

NIJZ

Nacionalni inštitut
za **javno zdravje**

TRIHALOMETANI V KOPALNI VODI V BAZENIH

**IVANKA GALE, dr. med.
spec. hig. in javnega zdravja**

11. POSVET KEMIJSKA VARNOST ZA VSE, PTUJ 29. 05. 2019

NAMEN KOPANJA

rekreacija, šport, počitek, razvedrilo, terapija, vzgoja,

Kopanje ima izjemno korist za zdravje:

- KREPITEV ZDRAVJA
- VAROVANJE ZDRAVJA

Spodbujati! → Zagotoviti je treba:

- ***Higieno***
- ***Varnost***

TVEGANJA ZA ZDRAVJE

Vrste :

- ◆ Mikrobiološka
- ◆ Kemijska
- ◆ Poškodbe, utopitve
- ◆ Temperatura
- ◆ UV žarki

Tveganja so:

- znana
- predvidljiva
- obvladljiva

Upravljanje/vzdrževanje:

- ✓ higiena
- ✓ varnost

OBVLADOVANJE neželenih vplivov okolja na zdravje:

Ukrepi za nadzor tveganja za zdravje:

- upravljavec (notranji nadzor)
- obiskovalec / kopalec

Notranji nadzor:

Načrt zagotavljanja varnosti kopalne vode; učinkovitost, zmanjšanje tveganja

- kemijski dejavniki tveganja
- fizikalni dejavniki tveganja
- biološki dejavniki tveganja

Obvladovati tveganja, zagotoviti varnost in higieno:

- predpisi
- standardi
- dobre prakse

Faktorji, ki vplivajo na tveganje

Kopalna voda: čas, temperatura (podhladitev), zaužita voda, preobremenjenost kopališča, izredni dogodki v vodi, aktivnosti ...

Površine: bazenska ploščad, objekti in naprave, vodne atrakcije (tobogani, plezala nad vodo, naprave za skoke v vodo)

Zrak: aerosol (mikroorganizmi, snovi v zraku)

Gostitelj: imunska odpornost, starost, genetski, drugo

Kopalna voda: izvor onesnaženja v bazenih

Polnilna voda:

pitna voda

morska voda

Mineralna voda

Priprava kopalne vode:

dodane snovi (ostanki)

reakcijski produkti dodanih snovi

Kopalci:

vnos snovi v bazen je stalen

odvisno od števila kopalcev

Okolje:

bazeni na prostem (prah, trava, pesek)

živali (mačke)

sanitarije, garderobe, oprema, igrala

Priprava kopalne vode

- Ostanke po pripravi:

 - Cianurna kislina (če se uporablja kloroizocianurati)

 - Ozon (če se uporablja ozon)

 - Aluminij (flokulacija, koagulacija)

 - Železo (flokulacija, koagulacija)

- Stranski produkti dezinfekcije (SPD):

Dezinfekcijsko sredstvo	Stranski produkti dezinfekcije
Klor/ hipoklorit	THM* , halogenirane očetne kisline, halogenirani acetoni, halo ketoni, kloral hidrat, kloropikrin, cianogenklorid, klorati, kloramini
Ozon	Bromati, aldehidi, ketoni, keto-kisline, karboksilne kisline, bromoform
Klorov dioksid	Klorit, klorat

* THM (kloroform, bromoform, bromodiklorometan, dibromoklorometan)

Trihalometani (THM)

Stranski produkt dezinfekcije kopalne vode (prostega klora in prekurzorjev)

THM - halogenirani ogljikovodiki (CHX_3 ; X = Br, F, J, Cl, komb.)

Metan (CH_4) - 3 H nadomestijo s halogenimi elementi:

kloroform (CHCl_3)

bromodiklorometan (CHBrCl_2)

dibromoklorometan (CHClBr_2)

bromoform (CHBr_3)

hlapni,
slabo topni,
težji od zraka.

