

# VODA

Voda je naravna dobrina, ki je pogoj za življenje na Zemlji. Voda v naravi nenehno kroži. Z izhlapevanjem prehaja v ozračje in se s padavinami vrača na zemeljsko površje, kjer se del vode porabi za življenjske združbe (zelena voda), del odteče v reke in v podzemlje (modra voda), del vode izhlapi.

Na našem planetu je sladke vode le nekaj odstotkov, dostopne pa še precej manj. V zadnjih 100 letih se je poraba (pitne ali sladke) vode povečala za šestkrat. Že danes je mnogo dežel na svetu, kjer je pomanjkanje vode, še posebej čiste pitne, veliko. Naraščanje števila prebivalstva in grožnja klimatskih sprememb lahko ob dosedanem načinov uporabe vode pripelje do velike svetovne krize z vodo. Poleg tega naraščajo emisije nevarnih snovi v vode in s tem vplivajo na poslabševanje njene kakovosti ter primernosti razpoložljivih vodnih virov za uporabo.

Slovenija je bogata z vodami, čeprav niso enakomerno prostorsko razporejene. Vodne površine v Sloveniji pokrivajo okoli 272 km<sup>2</sup>, v geoloških enotah, ki lahko prevajajo in akumulirajo podzemno vodo, pa je okoli 50 m<sup>3</sup>/s dinamičnih zalog.

Podobno kot v večini evropskih držav, tudi v Sloveniji v skladu z Okvirno vodno smernico uvajamo celovito upravljanje z vodnimi viri. Prednostna naloga je odpravljanje škodljivih vplivov na vode, zagotavljanje vode primerne kakovosti za človeka in naravne ekosisteme ter ohranjanje biotske raznovrstnosti.



Voda je kemijska spojina in polarna molekula pri standardnih pogojih tekočina s kemijsko molekulsko formulo H<sub>2</sub>O. Formula pove, da je ena molekula vode sestavljena iz dveh vodikovih in iz enega kisikovega atoma. Vodo najdemo skoraj povsod na Zemlji in je potrebna za vse znane oblike življenja. Okoli 70 % Zemljine površine je prekrito z vodo.

## Vsebina

- 1 Splošno
- 2 Bipolarna narava vode
- 3 Voda kot topilo
- 4 Biološki pomen vode
- 5 Opombe in viri
- 6 Glej tudi
- 7 Zunanje povezave

## Splošno



Voda v treh agregatnih stanjih - kapljevinskem, trdnem (led) in plinastem (kot nevidna vodna para v zraku). Oblaki v ozadju so iz drobnih kondenziranih kapljic vode.

<b>Voda</b>	
<b>Splošno</b>	
Ime	voda
<u>Kemijska formula</u>	<u>H<sub>2</sub>O</u>
<u>Videz</u>	brezbarvna tekočina, brez vonja in okusa
<b>Fizikalne lastnosti</b>	
<u>Molekulska masa</u>	18,01528 <u>a.e.m.</u>
<u>Tališče</u>	273,16 K, 0 °C
<u>Vrelišče</u>	373,16 K, 100 °C
<u>Kritična temperatura</u>	647 K
<u>Kritični tlak</u>	22,064 <u>MPa</u>
<u>Gostota</u>	1,0 · 10 <sup>3</sup> <u>kg/m<sup>3</sup></u>
<b>Termokemijske lastnosti</b>	
<u>Δ<sub>f</sub>H<sup>0</sup><sub>plin</sub></u>	-241,83 <u>kJ/mol</u>
Δ <sub>f</sub> H <sup>0</sup> <sub>tekoče</sub>	-285,83 kJ/mol
Δ <sub>f</sub> H <sup>0</sup> <sub>trdno</sub>	-291,83 kJ/mol
<u>S<sup>0</sup><sub>plin, 1 bar</sub></u>	188,84 J/mol·K
S <sup>0</sup> <sub>tekoče, 1 bar</sub>	69,95 J/mol·K
S <sup>0</sup> <sub>trdno</sub>	41 J/mol·K
<b>Tveganje</b>	
<u>Zaužitje</u>	Potrebna za <u>življenje</u> ; prevelika zaužita količina lahko povzroča glavobol, zmedenost in krče, lahko je usodna pri športnikih
<u>Vdihavanje</u>	Nestrupena. Topna v notranjosti pljuč. Zadušitev v vodi je <u>utopitev</u> .
<u>Koža</u>	Podaljšana potopitev lahko povzroča luščenje.
<u>Oči</u>	Nenevarna.
Uporabljene so <u>enote SI</u> kjer je bilo možno. Kjer ni drugače navedeno, so mišljeni standardni pogoji.	
<u>Viri</u>	

Trdno stanje vode je znano kot (vodni) led, plinsko stanje je vodna para. Enoti za temperaturo (nekdaj stopinja Celzija in sedaj Kelvin) sta določeni s trojno točko vode 273,16 K (0.01 °C) in 611,2 Pa, pri temperaturi in parnem tlaku, ko so trdna, kapljevinska in plinasta voda v termodinamskem ravnovesju.

Pri temperaturah večjih od 647 K in tlakih večjih kot 22,064 MPa vodne molekule zavzamejo *superkritično* stanje, kjer kapljevinske skupine plavajo znotraj parne faze.

Velika množina vode lahko pomeni ocean, jezero, reka, potok, kanal, ribnik. Za podatke o oskrbi z vodo glej vodno bogastvo. Glej tudi obala, trajekt, pomol.

Kemiki včasih vodo v šali poimenujejo **divodikov monoksid** ali **DVMO** (glej <http://www.dhmo.org>), s sistematičnim kovalentnim imenom te molekule, še posebej v parodijah o kemijskem raziskovanju, ki kliče po izobčenju te »smrtonosne kemikalije«. Sistematično kislinsko ime za vodo je **hidroksidna kislina** ali **hidroksilna kislina**, čeprav pojma skoraj nikoli ne uporabljajo.

## Bipolarna narava vode

Pomembna značilnost vode je njena polarna narava. V vodni molekuli so vodikovi atomi razporejeni na koncih, kisikovi pa v temenih. Ker ima kisik višjo elektro negativnost od vodika, je območje molekule z kisikovim atomom delno negativno nabit glede na vodikovo stran. Molekula s takšno razliko naboja se imenuje dipol. Razlika naboja med seboj privlači vodne molekule kakor tudi druge polarne molekule. To privlačevanje se imenuje vodikova vez.



