljede

Potresi mozga, ozljede mozga, ozljede glave i vrata su također česte kao posljedica skokova u plitku vodu. Rizični čimbenici su slični kao i za ozljede kralježnice. Razne frakture i dislokacije zglobova su moguće kao posljedice posklizavanja, zapinjanja i padova na plažama, te tijekom izlaska i ulaska u vodu, a također je važno spomenuti i oštećenja uzrokovana propelerima brodova. Što se tiče porezotina, uboda i ostalih kožnih lezija, najčešće su uzrokovane razbijenim bocama i limenkama, dakle otpadom, što također ukazuje na to da je i pravilno zbrinjavanje otpada jedan od faktora prevencije opasnosti kupanja u prirodi. Takve ozljede mogu biti uzrokovane i gaženjem po oštrim školjkama, ježevima i drugim stanovnicima mora i voda (WHO 2003).

### **3. SUNČEVO ZRAČENJE, TOPLINA I HLADNOĆA**

Rekreacija na vodi može biti povezana s ekstremnim temperaturnim uvjetima. Ljudi mogu nenamjerno biti izloženi hladnoj vodi ( $<15^{\circ}\text{C}$ ) što može rezultirati hladnim šokom, ili, kod drugog ekstrema, može doći do sunčanice i toplotnog udara. Također, što se ljudi više uključuju u aktivnosti na plaži koje sa sobom nose povećano izlaganje ultraljubičastom spektru sunčeva zračenja, to je veći broj akutnih i kroničnih bolesti koje ono može uzrokovati. Ultraljubičasto zračenje (UV zračenje) i toplina zaslužuju posebnu pozornost jer s obzirom na globalno zatopljenje i depleciju ozona predstavljaju sve veću prijetnju zdravlju svjetske populacije (WHO 2003).

#### **3.1 Ultraljubičasto zračenje i deplecija ozona**

Svi smo izloženiji UV zračenju sa sunca, i u sve većem broju ljudi bivaju izloženi UV zračenju iz umjetnih izvora korištenim u industriji, trgovini i rekreaciji. Emisija sa sunca uključuje infracrveni spektar (toplina), vidljivo svjetlo i UV zračenje. Spektar UV zračenja pokriva valne duljine u rasponu od 100-400 nm i dijeli se na tri dijela: UV-A (315-400 nm), UV-B (280-315 nm) i UV-C (100-280 nm). Prolaskom kroz atmosferu, svo UV-C i 90% UV-B zračenja se apsorbira pomoću ozona, vodene pare, kisika i ugljičnog dioksida. Svi ti atmosferski čimbenici jako malo utječu na apsorpciju UV-A i tako je većina UV zračenja koje dopre do zemljine površine UV-A s malom UV-B komponentom. Količina UV zračenja na zemljinoj površini također je uvjetovana visinom sunca (što je sunce više na nebu, veća je količina zračenja), geografskom širinom (udaljenošću od ekvatora pada količina zračenja), oblacima na nebu (što je oblačnije vrijeme to je količina UV zračenja manja), nadmorskom visinom (na većim nadmorskim visinama atmosfera je tanja i samim time apsorbira manje UV zračenja, a sa svakih 1000 m nadmorske visine količina UV zračenja raste za otprilike 14%) te odbijanjem od

tla (odbijanjem od različitih površina također se smanjuje ili povećava količina UV zračenja na ljudski organizam, npr. Svježi snijeg reflektira oko 80% UV zračenja, morska pjena oko 25%, a voda i suhi pijesak oko 15%) (WHO 2003).

Kako ozonski omotač postaje sve tanji, protektivni filter koji pruža atmosfera propušta sve veću količinu UV zračenja. Posljedično, ljudska bića i okoliš se izlažu sve većim količinama UV zračenja. Unutar UV spektra, UV-B zračenje ima najveći utjecaj na ljudsko zdravlje, životinje i morski ekosustav. Međunarodni sporazumi za očuvanje ozonskog omotača, poput Bečke konvencije (1985) i Montrealskog protokola o tvarima koje smanjuju ozonski omotač (1987), s vremenom su doveli do smanjenja proizvodnje svih tvari koje depletiraju ozonski omotač, a očekuje se da će mjere dosegnuti svoj maksimum u razdoblju od 2000.-2010. godine. Zbog vremenskih odgoda u atmosferskim procesima, stratosferni manjak ozona će potrajati još godinama, a odgovarajući porast UV-B zračenja će imati značajan učinak na ljudsko zdravlje. Kompjutorski proračun pokazuje kako bi daljnje smanjenje ozonskog sloja atmosfere uzrokovalo dodatnih 300 000 ne-melanomskih tumora kože, 4500 melanoma i između 1.6 i 1.75 milijuna katarakti diljem svijeta svake godine (UNEP 1991).

Prekomjerna izloženost UV zračenju može rezultirati akutnim i kroničnim bolestima oka, kože i imunološkog sustava. Kronični učinci UV zračenja uključuju dva velika javnozdravstvena problema: karcinome kože i katarakte. Nadalje, postoje dokazi da povećana izloženost UV zračenju može povećati rizik infektivnih bolesti i ograničiti učinkovitost cjepiva (Halliday & Norval 1997). Osim štetnih učinaka, postoje i korisni učinci UV zračenja, a među njima je svakako najpoznatiji sudjelovanje u produkciji vitamina D, koji je važan za apsorpciju kalcija, razvoj skeleta, imunološki sustav i diobu krvnih stanica. Deficit vitamina D je rijedak jer je samo 10-15 minuta dnevno sa licem, podlakticama i šakama na sjeverno europskom suncu dovoljno da se razina vitamina D održava na zadovoljavajućoj razini. UVR iz umjetnih izvora se koristi u liječenju raznih bolesti, uključujući rahitis, psorijazu, egzem i žuticu (WHO 2003).

Što se tiče neželjenih učinaka, treba reći kako je također jedan od uzroka većeg broja javljanja bolesti uzrokovanih UV zračenjem i promjena javne percepcije tamnijeg tena kao zdravijeg i prirodnijeg, ljepšeg, te je to dovelo do promjena u industriji odjeće i obuće, te popularizacije solarija i sunčanja. Prema procjeni WHO-a (2003), između 2 i 3 milijuna karcinoma pločastih stanica i oko 200 000 melanoma se javlja godišnje na svijetu. Mnogi vjeruju



da se samo ljudi svijetle boje kože trebaju pribojavati preizloženosti sunčevom zračenju, no iako tamnija koža ima više melanina koji ima protektivno djelovanje, kožni tumori se javljaju i kod takvih osoba i često budu prepoznati u kasnijoj, težoj fazi bolesti. Djeca su također pod većom opasnošću od oštećenja izazvanih UV zračenjem zbog više razloga: imaju tanju i osjetljiviju kožu, imaju više vremena da razviju bolesti s dužom latencijom, više su izložena suncu i vole se igrati vani i najčešće nisu svjesna štetnih učinaka UV zračenja (WHO 2003).

Najočitiji akutni efekt prekomjerne izloženosti UV zračenju je kožni eritem, poznatije kao sunčane opekline. Kronična izloženost UV zračenju uzrokuje brojne degenerativne promjene na stanicama, vezivnom tkivu i krvnim žilama kože. One uključuju pjege, madeže i difuzne smeđe pigmentacije. UV zračenje ubrzava starenje kože i postepeni gubitak elastičnosti koji dovodi do bora i grube kože. Ne-melanomski kožni karcinomi su bazocelularni i planocelularni karcinom. Bazocelularni je najčešći, no također ima i najbolju prognozu, planocelularni ima svojstvo metastaziranja i samim time predstavlja ozbiljniji zdravstveni problem za pacijenta. Maligni melanom, iako daleko manje prevalencije nego bazocelularni i planocelularni karcinomi kože, vodeći je uzrok mortaliteta od kožnih tumora i dijagnoza se postavlja lakše nego kod ne-melanomskih karcinoma. Incidencija mu svake godine raste, a rizični čimbenici za nastanak su: nevus displastični sindrom, blijeda koža, plave oči, crvena kosa, visoka izloženost UV zračenju, prebivanje u Australiji, povijest sunčanih opekline, pogotovo u ranoj životnoj dobi (WHO 2003).