TVORBA THM

Večja pri višji:

konc. prostega klora

konc. prekurzorjev

temperaturi

pH vrednosti

večji kontaktni - reakcijski čas

Glavna spojina THM:

- sladka voda - kloroform ($> \frac{3}{4}$)
- bromidni ion (morska, mineralna voda).

Izpostavljenost THM v bazenski vodi

6 let star otrok, 3 ure v vodi:

- stik s kožo - 60 %
- vdihavanje - 30 %
- uživanje - 10 %

Izpostavljenost je višja v dvoranskih kopališčih.

Povprečna stopnja dihanja: odrasli plavalci 1 m³/h, višja tekmovalci, nižja otroci.

Šest let star otrok bi med plavanjem pri vdihu sprejel v usta in izpljunil 5 ml vode, 1 % bi je pri tem pogoltnil.

Med plavanjem je 1000 vdihov / uro:

- v 1 uri zaužijemo 50 ml vode.
- otroci med igranjem in potapljanjem do 500 ml vode
- tekmovalci zaužijejo 225 ml vode / učno uro.

Uživanje

Odvisno od:

izkušenosti, starosti, spola, spretnosti, vrste aktivnosti:

otroci 37 ml kopalne vode (fantki 45 ml, deklice 30 ml)

odrasli 16 ml kopalne vode (moški 22 ml, ženske 12 ml).

V najslabšem primeru bi otrok zaužil 100 ml kopalne vode

količina za oceno tveganja izpostavljenosti kemikalijam preko zaužite kopalne vode.

Uživanje je najmanj pomembna pot izpostavljenosti, razen za otroke - nenamerno užijejo večje količine kopalne vode.

Vdihavanje

Odvisno od:

konc. v zraku, vdihanega zraka, časa, aktivnosti, fiziologije, aerosola:

odrasli plavalci, obiskovalci, reševalci - **1 m³/h** - mešana aktivnost
tekmovalci več,
otroci manj.

Za oceno izpostavljenosti določiti tudi THM nad vodo.

Pri visokih konc. v vodi/zraku z vdihavanjem absorbira 87 % THM,
s kožo 22 %.

Konc. kemikalij v zraku na prostem se pomembno razredči.

Vnos z vdihavanjem značilno bolj pomemben, kot skozi kožo in
pri uživanju (dvoranska kopališča!).

Koža

Absorpcija skozi kožo odvisna od:

površine kože, časa, temperature vode, koncentracije THM, prepustnosti kože.

Pri dolgotrajni izpostavljenosti je absorpcija za 10-20 % manjša.

V vročih bazenih naj bi bila absorpcija skozi kožo značilno večja zaradi višje temperature vode.

Pomen v pitni in kopalni vodi

➤ Indikatorski:

Higiensko stanje kopalne vode

Uspešnost priprave vode

Indikator za druge stranske produkte priprave

Ukrepi valjajo za vse stranske produkte

➤ Toksični:

Kratkotrajni: Centralni živčni sistem (zaspanost, omotica)
ledvica, jetra, poslabšanje astme

Dolgotrajni: Genotoksičnost,
Reproduktivna toksičnost

Ocena tveganja za zdravje - THM

Svetovna zdravstvena organizacija:

dopustne koncentracije za pitno vodo - osnova pri določanju za dopustne koncentracije za kopalno vodo.

Pri ustreznem upravljanju in vzdrževanju bazenov zanesljivo dosežemo nižje koncentracije, kot so smerne vrednosti za pitno vodo.

Ker smerne vrednosti za pitno vodo odražajo dopustno tveganje preko celega življenja, to zagotavlja dodatni nivo varnosti v KV.

Vnos THM je iz KV značilno večji kot iz PV!

**Tveganje zaradi izpostavljenosti stranskim produktom kloriranja-
SPK, pri ustreznem upravljanju**

je manjše od tveganja zaradi okužb, če ne b bilo dezinfekcije.

