

ZNANSTVENO MIŠLJENJE

Znanstveno mišljenje o utjecaju kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka

Radna grupa za donošenje znanstvenog mišljenja

(Zahtjev HAH – Z – 2014-5)

Usvojeno 30. lipnja 2016.

ČLANOVI RADNE GRUPE

doc. dr. sc. Mirna Habuda-Stanić
Tena Niseteo, dipl. ing. preh. teh.
dr. sc. Lea Pollak
mr. sc. Irena Martinis

KOORDINATOR IZ HAH-a

Sandra Bašić, univ. spec. oecol.

SAŽETAK

Voda za ljudsku potrošnju posjeduje određene fizikalno-kemijske karakteristike koje moraju biti u skladu s odredbama Zakona o hrani (NN 81/13; 55/14), Zakona o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/2013), odnosno Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013). Navedeni Pravilnik definira parametre zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju (mikrobiološke i kemijske), indikatorske parametre te njihove maksimalno dopuštene koncentracije, a njegove odredbe odnose se na vodu koju isporučuju pravne osobe (voda iz vodoopskrbnih sustava) i vodu koja se stavlja na tržište u bocama ili nekoj drugoj ambalaži (npr. stolna voda) osim prirodne mineralne i prirodne izvorske vode.

Dojenački mliječni pripravci (dojenačke formule) mogu se davati djeci od njihova rođena, ili kasnije, ukoliko njihove majke nisu iz medicinskih ili drugih razloga u mogućnosti ih dojit, a dobivaju se različitim tehnološkim postupcima iz kravljeg mlijeka. Dojenački mliječni pripravci dolaze na tržište u vidu praškastih pripravaka kojima se dodaje određena količina prokuhane vode čime postaju prilagođeni za konzumaciju. Iako su dojenački mliječni pripravci prisutni na tržištu, slični po svojem sastavu, budući da količine mikronutrijenata i makronutrijenata koje sadrže trebaju biti u skladu sa smjernicama i preporukama strukovnih udruženja, preliminarna istraživanja pokazuju da udio pojedinih nutrijenata u vodi, kojom se dojenački mliječni pripravci spravljaju, mogu utjecati na njihovu konačnu količinu u pripravku.

Iako voda za ljudsku potrošnju mora udovoljavati odredbama navedenog Pravilnika, njene fizikalno-kemijske karakteristike, a naročito udio pojedinih kationa i aniona, najčešće ovise o porijeklu, načinu prerade i temperaturi vode. Kako se voda za ljudsku potrošnju, koja se potrošačima distribuira putem vodoopskrbnih sustava na području Republike Hrvatske, međusobno značajno razlikuje zbog njena porijekla i načina prerade, provedeno je istraživanje Hrvatske agencije za hranu pod nazivom „Utjecaj kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka“ s ciljem analize i utvrđivanja razlika u pogledu fizikalno-kemijskih karakteristika među uzorcima vode za ljudsku potrošnju uzorkovanu iz vodoopskrbnih sustava gradova županijskih središta Hrvatske i grada Zagreba te njihov utjecaj na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka. Uzorci su pri tome analizirani s ciljem utvrđivanja udjela pojedinih nutrijenata i to: fluora, selena, bakra, joda, cinka, željeza, klorida, fosfata, mangana, natrija, kalija, magnezija i kalcija, a zbog važnosti i utjecaja na zdravlje dojenčadi, u navedenim uzorcima određene su i koncentracije nitrata i sulfata.

Navedeni parametri određeni su prije i nakon termičke obrade uzoraka vode koja je provedena prema uputama proizvođača dojenačkih mliječnih pripravaka, a potom je načinjena procjena konačnih udjela pojedinih nutrijenata u dojenačkim mliječnim pripravcima. Uzimajući u obzir preporučene dnevne količine unosa (RDA) pojedinih nutrijenata za dojenačke dobne skupine sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408), Radna grupa Hrvatske agencije za hranu za donošenje znanstvenog mišljenja o utjecaj kakvoće vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava na području Republike Hrvatske na konačni udio pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku, donijela je sljedeće zaključke:

- Istraživanja ukazuju na značajan utjecaj kemijskog sastava termički obrađene vode za ljudsku potrošnju na udio pojedinih nutrijenata u pripravljenim dojenačkim mliječnim pripravcima
- Rezultati procjene konačnog udjela pojedinih nutrijenata u pripravljenim dojenačkim mliječnim pripravcima za željezo, cink, kloride, fosfate, kalij i kalcij značajno prelaze preporučene dnevne količine unosa (RDA).

KLJUČNE RIJEČI

voda za ljudsku potrošnju, dojenački mliječni pripravci

SUMMARY

Water for human consumption has certain physical and chemical parameters that must comply with the provisions of the Food act (OG 81/2013, 14/14, 30/15), the Drinking water Directive (OG 56/2013) and the Croatian Regulations on the parameters of assessment and methods of analysis of water for human consumption (OG 125/2013). This Regulation defines the parameters of health safety of water for human consumption (microbiological and chemical parameters), the indicator parameters and their maximum concentrations level, and its provisions apply to water supplied by legal entity (water from water supply systems) and water in bottles on the market or other containers (e.g. table water) except for natural mineral and natural spring water.

Infant formula can be given to infant from born, or later, if their mothers are unable to breastfeed from medical or other reasons. On the market, the infant formula come in the form of a powder and prepare for consumption with a certain amount of boiled water. Although the different infant formula on the market have similarity in their composition, the amount of micronutrients and macronutrients should be in accordance with the guidelines and recommendations of professional associations, preliminary calculation indicate that the contribution of individual nutrients in the water, with which the infant formula preparation, can significantly influence on their final content in the preparation.

Drinking water must be in complies with the provisions of the said Regulation, its physical-chemical parameters, in particular the contribution of different cations and anions, usually depending on the origin, method of processing and water temperature. Drinking water which is distributed to consumers through water supply systems throughout the Croatia, the difference is significantly as a result of their origin and processing methods, HAH is conducted a scientific research project entitled "Impact of water quality for human consumption to the nutritional value of infant milk preparations" to analyze water samples for human consumption sampled from the water supply system of the county centers in Croatia and establishing certain nutrients such as: fluorine, selenium, copper, iodine, zinc, iron, chloride, phosphate, manganese, sodium, potassium, magnesium and calcium, and because of the importance and influence on the health of infants in these samples were determined and the concentrations of nitrate and sulfate. All these parameters were determined before and after thermal treatment of samples carried out in according to the manufacturer's instructions for the preparation, and then made an estimate of the final share of certain nutrients in infants food. Taking into account the recommended daily allowance (RDA) of certain nutrients for the infant age group in accordance with the scientific opinions on the necessary nutrients through food intake in infants and young children of the European Food Safety Authority (EFSA Journal 2013; 11 (10): 3408), the working group of Croatian Food Agency for making scientific opinion on the impact of water quality from water supply systems in the Republic of Croatia on the final content of certain nutrients in infant food adopted the following conclusions:

- Research has shown a significant influence of the chemical composition of cooked drinking water to a content of certain nutrients in the prepared infant food
- Results of the assessment of certain nutrients in the prepared infant food in case of iron,

zinc, chlorides, phosphates, potassium and calcium exceed the recommended daily intake (RDA).

KEY WORDS

drinking water, infant food

ZAHVALE

Hrvatska agencija za hranu zahvaljuje svim članovima Radne grupe na doprinosu u izradi ovog znanstvenog mišljenja.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	2
SUMMARY.....	4
ZAHVALE	6
POZADINA SLUČAJA.....	9
POPIS OZNAKA, KRATICA I SIMBOLA.....	11
UVOD.....	12
PROCJENA RIZIKA.....	13
1. IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI	
1.1. DOJENAČKI MLIJEČNI PRIPRAVCI.....	13
1.2 PRIPREMA HRANE ZA DOJENČAD I MALU DJECU.....	15
1.3 VODA ZA PRIPREMU HRANE ZA DOJENČAD I MALU DJECU.....	15
1.4 FIZIKALNO-KEMIJSKI SASTAV VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU.....	16
2. KARAKTERIZACIJA OPASNOSTI	
2.1. NUTRIJENTI PRIRODNO PRISUTNI U VODI	17
2.1.1. Bakar	18
2.1.2. Cink	20
2.1.3. Fluoridi.....	22
2.1.4. Fosfor / fosfati	25
2.1.5. Jod	26
2.1.6. Kalcij.....	29
2.1.7. Kalij.....	31
2.1.8. Kloridi	33
2.1.9. Magnezij	34
2.1.10. Mangan	36
2.1.11. Natrij	39
2.1.12. Selen	42
2.1.13. Željezo.....	44

3. PROCIJENA IZLOŽENOSTI	47
3.1. BAKAR	48
3.2. FLUORIDI.....	50
3.3. SELEN.....	52
3.4. JODIDI.....	54
3.5. CINK.....	55
3.6. ŽELJEZO.....	57
3.7. KLORIDI	59
3.8. FOSFOR / FOSFATI	61
3.9. MANGAN.....	64
3.10. NATRIJ	66
3.11. KALIJ	68
3.12. MAGNEZIJ	71
3.13. KALCIJ	73
3.14. NITRATI.....	75
3.15. SULFATI	78
4. KARAKTERIZACIJA RIZIKA.....	81
DOKUMENTACIJA DOSTAVLJENA HAH-U	110
LITERATURA:.....	111

POZADINA SLUČAJA

Ministarstvo poljoprivrede Republike Hrvatske (u daljnjem tekstu MP) uputilo je zahtjev Hrvatskoj agenciji za hranu (u daljnjem tekstu HAH) za donošenje znanstvenog mišljenja o označavanju prirodne mineralne vode i prirodne izvorske vode navodom „pogodna za pripremu hrane za dojenčad“. Navedeno Znanstveno mišljenje izrađeno je i objavljeno 2. travnja 2014. godine.

Zaključci navedenog Znanstvenog mišljenja su sljedeći:

- Udio pojedinih nutritivnih elemenata u vodi doprinosi dnevnim potrebama odraslih za pojedinim nutrijentima što naročito treba imati u vidu i pri procjeni dnevnog unosa pojedinih nutrijenata iz vode koja doprinosi ukupnim dnevnim potrebama za nutrijentima kod dojenčadi
- Gore navedeno uzeto je u obzir pri izračunu unosa pojedinih nutrijenata putem hrane za dojenčad. Izračun dnevnog unosa nutrijenata načinjen je na temelju deklaracije proizvođača hrane za dojenčad te rezultata istraživanja o udjelima pojedinih nutrijenata u prirodnim mineralnim i prirodnim izvorskim vodama na tržištu RH (Peh i sur., 2010).
- U konačni nutritivni sastav pripremljene hrane za dojenčad, a koja se trenutno nalazi na tržištu, nije uračunat doprinos nutrijenata iz vode.
- Dobiveni rezultati navedenih izračuna pokazuju višestruko prekoračenje preporučenog dnevnog unosa (RDA) prema smjernicama Udruge nutricionista njemačkog govornog područja (DACH) i USDA za dojenčad za pojedine nutrijente, međutim potrebno je ispitati u kojoj mjeri mikronutrijenti iz vode doprinose konačnom nutritivnom sastavu dojenačkih pripravaka spremnih za konzumaciju.

Iz toga razloga Radna grupa za donošenje znanstvenog mišljenja o označavanju prirodne mineralne vode navodom „pogodna za pripremu hrane za dojenčad“ predložila je izradu projekta „Utjecaj kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka“. Cilj ovog projekta je bio uzorkovanjem i analizom vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava gradova županijskih središta u Hrvatskoj te njenom termičkom obradom prema uputama proizvođača dojenačkih mliječnih pripravaka pri pripremi istih, procijeniti utjecaj kakvoće vode iz vodoopskrbnih sustava na području Republike Hrvatske na konačni udio pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku.

Legislativa koja propisuje maksimalno dopuštene udjele pojedinih nutrijenata u dojenačkim mliječnim pripravcima je u nadležnosti Europske komisije. Radna grupa HAH-a za donošenje znanstvenog mišljenja o označavanju prirodne mineralne vode navodom „pogodna za pripremu hrane za dojenčad“, zajedno s Ministarstvom poljoprivrede, pismenim putem se obratila Europskoj komisiji s primjedbom kako je pri izradi znanstvenog mišljenja utvrđeno višestruko prekoračenje preporučenih dnevnih unosa (*engl.* Recommended Dietary Allowances, RDA) prema D-A-CH i USDA standardima za dojenčad, naročito u slučaju nutrijenata kod kojih dojenačkih formula već u praškastom obliku sadrže maksimalno dopuštene količine istog nutrijenta pri čemu se nije u obzir uzeo doprinos kemijskog

sastava vode s kojom se priprema hrana za dojenčad. U isto vrijeme radila se izmjena postojeće legislative koja regulira nutritivni sastav hrane za dojenčad te je Europska agencija za sigurnost hrane (European Food Safety Authority, EFSA) prema nalogu Europske komisije publicirala smjernice, odnosno znanstveno mišljenje u svezi nutritivnog sastava hrane za dojenčad (EFSA, Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-2 on formulae). U navedenom znanstvenom mišljenju EFSA je definirala maksimalne i minimalne vrijednosti za pojedine nutrijente koji su sastavni dio hrane za dojenčad. Prije usvajanja, navedeno znanstveno mišljenje EFSA-e prošlo je i postupak javne rasprave pri čemu se u ime Republike Hrvatske očitovala Radna grupa HAH-a za donošenje znanstvenog mišljenja o označavanju prirodne mineralne vode navodom „pogodna za pripremu hrane za dojenčad“ u koordinaciji s Ministarstvom poljoprivrede i Ministarstvom zdravlja dostavom upita u svezi maksimalno dopuštenih količina pojedinih nutrijenata propisanih u navedenom znanstvenom mišljenju. U EFSA-inom dokumentu (Outcome of a public consultation on the draft Scientific Opinion of the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) on the essential composition of infant and follow-on formulae) na gore navedeni upit, EFSA je odgovorila da su se vrijednosti maksimalno dopuštenih količina pojedinih nutrijenata postavile na osnovi višegodišnjeg iskustva korištenja hrane za dojenčad s navedenim maksimalnim vrijednostima pri čemu nisu primijećeni bilo kakvi štetni učinci po zdravlje dojenčadi. Nakon provedene javne rasprave, EFSA je usvojila navedeno znanstveno mišljenje, a koje je i trenutno važeće na razini Europske unije.

POPIS OZNAKA, KRATICA I SIMBOLA:

ADI	Acceptable Daily Intake, Prihvatljiv dnevni unos
AFSSA	French Food Safety Agency, Francuska agencija za sigurnost hrane
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry, Agencija za toksične supstance i registar bolesti
BMDL	Benchmark dose level, mjerilo za granicu doze
CNS	Central nervous system, centralni nervni sustav
DACH	Reference udruženja nutricionista njemačkog govornog područja (Njemačko društvo za prehranu (Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung e.V. – DGE), Austrijsko društvo za prehranu (Österreichische Gesellschaft für Ernährung – ÖGE), Švicarsko društvo za prehrambena istraživanja (Schweizerische Gesellschaft für Ernährungsforschung – SGE) i Švicarska udruga za prehranu (Schweizerische Vereinigung für Ernährung – SVE)
DNA	Deoxyribonucleic acid, deoksiribonukleinska kiselina
DNHW	Department of National Health and Welfare of Canada, Kanadski odjel nacionalnog zdravlja i dobrobiti
EFSA	European Food Safety Authority, Europska agencija za sigurnost hrane
ECETOC	European Centre for Ecotoxicology and Toxicology for Chemicals, Europski centar za ekotoksikologiju i toksikologiju za kemikalije
FAO	Food and Agriculture Organization, Organizacija za hranu i poljoprivredu
HSDB	Hazardous Substances Data Bank, Banka podataka za opasne tvari
IARC	International Agency for Research on Cancer, Međunarodna agencija za istraživanje karcinoma
IOM	Institute of Medicine, Institut za Medicinu
IPCS	International Programme on Chemical Safety, Međunarodni program za sigurne kemijske tvari
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, Zajedničko stručno povjerenstvo FAO/WHO za prehrambene aditive
LED	Lowest Effective Dose, Najniža efektivna doza
LOAEL	Lowest observed adverse effect level, Najniža doza kod koje je uočen štetan učinak
MDK	Maksimalno dopuštena koncentracija
NAS	National Academy of Sciences, Nacionalna akademija za znanost
RDA	Recommended Daily/Dietary Allowances, preporučene dnevne količine od strane FDA (Food and Drug Administration).
TM	Tjelesna masa
USDA	Prehrambene smjernice (USDA reference) Ministarstva poljoprivrede SAD-a (Department of Agriculture – USDA) i Ministarstva zdravstva i socijalne skrbi (Department of Health and Human Services – HHS)

UVOD

Voda za ljudsku potrošnju posjeduje određene fizikalno-kemijske karakteristike koje moraju biti u skladu s odredbama Zakona o hrani (NN 81/13; 55/14), Zakona o vodi za ljudsku potrošnju (NN 56/2013), odnosno Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013). Navedeni Pravilnik definira parametre zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju (mikrobiološke i kemijske), indikatorske parametre te njihove maksimalno dopuštene koncentracije, a njegove odredbe odnose se na vodu koju isporučuju pravne osobe (voda iz vodoopskrbnih sustava) i vodu koja se stavlja na tržište u bocama ili nekoj drugoj ambalaži (npr. stolna voda) osim prirodne mineralne i prirodne izvorske vode.

Dojenački mliječni pripravci (dojenačke formule) mogu se davati djeci od njihova rođena, ili kasnije, ukoliko njihove majke nisu iz medicinskih ili drugih razloga u mogućnosti ih dojit, a dobivaju se različitim tehnološkim postupcima iz kravljeg mlijeka. Na tržište dojenački mliječni pripravci dolaze u vidu praškastih pripravaka kojima se dodaje određena količina prokuhane vode čime oni postaju prilagođeni za konzumaciju. Iako su dojenačke mliječni pripravci prisutni na tržištu, slični po svojem sastavu, budući da količine mikronutrijenata i makronutrijenata koje sadrže trebaju biti u skladu sa smjernicama i preporukama strukovnih udruženja, preliminarna istraživanja pokazuju da udio pojedinih nutrijenata u vodi, kojom se dojenački mliječni pripravci spravlja, mogu značajno utjecati na njihovu konačnu količinu u pripravku.

Fizikalno-kemijske karakteristike vode za ljudsku potrošnju, kao i udio pojedinih kationa i aniona, najčešće ovise o porijeklu, načinu prerade i temperaturi vode. U cilju što relevantnijeg utvrđivanja utjecaja kakvoće vode za ljudsku potrošnju, izradi ovog znanstvenog mišljenja prethodila je provedba znanstveno-istraživačkog projekta „Utjecaj kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka” kako bi se uzorkovanjem vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava gradova županijskih središta u Hrvatskoj i grada Zagreba te njenom termičkom obradom prema uputama proizvođača dojenačkih mliječnih pripravaka pri pripremi istih, utvrdio utjecaj kakvoće vode iz vodoopskrbnih sustava na području Republike Hrvatske na konačni udio pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku. Naime, na području Republike Hrvatske voda za ljudsku potrošnju se trenutno distribuira potrošačima putem približno 150 komunalnih poduzeća i više od 400 manjih lokalnih vodoopskrbnih sustava, od kojih pojedini sirovu vodu zahvaćaju na više različitih crpilišta. Uzorkovanjem vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava gradova sjedišta dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, te obradom navedenih uzoraka vode prema uputama proizvođača dojenačkih mliječnih pripravaka, procijenio se utjecaj i doprinos kakvoće vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava na nutritivnu vrijednost pripremljene dojenačke hrane.

PROCJENA RIZIKA

1. IDENTIFIKACIJA OPASNOSTI

1.1. DOJENAČKI MLIJEČNI PRIPRAVCI

Hrana za dojenčad definirana je Direktivom broj 2006/141/EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad, na koju se nadovezuje Pravilnik o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad (NN 122/13)

Nova Uredba Komisije (EU) 2016/127 od 25. rujna 2015. o dopuni Uredbe (EU) br. 609/2013 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu posebnih zahtjeva za sastojke i informacije u vezi s početnom i prijelaznom hranom za dojenčad te u pogledu zahtjeva za informacije u vezi s prehranom dojenčadi i male djece primjenjuje se od 22. veljače 2020. godine (Direktiva EU 2006/141/EZ, Uredba Komisije (EU) 2016/127, Pravilnik o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad NN 122/2013).

Referentne vrijednosti navedene u trenutno važećoj Direktivi uspoređivale su se s referentnim vrijednostima nove Uredbe te je zaključeno da su vrijednosti jednake. Nadalje, propisane referentne vrijednosti su se uspoređivale s vrijednostima Udruge nutricionista njemačkog govornog područja (DACH) i Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA).

Zakonodavno su pripravci za dojenčad i malu djecu podijeljeni na sljedeće dvije kategorije:

- *Početna hrana* - - prerađena hrana za posebne prehrambene potrebe dojenčadi u prvim mjesecima života koja zadovoljava prehrambene potrebe dojenčadi do uvođenja odgovarajućeg dodatnog hranjenja.
- *Prijelazna hrana* - - prerađena hrana za posebne prehrambene potrebe dojenčadi kada se uvodi odgovarajuće dodatno i sve raznolikije hranjenje (dohrana), a koja se ne preporuča prije navršenog 6. mjeseca života djeteta.

Početna hrana za dojenčad označava se brojem „1“ ili „pre“ iako se u nekim slučajevima prefiksom „pre“ označava hrana za dojenčad namijenjena nedonoščadi (prematurnoj dojenčadi). Prijelazna hrana za dojenčad najčešće se označava brojem „2“, no neki proizvođači ovaj proizvod označavaju i brojem „3“. U ovom slučaju prijelazna hrana za dojenčad s oznakom „2“ namijenjena je dojenčadi od 6 do 10 mjeseci, a prijelazna hrana za dojenčad označena brojem „3“ namijenjena je dojenčadi starijoj od 10 mjeseci.

Terminologija kojom se objašnjava dob djece je sljedeća:

1. *Dojenčad* su djeca do 12 mjeseci starosti;
2. *Mala djeca* su djeca u dobi od jedne do tri godine;

U proizvodnji početne i prijelazne hrane za dojenčad i malu djecu, razlikujemo nekoliko vrsta proteina koji se koriste. To su: bjelančevine kravljeg mlijeka, hidrolizati bjelančevina i izolati bjelančevina iz

soje, sami ili u mješavini s bjelančevinama kravljega mlijeka. Sastojci koji se mogu koristiti u navedenoj vrsti proizvoda su mineralne tvari, vitamini, aminokiseline i drugi dušikovi spojevi te druge tvari koje imaju posebnu prehrambenu potrebu, a količine su propisane posebnim prilogima navedene Direktive i Pravilnika.

Vitamini i minerali su od izuzetnog značaja. Nekoliko je uvjeta koje mora zadovoljiti sastav takve hrane vezano na vitamine, minerale i podrijetlo bjelančevina, dok su posebno izražene referentne vrijednosti za označavanje prehrambene vrijednosti hrane namijenjene dojenčadi i maloj djeci.

Tablica 1. Referentne vrijednosti za označavanje prehrambene vrijednosti hrane namijenjene dojenčadi i maloj djeci (Direktiva EU 2006/141/EZ, Uredba Komisije (EU) 2016/127, Pravilnik o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad NN 122/2013)

Hranjiva tvar	Mjerna jedinica	Referentna vrijednost
Vitamin A	µg	400
Vitamin D	µg	7
Vitamin E	mg TE	5
Vitamin K	µg	12
Vitamin C	mg	45
Tiamin	mg	0,5
Riboflavin	mg	0,7
Niacin	mg	7
Vitamin B6	mg	0,7
Folat	µg	125
Vitamin B12	µg	0,8
Pantotenska kiselina	mg	3
Biotin	µg	10
Kalcij	mg	550
Fosfor	mg	550
Kalij	mg	1 000
Natrij	mg	400
Klorid	mg	500
Željezo	mg	8
Cink	mg	5
Jod	µg	80
Selen	µg	20

Bakar	mg	0,5
Magnezij	mg	80
Mangan	mg	1,2

1.2 PRIPREMA HRANE ZA DOJENČAD I MALU DJECU

Preporučena procedura za pravilnu i sigurnu pripremu hrane za dojenčad i hranjenje dojenčadi je sljedeća:

1. Za pripremu hrane za dojenčad savjetuje se upotrijebiti prokuhanu zdravstveno ispravnu vodu za ljudsku potrošnju.
2. Vodu potrebno je kuhati najmanje tri minute u točki ključanja.
3. Dojenački obrok hrane za dojenčad priprema se prema uputi proizvođača gdje je navedena količina hrane za dojenčad u prahu koja se dodaje u određenu i navedenu količinu vode.
4. Pripremljeni dojenački obrok potrebno je brzo, pod mlazom hladne vode, ohladiti na temperaturu između 30-40°C.
5. Temperaturu pripremljenog obroka potrebno je provjeriti kapanjem pripravka na unutrašnju stranu podlaktice.
6. Pripremljeni i temperirani obrok dojenčetu se treba ponuditi unutar 2 sata. Ukoliko obrok nije konzumiran nakon 2 sata potrebno ga je baciti.
7. Pripremljeni obrok može se pohraniti u hladnjak na temperaturu ne višu od 5°C kroz 24 sata. Prije hranjenja dojenčeta obrok je potrebno ugrijati u grijaču za bočicu ili vodenoj kupelji ne dulje od 15 minuta. Prije hranjenja dojenčeta temperatura obroka se obavezno treba provjeriti.
8. Grijanje pripremljenog obroka u mikrovalnoj pećnici se ne preporuča zbog neravnomjernog zagrijavanja obroka.

1.3 VODA ZA PRIPREMU HRANE ZA DOJENČAD I MALU DJECU

Voda za ljudsku potrošnju je nezamjenjiva pri pripremi obroka, prvenstveno hrane za dojenčad (dojenačke formule) koja se na tržištu nalazi u obliku praha. Preporuke vezane uz sastav hrane za dojenčad odnose se na ukupan sadržaj hranjivih tvari u hrani pripremljenoj za konzumaciju, prema uputama proizvođača. Obično se na takvim uputama nalaze informacije o količini potrebnog praha i vode za pripremu obroka, no nisu navedeni udjeli mineralnih tvari u vodi za piće kojom se prah rehidrira, niti je njihov udio uzet u izračun za ukupni udio pojedinih mineralnih tvari u pripremljenom obroku. Kao rezultat dugoročnog unosa određenog volumena hrane u odnosu na tjelesnu masu djeteta, koncentracija mineralnih tvari u vodi za piće može značajno doprinijeti njihovom ukupnom unosu. Visoka koncentracija mineralnih tvari u vodi povećava opterećenje bubrega djeteta otopljenim mineralnim tvarima. Udio mineralnih tvari u vodi može značajno varirati ovisno o porijeklu vode, a

optimalan sastav vode koja se koristi za pripremu hrane za dojenčad nije definiran. Za pripremu hrane za dojenčad savjetuje se upotrijebiti prokuhanu zdravstveno-ispravnu vodu iz vodoopskrbnog sustava, prije toga kuhanu najmanje 3 minute na temperaturi ključanja. Na taj način voda se sterilizira, a ujedno joj se i smanjuje tvrdoća (kalcij se taloži na dnu posude u obliku soli, a na površini kristalizira magnezij).

1.4. FIZIKALNO-KEMIJSKI SASTAV VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU

Voda za ljudsku potrošnju, koju na području Republike Hrvatske isporučuju pravne osobe (voda iz vodoopskrbnih sustava) i voda koja se stavlja na tržište u bocama ili nekoj drugoj ambalaži (npr. stolna voda), osim prirodne mineralne i prirodne izvorske vode, posjeduje određene fizikalno-kemijske karakteristike koje moraju biti u skladu s odredbama Europske Direktive (Council Directive 98/83/EC) i Pravilnikom o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013). Navedena zakonska regulativa definira parametre zdravstvene ispravnosti vode za ljudsku potrošnju (mikrobiološke i kemijske), indikatorske parametre te njihove maksimalno dopuštene koncentracije. Na fizikalno-kemijski sastav, odnosno pojavnost i udio pojedinih aniona i kationa u vodi za ljudsku potrošnju, prije svega utječe porijeklo vode, odnosno, zahvaća li se voda, kao sirovina iz podzemnih vodonosnika ili se crpi iz površinskih vodnih tijela (jezero, rijeka, akumulacija), temperatura vode te vrsta tehnologije obrade vode koja se primjenjuje kako bi sirova voda imala fizikalno-kemijske i mikrobiološke karakteristike koje su u skladu s odredbama navedenog Pravilnika o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).

Mnogobrojne epidemiološke studije ukazuju da koncentracije pojedinih kationa i aniona u vodi za piće mogu, uslijed dugotrajne i cjeloživotne izloženosti, značajno utjecati i na zdravlje populacije određenog područja (WHO, 2011). Svaki kemijski element ili kemijski spoj, ovisno o koncentraciji, utječe na organizam koji mu je izložen pri čemu pojedini od njih mogu imati i štetne učinke na zdravlje čovjeka. Štetni učinci mogu biti akutni, ukoliko štetne posljedice po zdravlje pojedinca nastupe unutar 24 do 48 sati nakon izlaganja, ili kronični, pri čemu se štetne posljedice javljaju nakon dužeg vremena izloženosti. Ovisno o karakteristikama određenog kemijskog spoja te jačini utjecaja te zdravstvenom stanju pojedinca, štetni učinci mogu biti reverzibilne ili ireverzibilne prirode.

Učinak koji nastaje uslijed izloženosti kemijskom elementu ili spoju ovisi i o dozi te o razini izloženosti. Što je veća doza, učinak je najčešće izraženiji (veza doza-odgovor). Poznavanje i razumijevanje ovog mehanizma važno je pri procjeni rizik za čovjekovo zdravlje. Štetni učinak kemijskog elementa ili spoja na ljudski organizam može biti:

- toksičan - uzrokuje značajan poremećaj u funkcioniranju biološkog sustava ili uzrokuje smrt;
- karcinogen - uzrokuje nekontrolirani rast i bujanje tumorskih stanica ili uzrokuje promjene u strukturi DNA molekula;
- genotoksičan – oštećuje genetski materijal (kromosome);
- mutagen - uzrokuje promjene u genetskom kodu stanice što mijenja njezina biokemijska svojstva;

- teratogen - uzrokuje nenasljedne malformacije ploda (AWWA, 1999) .

Dio rezultata projekta „Utjecaj kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka” provedenog na području Republike Hrvatske o pojavnosti i udjelima pojedinih aniona i kationa u vodi za ljudsku potrošnju koja se putem vodoopskrbnih sustava distribuira u gradovima županijskim središtima Republike Hrvatske, ukazuje na značajne razlike u njihovim fizikalno-kemijskim karakteristikama uslijed porijekla i načina prerade vode (Habuda-Stanić i sur., 2015).

2. KARAKTERIZACIJA RIZIKA

2.1. NUTRIJENTI PRIRODNO PRISUTNI U VODI

Kako je već prethodno navedeno, voda za ljudsku potrošnju može sadržavati različite udjele pojedinih aniona i kationa. Važnost mineralnog sastava vode za ljudsku potrošnju, kao i njen utjecaj na zdravlje populacije, istaknula je još 2003. godine Svjetska zdravstvena organizacija (WHO) okupivši grupu medicinskih, epidemioloških i nutricionističkih stručnjaka u cilju utvrđivanja utjecaja vrste i koncentracije pojedinih aniona i kationa na zdravlje populacije, utvrđivanja eventualnih posljedica dugoročne izloženosti istima te utvrđivanje doprinosa konzumacije vode za piće različitog fizikalno-kemijskog sastava na cjelokupan unos pojedinih nutrijenata u organizam (WHO, 2005).

Grupa eksperata iz cijelog svijeta utvrdila je da, iako je hrana glavni izvor mineralnih hranjivih tvari za ljudski organizam, konzumacija vode za piće opterećene različitim udjelima pojedinih minerala tvari, može značajno utjecati na njihov cjelokupni unos u organizam. Pri tome je također naglašeno da većina do tada provedenih studija procjene cjelokupnog unosa pojedinih nutrijenata u ljudski organizam nisu pri procjeni uzimale u obzir utjecaj mineralni sastav vode, kako one koja se koristi za konzumaciju, tako i vode koja se koristi za pripremu hrane (WHO, 2005).

Utvrđeno je da na udio pojedinih nutrijenata, odnosno minerala u vodi za ljudsku potrošnju, dobivene obradom površinske i podzemne vode, utječe količina minerala u geološkom okruženju iz kojeg se voda zahvaća te njihova topljivost uslijed okolišnih uvjeta na vodozahvatu (bušotina, površinsko zahvaćanje). Također je istaknut značaj tehnologije koja se primjenjuje za obradu vode za piće na njene konačne fizikalno-kemijske karakteristike pri čemu primjena većine tehnologija pripreme vode za ljudsku potrošnju smanjuje udio pojedinih minerala u vodi uslijed procesa taloženja, vezanja ili izdvajanja spojeva kalcija i magnezija iz sirove vode, no zabilježeno je i povećanje udjela pojedinih minerala u vodi nakon obrade sirove vode, naročito ukoliko proces obrade sadrži i fazu remineralizacije vode, ili praksu naknadnog fluoriranja vode, a u cilju provođenja mjera prevencije nastanka karijesa kod cjelokupne populacije (WHO, 2005). Nadalje se navodi da povećane koncentracije kalcija, cinka, mangana te spojeva fosfora i natrija u vodama vodoopskrbnih sustava mogu biti i posljedica doziranja pojedinih kemikalija izravno u vodu tijekom procesa pripreme vode za ljudsku potrošnju, ali i u cilju podešavanja pH vrijednosti ili kontrole korozije u cjevovodnom sustavu (WHO, 2005).

Ostale mineralne hranjive tvari, kao što su bakar i cink mogu se u vodi iz vodoopskrbnog sustava pojaviti uslijed njihova otpuštanja iz cijevi, dok na ukupnu koncentraciju kroma i seleni mogu utjecati nečistoće koje su posljedica otpuštanja čestica boja, pijeska i druge vrsta materijala a koje u vodoopskrbnom sustavu mogu doći u doticaj s vodom (WHO, 2005).

2.1.1. Bakar

Nastanak i izvori bakra

Bakar je sastavni dio Zemljine kore (30 do 100 mg/kg), a u tlu se nalazi u obliku minerala. Bakar se u vodi najčešće pojavljuje u obliku bakrova klorida (CuCl_2), bakrova hidroksida (Cu(OH)_2), bakrova sulfata (CuSO_4) ili bakrova karbonata (CuCO_3).

Bakar se upotrebljava u mnogim industrijskim djelatnostima, kao što su izrada električnih žica ili metalnih legura (mjed i bronca), pri uklanjanju merkaptana u preradi nafte, sastavni je dio sredstava za zaštitu drva te sredstava koja se koriste u poljoprivredi (sredstva protiv gljivica i algi te veterinarski lijekovi). Bakar je sastavni dio raznih legura (mjed, bronca) koje se upotrebljavaju za proizvodnju dijelova vodovodnog sustava (cijevi, priključci, ventili), a pojava bakra u vodi indicira pojavu korozije u vodoopskrbnoj mreži jer tijekom korozivne reakcije može doći do oslobađanja iona Cu^{2+} u vodu te nastanka hidroksida ili sulfida, što dovodi do promjene organoleptičkih i estetskih svojstava vode (plava boja, metalni okus).

Izloženost bakru

Najveće koncentracije bakra u zraku izmjerene su u blizini industrijskih postrojenja i to metalurške industrije, prerade obojenih metala, proizvodnje bakra, talionica i spalionica.

Procjenjuje se da prosječan dnevni unos bakra u ljudski organizam putem hrane i vode za piće iznosi od 0,93 do 4,2 mg/d za odrasle osobe. Školjke, orasi, uljarice i iznutrice (jetra) sadrže prosječno najviše količine bakra, dok se značajne količine bakra u organizam unose i putem kruha, krepera, keksa i krumpira.

Pojava bakra u prirodnim vodama može biti i posljedica geokemijskog sastava slojeva vodonosnika. Niske koncentracije bakra (ispod 20 $\mu\text{g/L}$) mogu biti rezultat trošenja stijena ili industrijskog onečišćenja, no primarni izvori bakra u vodi za ljudsku potrošnju su materijali vodoopskrbnog sustava (cijevi od bakra i mjedi) koji procesom korozije mogu otpuštati bakar, kao i soli bakra koje se koriste u obradi vode kao biocidi za kontrolu rasta algi.

Bakar je neophodan za normalno funkcioniranje metabolizma čovjeka. Naime, deficit bakra može dovesti do anemije, koštanih deformacija, reproduktivnih anomalija te oštećenja živčanog sustava. Sigurne i preporučene dnevne doze bakra su 1,5 do 3 mg/dan, a viškove stanice jetre putem žuči izlučuju iz organizma. Ipak, ako je prisutan u velikim količinama, bakar može uzrokovati akutne posljedice kao što su želučane smetnje, anemije, oštećenje jetre i bubrega (American Water Works Association, 1999).

Povećane koncentracije bakra u vodi daju neugodan okus. Prema istraživanjima prag osjetljivosti bakra u vodi za piće iznosi između 0,8 i 5 mg/l, dok izrazito povećane koncentracije bakra u vodi (3 - 10

mg/l) uzrokuje plavičasto obojenje vode. Temperatura, agresivnost vode i nečistoća u bakrenim cijevima mogu doprinijeti otapanju bakra. Korozija u vodoopskrbnom sustavu koji sadrži materijale s bakrom može biti vrlo jaka u slučaju kada je voda vrlo slabe mineralizacije ima nisku pH vrijednost (Santé Canada, 1992; Edwards i sur., 2000; Dietrich i sur., 2004).

Utjecaj bakra na zdravlje

Najznačajniji dio bakra u organizam dospijeva putem probavnog trakta (apsorbira se od 15 do 97% unesene doze), a većina apsorbiranog bakra (>90%) izlučuje se putem žuči u probavnom traktu. Izlučivanje bakra mokraćom predstavlja tek oko 5% apsorbiranog bakra (Barceloux, 1999; Coudray, 2001).

Bakar je neophodan element za ljudsko zdravlje. Između ostalog sudjeluje u održavanju integriteta hrskavice, mineralizaciji kosti, regulaciji neurotransmitera, održavanju imuniteta i metabolizma željeza. Bakar također ima važnu ulogu u oksidativnom metabolizmu glukoze, zbog čega je neophodan za dobro funkcioniranje miokarda. Bakar pomaže u eliminaciji slobodnih radikala, no ukoliko je prisutan u slobodnom obliku može pomoći i u stvaranju slobodnih radikala (Harris, 1997; Barceloux, 1999; Coudray, 2001).

Maksimalno dopuštena koncentracija bakra u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija bakra u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 2 mg/l.

Preporuke o dnevnom unosu bakra kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos bakra za obje dobne skupine djece, od 0 do 6 mjeseci i od 6 do 12 mjeseci, iznosi 0,3 mg/d.

Prema Prilogu I i II Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ maksimalno dopuštena koncentracija bakra u dječjim formulama je 0,1 mg/100kcal

D-A-CH preporučene vrijednosti dnevnog unosa bakra za dojenčad iznose 0,6 mg/100 kcal, a za malu djecu 0,7 mg/100 kcal

Apsorpcija bakra u organizmu

Unos bakra putem hrane se kreće oko 5 mg/dan od čega se u normalnim uvjetima apsorbira oko 10% u duodenumu tankog crijeva. Sama apsorpcija bakra se povećava ukoliko je njegov prehrambeni unos nizak. Kako bi prošao apikalnu membranu enterocita pomoću prijenosnika CTR1 (copper transporter 1) citokrom b reduktaza reducira bakar iz Cu^{2+} u Cu^{+} oblik. Također, smatra se da DMT1 (divalent metal transporter 1) može sudjelovati u apsorpciji iona baka, osim što apsorbira ione željeza i mangana. Unutar enterocita bakar se veže za šaperone koji ga transportiraju do mitohondrija ili Golgijevog tijela gdje se potom vežu za apo-curoproteine, proteinske nosače bakra u citosolu stanice. Višak bakra veže se za metalotioneine koji vjerojatno izbacuju bakar natrag u lumen crijeva nakon

odumiranja enterocita. Bakar se iz enterocita transporta na bazolateralnoj membrane preko ATP7A (ATPase, Cu²⁺ transporting, alpha polypeptide) pomoću koje se i oksidira u Cu²⁺ ion te se veže na albumine ili α2-makroglobuline i putem krvi transportira do jetre (Collins i sur. 2010; Prohaska, 2009; Xu i sur., 2009).

Prijenos Cu²⁺ iona s proteinskih nosača u hepatocite zahtjeva njihovu ponovnu redukciju u Cu⁺ kako bi mogli ući pomoću CTR1 prijenosnika. Kad su ioni bakra u stanici vežu se za šaperone i distribuiraju do proteina kojima je potreban bakar kao kofaktor. Preostali bakar ATP7B (ATPase, Cu²⁺ transporting, beta polypeptide) pumpa u Golgijevo tijelo gdje se ono inkorporira u ceruloplazmin i druge curoproteine. Suvišak bakra stimulira translokaciju ATP7B s Golgijevog tijela na kanalikularnu membranu hepatocita olakšavajući time prijenos bakra u žuč. Pomoću ceruloplazmina bakar se može iz hepatocita transportirati do drugih ciljanih stanica, tkiva i ili organa. Bakar se u tijelu čovjeka, osim u jetri, može pohraniti i u mozgu, očima te srcu. Međutim, do njegovog nakupljanja dolazi pri dugotrajnom unosu bakra u količini većoj od dozvoljene (Collins i sur. 2010; Prohaska, 2009).

Bakar izlučen uz pomoć žuči u lumen tankog crijeva i ne apsorbirano bakar eliminiraju se iz tijela fecesom (98%). Bakar se može eliminirati i urinom (2%), međutim u minimalnim količinama u zdravih osoba (Prohaska, 2009; Xu i sur., 2009).

2.1.2. Cink

Nastanak i izvori cinka

Cink je prirodno prisutan u malim koncentracijama u mnogim stijenama i tlima, a najčešće se pojavljuje u rudama sa sulfidima te u manjoj mjeri kao karbonati. Cink se upotrebljava u proizvodnji legura i mjedi otpornih na koroziju te za galvanizaciju čeličnih i željeznih proizvoda. Cinkov oksid upotrebljava se kao bijeli pigment u proizvodnji gumica za brisanje, a on je ujedno i najčešće korišten spoj cinka. Cink se primjenjuje i u vidu lijeka kod ljudi kod kojih je dijagnosticiran nedostatak cinka. Cinkov karbamat se koristi u poljoprivredi kao pesticid (Elinder, 1986).

U prirodnim površinskim vodama prosječna koncentracija cinka je ispod 10 µg/L, a u podzemnim vodama najčešće u rasponu od 10 do 40 µg/L. U vodovodnoj vodi koncentracije cinka mogu biti puno veće uslijed otpuštanja cinka iz cjevovoda i armature (AWWA, 1999).

Izloženost cinku

U ruralnim područjima, koncentracije cinka u atmosferi se kreću između 10 i 100 ng/m³. Istraživanje o koncentracijama cinka u zraku provedeno u Finskoj je utvrdilo da prosječna koncentracija cinka vezanog na čestice u zraku iznosi 170 ng/m³ (Mattsson i sur., 1979).

U prirodnim površinskim vodama prosječna koncentracija cinka je ispod 10 µg/L, a u podzemnim vodama 10-40 µg/L. U vodovodnoj vodi koncentracije cinka mogu biti puno veće što je rezultat ispiranja cinka iz cijevi cjevovoda i armatura (AWWA, 1999).

Općenito, smatra se da je voda za piće zanemariv put unosa cinka u ukupnom unosu cinka, osim u slučajevima kada se cink pojavljuje kao posljedica korozije cjevovoda i armatura. Samo u posebnim slučajevima, kada voda sadrži povećane koncentracije cinka, unos cinka putem vode za piće može zadovoljiti do 10% dnevnog unosa (Lahermo i sur., 1990; Gillies i Paulin, 1982).

Uočeno je da voda koja sadrži cink u koncentraciji iznad 3 mg/l, razvija masni film pri kuhanju i ima nepoželjan okus za potrošača.

Hrana bogata bjelanjčevinama, poput mesa i morskih plodova, sadrži visoke koncentracije cinka (10-50 mg/kg), dok žitarice, povrće i voće imaju niske koncentracije cinka (manje od 5 mg/kg) (Elinder, 1986). Istraživanje o prosječnom dnevnom unosu cinka je utvrdilo da ono iznosi između 5 i 22 mg/kg hrane, ovisno o prehranbenim navikama i području (Elinder 1986).