Kapljica vode

Ta sorazmerno šibka privlačna sila (glede na kovalentne vezi znotraj same vodne molekule) povzroča fizikalne lastnosti kot je visoko vrelišče, ker je za prekinitev vodikovih vezi med molekulami potrebno veliko toplotne energije. Žveplo, na primer, leži v periodnem sistemu elementov pod kisikom, njegova enakovredna spojina, vodikov sulfid (H<sub>2</sub>S) nima vodikove vezi. Tako je njegova molekula dvakrat težja od vodne in je pri sobni temperaturi plin. Dodatne vezi med vodnimi molekulami povzročajo, da ima tekoča voda veliko specifično toploto.

Vodikova vez je odgovorna tudi za nenavadno obnašanje vode pri zmrzovanju. Kakor druge snovi tudi tekočina z nižanjem temperature postaja gostejša. Vendar, z razliko od drugih snovi, pri ohlajanju blizu ledišča prisotnost vodikove vezi pomeni, da molekule pri preurejanju zaradi zmanjšanja svoje energije na najmanjšo možno mero, tvorijo snov, ki je dejansko manj gosta. Zaradi tega led plava v vodi in voda se pri zmrzovanju razširja. Druge snovi se pri strjevanju krčijo. Tekoča voda je najgostejša pri temperaturi 4 °C. To vodi do zanimive posledice med zimskim časom. Ohlajena voda na površini postaja gostejša in potone, pri čemer tvori toplotni tok, ki ohlaja celotno množino vode. Ko temperatura jezera doseže 4 °C, voda na površini, ki se še naprej ohlaja, postane manj gosta, ostaja kot površinska plast, ter končno tvori led. Ker je prenos toplote v spodnjih delih zaradi spremembe gostote onemogočen, bo večji del vsake velike količine zmrznjene vode med zimo še vedno tekoč pri 4 °C pod ledeno skorjo. Na ta način ribe lahko preživijo. To dejstvo je eden od osnovnih zgledeov za dobro uravnane fizikalne lastnosti, ki omogočajo življenje na Zemlji in ga uporabljajo kot podporo za antropično kozmološko načelo.

Voda omoči steno, živo srebro pa ne.

Druga posledica je, da se bo led pri dovolj velikem tlaku stopil.

## Voda kot topilo

Sestavljena je iz 2 atomov vodika in 1 atoma kisika, pri 4 °C ter tlaku 1 bar ima voda največjo gostoto. Poznamo jo v 3 agregatnih stanjih:

- trdno,
- plinasto in
- tekoče.

## Biološki pomen vode

Biološki pomen vode je odvisen od fizikalnih lastnosti vode. Ker ima voda lastnosti topila, ji to omogoča, da je transportno sredstvo za polarne topljence. Primeri tega so spiranje soli v jezera in morja, transport po krvi in limfi v večceličnih živalih ter odstranjevanje odpadkov presnove (kot sta amoniak in sečnina v urinu). Kohezijske in adhezijske lastnosti vode vplivajo na njeno viskoznost, da je primerno mazivo v bioloških sistemih. Primeri tega so sklepna oz. sinovialna tekočina, plevralna tekočina in sluz. Sorazmerno šibke posamezne vodikove vezi omogočajo, da se lahko vodne molekule gibljejo, kar omogoča osmozo. Voda je tudi prozorna, zaradi česar prepušča vidno svetlobo in s tem omogoča fotosintezo ter z njo povezane prehranjevalne verige.<sup>[1]</sup>

Velika specifična toplota omogoča živim organizmom termostabilnost in manjšo občutljivost na poškodbe zaradi sprememb okolne temperature. Visoka izparilna toplota pa omogoča živim organizmom močno ohlajanje z relativno majhno izgubo vode; tako se ohlajajo sesalci z znojenjem, plazilci s sopenjem ter listi rastlin s transpiracijo. Zaradi hlapnosti voda lahko kroži preko izhlapevanja, transpiracije in

padavin. Spreminjanja gostote vode ob zmrzovanju omogoča kroženje vode v velikih vodnih kotanjah in s tem kroženje hranilnih snovi.<sup>[1]</sup>

Transpiracija omogoča neprekinjeni steber vode v rastlinah, ki se dviga po ksilemu zaradi kohezijskih sil med vodnimi molekulami in zaradi privlaka med vodo in stenami ksilemskih žil, s čimer dobijo vršički rastlin in listi vodo in ione; temu toku pravimo transpiracijski tok.<sup>[2]</sup> Posledica kohezijskih sil med vodnimi molekulami je težka stisljivost vode, zaradi česar služi voda tudi kot oporno sredstvo. Biološki primeri so hidrostatsko ogrodje (npr. pri deževniku), turgorski tlak v rastlinskih celicah, amnionska tekočina, ki podpira in ščiti plod pri sesalcih, pa tudi splošno okolje, ki podpira velike vodne živali (npr. kit).<sup>[1]</sup>

Voda ima veliko vlogo pri presnovi, saj sodeluje neposredno npr. kot reagent, natančneje kot vir vodika za redukcijo pri fotosintezi, ter pri hidrolizi makromolekul v njihove podenote (npr. pri prebavi), in je tudi medij, v katerem potekajo vse biokemične reakcije.<sup>[1]</sup>

## **Pitna voda**



## Pomen vode za življenje na Zemlji

- Fiziološki pomen, ki se kaže v omogočanju funkcioniranja organizma.
- Higijenski pomen, kar pomeni, da vodo uporabljamo kot sredstvo za vzdrževanje higiene. Za higijenske potrebe porabimo mnogo več vode kot za fiziološke.
- Ekonomski pomen – velike količine vode se uporabijo v industriji, prometu, kmetijstvu in drugih gospodarskih panogah. Prav tako je voda pomembna kot izvor in prenosnik energije ali kot hladilno sredstvo.

Človek dnevno potrebuje za minimalne fiziološke potrebe 1,5–3 l vode (za pitje in kuhanje), seveda odvisno od letnega časa. Pri načrtovanju preskrbe s pitno vodo iz vodovoda je potrebno zagotoviti približno 150 l dnevno na osebo. Čim večje je mesto oz. kraj, večja je poraba vode, in sicer dnevna poraba vode na osebo lahko doseže tudi 250–300 ali celo več litrov.