Ocena tveganja za zdravje - THM

Mejna vrednost THM za pitno vodo je 100 µg/l.

Sprejemljivi dnevni vnos (TDI) za pitno vodo:

(TDI = NOAEL ali LOAEL ali BMDL / UF – varnostni faktor)

(mejna vrednost za pitno vodo = TDI * tel. masa * % s pitno vodo / volumen pitne vode)

Kloroform: TDI 15 µg/kg t.t./dan (12 mg/l), cist jeter pri psih, ki so uživali kloroform 7,5 let (varnostni faktor je 25).

75 % s pitno vodo; TDI: sprejemljiva mejna vrednost 300 µg/l.

Bromoform: TDI 17,9 µg/kg t.t./dan, brez sprememb v jetrih v 90-dnevni študiji pri podganah (NOAEL je 25 mg/kg t.t./dan) (varnostni faktor 1000).

20 % s pitno vodo; TDI: sprejemljiva mejna vrednost 100 µg/l.

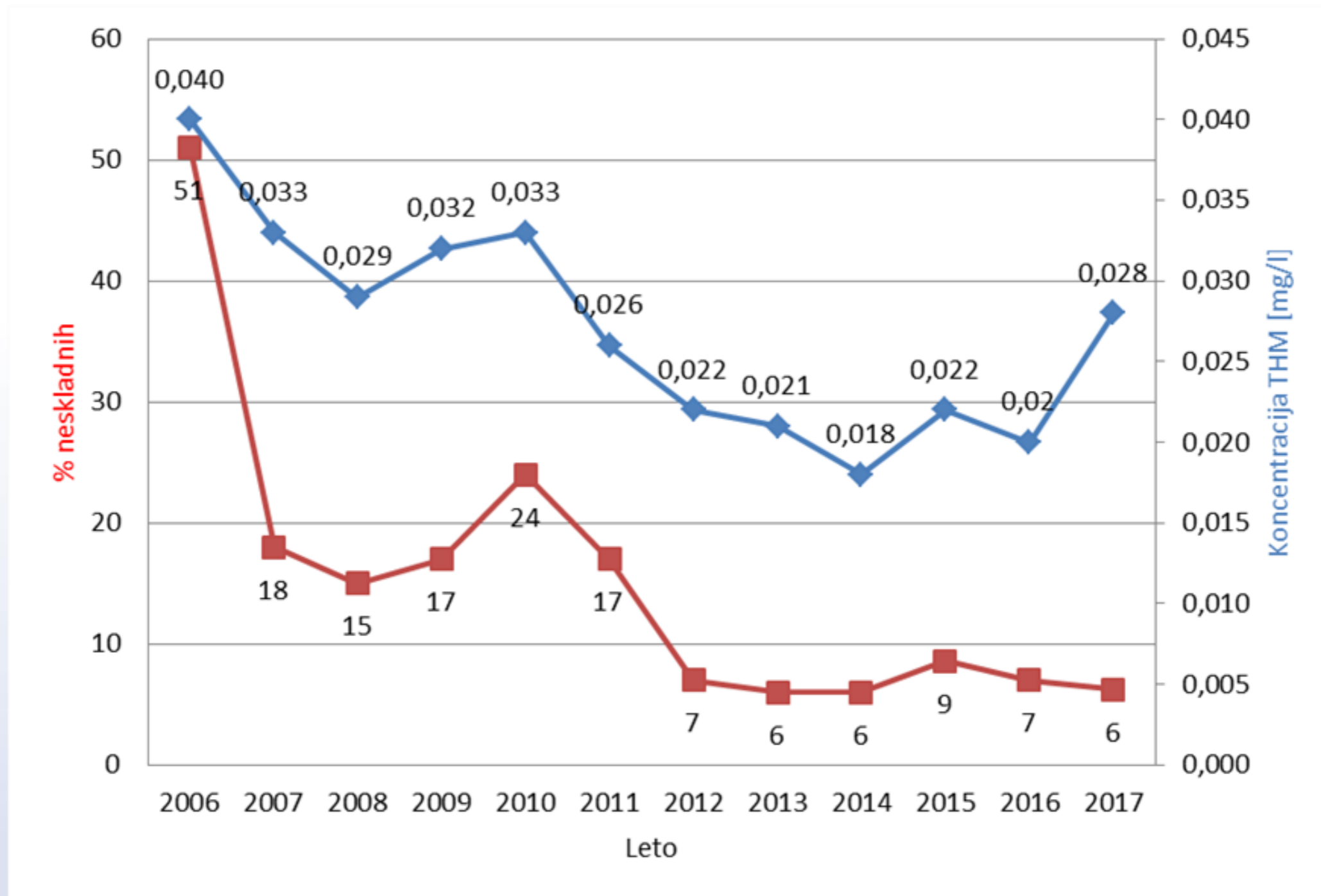
DBCM: TDI je 21,4 µg/kg t.t./dan, brez sprememb v jetrih v 90-dnevni študiji pri podganah (NOAEL je 30 mg/kg t.t./dan) (varnostni faktor je 1.000).