Pojedine studije o unosu preporučenih dnevnih doza cinka navode da prosječan unos cinka kod muškaraca iznosi 15 mg/d, kod žena 12 mg/d, za dojenčad hranjenu adaptiranim mlijekom 5 mg/d te za predadolescente 10 mg/d (NRC, 1989; Cousins i sur., 1990).

Utjecaj cinka na zdravlje

Provedene studije o unosu cinka utvrdile su opći nedostatak cinka u prehrani (Cavdar i sur., 1980; Chen i sur., 1985; Smith i sur., 1985; Jackson i sur., 1988).

Namjerni ili slučajni unos prekomjernih količina cinkovih soli (više od 500 mg cinkovog sulfata) uzrokuje akutnu toksičnost koja se manifestira povraćanjem. Pojava masovnog trovanja cinkom zabilježena je nakon konzumacije pića skladištenih u pocinčanim kontejnerima uz simptome kao što su mučnina, povraćanje, grčevi u trbuhu i proljevi u vremenu od 3 do 12 sati nakon konzumacije. Zabilježena trovanja cinkom putem hrane najčešće su bila posljedica čuvanja hrane u pocinčanim kontejnera za pripremu hrane, a simptomi trovanja, poput mučnine, povraćanja, proljeva uz krvarenje i grčeve u trbuhu, zabilježeni su tijekom 24 sata nakon konzumacije (Elinder, 1986).

Kronično trovanje cinkom zabilježeno je u slučaju prekomjernog i dugotrajnog unosa povećanih količina cinka (105-405 mg/d) kod liječenja celijakije i anemije srpastih stanica što je uzrokovalo nedostatak bakra u organizmu (Porter i sur., 1977; Prasad i sur., 1987; Hoogenraad i sur., 1985; Cousins i sur., 1990)

Oštećenje želučane sluznice je također zabilježena posljedica prekomjernog dnevnog unosa cinka (440 mg cinkova sulfata) (Elinder, 1986), dok je svakodnevni dodatak od 80-150 mg cinka tijekom nekoliko tjedana uzrokovao pad gustoće lipoproteina, no isti učinak nije zabilježen i u drugim studijama (Elinder, 1986).

Stručno povjerenstvo Svjetske zdravstvene organizacije (WHO) i Svjetske organizacije za hranu i poljoprivredu (FAO) je 1982. godine dalo preporuku za optimalni dnevni unos cinka od 0,3 mg/kgTM/d.

Maksimalno dopuštena koncentracija cinka u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija cinka u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 3000 µg/l.

Preporuke o dnevnom unosu cinka kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučen dnevni unos cinka za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 2 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 4 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ, referentna vrijednost cinka u dječjim formulama iznosi 5 mg.

Prema DACH preporukama, preporučeni dnevni unos cinka za dojenčad iznosi 1 mg/100 kcal, a za malu djecu 2 mg/100 kcal.

Apsorpcija cinka u organizmu

Prehrambeni cink uglavnom se apsorbira duž tankog crijeva, dok se vrlo malo cinka apsorbira u želudcu. Apsorpcija cinka procijenjena je na 20 - 40% od ukupne unesen količine, a maksimalna apsorpcija odvija se u distalnom djelu duodenuma i proksimalnom djelu jejunuma. Apsorpcija cinka u enterocite uključuje nekoliko puteva. Ukoliko je koncentracija cinka u lumenu crijeva niska, uključuje se transport pomoću proteinskog prijenosnika Zip4 koji se nalazi na apikalnoj strani membrane enterocita. Dok se pri visokim koncentracijama cinka u lumenu crijeva apsorpcija prvenstveno odvija putem pasivne difuzije. Ovisno o kojem djelu tankog crijeva se radi, na bazolateralnoj membrani enterocita nalaze se različiti prijenosnici cinka. Tako se u ileumu nalazi ZnT-1, u ZnT-2 u duodenumu i jejunumu, dok se ZnT-4 nalazi na svim dijelovima tankog crijeva. Navedeni prijenosnici reguliraju otpuštanje cinka iz enterocita u mezenterijske kapilare gdje se cink dalje prenosi putem krvi pomoću albumina. Izlazak cinka iz cirkulacije preko endotelih stanica u tkiva nije u potpunosti istražen. Međutim, smatra se da se transportira zajedno s albuminom, α 2-makroglobulinima i aminokiselinama i članovi obitelji ZIP transportera (Holt i sur., 2012; Freake, 2009; Jackson, 1988).

Apsorbirani cink se u vidu rezervi pohranjuje na nekoliko mjesta u organizmu. Najviše cinka, oko 50%, je pohranjeno u mišićnom skeletu, oko 30% se nalazi u kostima, oko 5% se nalazi u jetri, oko 3% je u plazmi povezano s raznim proteinskim nosačima dok se preostali nalazi u eritrocitima (Freake, 2009; IOM, 2001).

Unutar stanica cink se veže za proteine kao koenzim ili za metalotioneine te se na taj način pohranjuje u stanici. Nakon digestije određenog obroka i apsorpcije cinka, oko 3 mg cinka se izlučuje ponovo u lumen crijevna gušteračnim sokom ili odumiranjem enterocita i drugih stanica u kojima je cink bio pohranjen. U koliko je status cinka u osoba neadekvatan, a unos nizak, određena količina se ponovo resorbira u enterocite. Eteropakreatična cirkulacija je izrazito bitna za održavanje adekvatnog statusa cinka u organizmu. Suvišak cinka u crijevima se izlučuje fecesom (90-98%) te urinom (2-10%) (Holt i sur., 2012).

2.1.3. Fluoridi

Nastanak i izvori fluorida

Fluor je element iz halogene skupine, izuzetno je otrovan, a ujedno i najelektronegativniji i najreaktivniji kemijski element. Upravo zbog ovakvih karakteristika, fluor u prirodi ne dolazi kao samostalni element nego u obliku organskih i anorganskih spojeva poznatih pod zajedničkim nazivom fluoridi. Fluoridi zajedno čine 0,06-0,09% zemljine kore, što fluor čini trinaestim najzastupljenijim elementom u njenom sastavu.

Fluorid se u značajnim količinama nalaze i u raznim mineralima, termalnim vodama, a pojava povišenih koncentracija fluorida u vodama povezuju se i s vulkanskom aktivnošću. Fluoridi su prirodno

prisutni u svim vodama, no njihove koncentracije ovise o geološkim svojstvima tla te prisutnosti kalcija u vodonosniku. I dok će tla bogata fluoridima uzrokovati povećanje koncentracije fluorida u vodi, prisutnost kalcija u vodonosniku ograničava njihovu topljivost u vodi i time smanjuje ukupnu koncentraciju fluorida u vodi. Morska voda prosječno sadrži 1 mg/L fluorida, dok rijeke i jezera prosječno sadrže manje od 0,5 mg/L fluorida.

Koncentraciju fluorida u vodi za ljudsku potrošnju potrebno je nadzirati. Naime, u malim količinama fluoridi pomažu u prevenciji karijesa te jačanju otpornosti zuba na kiseline, no u velikim količinama mogu izazvati negativan utjecaj na zdravlje čovjeka poput ometanja rada štitne žlijezde, pojave glavobolja, vrtoglavica, mučnina, propadanja zubi te uzrokovati nastanak karcinoma pluća i kostiju, kao i brojne druge bolesti (AWWA, 1999; Fawell i suradnici, 2006).

Fluoridi se u vodama najčešće pojavljuju u obliku natrijeva fluorida (NaF), kalijeve fluorida (KF), kalcijeva fluorida (CaF_2) te fluoridne kiseline. Također se mogu pojaviti u obliku kompleksa sa silicijem, borom ili aluminijem.

Osim prirodnih izvora, pojava fluoridi u okolišu može biti i posljedica industrijskih aktivnosti kao što su proizvodnja stakla, keramike, cakline, cigle, cementa, aluminija, čelika, lijevanje i obrada površina, varenje i presvlačenje metala broncom, kao i proizvodnja fluoriniranih kemikalija. Natrijev fluorid se koristi u proizvodnji raznovrsnih pesticida, a može se naći u fosfatnim gnojivima u obliku nečistoća.

Izloženost fluoridima

Glavni izvori izloženosti fluoridima za opću populaciju su hrana, voda za piće, proizvodi zubne higijene i, u manjem omjeru, zrak. Iz grupe namirnica, najviše koncentracije fluorida zabilježene su u čajevima i morskoj ribi, dok meso, mlijeko i jaja sadrže značajno manje količine fluorida. Prosječna količina fluorida u povrću je niska, ali se razlikuje ovisno o vrsti povrća, dok biodostupnost fluorida ovisi o zastupljenosti drugih minerala u namirnici u kojoj se pojavljuju. Tako, na primjer, ukoliko namirnica sadrži i kalcij, dolazi do kompleksiranja kalcija i fluorida što fluoride čini minimalno biodostupnim. Pojedine mineralne vode prirodno su bogate fluoridima (nekoliko mg/l), dok se u pojedinim državama primjenjuje postupak fluoridacije vode za piće u cilju prevencije karijesa kod stanovništva. Fluoridacijom vode za piće povećava se unos fluorida u organizam, a ovisno o konzumiranoj količini, unos fluorida putem vode može biti između 0,3 i 1,9 mg/d. Izloženost populacije fluoridima putem zraka je vrlo rijetka i najčešće je posljedica rada s poljoprivrednim preparatima (gnojiva) ili rada u industrijskim pogonima gdje se u proizvodnom procesu koriste spojevi fluora pri čemu je zrak kontaminiran česticama fluora (Arnaud, 2001; Cerklewski, 1997).

Utjecaj fluora na zdravlje

Fluor ima temeljnu ulogu u stvaranju fluorapatita u zubima i kostima (Arnaud, 2001). Fluor mora biti dostupan u dovoljnim količinama tijekom mineralizacije zubnih pupoljaka trajnih zubi od kojih neki zamjenjuju mliječne zube. Fluor djeluje adsorpcijom na površinu cakline zuba, no to je djelovanje ograničeno. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO, 2003), minimalna koncentracija fluorida od 0,5 mg/l u vodi za piće neophodna je za pravilnu zaštitu zubi. Istraživanjima je utvrđeno da količina konzumiranih fluorida koja uzrokuje estetsko oštećenje zubi je

približno jednaka vrijednosti optimalne količine za mineralizaciju cakline zuba.

Fluor se uglavnom veže za kosti i pridonosi njihovoj čvrstoći. Štetni učinci javljaju se pri većim dozama fluora od onih koje uzrokuju zubnu fluorozu. Stručnjaci navode da se u slučaju kada je dnevno konzumirana količina fluorida putem vode za piće i/ili mineralne vode manja od 0,5 mg/l, preporuča se djeci davati nadomjestak fluora u obliku fluorirane kuhinjske soli ili fluoriranih lijekova (Afssa, 2002). Općenito se može reći da je fluor ambivalentan element s pozitivnim učinkom kod umjerenog unosa, a sa štetnim učinkom na ljudsko zdravlje kod pretjeranog ili dugotrajnog unosa povišenih koncentracija.

Maksimalno dopuštena koncentracija fluorida u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija fluorida u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 1,5 mg/l.

Preporuke o dnevnom unosu fluorida kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos fluorida za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 0,08 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 0,4 mg/d.

-Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ maksimalno dopuštena koncentracija fluorida u dječjim formulama je 0,1 mg/100kcal.

Apsorpcija fluorida u organizmu

Nakon unosa u organizam fluoridi prelaze u fluorovodik (HF) uslijed kiselog okruženja u želudcu. Sama apsorpcija odvija se pasivnom difuzijom i u obrnutom je odnosu s pH. Značajan dio apsorbira se kao fluorovodik iz želuca kroz mukoznu membranu, ali se njegova apsorpcija također pojavljuje duž cijelog tankog crijeva. Od ukupno unesenog fluorida apsorbira se oko 76-90%. Izrazito topljivi spojevi fluorida u vodi, kao što je natrijev fluorid, gotovo se u potpunosti apsorbiraju, dok manje topljivi spojevi s kalcijem, magnezijem ili aluminijem se apsorbiraju u manjoj količini. Apsorpcija fluorida se smanjuje u prisutnosti kalcija, odnosno namirnica bogatih kalcijem poput mlijeka (Nielsen, 2009; WHO, 1994; IOM, 1997; ECD, 2016).

Nakon apsorpcije najveća koncentracija fluorida u krvi pojavljuje se nakon 20-60 minuta, a fluoridi se raspodjeljuju u krvnu plazmu, slinu i eritrocite. Fluoridi u krvnoj plazmi se nalaze u slobodnom obliku te nisu vezani za nijedne prenosioce. Oko 99% neizlučenog fluorida iz tijela ugrađuje se u kosti i zube. Održavanje razina iona fluorida u krvi je pod utjecajem dnevne izloženosti te metabolizma kostiju (Nielsen, 2009; WHO, 1994; IOM, 1997).

Izlučivanje fluorida mokraćom je glavni put njihovog uklanjanja iz tijela. Fluoridi se filtriraju iz plazme preko glomerulara i djelomično se reapsorbiraju. Brojni čimbenici mogu utjecati na izlučivanje fluorida uključujući mokraćni pH, urinarnog toka i brzine glomerularne filtracije. Djeca izlučuju fluoride jednako brzo kao i odrasli. Neapsorbirani fluoridi (10-25%) se fecesom izlučuju iz organizma (Nielsen, 2009; WHO, 1994).

2.1.4. Fosfor/ fosfati

Nastanak i izvori fosfora/fosfata

Fosfor je esencijalni nutrijent i značajan dio nukleinskih kiselina i fosfolipida, dok je kalcijev fosfat građevni materijal kostiju kosti. Fosfor u prirodi kruži uslijed vulkanskih aktivnosti i prirodnog ispiranja minerala s fosforom te uslijed antropogenih aktivnosti poput gnojidbe poljoprivrednih površina. Fosfor se u prirodi nalazi u obliku fosfatnog iona (PO_4^{3-}) koji se pod utjecajem padalina oslobađa iz stijena te prelazi u tlo, vodu i zrak. Na taj način fosfor postaje dostupan za ulaz u kopnene i morske prehrambene lance, dok se dio fosfata taloži i dospijeva u sedimente. Kruženje fosfata u prirodi je vrlo sporo, procjenjuje se da fosfatni ioni između oceana i tla kruže u ciklusima koji traju između 20.000 i 100.000 godina.

Povećane koncentracije fosfora, odnosno fosfata u površinskim vodama često su posljedica prekomjerne uporabe umjetnih gnojiva, a uzrokuju prekomjeran rast algi i produkciju organske tvari što negativno djeluje na ostali život u vodi te uzrokuje eutrofikaciju vodnih resursa. Uslijed sveg navedenog, koncentracija fosfata se smatra značajnim i ograničavajućim čimbenikom kopnenih vodenih ekosustava.

Izloženost fosforu/fosfatima

Fosfor je široko zastupljen u hrani u obliku fosfata, posebno u hrani bogatoj proteinima, gdje je sadržaj fosfora obično visok. Tako se količine fosfora kod mliječnih proizvoda kreću u između 100 i 900 mg/100g, u mesu prosječno 200 mg/100g, u ribi prosječno 200 mg/100g te kod zrnatih proizvoda između 100-300 mg/100g. Procjenjuje se da uobičajenom prehranom Europljani unose između 1000-1600 mg/d fosfora, s gornjom granicom 2600 mg/d. Zdrava osoba može tolerirati unos fosfora (fosfata) do 3000 mg/d bez pojave sistemskih nuspojava (HAH, 2012)

Utjecaj fosfora/fosfata na zdravlje

Fosfor se nalazi u organizmu svih živih bića i spada u osnovne sastojke mnogih fizioloških procesa (stanični energetski ciklus, regulacija kiselinsko bazne ravnoteže u tijelu, građivni element stanica). Prirodni sadržaj fosfora u različitim vrstama hrane nutritivno je zadovoljavajući i nije ga nužno unositi dijetetskim proizvodima. Povećanje koncentracije fosfora u krvnom serumu obično je posljedica neadekvatnog rada bubrega zbog kroničnog ili akutnog poremećaja. Svaki poremećaj unosa fosfata odražava se na metabolizam kalcija. Tako prekomjeran unos fosfata, uz istovremeno manji unos kalcija, može dovesti do negativnog odnosa kalcija. Porast razine fosfata poslije obroka inhibira aktivaciju vitamina D koji je neophodan za stimuliranje unosa kalcija putem intestinalne apsorpcije. Prekoračenje prihvatljivog dnevnog unosa fosfata utječe na resorpciju kalcija (omjera višeg 1: 2 u korist fosfora) ili čak što više, otpuštanje kalcija iz kostiju, a samim time zdravstveni problem generaciji u razvoju kao i ženama u kasnijem životnom dobu. Kao odgovor na smanjene razine kalciola luče se dodatne količine paratiroidnog hormona kako bi kompenzirale interferenciju povišenih količina fosfata

s aktivacijom vitamina D. To stanje se opisuje kao nutritivna sekundarna hiperparatireoza, koja doprinosi povećanju koštane pregradnje, i na taj način može dovesti do gubitka koštane mase i gustoće kostiju.

Maksimalno dopuštena koncentracija fosfata u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija fosfata u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 300 µg/l.

Preporuke o dnevnom unosu fosfata kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos fosfata za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 100 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 300 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost fosfora u dječjim formulama je 550 mg.

DACH preporučene vrijednosti dnevnog unosa fosfora za dojenčad iznosi 120 mg/100 kcal, a za malu djecu 300 mg/100 kcal.

Apsorpcija fosfata u organizmu

Većina organizama dobiva potrebni fosfor konzumacijom tkiva drugih organizama (biljaka i životinja). U odraslih ljudi apsorpcija fosfora iz hrane kreće se u rasponu od 55% do 80% ukupnog unosa, a u djece od 65% do 90%. Najveća apsorpcija odvija se u jejunumu tankog crijeva. Protoplazmatski fosfor se hidrolizira pomoću enzima fosfataze u crijevima te se apsorbira u obliku anorganskog fosfata. Apsorpcija fosfata odvija se kotransportom s kationima, posebno natrijem i pasivnom difuzijom te se smatra da se može apsorbirati i aktivnim transportom kojeg stimulira prisutnost vitamina D u lumenu crijeva. Nakon apsorpcije fosfati se krvlju prenose do ciljanih stanica i tkiva. U organizmu imaju mnogostruku funkciju te tako sudjeluju u izgradnji koštane mase, sastavni su dio intracelularnih tekućina i raznih makromolekula te su izrazito bitne u sustavu dobivanja energije (Heaney, 2012; Anderson, 2009; IOM, 1997).

Većina fosfata iz tijela se eliminira kroz bubrege urinom, no ukoliko su fosfati potrebni organizmu, mogu se reapsorbirati u proksimalnom tubulu nefrona. Međutim, dio apsorbiranog fosfata koji je zaostao u mukoznim stanicama nakon njihovog odumiranja se vraća u himus, a potom se može reapsorbirati u tankom crijevu ili se fecesom izlučuje iz organizma. Unutar 24 izlučit će se količina fosfata jednak neto apsorpciji fosfata (Heaney, 2012; Anderson, 2009; IOM, 1997).

2.1.5. Jod

Nastanak i izvori joda

U vodi se jod pojavljuje u ioniziranoj obliku te kao hipojodasta kiselina, jodati ili jodidi. Jod se može koristiti za dezinfekciju vode za piće i bazenskih voda, a dobra dezinfekcijska svojstva jod pokazuje pri količini od već 1 mg/L. Jod je esencijalni mikroelement koji je nužan za sintezu tiroidnog hormona. Preporučene dnevne doze za odraslu osobu kreću se od 80 do 150 µg/dan. Glavni izvor joda kod

čovjeka je morska hrana i jodirana sol. Unos povećanih koncentracija joda u organizam može uzrokovati iritaciju gastrointestinalnog trakta što može dovesti do akutnog trovanja, a unos od 2 do 3 g joda može izazvati letalni učinak (AWWA, 1999).

Izloženost jodu

Populacija je jodu najznačajnije izložena putem hrane. Glavni prirodni izvor joda u prehrani su morski plodovi (od 200 do 1000 µg/kg) i alge (od 0,1 do 0,2% jodida po masi). Jod se također može pronaći u kravljem mlijeku u obliku jodida i to u koncentracijama od 20 do 70 µg/l te može biti dodan u kuhinjsku sol (100 µg kalij jodida po gramu natrij klorida) zbog osiguranja adekvatnog unosa joda. Procijenjene prehrambene potrebe za jodom kod odraslih se kreću od 80 do 150 µg/dan.

Populacija jodu također može biti izložena putem vode za piće, lijekova i hrane. Pri koncentraciji od 4 µg/l u vodi za piće, odrasla osoba će dnevno unijeti 8 µg joda, uz pretpostavku dnevne konzumacije od 2 litre vode za piće.

Utjecaj joda na zdravlje

Oralne doze od 2000 do 3000 mg joda (oko 30 do 40 mg/kg TM) se procjenjuju kao smrtonosne za ljude, no zabilježeni su i slučajevi preživljavanja nakon unosa 10 000 mg joda. Unos akutne oralne toksične doze izaziva nadražaj gastrointestinalnog trakta uz gubitak vode te stanje šoka u težim slučajevima.

Kronična konzumacija jodirane vode za piće nije dovela do štetnih učinaka po zdravlje ljudi, iako su kod pojedinaca zabilježene određene promjene štitnjače. U petogodišnjoj studiji na zatvorenicima koji su konzumirali vodu obogaćenu jodom u koncentraciji od 1 mg/L (oko 0,03 mg/kg TM/d) nisu zabilježeni slučajevi hipertireoidizma ili hipotireoidizma, urtikarije ili jodizma. Međutim, uočeno je malo, ali statistički značajno smanjenje u unosu radioaktivnog joda u štitnjači i povećanje koncentracije joda vezanog za proteine (Thomas i sur., 1969). Nisu zabilježeni štetni učinci po zdravlje kod muškaraca koji su pili vodu obogaćenu jodom pri dozama od 0,17 do 0,27 mg/kg TM/d kroz 26 tjedana (Morgan i Karpen, 1953).

Maksimalno dopuštena koncentracija jodida u vodi za ljudsku potrošnju

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) ne propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju jodida u vodi za ljudsku potrošnju.

Preporuke o dnevnom unosu joda kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos joda za obje dobne skupine djece, od 0 do 6 mjeseci i od 6 do 12 mjeseci, iznosi 90 µg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost joda u dječjim formulama je 80 µg.

DACH preporučene vrijednosti dnevnog unosa joda za dojenčad iznose 0,04 mg/100 kcal, a za malu djecu 0,08 mg/100 kcal.

Apsorpcija joda u organizmu

Jod se u organizma unosi u više kemijskih oblika, a najčešće u obliku jodidnih soli. Soli jodida se i reduciraju te se jodidi brzo i gotovo potpuno apsorbiraju u želucu i duodenumu tankog crijeva. Apsorpcija je se odvija aktivnim transportom pomoću transmembranskog proteina NIS-a (sodium/iodide symporter) koji se nalazi na apikalnoj membrani enterocita. Prosječno se u zdravih odraslih osoba apsorbira 9% unesenog jodida.. Jodidi iz organskih molekula se oslobađaju i apsorbiraju jednakim putem. Međutim, molekule poput tiroksina se apsorbiraju gotovo ne probavljanje (Zimmermann, 2012).

U uvjetima kada je unos joda adekvatan, manje od 10% apsorbiranog joda preuzima štitna žlijezda za proizvodnju hormona. Pri kroničnom nedostatku joda, štitna žlijezda može preuzeti i do 80% ukupno apsorbiranog joda. Naime, u zdravih odraslih osoba organizma sadrži do 20 mg joda, od kojih je 70 - 80% u pohranjeno u štitnoj žlijezdi (Zimmermann, 2012).

Prvi korak u stvaranju hormona štitne žlijezde jest prijenos jodida iz izvanstanične tekućine u žljezdane stanice, a otuda u folikule. Bazalna membrana stanica štitne žlijezde ima osobitu sposobnost aktivna prijenosa jodida u unutrašnjost stanice pomoću NIS prijenosnika. U normalnoj žlijezdi jodidna crpka može koncentrirati ione joda oko 30 puta više nego u krvi. Endoplazmatski retikul i Golgijev aparat sintetiziraju i izlučuju u folikule tireoglobulin. Svaka molekula tireoglobulina sadrži 140 molekula aminokiseline tirozina. Hormoni nastaju unutar molekule tireoglobulina. Osnovni stupanj u stvaranju hormona štitne žlijezde je pretvaranje jodidnih iona u oksidirani oblik joda koji se može izravno vezati s aminokiselinom tirozinom. Sustav za oksidaciju joda čine enzim peroksidaza i pridružen vodikov peroksid. U stanicama štitne žlijezde oksidirani jod se veže uz enzim jodazu. Jod se veže za otprilike 1/6 tirozinskih ostataka unutar molekule tireoglobulina, odmah dok se tireoglobulin otpušta iz Golgijevog aparata, ili dok se secernira kroz apikalnu staničnu opnu u folikul. Tirozin se najprije jodira u monojodtirozin, a potom u dijodtirozin. Zatim više dijodtirozinskih ostataka udružuje jedan s drugim, a proizvod te reakcije je molekula tiroksina koja ostaje u sklopu molekule tireoglobulina. Ako se jedna molekula monojodtirozina udruži s jednom molekulom dijodtirozina nastaje trijodtirozin. Kada završi sinteza hormona u štitnoj žlijezdi, svaka molekula tireoglobulina sadrži 1-3 molekule tiroksina. U ovakvom se obliku hormoni štitne žlijezde često pohranjuju u folikulama i po nekoliko mjeseci. Sam tireoglobulin se ne otpušta u krv, već se tiroksin i trijodtironin najprije odvoje od molekule tireoglobulina, pa se kao slobodni hormoni otpuštaju. Proteinaze razgrađuju molekule tireoglobulina i oslobađaju tiroksin i trijodtironin, koji zatim difundiraju kroz bazalni dio stanice štitne žlijezde u okolne kapilare. Na taj se način otpuštaju u krv. Nakon ulaska u krv, sav se tiroksin i trijodtironin, odmah veže proteinskim nosačima. Oko polovice tiroksina vezanog za nosač se otpusti u tkivne stanice otprilike svakih 6 dana, a polovica trijodtironina, zbog manjeg afiniteta za bjelancevine, otpusti se u stanice za otprilike jedan dan. Kada uđu u stanicu, oba se hormona ponovno vežu na bjelancevine (Guyton i sur., 2006; Ahad i sur., 2010).

Hormoni štitne žlijezde se metaboliziraju u jetri te ispuštaju dio joda u izvanstaničnu tekućinu, a manji dio se izlučuje putem žuči u tanko crijevo i eliminira se fecesom iz organizma. Također, jod se iz cirkulacije izlučuje i putem urina pomoću bubrega (Zimmermann, 2012; Ahad i sur., 2010).

2.1.6. Kalcij

Izvori kalcija

Kalcij je najrasprostranjeniji zemnoalkalni metal i jedan od najraširenijih elemenata u prirodi. Spojevi kalcija su uobičajeni i prirodni sastojak voda te njihova prisutnost u vodi uzrokuje tvrdoću vode. Tvrdoća vode se izražava kao miligrami ekvivalenta kalcijeva karbonata po litri. Kalcijevi sulfati i kloridi čine stalnu tvrdoću vode koja se kuhanjem ne može ukloniti, dok prolaznu tvrdoću vode čine kalcijevi i magnezijevi i bikarbonatni. Tvrdi voda je nepogodna za uporabu u domaćinstvu i industriji. Voda koja sadrži kalcijev karbonat u koncentraciji ispod 60 mg/L smatra se mekom; ukoliko se koncentracija kalcijeva karbonata kreće u rasponu od 60 do 120 mg /L - umjereno tvrdom, ukoliko je koncentracija kalcijeva karbonata od 120 do 180 mg/L tvrdom, i više od 180 mg/L, vrlo tvrdom (McGowan, 2000). Kalcij je i uobičajeni mineralni sastojak hrane.

Izloženost kalciju

Podzemne vode mogu sadržavati kalcija i više od 100 mg/L. Hrana je glavni dijetalni izvor kalcija, pri čemu su mliječni proizvodi najznačajniji izvor kalcija i pridonose više od 50% ukupnom unosu kalcija. Neke namirnice biljnoga porijekla, uključujući mahunarke, zeleno lisnato povrće i brokulu, također sadrže značajne količine kalcija iako je sadržaj kalcija u njima niži u odnosu na sadržaj kalcija u mliječnim proizvodima. Bioraspoloživost kalcija u biljkama može značajno smanjiti ukoliko one sadrže i povišenu koncentraciju oksalata ili fitata.

Utjecaj kalcija na zdravlje

Kalcij je jedinstven među hranjivim tvarima, tome u prilog ide i funkcionalnost tjelesnih rezervi; povećanje koštane mase je u linearnom odnosu sa smanjenjem rizika od loma. Ukupne tjelesne zalihe iznose oko 1200 g, od kojih je oko 99% uskladišteno u kostima i zubima. Veliki broj randomiziranih kontroliranih studija pokazuje da povećanje unosa kalcija, osobito u onih kojima je uobičajeno unos kalcija bio nizak, povećava koštanu masu tijekom rasta te smanjuje gubitak koštane mase i rizik od loma u kasnijoj životnoj dobi. Osteoporoza je jedan od najrasprostranjenijih bolesti povezanih s dobi. Združeni, kalcij i vitamin D korisni su za povećanje koštane mase.

Neadekvatan unos kalcija povezan je s povećanim rizicima od osteoporoze, nefrolitaze (bubrežni kamenac), raka debelog crijeva, hipertenzije i moždanog udara, koronarnih bolesti, inzulinske rezistencije i pretilosti. Pojedinci koji izbjegavaju konzumaciju ili nemaju pristup mlijeku i mliječnim proizvodima imaju povećani rizik od nedostatka kalcija. Dojenčad hranjena adaptiranim mliječnim pripravkom u pravilu neće biti u opasnosti od manjka ili viška kalcija, a čak ni ekstremno niske ili visoke koncentracije kalcija u vodi neće dovesti do apsorpcije nefizioloških količina kalcija iz dojenačke formule pripremljene s vodom. Međutim, ukoliko se u prehrani dojenčeta koriste druge namirnice ili prehrambeni pripravci koji ne osiguravaju količinu kalcija koju osigurava dojenački mliječni pripravak, tada voda može predstavljati važan izvor minerala za dojenčad.

Zbog postojeće čvrsto regulirane crijevne apsorpcije i mehanizma eliminacije kalcija kroz djelovanje 1,25-dihidroksivitamin D, hormonski aktivni oblik vitamina D, ljudski organizam je u velikoj mjeri zaštićen od suvišnog unosa kalcija. Kada dođe do prekomjerne apsorpcije kalcija, višak se, u zdravih

Ljudi koji nemaju renalne smetnje i oštećenja, izlučuje upravo pomoću bubrega

Maksimalno dopuštena koncentracija kalcija u vodi za ljudsku potrošnju

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) ne propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju kalcija u vodi za ljudsku potrošnju već navodi napomenu „Za tumačenje dobivenih rezultata koriste se preporuke Svjetske zdravstvene organizacije“.

Preporuke o dnevnom unosu kalcija kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos kalcija za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 200 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 400 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost kalcija u dječjim formulama iznosi 550 mg .

DACH preporučene vrijednosti dnevnog unosa kalcija za dojenčad iznose 220 mg/100 kcal, a za malu djecu 330 mg/100 kcal.

Apsorpcija kalcija u organizmu

Kalcij je glavni strukturni mineral naših kostiju. Naime, oko 90% ukupne količine kalcija u našem organizmu nalazi se u kostima i zubima. Oko 1%, nalazi se u stanici i izvan stanice, tj u krvi, limfi i tjelesnim tekućinama. Oko 50% kalcija koji se nalazi u plazmi je u obliku iona tj. u aktivnom obliku u kojem kalcij regulira brojne funkcije našeg organizma (zgrušavanju krvi, provođenju živčanih impulsa, kontrakciji mišića, regulaciji enzima, permeabilnosti membrana, izlučivanju hormona, vazokonstrikciji i vazodilataciji) (Weaver, 2012).

Kalcij se apsorbira pomoću dva prijenosna sustava. Jedan od njih je aktivan transport koji je potaknut niskim razinama kalcija, a javlja se u duodenumu i proksimalnom dijelu jejunuma. Kalcij, u obliku iona, ulazi u stanicu preko pozitivnog elektrokemijskog gradijenta jer je koncentracija kalcija u citoplazmi niska (Bronner, 2008). Drugi proces, pasivna difuzija, je potaknut višim koncentracijama kalcija i javlja se u cijelom tankom crijevu, no većinom u jejunumu i ileumu. Ovaj proces se ne može zasititi i odvija se između stanica, a ne kroz njih. Apsorpcija kalcija opada s povećanjem unosa, pa se tako pri vrlo niskim razinama kalcija apsorbira oko 70% kalcija, dok pri višim oko 30%. Manje količine kalcija apsorbiraju se i u debelom crijevu (4% do 10%).

Kalcij se transportira krvlju u tri oblika. Oko 40% kalcija je vezano za proteine, većinom albumin (80%) i globuline, oko 10% tvori komplekse sa sulfatom, fosfatom ili citratom, dok je oko 50% kalcija je u slobodnom, ioniziranom obliku (Howard, 1971; Khanal i sur., 2008). Koncentracija kalcija u krvi je strogo regulirana. Kod smanjenih razina kalcija, paratiroidni hormon u bubrezima smanjuje gubitak kalcija potičući njegovu reapsorpciju, dok u kostima potiče otpuštanje kalcija. Kod povišene razine izvanstaničnog Ca^{2+} inhibirana je sekrecija PTH i proizvodnja kalcitriola, a potaknuto je lučenje kalcitonina, koji djeluje suprotno od PTH-a. To ima za posljedicu smanjenu apsorpciju kalcija, povećanje urinarnog izlučivanja kalcija, i smanjenu resorpciju u kostima (Weaver, 2012; Norman,

1990)

Višak apsorbiranog kalcija koji se nije uskladištio u kostima, izlučuje se urinom, fecesom i znojem. No, većina kalcija se filtrira i reapsorbira u bubrezima i to između 97 i 99 %. Neapsorbirani kalcij se izlučuje fecesom (Weaver, 2002).

2.1.7. Kalij

Nastanak i izvori kalija

Kalij je esencijalan element za ljude i rijetko se u prirodnim vodama nalazi u koncentracijama koje bi predstavljale rizik za zdravlje. Kalij se u vodi može pojaviti kao posljedica uporabe kalijeva permanganata (oksidans pri obradi vode) i tamo gdje se kalijev permanganat upotrebljava pri obradi vode. Ukupna koncentracija dodanog kalija ne smije prijeći 10 mg/L, no u praksi se najčešće primjenjuju značajno manje vrijednosti.

U nekim zemljama se kalijev klorid koristi u domaćinstvima za mekšanje vode ili se miješa s natrijevim kloridom u cilju izmjene iona kalija ionima kalcija i magnezija.

Izloženost kaliju

Primarni izvor kalija u općoj populaciji je hrana. Kalij se nalazi u različitim vrstama namirnica, naročito u voću i povrću, a tijekom prerade hrane i dodatkom prehrambenih aditiva na bazi kalija, može doći do povećanja količine kalija u namirnicama.

Koncentracije kalija koje se nalaze u vodi za piće su niske i ne predstavljaju zdravstveni problem, no ukoliko se voda mekša pomoću kalijeva klorida, može doći do povećanja koncentracije kalija u vodi uslijed njegove visoke topljivosti. Istraživanja provedena u Velikoj Britaniji (Powell i sur., 1987) pokazuju da se prosječna koncentracije kalija u vodi za piće kreće između 1 i 8 mg/L (Health Canada, 2008).

Utjecaj kalija na zdravlje

Kalij je kofaktor za mnoge enzime a potreban je za izlučivanje inzulina, kreatinin fosforilacije, metabolizam ugljikohidrata i sintezu proteina. Prekomjerni gubitak soli nastao teškom dijarejom ili intenzivno i dugo znojenje može dovesti do gubitka kalija što može uzrokovati hipokalijemiju, srčanu aritmiju, slabost u mišićima, mučninu i povraćanje i niski mišićni tonus u crijevima. Istraživanja navode da dugotrajna hipokalijemija može uzrokovati hipertenziju (UKEVM, 2003).

Osim iz voća i povrća, kalij se u ljudski organizam može unijeti i putem dodataka prehrani. Neophodno je da pri tome osobe budu pod liječničkim nadzorom, no značajan je i broj ljudi koji uzimaju kalij kao dodatak prehrani bez nadzora što nije preporučljivo jer povećana izloženost kaliju može dovesti do dodatnih štetnih učinaka kod osoba s oštećenom bubrežnom funkcijom, kod osoba koje pate od srčanih bolesti, koronarnih arterija, hipertenzije, dijabetesa, postojeće hiperkalijemije te kod starijih osoba koje imaju smanjene fiziološke rezerve, kao i kod osoba koje uzimaju lijekove a koji ometaju normalnu funkciju kalija u tijelu. Intoksikacija kalijem je rijetka jer se kalij ubrzano izlučuje iz organizma kod osoba koje nemaju problema s bubrezima, ali zbog velike pojedinačne doze može doći do povraćanja (Gosselin i sur., 1984). Rizični dio populacije su osobe kod kojih je izlučivanje kalijevih iona

smanjeno uslijed bubrežnih bolesti ili bubrežne insuficijencije, starije osobe sa sniženim fiziološkim rezervama kao i pojedinci s drugim problemima (bolesti srca, koronarne arterijske bolesti, hipertenzija, dijabetes, problemi s nadbubrežnom žlijezdom, postojeća hiperkalijemija) te osobe koje uzimaju lijekove koji ometaju metabolizam kalija u tijelu. Osim navedenih skupina, i djeca mogu biti osjetljiva zbog ograničenih bubrežnih rezervi i nezrelih bubrega.

Maksimalno dopuštena koncentracija kalija u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija kalija u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 12 mg/l.

Preporuke o dnevnom unosu kalija kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos kalija za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 400 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 800 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost kalija u dječjim formulama iznosi 1000 mg .

DACH preporučene vrijednosti dnevnog unosa kalija za dojenčad iznose 400 mg/100 kcal, a za malu djecu 650 mg/100 kcal.

Apsorpcija kalija u organizmu

Kod uobičajenih okolnosti, oko 90% kalija se apsorbira u tankom, ali može se apsorbirati i u debelom crijevu, dok se oko 10% se izlučuje fecesom (Preuss i sur., 2012). Ovisno o koncentraciji, pretpostavlja se da se kalij apsorbira pasivnom difuzijom. Također, na apikalnoj membrani crijeva postoji enzim, K,H-ATPaza, koji izmjenjuje intracelularni vodik za luminalni kalij, što sugerira da postoji i aktivan transport kalija (Agarwal i sur., 1994). Cirkulirajuće koncentracije su relativno stabilne, jer stanice odmah uzimaju većinu kalija koja ulazi u tijelo (Preuss i sur., 2012).

Kalij ulazi u krvotok kroz bazolateralnu membranu crijeva, preko kalijevih kanala. Kalij se prenosi tjelesnim tekućinama u obliku iona, no 10 do 20% kalija vezano je za proteine. Kalij ulazi u stanice aktivnim transportom, natrij-kalij pumpom, uz pomoć ATPaze, čime se i održavaju intracelularne koncentracije kalija. Također, postoje i drugi prijenosni sustavi koji prenose kalij u stanice. Intracelularno se kalij prenosi pomoću kalijevih kanala, tj. prenosi se kroz pore u membrani pomoću specifičnih proteina.

Najveći postotak kalija u ljudskom organizmu nalazi se u stanici (98%), a izvan stanice tek mali dio (2%), pa se kalij smatra najzastupljenijim unutarstaničnim kationom. Tkiva s najvećim koncentracijama kalija su mišići, a u nešto manjoj mjeri ovaj se mineral nalazi u jetri i eritrocitima (Preuss i sur., 2012).

Bubreg je glavni organ za izlučivanje kalija i smanjene bubrežne funkcije može dovesti do zadržavanja viška kalij. Kada bubrezi ne mogu odgovoriti na odgovarajući način, gastrointestinalni trakt može uspostaviti ravnotežu, barem djelomično, eliminirajući povećane količine kalija (odnosno, 30 - 40% od dnevnog unosa) (Brown, 1986). Pri manjem unosu kalija hranom izlučivanje fecesom se smanjuje, a

malen se dio kalija može izlučiti i znojem. Kalij se filtrira u glomerulima, a izlučuje se 5 do 15% filtrirane količine, što znači da se kalij reapsorbira u tubulima bubrega (Giebisch, 1998).

2.1.8. Kloridi

Nastanak i izvori klorida

Kloridi u vodi za ljudsku potrošnju najčešće potječu iz prirodnih izvora (minerali u tlu), no jednako tako često su i posljedica antropogenih aktivnosti poput ispuštanja komunalnih i industrijskih otpadnih voda. U nekim područjima povećane koncentracije klorida u prirodnim vodama mogu biti posljedica prodora i miješanja vodnih tijela s morskom vodom te ispiranja umjetnih gnojiva koja sadrže KCl s poljoprivrednih površina. Povećane koncentracije klorida zabilježene su i u podzemnim vodama kao posljedica uporabe soli tijekom zime u svrhu odleđivanja prometnica (WHO, 2011, Perera i sur., 2013)

Izloženost kloridima

Koncentracije klorida u vodi više od 250 mg/l daju slankast okus vodi. Glavni izvor izloženosti populacije kloridima je hrana, odnosno dodavanje kuhinjske soli (natrijeva klorida) hrani. Koncentracija klorida u prehrambenim proizvodima najčešće ne prelazi 0,36 mg/g hrane (OMS, 2004), no pojedine vrste namirnica mogu sadržavati značajne količine klorida poput suhomesnatih proizvoda koji mogu sadržavati između 10 i 70 mg/g ili između 6 i 42 mg/g klorida (AFSSA, 2002). Istraživanja provedena u Francuskoj pokazuju da je prosječna potrošnja soli između 5 i 12 g/dan (maksimalno do 16 g/dan za potrošače koji konzumiraju velike količine soli). Rezultati istraživanja provedenog u Hrvatskoj pokazuju da je procijenjeni dnevni unos soli između 12-13 g/dan kod odraslog dijela populacije, pri čemu je glavni izvor klorida kuhinjska sol koja se pri kuhanju i konzumaciji dodaje hrani. Usporedo s tim, procjenjuje se da je unos klorida putem vode za piće zanemariv u odnosu na unos klorida putem hrane. Vodom se unosi najviše do 8% ukupnog unosa klorida, dok su drugi putevi izloženosti populacije kloridima zanemarivi (AFSSA, 2002, Health Canada, 1987).

Utjecaj klorida na zdravlje

Klorid su glavni izvanstanični ioni u tijelu. Tijelo odrasle osobe sadrži između 82 i 105 g klorida (Health Canada, 1987; WHO, 2004). Kloridi se gotovo u potpunosti apsorbiraju kod zdravih ljudi i uglavnom se izlučuju putem mokraće i sekundarno znojenjem. Vrlo mali dio klorida se izlučuje fecesom. Zbog svega navedenog, preporučuje se unos klorida od 9 mg/kg TM (odnosno oko 0,6 g klorida/dan) (Health Canada 1987; WHO, 2004).

Istraživanja pokazuju da povećani unos klorida ne uzrokuje značajnije toksične učinke u ljudskom organizmu osim ako ukoliko kod pojedinih osoba, odnosno bubrežnih bolesnika, kod kojih su već prisutni poremećaji u regulaciji vode i ravnoteži elektrolit. Pojava povišenog krvnog tlaka povezana je s povećanim unosom natrijeva klorida, a uzrokovana je povećanom koncentracijom natrijeva, a ne kloridnog iona (Afssa, 2003).

Maksimalno dopuštena koncentracija klorida u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN

125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija klorida u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 250 mg/l.

Preporuke o dnevnom unosu klorida kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos klorida za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 300 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 270-570 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ, referentna vrijednost klorida u dječjim formulama iznosi 500 mg.

DACH preporučena vrijednost dnevnog unosa klorida za dojenčad iznosi 200 mg/100 kcal, a za malu djecu 270 mg/100 kcal.

Apsorpcija klorida u organizmu

Apsorpcije klorida uglavnom se odvija u distalnom djelu ileuma i debelom crijevu, a najčešće se apsorbira oko 98% od unesenog klorida u organizam. Kloridi se apsorbiraju aktivnim prijenosom posredovanim bikarbonatnim ionima pri čemu bikarbonatni ioni izlaze u lumen crijeva iz epitelnih stanica, a kloridi ulaze u stanice (Guyton i sur., 2006; IOM, 2004; Preuss i sur. 2012).