Što se tiče oka, akutni učinci UV zračenja na taj organ su fotokeratitis i fotokonjunktivitis. Ove upalne reakcije usporedive su sa sunčanim opeklinama na koži i pojavljaju se unutar par sati od izlaganja suncu. Oboje znaju biti bolni i neugodni no na sreću, reverzibilni su i ne ostavljaju nikakve trajne posljedice. Ekstremni oblik fotokeratitisa zove se snježno sljepilo. Izloženost UV zračenju, a osobitu UV-B dijelu spektra, značajan je faktor u razvitku katarakte, iako je dob ipak najbitniji rizični čimbenik. Što se tiče utjecaja na imunološki sustav, ne postoji još dovoljno znanstvenih radova koji bi definitivno potvrdili ono što su poneki do sada ustanovili, a to je otkriće da visoka akutna doza UV zračenja i niska kronična izloženost UV zračenju djeluju imunosupresivno (Duthie et al. 1999). Najbolji način za smanjivanje broja bolesti je prevencija izlaganja. Dakle, ne izlagati se jakom dnevnom suncu, paziti na UV indeks koji lagano postaje dijelom svih modernijih vremenskih prognoza, biti u zasjenjenim dijelovima okoliša, nositi zaštitnu odjeću i ako je izlaganje neizbježno, koristiti zaštitne kreme (WHO 2003).

### 3.2 Ozljede i poremećaji uzrokovani hladnoćom i toplotom

Hladna voda snižava tjelesnu temperaturu 25 puta brže nego hladan zrak. Trenutni učinak uranjanja u hladnu vodu može biti i opasni refleksni odgovor koje traje par minuta (2-3 najčešće), a zove se hladni šok. Može putem poremećaja respiratornog i kardiovaskularnog sustava dovesti do smrti. Respiratorni učinak uključuje brzi nastup (prvih 30 sekundi) nekontroliranog brzog disanja, koje onemogućava zadržavanje daha i pospješuje aspiraciju tekućine, što može rezultirati utapanjem. Kardiovaskularni odgovor označava trenutnu konstrikciju svih krvnih žila blizu površine kože što dovodi do naglog porasta krvnog tlaka i porasta srčane frekvencije. Ti događaji mogu dovesti do kardiovaskularnog incidenta, poput srčanog ili moždanog udara, koji također onda mogu završiti utapanjem. Ako navedena stanja ne dovedu do smrti, učinci će se odraziti na otežano plivanje zbog drhtanja uzrokovanog postepenim padom tjelesne temperature, koje onda također može završiti utapanjem. Nošenje zaštitnog prsluka može prevenirati utapanje, no ne može pomoći u borbi protiv hipotermije. Jedna vrlo rijetka komplikacija kontakta s hladnom vodom je urtikarija. Može doći do omaglice, hipotenzije i vazohipotoničkog šoka (WHO 2003).

Za razliku od poremećaja uzrokovanih hladnoćom, toplinski udar nastaje zbog (često naglog) prekomjernog povišenja tjelesne temperature i nemogućnosti organizma da temperaturu održi u normalnim granicama. Obično se javlja kada je vlaga u zraku visoka, za vrijeme ljetnih sparina i omare, jer je u takvim uvjetima otežano znojenje i prirodno hlađenje organizma. Prije toplinskog udara, mogu se pojaviti svi prije opisani simptomi toplotne malaksalosti i grčeva - vrtoglavica, žeđ, slabost i malaksalost. Toplinski udar nastupa naglo i bez najave - iznenadnim kolapsom i padom krvnog tlaka. Koža unesrećenog je topla (vidljivo povišene tjelesne temperature), suha i crvena, a bilo slabo i jako ubrzano. Mogu se javiti grčevi, a zjenice su u početku sužene, pa kasnije proširene (WHO 2003).

Ovo je težak akutni poremećaj, koji nastaje zbog prestanka termoregulacije organizma, a u najtežim slučajevima može uzrokovati komu i smrt unesrećenog, stoga je neophodna intervencija liječnika. U slučaju toplinskog udara, kao i kod sunčanice, mora se hitno intervenirati. Unesrećenom će se pomoći rashlađivanjem tijela, treba ga postaviti u hladovinu (izvući iz automobila ili iz potpalublja broda), skinuti mu odjeću i obilno rashlađivati hladnom vodom i

oblozima na glavi i vratu, te ga masirati. U isto vrijeme treba pozvati hitnu pomoć. Onesvještenog postaviti u bočni položaj i provjeravajti bilo i disanje - u najtežim slučajevima može biti potrebno i reanimirati bolesnika umjetnim disanjem i masažom srca (WHO 2003).

Za vrijeme toplinskog udara tijelo je izgubilo sposobnost regulacije tjelesne temperature, pa se može pregrijati ili u nekim slučajevima i podhladiti. Zbog toga je u težim slučajevima potrebno stalno provjeravati tjelesnu temperaturu - pa prema tome unesrećenog treba hladiti ili zagrijavati, zavisno od njegove tjelesne temperature. Ako je unesrećeni pri svijesti i ako ne povraća, daju mu se hladni napitci.. Toplinski udar, kao i sunčanica, mogu se spriječiti odjevanjem koje je primjereno klimatskim uvjetima - glavu treba zaštititi prozračnom kapom ili šeširom, a tijelo laganom i prozračnom odjećom (WHO 2003).

#### 4. FEKALNO ZAGAĐENJE VODE

Vode za rekreaciju generalno sadržavaju mješavinu patogenih i nepatogenih mikroorganizama. Ovi mikroorganizmi mogu potjecati od otpadnih voda, populacije koja koristi rekreacijsku vodu (defecirajući se/urinirajući i/ili ljuštenjem), stoke i farmerskih aktivnosti, industrijskih procesa, domaćih i divljih životinja. Također, rekreacijske vode mogu sadržavati i slobodne mikroorganizme. Svi ti izvori mogu sadržavati patogene mikroorganizme koji mogu uzrokovati gastrointestinalne infekcije povodom ingestije ili infekcije gornjeg dišnog sustava, uha, očiju, nosne šupljine i kože. Do neželjenih hidričnih oboljenja putem mikroorganizama može doći na tri načina: gutanjem vode, preko kože ili udisanjem aerosol (WHO 2003).

Infekcije i bolesti uzrokovane kupanjem u prirodi su uglavnom blage i zbog toga ih je teško otkriti koristeći rutinske nadzorne preglede. Čak i ako je klinička slika teža, teško je ponekad utvrditi uzročno-posljedičnu povezanost s kupanjem. No svejedno, ciljane epidemiološke studije su pokazale brojne različite bolesti (uključujući gastrointestinalne i respiratorne infekcije) koje su povezane sa zagađenjem vode za kupanje. Sve to može rezultirati značajnim opterećenjem bolesti za populaciju i samim time ekonomskim gubitcima (WHO 2003).