20 % s pitno vodo; TDI: sprejemljiva mejna vrednost 100 µg/l.

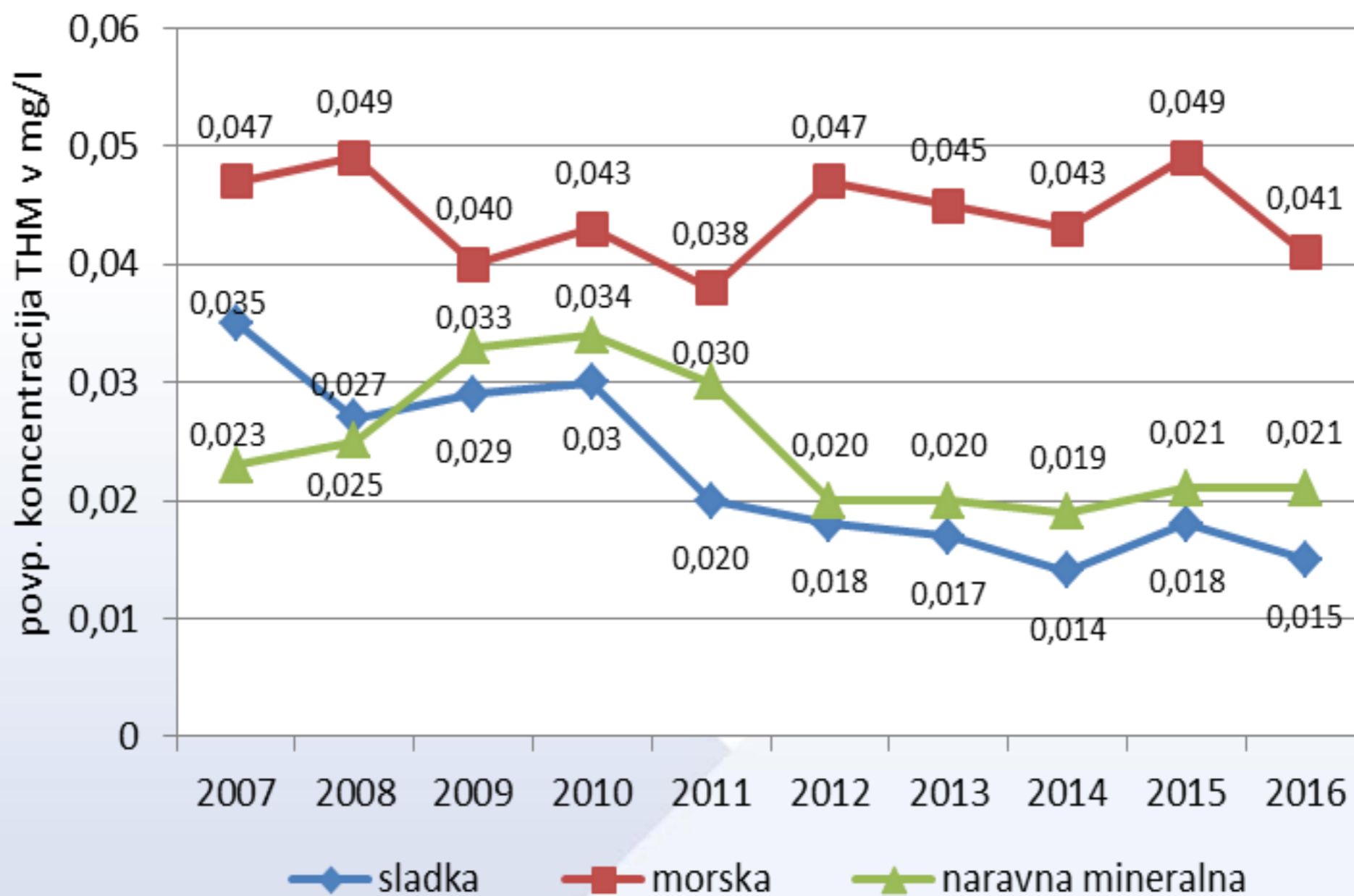
BDCM (linearni model za povečano incidenco raka ledvic pri samicah miši) ni varnostnega faktorja, ampak gre za sprejemljivo tveganje pri **pojavu enega raka na 100.000;**