Apsorbirani kloridi najviše zaostaju u ekstracelularnoj tekućini (70%), koja uključuju plazmu (104 mmol/L), intersticijsku tekućinu (115 mmol/L) i limfi (111 mmol/L). Unutar stanice kloridi se nalaze u koncentraciji oko 3 mmol/L. Kloridi u organizmu sudjeluju u stvaranju razlike potencijala na staničnim membranama u sustavu transportnih pumpa i kanala, stvaranju kiseline u želucu za probavu hrane i stvaranju himusa te u transportu živčanog impulsa (Guyton i sur., 2006; IOM, 2004).

Najveći dio klorida izlučuje se urinom putem bubrega. Međutim, ukoliko su potrebni organizmu, kloridi će se reapsorbirati u Henlovoj petlji u ekstracelularnu tekućinu. Kloridi se također mogu izlučiti znojem, pogotovo u situacijama gdje je znojenje obilato, dok se manji dio klorida izlučuje fecesom (Guyton i sur., 2006).

2.1.9. Magnezij

Nastanak i izvori magnezija

Magnezij je vrlo rasprostranjen u prirodi i zauzima osmo mjesto po količini rasprostranjenosti elementa u sastavu Zemljine kore (2% od ukupne količine tvari). U prirodi ga ne nalazimo u elementarnom stanju, već je vrlo raširen u spojevima. Najčešće se nalazi u obliku magnezijeva oksida (MgO) koji je čast sastojak minerala i stijena. Magnezij se nalazi u strukturi biljnog pigmenta klorofila zbog čega se u značajnijim udjelima može naći u biljkama, dok se kod životinja najveće količine magnezija nalaze u kostima, krvi i mlijeku.

Magnezij je uobičajeni sastojak prirodnih voda, a naviše je zastupljen u morskoj vodi gdje se nalazi u obliku iona Mg^{2+} . Litra morske vode prosječno sadrži 1,3 g iona Mg^{2+} .

Prisutnost magnezija u vodi uzrokuje karbonatnu tj. prolaznu tvrdoću u vodi. Prolaznu tvrdoću primarno čine kalcijevi/magnezijevi (Ca^{2+} , Mg^{2+}) i bikarbonatni iona (HCO_3^-). Prolazna tvrdoća može se lako ukloniti kuhanjem vode. Naime, zagrijavanje vode uzrokuje razlaganje

kalcijevog/magnezijevog bikarbonatnog iona na kalcijev/magnezijev karbonat koji je netopljiv u vodi te se zbog toga taloži (Sengupta, 2013).

Izloženost magneziju

Najznačajniji putevi unosa magnezija u organizam su hrana i voda za piće. U prirodne vode magnezij dospijeva otapanjem iz sedimentnih stijena i tla. Podzemne vode, ovisno o geološkom sastavu tla, mogu sadržavati koncentracije kalcija više od 100 mg/l, no prosječna koncentracija magnezija u prirodnim voda iznosi oko 50 mg/l (NRC, 1977). Na temelju prosječnog dnevnog unosa vode u organizam od 2 L kod odraslih osoba, procjenjuje se da je dnevni unos magnezija putem meke vode oko 2,3 mg te 52,1 mg iz tvrde vode (Neri i sur., 1985).

Hrana, a naročito mliječni proizvodi, povrće, žitarice, voće i orašasti plodovi značajni su izvori magnezija. Procjenjuje se da prosječni dnevni unos magnezija kod odraslih osoba iznosi 200-400 mg, dok smanjenje konzumacije mliječnih proizvoda zbog količine masti koju oni sadrže, može rezultirati smanjenim unosom kalcija i magnezija kod pojedinih skupina stanovništva.

Utjecaj magnezija na zdravlje

Magnezij je također uključen i u sintezu proteina i nukleinskih kiselina te je nužan za normalan vaskularni tonus i inzulinsku osjetljivost. Procjenjuje se da se u tijelu prosječno nalazi oko 25 grama magnezija, od čega se oko 60% nalazi u kostima.

Ukupno tjelesno opterećenje magnezijem teško je odrediti budući da se manji dio magnezija nalazi u krvi ili nekoj tjelesnoj tekućini. Niske razine magnezija povezane su s endotelnim disfunkcijama, povećanim vaskularnim reakcijama, povišenom razinom C-reaktivnog proteina (proupalni marker, faktor rizika koronarnih oboljenja) i smanjenom osjetljivošću na inzulin. Niske razine magnezija mogu upućivati na hipertenziju, koronarna oboljenja, dijabetes tip 2 i metabolički sindrom.

Povećani unos magnezijevih soli može uzrokovati privremenu prilagodljivu promjenu u radu crijeva (proljev), ali rijetko uzrokuje hipermagnezemiju u osoba s normalnom funkcijom bubrega. Voda s visokim koncentracijama magnezija i sulfata (skavi više od 250 mg/L), može imati laksativni učinak, iako podaci pokazuju da se potrošači prilagode tim razinama ako je izloženost dugotrajna. Laksativni učinci također se mogu pojaviti ukoliko se magnezij u suvišku unosi u organizam u obliku dodataka prehrani, ali ne i s magnezijem bogatim namirnicama.

Maksimalno dopuštena koncentracija magnezija u vodi za ljudsku potrošnju

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) ne propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju magnezija u vodi za ljudsku potrošnju već navodi napomenu „Za tumačenje dobivenih rezultata koriste se preporuke Svjetske zdravstvene organizacije“.

Preporuke o dnevnom unosu magnezija kod dojenčadi i djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos magnezija za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 25 mg/d te za dobnu skupinu djece

od 6 do 12 mjeseci 80 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost magnezija u dječjim formulama iznosi 80 mg .

DACH preporučene vrijednosti dnevnog unosa magnezija za dojenčad iznose 24 mg/100 kcal, a za malu djecu 60 mg/100 kcal.

Apsorpcija magnezija u organizmu

Temeljna uloga magnezija u tijelu je da tvori visoko nabijene anione, kao što su polifosfati i nukleinske kiseline, potiče enzim-supstrat interakcije i stabilizira konformacije polimera. Kofaktor je više od 300 enzimatskih reakcija u tijelu (Bohl i sur., 2002; Elin, 1994). Tijelo prosječno sadrži oko 25 g magnezija, od čega se oko 50 - 60% magnezija nalazi u kostima gdje čini temeljnu građu koštane mase, a ostatak se nalazi u mekom tkivu (Bohl i sur., 2002; Elin, 2010). Manje od 1% ukupnog magnezija u organizmu nalazi se u krvi (Elin, 2010). Otprilike 1/3 koštanog magnezija je zamjenjiva, djelujući kao rezerva za održavanje normalne izvanstanične razine magnezija (Elin, 1994). Dok su normalne koncentracije serumskog magnezija u rasponu od 1,8-2,3 mg/dl (IOM, 1997). S obzirom da je oko 30% magnezija u plazmi vezano za proteine, oko 70% magnezija se može filtrirati u bubrezima. Približno 3,5% magnezija se izlučuje urinom, a ostatak se reapsorbira (Bohl i sur., 2002; de Silva i sur., 1991).

Prehrambeni unos magnezija u prosjeku iznosi između 300 i 350 mg magnezija na dan, od čega se u organizmu apsorbira između 30 i 50%, a povećava se sa smanjenjem unesene količine magnezija i obrnuto (Schwartz i sur., 1984). Iako se apsorbira širom probavnog trakta, najveća količina magnezija apsorbira se u distalnom dijelu jejunuma i ileuma (Rude, 1998; Ebel i sur., 1980). Magnezij se apsorbira putem aktivnog transporta i pasivne difuzije. Aktivni transport se odvija pri niskom prehrambenom unosu, dok se pasivna difuzija javlja pri višem prehrambenom unosu magnezija (Fine i sur., 1991; Kayne i sur., 1993; Maguire i sur., 2002).

Bubreg je glavni organ u regulaciji homeostaze magnezija. Naime, homeostaza magnezija regulirana je procesom filtracije i reapsorpcije u bubrezima. Magnezij se izlučuje urinom, znojem i fecesom, no većina se reapsorbira (Ebel i sur., 1980). Prosječno se dnevno izluči oko 100 mg magnezija urinom, između 25 i 50 mg fecesom, a znojenjem oko 15 mg. Višak se gotovo u cijelosti izlučuje putem bubrega, dok tijekom smanjenog unosa magnezija u organizam, nedostatak ovog minerala i gubitak sprječavaju bubrezi izlučujući manje od 24 mg/dan (Rude, 1998).

2.1.10. Mangan

Nastanak i izvori mangana

Mangan se koristi u proizvodnji željeza i čeličnih slitina te spojeva mangana. Manganov dioksid i drugi spojevi mangana koriste se u proizvodima kao što su baterije, staklo i pirotehnika. Kalijev permanganat se koristi kao oksidans za čišćenje, izbjeljivanje i dezinfekciju, često se dozira u vodu u cilju oksidacije pojedinih organskih i anorganskih spojeva. Organski spoj mangana metilciklopentadienil mangan trikarbonil (MMT) koristi se za povećanje oktanskog broja u bezolovnim benzinima u Kanadi, SAD, Europi, Aziji i Južnoj Americi. Drugi spojevi mangana koriste se za gnojiva, lakove i fungicide te kao dodatak u prihrani stoke.

Spojevi mangana mogu biti prisutni u atmosferi kao suspendirane čestice koje proizlaze iz industrijskih plinova, erozije tla, vulkanske emisije i izgaranja MMT iz goriva. U površinskim vodama mangan se javlja i u otopljenom i suspendiranom obliku, ovisno o čimbenicima kao što su pH, prisutni anioni i oksidacijsko-redukcijski potencijal. Anaerobne podzemne vode često sadrže povišene razine otopljenog mangana. Divalentni oblik Mn^{2+} prevladava u većini voda kod pH od 4-7, dok se više oksidirani oblici mangana mogu se pojaviti pri višim pH vrijednostima ili kao rezultat mikrobiološke oksidacije. Mangan može biti adsorbiran u tlu pri čemu opseg apsorpcije ovisi o organskom sadržaju i kapacitetu kationske izmjene tla, a također se može i bioakumulirati u organizmima poput fitoplanktona, algi, mekušaca i nekih vrsta ribe. Akumulacija mangana nije zabilježena kod složenijih organizama te se zbog toga ne očekuje povećanje koncentracije mangana u prehrambenom lancu.

Izloženost manganu

Koncentracije manganovih spojeva u zraku ovise o lokalitetu, odnosno o blizini izvora kao što su proizvodni pogoni ferolegura, koksara i elektrana. Prosječne koncentracije mangana u zraku blizini industrijskih izvora kreću se od 220 do 300 ng/m³, dok se razine mangana u urbanim i ruralnim područjima kreću od 10 do 70 ng/m³. Mangan se prirodno pojavljuje u mnogim površinskim i podzemnim vodama uslijed geološkog sastava tla. Osim toga, povećane koncentracije mangana u vodenim tijelima često su i posljedica antropogenih aktivnosti kao što je povećana gustoće prometa.

Koncentracija mangana u morskoj vodi kreće se od 0,4 to 10 µg/l s prosjekom oko 2 µg/l. Kod podzemnih voda, na pojavu mangana značajno utječu redukcijski uvjeti u podzemlju, a nekim jezerima i akumulacijama zabilježenu su koncentracije mangana veće od 1300 µg/l u neutralnim vodama te 9600 µg/l u kiselim vodama.

Mangan je prirodno prisutan u mnogim namirnicama kao što su lisnato povrće, orašasti plodovi, žitarice i proizvodi životinjskog porijekla. Hrana je najvažniji izvor izloženosti manganu opće populacije. Tako se koncentracije mangana, ovisno o namirnici kreću od 18,21 do 46,83 mg/kg u orasima i orašastim proizvodima, kod žitarica od 0,42 do 40,70 mg/kg; kod leguminoza od 2,24 do 6,73 mg/kg; kod voća od 0,20 do 10,38 mg/kg te voćnih sokova od 0,05 do 11,47 mg/kg. Kod povrća koncentracije mangana se kreću od 0,42 do 6,64 mg/kg, od 0,17 do 4,83 mg/kg kod dojenačke hrane, kod mesa, peradi, ribe i jaja između 0,10 i 3,99 mg/kg te od 0,02 do 0,49 mg/kg kod mlijeka i mliječnih proizvoda.

Značajnije količine mangana zabilježene su kod raznih čajeva pri čemu šalica čaja može prosječno sadržavati između 0,4 i 1,3 mg mangana.

Osim unosa mangana hranom, pri procjeni izloženosti manganu važno je u vidu imati i bioraspoloživost mangana, pri čemu je važno nekoliko čimbenika: stupanj apsorpcije mangana iz hrane, količina unesenih dijetalnih vlakana, oksalne kiseline, tanina i fitinske kiseline koje imaju tendenciju smanjiti apsorpciju mangana, kao i količinu željeza u organizmu (nisko željezo može dovesti do povećane apsorpcije mangana).

Unos mangana putem vode za piće je znatno niži od količine unesenog mangana putem hrane. Studije procjenjuju da prosječni unos mangana putem vode za piće iznosi oko 10 µg/L, odnosno 20 µg/d uz pretpostavku da odrasla osoba konzumira 2 L vode dnevno. Redoviti unos mineralne vode

može značajno doprinijeti ukupnom unosu mangana u organizam. Izloženost manganu putem zraka puno je niža od izloženosti putem hrane i prosječno iznosi 0.04 ng/d, iako to može varirati ovisno o blizini izvora mangana.

Utjecaj mangana na zdravlje

Mangan je esencijalni element za mnoga živa bića uključujući i ljude. Pojedini enzimi u svom sastavu sadrže mangan (npr. mangan-superoksid dismutaza), dok se pojedini enzimi aktiviraju manganom (kinaza, dekarboksilaza). Preveliki ili neadekvatan unos mangana u organizam može imati štetan utjecaj na zdravlje. Nedostatak mangana kod ljudi je rijedak jer je mangan prisutan u mnogim namirnicama. Eksperimentalnim smanjenjem unosa mangana kod laboratorijskih životinja utvrđen je slab rast, skeletne abnormalnosti, oslabljena reproduktivnost, ataksija kod novorođenčeta i manjak lipida i nedostaci u metabolizmu ugljikohidrata.

Oralni unos mangana predstavlja jedan od najmanje toksičnih unosa, iako postoje neke kontroverze vezane za neurološki učinke povezane s inhalacijskom ili oralnom izloženosti. U nekoliko slučajeva oralne izloženosti visokim dozama mangana utvrđena su neurološka oštećenja, no pri tome nisu zabilježeni kvantitativni i kvalitativni podaci o izloženosti manganu potrebni za uspostavljanje direktne uzročnosti. Pojedinaac koji je, tijekom nekoliko godina, uzimao veliku količinu mineralnih dodataka pokazuje simptome manganizma.

Iako je više istraživanja određivalo prosječnu razinu mangana u hrani, nema kvantitativnih informacija koji ukazuju na toksičnu razinu mangana u prehrani ljudi. Zbog homeostatske ravnoteže koju u ljudskom organizmu održava mangan, ovaj element se općenito ne smatra toksičnim kad se unosi putem hrane.

Maksimalno dopuštena koncentracija mangana u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija mangana u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 50 µg/L.

Preporuke o dnevnom unosu mangana kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408), preporučeni dnevni unos mangana za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 0,003 mg/d, dok se kod dobne skupine djece od 6 do 12 mjeseci preporučeni dnevni unos mangana kreće od 0,02 do 0,5 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost mangana u dječjim formulama iznosi 1,2 mg.

DACH preporučena vrijednost dnevnog unosa mangana za dojenčad nije propisana, a za malu djecu iznosi 1 mg/100 kcal.

Apsorpcija mangana u organizmu

Mangan se podjednako dobro apsorbira duž čitavog tankog crijeva iz njegovog lumena u enterocite pomoću DMT 1 prijenosnika (divalentni metalni transporter 1), ali i difuzijom. Apsorpcija mangana iz

hrane je u rasponu od 1 do 5%. Apsorpcija mangana se smanjuje kako se povećava unos mangana pute prehrane, a povećava se kad je nizak status mangana i/ili željeza u čovjeka. Apsorpcija i status željeza utječe na mangan tako što se mangan prenosi iz lumena crijeva u enterocite pomoću DMT 1 kao i ne-hemsko željezo. Ljudski organizam ima urođeni mehanizam kontrole apsorpcije mangana te u koliko se konzumirana hrana ili pića s njegovom povećanom koncentracijom, smanjuje se mogućnost njegove apsorpcije te se povećava njegova eliminacija iz organizma. Također, smatra se da na smanjenu apsorpciju mangana utječu i druge mineralne tvar, fitati te askorbinska kiselina. Dojenčad tijekom neonatalnog perioda mogu apsorbirati i akumulirati oko 20% mangana koji se nalazi u majčinom mlijeku i pripremljenim dojenačkim formulama (Nielsen, 2012; Ferina i sur., 2013; Aschner i sur., 2005).

Nakon apsorpcije Mn^{2+} ioni se vežu za α -2-makroglobuline ili albumine koji ih transportiraju putem krvi do jetre. Oko 90% apsorbiranog mangana izlučuje se pomoću jetre putem žuči dok se preostali dio apsorbiranog mangana oksidira iz Mn^{2+} u Mn^{3+} pomoću ceruloplazmina te se dalje prenosi plazmom uz pomoć transferina, albumina i β -globulin transmanganina do ciljanih stanica (Nielsen, 2012; Ferina i sur., 2013).

Mangana u tkivima sisavaca je općenito prisutan u koncentracija od 0,3 do 2,9 $\mu\text{g/g}$. Od ukupno procijenjene količine mangana u organizmu (10 - 20 mg), u tijelu oko 25% nalazi se u kostima. Mangan se pohranjuje u metabolički aktivnim tkivima bogatim mitohondrijima poput jetre, gušterače i bubrega. U vrlo niskim koncentracijama mangan je prisutan u krvi (7,7-12,1 $\mu\text{g/L}$) i serumu (0,38-1,1 $\mu\text{g/L}$), dok je u mozgu, srcu, plućima i mišićima koncentracija mangana u pravilu manja od 20 nmol/g. Mangan može proći krvno-moždanu barijeru te se nakupiti u cerebrospinalnoj tekućini i mozgu što na kraju može uzrokovati različite neurodegenerativne bolesti. Fetus ne akumulira mangan u jetri prije rođenja, a njegova fetalna koncentracija mangana u jetri znatno manja od koncentracije mangana u jetri odraslih. Ovaj nedostatak fetalnog skladištenja može se pripisati nedostatku proteina za skladištenje i niskoj prenatalnoj ekspresiji enzima potrebnih za metabolizam mangana (Nielsen, 2012; Aschner i sur., 2005; Keen i sur., 2009).

Ekskrecija mangana uglavnom se odvija putem žuči fecesom. Mali dio mangana, koji je sa žuči dospio u lumen tankog crijeva se reapsorbira te se na taj način uspostavlja enterohepatička cirkulacija. Osim fecesom, mangan se izlučuje urinom, majčinim mlijekom i znojem, ali u izrazito malim koncentracijama (Nielsen, 2012; Aschner i sur., 2005; O'Neal i sur., 2015).

2.1.11. Natrij

Nastanak i izvori natrija

Natrij se upotrebljava pri proizvodnji olova, titana, kao katalizator pri proizvodnji umjetne gume, kao laboratorijski reagens, rashladno sredstvo u nuklearnom reaktoru, materijal u energetskim kabelima, u ne blyeštećoj rasvjeti za ceste i kao prijenosnik topline za srednje solarne električne generatore. Natrijeve soli primjenjuju se pri obradi voda i to u postupcima mekšanja vode, dezinfekcije vode, antikoroziivne zaštite, podešavanje pH vrijednosti i koagulacije. Pojava povećanih koncentracija natrija u vodnim tijelima može biti i posljedica odleđivanju cesta u zimskim mjesecima, ali i ispuštanja

otpadnih voda iz industrije papira, stakla, sapuna, farmaceutskih proizvoda te drugih vrsta kemijske i prehrambene industrije. Natrijeve soli su uglavnom topljive u vodi i ispiru se iz tla u podzemne i površinske vode. One nisu hlapive i u atmosferi se mogu naći povezane s drugim česticama.

Izloženost natriju

S obzirom na razinu natrija u vodi i hrani, koncentracije ovog elementa u zraku si relativno niske. Natrijev ion je sveprisutan u vodi. Većina voda u prirodi sadrži manje od 20 mg/L natrija, no u nekim područjima zabilježene su koncentracije natrije i više od 250 mg/L. Salinitet, taloženje minerala, prskanje morske vode, otpadne vode iz kanalizacije i sol za odleđivanje cesta mogu značajno utjecati na povišenje koncentracije natrija u vodi. Dodatno, kemikalije za obradu vode, kao što su natrijev fluorid, natrijev bikarbonat i natrijev hipoklorit, mogu značajno povećati koncentracije natrija u vodama. Natrij je prirodno prisutan u svim namirnicama, a tijekom prerade i pripreme hrane, uslijed dodatka natrijeva klorida, najčešće mu se koncentracija dodatno povećava. Svježe voće i povrće sadrži natrij u koncentracijama od 10-1000 mg/kg; žitarice i sir od 10-20 g/kg; ljudsko i kravlje mlijeko sadrže 180 do 770 mg/L.

Procjena dnevnog unosa natrija putem hrane je teška zbog velike razlike u koncentracijama i činjenici čestog naknadnog doziranja natrijeva klorida u hranu. Procjenjuje se da u Zapadnoj Europi i Sjevernoj Americi ukupni dnevni unos natrija iznosi 2-8 g/d. Osobe koje trebaju zbog zdravstvenog stanja reducirati unos natrija, trebaju ograničiti unos natrija na 2 g/d. Putem vode za piće koja sadrži 20 mg/L natrija, dnevni unos natrija iznosi 40 mg natrija.

Utjecaj natrija na zdravlje

Natrijeve soli nisu akutno toksične zbog učinkovitosti bubrega koji izlučuju natrij, no zabilježeni su smrtni slučajevi kod predoziranja, odnosno kod slučajnog prekomjernog unosa natrijeva klorida. Akutni učinci mogu uključivati mučninu, povraćanje, konvulzije, grčenje i ukočenost mišića te moždani i plućni edem. Pretjerani unos soli može pogoršati kronično kongestivno zatajenje srca i uzrokovati bolesti uzrokovane visokim unosom natrija putem vode za piće. Učinci na dojenčad su drugačiji u odnosu na one u odrasle populacije, a to je u prvom redu zbog nezrelosti bubrega u dojenčadi. Dojenčad s teškim gastrointestinalnim infekcijama može patiti od gubitka tekućine, što dovodi do dehidracije i podizanja razine natrija u plazmi (hipernatremija), a u ovakvim uvjetima trajna neurološka oštećenja su uobičajena. Dodatak kravljeg mlijeka ili vode za piće koja sadrži visoku koncentraciju natrija u krutu hranu može pogoršati štetne učinke.

Odnos između povišenog unosa natrija i hipertenzije je bio predmet više istraživanja i značajnih znanstvenih rasprava. Kratkoročne studije su sugerirale da takav odnos ne postoji jer većina ljudi u Zapadnoj Europi i Sjevernoj Americi konzumira povišenu količinu soli od djetinjstva ne pokazujući znakove hipertenzije sve do četvrtog desetljeća. Smanjenim unosom natrija može se smanjiti krvni tlak nekih pojedinaca, no to nije učinkovito u svim slučajevima. Nekoliko studija povezo je povećani unos natrija putem vode za piće s povećanim krvnim tlakom kod djece, dok u drugim studijama ta poveznica nije utvrđena. Procjenjuje se da će dnevni unos natrija od 120-400 mg zadovoljiti potrebe dojenčadi i male djece, a 500 mg dnevne potrebe odraslih.

Maksimalno dopuštena koncentracija natrija u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija natrija u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 mg/L.

Preporuke o dnevnom unosu natrija kod dojenčadi i male djece

Prema Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos natrija za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 120 mg/d, dok se kod dobne skupine djece od 6 do 12 mjeseci preporučeni dnevni unos natrija kreće u rasponu od 170-370 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost natrija u dječjim formulama iznosi 400 mg.

DACH preporučena vrijednost dnevnog unosa natrija za dojenčad iznosi 100 mg/100 kcal, a za malu djecu 180 mg/100 kcal.

Apsorpcija natrija u organizmu

Ljudsko tijelo prosječno sadrži oko 100 grama natrija od čega se oko 40% natrija nalazi u kostima. Ostatak natrija se nalazi u izvanstaničnoj tekućini, gdje je najzastupljeniji kation i sudjeluje u održavanju membranskog potencijala i osmotskog tlaka, a samo se 10% natrija nalazi unutar stanice (Preuss i sur., 2012).

Natrij se uglavnom u potpunosti apsorbira u tankom crijevu. Pretpostavlja se da se 20% natrija apsorbira aktivnim transportima, dok se čak 80% apsorbira pomoću kotransporta. Kotransporti se mogu odvijati na 2 načina, oba su stimulirana glukozom i ne isključuju jedan drugoga. Glukoza i natrij mogu međusobno djelovati sa zajedničkim prijenosnikom na staničnoj membrani ili pak apsorpcija glukoze stimulira apsorpciju vode, a kretanje vode kroz membranu stimulira pasivnu apsorpciju natrija. Istraživanja pokazuju da se u jejunumu natrij apsorbira pomoću kotransportera, kao rezultat aktivnog unosa šećera i aminokiselina, dok se u ileumu sam natrij apsorbira aktivno, protivno elektrokemijskom gradijentu. Natrij se također aktivno apsorbira i u debelom crijevu, no primarno se apsorbira u tankom crijevu i to s visokim postotkom apsorpcije od čak 98% (Fordtran, 1975; Fordtran, 1968; Sanders i sur., 2003).

Unos natrija mora biti jednak količini natrija koja izlazi iz tijela da bi se održala ravnoteža. Kada se unos natrija smanji na ekstremno male vrijednosti, urinarna ekskrecija natrija pada eksponencijalno kroz 4 do 5 dana, dok povećani unos natrija iznad prosječnog rezultira izlučivanjem povećanih količina natrija nakon nekoliko dana (Strauss i sur., 1958).

Natrij se normalno gubi kroz kožu, feces i urin. Čak 95% natrija se izlučuje urinom, a fecesom se ne izlučuje više od 2%. Također, oko 2% natrija se izlučuje preko kože znojem, a što se dodatno povećava kod pojačane fizičke aktivnosti (Preuss i sur., 2012). Zdravi bubrezi mogu izlučivati natrij samo ako su prisutne dostatne količine vode. Međutim, urinarno izlučivanje natrija ovisi o ravnoteži između glomerularne filtracije i tubularne reapsorpcije, koje su osjetljive na promjene izvanstaničnog volumena i krvnog tlaka. Nekoliko je mehanizama i hormona uključeno u regulaciju koncentracije

natrija, a uključuju sustav renin-angiotenzin-aldosteron (Preuss i sur., 2012).

2.1.12. Selen

Nastanak i izvori selena

Selen je prirodno prisutan u vrlo malim količinama u zemljinoj kori i sastavni je dio vrlo rijetkih minerala. Često se nalazi u sastavu sulfidnih minerala te u mineralima koji obiluju srebrom, bakrom, olovom i niklom. Selen se često pojavljuje u pojedinim sedimentima tla koji obiluju organskim tvarima. Otpuštanje selena u vodu ovisi o redoks potencijalu i pojačano otpuštanje uvjetovano je oksidativnim uvjetima. Selen se koristi u elektronici (poluvodič) i u fotografskoj industriji, primjenjuje se u proizvodnji katalizatora, gume, pigmenata, bojila u metalurgiji, aditiva, u željezarama te u farmaceutskoj i tekstilnoj industriji.

Izloženost selenu

Selen može doći vezan na lebdeće čestice u zraku pri čemu njegova koncentracija može biti u rasponu od 0,1 do 10 ng/m³ u urbanim područjima, a povećane koncentracije selena u zraku zabilježene su kao posljedica antropoloških aktivnosti na pojedinim lokacijama (WHO, 1996).

Hrana je jedan od najvažniji puteva unosa selena u organizam osim u slučajevima profesionalne izloženosti zraku s visokim koncentracijama selena ili neposrednom kontaktu putem kože (WHO, 1996). Hranom se u organizam unosi više od 98%, dok voda predstavlja zanemariv put unosa selena u organizam.

Ipak, dugotrajna izloženost selenu putem hrane može dovesti do umora, dermatitisa, gubitka kose, deformacije i gubitka noktiju, oštećenja perifernog živčanog sustava, degeneracije jetre i slično (AWWA, 1999).

Brojne studije provedene u europskim zemljama pokazuju da je prosječan unos selena relativno nizak u usporedbi s drugim regijama u svijetu (Tinggi, 2003). Istraživanja provedena u europskim zemljama su utvrdila da odrasli dio populacije putem hrane dnevno unosi od 28 do 110 µg, ovisno o zemlji i načinu procjene unosa. Na temelju francuskih studija, djeca mlađa od 3 godine unose dnevno prosječno 40 µg, odnosno djeca do 15 godina oko 50 µg selena (Leblanc i sur., 2004).

Istraživanja provedena na području Ujedinjenog Kraljevstva su zabilježila najviši dnevni unos selena od 100 µg, što je značajno veća količina u odnosu na najviši dnevni unos selena zabilježen istraživanjima provedenim na području Francuske (40-50 µg/d, 66 µg/d i 70 µg/d) (Ysart i sur., 2000).

Utjecaj selena na zdravlje

Selen ima različite biološke uloge: potreban je u aktivaciji zaštitne uloge glutathion peroksidaze protiv oksidacijskog stresa (razlaganje vodikova peroksida) u metabolizmu od hormona štitnjače (dejodaze), te smanjuje toksičnost arsena, kadmija, žive i olova. Optimalni unos selena teško je definirati, no preporučuje se unos od 1 µg/kg TM/d (optimizacija plazma glutathion peroksidaze) (Conseillés, 2001).

Maksimalno dopuštena koncentracija selena u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija selena u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 10 µg/L.

Preporuke o dnevnom unosu selena kod dojenčadi i male djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408), preporučeni dnevni unos selena za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 12,5 µg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 15 µg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ referentna vrijednost selena u dječjim formulama iznosi 20 µg. DACH preporučena vrijednost dnevnog unosa selena za dojenčad iznosi 0,01mg/100kcal, a za malu djecu 0,015 mg/100kcal.

Apsorpcija selena u organizmu

Bioraspoloživost selena ovisi o obliku selena unesenom u organizam. Organski spojevi uključuju primarno selenometionin i selenocisteina, a anorganski selenide, selenite i selenate. Spojevi selena se općenito vrlo učinkovito apsorbiraju, pa je tako apsorpcija selena u obliku selenita veća od 80%, dok je apsorpcija selena u obliku selenometionina i selenata veća od 90% (Rayman, 2008; Terry i sur., 2012). Duodenum je primarno mjesto apsorpcije selena, a manji se dio selena apsorbira u jejunumu i ileumu. Selenometionin je najlakše apsorbirani oblik selena i metabolizira se putem aktivnog transporta ovisnog o natriju (Terry i sur., 2012). Selenocistein se također prenosi aktivnim transportom ali pomoću nepoznatog transportera (Imai i sur., 2009). Apsorpcija anorganskih oblika selena se odvija pasivnim mehanizmom i pohrana je manje učinkovita od organskih oblika. Nakon apsorpcije u tankom crijevu, selen se veže na prijenosne proteine uz pomoć kojih se transportira krvlju do jetre i ostalih tkiva. Glavni organ za kontrolu razine selena u tijelu je jetra u kojoj se određuje razina izlučivanje ili daljnja ugradnja u selenoprotein (Burk i sur., 2009). Funkcija selena u našem organizmu manifestira se preko vezanja na proteine pri čemu nastaju selenoproteini. Preko djelovanja selenoproteina, selen ima ulogu u obrani od oksidativnog stresa, regulaciji djelovanja hormona štitnjače te regulaciji redoks stanja vitamina C i drugih molekula. Selenoprotein P sadrži oko 44% selena u plazmi, no da li se selen otpušta s tog proteina i ulazi u tkiva nije još poznato (Burk i sur., 2009). Pretpostavlja se i da selen ulazi u eritrocite difuzijom te se tako prenosi organizmom.

Selen se izlučuje iz organizma urinom i fecesom u gotovo podjednakim količinama. Međutim, primarni put izlučivanja selena jest izlučivanje urinom (50 - 60%), dok feces obično sadrži neapsorbirani selen. Izlučivanje urinom se smatra načinom održavanja homeostaze selena (Bugel i sur., 2008; Suzuki i sur., 2005).

2.1.13. Željezo

Nastanak i izvori željeza

Željezo je drugi najzastupljeniji metal u zemljinoj kori. Elementarno željezo se rijetko nalazi u prirodi, za razliku od željeznih iona Fe^{2+} i Fe^{3+} koji vrlo brzo u kombinaciji s kisikom i sumporom stvaraju okside, hidrokside, karbonate i sulfide. Željezo se najčešće u prirodi nalazi u obliku oksida (AWWA, 1999; Kemer, 2005). Željezo (Fe^{2+}) u koncentraciji iznad 40 $\mu\text{g/L}$ u destiliranoj vodi može biti detektirano okusom. U mineralnim i izvorskim vodama s ukupnim sadržajem otopljene tvari od 500 mg/L , granica detekcije prisutnosti željeza okusom je 0,12 mg/L . Bunarske vode koje sadrže željezo u koncentraciji ispod 0,3 mg/L karakteriziraju se kao vode s neznatnom koncentracijom željeza, dok se vode s koncentracijom željeza od 0,3 do 3 mg/L u bunarskim vodama smatraju uobičajenim i prihvatljivim (E.Dahi, 1991).

Prisutnost dvovalentnog željeza u vodovodnoj vodi uzrokuje taloženje netopljivog željezo(III) hidroksida u obliku mulja boje hrđe. Anaerobne podzemne vode mogu sadržavati dvovalentno željezo u koncentracijama od nekoliko miligrama po litri bez promjene boje ili zamućenosti kada se voda direktno crpi iz bunara, no mutnoća i boja se mogu naknadno pojaviti u vodovodnim cijevima pri koncentraciji željeza od 0,05 do 0,1 mg/L . Povećana koncentracija željeza u vodi unutar vodoopskrbnog sustava potpomaže razvoj nepoželjnih bakterija unutar distribucijskog sustava, što rezultira pojavom sluzavog biofilma u cijevima (AWWA, 1999).

Željezo se upotrebljava kao konstrukcijski materijal. Željezni oksidi se upotrebljavaju kao pigmenti u bojama i plastici, a drugi spojevi željeza se upotrebljavaju kao bojila za hranu i za liječenje nedostatka željeza kod ljudi. Pojedini spojevi željeza se upotrebljavaju se kao koagulanti pri pročišćavanju vode.

Izloženost željezu

Koncentracije željeza u zraku u ruralnim dijelima se kreću se između 50 i 90 ng/m^3 dok su u urbanim sredinama te koncentracije oko 1,3 $\mu\text{g/m}^3$. Najveće koncentracije željeza u zraku, od 12 $\mu\text{g/m}^3$, su zabilježene u blizini željezara.

U vodama koncentracija željeza ovisi o redoks uvjetima, a istraživanjima je utvrđeno da prosječna koncentracija željeza u rijekama iznosi 0,7 mg/L , dok se uslijed anaerobnih uvjeta, koncentracije željeza podzemnim vodama kreću između 0,5 – 10 mg/L , a zabilježene su i koncentracije veće od 50 mg/L . Koncentracije željeza u vodi za piće su obično niže od 0,3 mg/L , ali mogu biti i veće u zemljama gdje se razne željezove soli upotrebljavaju kao koagulanti pri obradi voda te u slučajevima kad se za distribuciju vode upotrebljava cijevi od lijevanog željeza, čelika i pocinčane željezne cijevi.

Željezo je prirodni sastojak biljaka i životinja. Namirnice poput ribe i zelenog povrća sadrže između 20 i 150 mg/kg , a crveno meso i žumanjak sadrže 10-20 mg/kg željeza. Riža, voće i povrće sadrži niske količine željeza (1-10 mg/kg).

Glavni put unosa željeza u organizam je hrana, a prema procjenama prosječni dnevni unos željeza je između 10 i 14 mg/d . Voda za piće može sadržavati do 0,3 mg/L , što prosječno doprinosi dnevnom unosu željeza od 0,6 mg . Unos željeza putem zraka može biti najviše 25 $\mu\text{g/d}$ u urbanim područjima.

Utjecaj željeza na zdravlje

Željezo je esencijalni element u tragovima kod živih organizama. Većina željeza se apsorbira u dvanaesniku i gornjem jejunumu (Dallman, 1990). Apsorpcija ovisi o statusu željeza pojedinca i regulira se tako da se prekomjerne količine željeza ne pohranjuju u tijelu. Ukupna količina željeza u tijelu odraslog muškarca prosječno iznosi 50 mg/kg TM, a kod žena se kreće u rasponu od 34 do 42 mg/kg TM (Bothwell, 1979). Najveći dio željeza je prisutan kao hemoglobin, mioglobin i enzim koji sadrži hem. Drugi veliki dio je pohranjen u tijelu kao feritin i hemosiderin uglavnom u slezeni, jetri, koštanoj srži i poprečno-prugastim mišićima (NRC, 1979). Dnevni gubici željeza kod odraslih su mali (1 mg/d) ponajviše zbog stanične ekfolijacije. Oko dvije trećine tog gubitka odnosi se na probavni sustav a ostatak iz kože. Gubici željeza putem mokraće i znoja su zanemarivi (Green i sur., 1968). U odraslih žena tu je još gubitak željeza svaki mjesec između 15 i 70 mg u menstrualnoj krvi (FAO/WHO, 1988).

Željezo je bitan element u ljudskoj prehrani. Procjena minimalne dnevne potrebe za željezom ovisi o dobi, spolu, fiziološkom statusu i bioraspoloživosti željeza i kreću se od 10 do 50 mg/d (FAO/WHO, 1988).

Maksimalno dopuštena koncentracija željeza u vodi za ljudsku potrošnju

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija željeza u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 µg/L.

Preporuke o dnevnom unosu željeza kod dojenčadi i djece

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučen dnevni unos željeza za dobnu skupinu djece od 0 do 6 mjeseci iznosi 0,3 mg/d te za dobnu skupinu djece od 6 do 12 mjeseci 8 mg/d.

Prema Prilogu VII Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ maksimalno referentna vrijednost željeza u dječjim formulama iznosi 8 mg.

DACH preporučena vrijednost dnevnog unosa željeza za dojenčad iznosi 0,5 mg/100 kcal, a za malu djecu 8 mg/100 kcal.

Apsorpcija željeza u organizmu

Željezo se u organizmu apsorbira u duodenumu i gornjem djelu jejunuma tankog crijeva. Učinkovitost apsorpcije željeza ovisi o bioraspoloživosti prehranbenog željeza i status željeza u čovjeka. Prosječno se apsorbira između 5 i 20% željeza (oko 1-2 mg na dan) prisutnog u prehrani koja sadrži namirnice i životinjskog i biljnog podrijetla. Deficijencija željeza i hipoksija stimuliraju ekspresiju DMT1, citokroma D i feroportina čime se povećava njegova apsorpcija u duodenumu. Ukoliko postoji suvišak željeza u tijelu, smanjuje se njegova apsorpcija iz lumena tankog crijeva. Isto tako, apsorpcija željeza se regulira i pomoću hepcidina, hormona koji izlučuje jetra. Hepcidin se veže za feroportin na bazolateralnu membranu enterocita i uzrokuje njegovu degradaciju te smanjuje transport željeza u krvotok. Željezo

postoji u dva oblika, hem i ne-hem. Hem željezo je prisutno u namirnicama životinjskog podrijetla te je više biološki dostupan od ne-hem željeza (Tandara i sur., 2012; Zimmermann i sur., 2007; Schulze i sur., 2009).

Hemsko željezo se transportira u enterocite pomoću proteinskih transportera (HPC1) koji se nalaze na četkastoj membrani tankog crijeva. Potom se hem razgrađuje u endosomu, a željezo u feri obliku (Fe^{3+}) se veže za feritin, glavni transportni protein željeza u stanicama. Ne-hemsko željezo nakon što se digestijom razdvoji od proteina u lumenu tankog crijeva apsorbira se pomoću proteinskog transportera za dvovalentne ione (DMT1). Prije apsorpcija putem DMT1 potrebno je Fe^{3+} reducirati u fero-obliku (Fe^{2+}) uz pomoću citokrom-b-reduktaze. Nakon prijenosa željeza u enterocite na površini njihove membrane nalazi se citokrom D koji provodi oksidoredukcijske reakcije te oksidira Fe^{2+} u Fe^{3+} koji se sad u stanici može vezati za feritin. Apsorbirano željezo ne ulazi odmah u cirkulaciju već je pohranjeno unutar stanica i organizam ga koristi kad mu je potrebno (Tandara i sur., 2012; Zimmermann i sur., 2007).

Kada je organizmu potrebno željezo ono se iz enterocita transportira u krvotok preko bazolateralne membrane. Na bazolateralnoj membrani enterocita smješten je protein feroportin (FPN) na kojem je vezan hefeštin. Hefeštin je potreban za redukciju željeza iz Fe^{3+} u Fe^{2+} oblik. Naime, Fe^{2+} oblik željeza koristi organizam, a pomoću transferina transportira se krvotokom do ciljanih stanica, a prvenstveno do hepatocita. Na površini stanica nalazi se transferinski receptor na koji se veže transferin. Nastali kompleks se endocitozom unosi u stanicu u formi vezikule koja se unutar stanice transportira do endosoma. U endosomu zbog razlike u pH vrijednostima dolazi do promjene konfiguracije proteina transferina te se iz vezikule otpušta ion željeza vezani na transferin. U stanici se željezo iz Fe^{2+} ponovo oksidira u Fe^{3+} i veže za feritin. Zaostala vezikula se egzocitozom transportira na membranu stanice gdje je pH 7 te se vraća transferin vraća u prvobitnu konformaciju i otpušta s receptora jer kao takav ima veći afinitet vezanja Fe^{2+} iona nego vezanja za transferinski receptor (Tandara i sur., 2012; Zimmermann i sur., 2007; Aggett, 2012).

U ljudskom organizmu nalazi se između 2,5 i 5,0 g željeza. Približno 65% od tog željeza je prisutno u obliku hemoglobina, oko 4% se nalazi u mišićnom mioglobinu te u između 5-15% u strukturi pojedinih enzima, uključujući citokrome. Rezerve željeza u stanicama procjenjuj se na oko 30% apsorbiranog željeza dok svega 1% željeza se nalazi u krvotoku vezan za transferin. Željezo se u ljudskom tijelu visoko konzervira, međutim dnevni bazalni gubici željeza iznose oko 1 mg/d. Gubici željeza se uglavnom događaju kroz gastrointestinalni trakt (putem žuči i preko gubitka krvi), znojem i urinom te menstruacijom u žena. Gubici željeza nisu striktno regulirani, a ravnoteža u organizmu se postiže regulacijom njegove apsorpcije (Schulze i sur., 2009; Guyton i sur., 2006).

3. PROCIJENA IZLOŽENOSTI

U svrhu izrade procjene izloženosti dojenčadi promatranih dobnih skupina, 0-6 mjeseci i 6-12 mjeseci, pojedinim nutrijentima putem dojenačkih mliječnih pripravaka pripremljenih vodom za ljudsku potrošnju načinjena je kemijska analiza vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade, odnosno prokuhavanja. Analizirani su i obrađeni uzorci vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava gradova sjedišta dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, ukupno 33 uzorka.

Termička obrada uzoraka vode provedena je u prethodno pripremljenom staklenom laboratorijskom posuđu prema uputama proizvođača dojenačkih mliječnih pripravaka, odnosno zagrijavanjem uzoraka vode 3 minute od početka ključanja, te njihovim hlađenjem na sobnu temperaturu.

Određivane su koncentracije sljedećih parametara: fluorida, selen, bakra, jodida, cinka, željeza, klorida, fosfata, mangana, natrija, kalija, magnezija i kalcija, a zbog važnosti i utjecaja na zdravlje dojenčadi u navedenim uzorcima određene su i koncentracije nitrata i sulfata.

Koncentracije navedenih parametara određene su prije i nakon termičke obrade uzoraka standardiziranim i akreditiranim analitičkim metodama (Tablica 2) u dvije paralele, a izračunata prosječna vrijednost dobivenih rezultata za svaki parametar je uspoređena s njihovim maksimalno dopuštenom koncentracijom prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).