### PORABA VODE NA DAN PRI ODRASLEM ČLOVEKU:

NAMEN UPORABE	KOLIČINA VODE v l
Pitje in kuhanje	4
Telesna nega	10
Kopanje in prhanje	55
Pranje perila	25
Pomivanje posode	8
Izplakovanje WC	32
Čiščenje stanovanj	7
Ostalo(vrt,avto)	9
Skupaj	150

V povprečju porabi vsak Slovenec okrog 150 l vode dnevno. V ta namen uporabljamo čisto pitno vodo, čeprav je v resnici popijemo le kakšna 2–3 l. Velik del bi bilo mogoče nadomestiti z ustrezno zbrano ali predelano vodo in na ta način bi zavarovali zaloge pitne vode v naši podtalnici!!!

### PORABA VODE NA DAN PRI ŽIVALIH:

Žival	KOLIČINA VODE v l
Konj	50
Krava	40
Svinja	12
Ovca	8
Kokoš	0,3

## Onesnaževanje vod

- Mikrobiološka kontaminacija – voda se s pritekanjem s površja onesnaži z mikroorganizmi, ki se potem prenašajo do končnega potrošnika. V primeru, da gre za patogene mikroorganizme, lahko pride do hidrične epidemije – v kratkem času zboli veliko število ljudi.
  - Mikrobiološko onesnažena voda prenaša mikroorganizme, ki so povzročitelji hidričnih obolenj in epidemij kot so tifus, paratifus, kolera, bacilarna in amebna griža, leptospiroza, epidemični hepatitis itd. Lahko je kontaminirana z jajčeci črevesnih parazitov ali s cistami protozojev, ki povzročajo okužbe ljudi in živali.
- Kemična kontaminacija – postaja vse bolj aktualen problem. Mnoge anorganske in organske snovi so nepogrešljive v vsakdanjem življenju in se uporabljajo v velikih količinah. Nekatera kemična sredstva so škodljiva direktno, nekatera pa se v organizmu akumulirajo in pozneje delujejo škodljivo. Sem spadajo: detergenti in čistila, pesticidi, umetne mase, barve, olja.
- Radioaktivna kontaminacija – v sodobnem času je možna zaradi uporabe nuklearne energije – jedrske elektrarne, rentgenske aparature, specialni laboratoriji v medicini in biologiji, industrija, znanstvene raziskave.

## KMETIJSTVO IN PITNA VODA

Intenzivno izkoriščanje tal v kmetijstvu in nestrokovno odstranjevanje odpadnih vod, nastalih pri masovni živinoreji, sta dva temeljna vzroka za obremenitev podtalnice. Vzroki za onesnaženje so:

- prevelika uporaba gnojil in zaščitnih sredstev
- omejevanje na nekaj pridelkov in sejanje monokultur
- prevelika mehanizacija
- masovna živinoreja
- velike količine gnojnice
- intenzivno namakanje
- izpiranje mineralnega dušika in fitofarmaceutskih sredstev v podtalnico

## KAJ LAHKO NAREDIMO SAMI?

### VARČEVANJE Z VODO V GOSPODINJSTVU:

- Ne zatesnjene vodne pipe in straniščne splakovalnike je mogoče z nekaj gibi popraviti. Skozi curljajočo pipo lahko dnevno odteče do 17 l pitne vode.
- Izplakovalniki s tipko za prekinitve porabijo do 70% manj vode. Tudi stare kotličke je mogoče prenoviti.
- Boljše je prhanje kot kopanje, ker pri tem porabimo manj vode.
- Voda v kopalnici in kuhinji naj ne teče po nepotrebem.
- Kadar kupujete pomivalni ali pralni stroj, bodite pozorni na porabo vode. Razlike med aparati so precejšnje.
- Vrt zalivajte z deževnico iz soda.

Avtomobil operite v avtopralnici Varna pitna voda nam omogoča življenje in predstavlja enega izmed osnovnih pogojev zdravja. Čeprav je tako dragocena dobrina, jo pre pogosto dojemamo kot nekaj danega. Tudi pomen stalnega nujnega preventivnega delovanja za zagotavljanje njene količine in kakovosti je neredko spregledan.

V formalnem smislu je voda določena kot pitna z namenom uporabe: voda, namenjena pitju, kuhanju, pripravi hrane ali za druge gospodinjske namene in vsa voda, ki se uporablja v proizvodnji in prometu živil. Ustrezati mora minimalnim predpisanim zahtevam. Potrebna pa nam je še za marsikaj drugega, ne nazadnje za zabavo, kot okras, ustvarja nam razpoloženje. Pri vsakem srečanju z vodo se moramo zavedati, da je njena trenutna funkcija le del kroženja vode v naravi. Del tega kroženja poteka tudi v našem telesu, naših domovih, tovarnah... S kroženjem voda prenaša in razširja po živem in neživem svetu tudi nevarne snovi; tako prihajamo v stik z mikroorganizmi, kemikalijami ipd.

Javno zdravstvene zahteve v zvezi s pitno vodo so: vedno, vsem, kjerkoli, zadosti kakovostno in poceni. Za doseg te ciljev je treba oblikovati sistematičen pristop v vseh fazah od načrtovanja, zagotavljanja in spremljanja oskrbe s pitno vodo. Elemente teh načel je treba vgraditi tudi v pravne predpise.

Predpis, ki ureja kakovost pitne vode, je Pravilnik o pitni vodi. Pravilnik je usklajen z ustrežno direktivo Evropske unije. Kakovost mora biti pod stalnim nadzorom. Po naši zakonodaji je ta nadzor dvojni: notranji in zunanji. Notranji nadzor zagotavlja upravljavec vodovoda: ta nadzor mora biti urejen na osnovah HACCP sistema, kar pomeni, da je treba vodo spremljati od zajema do porabe; nadzor zagotavlja stalen visok nivo varnosti pitne vode, ki ga samo z vzorčenjem ne bi mogli zagotoviti. Zunanji nadzor izvaja država in ga imenujemo monitoring oz. spremljanje. Izvaja se po vnaprej pripravljenem letnem programu, ki ga potrди minister za zdravje.