- sprejemljiva mejna vrednost je 60 µg/l.

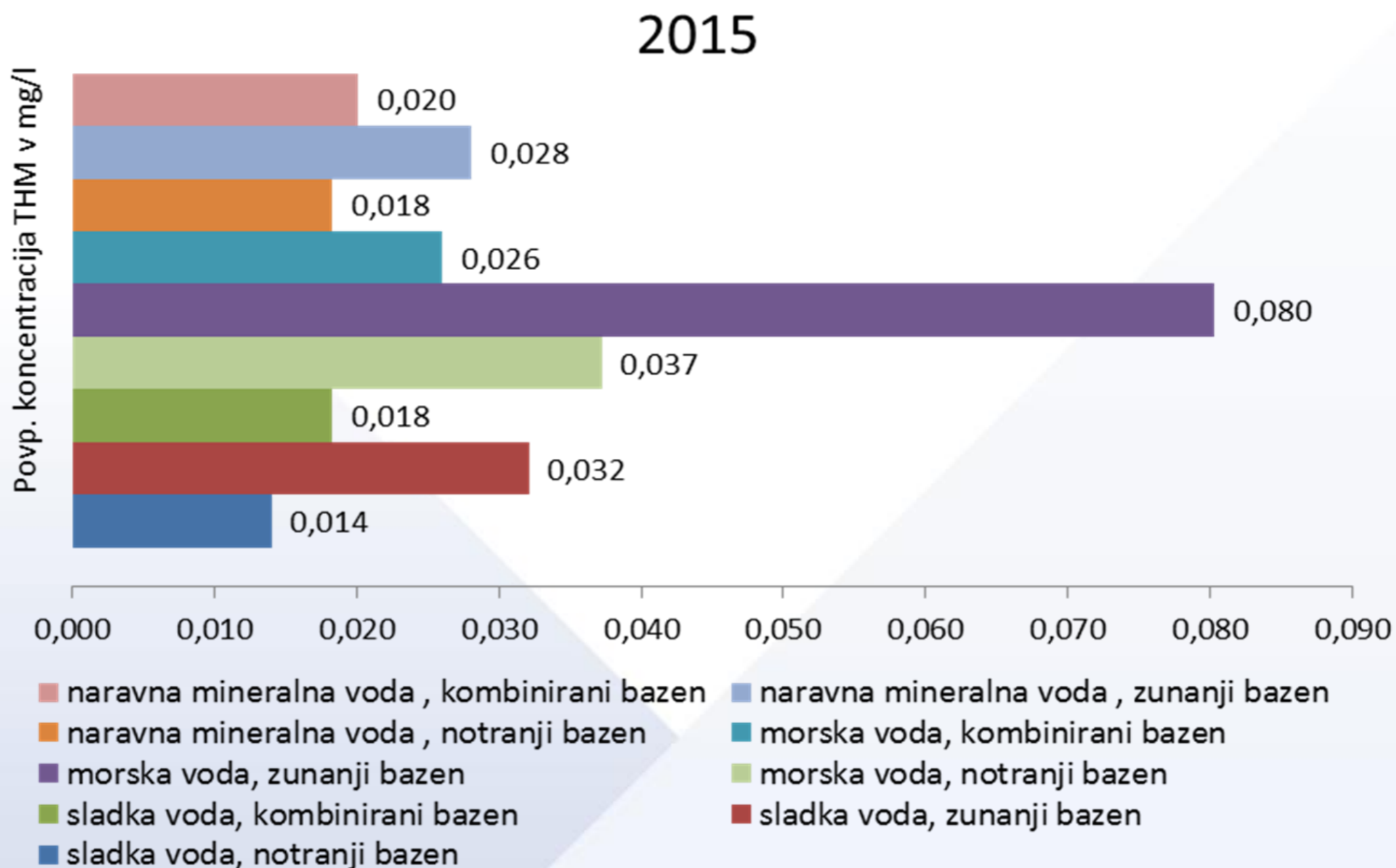
Koncentracije THM so zadnja leta v upadu