Tablica 2 Popis parametara i analitičkih metoda kojima su analizirani uzorci vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba.

Broj	Parametar	Metoda
1.	Bakar	HRN EN ISO 11885:2010*
2.	Cink	HRN EN ISO 11885:2010*
3.	Fluoridi	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012*
4.	Fosfati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012*
5.	Jodidi	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012*
6.	Kalcij	HRN EN ISO 14911:2001*
7.	Kalij	HRN EN ISO 14911:2001*
8.	Kloridi	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012*
9.	Magnezij	HRN EN ISO 14911:2001*
10.	Mangan	HRN EN ISO 11885:2010*
11.	Natrij	HRN EN ISO 14911:2001*
12.	Selen	HRN EN ISO 11885:2010
13.	Željezo	HRN EN ISO 11885:2010*
14.	Sulfati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012*
15.	Nitrati	HRN EN ISO 10304-1:2009/Ispr.1:2012*

3.1. BAKAR

Analize uzoraka vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, pokazale su da se koncentracije bakra kreću između 2,8 i 63,3 µg/L, odnosno da prosječna koncentracija bakra iznosi 11,3 µg/L. Nakon termičke obrade uzoraka vode koncentracije bakra kretale su se između 2,8 i 42,3 µg/L, odnosno prosječno 10,5 µg/L (Tablica 3).

Tablica 3 Koncentracije bakra u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Broj uzorka	koncentracija bakra (µg/L)	
	neobrađena	termički obrađena
1	63,3	42,3
2	22,7	2,8
3	13,7	12,8
4	6,7	8,8
5	18,0	14,4
6	2,8	8,2
7	9,3	15,8
8	3,8	10,7
9	28,5	13,5
10	9,5	10,0
11	9,7	7,0
12	10,4	12,2
13	14,7	10,0
14	6,3	8,0
15	20,6	9,6
16	4,1	5,1
17	4,9	3,7
18	13,7	9,3
19	3,6	5,3
20	16,8	10,6
21	9,3	11,2
22	8,2	12,6
23	2,3	2,1
24	6,1	11,4
25	6,0	8,7
26	9,1	4,8

27	8,4	23,1
28	4,8	13,1
29	4,5	11,6
30	12,1	9,5
31	5,8	6,4
32	11,5	4,6
33	3,1	6,0
Srednja vrijednost	11,3	10,5

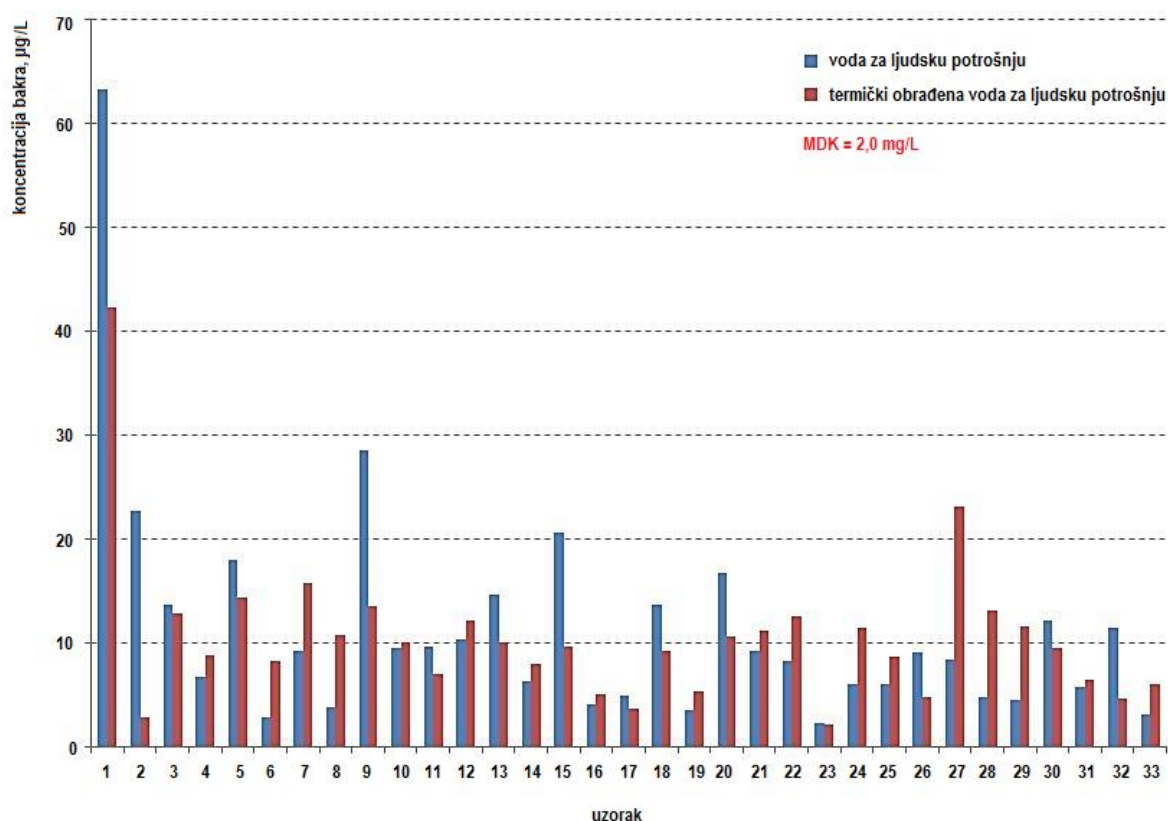
Prokuhavanjem vode koncentracija bakra se kod 18 analiziranih uzoraka povećala pri čemu je najznačajniji porast koncentracije bakra zabilježen kod uzorka br. 6 gdje je koncentracija bakra u termički obrađenom uzorku bila približno tri puta veća od početne vrijednosti u termički neobrađenom uzorku (početna 2,8 µg/L, završna 8,2 µg/L). Najznačajnije smanjenje koncentracije bakra zabilježeno je pri termičkoj obradi uzorka br. 2 kada je koncentracija bakra u termički obrađenom uzorku bila smanjena za više od 87%.

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija bakra u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 2 mg/L.

Sukladno Znanstvenom mišljenju o potrebnom unosu nutrijenata putem hrane kod dojenčadi i male djece Europske agencije za sigurnost hrane (EFSA Journal 2013;11(10):3408) preporučeni dnevni unos bakra za obje dobne skupine djece, od 0 do 6 mjeseci i od 6 do 12 mjeseci, iznosi 0,3 mg/d.

Slika 1 prikazuje koncentracije bakra u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade.

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su koncentracije bakra u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije bakra prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku.



Slika 1 Koncentracija bakra u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

3.2. FLUORIDI

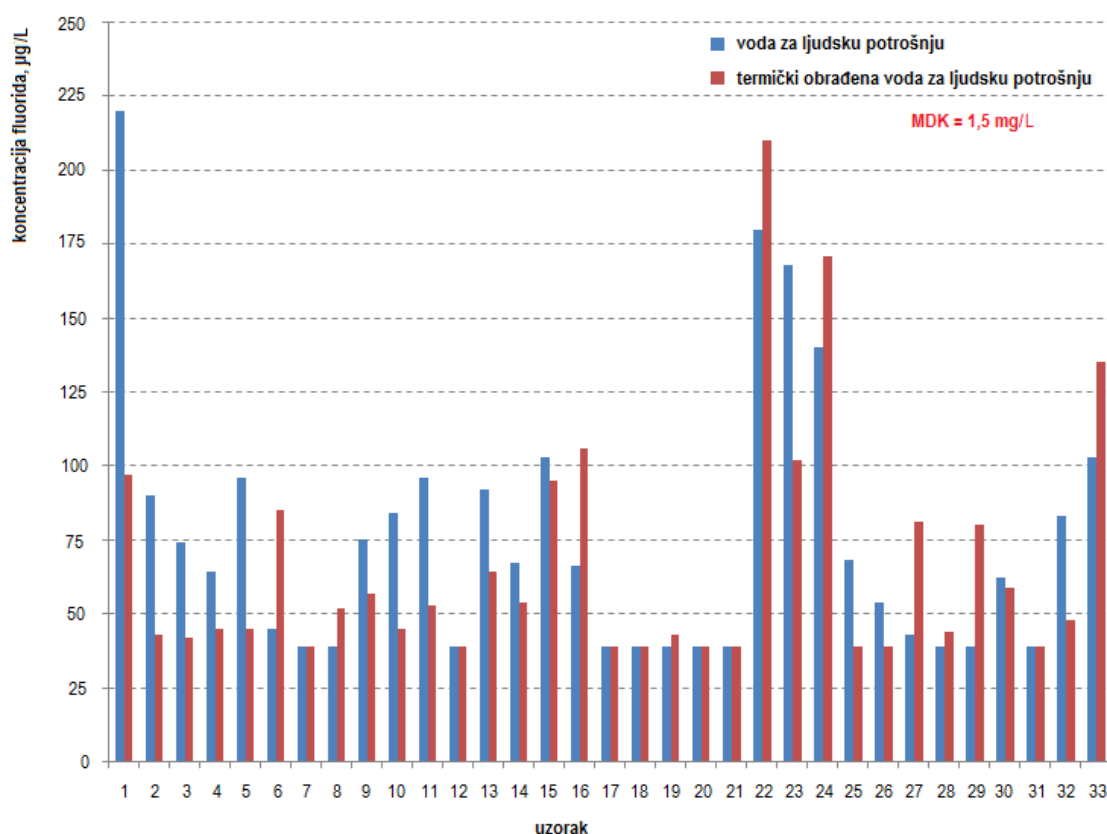
Analize uzoraka vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona pokazale su da se koncentracija fluorida kreću do najviše 220 µg/L, dok je kod više uzoraka vode iz pojedinih vodoopskrbnih sustava koncentracija fluorida bila ispod granice detekcije od 40 µg/L (tablica 3). Prosječna koncentracija fluorida u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iznosi 75,8 µg/L. Nakon termičke obrade uzoraka vode, koncentracije fluorida su se kretale do najviše 135 µg/L s prosječnom vrijednosti od 66,9 µg/L.

Tablica 4 Koncentracije fluorida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija fluorida (µg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	220	97
2	90	43
3	74	42
4	64	45
5	96	45
6	45	85
7	<40	<40

8	<40	52
9	75	57
10	84	45
11	96	53
12	<40	41
13	92	64
14	67	54
15	103	95
16	66	106
17	<40	<40
18	<40	<40
19	<40	43
20	<40	<40
21	<40	<40
22	180	210
23	168	102
24	140	171
25	68	<40
26	54	<40
27	43	81
28	<40	44
29	<40	80
30	62	59
31	<40	<40
32	83	48
33	103	135
Srednja vrijednost	75,8	66,9

Kod šest uzoraka vode, koncentracija fluorida prije i nakon termičke obrade bila je jednaka, odnosno ispod granice detekcije. Kod jedanaest uzoraka vode za ljudsku potrošnju, koncentracija fluorida nakon termičke obrade se povećala. Najznačajnije povećanje koncentracije fluorida zabilježeno je kod uzorka br. 29 pri čemu je kod polaznog uzorka koncentracija fluorida bila ispod granice detekcije, a nakon termičke obrade uzorka je iznosila 80 µg/L. Najznačajnije smanjenje koncentracije fluorida zabilježeno je pri termičkoj obradi uzorka br. 1 pri čemu je koncentracija bakra smanjena za više od 55% (početna 220 µg/L, termički obrađena 97 µg/L).



Slika 2 Koncentracije fluorida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija fluorida u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 1,5 mg/L.

Slika 2 prikazuje koncentracije fluorida u uzorcima vode za ljudsku iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su koncentracije fluorida u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije fluorida prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku (NN 125/2013).

3.3. SELEN

Koncentracije selena u svim analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, bile su ispod granice detekcije od 6 µg/L. Nakon termičke obrade navedenih uzoraka vode nije došlo do promjene koncentracije selena niti u jednom uzorku, odnosno i kod termički obrađenih uzoraka vode koncentracije selena bila su ispod granice detekcije (tablica 5).

Tablica 5 Koncentracije selena u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija selena (µg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	<6	<6
2	<6	<6
3	<6	<6
4	<6	<6
5	<6	<6
6	<6	<6
7	<6	<6
8	<6	<6
9	<6	<6
10	<6	<6
11	<6	<6
12	<6	<6
13	<6	<6
14	<6	<6
15	<6	<6
16	<6	<6
17	<6	<6
18	<6	<6
19	<6	<6
20	<6	<6
21	<6	<6
22	<6	<6
23	<6	<6
24	<6	<6
25	<6	<6
26	<6	<6
27	<6	<6
28	<6	<6
29	<6	<6
30	<6	<6
31	<6	<6
32	<6	<6
33	<6	<6
Srednja vrijednost	<6	<6

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija selena u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 10 µg/L.

Iz prikazanih rezultata u Tablici 5 vidljivo je da su koncentracije selena u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije selena prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku (NN 125/2013).

3.4. JODIDI

Koncentracije jodida u svim analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, bile su ispod granice detekcije od 0,1 mg/L. Nakon termičke obrade navedenih uzoraka vode nije došlo do promjene koncentracije jodida niti u jednom uzorku, odnosno i kod termički obrađenih uzoraka vode koncentracije jodida bile su ispod granice detekcije (Tablica 6).

Tablica 6 Koncentracije jodida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija jodida (mg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	<0,1	<0,1
2	<0,1	<0,1
3	<0,1	<0,1
4	<0,1	<0,1
5	<0,1	<0,1
6	<0,1	<0,1
7	<0,1	<0,1
8	<0,1	<0,1
9	<0,1	<0,1
10	<0,1	<0,1
11	<0,1	<0,1
12	<0,1	<0,1
13	<0,1	<0,1
14	<0,1	<0,1
15	<0,1	<0,1
16	<0,1	<0,1
17	<0,1	<0,1
18	<0,1	<0,1
19	<0,1	<0,1
20	<0,1	<0,1

21	<0,1	<0,1
22	<0,1	<0,1
23	<0,1	<0,1
24	<0,1	<0,1
25	<0,1	<0,1
26	<0,1	<0,1
27	<0,1	<0,1
28	<0,1	<0,1
29	<0,1	<0,1
30	<0,1	<0,1
31	<0,1	<0,1
32	<0,1	<0,1
33	<0,1	<0,1
Srednja vrijednost	<0,1	<0,1

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) ne propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju jodida u vodi za ljudsku potrošnju.

3.5. CINK

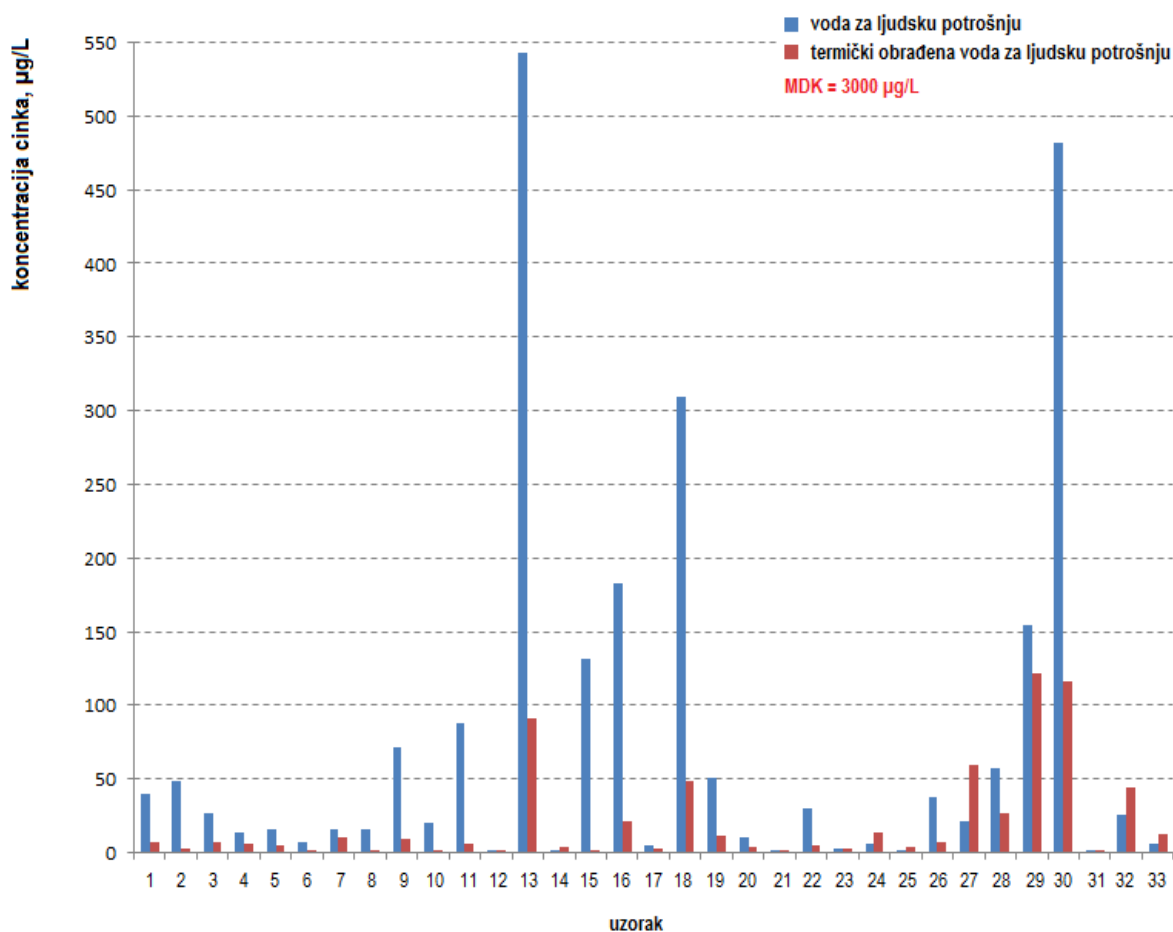
Analize uzoraka vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona pokazale su da se koncentracije cinka kreću do najviše 543 µg/L, dok je u četiri uzorka vode početna koncentracija cinka bila ispod granice detekcije od 2 µg/L. Prosječna koncentracija cinka u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iznosi 73,5 µg/L. Nakon termičke obrade uzoraka vode, koncentracije cinka kretale su se do najviše 122 µg/L s prosječnom koncentracijom bakra od 19,8 µg/L. Kod sedam uzoraka koncentracija cinka nakon termičke obrade je bila ispod granice detekcije od 2 µg/L (Tablica 7).

Tablica 7 Koncentracije cinka u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija cinka (µg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	39,9	7,4
2	48,8	2,5
3	26,4	7,2
4	13,7	6,4
5	16,0	4,4
6	7,5	1,0
7	15,5	10,2

8	15,7	<2,0
9	71,9	9,6
10	20,5	<2,0
11	88,3	5,8
12	<2,0	<2,0
13	543	91,2
14	<2,0	3,9
15	131	<2,0
16	183,0	20,8
17	4,5	2,2
18	309,0	49,0
19	51,2	11,1
20	9,8	3,9
21	<2,0	<2,0
22	30,2	5,3
23	3,2	2,4
24	5,6	13,4
25	<2,0	3,5
26	37,9	6,6
27	20,8	59,5
28	57,6	26,7
29	154,0	122,0
30	482,0	116,0
31	<2,0	<2,0
32	26,0	44,3
33	6,4	12,1
Srednja vrijednost	73,5	19,8

Kod većine uzoraka vode za ljudsku potrošnju, nakon termičke obrade došlo je do smanjenja koncentracije cinka. Kod tri uzorka prije i nakon termičke obrade vode koncentracija cinka je bila ispod granice detekcije od 2 µg/L. Kod šest uzoraka vode nakon termičke obrade došlo je do povećanja koncentracije cinka i to najviše kod uzorka br. 27 gdje je prije termičke obrade koncentracija cinka iznosila 20,8 µg/L, a nakon 59,5 µg/L. Najznačajnije smanjenje koncentracije cinka nakon termičke obrade zabilježeno je kod uzorka br. 13 pri čemu je koncentracija cinka s početnih 543 µg/L smanjena na 91,2 µg/L.



Slika 3 Koncentracije cinka u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Slika 3 prikazuje koncentracije cinka u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija cinka u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 3000 µg/L.

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su koncentracije cinka u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije cinka prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku (NN 125/2013).

3.6. ŽELJEZO

Koncentracije željeza u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona bile su u rasponu do najviše 101,0 µg/L, dok je u četrnaest uzorka koncentracija željeza bila ispod granice detekcije od 4 µg/L. Prosječna koncentracija željeza u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iznosi 14,8 µg/L. Nakon termičke obrade ispitivanih uzoraka vode najviša utvrđena koncentracija željeza iznosila je 66,6 µg/L, dok je kod sedamnaest uzoraka koncentracija željeza bila ispod navedene granice detekcije.

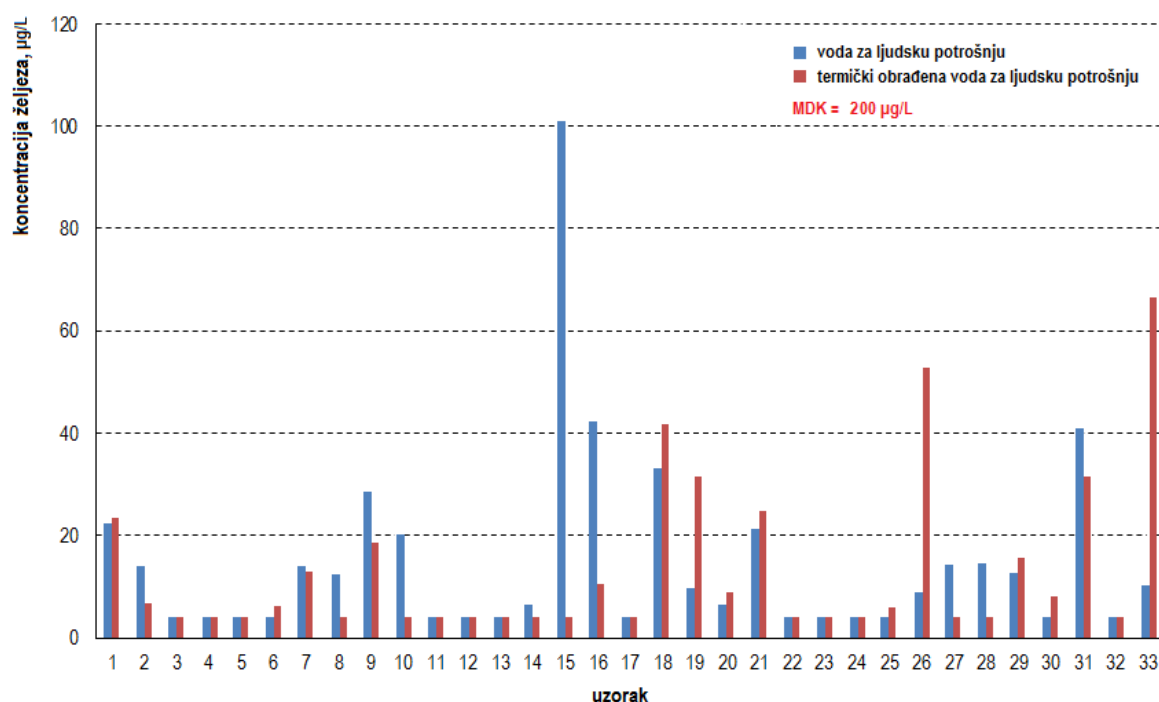
Prosječna koncentracija željeza nakon termičke obrade uzoraka iznosi 13,1 µg/L (Tablica 8).

Tablica 8 Koncentracije željeza u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija željeza (µg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	22,3	23,4
2	14	6,8
3	<5	<5
4	<5	<5
5	<5	<5
6	<5	6,2
7	14,1	13
8	12,5	<5
9	28,6	18,6
10	20,1	<5
11	<5	<5
12	<5	<5
13	<5	<5
14	6,5	<5
15	101,0	<5
16	42,2	10,4
17	<5	<5
18	33,2	41,7
19	9,7	31,5
20	6,6	9
21	21,4	24,6
22	<5	<5
23	<5	<5
24	<5	<5
25	<5	5,9
26	8,9	52,9
27	14,2	<5
28	14,6	<5
29	12,8	15,6
30	<5	8,1
31	41	31,4
32	<5	<5
33	10,2	66,6
Srednja vrijednost	14,8	13,1

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija željeza u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 µg/L.

Slika 4 prikazuje koncentracije željeza u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.



Slika 4 Koncentracije željeza u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su koncentracije željeza u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije željeza prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku (NN 125/2013).

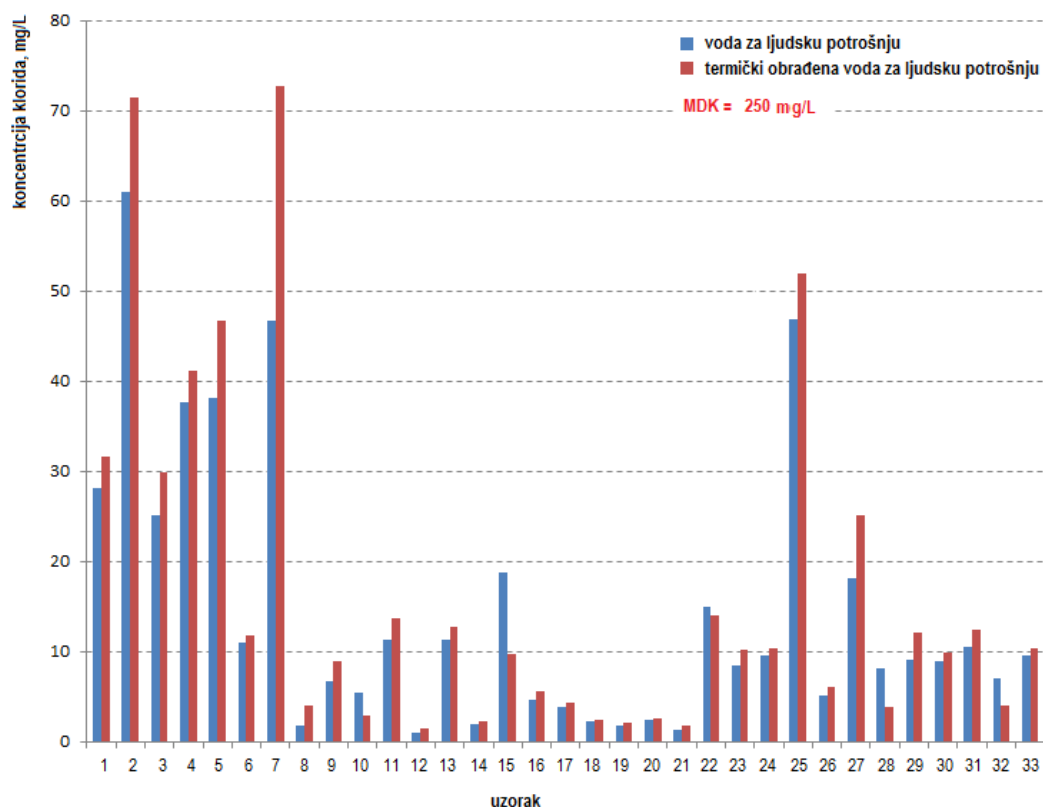
3.7. KLORIDI

Koncentracije klorida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona bile su u rasponu od 1,1 mg/L do najviše 61 mg/L. Prosječna koncentracija klorida u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iznosi 14,5 mg/L. Nakon termičke obrade ispitivanih uzoraka vode najviša utvrđena koncentracija željeza iznosila je 71,5 mg/L, a najniža 1,5 mg/L. Prosječna koncentracija klorida nakon termičke obrade uzoraka iznosila je 16,7 mg/L (Tablica 9).

Tablica 9 Koncentracije klorida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija klorida (mg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	28,1	31,6
2	61,0	71,5
3	24,8	29,9
4	37,7	41,2
5	38,2	46,7
6	11,1	11,9
7	46,8	72,7
8	1,8	4,1
9	6,8	8,9
10	5,4	3,0
11	11,3	13,8
12	1,1	1,5
13	11,3	12,7
14	2,0	2,3
15	18,8	9,7
16	4,6	5,7
17	3,9	4,4
18	2,3	2,5
19	1,9	2,2
20	2,4	2,6
21	1,4	1,8
22	15	14,1
23	8,5	10,2
24	9,6	10,4
25	46,9	51,9
26	5,2	6,1
27	18,2	24,6
28	8,2	3,9
29	9,2	12,1
30	9,0	9,9
31	10,5	12,4
32	7,0	4,1
33	9,6	10,4
Srednja vrijednost	14,5	16,7

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija klorida u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 250 mg/L. Slika 5 prikazuje koncentracije klorida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.



Slika 5 Koncentracije klorida u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su koncentracije klorida u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije klorida prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku (NN 125/2013).

3.8. FOSFOR /FOSFATI

Fosfor se u vodama pojavljuje u obliku fosfata. Kod svih uzoraka vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, koncentracije fosfata su bile ispod granice detekcije od 0,04 mg/L. Nakon termičke obrade uzoraka kod sedam uzoraka došlo je do povećanja koncentracije fosfata i to kod uzorka br. 27 (0,6 mg/L) te je prosječna koncentracija fosfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju nakon termičke

obrade iznosila 0,08 mg/L (Tablica 10).

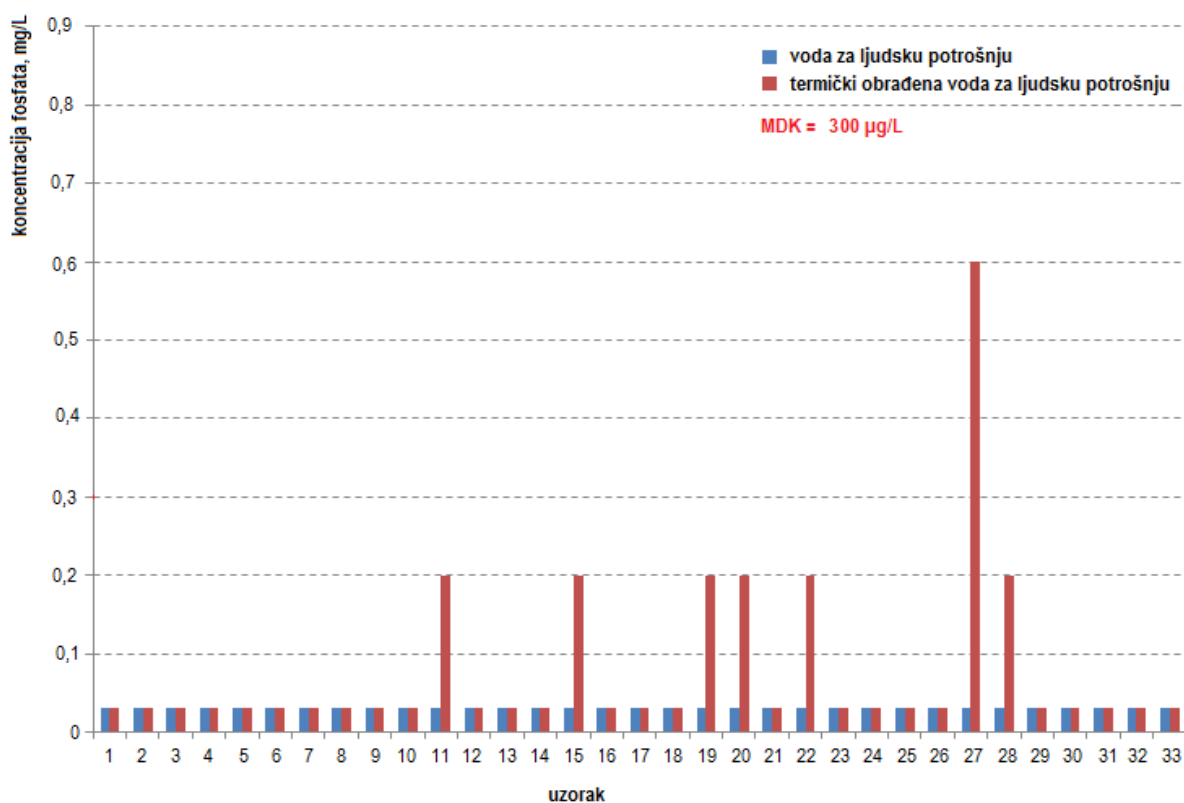
Utvrđene koncentracije fosfata kod uzoraka vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, izražene su u tablici 10 i u vidu koncentracije fosfora. Slijedom prethodno iznesenog, koncentracije fosfora, kao i fosfata, bile su u neobrađenim uzorcima ispod granice detekcije od 0,013 mg/L. Nakon termičke obrade uzoraka kod sedam uzoraka koncentracija fosfora bila je u rasponu od 0,065 do 0,1957 mg/L. Prosječna koncentracija fosfora u uzorcima vode za ljudsku potrošnju nakon termičke obrade iznosila 0,003 mg/L (Tablica 10).

Tablica 10 Koncentracije fosfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija fosfora (mg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	<0,013	<0,013
2	<0,013	<0,013
3	<0,013	<0,013
4	<0,013	<0,013
5	<0,013	<0,013
6	<0,013	<0,013
7	<0,013	<0,013
8	<0,013	<0,013
9	<0,013	<0,013
10	<0,013	<0,013
11	<0,013	0,065
12	<0,013	<0,013
13	<0,013	<0,013
14	<0,013	<0,013
15	<0,013	0,065
16	<0,013	<0,013
17	<0,013	<0,013
18	<0,013	<0,013
19	<0,013	0,065
20	<0,013	0,065
21	<0,013	<0,013
22	<0,013	0,065
23	<0,013	<0,013
24	<0,013	<0,013
25	<0,013	<0,013
26	<0,013	<0,013

27	<0,013	0,1957
28	<0,013	0,065
29	<0,013	<0,013
30	<0,013	<0,013
31	<0,013	<0,013
32	<0,013	<0,013
33	<0,013	<0,013
Srednja vrijednost	<0,013	0,003

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija fosfata u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 300 µg/l. Slika 6 prikazuje koncentracije fosfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.



Slika 6 Koncentracije fosfora u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Koncentracija fosfata je kod svih ispitanih uzoraka vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bila su ispod navedene vrijednosti maksimalno dozvoljene koncentracije prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), osim u slučaju uzorka br. 27 gdje je zabilježena koncentracija fosfata nakon termičke obrade vode iznosila 0,6 mg/L, što je dvostruko više od MDK vrijednosti.

3.9. MANGAN

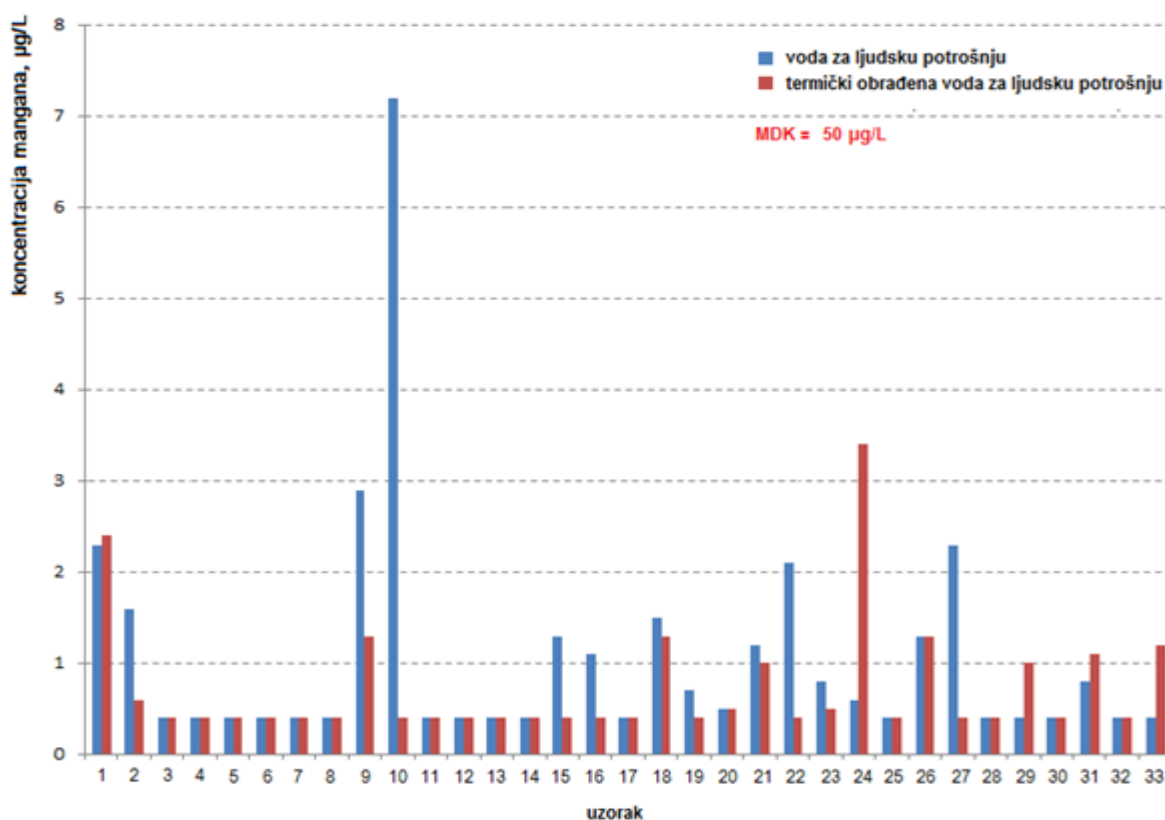
U tablici 11 prikazane su koncentracije mangana u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona. Kod osamnaest uzoraka vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava koncentracija mangana je bila ispod granice detekcije od $<0,5 \mu\text{g/L}$, dok je najviša zabilježena koncentracija mangana bila kod uzorka br. 10 i iznosila je $7,2 \mu\text{g/L}$. Nakon termičke obrade kod 21 uzorka koncentracija mangana je bila ispod granice detekcije, dok je najviša zabilježena koncentracija iznosila $3,4 \mu\text{g/L}$. Prosječna koncentracija mangana u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosila je $1,1 \mu\text{g/L}$, dok je prosječna koncentracija mangana u navedenim uzorcima nakon termičke obrade iznosila $0,7 \mu\text{g/L}$ (Tablica 11).

Tablica 11 Koncentracije mangana u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija mangana ($\mu\text{g/L}$)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	2,3	2,4
2	1,6	0,6
3	$<0,5$	$<0,5$
4	$<0,5$	$<0,5$
5	$<0,5$	$<0,5$
6	$<0,5$	$<0,5$
7	$<0,5$	$<0,5$
8	$<0,5$	$<0,5$
9	2,9	1,3
10	7,2	$<0,5$
11	$<0,5$	$<0,5$
12	$<0,5$	$<0,5$
13	$<0,5$	$<0,5$
14	$<0,5$	$<0,5$
15	1,3	$<0,5$
16	1,1	$<0,5$
17	$<0,5$	$<0,5$
18	1,5	1,3
19	0,7	$<0,5$
20	$<0,5$	0,5
21	1,2	1,0
22	2,1	$<0,5$
23	0,8	0,5

24	0,6	3,4
25	<0,5	<0,5
26	1,3	1,3
27	2,3	<0,5
28	<0,5	<0,5
29	<0,5	1,0
30	<0,5	<0,5
31	0,8	1,1
32	<0,5	<0,5
33	<0,5	1,2
Srednja vrijednost	1,1	0,7

Slika 7 prikazuje koncentracije mangana u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade. Prokuhavanjem vode koncentracija mangana se kod 4 uzorka povećala pri čemu je najznačajniji porast koncentracije mangana zabilježen kod uzorka br. 24 gdje je koncentracija mangana u početnom neobrađenom uzorku bila 0,6 µg/L, a nakon termičke obrade 3,4 µg/L. Kod 11 analiziranih uzoraka vode za ljudsku potrošnju nakon termičke obrade došlo je do smanjenja koncentracije mangana i to najznačajnije kod uzorka br. 10 gdje je početna koncentracija mangana iznosila 7,2 µg/L, a nakon termičke obrade koncentracija mangana je bila ispod granice detekcije.



Slika 7 Koncentracije mangana u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija mangana u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 50 µg/L. Iz prikazanih rezultata vidljivo je da su koncentracije mangana u ispitanim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile manje od maksimalno dopuštene koncentracije mangana prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013), odnosno da su svi uzorci bili sukladni navedenom Pravilniku (NN 125/2013).

3.10. NATRIJ

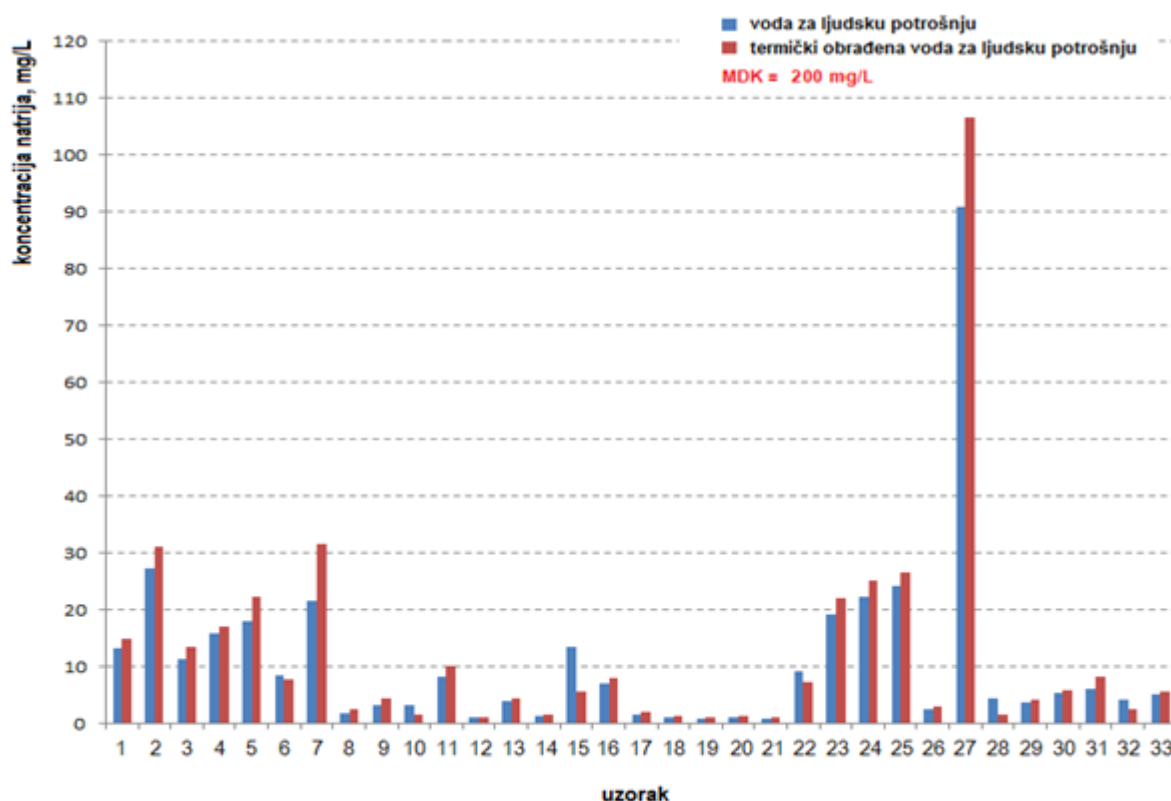
Koncentracije natrija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade, prikazane su u tablici 11. Koncentracije natrija su kod neobrađenih uzoraka vode bile u rasponu od 0,9 do 90,8 mg/L, dok je kod termički obrađenih uzoraka koncentracija natrija bila u rasponu od 1,1 do 106,6 mg/L. Prosječna koncentracija natrija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosila je 10,9 mg/L, dok prosječna koncentracija natrija u istim uzorcima vode nakon termičke obrade je iznosila 12,2 mg/L (Tablica 12).

Tablica 12 Koncentracije natrija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija natrija (mg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	13,3	15,0
2	27,2	31,2
3	11,3	13,4
4	15,8	17,1
5	18,1	22,3
6	8,4	7,7
7	21,5	31,5
8	1,9	2,5
9	3,2	4,4
10	3,3	1,7
11	8,3	10,1
12	1,1	1,2
13	3,9	4,5
14	1,3	1,5
15	13,5	5,6
16	7,1	7,9
17	1,7	2,1
18	1,2	1,3

19	0,9	1,1
20	1,1	1,3
21	0,9	1,2
22	9,2	7,4
23	19,3	22,1
24	22,4	25,2
25	24,1	26,5
26	2,6	3,1
27	90,8	106,6
28	4,4	1,6
29	3,8	4,1
30	5,3	5,8
31	6,2	8,2
32	4,1	2,6
33	5,1	5,7
Srednja vrijednost	10,9	12,2

Slika 8 prikazuje koncentracije natrija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade. Nakon termičke obrade vode koncentracija natrija se kod 27 uzorka povećala pri čemu je najznačajniji porast koncentracije natrija zabilježen kod uzorka br. 7 od 46,5% (s početnih 21,5 mg/L na 31,5 mg/L nakon termičke obrade).