Pri spremljanju kakovosti pitne vode razdelimo parametre na mikrobiološke, kemijske in fizikalne. Zaradi najpogostejših akutnih posledic je največja pozornost posvečena mikrobiološkemu parametru. Kemijske snovi so običajno prisotne v nižjih koncentracijah in so predvsem povezane z možnimi kroničnimi učinki. Pri vsaki detekciji pa moramo seveda, poleg neposrednih nevarnosti, ki jih lahko posamezna presežena vrednost parametra povzroča, pretehtati tudi indikatorski pomen pojava in seveda dinamiko, ali gre za enkratni pojav, stalen pojav, naraščanje itd. Odstopanja bodo vedno s seboj prinašala zdravstvena tveganja. Zdravstvena tveganja bomo bolje razumeli in jih reševali, če bomo pitno vodo bolje spoznali. Zavedati pa se moramo, da je ocena posameznega vzorca le odsev trenutka, za oceno dejanskega stanja je potrebno stalno spremljanje.

V Sloveniji imamo za oskrbo s pitno vodo preko 1000 vodovodnih sistemov, ki skupaj oskrbujejo preko 90 % prebivalcev. Kot značilnost lahko navedemo veliko število majhnih vodovodov, ki pa oskrbujejo v celoti majhen delež prebivalcev. Mali vodovodi imajo pogosto pomanjkljivosti, ki se odražajo na slabši kakovosti vode in so zato povprečni rezultati tudi zavajajoči.

## O POSAMEZNIH PARAMETRIH

### MIKROBIOLOŠKI PARAMETRI

Pitna voda ne sme vsebovati mikroorganizmov, parazitov in njihovih razvojnih oblik v številu, ki lahko predstavlja nevarnost za zdravje ljudi. Bakteriološka preskušanja nam pokažejo obseg in stopnjo fekalne ali druge onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. Zato v pitni vodi rutinsko določamo bakterije: fekalne (*Escherichia coli*, enterokoki), ki imajo izvor v človeških in/ali živalskih iztrebkih in indikatorske (*Clostridium perfringens* s sporami, koliformne bakterije, število kolonij pri 22 °C in pri 37 °C), v embalirani pitni vodi pa še bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Viruse in parazite določamo v posebnih primerih, npr.: ob epidemiološki indikaciji, pri raziskavah.

#### Bakterije

Zaradi možnih akutnih posledic, je obvladovanje mikroorganizmov v pitni vodi na prvem mestu po pomenu za zdravje. Mikrobiološki parametri nam pokažejo obseg in stopnjo fekalne ali druge onesnaženosti pitne vode z mikroorganizmi. V pitni vodi rutinsko določamo fekalne bakterije (*Escherichia coli*, enterokoki), ki imajo izvor v človeških in/ali živalskih iztrebkih in indikatorske bakterije (*Clostridium perfringens* s sporami, koliformne bakterije, število kolonij pri 22 °C in pri 37 °C), v embalirani pitni vodi pa še bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Rezultate ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov. Ker je prisotnost bakterij lahko vzrok akutnih zdravstvenih posledic, je treba včasih do ureditve razmer vodo tudi prekuhavati.

#### **Clostridium perfringens (vključno s sporami)**

Sporogene bakterije, ki so običajno prisotne v blatu, vendar v manjšem številu kot *E. coli*. Njihov izvor je lahko tudi v okolju. Spore prežive v vodi dolgo časa in so odporne na dezinfekcijska sredstva. Če jih najdemo skupaj z *E. coli* ocenjujemo to kot svežo kontaminacijo, če so sami ali z enterokoki brez *E. coli*, je onesnaženje staro in urgentno manj pomembno. V filtrirani vodi kažejo na napake v postopku filtracije. Iščemo jih v pitnih vodah, ki imajo stik s površinsko vodo. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) je *Clostridium perfringens* (vključno s sporami) uvrščen v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Določena mejna vrednost za *Clostridium perfringens* (vključno s sporami), v pitni vodi je: 0/100 ml.

## **Enterokoki**

Bakterije, ki so prisotne v črevesju oz. v blatu ljudi in živali. Upoštevamo jih kot zanesljive fekalne indikatorje. V vodi se ohranijo dlje časa kot E. coli, zato njihovo prisotnost v pitni vodi, v kateri drugih bakterij nismo ugotovili, ocenjujemo kot starejše fekalno onesnaženje. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) so enterokoki uvrščeni v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre. Mejna vrednost za enterokoke v pitni vodi je: 0/100 ml.

## **Escherichia Coli**

Bakterije, ki so vedno prisotne v človeškem in živalskem blatu (feces) v velikem številu ter posledično v odplakah in vodah, ki so onesnažene s fekalijami (človeka, domačih in divjih živali, uporaba v poljedelstvu). Prisotnost E.coli v pitni vodi zanesljivo dokazuje, da je bila voda fekalno onesnažena. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) so bakterije Escherichia coli uvrščene v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre. Mejna vrednost za E. coli v pitni vodi je: 0 /100 ml.

## **Koliformne bakterije**

Skupina različnih bakterij, ki jih najdemo ne samo v blatu, ampak tudi v okolju. Če v vzorcu pitne vode nismo potrdili tudi prisotnosti E.coli in/ali enterokokov, jih ne moremo uporabljati kot pokazatelje fekalnega onesnaženja. Preskus je uporaben za presojo onesnaženja z večjimi količinami organskih in anorganskih snovi iz okolja, ustreznosti priprave vode, onesnaženja po pripravi vode, poškodovanosti ali napak v omrežju ipd. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) so koliformne bakterije uvrščene v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Mejna vrednost za koliformne bakterije je: 0/100 ml.

## **Pseudomonas aeruginosa**

Bakterije, ki so na splošno prisotne v okolju. V vlažnem okolju lahko tvorijo biofilme in so zelo odporne na dodana dezinfekcijska sredstva. Njihovo ugotavljanje je smiselno za ocenitev splošnega higienskega stanja vodovodnega sistema oz. možnosti preživetja in razmnoževanja bakterij. Rutinsko jih iščemo v vodi namenjeni za pakiranje. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) so bakterije Pseudomonas aeruginosa uvrščena v Prilogo I, del A, med mikrobiološke parametre za vodo namenjeno za pakiranje. Mejna vrednost za P. aeruginosa v vodi namenjeni za pakiranje je: 0/250 ml.

## **Število kolonij pri 22oC**

S parametrom določamo število bakterij, ki so lahko v vodi prisotne kot normalna flora. Vsako nenadno povečanje v številu teh bakterij je lahko zgodnji pokazatelj motenj kjerkoli v celotnem sistemu za oskrbo s pitno vodo. Temperatura pomeni, pri kakšni temperaturi smo jih v laboratoriju inkubirali oz. da gre predvsem za bakterije nefekalnega porekla. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) je število kolonij pri 22°C uvrščeno v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Mejna vrednost za število kolonij pri 22°C je po Pravilniku o pitni vodi "brez

neobičajnih sprememb". Mejna vrednost za rezultate iz monitoringa je za število kolonij pri 22°C dogovorjena kot: manj kot 100/ml.