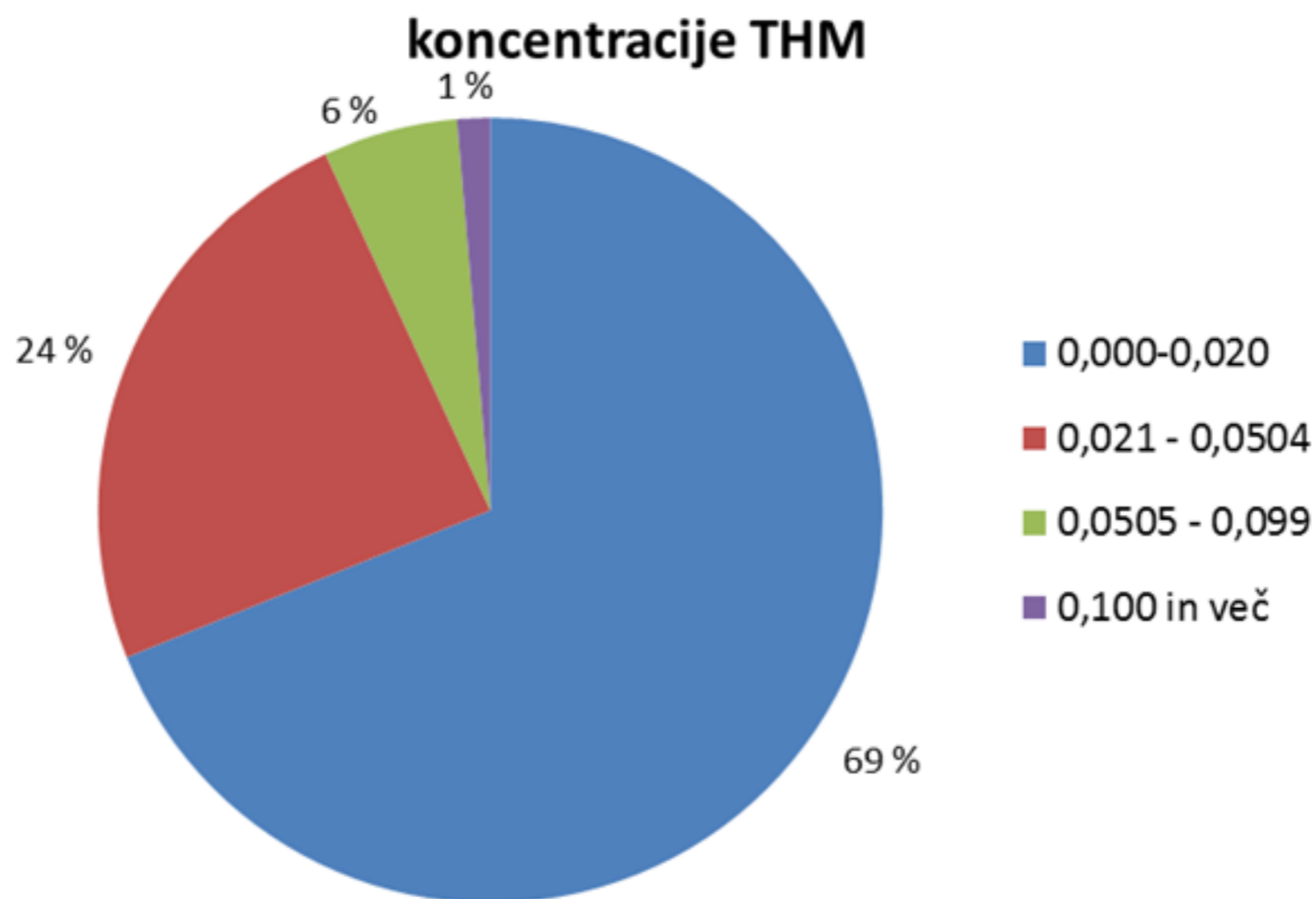
Najvišje povprečne koncentracije THM so v morski polnilni vodi