Slika 8 Koncentracije natrija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Smanjenje koncentracije natrija uslijed termičke obrade zabilježeno je kod 6 uzoraka vode. Najveći pad u koncentraciji natrija se bilježi kod uzorka br. 15 i br. 28 gdje se uslijed termičke obrade početna koncentracija natrija u vodi smanjila za 63,6%, odnosno 58,5%.

Sukladno Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija natrija u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 200 mg/l.

Utvrđene koncentracije natrija u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju, prije i nakon termičke obrade, bile su manje od maksimalno dozvoljene koncentracije natrija prema navedenom Pravilniku.

3.11. KALIJ

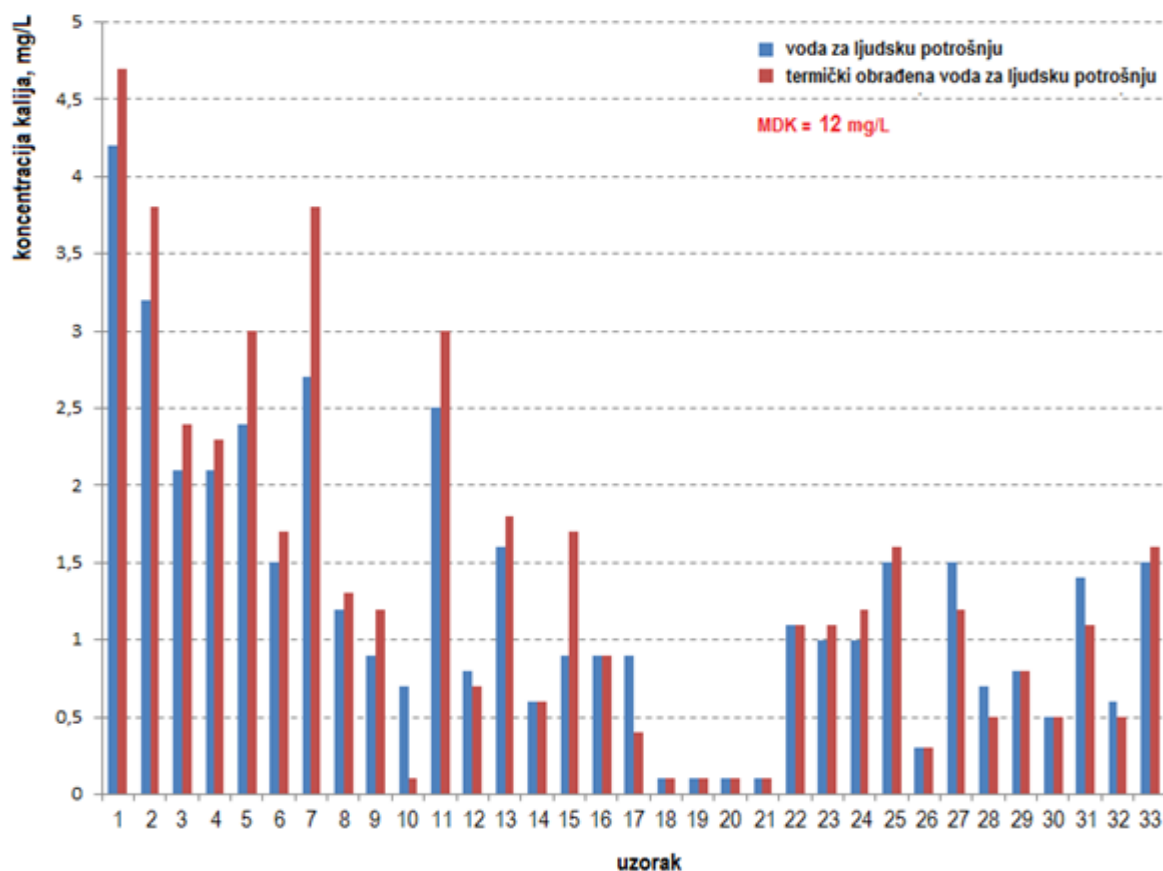
Tablica 13 prikazuje koncentracije kalija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona. Najviša koncentracija kalija od 4,2 mg/L zabilježena je kod uzorka br. 1, a kod četiri uzorka koncentracija kalija je bila ispod granice detekcije. Nakon termičke obrade uzoraka, najviša koncentracija kalija zabilježena je ponovno kod uzorka br. 1 (4,7 mg/L) dok je koncentracija kalija bila ispod granice detekcije kod pet uzoraka vode za ljudsku potrošnju.

Prosječna koncentracija kalija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosi 1,3 mg/L, dok je prosječna koncentracija kalija u navedenim uzorcima nakon termičke obrade iznosila 1,4 mg/L (Tablica 13).

Tablica 13 Koncentracije kalija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija kalija (mg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	4,2	4,7
2	3,2	3,8
3	2,1	2,4
4	2,1	2,3
5	2,4	3,0
6	1,5	1,7
7	2,7	3,8
8	1,2	1,3
9	0,9	1,2
10	0,7	<0,2
11	2,5	3,0
12	0,8	0,7
13	1,6	1,8
14	0,6	0,6
15	0,9	1,7
16	0,9	0,9
17	0,9	0,4
18	<0,2	<0,2
19	<0,2	<0,2
20	<0,2	<0,2
21	<0,2	<0,2
22	1,1	1,1
23	1,0	1,1
24	1,0	1,2
25	1,5	1,6
26	0,3	0,3
27	1,5	1,2
28	0,7	0,5
29	0,8	0,8
30	0,5	0,5
31	1,4	1,1
32	0,6	0,5
33	1,5	1,6
Srednja vrijednost	1,3	1,4

Slika 9 prikazuje koncentracije kalija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade.



Slika 9 Koncentracije kalija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Nakon termičke obrade uzoraka vode za ljudsku potrošnju, koncentracija kalija se kod 17 uzorka povećala. Najznačajniji porast koncentracije kalija od 88,9% zabilježen kod uzorka br. 15 (s početnih 0,9 mg/L na 1,7 mg/L nakon termičke obrade). Kod 10 uzoraka koncentracija kalija prije i nakon termičke obrade je bila jednaka, odnosno u slučaju četiri uzorka bila je ispod granice detekcije i prije i nakon termičke obrade uzorka.

Uslijed termičke obrade vode smanjenje koncentracije kalija zabilježeno je kod 6 uzoraka vode, pri čemu se najveće smanjenje koncentracije kalija bilježi kod uzorka br. 10 kod kojeg se početna koncentracija kalija u vodi smanjila za više od 70% (s početnih 0,7 mg/L na ispod granice detekcije nakon termičke obrade).

Prema Pravilniku o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) maksimalno dopuštena koncentracija kalija u vodi za ljudsku potrošnju iznosi 12 mg/l. Utvrđene koncentracije kalija u svim analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade, bile su manje od maksimalno dozvoljene koncentracije prema navedenom Pravilniku.

3.12. MAGNEZIJ

Koncentracije magnezija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona prikazane su u tablici 13. Utvrđene koncentracije magnezija u navedenim uzorcima bile su u rasponu od 2,6 do 48,6 mg/L, dok su nakon termičke obrade uzoraka koncentracije magnezija bile u rasponu od 3,1 do 46,9 mg/L.

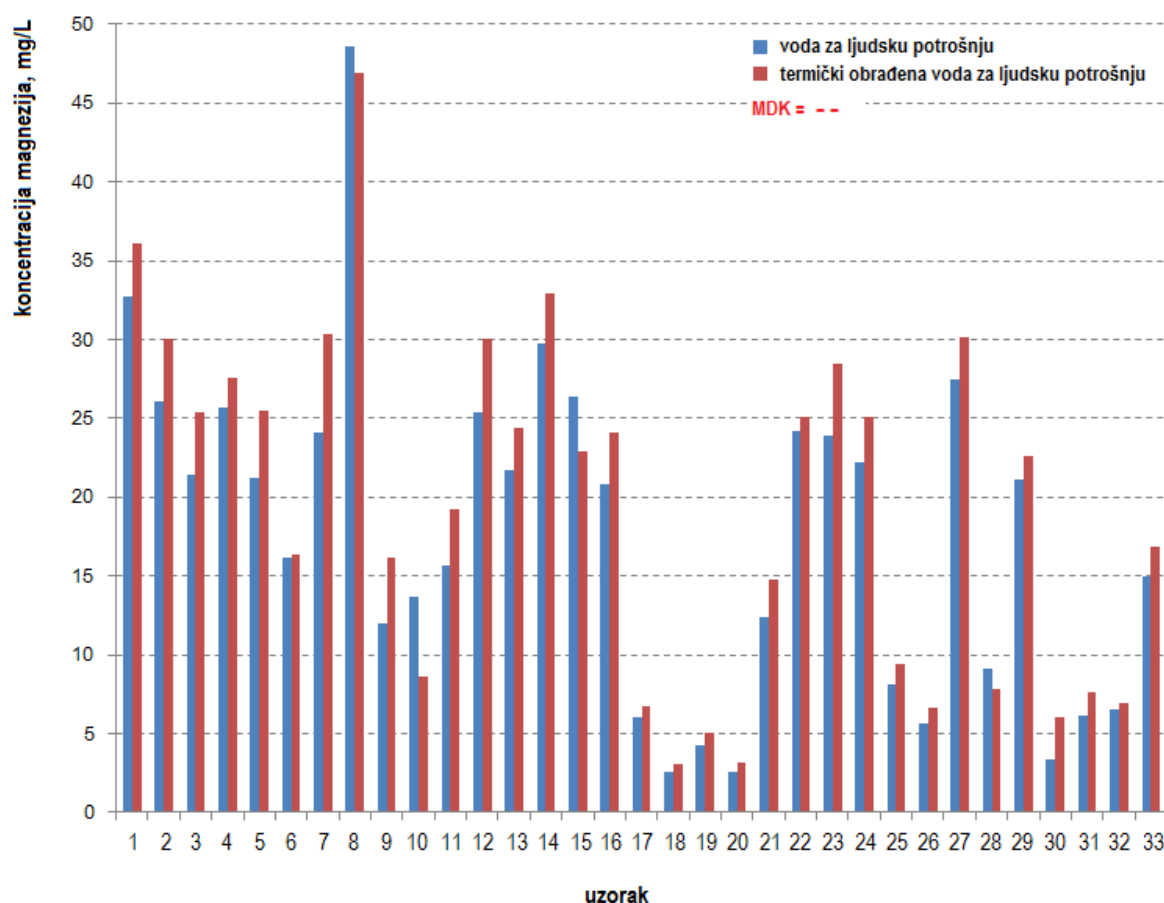
Prosječna koncentracija magnezija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosila je 17,6 mg/L, dok je prosječna koncentracija magnezija u istim uzorcima vode za ljudsku potrošnju nakon termičke obrade iznosila 19,5 mg/L (Tablica 14).

Tablica 14 Koncentracije magnezija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija magnezija (mg/L)	
	neobrađena	Termički obrađena
1	32,7	36,1
2	26,1	30,1
3	21,4	25,4
4	25,7	27,6
5	21,2	25,5
6	16,2	16,4
7	24,1	30,4
8	48,6	46,9
9	12,0	16,2
10	13,7	8,6
11	15,7	19,2
12	25,4	30,1
13	21,7	24,4
14	29,8	32,9
15	26,4	22,9
16	20,8	24,1
17	6,0	6,7
18	2,6	3,1
19	4,3	5,1
20	2,6	3,2
21	12,4	14,8
22	24,2	25,1
23	23,9	28,5
24	22,2	25,1

25	8,1	9,4
26	5,7	6,6
27	27,5	30,2
28	9,1	7,8
29	21,1	22,6
30	3,4	6,0
31	6,1	7,6
32	6,5	6,9
33	15,0	16,9
Srednja vrijednost	17,6	19,5

Promjene u koncentraciji magnezija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, uslijed termičke obrade prikazane su na slici 10.



Slika 10 Koncentracije magnezija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Nakon termičke obrade uzoraka vode za ljudsku potrošnju, koncentracija magnezija povećala se kod 29 uzoraka i to u rasponu od 1,2% (uzorak br. 6) do 76,5% (uzorak br. 30), dok se kod 4 uzorka

koncentracija magnezija smanjila i to najviše kod uzorka br. 10 (s početnih 13,7 mg/L na 8,6 mg/L). Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) ne propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju magnezija u vodi za ljudsku potrošnju već navodi napomenu „Za tumačenje dobivenih rezultata koriste se preporuke Svjetske zdravstvene organizacije“.

3.13. KALCIJ

Koncentracije kalcija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona prikazane su u tablici 14. Pri tome su se utvrđene koncentracije kalcija u navedenim uzorcima bile u rasponu od 45,2 do 126,5 mg/L, dok su nakon termičke obrade uzoraka koncentracije kalcija bile u rasponu od 4,3 do 109,0 mg/L.

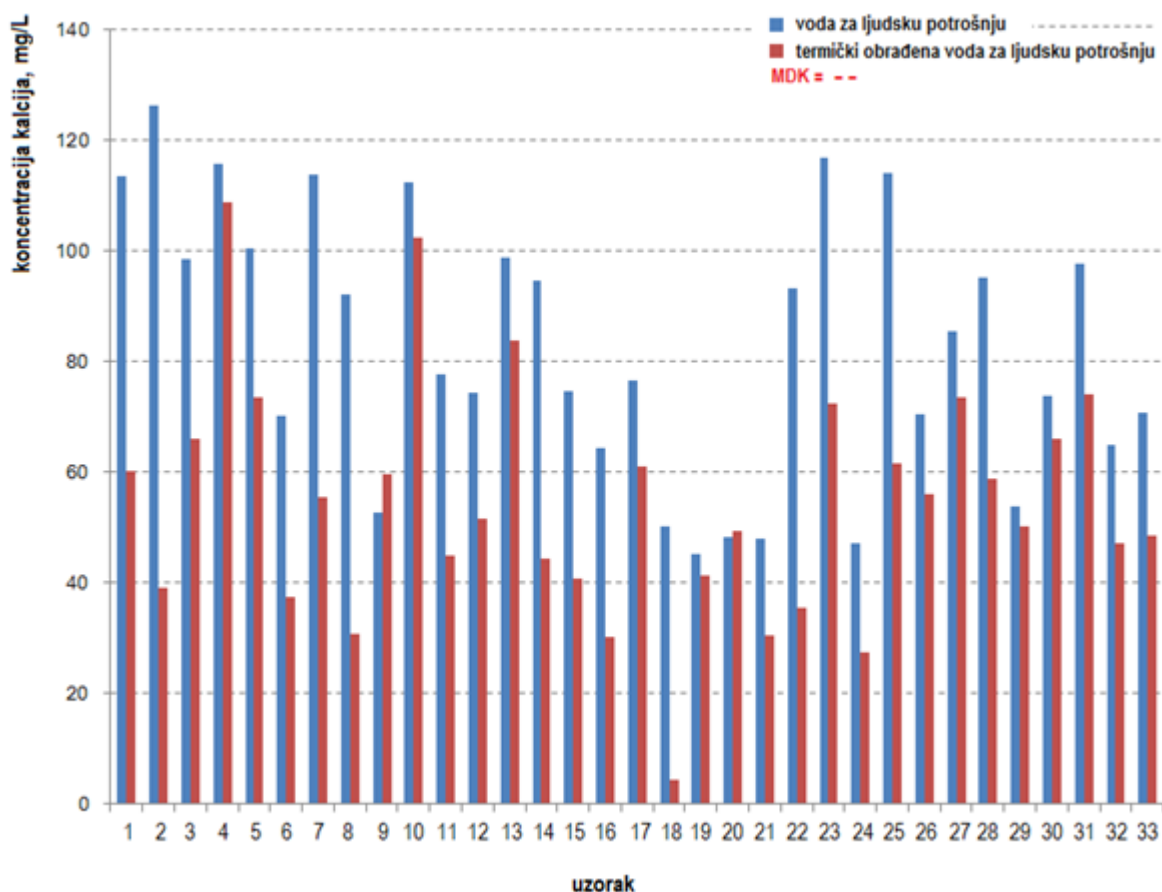
Prosječna koncentracija kalcija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosila je 82,9 mg/L, dok je prosječna koncentracija kalcija u istim uzorcima vode za ljudsku potrošnju nakon termičke obrade iznosila 54,2 mg/L (Tablica 15).

Tablica 15 Koncentracije kalcija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija kalcija (mg/L)	
	neobrađena	termički obrađena
1	113,5	60,3
2	126,5	39,2
3	98,6	66,0
4	115,7	109,0
5	100,6	73,7
6	70,2	37,5
7	114	55,5
8	92,2	30,7
9	52,8	59,8
10	112,4	102,6
11	77,9	44,9
12	74,5	51,7
13	99,0	84,0
14	94,6	44,3
15	74,6	40,9
16	64,5	30,2
17	76,6	61,0
18	50,2	4,3

19	45,2	41,3
20	48,4	49,3
21	48,0	30,6
22	93,4	35,5
23	117,0	72,4
24	47,1	27,4
25	114,2	61,6
26	70,5	56,2
27	85,6	73,7
28	95,2	58,9
29	53,9	50,2
30	73,9	66,1
31	97,9	74,1
32	64,9	47,3
33	70,8	48,5
Srednja vrijednost	82,9	54,2

Promjene u koncentraciji kalcija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, uslijed termičke obrade prikazane su na Slici 11.



Slika 11 Koncentracije kalcija u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Nakon termičke obrade uzoraka vode za ljudsku potrošnju, koncentracija kalcija smanjila se kod 31 uzorka i to u rasponu od 5,8% (uzorak br. 4) do 91,4% (uzorak br. 18), dok se kod 2 uzorka koncentracija kalcija gotovo zanemarivo povećala (uzorak br. 9 - s početnih 52,8 mg/L na 59,8 mg/L; uzorak br. 20 - s početnih 48,4 mg/L na 49,3 mg/L).

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) ne propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju kalcija u vodi za ljudsku potrošnju već navodi napomenu „Za tumačenje dobivenih rezultata koriste se preporuke Svjetske zdravstvene organizacije“.

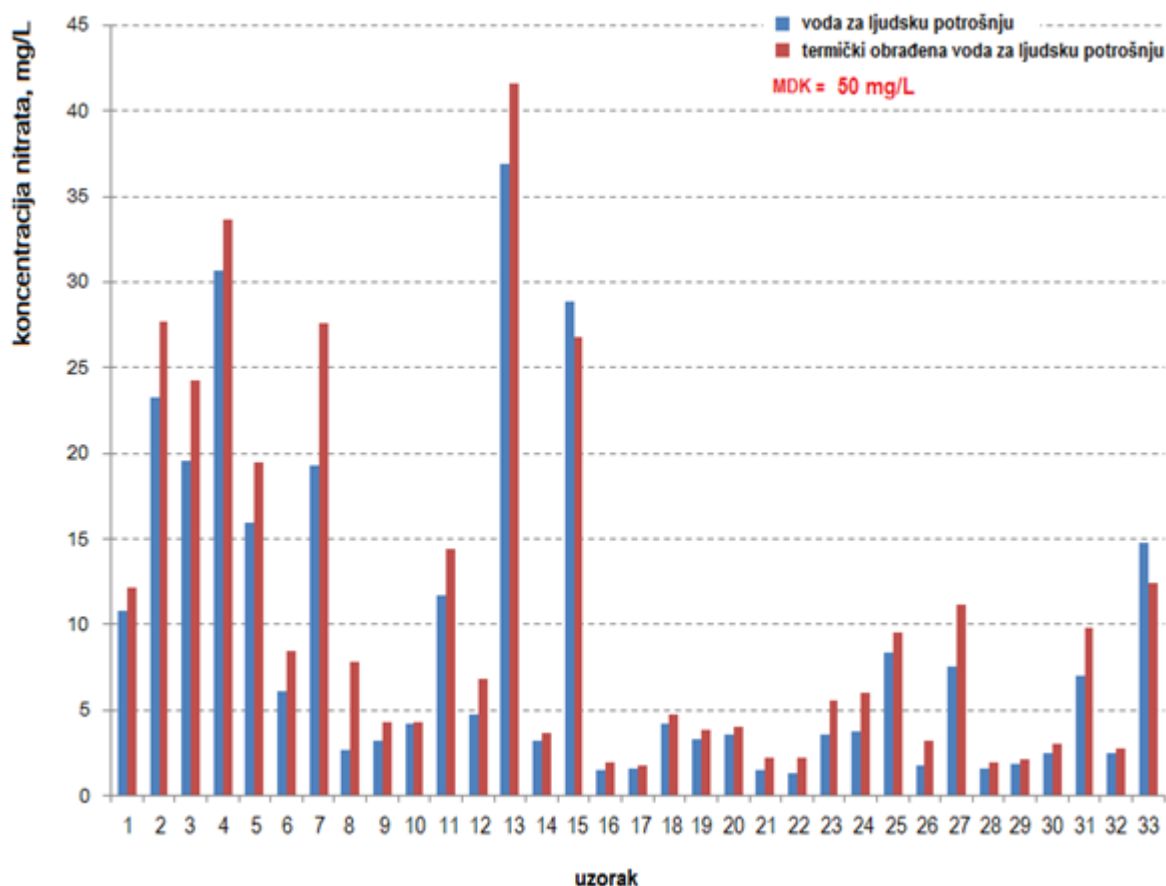
3.14. NITRATI

Koncentracije nitrata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona prikazane su u tablici 15. Koncentracije nitrata u navedenim uzorcima bile u rasponu od 1,3 do 36,9 mg/L, dok su nakon termičke obrade uzoraka koncentracije nitrata bile u rasponu od 1,8 do 41,6 mg/L. Prosječna koncentracija nitrata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosila je 8,9 mg/L, dok je prosječna koncentracija nitrata u istim uzorcima vode za ljudsku potrošnju nakon termičke obrade iznosila 10,7 mg/L (Tablica 16).

Tablica 16 Koncentracije nitrata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija nitrata (mg/L)	
	neobrađena	termički obrađena
1	10,8	12,2
2	23,3	27,7
3	19,6	24,3
4	30,7	33,7
5	16,0	19,5
6	6,1	8,5
7	19,3	27,6
8	2,7	7,8
9	3,2	4,3
10	4,2	4,3
11	11,7	14,4
12	4,8	6,8
13	36,9	41,6
14	3,2	3,7
15	28,9	26,8
16	1,5	2,0
17	1,6	1,8
18	4,2	4,8
19	3,3	3,9
20	3,6	4,0
21	1,5	2,2
22	1,3	2,2
23	3,6	5,6
24	3,8	6,0
25	8,4	9,5
26	1,8	3,2
27	7,6	11,2
28	1,6	2,0
29	1,9	2,1
30	2,5	3,0
31	7,0	9,8
32	2,5	2,8
33	14,8	12,4
Srednja vrijednost	8,9	10,7

Usporedba koncentracija nitrata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade prikazana je na Slici 12.



Slika 12 Koncentracije nitrata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Nakon termičke obrade uzoraka vode za ljudsku potrošnju koncentracija nitrata se povećala kod 31 uzorka i to u rasponu od 2,3% (uzorak br. 10) do 188,9% (uzorak br. 8). Kod 2 uzorka koncentracija nitrata se gotovo zanemarivo smanjila (uzorak br. 15 - s početnih 28,9 mg/L na 26,8 mg/L; uzorak br. 33 - s početnih 14,8 mg/L na 12,4 mg/L).

Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju nitrata u vodi za ljudsku potrošnju od 50 mg/L. Utvrđene koncentracije nitrata u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade nisu prelazile navedenim Pravilnikom propisanu maksimalno dozvoljenu koncentraciju nitrata od 50 mg/L.

3.15. SULFATI

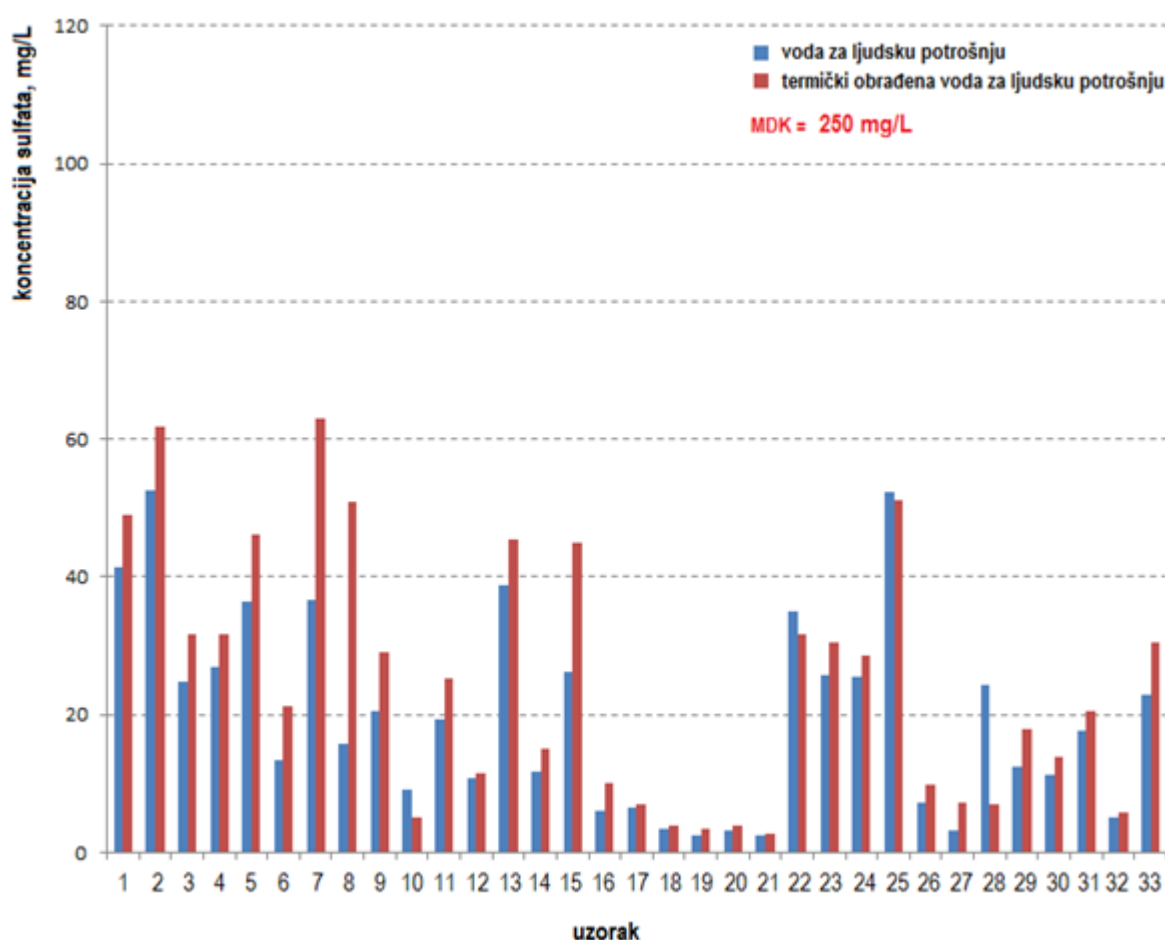
Koncentracije sulfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona prikazane su u tablici 16. Koncentracije sulfata u navedenim uzorcima bile u rasponu od 2,4 do 52,6 mg/L, dok su nakon termičke obrade uzoraka koncentracije sulfata u istim uzorcima bile u rasponu od 2,8 do 63,0 mg/L. Prosječna koncentracija sulfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba iznosila je 19,7 mg/L, dok je prosječna koncentracija nitrata u istim uzorcima vode za ljudsku potrošnju nakon termičke obrade iznosila 24,8 mg/L (Tablica 17).

Tablica 17 Koncentracije sulfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba prije i nakon termičke obrade.

Vodoopskrbni sustav	Koncentracija sulfata (mg/L)	
	neobrađena	termički obrađena
1	41,3	49,0
2	52,6	61,8
3	24,7	31,6
4	27,0	31,7
5	36,5	46,1
6	13,5	21,2
7	36,6	63,0
8	15,7	50,8
9	20,6	29,1
10	9,1	5,0
11	19,3	25,3
12	10,8	11,6
13	38,9	45,4
14	11,7	15,0
15	26,2	44,9
16	6,0	10,1
17	6,4	7,0
18	3,3	3,9
19	2,4	3,3
20	3,2	3,9
21	2,4	2,8
22	35	31,7
23	25,7	30,4
24	25,6	28,7

25	52,3	51,1
26	7,3	9,8
27	3,2	7,3
28	24,3	7,0
29	12,5	17,9
30	11,2	13,9
31	17,7	20,4
32	5	5,7
33	23	30,4
Srednja vrijednost	19,7	24,8

Usporedba koncentracija sulfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade prikazana je na Slici 13.



Slika 13 Koncentracije sulfata u uzorcima vode za ljudsku potrošnju prije i nakon termičke obrade

Nakon termičke obrade uzoraka vode za ljudsku potrošnju, koncentracija sulfata povećala se kod 29 uzoraka i to u rasponu od 14,3% (uzorak br. 21) do 223,6% (uzorak br. 8). Kod četiri uzorka

koncentracija sulfata se smanjila i to u rasponu od 2,3% (uzorak br. 25) do 71,2% (uzorak br. 28). Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013) propisuje maksimalno dopuštenu koncentraciju sulfata u vodi za ljudsku potrošnju od 250 mg/L. Utvrđene koncentracije sulfata u analiziranim uzorcima vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava dvadeset hrvatskih županija i grada Zagreba, odnosno njihovih vodoopskrbnih zona, prije i nakon termičke obrade nisu prelazile navedenim Pravilnikom propisanu maksimalno dozvoljenu koncentraciju sulfata od 250 mg/L.

U Tablici 18 prikazane su koncentracije pojedinih nutrijenata te nitrata i sulfata u termički obrađenim uzorcima vode za ljudsku potrošnju uzrokovanu u gradovima županijskim središtima R Hrvatske.

Tablica 18. Koncentracije pojedinih nutrijenata te nitrata i sulfata u termički obrađenim uzorcima vode za ljudsku potrošnju uzrokovanu u gradovima županijskim središtima Republike Hrvatske.

Br. uzorka	F µg/L	Cl mg/L	NO ₃ ⁻ mg/L	SO ₄ ²⁻ mg/L	P mg/L	I mg/L	Na mg/L	K mg/L	Mg mg/L	Ca mg/L	Fe µg/L	Zn µg/L	Mn µg/L	Cu µg/L	Se µg/L
1	97	31,6	12,2	49	<0,013	0,09	15	4,7	36,1	60,3	23,4	7,4	2,4	42,3	5,0
2	52	4,1	7,8	50,8	<0,013	0,09	2,5	1,3	46,9	30,7	4,0	1,0	0,4	10,7	4,0
3	57	8,9	4,3	29,1	<0,013	0,08	4,4	1,2	16,2	59,8	18,6	9,6	1,3	13,5	3,0
4	45	3,0	4,3	5,0	<0,013	0,08	1,7	0,1	8,6	102,6	4,0	1,0	0,3	10,0	2,0
5	53	13,8	14,4	25,3	<0,013	0,07	10,1	3,0	19,2	44,9	3,0	5,8	0,2	7,0	1,0
6	41	1,5	6,8	11,6	<0,013	0,07	1,2	0,7	30,1	51,7	3,0	1,0	0,1	12,2	0
7	64	12,7	41,6	45,4	<0,013	0,06	4,5	1,8	24,4	84	2,0	91,2	0,4	10,0	1,0
8	54	2,3	3,7	15	<0,013	0,06	1,5	0,6	32,9	44,3	2,0	3,9	0,3	8,0	2,0
9	95	9,7	26,8	44,9	<0,013	0,05	5,6	1,7	22,9	40,9	1,0	1,0	0,2	9,6	3,0
10	106	5,7	2,0	10,1	<0,013	0,05	7,9	0,9	24,1	30,2	10,4	20,8	0,1	5,1	4,0
11	39	4,4	1,8	7	0,065	0,04	2,1	0,4	6,7	61	1,0	2,2	0,4	3,7	5,0
12	39	2,5	4,8	3,9	<0,013	0,04	1,3	0,1	3,1	4,3	41,7	49	1,3	9,3	5,0
13	43	2,2	3,9	3,3	<0,013	0,03	1,1	0,1	5,1	41,3	31,5	11,1	0,3	5,3	4,0
14	39	2,6	4	3,8	<0,013	0,03	1,3	0,05	3,2	49,3	9,0	3,9	0,2	10,6	3,0
15	39	1,8	2,2	2,8	0,065	0,02	1,2	0,05	14,8	30,6	24,6	1	1	11,2	2,0
16	210	14,1	2,2	31,7	<0,013	0,02	7,4	1,1	25,1	35,5	2,0	5,3	0,2	12,6	1,0
17	102	10,2	5,6	30,4	<0,013	0,01	22,1	1,1	28,5	72,4	2,0	2,4	0,5	2,1	0,
18	171	10,4	6	28,7	<0,013	0,01	25,2	1,2	25,1	127,4	3,0	13,4	3,4	11,4	0
19	39	51,9	9,5	51,1	0,065	0,09	26,5	1,6	9,4	114,2	5,9	3,5	0,3	8,7	1,0
20	39	6,1	3,2	9,8	0,065	0,08	3,1	0,3	6,6	56,2	52,9	6,6	1,3	4,8	2,0
21	81	24,6	11,2	7,3	<0,013	0,07	106,6	1,2	30,2	73,7	4,0	59,5	0,4	23,1	3,0
22	44	3,9	2,0	7,0	0,065	0,06	1,6	0,5	7,8	58,9	4,0	26,7	0,2	13,1	4,0
23	80	12,1	2,1	17,9	<0,013	0,05	4,1	0,8	22,6	50,2	15,6	122	1	11,6	5,0
24	59	9,9	3,0	13,9	<0,013	0,04	5,8	0,5	6	66,1	8,1	116	0,1	9,5	5,0
25	40	12,4	9,8	20,4	<0,013	0,03	8,2	1,1	7,6	74,1	31,4	1	1,1	6,4	4,0
26	48	4,1	2,8	5,7	<0,013	0,02	2,6	0,5	6,9	47,3	3,0	44,3	0,4	4,6	3,0
27	135	10,4	12,4	30,4	0,1957	0,01	5,7	1,6	16,9	48,5	66,6	12,1	1,2	6	2,0

28	43	71,5	27,7	61,8	0,065	0,06	31,2	3,8	30,1	39,2	6,8	2,5	0,6	2,8	1,0
29	42	29,9	24,3	31,6	<0,013	0,05	13,4	2,4	25,4	66	3,0	7,2	0,3	12,8	0
30	45	41,2	33,7	31,7	<0,013	0,04	17,1	2,3	27,6	109	2,0	6,4	0,4	8,8	1,0
31	45	46,7	19,5	46,1	<0,013	0,03	22,3	3	25,5	73,7	2,0	4,4	0,1	14,4	1,0
32	85	11,9	8,5	21,2	<0,013	0,02	7,7	1,7	16,4	37,5	6,2	1	0,1	8,2	2,0
33	40	72,7	27,6	63	<0,013	0,01	31,5	3,8	30,4	55,5	13,0	10,2	0,2	15,8	2,
Max	210	72,7	41,6	63	0,1957	0,09	106,6	4,7	46,9	127,4	66,6	122	3,4	42,3	5,0
Min	39	1,5	1,8	2,8	<0,013	0,01	1,1	0,05	3,1	4,3	1,0	1,0	0,1	2,1	0
Srednja	67	16,69	10,66	24,75	0,003	0,047	12,23	1,37	39,15	58,83	12,45	19,83	0,63	10,46	2,45
Median	48	10,2	6,0	21,2	0,065	0,05	5,7	1,1	22,6	55,5	4	6,4	0,4	9,6	2,0

4. KARAKTERIZACIJA RIZIKA

Karakterizacija rizika načinjena je za svaki pojedini nutrijent. Pri tome su korišteni rezultati projekta „Utjecaj kakvoće vode za ljudsku potrošnju na nutritivnu vrijednost dojenačkih mliječnih pripravaka“, odnosno najniže i najviše koncentracije pojedinog nutrijenta zabilježene nakon prokuhavanja vode za ljudsku potrošnju iz vodoopskrbnih sustava gradova županijskih središta u Republici Hrvatskoj i grada Zagreba te količine pojedinih nutrijenata u dojenačkim mliječnim pripravcima koje je proizvođač dojenačkog mliječnog pripravka naveo na deklaraciji.

Karakterizacija rizika načinjena je za dvije dobne skupine:

(1) od 0 do 4 mjeseca te

(2) od 6 do 12 mjeseci

pri čemu su korišteni podaci s deklaracije šest dojenačkih mliječnih pripravaka za dobnu skupinu 0-4 mjeseca te šest dojenačkih mliječnih pripravaka za dobnu skupinu 6-12 mjeseci.

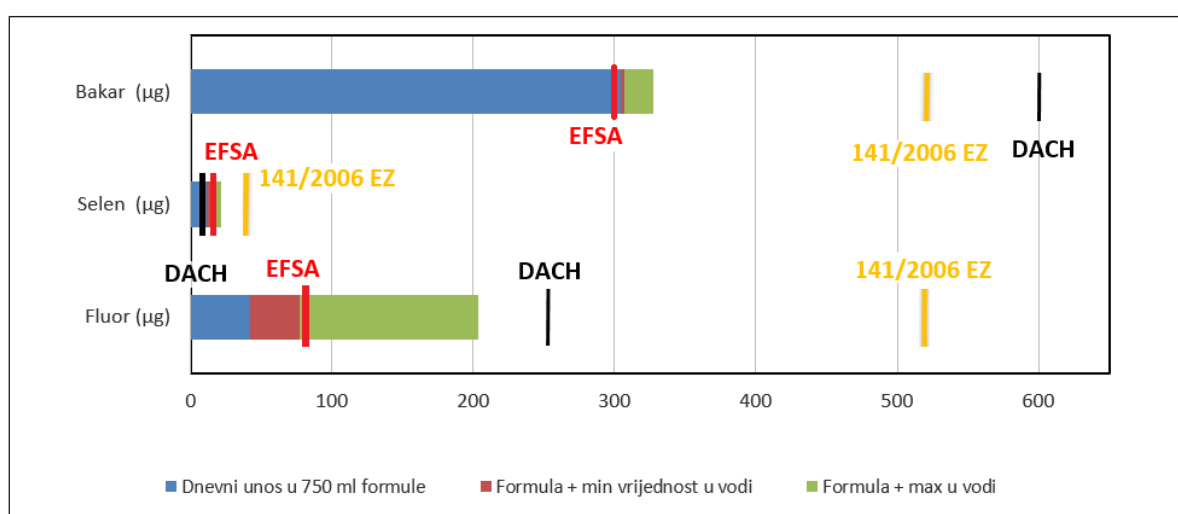
Navedeni dojenački mliječni pripravci se nalaze na tržištu Republike Hrvatske.

Dobiveni rezultati prikazani su u tablicama 19 - 24 za dojenačke mliječne pripravke za dobnu skupinu 0-4 mjeseca te u tablicama 25 -30 za dobnu skupinu 6-12 mjeseci.

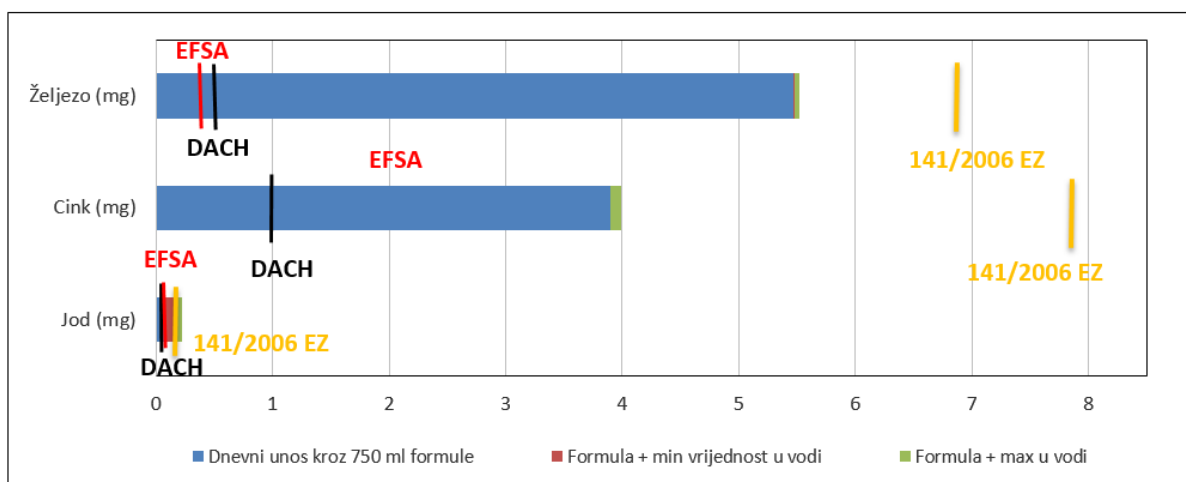
Koncentracije pojedinih nutrijenata u dojenačkim mliječnim pripravcima za dobnu skupinu 0 - 4 mjeseca

Tablica 19. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 1 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktive Europske komisije.