### Število kolonij pri 37°C

S parametrom določamo število bakterij, ki podobno kot število kolonij pri 22°C kažejo na učinkovitost postopkov priprave vode, na razmnoževanje v omrežju zaradi zastojev ali povečane temperature, naknadnega vdora bakterij v sistem itd. Podatek nam pomeni izhodišče za oceno stanja celega sistema. V primerjavi s številom kolonij pri 22°C, nam število kolonij pri 37°C pomaga pri oceni, ali bi lahko šlo tudi za bakterije fekalnega porekla. Po Pravilniku o pitni vodi (Ur.l. RS št. 19/04, 35/04) je število kolonij pri 37°C uvrščeno v Prilogo I, del C, med indikatorske parametre. Mejna vrednost za število kolonij pri 37°C je: manj kot 100/ml.

Zaradi možnih akutnih posledic je obvladovanje mikroorganizmov v pitni vodi na prvem mestu po pomenu za zdravje.

Preprečevanje bolezni, ki jih povzroča mikrobiološko onesnaženje pitne vode zajema preprečevanje kontaminacije na viru in med distribucijo ter ustrezno pripravo vode, vključno z dezinfekcijo; najuspešnejši način je sistem večkratnih ovir.

Mikrobiološko neskladnost ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

V kolikor ocenimo, da gre pri ugotovljeni bakteriološki neskladnosti za fekalno onesnaženje pitne vode, taka voda ogroža zdravje ljudi. Brez ustrezne priprave voda ni primerna za uporabo kot pitna voda. Upravljavec mora čimprej ugotoviti vzroke neskladnosti preskušanega parametra in izvesti ukrepe za odpravo. S pregledom celega sistema za oskrbo s pitno vodo, mora preveriti njegovo stanje in ukrepati v skladu z ugotovitvami. Do ureditve ustreznih postopkov priprave vode oziroma odprave vzrokov neskladnosti je potrebno prekuhavanje pitne vode pri uporabi za pitje, kuhanje in pripravo hrane (ukrep omejitve). Upravljavec mora o ukrepu obvestiti uporabnike in jim posredovati navodilo o prekuhavanju pitne vode.

V kolikor ocenimo, da pri ugotovljeni bakteriološki neskladnosti ne gre za fekalno onesnaženje pitne vode ali je to manj verjetno, potem na podlagi rezultata posameznega vzorca ne moremo predlagati ukrepa prekinitve ali omejitve uporabe pitne vode. Upravljavec mora takoj ugotoviti vzroke neskladnosti preskušanih parametrov pitne vode ter s pregledom celega sistema za oskrbo s pitno vodo preveriti njegovo stanje in ukrepati v skladu z ugotovitvami.

Ustreznost izvedenih ukrepov mora upravljavec preveriti z laboratorijskim preskušanjem vzorca vode.

## **Virusi**

Najpomembnejši virusi, ki se prenašajo z vodo so tisti, ki se razmnožujejo v prebavnem traktu človeka in izločajo z blatom (enterični virusi). Čeprav se zunaj celic gostitelja virusi ne morejo razmnoževati, nekateri preživijo v okolju in ostanejo infektivni. Vsi ti virusi so bolj odporni na dezinfekcijska sredstva od E.coli. Rutinsko jih v pitni vodi ne iščemo, pač pa, če to narekujejo epidemiološke razmere.

## **Paraziti**

Z vodo se lahko prenašajo številni paraziti. Večina tvori ciste oz. oociste, ki so zelo odporne na običajne oblike dezinfekcije, nekatere je težko odstraniti tudi s filtracijo. Ciste oz. oociste parazitov lahko v pitni vodi preživijo zelo dolgo. Zaradi njihove večje rezistence na dezinfekcijska sredstva od E. coli, odsotnost E. coli ni zanesljiv pokazatelj njihove odsotnosti. Boljši indikatorji prisotnosti parazitov v vodi so spore Clostridium perfringensa. Parazitov v pitni vodi rutinsko ne določamo.

## **FIZIKALNO KEMIJSKI PARAMETRI**

### **Aluminij**

Aluminij je najbolj razširjena kovina v zemeljski skorji. V pitni vodi je lahko prisoten primarno, predvsem pa sekundarno zaradi dodajanja aluminijevih soli, ki se uporabljajo kot koagulant v pripravi pitne vode. Pri nepravilni uporabi lahko pride do izločanja in posledično sprememb v barvi in motnosti vode. V zvezi z učinki na zdravje poudarjajo predvsem njegovo potencialno strupenost za živčevje. Mejna vrednost 200 µg/l je bila postavljena kot kompromis med uporabo aluminijevih spojin pri pripravi vode in možnimi organoleptičnimi spremembami, velja pa priporočilo, da naj bodo koncentracije čim nižje. Povišane koncentracije aluminija v pitni vodi kažejo predvsem na neustrezno pripravo vode. Da bi bile koncentracije v pitni vodi čim nižje, je treba natančno upoštevati postopke, s katerimi to dosežemo.

### **Amonij**

Amoniak se zelo dobro topi v vodi in pri reakciji z vodo nastane amonijev ion (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ki ga določimo pri preskušanju vode in ga imenujemo amonij. V okolju je posledica komunalnega, kmetijskega in industrijskega onesnaženja. Koncentracija amonija v pitni vodi, ki je višja od koncentracije amonija geogenega porekla je lahko indikator svežega fekalnega onesnaženja. Prisotnost amonija v vodi vpliva na njen okus in vonj. V pitni vodi je uvrščen med indikatorske parametre, z mejno vrednostjo 0,50 mg/l. Presežena koncentracija v vodi po

pripravi običajno kaže, da postopek priprave anaerobne podzemne ali kontaminirane površinske vode ni pravilen.

## **Antimon**

Antimon je kovina, ki jo skupaj z drugimi kovinami najdemo v zemeljski skorji. Antimon v pitni vodi je lahko naravnega izvora ali pa izvira iz onesnaženja. Strupenost je odvisna od kemijske oblike ter poti vnosa (dihala, prebavila). V Pravilniku o pitni vodi je antimon uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi, 5,0 µg/l. Pomemben vir antimona v pitni vodi je njegova migracija iz elementov instalacije, kjer nadomešča svinec, zato je v smislu nadzora lokalnih koncentracij v pitni vodi pomemben nadzor kakovosti vgrajenih materialov.