Broj organizama koji uzrokuju bolest ovisi o specifičnom patogenu, uvjetima izlaganja i imunosnom statusu domaćina. Za virusne i parazitarne infekcije, broj mikroorganizama potrebnih za izazivanje infekcije može biti jako malen. U stvarnosti, tijelo rijetko dolazi u dodir sa jednim izoliranim uzročnikom bolesti, a učinci istodobnog kontakta sa više patogenih mikroorganizama su vrlo slabo istraženi. Tip i broj patogenih organizama u otpadnim vodama razlikuje se ovisno o incidenciji bolesti i broju kliconoša u doprinosećim ljudskim i životinjskim populacijama, te ovisi o sezonskoj pojavi bolesti. Stoga, brojke se značajno razlikuju ovisno o području i dobu godine diljem zemaljske kugle (WHO 2003).

Trenutni dokazi govore u prilog tome da je najčešća bolest vezana uz kupanje u vodama zagađenim fekalnim otpadnim vodama samo-ograničavajući gastroenteritis, koji često bude kratkotrajan i stoga ne bude zabilježen u epidemiološkim bazama podataka. Uzročno-posljedična povezanost između fekalnog i kupaćima uzrokovanog zagađenja vode i akutne febrilne respiratorne bolesti (AFRI) i općih respiratornih bolesti također je biološki uvjerljiva. Utvrđena

je značajna dose-response povezanost između AFRI i fekalnih streptokoka (Fleisher et al., 1996). AFRI je bolest sa težom kliničkom slikom od samo-ograničavajućih gastrointestinalnih infekcija i u usporedbi sa njima, AFRI je rjeđi i prag simptoma na kojem se bolest uočava je viši. Uzročno-posljedična povezanost između fekalnog zagađenja voda i infekcija uha također je biološki uvjerljiva. Ipak, problemi sa uhom su općenito viši kod kupaca naspram ne-kupaca čak i poslije izlaganja vodi sa jako malo fekalnog zagađenja (van Asperen et al.1995).

Povećan broj simptoma na oku zabilježen je u plivača, i dokazi potkrjepljuju tvrdnju da plivanje, nevezano uz zagađenje vode, kompromitira imunosne mehanizme u oku i tako dovodi do povećane simptomatologije sa strane tog organskog sustava. Unatoč biološkoj uvjerljivosti, ne postoje dokazi za povećanu učestalost bolesti oka povezanu sa zagađenjem vode za kupanje (WHO 2003).

U većini epidemioloških istraživanja teške bolesti poput hepatitisa, enteričke vrućice i poliomijelitisa nisu istražene, ili su rađena u području sa malom pojavnosću tih bolesti. Uzevši u obzir prijenos gastroenteritisa koji je uglavnom virusne etiologije, prijenos hepatitisa (A i E tipova) i poliomijelitisa je biološki uvjerljiv. No, prijenos poliomijelitisa se nije povezao s kupanjem u petogodišnjoj studiji koja se oslanjala na totalan broj koliformnih bakterija kao glavni pokazatelj kvalitete vode (PHLS 1959), i studije o sero-prevalenciji hepatitisa među daskašima i kanuistima nije pokazala nikakav povišen rizik za te osobem (Philipp et al.1989). No, s druge strane, dokazana je viša učestalost tifusa kod ljudi koji su se kupali u vodi zagađenoj otpadnim vodama, za razliku od ljudi koji su se kupali u čistim vodama (El Sharkawi & Hassan 1982).

#### **4.1 Plaže**

S obzirom da na mnogim plažama pa i na području Hrvatske ljudi provode više vremena na plaži nego u vodi, plaža može biti mikrobiološki zagađenija od vode i može biti veći prenosnik bolesti. Patogeni mikroorganizmi dospijevaju u ljudski organizam na različite načine (kroz otvore na tijelu ili preko očiju i kože) prilikom kupanja, ronjenja i drugih aktivnosti u vodi, kontaktom sa površinom plaže i to pogotovo u dijelu plaže uz samu vodu, koji je obično vlažan i

više “naseljen” i zato jače kontaminiran. Čišćenje plaže pomaže u uklanjanju organskog materijala, pogotovo iz zone vlažnog pijeska, gdje se djeca kao najizloženiji dio populacije, najradije igraju, čime se utječe na smanjenje mikrobiološke zagađenosti, a naročito je efikasno čišćenje kojim se uklanja i feces životinja. Dobro opremljene plaže sa higijenskim čvorovima (tuševi i WC-i) i praksa da se na plaži sjedi na ležaljka ili ručnicima pomažu sigurnosti kupaca i ostalih posjetilaca plaže. Osim mikrobioloških analiza vode i pijeska potrebna je sanitarna inspekcija samih zona za rekreaciju, kako bi se stekao potpuniji uvid u sve stvarne i potencijalne izvore mikrobiološke kontaminacije (WHO 2003).

#### **4.2 Koliformne bakterije**

Koliformne bakterije su gram-negativne, nesporogene štapičaste bakterije, aerobne ili fakultativno anerobne. Prisustvo koliforma (rodovi *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiela* i *Enterobacter*) u morskoj vodi je pokazatelj fekalnog onečišćenja, ali može biti i rezultat donosa velike količine zemlje s kopna nakon velikih kiša, jer skupina koliformnih bakterija uključuje i koliforme nefekalnog porijekla (*E.coli* tip II i VI). S higijenskog aspekta koliformi su važni kao pokazatelj fekalnog onečišćenja rekreativnih voda i prirodnih voda. Nedostatak koliforma kao indikatora je što, osobito u morskoj vodi, ne daju nikakve indicije zdravstvenog rizika od protozoa i virusa. Uglavnom su pokazatelji isključivo svježeg onečišćenja fekalijama ili zemljom zbog kratkog vremena preživljavanja u vodi a pogotovo u morskom okolišu (WHO 2003).

#### **4.3 Fekalni koliformi**

Fekalni koliformi pokazuju visoku korelaciju sa stupnjem fekalnog zagađenja koje potječe od toplokrvnih organizama. Zato su i bolji pokazatelji sanitarne kakvoće vode. *Escherichia coli* je najzastupljenija vrsta te skupine negdje od 75% do 95% od ukupnog broja

fekalnih koliforma. Nepovoljni okoliš kao voda pogotovo morska inhibira njihov rast pa je prisutnost fekalnih koliforma pokazatelj nedavnog svježeg fekalnog zagađenja vode (WHO 2003).

#### 4.4 Fekalni streptokoki

Fekalni streptokok u vodi je dokaz fekalnog onečišćenja od toplokrvnih organizama uključujući i ljude, ali i na nefekalni izvor onečišćenja otpadnim tvarima iz prehrambene industrije (neke biljke i biljni proizvodi). U kombinaciji s fekalnim koliformima fekalni streptokok pruža precizniju informaciju o izvoru onečišćenja obzirom da pojedine vrste fekalnih streptokoka imaju specifične domaćine. Fekalni streptokok preživljava duže od fekalnih koliforma pa su stoga indikatori nešto starijeg onečišćenja. Nalaz *Streptococcus faecalis* u vodi bez *Escherichae coli*, usamljenog ili zajedno sa *Clostridium perfringens* ili bakteriofagom enterobakterija ukazuje na starije fekalno zagađenje. Također nalaz usamljenog bakteriofaga enterobakterija sigurno ukazuje na staro fekalno zagađenje.

Zbog toga je dovoljno provjeriti da li se među sojevima nalazi *Escherichiae coli* sa nekom drugom bakterijom indikatorom fekalnog zagađenja, te tako upućuje na skorašnje zagađenje izmetom. Takva voda je epidemiološki opasna (WHO 2003).

## 5. SLOBODNI MIKROORGANIZMI

Zajedno sa mikroorganizmima koji su unešeni u okoliš djelovanjem ljudi i životinja, brojni drugi patogeni mikroorganizmi prirodno nastanjuju vode u prirodi, ili ih uspješno koloniziraju jednom nakon što su unešeni u njih, poput leptospira (WHO 2003).