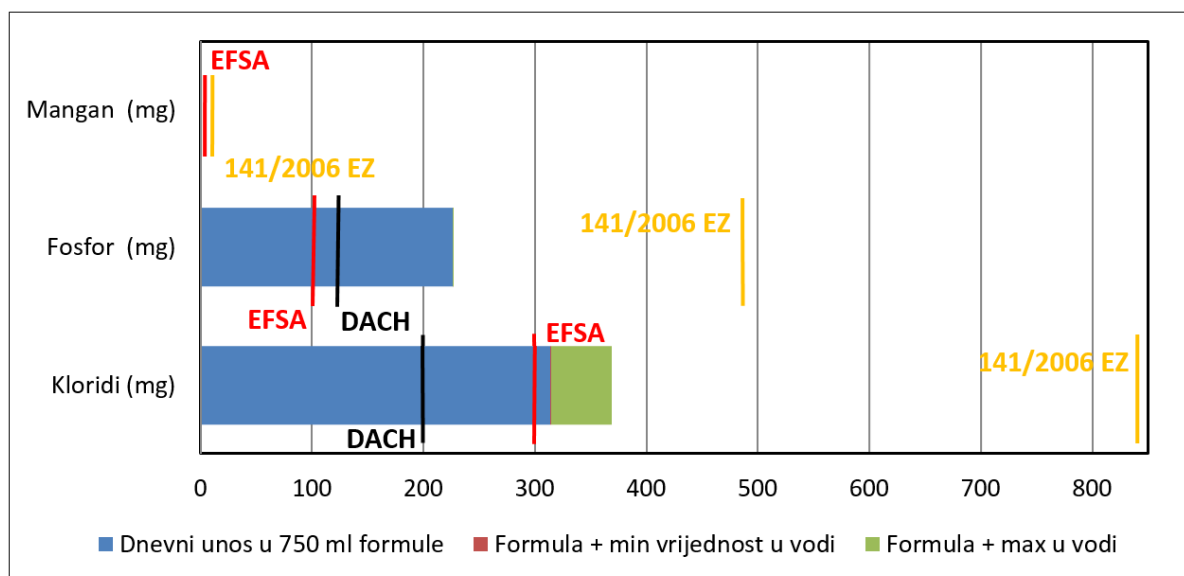
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 0-4 mjeseca	EFSA 0-4 mjeseca	Direktiva EU 0-4 mjeseca
Fluor (µg)	44,17	74,17	201,67	80,17	250	80	525
Selen (µg)	11,32	15,82	15,82	15,82	10	12,5	47,25
Bakar (µg)	303,15	303,52	334,87	309,67	200-600	300	525
Jod (mg)	0,073	0,148	0,148	0,148	0,04	0,09	0,262
Cink (mg)	3,9	3,901	3,99	3,904	1	2	7,87
Željezo (mg)	5,47	5,475	5,51	5,475	0,5	0,3	6,87
Kloridi (mg)	313,43	314,55	367,93	321,08	200	300	840
Fosfor (mg)	226,05	226,08	256,05	226,08	120	100	472,5
Mangan (ug)	0,05243	0,05277	0,05495	0,05277	-	0,003	0,525
Natrij (mg)	150	150,8	230	154,3	100	120	315
Kalij (mg)	560,03	560,18	563,56	560,86	400	400	840
Magnezij (mg)	36,98	39,31	72,16	53,93	24	25	78,75
Kalcij (mg)	395,63	398,86	477,38	434,41	220	200	735



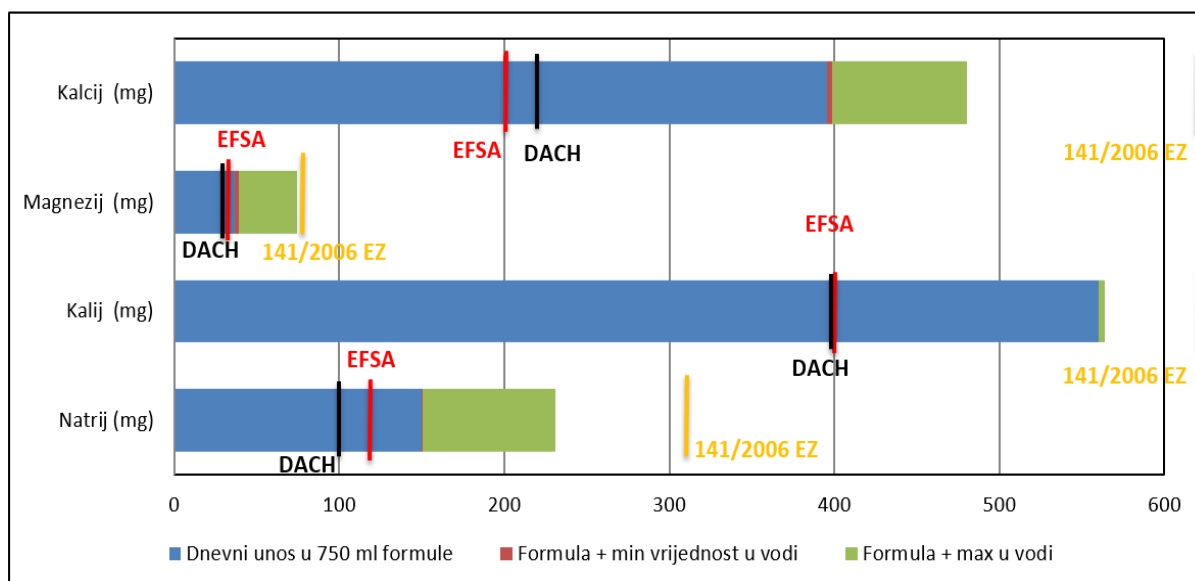
Slika 14 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 1



Slika 15 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 1



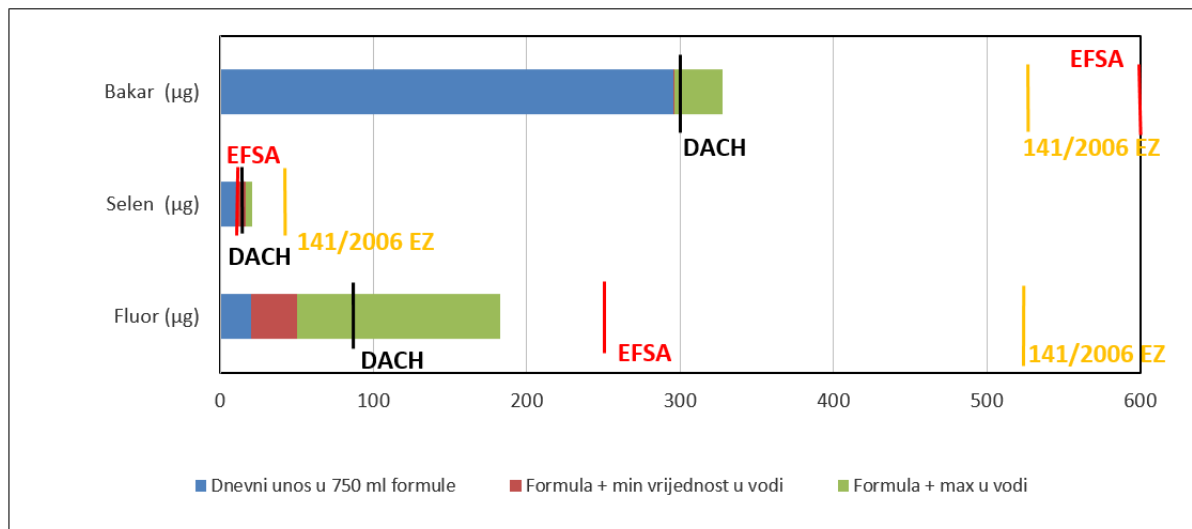
Slika 16 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 1



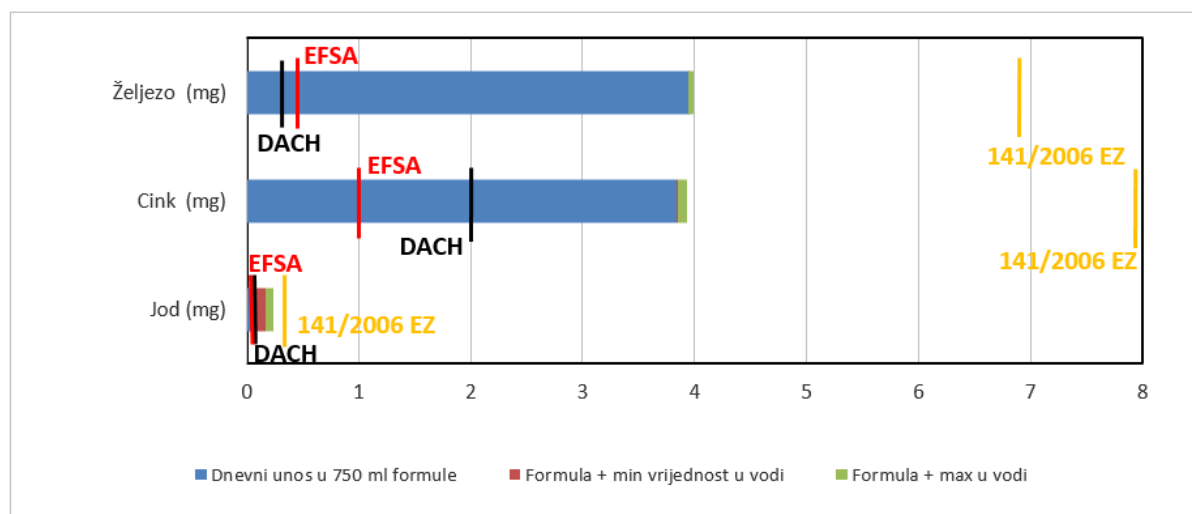
Slika 17 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 1

Tablica 20. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 2 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

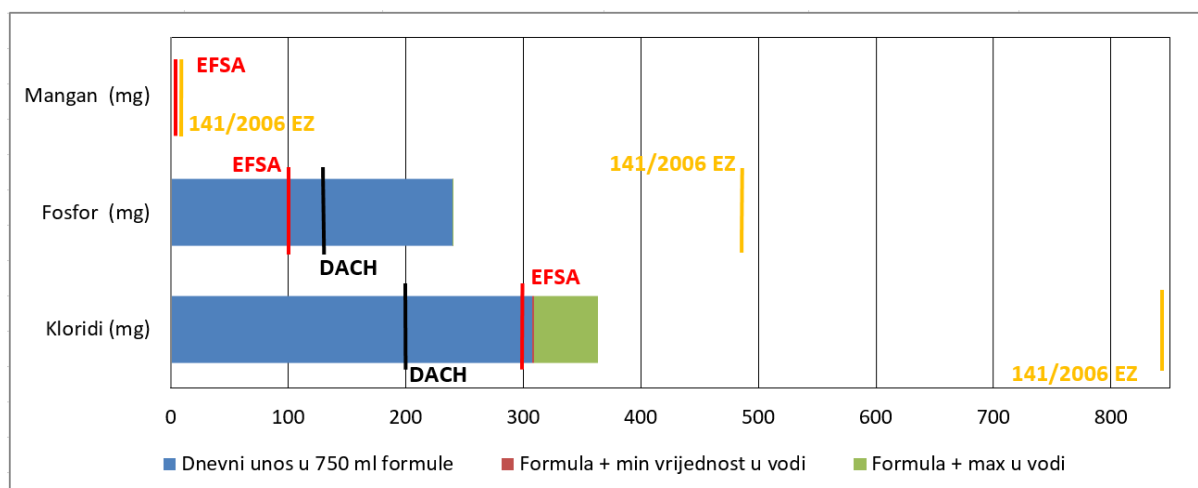
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 0-4 mjeseca	EFSA 0-4 mjeseca	Direktiva EU 0-4 mjeseca
Fluor (µg)	20,25	50,25	177,75	56,25	80,00	250,00	525,00
Selen (µg)	12,15	16,65	16,65	16,65	12,50	10,00	47,25
Bakar (µg)	295,65	296,02	327,37	302,17	200-600	300	525
Jod (mg)	0,090	0,165	0,165	0,165	0,09	0,04	0,262
Cink (mg)	3,84	3,848	3,93	3,844	2,0	1,00	7,87
Željezo (mg)	3,94	3,95	3,98	3,95	0,3	0,50	6,87
Kloridi (mg)	307,8	308,93	362,3	315,45	200	300	840
Fosfor (mg)	239,96	239,99	269,96	239,99	120	100	472,5
Mangan (ug)	0,05243	0,05277	0,05495	0,05277	-	0,003	0,525
Natrij (mg)	126,6	127,4	206,6	130,9	100	120	315
Kalij (mg)	507,26	507,41	510,79	508,09	400	400	840
Magnezij (mg)	37,46	39,79	72,64	54,41	24	25	78,75
Kalcij (mg)	423,23	426,46	504,98	462,01	220	200	735



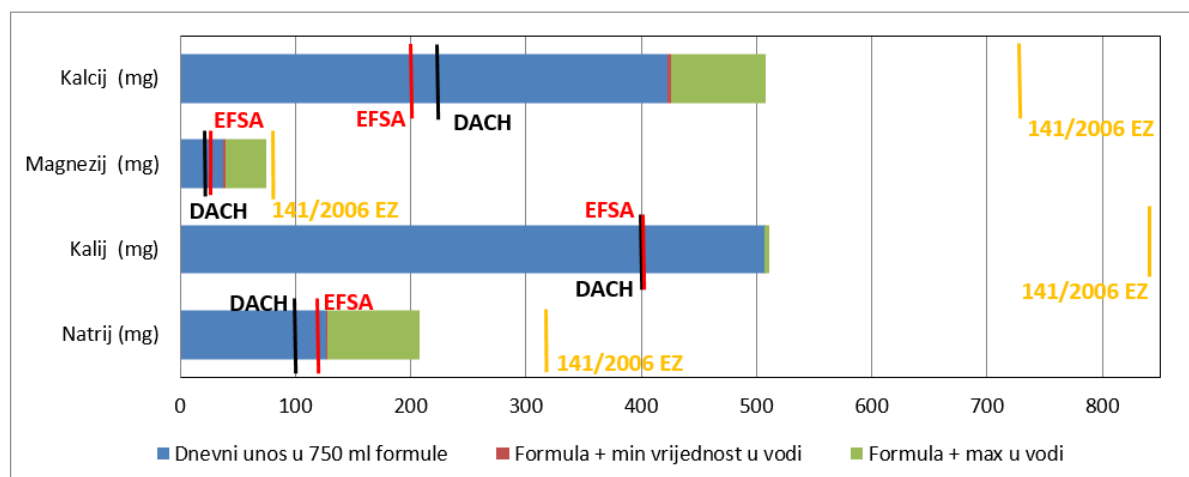
Slika 18 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 2



Slika 19 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 2



Slika 20 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 2

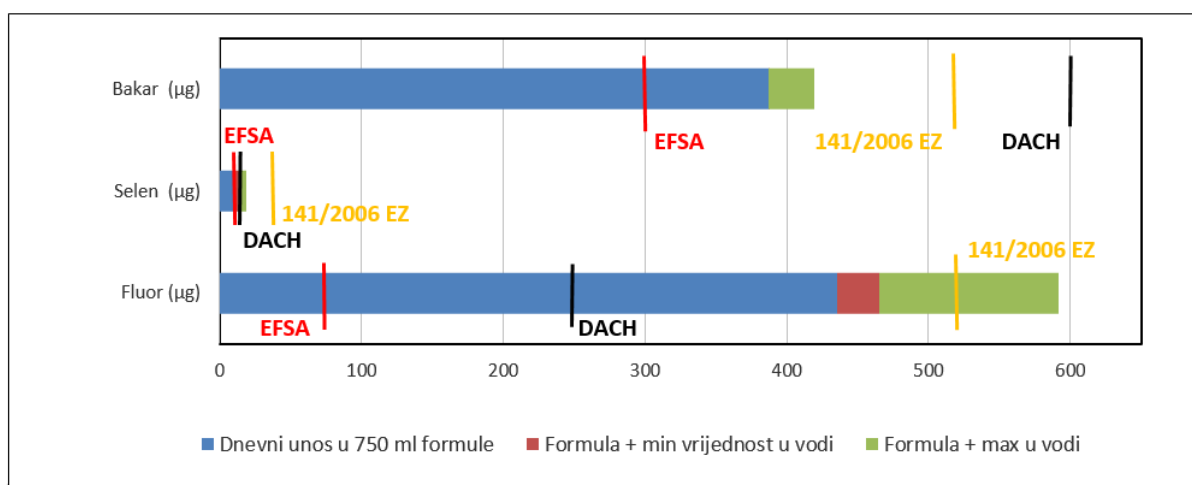


Slika 21 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 2

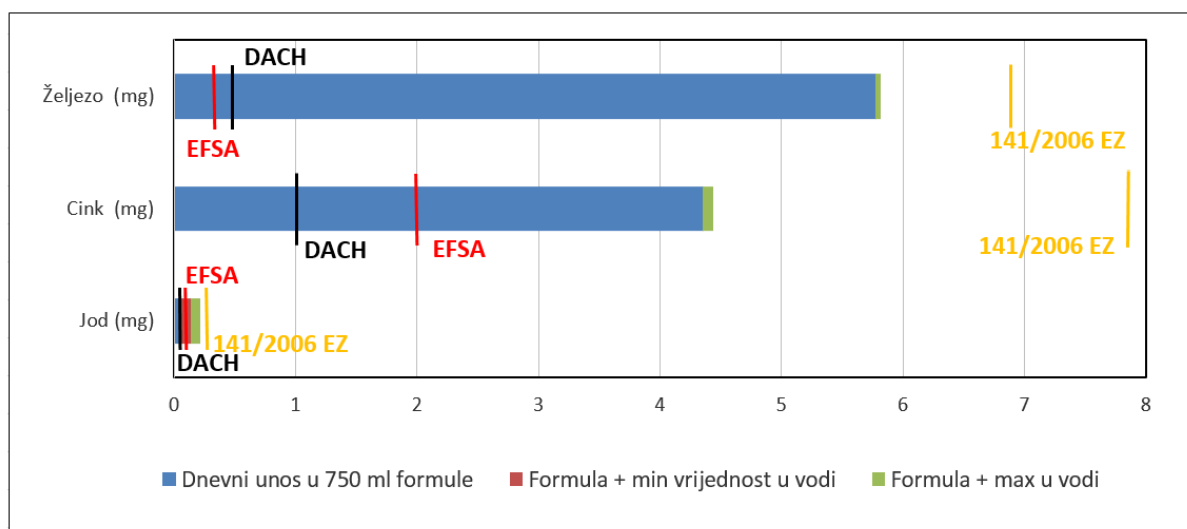
Tablica 21. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 3 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 0-4 mjeseca	EFSA 0-4 mjeseca	Direktiva EU 0-4 mjeseca
Fluor (µg)	435,37	465,37	592,87	94,05	250	80	525,00
Selen (µg)	9,67	14,17	14,17	14,17	5-15	12,5	47,25
Bakar (µg)	387	387,37	418,72	393,52	200-600	300	525,00
Jod (mg)	0,062	0,138	0,138	0,138	0,045	0,09	0,262

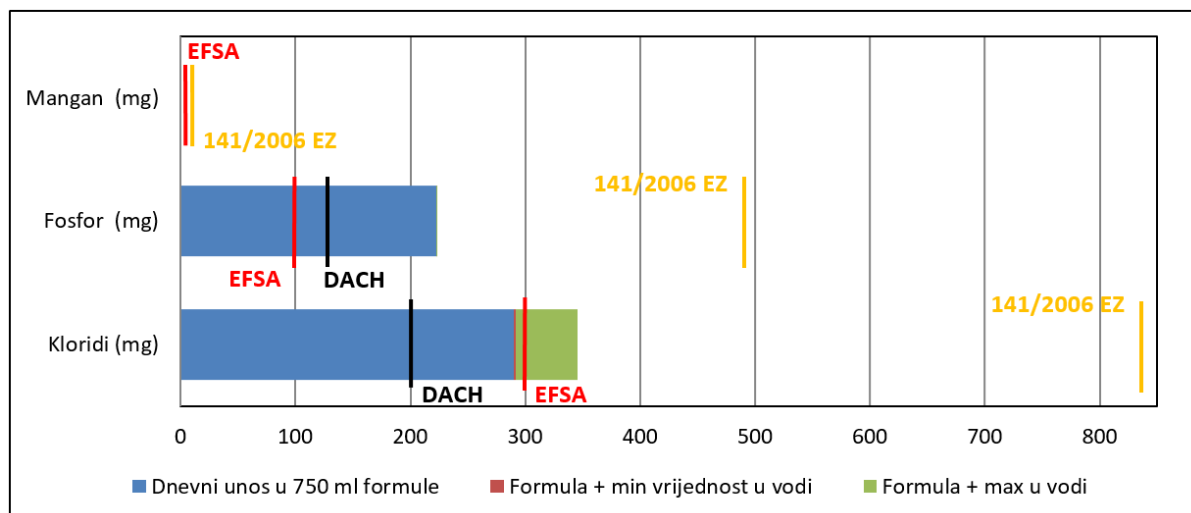
Cink (mg)	4,35	4,351	4,44	4,354	1	2,0	7,87
Željezo (mg)	5,77	5,775	5,81	5,775	0,5	0,3	6,87
Kloridi (mg)	290,25	291,38	344,75	297,9	200	300	840
Fosfor (mg)	222,53	222,56	252,53	222,56	120	100	472,5
Mangan (mg)	0,0576	0,05804	0,06022	0,05804	-	0,003	0,525
Natrij (mg)	150	150,8	230	154,3	100	120	315
Kalij (mg)	454,73	454,88	458,26	455,56	400	400	840
Magnezij (mg)	43,58	45,91	78,76	60,53	24	25	78,75
Kalcij (mg)	367,65	370,88	449,4	406,43	220	200	735



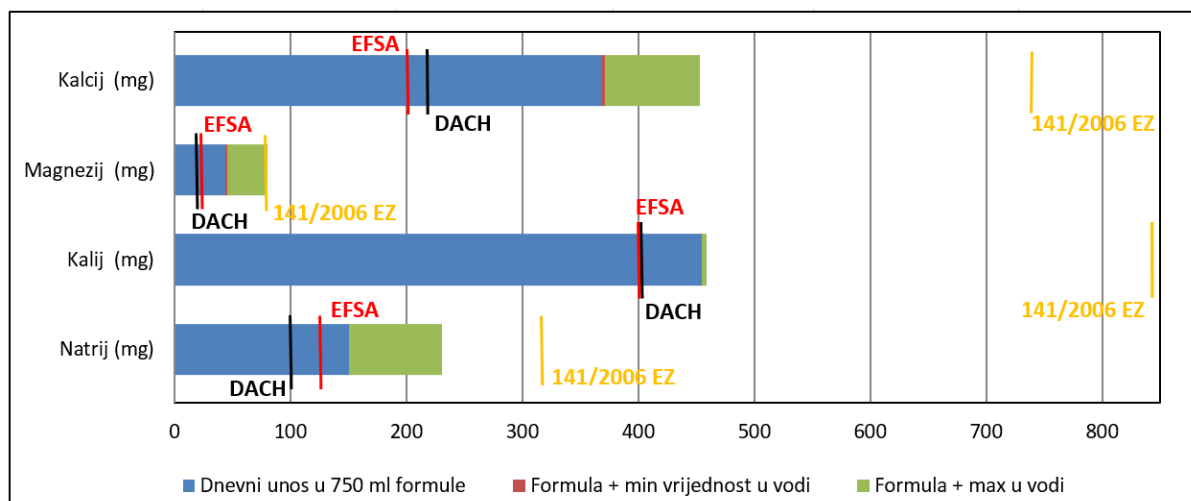
Slika 22 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 3



Slika 23 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 3



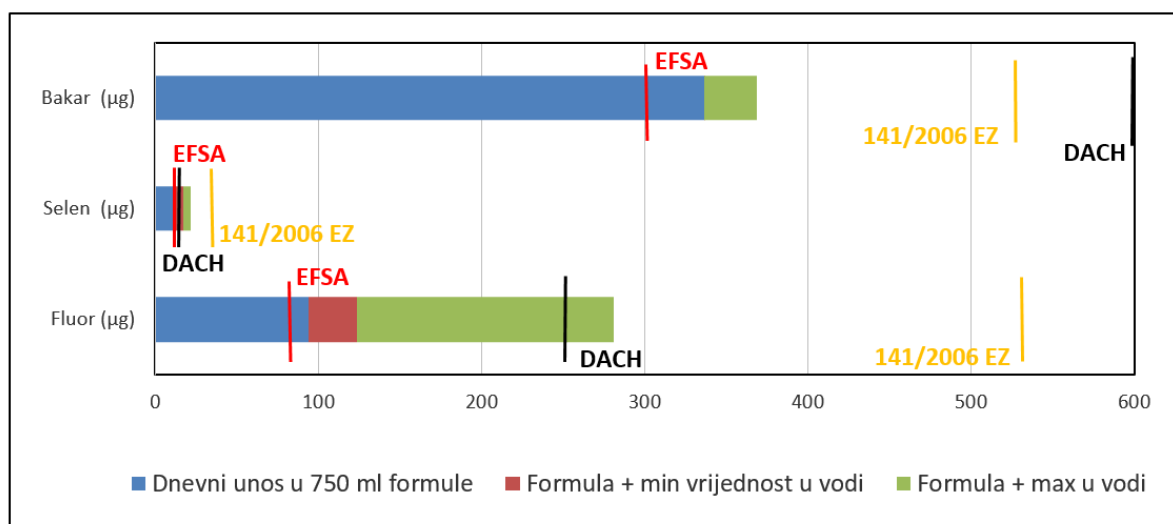
Slika 24 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 3



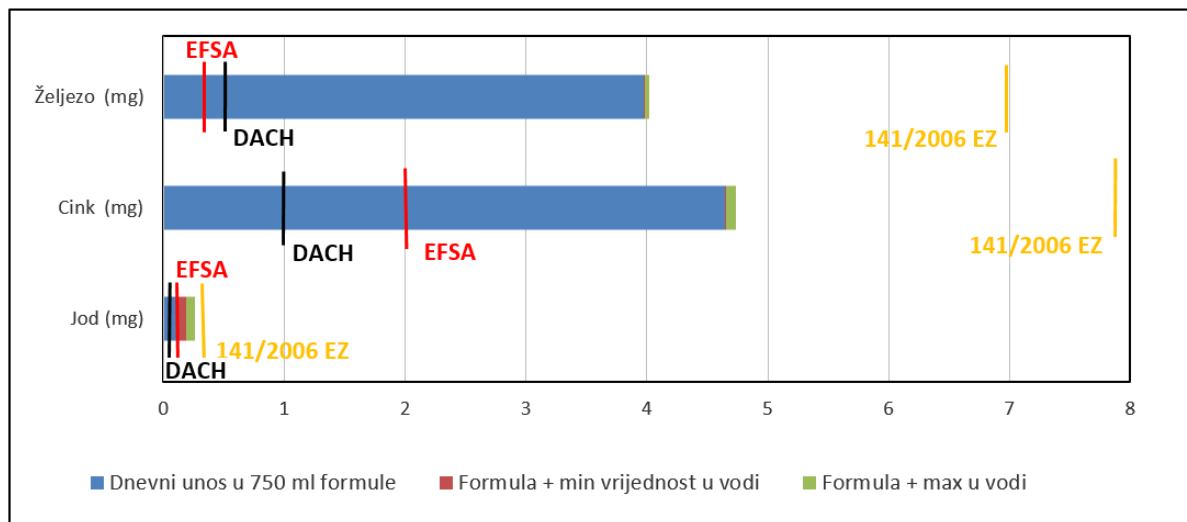
Slika 25 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 3

Tablica 22. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 4 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

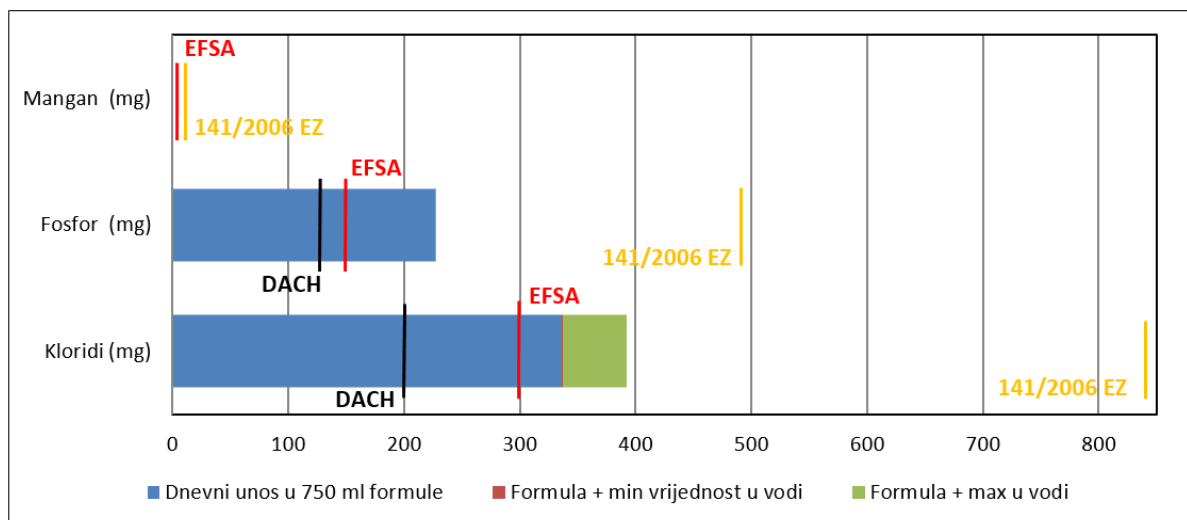
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 0-4 mjeseca	EFSA 0-4 mjeseca	Direktiva EU 0-4 mjeseca
Fluor (µg)	93,6	123,6	251,1	129,6	250	80	525,00
Selen (µg)	12,75	17,25	17,25	17,25	5-15	12,5	47,25
Bakar (µg)	336,37	336,75	368,09	342,89	200-600	300	525,00
Jod (mg)	0,112	0,187	0,187	0,187	0,045	0,09	0,262
Cink (mg)	4,65	4,651	4,74	4,654	1,0	2,0	7,87
Željezo (mg)	3,97	3,98	4,01	3,98	0,5	0,3	6,87
Kloridi (mg)	336,38	337,51	390,88	344,03	200	300	840
Fosfor (mg)	227,18	227,21	257,18	227,21	120	100	472,5
Mangan (ug)	0,0595	0,05332	0,0550	0,05332	-	0,003	0,525
Natrij (mg)	150	150,8	230	154,3	100	120	315
Kalij (mg)	526,5	526,65	530,03	527,33	400	400	840
Magnezij (mg)	44,85	47,18	80,03	61,8	24	25	78,75
Kalcij (mg)	414,38	417,61	496,13	453,16	220	200	735



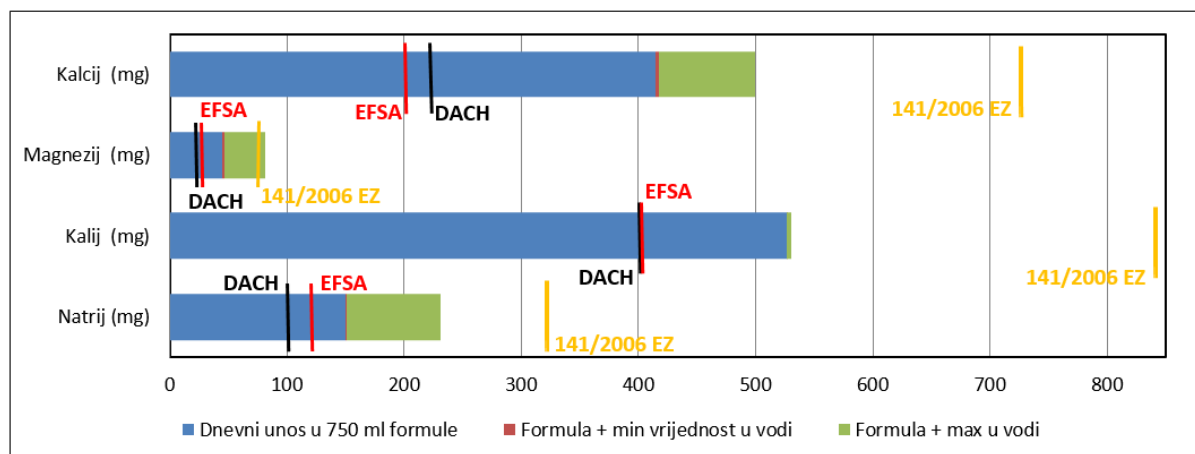
Slika 26 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 4



Slika 27 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 4



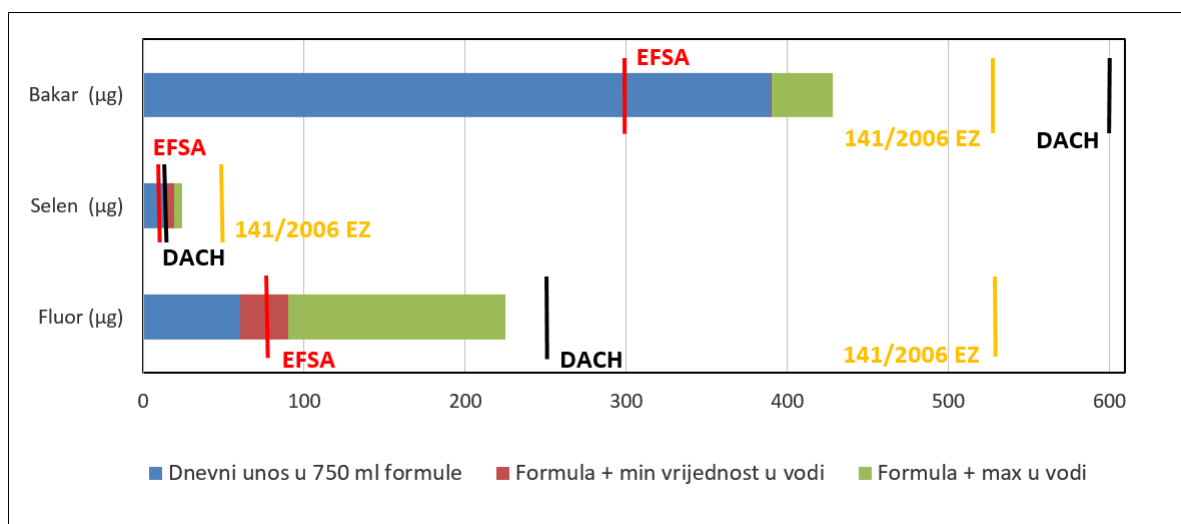
Slika 28 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 4



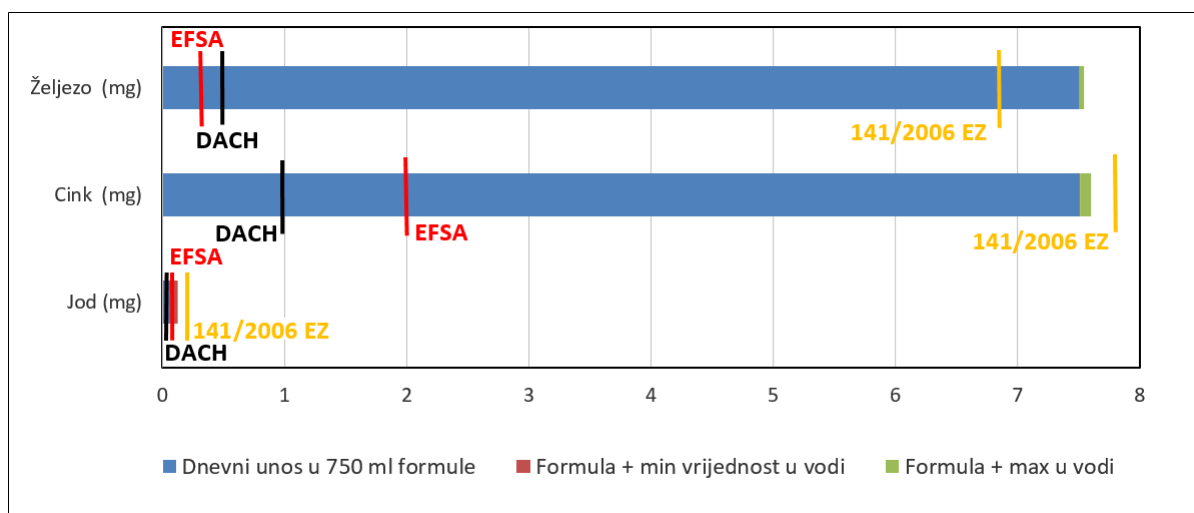
Slika 29 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 4

Tablica 23. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 5 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

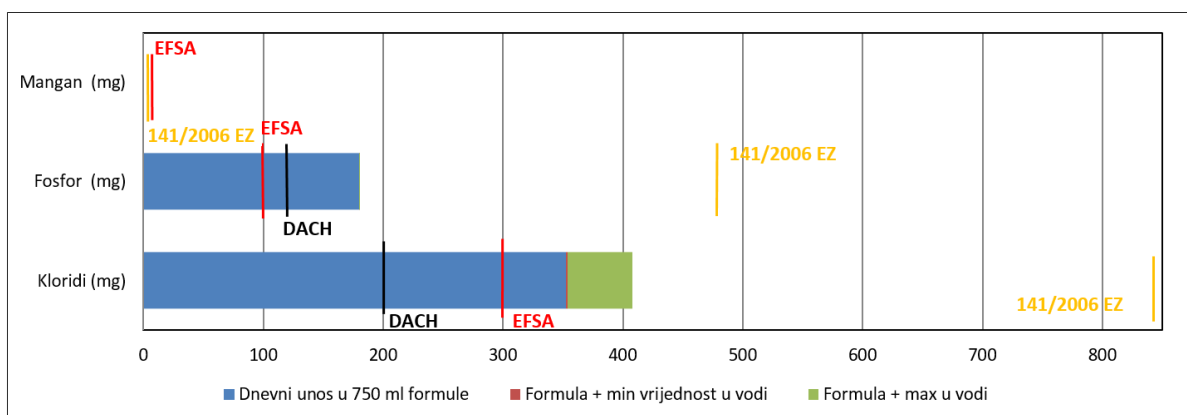
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 0-4 mjeseca	EFSA 0-4 mjeseca	Direktiva EU 0-4 mjeseca
Fluor (µg)	60,0	90,0	217,5	96,0	250	80	525,00
Selen (µg)	15,0	19,5	19,5	19,5	5-15	12,5	47,25
Bakar (µg)	390,0	390,38	427,7	396,52	200-600	300	525,00
Jod (mg)	0,097	0,172	0,172	0,172	0,045	0,09	0,262
Cink (mg)	7,5	7,501	7,59	7,504	1,0	2,0	7,87
Željezo (mg)	7,5	7,505	7,54	7,505	0,5	0,3	6,87
Kloridi (mg)	352,5	353,63	407	360,15	200	300	840
Fosfor (mg)	180	180,03	210,00	180,03	120	100	472,5
Mangan (ug)	0,0339	0,03427	0,0364	0,03457	-	0,003	0,525
Natrij (mg)	130	130,8	209,95	134,30	100	120	315
Kalij (mg)	510	510,15	513,53	510,83	400	400	840
Magnezij (mg)	45	47,33	80,18	61,95	24	25	78,75
Kalcij (mg)	322,5	325,73	404,25	361,28	220	200	735



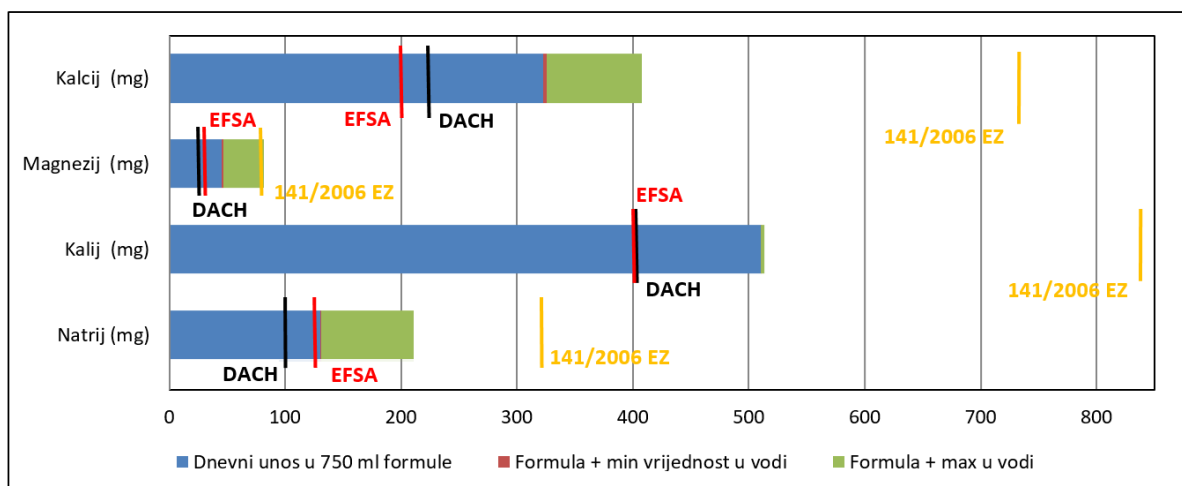
Slika 30 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 5



Slika 31 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 5



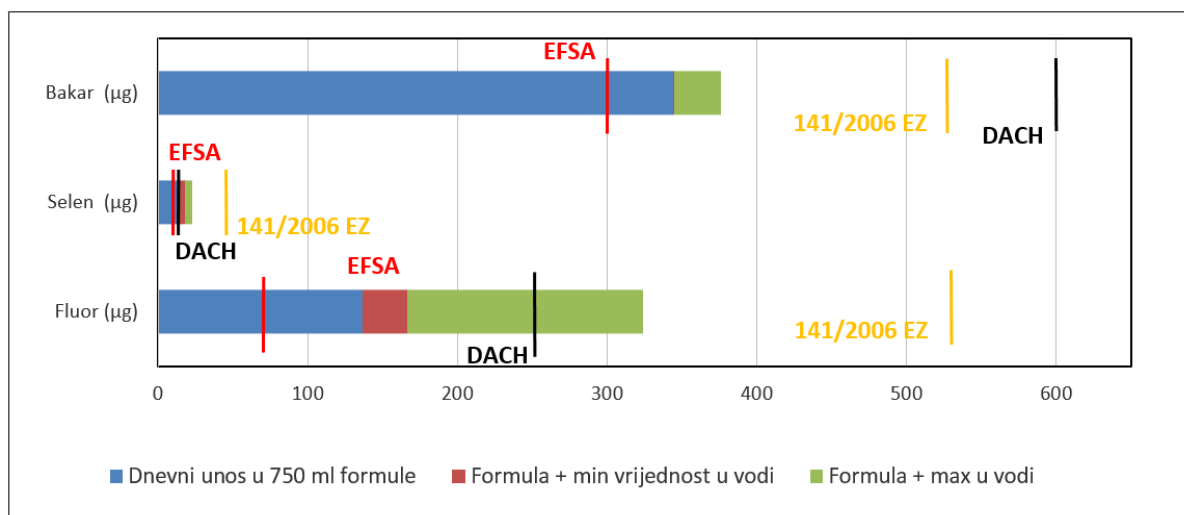
Slika 32 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 5



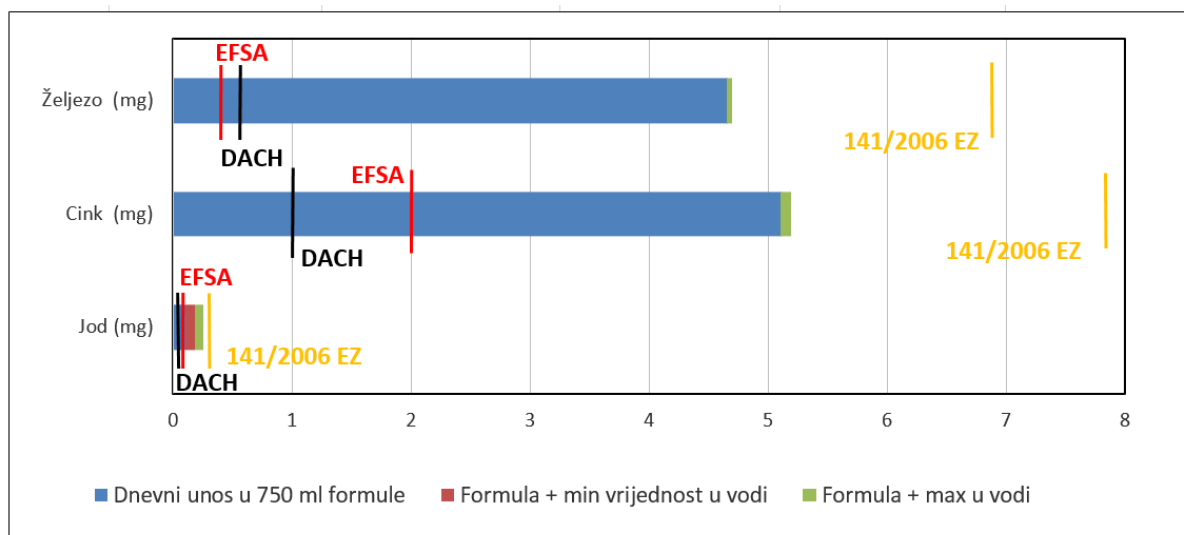
Slika 33 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 5

Tablica 24. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 6 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

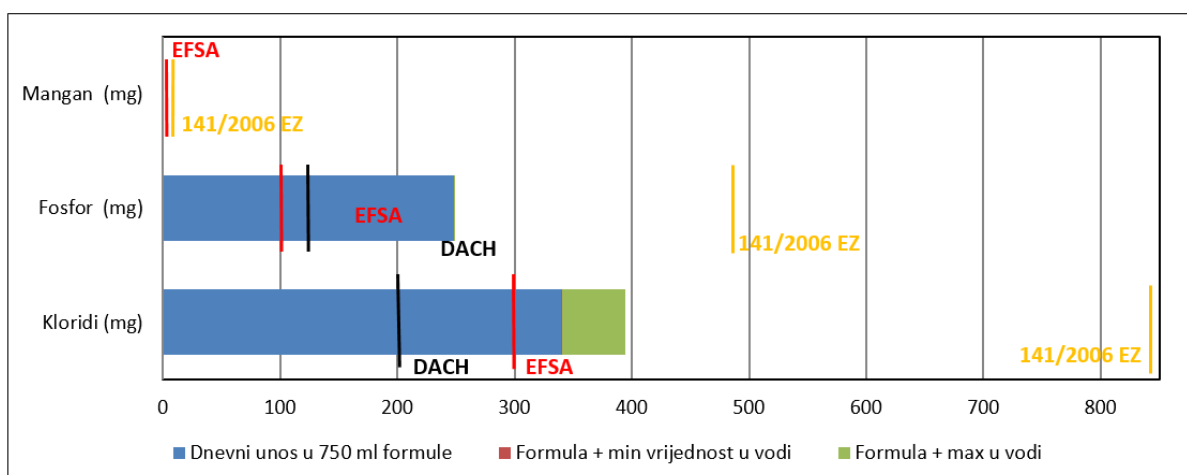
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 0-4 mjeseca	EFSA 0-4 mjeseca	Direktiva EU 0-4 mjeseca
Fluor (µg)	136,72	166,72	294,22	172,72	250	80	525,00
Selen (µg)	14,17	18,67	18,67	18,67	5-15	12,5	47,25
Bakar (µg)	344,25	344,63	375,97	350,77	200-600	300	525,00
Jod (mg)	0,106	0,181	0,181	0,181	0,045	0,09	0,262
Cink (mg)	5,1	5,101	5,19	5,104	1,0	2,0	7,87
Željezo (mg)	4,65	4,655	4,69	4,655	0,5	0,3	6,87
Kloridi (mg)	339,23	340,36	393,73	346,88	200	300	840
Fosfor (mg)	248,1	248,13	278,10	248,13	120	100	472,5
Mangan (ug)	0,0339	0,03427	0,0364	0,03427		0,003	0,525
Natrij (mg)	150	150,8	230	154,3	100	120	315
Kalij (mg)	521,48	521,63	525,01	522,31	400	400	840
Magnezij (mg)	37,5	39,83	72,68	54,45	24	25	78,75
Kalcij (mg)	445,5	448,73	527,25	484,28	220	200	735