## **Arzen**

Arzen je v različnih spojinah prisoten v zemeljski skorji in je zaradi tega v nekaterih delih sveta stalno prisoten v vodi, zlasti podzemni. Arzen ni esencialni element za človeka. Glavni vnos je preko rib in mesa ter vode oz. pijač. Delež vnosa v telo preko pitne vode narašča z naraščanjem koncentracije arzena v pitni vodi. Vnos z vodo preko kože in dihal ni pomemben. Večletno uživanje arzena s pitno vodo je bilo povezano s spremembami na koži, rakom kože in drugimi raki npr.: mehurja in pljuč, žilnimi in živčnimi obolenji. Po IARC je razvrščen v skupino 1 (zadosti dokazov za rakotvornost pri ljudeh). Za otroke ali nosečnice arzen ne predstavlja večjega tveganja za zdravje kot za druge prebivalce. Mejna vrednost v pitni vodi je 0,10 µg/l. Do ureditve skladnosti naj ljudje uživajo za pitje in pripravo hrane embalirano vodo.

## **Atrazin in metabolita desetilatrazin ter desizopropilatrazin**

Atrazin je triazinski neselektivni organski herbicid, ki so ga uporabljali za zatiranje večine širokolistnih plevelov in trav v kmetijstvu in nekmetijski dejavnosti. V Sloveniji je v celoti prepovedan od leta 2003. Mednarodna agencija za raziskavo raka (IARC) uvršča atrazin v 3. skupino (na podlagi dostopnih podatkov ni možna uvrstitev med rakotvorne snovi za ljudi). V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št.: 19/04, 35/04, 26/06 in 92/06) je atrazin uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi, 0,10 µg/l, ob upoštevanju previdnostnega principa. SZO je glede tveganja za zdravje določila sprejemljivo mejno vrednost za pitno vodo, 2 µg/l. Desetilatratin in desizopropilatrazin sta relevantna metabolna in razgradna produkta atrazina. Zanju veljajo enaki toksikološki zaključki in enake zahteve, kot za atrazin. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira; možna rešitev je tudi zamenjava vira pitne vode. Dolgoročno je potrebno preventivno delovanje glede uporabe fitofarmaceutskih sredstev.

## **Azbest**

Azbest je v pitni vodi lahko izvira primarno iz rudnin, ki ga vsebujejo, industrijskih odpadkov, onesnaženega zraka in sekundarno iz cevi vodovodnega omrežja (odvisno od agresivnosti vode, starosti in poškodb, sprememb tlakov v omrežju ipd.). Azbest je dokazano rakotvoren za človeka pri vdihavanju. Po mnenju Svetovne zdravstvene organizacije uživanje preko pitne vode nima dokazanih zdravstvenih učinkov. Do pridobitve kvantitativnih podatkov kakršnikoli ukrepi, razen tistih, ki so določeni z zakonodajo, niso prednostni.

## **Bentazon**

Bentazon je širokospektralni herbicid. V naravnih pogojih hitro razpade v zgornjih slojih zemlje. Izplavlja se v podtalno vodo; najdemo ga tudi v površinskih vodah. Poskusi na živalih kažejo, da ni rakotvoren, drugi testi pa, da ni genotoksičen. V Pravilniku o pitni vodi je bentazon uvrščen v Prilogo I, del B med pesticide, kjer je določena mejna vrednost za vsak posamezen pesticid v pitni vodi, 0,10 µg/l ob upoštevanju previdnostnega principa. Svetovna zdravstvena organizacija je glede tveganja za zdravje izračunala zdravstveno pogojeno vrednost za bentazon v pitni vodi, ki znaša 300 µg/l. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira.

## **Bor**

Bor se v naravi nahaja v različnih kemijskih oblikah. Uporablja se v industriji stekla, detergentov, v sredstvih za gašenje, farmaciji, kot pesticid, v umetnih gnojilih, kozmetiki itd. Njegov glavni vir v vodi so kamnine odkoder se raztaplja ali pa odpadne vode (detergenti). Največji vnos je preko živil, zlasti sadja in zelenjave. Kaže, da v običajnih prehranskih količinah vpliva na presnovo in uporabo ostalih hranil zlasti kalcija. Visok vnos se kaže s prebavnimi motnjami, kožnimi spremembami in motnjami s strani centralnega živčnega sistema. V Pravilniku o pitni vodi je bor uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi 1,0 mg/l.

## **Celotni organski ogljik - TOC in oksidativnost**

Celotni organski ogljik - TOC in oksidativnost sta parametra s katerima ugotavljamo prisotnost oz. koncentracijo organskih snovi v pitni vodi. Organske spojine v pitni vodi lahko predstavljajo direktno ali indirektno tveganje za zdravje. Parametra sta uvrščena med indikatorske parametre in sprememba v

vrednostih kaže na morebitno onesnaženost pitne vode. Vrednost ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

### **Diklobenil in metabolit 1,2-diklorobenzamid**

Diklobenil je herbicid za zatiranje plevela in trav na kmetijskih in drugih površinah. Iz površinske vode in zemlje hitro izhlapeva. Razpolovna doba v aerobnih pogojih v vodi je 2-3 dni, zemlji več kot 46 tednov, v anaerobnih pogojih 3 leta. Glavni metabolit je 2,6-diklorobenzamid. Ameriška agencija za okolje razvršča diklobenil kot možen karcinogen za ljudi. V Pravilniku o pitni vodi sta uvrščena v Prilogo I, del B, med pesticide, kjer je določena mejna vrednost za posamezni pesticid v pitni vodi, 0,10 µg/l. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira.