### 5.1 Rod *Vibrio*

*Vibrio* je pokretan, nesporogeni, blago zakrivljeni Gram-negativni štapić sa jednostrukim polarnim bičem, aeroban i fakultativan anaerob. Za njihov rast je potreban natrijev klorid, a samo jedan tip (*V. furnissii*) sposoban je proizvoditi plin. Svi humani patogeni tipovi osim *V. metschnikovii* reduciraju nitrate i pozitivni su a test oksidazom (WHO 2003).

Brojni radovi pokazuju kako je *Vibrio* prirodni stanovnik brojnih morskih površina umjerenih i tropskih klima, a najviše infekcija uzrokuje direktnim kontaktom ili kontaminacijom hrane koja potječe iz tih područja. Postoji pozitivna korelacija između temperature vode i broja izoliranih patogenih *Vibrio* bakterija, kao i broja infekcija. Sezonska pojavnost karakteristična je za *V. vulnificus* i *V. parahaemolyticus* (Oliver & Kaper 1997).

Dok postoji značajna varijabilnost između bolesti koje uzrokuju različiti tipovi *Vibria*, najteže pogođeni pacijenti su oni koji su prethodno bolovali od težih bolesti, među kojima su najčešće oni sa cirozom jetre. Iznimka je *V. cholerae* serotip O1 i O139, uzročnik kolere, koji može s lakoćom izazvati bolest i u imunokompetentnih ljudi (WHO 2003).

Trenutno, postoji 12 tipova *Vibrio* bakterija koji su povezani s humanim infekcijama, a među njima su najčešći uzročnici *V. alginolyticus*, *V. cholera*, *V. parahaemolyticus* i *V. vulnificus*.



### 5.1.1 *V. alginolyticus*

*V. alginolyticus* je vrlo učestao u morskim vodama. Taj tip ne uzrokuje proljev, no može uzrokovati infekcije mekih tkiva uslijed izlaganju morskoj vodi koja sadrži uzročnike (Kelly et al. 1991). Infekcije uha, rana i oka su najčešće prijavljivane. Otkriveno je da većina pacijenata koji su oboljeli od infekcije uha uzrokovane *V. alginolyticusom* ima već neko predisponirajuće stanje, uključujući kronični otitis media i rupturu ili tubulacije bubnjića. Infekcije su uglavnom samo-ograničavajuće, srednjeg intenziteta i kratkog trajanja i antibiotski tretman je vrlo rijetko potreban (WHO 2003)

### 5.1.2 *V. cholerae*

Najpoznatiji među vibrijama je svakako *V. cholerae*, koji uzrokuje istoimenu bolest. Podijeljen je u više od 150 seroloških tipova na temelju O ili somatskih antigena. Zabilježene su brojne epidemije kolere uzrokovane vodom za piće i hranom. Iako je *V. cholerae* O1 i O139 izoliran iz rekreacijskih voda područja u kojima su izbile epidemije kolere, nije zabilježen ni jedan slučaj kolere među ljudima koji su se kupali u tim vodama. Stoga, vjerojatno zbog visoke infektivne doze vibria (oko  $10^6$  bakterija), izolirani *V. cholerae* iz rekreacijskih voda predstavljaju vrlo malen rizik za ljude koji se rekreiraju na ili uz tih voda. Ostali ne-O1 serotipovi uzrokuju gastroenteritis sa različitim kliničkim slikama, no najčešći simptomi su proljev kojem se u nekih ljudi također pridružuju povraćanje i abdominalni grčevi. Iako je izoliran i iz rana, ušiju i brojnih drugih lokalizacija, njegov klinički značaj u svim ekstraintestinalnim infekcijama nije razjašnjen (WHO 2003).

### 5.1.3 *V. parahaemolyticus*

*V. parahaemolyticus* uzrokuje trovanja hranom, i to je najčešće povezan sa konzumacijom sirove ili nedovoljno kuhane morske hrane. Također je povezan sa upalom pluća (Yu & Uy-Yu 1984), koja je uzrokovana inhalacijom kontaminiranog aerosola, te sa infekcijama rane. *V. parahaemolyticus* je povezivan sa raznim teškim infekcijama za koje je poslije otkriveno da ih uzrokuje *V. vulnificus* (Kelly et al. 1991).

### 5.1.4 *V. vulnificus*

*Vibrio vulnificus* je patogen koji se prenosi hranom, uzrokujući rapidnu i fatalnu infekciju u ljudi koji imaju postojeću jetrenu bolest. Generalno je uključeno konzumiranje sirovih kamenica, iako su sirovi rakovi, hobotnice i drugi morski plodovi također povezani s bolešću. Skupa sa trovanjima hrane, *V. vulnificus* uzrokuje sekundarne infekcije rana. Te infekcije su gotovo uvijek povezane sa morskom vodom i/ili školjkama. Ubodne rane najčešće su posljedica uboda oruđem za čišćenje školjaka, ljuskama školjaka ili riba. Simptomi, koji se razvijaju poslije otprilike 16 sati, uključuju jaku bolnost, crvenilo, otok i brzo progredirajuću destrukciju tkiva, koja je najvjerojatnije posljedica produkcije enzima koji uzrokuju destrukciju tkiva (kolagenaza, proteaza, elastaza, fosfolipaza). Kirurško odstranjenje nekrotičnog tkiva, presađivanje kože i nerijetko amputacija su potrebni u liječenju navedene bolesti. Stopa mortaliteta je visoka i iznosi 20-25%. Infekcije rane tipično se događaju zdravim pojedincima i ostaju lokalizirane, no u osobe sa kroničnom jetrenom bolešću infekcija može postati sistemska i nosi veliku stopu smrtnosti (WHO 2003).

## 5.2 Rod *Aeromonas*

*Aeromonas* je gram-negativna štapičasta ili kokoidna bakterija koja je fakultativan anaerob i pokreće se pomoću jednog biča. Autohtoni su stanovnici vodenih okoliša i njihov broj raste u ljetnim mjesecima. *Aeromonas* je povezan sa brojnim ljudskim bolestima, a najčešće je to samooograničavajući gastroenteritis koji zahvaća uglavnom djecu mlađu od 5 godina i imunokompromitirane odrasle osobe. Postojeće bolesti (rak, hepatobilijarna bolest ili dijabetes) igraju važnu ulogu u stjecanju i prognozi bolesti uzrokovane *Aeromonasom*. Iako postoje rijetke iznimke, *Aeromonasna* sepsa najčešće nastaje sekundarno iz gastroenteritisa ili preko sekundarnu infekciju rane i povezana je sa visokim (30-80%) stopama mortaliteta (Janda & Abbot 1996). Glavni rizik za stjecanje infekcija *Aeromonasom* je kontakt otvorene rane sa vodom. Također su opisani slučajevi rana kod zdravih osoba koje su se kupale u kontaminiranoj vodi te slučajevi pneumonije nakon aspiracije kontaminirane vode (WHO 2003).

## 5.3 Amebe

Amebe su česti naseljenici vodenih okoliša, a od mnogih poznatih vrsta ameba samo tri su dosada opisane kao uzročnici bolesti kod ljudi, i to često sa fatalnim posljedicama: *Acanthamoeba*, *Naegleria fowleri* i *Balamuthia mandrillaris* (WHO 2003).

### 5.3.1 Akantameba

Akantameba se u prirodi nalazi u dva oblika-aktivni i replicirajući trofozoit, a u teškim uvjetima prelazi u dormantni i otporni stadij ciste. Uzrokuje dvije opisane bolesti kod ljudi: granulomatozni amebni encephalitis (GAE) i keratitis. GAE je vrlo rijetka kronična bolest imunokompromitiranih. Opisano je do sada samo 60 slučajeva u svijetu. Simptomi uključuju vrućicu, glavobolju, epileptičke napadaje, meningitis i ispade vida. Put infekcije nije još

razjašnjen iako se pretpostavlja da preko infekcija kože ili upale pluća dospijeva u krvotok, a zatim završava u moždanom tkivu (WHO 2003).