Najvišje koncentracije THM so v bazenih na prostem z morsko polnilno vodo



Delež odvzetih vzorcev glede na koncentracijo THM, 2017



Na koncentracije THM stat. značilno vpliva (2016):

- tip polnilne vode ($p=0,000$),
 - vrsta bazena ($p=0,000$),
 - globina vode ($p=0,000$),
- temperatura vode ($p=0,000$),
 - prosti klor ($p=0,000$),
 - vezani klor ($p=0,000$).

Zaključek

Količina snovi v vodi je odvisna od upravljanja kopališča.

Upravljavec mora sprejeti vse ukrepe za znižanje THM, vendar ne sme biti ogrožena učinkovitost dezinfekcije.

Zagotoviti varno obratovanje - čim večje število ljudi, čim večjo korist.

Informiranje, vzgoja, izobraževanje; upoštevanje kopališkega in higienskega reda, navodil in obvestil, kopaliških znakov.

Viri in literatura:

- Spremljanje kakovosti kopalnih voda v bazenih, letna poročila;
<https://www.nijz.si/sl/spremljanje-kakovosti-kopalnih-voda-v-bazenih>.
- Guidelines for safe recreational water environments. Volume 2: Swimming pools and similar environments. World Health Organization 2006. ISBN 92 4 154680 8.
http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/43336/1/9241546808_eng.pdf?ua=1
- Pool Water Treatment Advisory Group. Swimming Pool Water. Treatment and quality standards for pools and spas. PWTAG Ltd. 2009. ISBN 0951700766.
www.pwtag.org
- Trihalomethanes in drinking-water. Summary statement. World Health Organization, 2004.
- Guidelines for drinking-water quality, fourth edition. World Health Organization 2011 ISBN 978 92 4 154815 1.
- Trihalomethanes in Drinking-water, Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality World Health Organization 2005.
[WHO/SDE/WSH/05.08/64](http://www.who.int/sde/wsh/05.08/64).
- SIST DIN 19643: 1 – 4; Slovenija, januar 2015:
<http://www.sist.si/ecommerce/catalog/search.aspx?keywords=DIN%2019643>

Hvala za pozornost!

Spletna stran NIJZ:

<http://www.nijz.si/sl/podrocja-dela/moje-okolje/kopalna-voda>