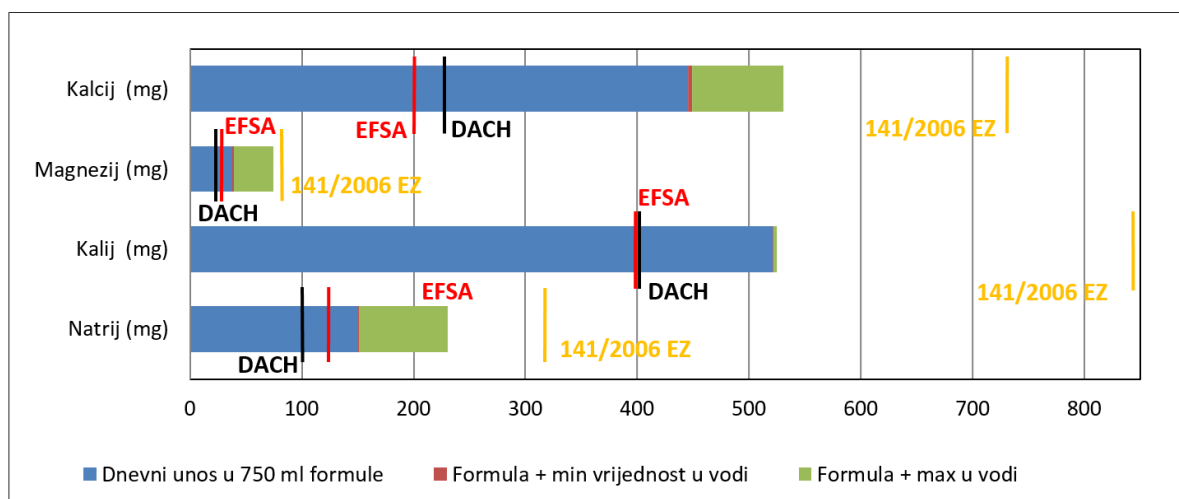
Slika 34 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 6



Slika 35 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 6



Slika 36 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 6

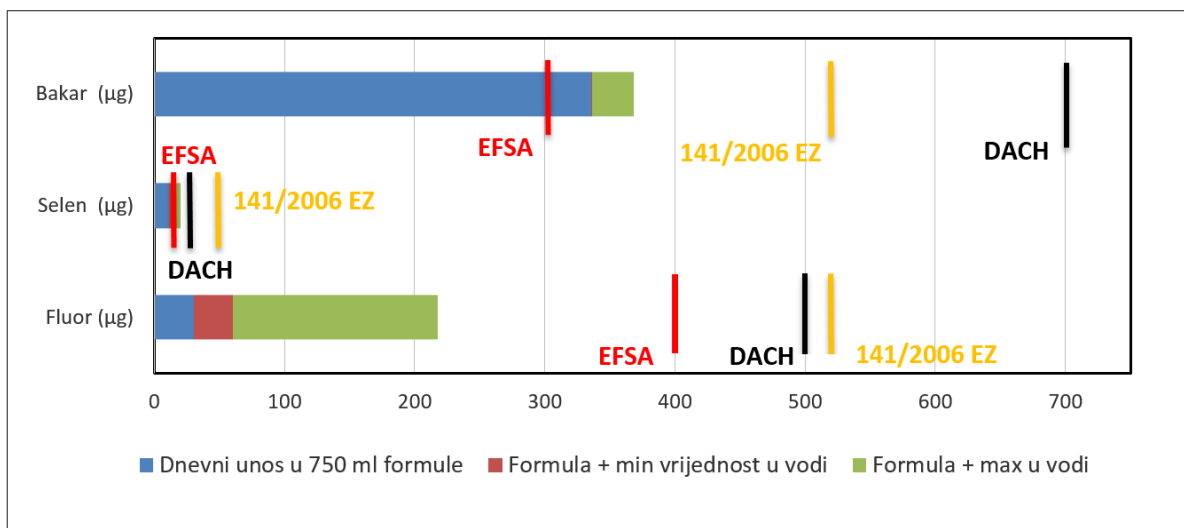


Slika 37 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 6

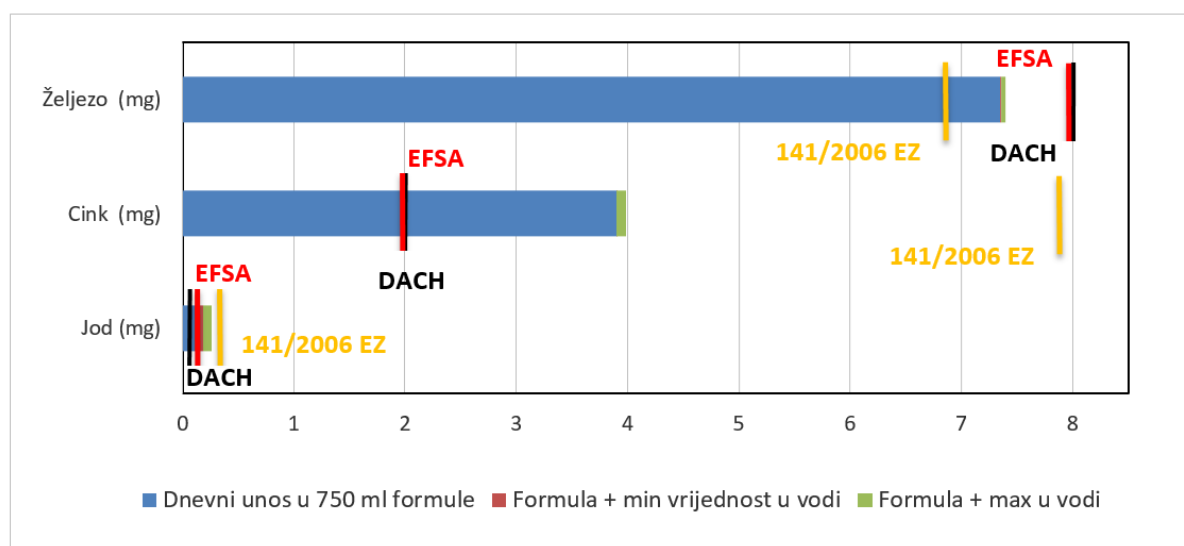
Dojenački mliječni pripravci za dobnu skupinu od 6 do 12 mjeseci

Tablica 25. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 7 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

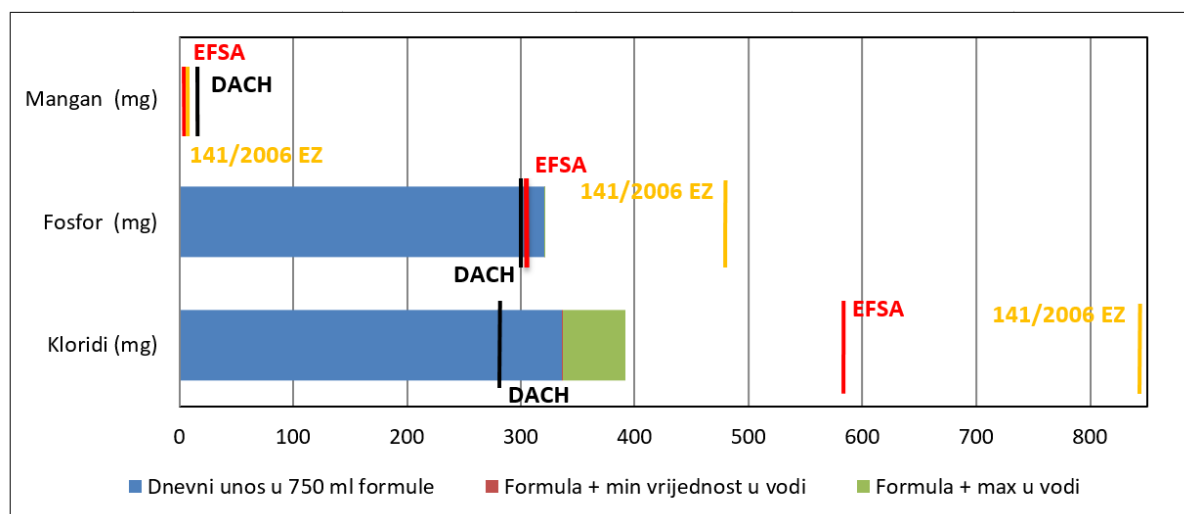
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 6-12 mjeseca	EFSA 6-12 mjeseca	Direktiva EU 6-12 mjeseca
Fluor (µg)	30,45	60,45	187,95	66,45	500	400	525,00
Selen (µg)	11,55	16,05	16,05	16,05	15	12,5	47,25
Bakar (µg)	336	336,37	367,72	342,52	600-700	300	525,00
Jod (mg)	0,11	0,185	0,185	0,185	0,08	0,09	0,262
Cink (mg)	3,9	3,901	3,99	3,904	2,0	4,0	7,87
Željezo (mg)	7,35	7,355	7,39	7,355	8,0	8,0	6,87
Kloridi (mg)	336	337,13	390,5	343,65	270	270-570	840
Fosfor (mg)	320,25	320,28	350,25	320,28	300	300	472,5
Mangan (ug)	0,0975	0,09787	0,1000	0,09787	0,6-1,0	0,5	0,525
Natrij (mg)	225	225,8	305	229	180	170-370	315
Kalij (mg)	603,75	603,9	607,28	604,58	650	800	840
Magnezij (mg)	45,15	47,48	80,33	62,1	60	80	78,75
Kalcij (mg)	561,75	564,98	643,5	600,53	330	400	735



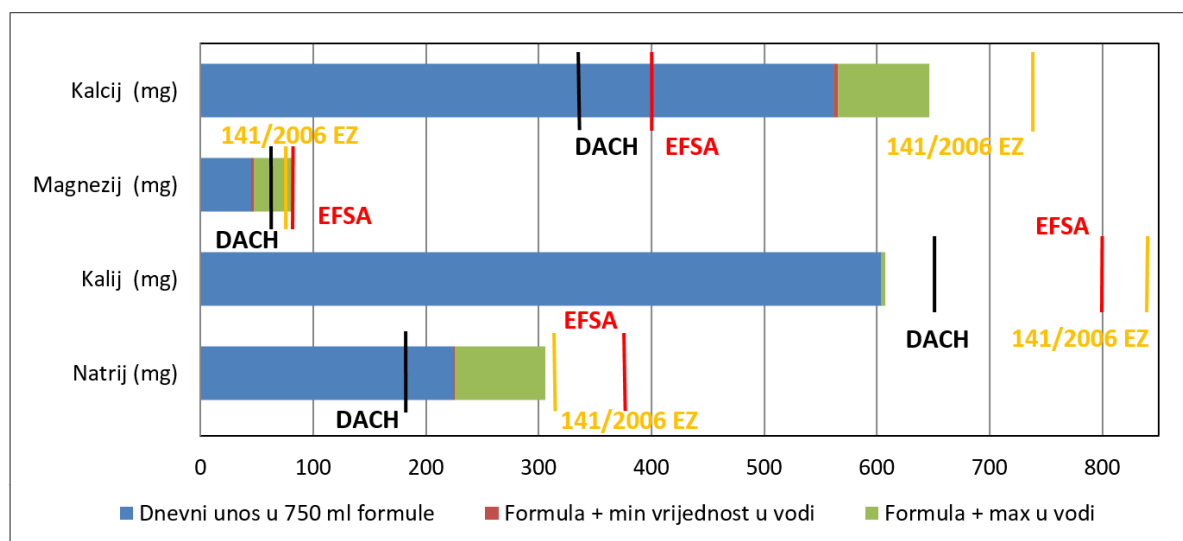
Slika 38 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 7



Slika 39 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 7



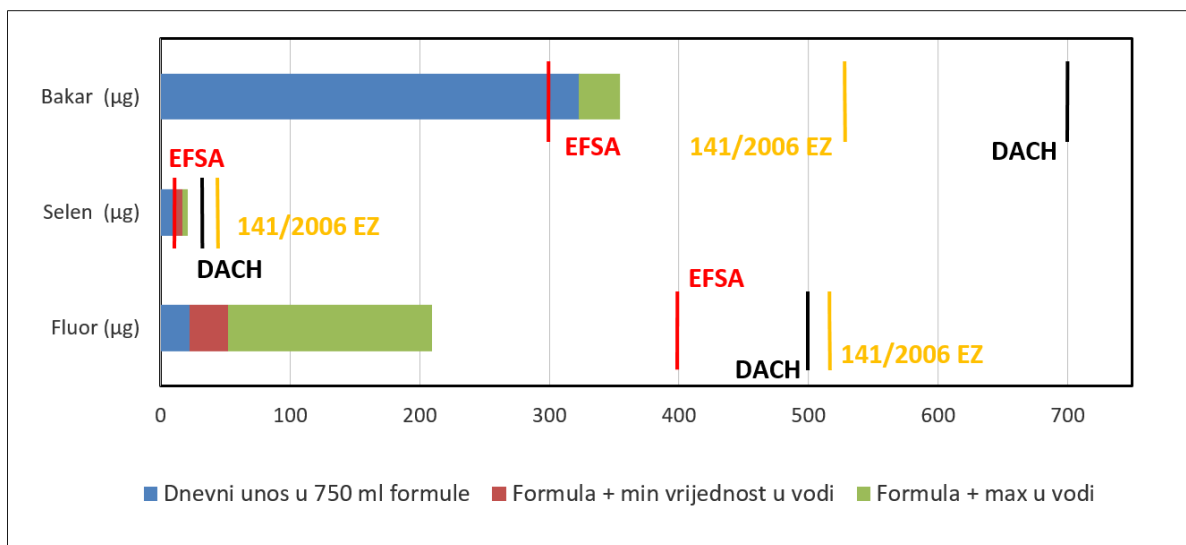
Slika 40 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 7



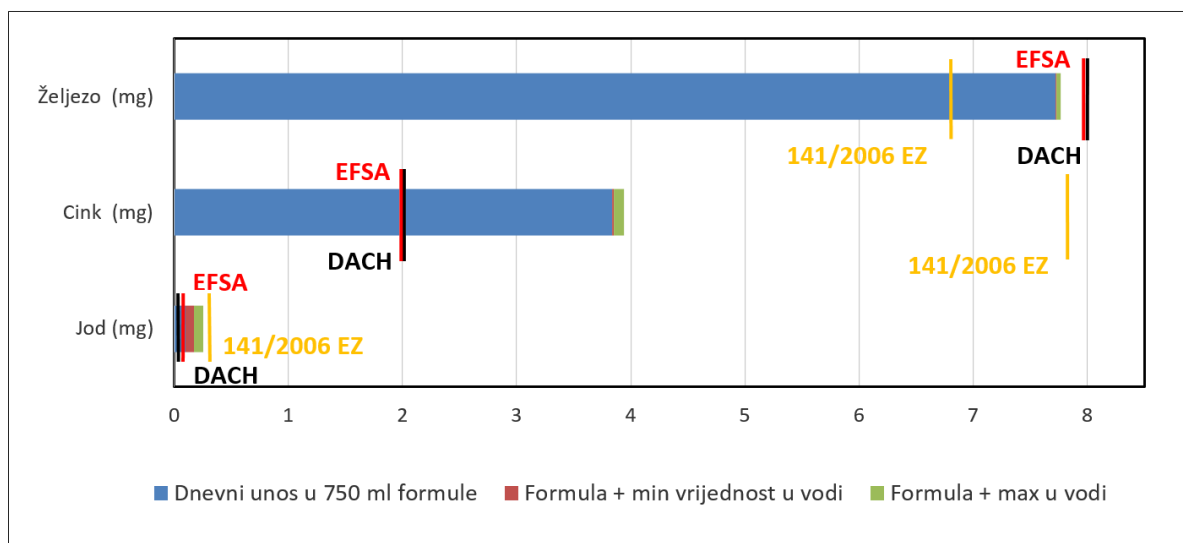
Slika 41 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 7

Tablica 26. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 8 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

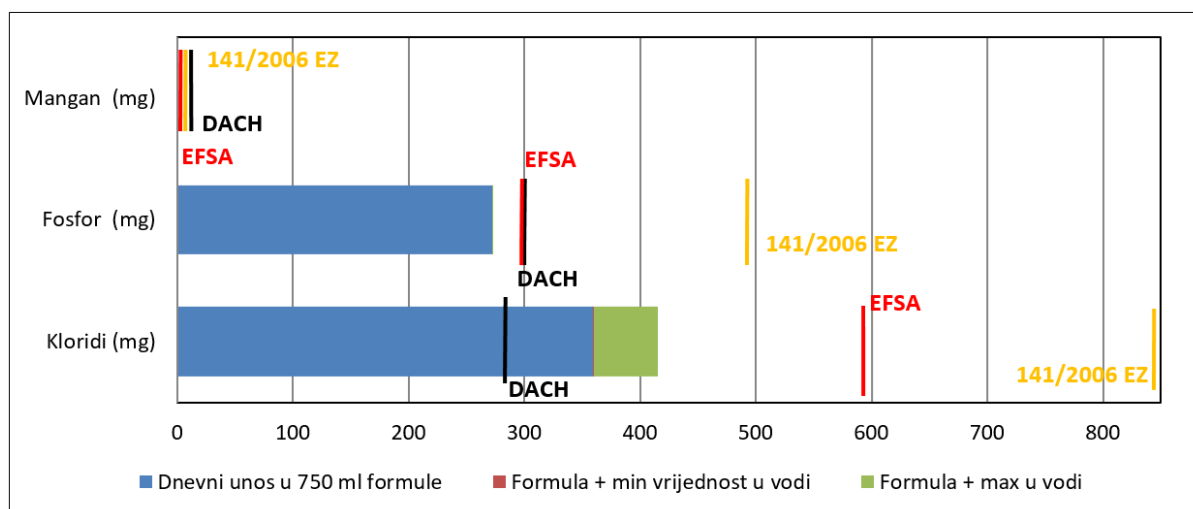
	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 6-12 mjeseca	EFSA 6-12 mjeseca	Direktiva EU 6-12 mjeseca
Fluor (µg)	22,05	52,05	179,55	58,05	500	400	525,00
Selen (µg)	12,15	16,65	16,65	16,65	15	12,5	47,25
Bakar (µg)	323,02	323,4	354,74	329,54	600-700	300	525,00
Jod (mg)	0,101	0,176	0,176	0,176	0,08	0,09	0,262
Cink (mg)	3,84	3,848	3,93	3,844	2,0	4,0	7,87
Željezo (mg)	7,72	7,73	7,76	7,73	8,0	8,0	6,87
Kloridi (mg)	359,4	360,53	413,9	367,05	270	270-570	840
Fosfor (mg)	272,33	272,36	302,33	272,36	300	300	472,5
Mangan (ug)	0,0774	0,07785	0,0800	0,07785	0,6-1,0	0,5	0,525
Natrij (mg)	150	150,8	230	154,3	180	170-370	315
Kalij (mg)	557,85	558	561,38	558,68	650	800	840
Magnezij (mg)	36,68	38,71	71,56	53,33	60	80	78,75
Kalcij (mg)	495	498,23	576,75	533,78	330	400	735



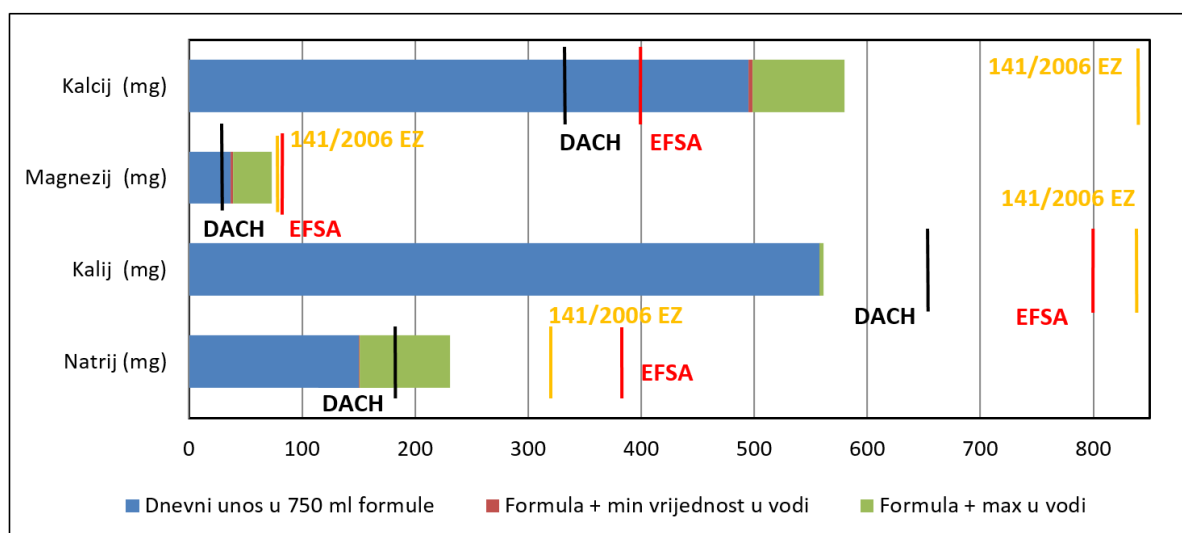
Slika 42 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 8



Slika 43 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 8



Slika 44 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 8

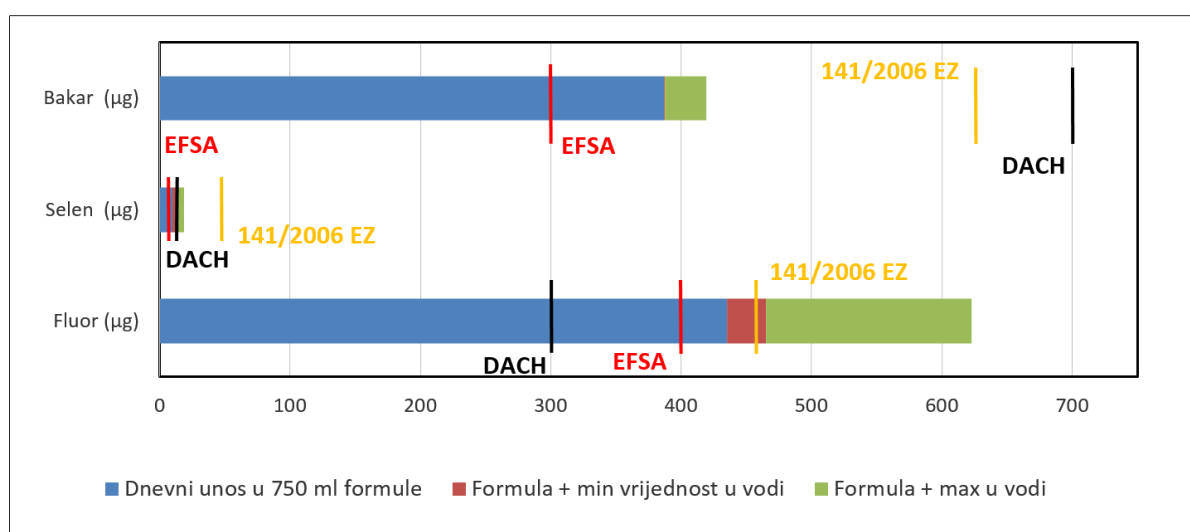


Slika 45 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 8

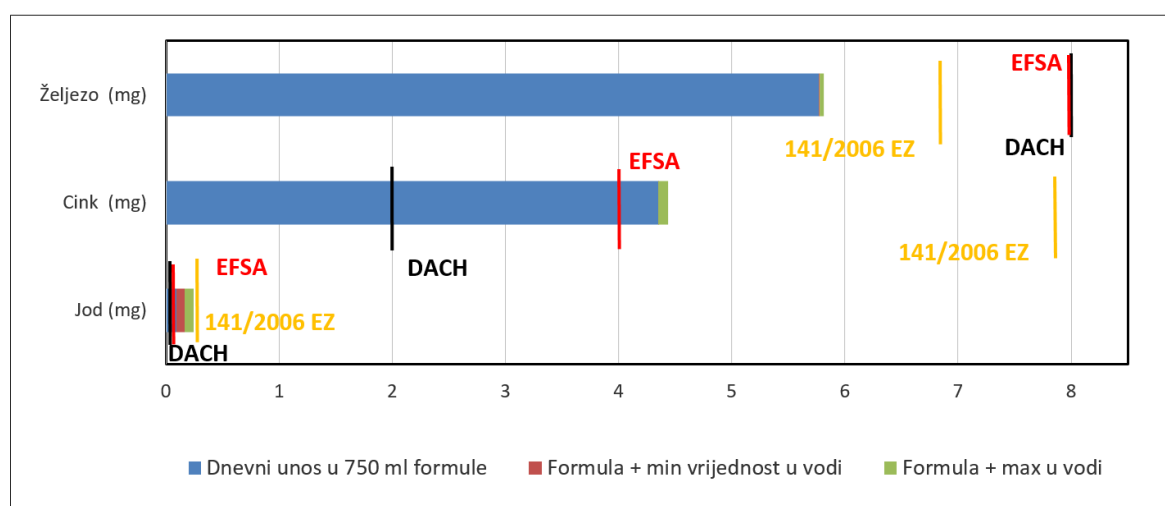
Tablica 27. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 9 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 6-12 mjeseca	EFSA 6-12 mjeseca	Direktiva EU 6-12 mjeseca
Fluor (µg)	435,37	465,37	592,87	94,05	500	400	525,00
Selen (µg)	9,67	14,17	14,17	14,17	15	12,5	47,25
Bakar (µg)	387	387,37	418,72	393,52	600-700	300	525,00
Jod (mg)	0,092	0,167	0,167	0,167	0,08	0,09	0,262

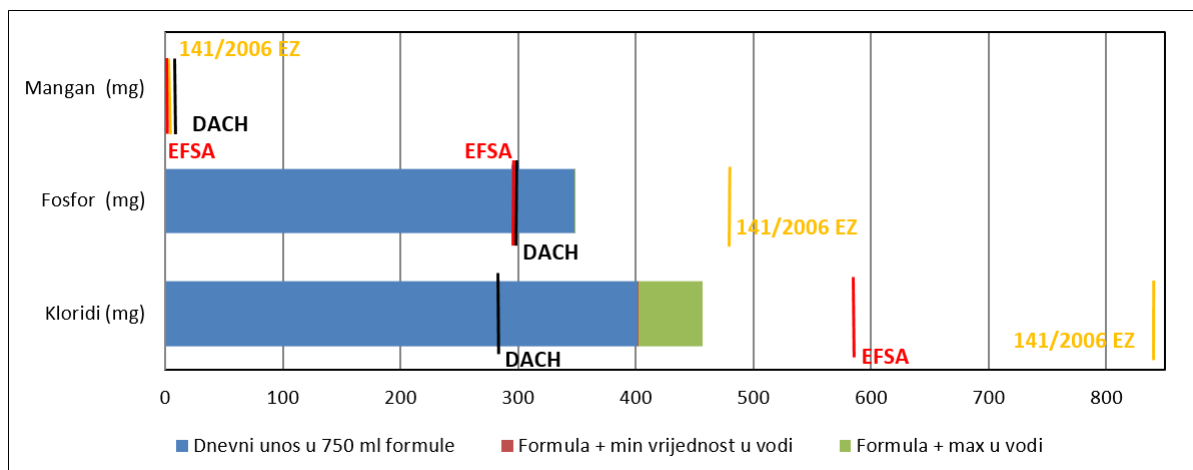
Cink (mg)	4,35	4,351	4,44	4,354	2,0	4,0	7,87
Željezo (mg)	5,77	5,775	5,81	5,775	8,0	8,0	6,87
Kloridi (mg)	401,51	402,64	456,01	409,16	270	270-570	840
Fosfor (mg)	348,3	0,00975	0,147	0,00225	300	300	472,5
Mangan (ug)	0,05243	0,05277	0,05495	0,05277	0,6-1,0	0,5	0,525
Natrij (mg)	145	145,8	225	149,3	180	170-370	315
Kalij (mg)	599,85	600	603,38	600,68	650	800	840
Magnezij (mg)	43,54	45,87	78,72	60,49	60	80	78,75
Kalcij (mg)	614,36	617,59	696,11	653,14	330	400	735



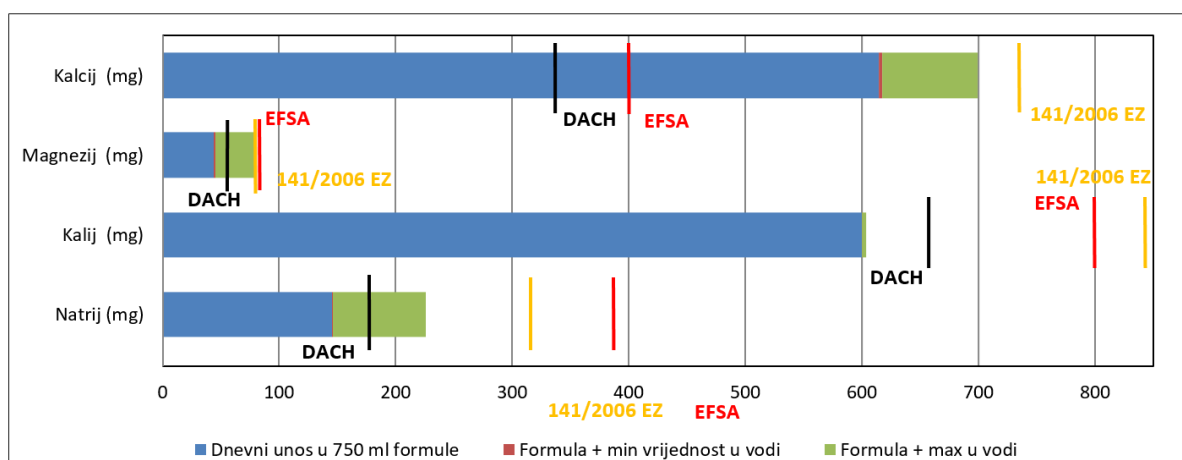
Slika 46 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 9



Slika 47 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 9



Slika 48 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br.

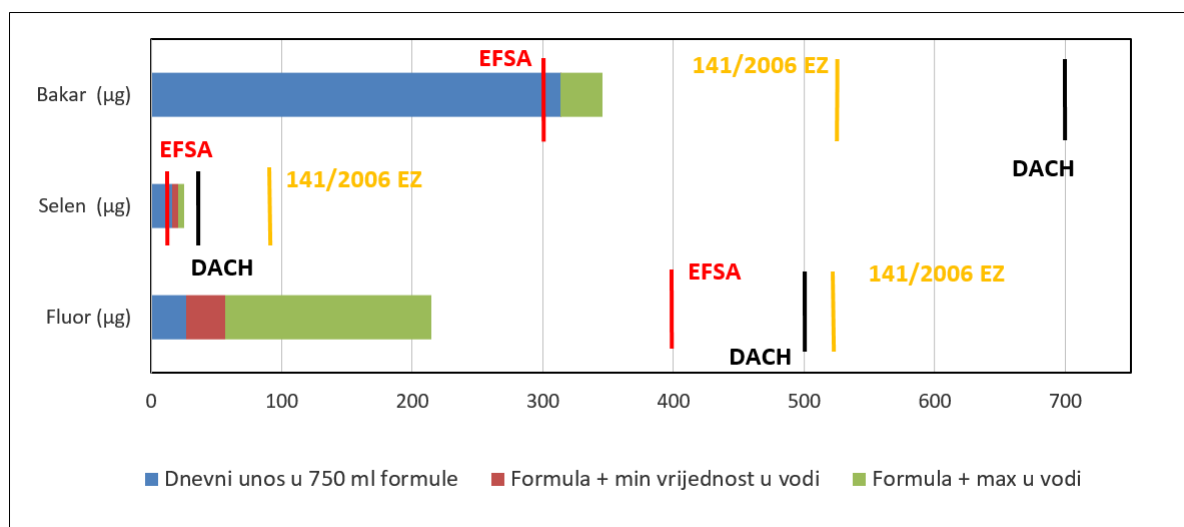


Slika 49 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 9

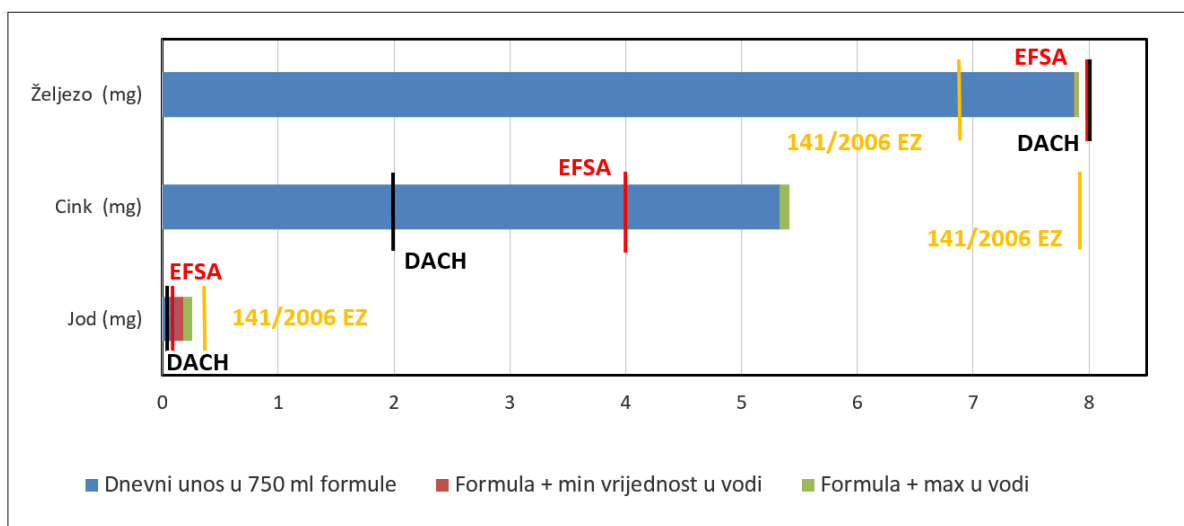
Tablica 28. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 10 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 6-12 mjeseca	EFSA 6-12 mjeseca	Direktiva EU 6-12 mjeseca
Fluor (µg)	27,0	57,0	184,5	63,0	500	400	525,00
Selen (µg)	16,2	20,7	20,7	20,7	15	12,5	47,25
Bakar (µg)	313,2	313,57	344,92	319,72	600-700	300	525,00
Jod (mg)	0,108	0,183	0,183	0,183	0,08	0,09	0,262
Cink (mg)	5,325	5,326	5,415	5,329	2,0	4,0	7,87
Željezo (mg)	7,87	7,805	7,91	7,805	8,0	8,0	6,87
Kloridi (mg)	351	352,13	405,5	358,65	270	270-570	840
Fosfor (mg)	280,8	280,83	310,8	280,83	300	300	472,5

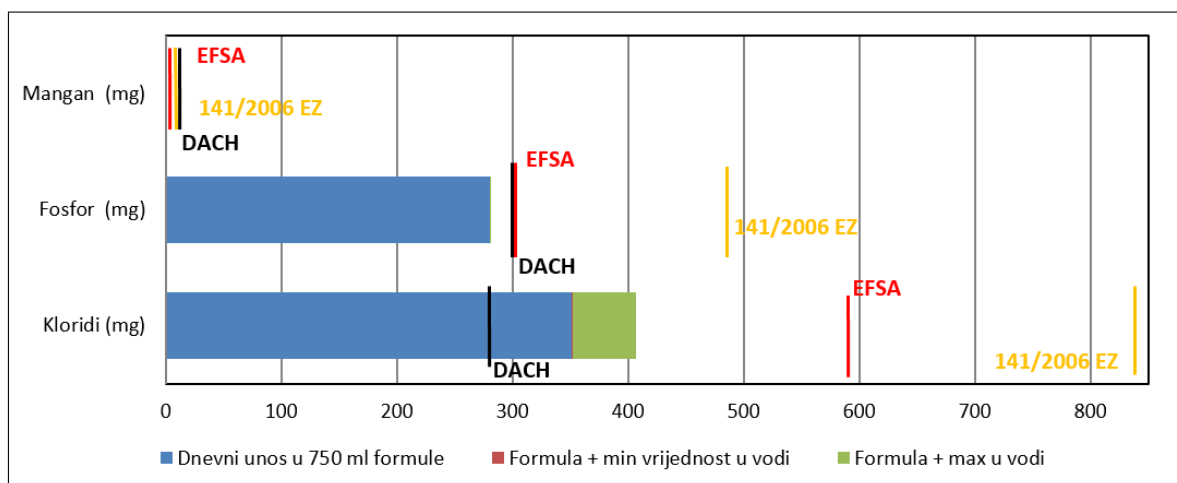
Mangan (ug)	0,0486	0,0489	0,0511	0,0489	0,6-1,0	0,5	0,525
Natrij (mg)	150	150,8	230	154,3	180	170-370	315
Kalij (mg)	540	540,15	543,53	540,83	650	800	840
Magnezij (mg)	486	488,33	521,18	502,95	60	80	78,75
Kalcij (mg)	491,4	494,63	573,15	530,18	330	400	735



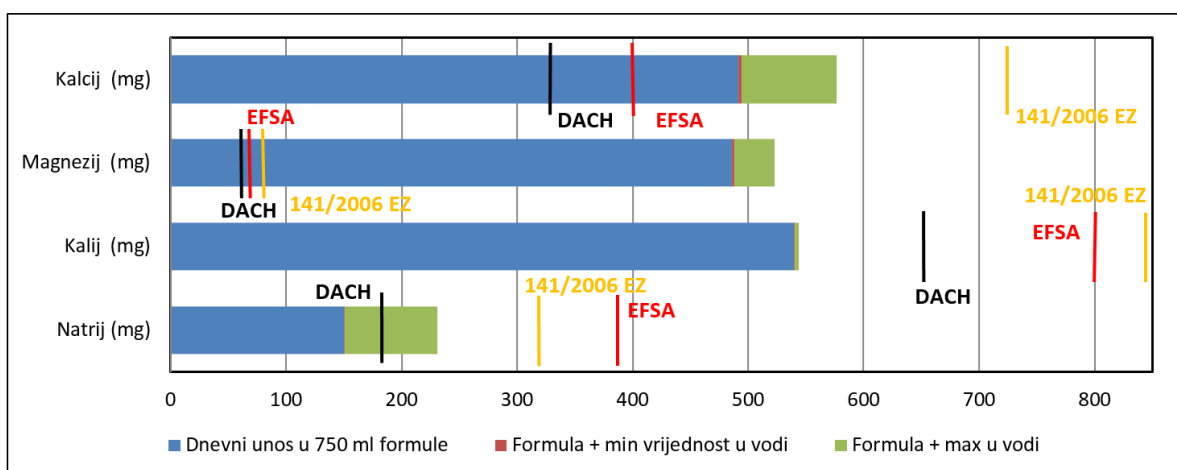
Slika 50 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 10



Slika 51 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 10



Slika 52 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 10

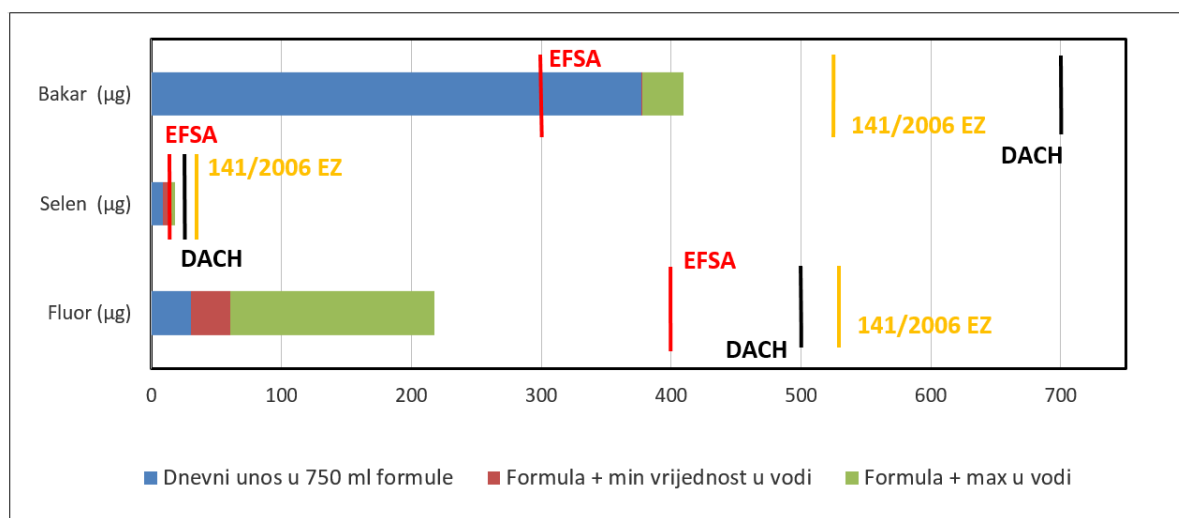


Slika 53 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 10

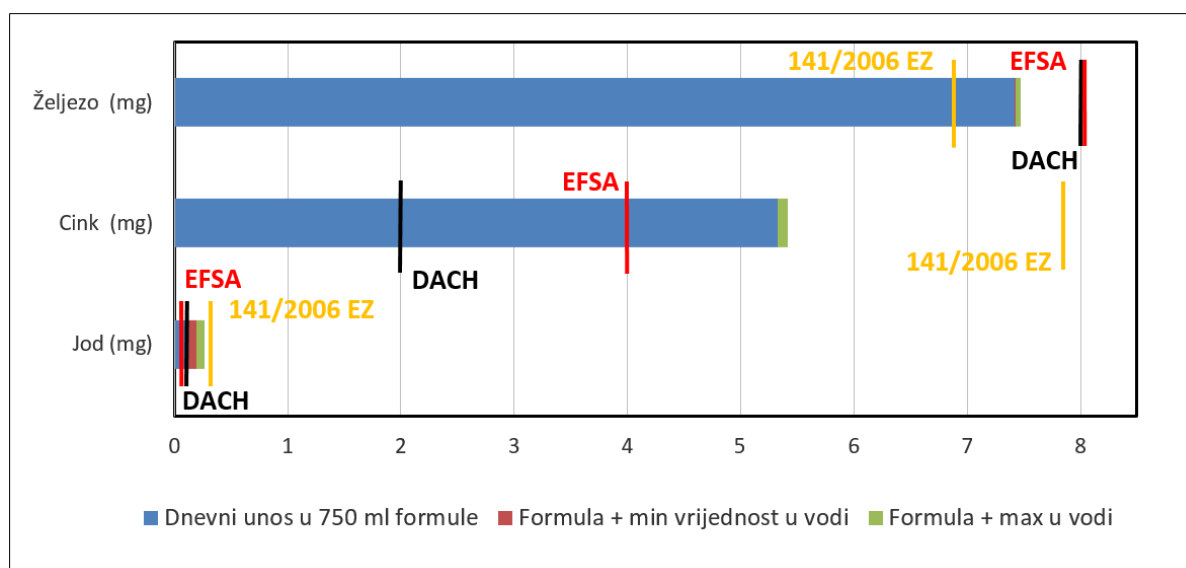
Tablica 29. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 11 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 6-12 mjeseca	EFSA 6-12 mjeseca	Direktiva 6-12 mjeseca
Fluor (µg)	30,6	60,6	188,1	66,6	500	400	525,00
Selen (µg)	8,77	13,27	13,27	13,27	15	12,5	47,25
Bakar (µg)	377,1	377,47	408,82	383,62	600-700	300	525,00
Jod (mg)	0,117	0,192	0,192	0,192	0,08	0,09	0,262
Cink (mg)	5,325	5,326	5,415	5,329	2,0	4,0	7,87