Akantamebni keratitis je teška i ako se ne liječi, može uzrokovati sljepoću. Glavni uzrok je neprimjerena upotreba očnih leća, dakle nepridržavanje uputa o higijeni. Deset posto infekcija koje nisu vezane uz nošenje leća uzrokovane su traumom oka i kontaminacijom iz okoliša. Karakteriziran je intenzivnom boli u zahvaćenom oku i prstenastim infiltratima u stromi rožnice (WHO 2003).

### 5.3.2 *Naegleria fowleri*

*Naegleria fowleri* se najčešće nalazi u termalnim izvorima i vodama temperature iznad 30°C, no u obliku ciste može preživjeti temperature do 4°C. Uzrokuje fatalni primarni amebni meningoencefalitis (PAM). Infekcija je uglavnom posljedica kupanja u kontaminiranoj vodi.

PAM nastaje kao rezultat instilacije *N. fowleri* u nosnu šupljinu, uglavnom tokom plivanja. Mladi muškarci su pod većim rizikom za infekciju, vjerojatno zbog grubljeg načina plivanja koji proizvodi više kapljica. Iz nosne šupljine, *Naegleria* invadira olfaktorni epitel i migrira duž olfaktornog živca u intrakranijalni prostor gdje uzrokuje infekciju mozgovine i moždanih ovojnica. Infekcija je najčešće fatalna, te dovodi do smrti unutar 3-10 dana (WHO 2003).

### 5.4 Leptospire

Leptospire pripadaju porodici spiroheta. Ubikvitarni su mikroorganizmi, no patogeni žive u bubrezima životinja domaćina i putem njihovog urina mogu završiti u okolišu. Patogena vrsta leptospira je *Leptospira interrogans sensu lato*. Živi u proksimalnom tubule bubrega domaćinske životinje (štakori, krave i svinje) i luče se urinom, preko kojega mogu kontaminirati okoliš. Ljudi i životinje se inficiraju direktnim kontaktom sa kontaminiranim urinom ili indirektno preko kontaminirane vode i zemlje. Virulentniji sojevi mogu ući preko sluznica oka, usta i nosa te

preko oštećenja na koži. Klinička slika koju uzrokuje leptospira može varirati ovisno o količini uzročnika, putu unosa i imunosnom status pacijenta. Postoje dva tipa infekcije-blaži anikterični oblik i teži ikterični oblik. Bolest je u blažem obliku bifazična i u prvoj fazi bolest nalikuje na gripu, dok u drugoj fazi dominiraju konjunktivalna sufuzija i vrućica. U ikteričnom obliku (Weilov sindrom) dolazi do zatajenja bubrega i jetre, te rabdomiolize i dispneje. Prati ga visoki mortalitet, od 5-15% (WHO 2003).

## 6. ALGE I CIJANOBAKTERIJE

Zbog razlika u rasprostranjenosti i vrstama opasnosti, ovo poglavlje će se podijeliti na dva dijela, alge i cijanobakterije u morskoj vodi i alge i cijanobakterije u rijekama, potocima i jezerima.

### 6.1 Alge i cijanobakterije u morskoj vodi

U morskoj vodi, alge nalazimo od jednostaničnih organizama do morskih trava. Cijanobakterije su organizmi sa nekim karakteristikama bakterija i nekim karakteristikama algi. Slične su po veličini i obliku jednostaničnim algama i, za razliku od drugih bakterija, sadrže plavo-zelene pigmente pomoću kojih mogu obavljati fotosintezu, stoga se često nazivaju i plavo-zelene alge (WHO 2003).

Različite ljudske bolesti su povezane sa raznim toksičnim vrstama dinoflagelata, nanoflagelata, diatoma i cijanobakterija koje se pojavljuju u morskim vodama. Učinak tih mikroorganizama na ljudski organizam je posredovan najčešće toksinima koje luče. Toksini morskih algi najviše su problem zbog toga jer se akumuliraju u školjkama i ribljem mesu koje se onda konzumira kao jelo, uzrokujući sindrome poput paralitičkog, dijaroičnog, amnestičkog i neurotoksičnog trovanja školjkama (WHO 2003).

Morski cijanobakterijski dermatitis (poznatiji kao “plivački svrbež”) je teški oblik kontaktnog dermatitis (upale kože) koji se može pojaviti nakon plivanja u vodi koja sadrži nakupine određenih vrsta cijanobakterija. Simptomi su svrbež i žarka bol unutar par minuta do par sati nakon plivanja u kontaminiranom području. Vidljivi dermatitis se razvija 3-8 sati poslije, a prate ga vezikularne i bulozne promjene kože uz duboku deskvamaciju (WHO 2003).

Opasnosti prostoje i putem ingestije, dosada je opisano da *Nodularia spugimena* uzrokuje smrt brojnih životinja (Francis 1878) pomoću svog hepatotoksina nodularina, no do današnjeg dana nije prijavljen još niti jedan slučaj ljudskog trovanja navedenim toksinom (WHO 2003).

Što se tiče opasnosti putem inhalacije aerosol koji sadrži fragmente morskih dinoflagelata i/ili toksina oslobođenih u valove također može biti opasan za ljudsko zdravlje. U mjestu Apuan u Italiji, 1998. Godine zabilježeno je 100 slučajeva bolesti koja je uključivala simptome kašlja, kihanja i vrućice koje je bilo uzrokovano cvjetanjem algi na obali (WHO 2003).

## 6.2 Alge i cijanobakterije u vodama jezera, rijeka i potoka

Iako mnoge vrste algi proliferiraju dosta intenzivno u vodama rijeka, jezera i potoka ipak ne rade to u toj količini da bi stvarale površinske naslage, često nazivane i cvatovima, kao što to čine neke cijanobakterije. Toksini koje pritom proizvode ne mogu se stoga akumulirati u dovoljnoj količini da bi bili opasni po ljudsko zdravlje ili zdravlje stočnih životinja (WHO 2003).

Toksične cijanobakterije pronađene su svugdje u vodenom okolišu. Do sada je otkriveno najmanje 46 vrsta koje su toksične za kralješnjake, a najčešće toksične su: *Microcystis spp.*, *Cylindrospermopsis raciborskii*, *Planktothrix rubescens*, *Planktothrix agardhii*. Najprošireniji cijanobakterijski toksini su mikrocistini i neurotoksini. Za mikrocistine, dokazano je da je toksičnost određena prisutnošću mikrocistinskog gena, a od svih uzoraka cijanobakterija napravljenih do sada, 60% ih je bilo toksično. Napredak u analitičkoj kemiji omogućio je izolaciju i identifikaciju tri neurotoksina koji blokiraju prijenos signala među neuronima, jedan općeniti citotoksin i mikrocistin, koji inhibiraju proteinsku fosfatazu. Mikrocistini su primarno hepatotoksični jer blokiraju prijenos žučnih kiselina kroz membranu hepatocita. Dobili su ime po soju iz kojeg su primarno izolirani, no daljnjih istraživanjem pronađeni su u svim toksičnim sojevima cijanobakterija (WHO 2003).

Alergijske i iritativne kožne reakcije različite težine kliničke slike uzrokovane različitim sojevima cijanobakterija su zabilježene nakon rekreacijskog izlaganja. Kupaća odijela i osobito ona mokra pogoršavaju klinički tijek jer pomažu u nakupljanju cijanobakterijskog materijala i time pojačavaju disrupciju stanica i oslobađanje staničnog sadržaja. Iritacije kože su bile najčešći nalaz istraživanja učinaka cijanobakterija nakon rekreativnog izlaganja (Pilotto et al. 1997).