### **Električna prevodnost**

Električna prevodnost pitne vode je lastnost vode, da prevaja električni tok. Odvisna je od prisotnosti ionov v vodi: od njihove koncentracije, gibljivosti in naboja ter od temperature vode ob merjenju. Enota za električno prevodnost je mikro Siemens na cm (µS/cm). Električna prevodnost je indikatorski parameter in njena sprememba kaže na morebitno onesnaženost pitne vode. Vrednost oziroma spremembo električne prevodnosti ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

### **Klorid**

Kloridi v pitni vodi so lahko naravnega izvora, lahko pa so iz odpadnih voda, so posledica soljenja cest ali uporabe gnojil, vdora slanice. V pitni vodi so lahko tudi posledica priprave vode. Kloridi so eni glavnih anionov v telesu, in so nujni za normalno delovanje organizma. Glavni vir vnosa za ljudi je preko soli v hrani. Koncentracije, ki presegajo 250 mg/l lahko dajejo vodi okus in so daleč pod tistimi, ki bi lahko imele zdravstvene učinke. Ob povišanih koncentracijah jih ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

### **Koncentracija vodikovih ionov (pH vrednost)**

S pH vrednostjo vode izražamo stopnjo kislosti oz. bazičnosti vode. Ekstremne vrednosti v pitni vodi so lahko posledica nezgod, napak v pripravi vode ali sproščanja iz materialov v stiku z vodo (npr. cementne cevi). Neposredna izpostavljenost ekstremnim vrednostim pH povzroča draženje oči, sluznic in kože

ter okvaro tkiva, posredno pa pH vrednost vpliva na korozijo materialov v stiku z vodo, postopke priprave vode in zlasti na učinkovitost dezinfekcije. Za pitno vodo je določena mejna vrednost med 6,5 in 9,5. Ob zaznanih spremembah je potrebno takojšnje ugotavljanje in posledično odpravljanje vzrokov. V kolikor pH doseže vrednosti pri porabniku manj kot 4 ali več kot 11 je potrebna prekinitve dobave pitne vode.

## **Mangan**

Je eden od najbolj razširjenih elementov v zemeljski skorji in nujen element za življenje. Med ljudmi obstajajo velike razlike v dnevni potrebi in reakcijah nanj. Zdravstvene posledice so možne, če ga vnesemo premalo ali preveč. V podtalnici je raztopljen, ob stiku s kisikom iz zraka se izloči kot temno rjavo črni oksid, ki obarva perilo oz. sanitarno in kuhinjsko opremo ter daje vodi, predvsem pa pijačam tuj okus. Mangan tako torej predstavlja predvsem tehnično - estetski in ne zdravstveni problem. Zato je uvrščen med indikatorske parametre, z mejno vrednostjo 50 µg/l. Kot zdravstveno utemeljeno dopustno koncentracijo lahko upoštevamo vrednost 0,4 mg/l.

## **Mekoprop (MCP)**

Mekoprop (MCP) je klorofenoksi herbicid, ki se uporablja za zatiranje plevela v kmetijski in nekmetijski dejavnosti. Razpolovna doba je 7-8 dni pri 20 °C. V pitni vodi ga redko najdemo, koncentracije običajno ne presegajo nekaj µg/l. Mednarodna agencija za raziskavo raka uvršča klorofenoksi herbicide v 2B skupino (možno rakotvoren za ljudi). V kratkotrajnih in dolgotrajnih študijah na živalih, pri odmerkih več kot 1 mg/kg telesne teže na dan, so se pokazali škodljivi učinki na kri, povečana teža ledvic in jeter ter zmanjšano pridobivanje telesne teže. V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št.: 19/04, 35/04, 26/06 in 92/06) je uvrščen v Prilogo I, del B, kjer je določena mejna vrednost v pitni vodi, 0,10 µg/l. Svetovna zdravstvena organizacija je glede tveganja za zdravje določila sprejemljivo mejno vrednost za mekoprop v pitni vodi, 10 µg/l. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira.

## **Metolaklor**

Metolaklor je herbicid, ki se uporablja za zatiranje nekaterih plevelov v kmetijstvu, ob cestah, pri vzgoji okrasnih rastlin. V okolju ga lahko najdemo v zemlji, vodi in v zraku. Ljudje, ki mu niso poklicno izpostavljeni, lahko pridejo v stik z metolaklorom preko zraka in ostankov herbicida v hrani in pitni vodi. V visokih odmerkih prizadene različne organske sisteme. Ni uvrščen na seznam dejavnikov, ki povzročajo raka pri človeku (IARC). V Pravilniku o pitni vodi je metolaklor uvrščen v Prilogo I, del B med pesticide, kjer je določena mejna

vrednost za vsak posamezen pesticid v pitni vodi, 0,10 µg/l ob upoštevanju previdnostnega principa. Svetovna zdravstvena organizacija je določila mejno vrednost 10 µg/l v pitni vodi. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira; možna rešitev je tudi zamenjava vira pitne vode. Dolgoročno je potrebno preventivno delovanje glede uporabe fitofarmaceutskih sredstev.

## **Motnost**

Motnost vode je pokazatelj prisotnosti delcev, velikosti od 1nm do 1mm, izražamo jo v NTU (nefelometrične turbidimetrične enote). Delce tvorijo anorganske in organske snovi ter mikroorganizmi. Motnost je eden od parametrov, ki sam pove zelo malo, zato spremembe motnosti ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov. Pomaga pri globalni oceni kakovosti vode, je pomemben parameter v procesu nadzora, priprave in distribucije vode.

## **Natrij**

Natrij v pitni vodi je lahko naravnega izvora, lahko pa je iz odpadnih voda, je posledica soljenja cest ali uporabe gnojil, vdora slanice. V pitni vodi je lahko tudi posledica priprave vode. Natrij je eden glavnih kationov v telesu, in je nujen za normalno delovanje organizma. Glavni vir vnosa za ljudi je preko soli v hrani. Koncentracije, ki presegajo 200 mg/l lahko dajejo vodi okus in so pod tistimi, ki bi lahko imele zdravstvene učinke. Ob povišanih koncentracijah v pitni vodi ga ocenjujemo v povezavi z vrednostmi ostalih parametrov.

## **Nitrati in nitriti**

Gre za naravno obliko dušika v okolju. Nitrati in nitriti se pojavljajo tudi kot posledica človekove dejavnosti: uporaba umetnih in naravnih gnojil, nahajajo se v komunalnih odplakah, uporabljajo se v industriji. V vodi so dobro topni. Ljudje smo nitratom in nitritom izpostavljeni preko hrane in vode. Najbolj znan škodljiv učinek nitratov oz. nitritov na zdravje je pojav methemoglobinemije, kjer je moten prenos kisika po telesu. Zaradi posebnosti v razvoju so najbolj ogroženi dojenčki do 6 mesecev starosti, predvsem zalivančki. Mejna vrednost je 50 mg/l za nitrat (NO<sub>3</sub>) in 0,50 mg/l za nitrit (NO<sub>2</sub>).