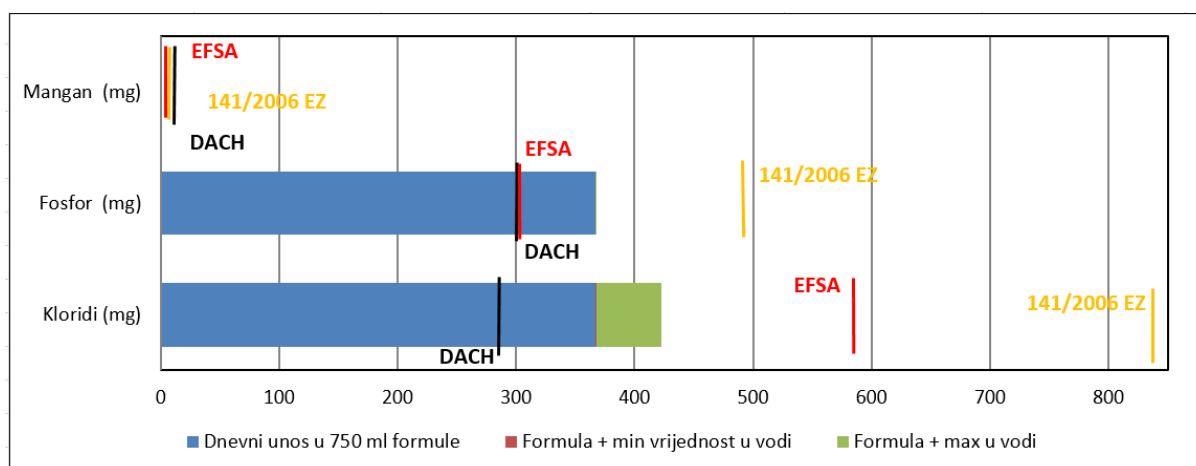
Željezo (mg)	7,42	7,43	7,46	7,43	8,0	8,0	6,87
Kloridi (mg)	366,9	368,03	421,4	374,55	270	270-570	840
Fosfor (mg)	366,9	366,93	396,9	366,93	300	300	472,5
Mangan (ug)	0,0780	0,0784	0,0805	0,0784	0,6-1,0	0,5	0,525
Natrij (mg)	192	192,8	272	196,3	180	170-370	315
Kalij (mg)	563,63	563,78	567,16	564,46	650	800	840
Magnezij (mg)	51	53,33	86,18	67,95	60	80	78,75
Kalcij (mg)	577,95	581,18	659,7	616,73	330	400	735



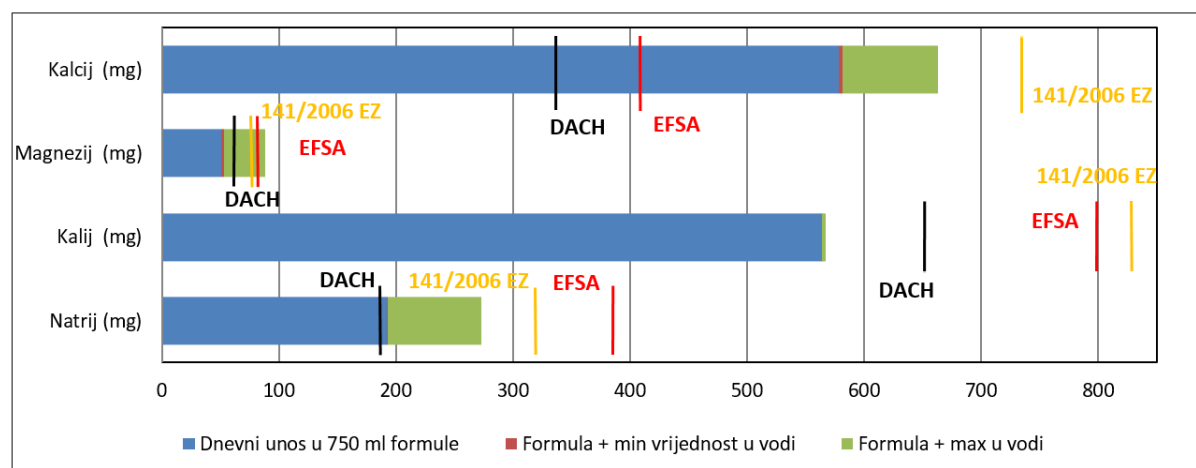
Slika 54 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 11



Slika 55 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 11



Slika 56 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 11

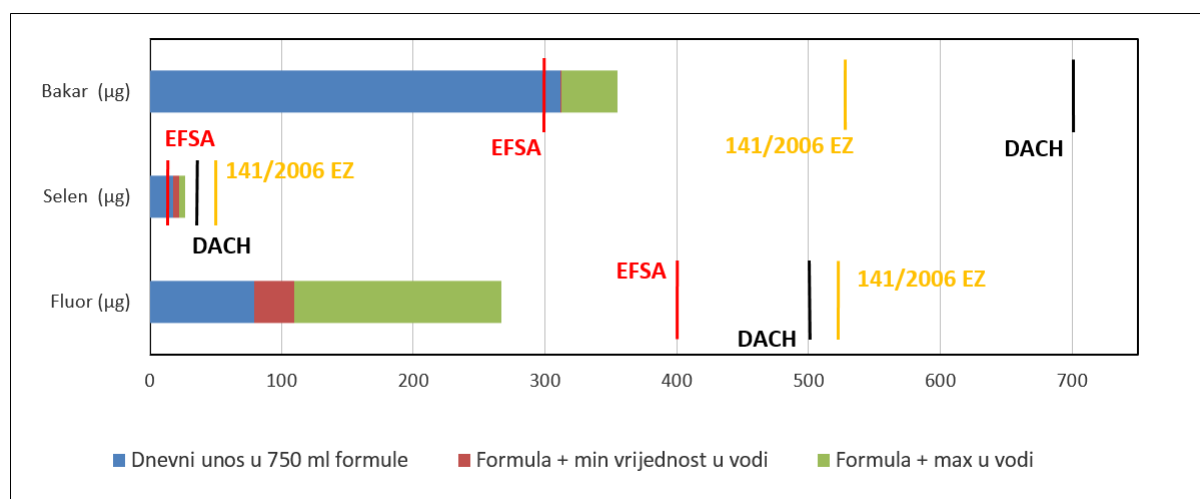


Slika 57 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 11

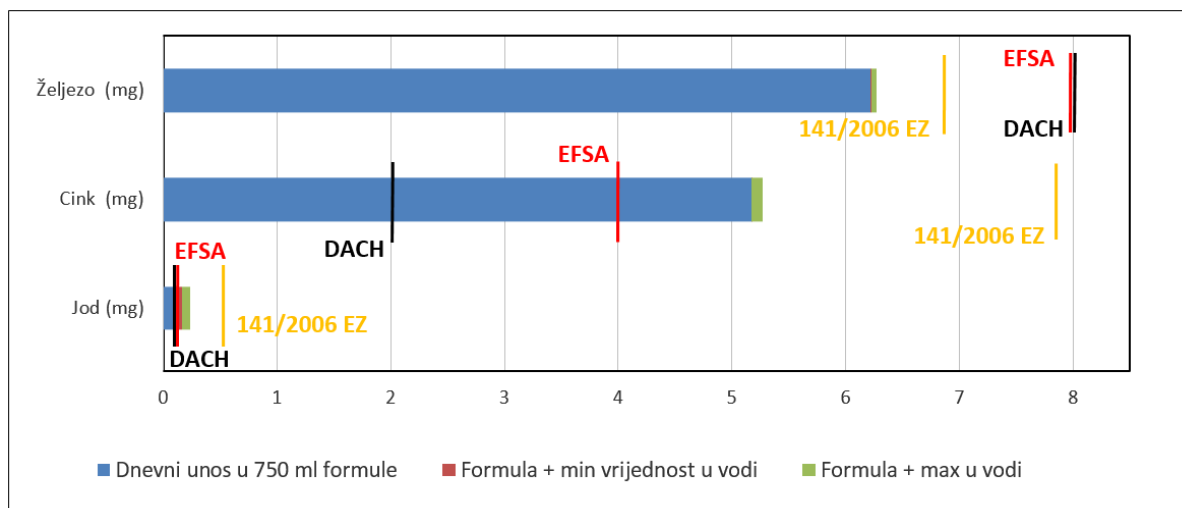
Tablica 30. Količine pojedinih nutrijenata u dojenačkom mliječnom pripravku br. 12 prije i nakon pripreve za uporabu te njihove preporučene dnevne količine unosa prema DACH-u, EFSA-i i Direktivi Eurposke komisije.

	Dnevni unos kroz 750 ml formule	Formula + min vrijednost u vodi	Formula + max u vodi	Formula + median	DACH 6-12 mjeseca	EFSA 6-12 mjeseca	Direktiva 6-12 mjeseca
Fluor (µg)	79,35	109,35	236,85	115,35	500	400	525,00
Selen (µg)	18,0	22,50	22,50	22,50	15	12,5	47,25
Bakar (µg)	312,0	312,37	343,72	318,52	600-700	300	525,00
Jod (mg)	0,086	0,162	0,162	0,162	0,08	0,09	0,262
Cink (mg)	5,17	5,176	5,26	5,174	2,0	4,0	7,87
Željezo (mg)	6,22	6,23	6,26	6,23	8,0	8,0	6,87
Kloridi (mg)	343,73	344,86	398,23	351,38	270	270-570	840

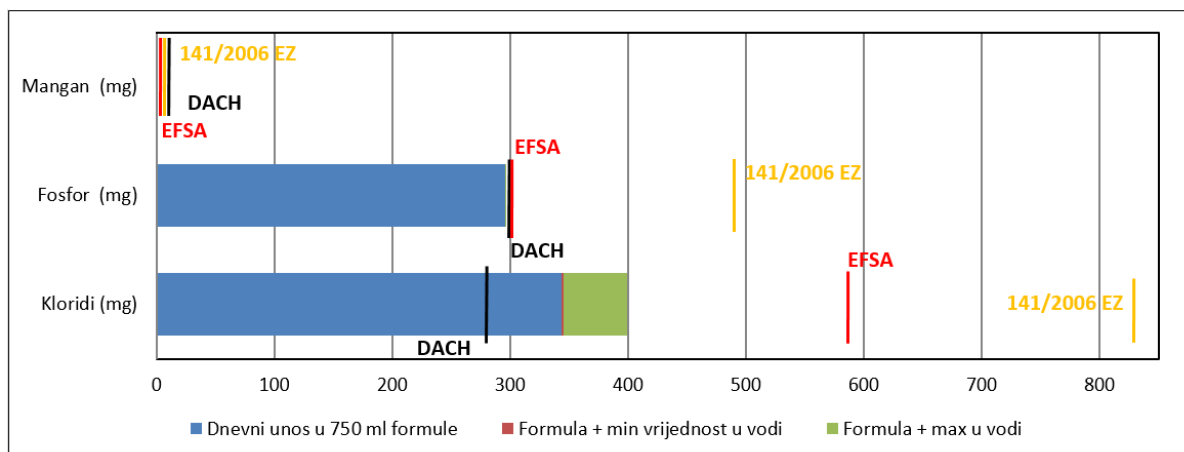
Fosfor (mg)	296,1	296,13	326,10	296,13	300	300	472,5
Mangan (ug)	0,05243	0,05277	0,05495	0,05277	0,6-1,0	0,5	0,525
Natrij (mg)	153	153,8	233	157,3	180	170-370	315
Kalij (mg)	534,08	534,23	537,61	534,91	650	800	840
Magnezij (mg)	46,5	48,83	81,68	63,45	60	80	78,75
Kalcij (mg)	518,18	521,41	599,93	556,96	330	400	735



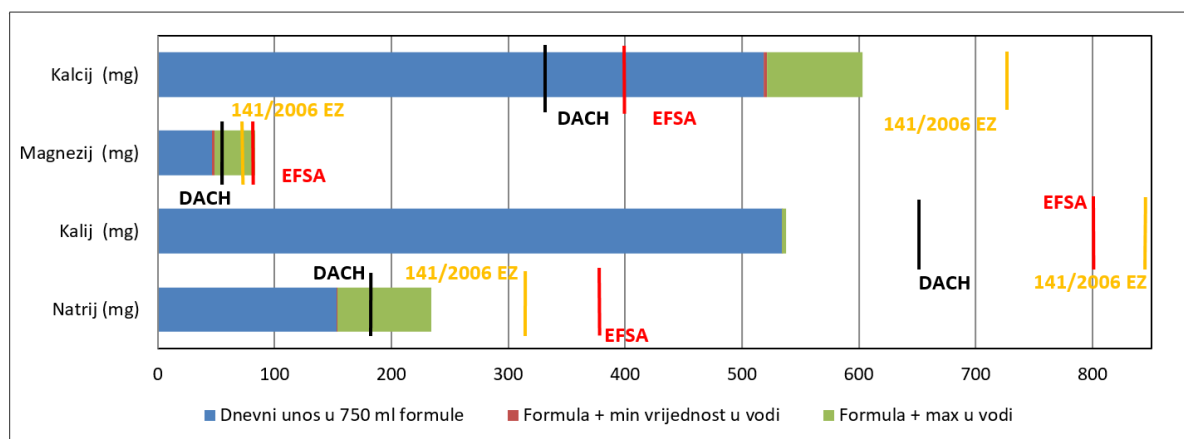
Slika 58 Količine bakra, selena i fluora u dojenačkom mliječnom pripravku br. 12



Slika 59 Količine željeza, cinka i joda u dojenačkom mliječnom pripravku br. 12



Slika 60 Količine mangana, fosfora i klorida u dojenačkom mliječnom pripravku br. 12



Slika 61 Količine kalcija, magnezija, kalija i natrija u dojenačkom mliječnom pripravku br. 12

Dnevni unos **bakra** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je u skladu s DACH referentnim vrijednostima (200-600 ug) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **joda** kroz 750 ml proizvoda za dojenački pripravak 11 je 2 puta veći od DACH referentnih vrijednosti za dobnu skupinu 0-4 mj. te 4 puta veći kad se u formulu doda voda (min, max i srednja vrijednost). Dnevni unos joda kroz ostale formule je u skladu s DACH referentnim vrijednostima (0,045 mg).

Dnevni unos **željeza** je 7-15 puta veći u formulama namijenjenim za dobnu skupinu 0-4 mj., a za dobnu skupinu 6-12 mj. je u skladu s DACH referentnim vrijednostima (0,5 mg).

Unos **cinka** kroz formule je 4-7 puta veći za dobnu skupinu 0-4 mj, dok je za dobnu skupinu 6-12 mj približno 2,5 puta veći od DACH referentnih vrijednosti (1 mg).

Dnevni unos **fluora** za formule dojenački pripravak 3, dojenački pripravak 4 dojenački pripravak 6 i dojenački pripravak 9, i nisu u skladu s preporučenim DACH vrijednostima (250 ug). Posebno su velika odstupanja ako se uzme u obzir formula i max vrijednost fluora u vodi.

Dnevni unos **selen**a kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je na gornjoj granici preporuka

DACH referentnih vrijednosti (5-15 ug) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **klorida** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je puno viši od propisanih DACH referentnih vrijednosti (200 mg za početnu i 270 mg za prijelaznu hranu za dojenčad i malu djecu) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **fosfata** kroz 750 ml proizvoda je puno viši od propisanih DACH referentnih vrijednosti (120 mg za početnu i 300 mg za prijelaznu hranu za dojenčad i malu djecu) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **mangana** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je u skladu s DACH referentnim vrijednostima (0,6-1,0 ug) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **natrija** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je puno viši od propisanih DACH referentnih vrijednosti (100 mg za početnu i 180 mg za prijelaznu hranu za dojenčad i malu djecu) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **kalija** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je puno viši od propisanih DACH referentnih vrijednosti (400 mg za početnu i 650 mg za prijelaznu hranu za dojenčad i malu djecu) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **magnezija** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je malo viši od propisanih DACH referentnih vrijednosti (24 mg za početnu i 60 mg za prijelaznu hranu za dojenčad i malu djecu) za obje dobne skupine.

Dnevni unos **kalcija** kroz 750 ml proizvoda (svi analizirani proizvodi) je nekoliko puta viši od propisanih DACH referentnih vrijednosti (220 mg za početnu i 400 mg za prijelaznu hranu za dojenčad i malu djecu) za obje dobne skupine.

Vrijednosti unosa mineralnih tvari putem dojenačkih mliječnih pripravaka pripremljenih s vodom za ljudsku potrošnju, uz najveći dnevni unos od 750 ml, uspoređivani su i prema parametrima EFSA referentnih vrijednosti, te prema uvjetima Direktive 2006/141/EZ o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad (Prilog I t.10 Osnovni sastav početne hrane za dojenčad pripravljene prema uputama proizvođača vezano na mineralni sastav; Prilog II t.8 Osnovni sastav prijelazne hrane za dojenčad pripravljene prema uputama proizvođača vezano za mineralni sastav, Prilog VII Referentne vrijednosti za označavanje prehrane vrijednosti hrane namijenjene dojenčadi i maloj djeci).

Nutritivni sastav svih formula (i početnih i prijelaznih) u skladu je s Prilogom I i Prilogom II Direktive o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i malu djecu broj 2006/141/EZ, osim za željezo u dojenačkom pripravku 5 koji prelazi preporučene vrijednosti Priloga I Direktive, dok je u skladu s referentnim vrijednostima Priloga VII Direktive.

Nutritivni sastav, odnosno vrijednosti mikronutrijenata dobivenih izračunom potrebnim za procjenu izloženosti za sve dojenačke mliječne pripravke za oba promatrana uzrasta, uzimajući u obzir medijan vrijednosti za mikronutrijente u vodi te vrijednosti definirane preporukama Znanstvenog mišljenja EFSA-e (Scientific opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae) upućuju da voda za ljudsku potrošnju dodatno doprinosi povećanom sadržaju ispitivanih mikronutrijenata. Obzirom na zaključak EFSA – inog Odbora dijetetske proizvodnje prehrane i alergije (NDA Panel) koji

zaključuje da nutritivne potrebe zdrave djece u dobi od 0 – 12 mjeseci, rođene bez zdravstvenih komplikacija ne zahtijevaju prekoračenje predloženih nutritivnih vrijednosti u promatranim formulama. Takva prekoračenja potencijalno mogu predstavljati teret za metabolizam djeteta. Maksimalne količine dobivene izračunom ne trebaju se promatrati u smislu najviših ciljanih vrijednosti, nego kao gornja granica raspona koji ne bi trebalo prekoračiti.

Specifikacije trenutno dostupnih dojenačkih mliječnih pripravaka koje se odnose na maksimalne količine mikronutrijenata u dojenačkim mliječnim pripravcima pokazuju prekoračenje minimalno postavljenih vrijednosti za od tri do pet puta pozivajući se na prethodne dokumente (Codex Stan 72-1981, Codex Stan 156-1987, Direktiva EC 2006/141/EC) za koje su u tom trenutku nedostajali relevantni znanstveni dokazi o štetnom učinku na zdravlje.

Iako nema izvještaja o štetnom učinku za zdravlje od dojenačkih mliječnih pripravaka vezano uz primjenu Direktive EC 2006/141/EC, odnosno ne postoje dostupne studije koje bi ispitale kratkotrajne i dugotrajne učinke na zdravlje dojenčadi koji konzumiraju spomenute proizvode, razvidno je da vrijednosti za željezo, cink, kloride, fosfate, kalij i kalcij prekoračuju gornje granice tolerantnog unosa (Tolerable Upper Intake Level (UL)).

DOKUMENTACIJA DOSTAVLJENA HAH-U

Izvešće o projektu „UTJECAJ KAKVOĆE VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU NA NUTRITIVNU VRIJEDNOST DOJENAČKIH MLIJEČNIH PRIPRAVAKA“

Rezultati projekta „UTJECAJ KAKVOĆE VODE ZA LJUDSKU POTROŠNJU NA NUTRITIVNU VRIJEDNOST DOJENAČKIH MLIJEČNIH PRIPRAVAKA“

LITERATURA:

1. **American Water Works Association:** *Water Quality & Treatment*. McGraw-Hill, Inc., United States (US), 1999.
2. DELEGIRANA UREDBA KOMISIJE (EU) 2016/127 od 25. rujna 2015. o dopuni Uredbe (EU) br. 609/2013 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu posebnih zahtjeva za sastojke i informacije u vezi s početnom i prijelaznom hranom za dojenčad te u pogledu zahtjeva za informacije u vezi s prehranom dojenčadi i male djece
3. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
4. DIREKTIVA VIJEĆA 98/83/EZ od 3. studenoga 1998. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju. Official Journal of the European Union, L 330, 5.12.1998., str. 32, Uredba 1882/2003, Uredba 596/2009, Direktiva Komisije 1787/2015.
5. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
6. **EFSA**, European Food Safety Authority (2014): TECHNICAL REPORT - Outcome of a public consultation on the draft Scientific Opinion of the EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) on the essential composition of infant and follow-on formulae¹, EFSA supporting publication 2014:EN-633, Parma.
7. **Habuda-Stanić, Mirna**; Gross-Bošković, Andrea; Dadić, Željko. Usporedba kemijskog sastava vode za piće vodoopskrbnih sustava gradova županijskih središta u Republici Hrvatskoj. *Book of abstracts and papers of 8th International symposium "WITH FOOD TO HEALTH"* / Šubarić, Drago (ur.). Tuzla : Farmaceutski fakultet Univerziteta u Tuzli, 2015. 26-27.
8. Pravilnik o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad (2013). Narodne novine br. 122/13.
9. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (2013). Narodne novine, br. 125/13.
10. Uredba (EU) br. [609/2013](#) Europskog parlamenta i Vijeća od 12. lipnja 2013. o hrani za dojenčad i malu djecu, hrani za posebne medicinske potrebe i zamjeni za cjelodnevnu prehranu pri redukcijskoj dijeti te o stavljanju izvan snage Direktive Vijeća 92/52/EEZ, direktiva Komisije 96/8/EZ, 1999/21/EZ, 2006/125/EZ i 2006/141/EZ, Direktive 2009/39/EZ Europskog parlamenta i Vijeća i uredbi Komisije (EZ) br. 41/2009 i (EZ) br. 953/2009 (SL L 181, 29.6.2013., str. 35.–56.)
11. Zakon o hrani (2013). Narodne novine, br. 81/13, 14/14, 30/15.
12. Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (2013). Narodne novine, br. 56/2013.
13. **WHO**, World Health Organization (2011): Guidelines for drinking-water quality - 4th ed., Geneva, 2011.
14. **WHO**, World Health Organization (2003): Guidelines for drinking water quality - third edition - draft. World Health Organization p. drinking water and gastric cancer mortality. Jpn J Cancer Res 89, 124-30.

15. **WHO**, World Health Organization (2005), Nutrients in Drinking Water, Geneva, 2005.

BAKAR

1. **American Water Works Association** (1999): *Water Quality & Treatment*. McGraw-Hill, Inc., United States (US).
2. **Barceloux DG** (1999): Copper – J. Toxicol. Clin. Toxicol., 37(2), 217-230.
3. **Collins, J.F.**, Prohaska, J.R., Knutson, M.D. (2010): Mebalobic crossroad of iron and copper. Nutr. Revie. 68(3), 133-147.
4. **Coudray C** (2001):. Le cuivre – In : Apports Nutritionnels Conseillés pour la population française – Tec Doc Lavoisier, 3ème édition, Paris, pp158-161.
5. **Dietrich A.M.**, Glindemann d., Pizarro F., Gidi V., Olivares M., Araya M., Camper A., Duncan S., Whelton A.J., Younos T., Subramanian S., Burlingame G.A., Khlari D., Edwards M (2004): Health and aesthetic impacts of copper corrosion on drinking water. Water Sci. Technol. 49(2) : 55-62.
6. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141EZ od 22.. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ. **Edwards M**, Jacobs S, Taylor RJ (2000): The blue water phenomenon. JAWWA 92(7) : 72-82.
7. **EFSA** , European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union1, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
8. **Harris E.D.** (1997): Copper – In: Handbook of nutritionally essential mineral elements, O'DELL B.L., SUNDE R.A., Marcel DEKKER eds, New York, pp231-273.
9. **Kremer FN** (2005): Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika.
10. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
11. **Prohaska, J.R.** (2009) (2012): Copper. U: Present knowledge in nutrition, 10. izd. (Erdman, J.W., Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 540-553.
12. **Santé Canada** (1992) – Recommandations pour la qualité de l'eau potable; Cuivre (révision février 1992), <http://www.hc-sc.gc.ca/hecsesc/eau/rqep.htm>
13. **Xu, X., Pin., S.**, Shedlock, J., Harris, Z.L. (2009) Copper. U: Guide to nutritional supplements (Caballero, B., ured.), Elsevier Ltd., Oxford, str. 112-116.

CINK

1. **American Water Works Association** (1999): *Water Quality & Treatment*. McGraw-Hill, Inc., United States (US).
2. **Cavdar AO Arcasoy A**, Cin S, Gümüs H. (1980): Zinc deficiency in geophagia in Turkish children and response to treatment with zinc sulfate. Haematologica, 65:403-408.
3. **Chen XC Yin TA**, He JS, Ma QY, Han ZM, Li LX (1985): Low levels of zinc in hair and blood, pica, anorexia and poor growth in Chinese preschool children. American journal of clinical nutrition, 42:694-700.
4. **Cousins RJ**, Hempe JM. Zinc. In: Brown ML, ed (1990): Present knowledge in nutrition.

Washington, DC, International Life Sciences Institute.

5. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
6. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
7. **Elinder CG**. Zinc. In: Friberg L, Nordberg GF, Vouk VB, eds (1986): Handbook on the toxicology of metals, 2nd ed. Amsterdam, Elsevier Science Publishers, 664-679.
8. **Freake, H.C.** (2009) Zinc - physiology. U: Guide to nutritional supplements (Caballero, B., ured.), Elsevier Ltd., Oxford, str. 513-520.
9. **Gillies ME**, Paulin HV (1982): Estimations of daily mineral intakes from drinking water. Human nutrition: applied nutrition, 36:287-292.
10. **Holt, R.R.**, Uriu-Adams, J.Y., Keem, C.L. (2012): Zinc. U: Present knowledge in nutrition, 10. izd. (Erdman, J.W., Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 521-539.
11. **Hoogenraad TU**, Dekker AW, van den Hamer CJA (1985): Copper responsive anaemia, induced by oral zinc therapy in a patient with acrodermatitis enteropathica. Science of the total environment, 42:37-43.
12. **IOM (2001)** Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. IOM – Institute of Medicine, Food and nutrition board. National Academies Press, Washington, D.C.
13. **Jackson MJ**, Giugliano R, Giugliano LG, Oliveira EF, Shrimpton R, Swainbank IG (1988): Stable isotope metabolic studies of zinc nutrition in slum-dwelling lactating women in the Amazon valley. British journal of nutrition, 59:193-203.
14. **Jackson, M.J.** () Physiology of zinc: general aspects. U: Zinc in human biology (Mills, C.F., ured.), ILSI human nutrition reviews, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, str. 1-14.
15. **Lahermo P**, Ilmasti M, Juntunen R, Taka M (1990): The geochemical atlas of Finland, Part 1. The hydrogeochemical mapping of Finnish groundwater. Espoo, Finland, Geological Survey of Finland.
16. **Kremer FN**: Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika, 2005.
17. **Matmsson R**, Jaakkola T. (1979): An analysis of Helsinki air 1962 to 1977 based on trace metals and radionuclides. Geophysica, 16.
18. **NRC**, National Research Council. Recommended dietary allowances, 10th ed (1989): Washington, DC, National Academy Press.
19. **Porter KG** i sur. (1977): Anemia and low serum-copper during zinc therapy. Lancet, ii(8041):774
20. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
21. **Prasad AS**, Brewer GJ, Schoomaker EB, Rabbani P (1987): Hypocupremia induced by zinc therapy in adults. Journal of the American Medical Association, 240:2166-2168.
22. **Smith R.M.**, King R.A., Spargo R.M., Cheek D.B., Field J.B., Veitch L.G. (1985): Growth-retarded aboriginal children with low plasma zinc levels do not show a growth response to supplementary zinc. Lancet, i(8434):923-924 (letmer).

FLUORIDI

1. **AFSSA**, Agence française de sécurité sanitaire des produits de santé, Mise au point sur le fluor et la prévention de la carie dentaire, 31 July 2002, [hTMp://agmed.sante.gouv.fr/hTM/10/fluor](http://agmed.sante.gouv.fr/hTM/10/fluor)
2. **American Water Works Association** (1999): *Water Quality & Treatment*. McGraw-Hill, Inc., United States (US)
3. **Arnaud J.** (2001): Fluor – In: *Apports nutritionnels conseillés pour la population française*, MARTIN A. coord. – TecDoc Lavoisier, Paris, pp171-172.
4. **Cerklewski F.L.** (1997): Fluorine – In: *Handbook of nutritionally essential mineral elements*, O'DELL B.L., SUNDE R.A. – Marcel Dekker eds, New York, pp 583-602.
5. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141EZ od 22.. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
6. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
7. European Commission's Directorate for public health and risk assessment (2016) Fluoridation. <http://ec.europa.eu/health/scientific_committees/opinions_layman/fluoridation/en/I-3/2.htm#0>. Pristupljeno 21. veljače 2016.
8. **Habuda-Stanić, Mirna**; Ergović Ravančić, Maja; Flanagan, Andrew(2014): A Review on Adsorption of Fluoride from Aqueous Solution. *Materials*. 7, 9; 6317-6366.
9. **IOM** (1997) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. IOM – Institute of Medicine, Food and nutrition board. National Academies Press, Washington, D.C.
10. **Nielsen, F.** (2009) Ultratrace elements. U: Guide to nutritional supplements (Caballero, B., ured.), Elsevier Ltd., Oxford, str. 397-410.
11. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
12. **WHO** World Health Organization (1994): Report of a WHO Expert Committee on Oral Health Status – Fluorides and oral health. Geneva.
13. **WHO**, World Health Organization (2003): Guidelines for drinking water quality - third edition - draft. World Health Organization p. drinking water and gastric cancer mortality. Jpn J Cancer Res 89, 124-30.

FOSFATI

1. **Anderson, J.J.B.** (2009) Phosphorus. U: Guide to nutritional supplements (Caballero, B., ured.), Elsevier Ltd., Oxford, str. 286-290
2. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141EZ od 22.. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
3. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
4. **Heaney, R.P.** (2012) Phosphorus. U: Present knowledge in nutrition, 10. izd. (Erdman, J.W.,

Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 447-458.

5. **IOM** (1997) Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. IOM – Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. National Academies Press, Washington, D.C.

6. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).

JOD

1. **American Water Works Association** (1999): Water Quality & Treatment. McGraw-Hill, Inc., United States (US).

2. **Ahad, F.**, Ganie, S.A. (2010): Iodine, iodine metabolism and iodine deficiency disorders revisited. Indian J. Endocrinol. Metab. 14(1), 13-17.

3. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.

4. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma

5. **Guyton, A.C.**, Hall, J.E. (2006): Endocrinology and reproduction.. U: Textbook of Medical physiology, 11. izd. (Guyton, A.C., Hall, J.E., ured.), Elsevier Inc., Philadelphia, str. 903-1052.

6. **Kremer FN** (2005): Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika.

7. **Morgan DP**, Karpen RJ (1953): Test of chronic toxicity of iodine as related to the purification of water. US Armed Forces medical journal, 4:725-728.

8. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).

9. **Zimmermann, M.B.** (2012): Iodine and iodine deficiency disorders. U: Present knowledge in nutrition, 10. izd. (Erdman, J.W., Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 554-567.

KALCIJ

1. **Bronner, F.** (2008): Recent developments in intestinal calcium absorption. Nutr. Rev. 67, 109-113.

2. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
Howard, J.E. (1971) The biological mechanisms of transport and storage of calcium. Can. Med. Assoc. J. 104, 699-703.

3. **Khanal, R.C.**, Nemere, I. (2008) Regulation of intestinal calcium transport. Annu. Rev. Nutr. 28, 179-196.

4. **Norman, A.W.** (1990) Intestinal calcium absorption: a vitamin D-hormone-mediated adaptive response. Am. J. Clin. Nutr. 51, 290-300.

5. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).

6. **Weaver, C.M.** (2012) Calcium. U: Present Knowledge in Nutrition (Erdman, J. W., Macdonald, I. A., Zeisel, S. H., ured.) 10. izd., John Wiley & Sons, Inc., Iowa, str. 475-492.

KALIJ

1. **Agarwal, R.**, Afzalpurkar, R., Fordtran, J.S. (1994): Pathophysiology of potassium absorption and secretion by the human intestine. *Gastroenterology*. 107, 548-571.
2. **Brown, R.S.** (1986): Extrarenal potassium homeostasis. *Kidney Int.* 30, 116 – 127.
3. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
4. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, *EFSA Journal* 2013;11(10):3408, Parma
5. **Giebisch, G.** (1998): Renal potassium transport: mechanisms and regulation. *Am. J. Physiol. Renal. Physiol.* 274, F817-F833.
6. **Gosselin RE**, Smith RP, Hodge HC (1984): *Clinical toxicology of commercial products*, 5th ed. Baltimore, MD, Williams i Wilkins
7. **Health Canada** (2008): (<http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/potassium/index-eng.php>)
8. **Kremer FN** (2005): Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika.
9. **Powell P**, Bailey RJ, Jolly PK (1987): Trace elements in British tap-water supplies. Swindon, WRc (Report PRD 706-M/1)
10. **Preuss, H.G.**, Clouatre, D.L. (2012): Sodium, Chloride, and Potassium. U: *Present Knowledge in Nutrition* (Erdman, J. W., Macdonald, I. A., Zeisel, S. H., ured.) 10. izd., John Wiley & Sons, Inc., Iowa, str. 475-492.
11. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
12. **UKEVM** (2003): Risk assessments: Potassium. In: *Safe upper levels for vitamins and minerals*. London, United Kingdom Food Standards Agency, Expert Group on Vitamins and Minerals, p. 299 (<http://cot.food.gov.uk/pdfs/vitmin2003.pdf>)

KLORIDI

1. **AFSSA** Rapport Sel: Evaluation and recommendations (2002): [hTmP://www.afssa.fr/](http://www.afssa.fr/) (in French)
2. **AFSSA** Sel et Santé, (2003): Proceedings of international meeting 11-12 January 2002; [hTmP://www.afssa.fr/](http://www.afssa.fr/) (in French)
3. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141EZ od 22.. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
4. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, *EFSA Journal* 2013;11(10):3408, Parma
5. **Guyton, A.C.**, Hall, J.E. (2006): *Textbook of Medical physiology*, 11. izd., Elsevier Inc., Philadelphia, str. 417-468.
6. **Health Canada** – Recommendations for the quality of drinking water; Chlorides (revision

November 1987), [hTmP://www.hc-sc.gc.ca/hecsesc/eau/pdf/ep/chlorure.pdf](http://www.hc-sc.gc.ca/hecsesc/eau/pdf/ep/chlorure.pdf)

7. **IOM** (2004): Dietary intakes for water, potassium, sodium, chloride, and sulfate. IOM – Institute of Medicine, Food and Nutrition Board. National Academy Press, Washington, D.C.
8. **Kremer FN** (2005):: Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika.
9. **Perera N**, Gharabaghi B, Howard K :Groundwater chloride response in the Highland Creek watershed due to road salt application: A re-assessment after 20 years. *Journal of Hydrology*, 479 (2013)159-168
10. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
11. **Preuss, H.G.**, Clouatre, D.L. (2012): Sodium, chloride, and potassium. U: Present knowledge in nutrition, 10. izd. (Erdman, J.W., Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 506-520.
12. **WHO**, (2004a) guidelines for Drinking-water Quality, Third edition, volume 1, recommendations. [hTmP://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines3/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/guidelines3/en/)
13. **WHO** (2004b): Chloride in Drinking-water WHO/SDE/WSH/03.04/03
[hTmP://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/chloride.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/en/chloride.pdf)
14. **WHO**, World Health Organization (2011): Guidelines for drinking-water quality - 4th ed., Geneva, 2011.

MAGNEZIJ

1. **Bohl, C.H.** and Volpe, S.L. (2002) Magnesium and exercise. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 42, 533 – 563.
2. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
3. **Ebel, H.**, Gunther, T. (1980) Magnesium metabolism: a review. *J Clin Chem Clin Biochem.* 18, 257–270.
4. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, *EFSA Journal* 2013;11(10):3408, Parma
5. **Elin, R.J.** (1994) Magnesium: the fifth but forgotten electrolyte. *Am J Clin Pathol.* 102, 616 – 622 .
6. **Elin, R.J.** (2010) Assessment of magnesium status for diagnosis and therapy. *Magn Res* 23, 194 – 198.
7. **Fine, K.D.**, Santa Ana, C.A., Porter, J.L., et al. (1991) Intestinal absorption of magnesium from food and supplements. *J Clin Invest.* 88, 396 – 402.
8. **Frausto da Silva, J.J.R.** and Williams, R.J.P. (1991) The biological chemistry of magnesium: phosphorus metabolism. *The Biological Chemistry of the Elements.* OUP , Oxford, 241 – 267.
9. **Institute of Medicine** (1997) Institute of Medicine Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride. National Academy Press, Washington, DC.
10. **Kayne, L.H.** and Lee, D.B.N. (1993) Intestinal magnesium absorption. *Miner Electrolyte Metab* 19, 210 – 217 .

11. **Maguire, M.E.**, Cowan, J.A. (2002) Magnesium chemistry and biochemistry. *BioMetals*. 15, 203–210.
12. **National Research Council** (1977): Drinking water and health. Washington, DC, National Academy of Sciences.
13. **Neri LC** i sur. (1985): Magnesium and certain other elements and cardiovascular disease. *Science of the Total Environment*, 42:49–75.
14. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
15. **Rude, R.K.** (1998) Magnesium deficiency: a cause of heterogeneous disease in humans. *J Bone Min Res*. 13, 749 – 758.
16. **Schwartz, R.**, Spencer, H., and Welsh, J.J. (1984) Magnesium absorption in human subjects from leafy vegetables, intrinsically labeled with stable ²⁶Mg. *Am J Clin Nutr*. 39, 571 – 576.

MANGAN

1. **Aschner, J.L.**, Aschner, M. (2005): Nutritional aspects of manganese homeostasis. *Mol. Aspects Med*. 26, 353-362.
2. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
3. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, *EFSA Journal* 2013;11(10):3408, Parma
4. **Ferina, M.**, Avila, D.S., Teixeira de Rocha, J.B. Aschner, M. (2013): Metals, oxidative stress and neurodegeneration. A focus on iron, manganese and mercury. *Neurochem. Int*. 62(5), 575-594.
5. **Keen, C.L.**, Ensunsa, J.L., Lönnnerdal, B., Zidemberg-Cherr, S. (2009): Manganes. U: Guide to nutritional supplements (Caballero, B., ured.), Elsevier Ltd., Oxford, str. 256-263.
6. **Kremer FN** (2005): Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika.
7. **Nielsen, F.H.** (2012): Manganese, molybdenum, boron, chromium, and other trace elements. U: Present knowledge in nutrition, 10. izd. (Erdman, J.W., Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 586-607.
8. **O'Nela, S.L.**, Zheng, W. (2015) Manganese toxicity upon overexposure: a decade in review. *Curr. Envir. Health Rpt*. 2, 315-328.
9. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).

NATRIJ

1. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
2. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, *EFSA Journal* 2013;11(10):3408, Parma
3. **Fordtran, J.S.** (1975) Stimulation of active and passive sodium absorption by sugars in the human jejunum. *J Clin Invest*. 55, 728–737.

4. **Fordtran, J.S.**, Rector, F.C., Carter, N.W. (1968) The mechanisms of sodium absorption in the human small intestine. *J Clin Invest.* 47, 884–900.
5. **Kremer FN** (2005): Nalkov priručnik za vodu. Drugo izdanje. AMB Grafika.
6. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
7. **Preuss, H.G.**, Clouatre, D.L. (2012) Sodium, Chloride, and Potassium. U: *Present Knowledge in Nutrition* (Erdman, J. W., Macdonald, I. A., Zeisel, S. H., ured.) 10. izd., John Wiley & Sons, Inc., Iowa, str. 475-492.
8. **Sanders, T.**, Emery, P. (2003) *Molecular Basis of Human Nutrition*, Taylor and Francis, London.
9. **Strauss, M.B.**, Lamdin, E., Smith, W.P., et al. (1958) Surfeit and deficit of sodium. *Arch Intern Med.* 102, 527 – 536.

SELEN

1. **American Water Works Association** (1999): *Water Quality & Treatment*. McGraw-Hill, Inc., United States (US).
2. **Bugel, S.**, Larsen, E.H., Sloth, J.J. i sur. (2008) Absorption, excretion, and retention of selenium from a high selenium yeast in men with a high intake of selenium. *Food Nutr Res.* 52
3. **Burk, R.F.**, Hill, K.E. (2009) Selenoprotein P - expression, functions, and roles in mammals. *Biochim Biophys Acta.* 1790, 1441 – 1447.
4. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ.
5. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013): Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union¹, *EFSA Journal* 2013;11(10):3408, Parma
6. **Imai, T.**, Mihara, H., Kurihara, T., i sur. (2009) Selenocysteine is selectively taken up by red blood cells. *Biosci Biotechnol Biochem.* 73, 2746 – 2748.
7. **Kapoor A.**, Tanjore S., Viraraghavan T. (1995): Removal of selenium from water and wastewater. *International Journal of Environmental Studies*, 49 (2), 137-147.
8. **Leblanc JC**, Verger P, Guérin T, Volatier JL. (2004): Study of total French nutritional intake - Mycotoxin, minerals and trace elements. INRA – DGAL.
9. Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju (NN 125/2013).
10. **Rayman, M.P.** (2008) Food - chain selenium and human health: emphasis on intake. *Br J Nutr.* 100, 254 – 268.
11. **Suzuki, K.T.**, Kurasaki, K., Okazaki, N. i sur. (2005) Selenosugar and trimethylselenonium among urinary Se metabolites: dose - and age - related changes. *Toxicol Appl Pharmacol.* 206, 1 – 8.
12. **Terry, E.N.**, Diamond, A.M. (2012) Selenium. U: *Present Knowledge in Nutrition* (Erdman, J. W., Macdonald, I. A., Zeisel, S. H., ured.) 10. izd., John Wiley & Sons, Inc., Iowa, str. 568-585.
13. **Tinggi U.** (2003): Essentiality and toxicity of selenium and its status in Australia: a review. *Toxicology Letters* ; 137, (1-2), 103-110.
14. **Ysart G**, Miller P, Croasdale M, Crews H, Robb P, Baxter M, de L'Argy C, Harrison N. (2000): 1997 UK Total Diet Study--dietary exposures to aluminium, arsenic, cadmium, chromium, copper, lead,

mercury, nickel, selenium, tin and zinc. *Food Addit Contam.* 17(9):775-86, 2000.

15. **WHO**, World Health Organization (1996): *Selenium in: Guidelines for drinking-water quality*, 2nd ed. Vol. 2. Health criteria and other supporting information. Geneva.

ŽELJEZO

1. **Aggett, P.J.** (2012): Iron. U: *Present knowledge in nutrition*, 10. izd. (Erdman, J.W., Macdonald, I.A., Zeisel, S.H.), Wiley-Blackwell, Danvers, str. 506-520.
2. **Bothwell TH** i sur. (1979): *Iron metabolism in man*. Oxford, Blackwell.
3. DIREKTIVA KOMISIJE 2006/141 EZ od 22. prosinca 2006. o početnoj i prijelaznoj hrani za dojenčad i izmjeni Direktive 1999/21/EZ. **EFSA**, European Food Safety Authority (2013) : *Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union*, EFSA Journal 2013;11(10):3408, Parma
4. **FAO/WHO**, (1988): *Requirements of vitamin A, iron, folate and vitamin B12. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation*. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations, (FAO Food and Nutrition Series, No. 23).
5. **Green RW** i sur. (1968): *Body iron excretion in man. A collaborative study*. *American journal of medicine*, 45:336-353.
6. **Guyton, A.C.**, Hall, J.E. (2006) *Blood cells, immunity, and blood clotting*. U: *Textbook of Medical physiology*, 11. izd. (Guyton, A.C., Hall, J.E., ured.), Elsevier Inc., Philadelphia, str. 417-468.
7. **Kremer FN**: *Nalkov priručnik za vodu*. Drugo izdanje. AMB Grafika, 2005.
8. **NRC** National Research Council (1979): *Iron*. Baltimore, MD, University Park Press.
9. *Pravilnik o parametrima sukladnosti i metodama analize vode za ljudsku potrošnju* (NN 125/2013).
10. **Schulze, K.J.**, Dreyfuss, M.L. (2009): *Anemia*. U: *Guide to nutritional supplements* (Caballero, B., ured.), Elsevier Ltd., Oxford, str. 10-18.
11. **Tandara, L.**, Salamunic, I. (2012) *Iron metabolism: current and future directions*. *Biochem. Med.* 22(3), 311-328.
12. **Zimmermann, M.B.**, Hurrell, R.F. (2007) *Nutritional iron deficiency*. *Lancet* 370, 511–520.