Gutanje ili aspiracija su najčešći načini unosa cijanobakterija koje su uzrokovale bolesti kod ljudi. Za razliku od dermalnog kontakta, ovdje postoji rizik od intoksikacije. Rizik se može procijeniti iz gustoće uzorka, staničnog sadržaja toksina i mehanizma djelovanja toksina. Akutni mehanizmi djelovanja toksina su poznati za mikrocistine i neurotoksine i postoje neki podaci pomoću kojih se može procijeniti rizik kod ponavljane ili kronične izloženosti. Najviše dokumentiranih slučajeva ljudskih bolesti uzrokovanih cijanotoksinima uzrokovano je pijenjem vode. Simptomi su uključivali abdominalnu bol, mučninu, povraćanje, proljev, grlobolju, suhi kašalj, glavobolju, vezikule na usnama, atipičnu pneumoniju i povišene jetrene enzime, osobito gama-glutamil transferaza (Carmichael 1995).



## **7. KEMIJSKI I FIZIKALNI AGENSI**

Kemijski zagađivači mogu dospjeti u vode direktno ili mogu biti ostavljeni na plažama antropogenim ili životinjskim djelovanjem. Izvori mogu biti točkasti, kao industrijski odvodi ili raspršeni, kao npr. otjecanja s tla. U većini slučajeva, razrjeđenje će biti toliko veliko da nema opasnosti za kupaće i rekreativce (WHO 2003).

Generalno gledajući, izlaganje putem kože i sluznica je najčešće. Za aktivnosti koje uključuju plivanje, povećana je vjerojatnost da će doći i do ingestije vode. Inhalacija je važan put izlaganja u aktivnostima koje stvaraju dosta spreja, poput skijanja na vodi, no općenito je inhalacija više vezana uz bazene i umjetna plivališta gdje se obavlja dezinfekcija. Korištenje odijela za plivanje može stvoriti mikrookoliš u kojem je pojačano djelovanje toksičnih supstanci (WHO 2003).

### **7.1 Koncentracija vodikovih iona (pH)**

pH ima direktan utjecaj na rekreativce i kupaće samo u vrlo visokim ili vrlo niskim vrijednostima. U ovim uvjetima, može djelovati na oko i na kožu. Primarna iritacija kože povezana je s visokim pH iako mehanizam djelovanja nije poznat. Malo je vjerojatno da je iritacija ili dermatitis izazvana direktnim djelovanjem vrlo visokog ili vrlo niskog pH, no izgleda da se već postojeći mogu pogoršati izlaganjem. Visoki i niski pH mogu također pogoršati iritaciju oka izazvanu kemikalijama. Voda visokog pH također može imati učinak i na kosu potičući oticanje vlasi kose i kidajući cistinske mostove između susjednih polipeptidnih lanaca bjelančevina kose (WHO 2003).

## 7.2 Kemijski zagađivači

U globalu, potencijali rizici kemijskog zagađenja voda u prirodi, nevezani uz toxine cijanobakterija i algi, morskih životinja i drugih iznimnih situacija, bit će mnogo manji u odnosu na druge opasnosti kupanja u prirodi. Malo je vjerojatno da će kupači i rekreativci doći u dodir sa dovoljno visokim koncentracijama koje bi izazvale učinak na zdravlje nakon jednokratnog izlaganja. Čak i opetovano izlaganje vrlo rijetko dovodi do bolesti zbog toga jer su koncentracije kemijskih zagađivača jako niske (WHO 2003).

## 8. OPASNI MORSKI ORGANIZMI

Jadransko more stanište je mnogim vrstama životinja i kukaca od kojih su tek neke vrste opasne po ljudsko zdravlje. Od morskih organizama opisani su murina, škarpina, pauk, bežmek, šiba, golub, meduza. Također su opisani komarci i zmije.

Murina ima opasan ugriz i otrov u vlastitoj krvi. S njim se može doći u dodir samo konzumacijom. Taj je otrov je termolabilan, raspada se na velikim temperaturama pečenja ili kuhanja i postaje bezopasan (Šerić 2007).

Ostale ribe koje se mogu susresti u zaronima otrove nose u vanjskim dijelovima tijela. Najčešće su to bodlje koje imaju uzdužni žlijeb na čijem se dnu nalazi žlijezda s otrovom. Najpoznatije su škarpine i škrpuni kojih ima više vrsta, ali su svi slični i lako prepoznatljivi. (Šerić 2007).

Na pješčanom ili muljevitom dnu vreba bežmek koji ima otrovne bodlje na bokovima iznad prsnih peraja. Ubodi ovih riba bolni su i neugodni i prestaju nakon nekoliko sati.

Među najotrovnije ribe ubrajaju se pauci, koji imaju bodlje u prvoj leđnoj peraji i na škržnim poklopcima. Najmanji među njima, pauk žutac ima najjači otrov. Ubod pauka opisuje se intenzivnom boli cijele ruke, a otek i crvenilo mogu ostati prisutni i godinama nakon uboda. Otrovnost pauka je termolabilan toksin i preporuka je svima koji dožive ubod staviti ruku u toplu vodu jer će to ublažiti bol (Šerić 2007).

Iako se rijetko susreću u zaronima, ovdje treba navesti i šibe i golubove koji imaju znatno slabije otrove, ali zato znatno veće bodlje koje mogu nanijeti veću štetu od otrova. Osim riba postoje i druge skupine morskih bića koja mogu izazvati neugodu u bliskom kontaktu. To su zmije, komarci i meduze. Što se tiče meduza, većina njih nije opasna, a najviše problema stvara morska mjesečina koja se periodično javlja u velikom broju pa je u tim godinama i broj opečenih veći (Šerić 2007).

Meduze pripadaju skupini žarnjaka, prastaraj morskoj obitelji koja ima još vrsta čije peckanje može biti za čovjeka najviše neugodno. Jedna od njih je obična, smeđa vlasulja, česta u plićacima.

Meduze su slobodnoplivajući organizmi, loši plivači, koje jače struje nose bez problema, a vlasulje su organizmi koji su učvršćeni za dno (Šerić 2007).

Osim meduza, opasne mogu biti i zmije, a od 15 vrsta zmija u Hrvatskoj, 3 spadaju u red *Vipera*, odnosno otrovnica i mogu uzrokovati ozbiljnije zdravstvene probleme ako dođe do ugriza jedne od njih. Na sreću, planinski žurokrug, kao što mu i ime sugerira, obitava samo na višim planinskim predjelima, no zato su riđovka i poskok potencijalna opasnost kod kupanja u prirodi. Poskoka je lako prepoznati po karakterističnom roščiću na nosu. On ne može skakati no može ponekad biti u krošnjama stable s kojih može pasti. Riđovka i poskok dugački su oko 70 cm u prosjeku (Hutinec & Obradović 2005).

Komarci su također važni kao prenosnici bolesti. Ženki komarca potrebna je krv kako bi razvila svoja jajašca. Tokom isisavanja krvi iz može doći do prijenosa patogenih organizama, među kojima je svakako najpoznatiji *Plasmodium malariae*, uzročnik malarije. Komarci prenose dvije skupine bolesti su bitne za javno zdravstvo: malariju i arboviralne bolesti (WHO 2003).

Malariju uzrokuje jedan od četiri člana porodice Plasmodiuma. Njih prenosi komarac *Anopheles*. Ti komarci bodu od sumraka do zore. Razmnožavaju se u čistim stajaćicama ili sporim tekućicama, dok se neki razmnožavaju i u boćatim lagunama. Nikada se ne razmnožavaju u zagađenim vodama. Za razliku od *Culex* komaraca, ne proizvode poznati visokofrekventni zvuk dok lete. Položaj tijela u odnosu na zid (zatvara kut od 45 stupnjeva) također je jedan od znakova razlikovanja dvaju vrsta.