## **Okus, vonj in barva**

Spremembe okusa, vonja in barve vode na pipi lahko kažejo na stik s površinsko vodo, na pripravo vode, poškodbo cevovoda in kontaminacijo ali dviganje usedline v distribucijskem sistemu. Če se pojavi sprememba okusa, vonja, barve (organoleptičnih parametrov), je potrebno ugotoviti vzrok. Dokler se ne ugotovi

vzroka in vpliva na zdravje ter ustrezno ne ukrepa, taka voda ni primerna za pitje (omejitev uporabe vode kot živila).

### **Primisulfuron-metil**

Primisulfuron-metil je sulfonilsečninski herbicid, ki se uporablja za zatiranje širokolistnega plevela v kmetijstvu. Razpolovna doba razgradnje v prsti je 1 do 3 mesece, hitrejša je v aerobnih in kislih pogojih. Je blago toksičen pri uživanju, vdihavanju in preko kože, draži oči, v stiku s kožo ne povzroča preobčutljivosti. Ameriška agencija za okolje (EPA) je ocenila, da ni teratogen, mutagen, rakotvoren, ne vpliva na razmnoževanje. EPA je določila sprejemljivi dnevni vnos 0,25 mg/kg telesne teže na dan, pri katerem, pri dolgotrajni izpostavljenosti, ne pričakujemo škodljivih učinkov na zdravje. V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št.: 19/04, 35/04, 26/06 in 92/06) je uvrščen v Prilogo I, del B, med pesticide, za katere je določena mejna vrednost za vsak posamezni pesticid v pitni vodi, 0,10 µg/l. Po metodologiji Svetovne zdravstvene organizacije lahko izračunamo sprejemljivo mejno vrednost za pitno vodo, ki znaša nekaj mg/l. Ukrepi za zmanjšanje koncentracije pesticidov v pitni vodi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro in zaščito vodnega vira.

### **Sulfat**

Sulfati so naravno prisotni v mnogih kamninah; v okolje pridejo tudi preko odpadkov oz. odplak in iz atmosfere. Glavni vnos za človeka je preko hrane. Uvrščen je med indikatorske parametre. Pri koncentracijah nad 250 mg/l je lahko vzrok okusa vode. Pri koncentracijah nad 1000 mg/l ima prehodno odvajalno delovanje na črevesje. V primeru spremenjenega okusa ali prehodnega odvajalnega učinka na črevesje naj zlasti občutljivi ne uživajo take vode. temveč drugo.

### **Svinec**

Poglavitni vir svinca v pitni vodi je v hišnem omrežju, npr. v starejših objektih kjer so ga uporabljali za cevi ali pri izvedbi stikov cevi, pri ventilih ipd. Svinec ni nujen za življenje, pač pa deluje akutno ali kronično strupeno. Dojenčki in otroci so najbolj občutljiva skupina. Svinec je lahko vzrok za trajne nevrološke in psihološke spremembe. V Pravilniku o pitni vodi (Ur. l. RS št.: 19/04 in 35/04) je določena mejna vrednost 25 µg/l (do leta 2013). Individualno je potrebna omejitev uporabe in nadomestna oskrba za ogrožene skupine (dojenčki, otroci do 6 leta in nosečnice) s predpakirano (embalirano) pitno vodo pri koncentracijah, ki presegajo 10 µg/l. Vnos svinca preko pitne vode na individualni ravni lahko znižamo tudi s pomočjo režima uporabe vode. Trajna rešitev je zamenjava kritičnih elementov omrežja.

## **Trihalometani (THM)**

THM nastajajo kot stranski produkt dezinfekcije pitne vode, pri reakciji klora z naravno prisotnimi organskimi snovmi (npr.: huminske in fulvinske kisline). Izbrane spojine THM za pitno vodo so: triklorometan (kloroform), tribromometan (bromoform), dibromoklorometan in bromodiklorometan. THM lahko obravnavamo tudi kot indikator za ostale stranske produkte kloriranja. V pitni vodi je prisoten predvsem kloroform. Najpogosteje opazovani toksični učinek kloroforma pri ljudeh je poškodba jeter in ledvic. V Pravilniku o pitni vodi je določena zgornja mejna vrednost za "trihalometani - vsota", ki je 100 µg/l. Glede na direktivo EU lahko začasno dopustimo koncentracijo do 150 µg/l. Ukrepi morajo biti usmerjeni primarno v izbiro vodnega vira oz. zmanjšanje prekurzorjev v vodi. Možno je izbrati drug način dezinfekcije ali priprave vode.

## **Trikloroeten**

Trikloroeten (tudi trikloroetilen) se uporablja kot topilo oz. čistilo in se v okolju (v zraku, vodi in zemlji) pojavlja kot onesnaženje iz proizvodnje, uporabe ali odpadkov. Trikloroetenu so ljudje izpostavljeni predvsem na delovnem mestu preko dihal. V telo vstopa z onesnaženo pitno vodo preko prebavil; pitna voda je lahko vir vstopa tudi preko dihal npr.: pri tuširanju ali preko kože npr.: pri kopanju. Ogroženi organi so jetra, ledvice, srce in živčevje. Učinki so odvisni od koncentracije in časa izpostavljenosti. Mejna vrednost za trikloroeten v pitni vodi je določena skupaj s tetrakloroetenom, vsota obeh skupaj ne sme presegati 10 µg/l. Odstranjevanje trikloroetena iz pitne vode je možno, vendar morajo biti vsi naporji usmerjeni v to, da se v vodi ne pojavi, sicer so potrebne omejitve uporabe.

## **Železo**

Železo je ena izmed najbolj razširjenih kovin v zemeljski skorji in je za človeka esencialni element. Najdemo ga v številnih naravnih vodah. V pitni vodi je lahko prisotno kot posledica priprave vode ali korozije vodovodnega omrežja. Prisotnost železa v vodi vpliva na njen okus, barvo in vonj. Uvrščeno je med indikatorske parametre, z mejno vrednostjo 200 µg/l. Kot zdravstveno utemeljeno dopustno koncentracijo lahko upoštevamo 2 mg/l. Ob zaznanih spremembah organoleptičnih lastnosti pitne vode oz. laboratorijsko ugotovljenih preseženih vrednostih železa, je potrebno takojšnje ugotavljanje in posledično odpravljanje vzrokov (surova voda, priprava pitne vode, korozija cevi).