Arbovirusne bolesti (arbo=arthropod-borne) uzrokovane su infekcijama koje prenose isključivo komarci. Uključuju žutu groznicu, dengue i različite tipove encefalitisa, kao npr. Japanski encefalitis. Za Japanski encefalitis i žutu groznicu postoje cjepiva, no za dengue ne postoji (WHO 2003).

## 9. PROCJENA KVALITETA VODA I RIZIKA KORIŠTENJA VODA I ZONA ZA REKREACIJU

Za lokaciju kupališta obično se odabiru mjesta koja će zadovoljavati kupaće po kvaliteti vode, obale, okoline (bliže i dalje), kvaliteti zraka, udaljenosti od urbanih objekata, pristupnosti prometnica i odsutnosti uznemiravanja. Da bi se opasnosti po zdravlje korisnika voda za rekreaciju svela na što manju mjeru potrebno je kontrolirati potencijalne uzroke ne samo na vodama za rekreaciju, već i na širokom prostoru zona za rekreaciju. Procjena rizika od fekalne kontaminacije je značajnija ako su visoke koncentracije *E.coli* i fekalnog streptokoka, kontaminacija patogenim fekalnim bakterijama najčešće se unosi gutanjem, tako da je rizik, kod istih bakterijskih kontaminacija, manji kod kupanja nego kod prehrane, dok je kod kupanja u prirodnim vodama najveći rizik kontaminacije sa leptospirama (WHO 2003).

Nije moguće zahtijevati potpunu odsutnost fekalne kontaminacije kod površinskih voda – uvijek postoji rizik kod kupanja. Nikakva vrsta djelovanja ne može u potpunosti da eliminira rizik, a najviše što se može uraditi je snižavanje rizika na prihvatljivi minimum. Mjere koje se provode u sistemu upravljanja vodama i zonama za rekreaciju mogu se kretati u veoma širokom rasponu, od akcija sa minimalnim troškovima, kao što je akcija dobrovoljnog čišćenja plaže, do veoma skupih projekata (npr. izgradnja stanica za prečišćavanje otpadnih voda, uređenje obale i sl.) (WHO 2003).

Od suštinske važnosti je da tijekom upražnjavanja različitih rekreativnih aktivnosti ne dođe do ugrožavanja zdravlja ljudi, s obzirom na različite opasnosti koje prijete korisnicima voda i zona za rekreaciju. Tako npr. na zdravlje korisnika mogu utjecati već spomenuti čimbenici:

- fizičke povrede i nesreće koje mogu dovesti do ranjavanja ili utapanja,
- kvaliteta vode, kemijska, a naročito mikrobiološka zagađenost vode,
- izloženost suncu i toploti,
- zagađenost plaže.

Zato je procjena opasnosti i rizika bitna prethodna radnja u razvoju načina upravljanja kvalitetom vode za rekreaciju. Praćenje (monitoring) i ocjena stanja voda i zona za rekreaciju je veoma važan i nezaobilazan dio sistema upravljanja tim vodama i zonama. Treba napraviti listu

karakterističnih opasnosti za dato područje (nagib dna uz plažu, jačinu i položaj struje i matice, blizina stijena i prepreka i sl. Lista opasnosti formira se na osnovu poznavanja lokalnih prilika i iskustva, a ukoliko dođe do promjena na terenu treba ažurirati navedene informacije. Monitoring ispitivanja kakvoće vode na plaža se mora izvršiti 15 dana prije najavljenе sezone kupanja. Uzorak se uzima na mjestu gdje se nalazi najveći broj kupača, na 30 cm dubine, a izuzetno se uzima sa površine ako se traže mineralna ulja, koja su na površini (Medić 2013).

### **9.1 Stanje u Hrvatskoj**

Uredba o kakvoći voda za kupanje (NN 51/10) kojom se uređuje upravljanje kakvoćom voda na kopnenim kupalištima stupila je na snagu 2010. godine. Uredbom o kakvoći voda za kupanje propisuju se, između ostalog, standardi i način kontrole kakvoće na površinskim vodama kopna, kao i postupanje u slučaju prekoračenja graničnih vrijednosti, tj. pojave kratkotrajnog onečišćenja ili izvanrednog pogoršanja kakvoće vode za kupanje. Uredbom se određuje vremensko razdoblje ispitivanja (od 15. svibnja do 15. rujna), učestalost ispitivanja (najmanje svakih 15 dana u razdoblju ispitivanja) te način uzimanja uzoraka i analize površinskih voda za kupanje (Medić 2013).

### **9.2 Metode ispitivanja i ocjene kakvoće vode za kupanje**

Ispitivanje kakvoće voda za kupanje obuhvaća ispitivanje fizikalnih i bakterioloških osobina površinskih voda koje upućuju na potencijalni rizik od zaraznih bolesti prilikom korištenja površinskih voda za rekreaciju. Mikrobiološki pokazatelji općenito se smatraju najznačajnijim indikatorima onečišćenja površinskih voda sanitarno-fekalnim otpadnim vodama. Metode ispitivanja propisane su Uredbom o kakvoći voda za kupanje (Medić 2013). Uredba propisuje dva načina ocjenjivanja kakvoće vode za kupanje. Odmah nakon dovršene analize ocjenjuje se kakvoća pojedinačnog uzorka vode, zasebno za svaki ispitani mikrobiološki pokazatelj. Ukupna ocjena kakvoće vode pojedinačnog uzorka temelji se na lošijoj ocjeni

pojedinih pokazatelja, a voda za kupanje se razvrstava kao „izvrsna“ ili „dobra“. Ocjena pojedinačnih ispitivanja temelji se na standardima propisanim Uredbom. Ovakav način ocjene razlikuje se od pristupa propisanog Direktivom kojom se određuju samo godišnja i konačna ocjena voda za kupanje (Medić 2013). Ocjenjivanje pojedinačnih uzoraka tijekom sezone kupanja provodi se i na morskim i na kopnenim plažama te doprinosi boljem praćenju kakvoće voda za kupanje i pravodobno ukazuje na eventualno pogoršanje kakvoće vode još u tijeku sezone kupanja. Završetkom sezone kupanja provodi se godišnja ocjena kakvoće voda za svaku točku ispitivanja. Izračunavaju se statističke vrijednosti 95-og i 90-og percentila prema formuli propisanoj Uredbom, uzimajući u izračun sve uzorke iz sezone kupanja, izuzev uzoraka uzetih u trajanju kratkotrajnog onečišćenja. Izračunata vrijednost se uspoređuje sa standardima za godišnju ocjenu kakvoće vode za kupanje (Medić 2013).

## 10. ZAKLJUČAK

Kupanje je jedna od elementarnih ljudskih potreba. Osim higijene tijela, kupanje pruža zadovoljstvo ugodu i opuštanje. Po logici prirode čovjek je koristio kupanje od kada postoji. Kupanje se moglo provoditi tamo gdje je bilo moguće odnosno gdje su postojali uvjeti, a to su voda i neki prikladni prostor. U gospodarenju prirodnim potencijalima (more, obalni prostor, okoliš) nužna je spoznaja o stanju okoliša, kako zbog mogućnosti planiranja namjene i korištenja, tako i u svrhu poduzimanja mjera zaštite i kontrole nad izvorima onečišćenja. Time se ujedno omogućuju i informacije današnjim, vrlo zahtjevnim turistima, a u pogledu ekološkog statusa destinacije gdje žele provesti svoj godišnji odmor (podaci o kakvoći vode, zraka, sigurnosti opskrbe, kakvoći mora na plažama, kakvoći vode u bazenima, načinu dispozicije otpada i tekućeg otpada i sl.). Osim u svrhu zaštite kupaca, programima monitoringa sanitarne kakvoće mora utvrđuje se i postojanje stalnih izvora onečišćenja, što inspekcijским službama, korisnicima i jedinicama lokalne samouprave direktno ukazuje na crne točke, a indirektno postavlja zahtjeve za saniranje izvora onečišćenja i rješavanju komunalne infrastrukture.

Javnost treba biti upoznata sa rezultatima monitoringa, obično u pojednostavljenom obliku, tako da potencijalni korisnik može napraviti svoj izbor. Od suštinske važnosti je da tokom različitih rekreativnih aktivnosti ne dođe do ugrožavanja zdravlja ljudi, s obzirom na različite opasnosti koje prijete korisnicima voda i zona za rekreaciju. Tako npr. na zdravlje korisnika mogu utjecati sljedeći faktori od - fizičke povrede i nesreće koje mogu dovesti do ranjavanja ili utapanja, do zagađenosti vode- kemijske, a naročito mikrobiološke. Važno je upoznati i upozoriti kupace o opasnostima izloženost suncu i toploti kao i zagađenost plaže.

Tek nakon svih mjera koje su poduzete u zaštiti kupaca oni se stvarno mogu opustiti plivati, uživati prirodnim čimbenicima zraka vode i sunca.



## ZAHVALE

Zahvaljujem se prije svega roditeljima koji su mi omogućili da studiram bez egzistencijalnog pritiska, zatim se zahvaljujem Republici Hrvatskoj što mi je omogućila da bez plaćanja studiram medicinu, te se zahvaljujem mentorici prof. dr. sc. Ankici Senti-Marić na ukazanom povjerenju i vremenu da ovaj rad ugleda svjetlo dana. Na kraju se zahvaljujem svim kolegama na podršci i pomoći koju sam nadam se uzvratio barem jednakom mjerom.

## POPIS LITERATURE

1. Carmichael W (1995) Toxic *Microcystis* and the environment. In: Watanabe M, Harada K, Carmichael W, Fujiki H, ed. Toxic Microcystis. Boca Raton, FL, CRC Press, pp. 1-12.
2. Craig AB Jr (1976) Summary of 58 cases of loss of consciousness during underwater swimming and diving. *Medicine and Science in Sports*, 8(3):171-175.
3. Dietz PE, Baker SP (1974) Drowning: Epidemiology and prevention. *American Journal of Public Health*, 64(4):303-312.
4. Duthie MS, Kimber I, Norval M (1999) The effects of ultraviolet radiation on the human immune system. *British Journal of Dermatology*, 140(6):995-1009.
5. El Sharkawi F, Hassan MNER (1982) The relation between the state of pollution in Alexandria swimming beaches and the occurrence of typhoid among bathers. *Bulletin of the High Institute of Public Health of Alexandria*.
6. Fenner PJ, Harrison SL, Williamson JA, Williamson BD (1995) Success of surf lifesaving resuscitations in Queensland, 1973-1992. *Medical Journal of Australia*, 163:580-583.
7. Fleisher J, Kay D, Salmon RL, Jones F, Wyer MD, Godfree AF (1996a) Marine waters contaminated with domestic sewage: nonenteric illnesses associated with bather exposure in the United Kingdom. *American Journal of Public Health*, 86(9):1228-1234.
8. Francis G (1878) Poisonous Australian lake. *Nature*, 18:11-12.
9. Gabrielsen JL, ed. (1988) Diving safety: a position paper. Indianapolis, IN, United States Diving.
10. Greensher J (1984) Prevention of childhood injuries. *Pediatrics*, 74:970-975.
11. Hill V (1984) History of diving accidents. In: Proceedings of the New South Wales Symposium on Water Safety. Sydney, New South Wales, Department of Sport and Recreation, pp. 28-33.
12. Hutinec B, Lupret-Obradović S(2005) Zmije Hrvatske – priručnik za određivanje vrsta, Zagreb, HHD-Hyla.

13. Janda JM, Abbott SL (1996) Human pathogens. In: Austin B, Altwegg M, Gosling PJ, Joseph S ed. The genus *Aeromonas*. Chichester, John Wiley & Sons, pp. 151-174.
14. Kelly KA, Koehler JM, Ashdown LR (1993) Spectrum of extraintestinal disease due to *Aeromonas* species in tropical Queensland, Australia. *Clinical infectious diseases*, 16:574-579.
15. Medić Đ, Antolić J (2013) Ocjena kakvoće vode za kupanje na površinskim vodama kopna. *Hrvatske vode*, 21 (86) 333-336.
16. Oliver JD, Kaper JB (1997) *Vibrio* species. In: Doyle MP, ed. Food microbiology, fundamentals and frontiers. Washington DC, ASM Press, pp. 228-264.
17. Peden M, McGee K (2003) The epidemiology of drowning worldwide. *Injury Control and Safety Promotion*, 4:195-199.
18. Philipp R, Watkins S, Caul O, Roome A, McMahon S, Enticott R (1989) Leptospiral and hepatitis A antibodies amongst windsurfers and waterskiers at Bristol City Docks. *Public Health*, 103:123-129.
19. Pilotto LS, Douglas RM, Burch MD, Cameron S, Beers M, Rouch GR, Robinson P, Kirk M, Cowie CT, Hardiman S, Moore C, Attwell RG (1997) Health effects of exposure to cyanobacteria (blue-green algae) due to recreational water-related activities. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 21:562-566.
20. Public Health Laboratory Service (1959) Sewage contamination of coastal bathing waters in England and Wales: a bacteriological and epidemiological study. *Journal of Hygiene*, 43:435-472.
21. Šarić Neven (2007) Podvodni ribolov na Jadranu II, Split, Marjan Tisak.
22. UNEP (1991) Environmental effects of ozone depletion: 1991 update. Nairobi, United Nations Environment Programme.
23. Uredba o kakvoći voda za kupanje. *Narodne Novine*, br. 51/10
24. Weiss JF (2010), Technical report – Prevention of drowning, *Pediatrics*, 126:e253-e260
25. Winemute GJ, Kraus JF, Teret SP, Wright MA (1988) The epidemiology of drowning in adulthood: Implications for prevention. *American Journal of Preventive Medicine*, 4:343-348.

26. World Congress on Drowning (2002) Recommendations. In: Proceedings of the World Congress on Drowning. Amsterdam 26-28 June 2002.
27. World Health Organization (2003) Guidelines for safe recreational water environments.
28. Van Asperen IA, Rover CM, Schijven JF, Oetomo SB, Schellekens JFP, van Leuwen NJ, Colle C, Havelaar AH, Kromhout D, Sprenger MWJ (1995) Risk of otitis externa after swimming in recreational freshwater lakes containing *Pseudomonas Aeruginosa*. British Medical Journal, 311:1407-1410.
29. Yu SL, Uy-Yu O (1984) *Vibrio parahaemolyticus* pneumonia. Annals of Internal Medicine, 100:320.
30. Zwiener C, Richardson SD, Frimmel FH (2007). Drowning in disinfection byproducts. Assessing swimming pool water. Environ Sci Technol 41:363-372.

## ŽIVOTOPIS

Marko Matijević rođen je 29. lipnja 1988. godine u Splitu. Maturirao je 2007. godine u splitskoj Prirodoslovno-matematičkoj Gimnaziji i upisao Medicinski fakultet u Zagrebu. Osvojio je 2011. godine prvo mjesto na amaterskom natjecanju u sviranju električne gitare “Žuja Guitar Star”. Na akademskom polju još nema zabilježenih uspjeha.