

# Voda u prehrani dojenčadi

---

Laginja, Mirjana

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:061565>

Rights / Prava: [Attribution-NoDerivatives 4.0 International](#)/[Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-14**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



**Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija**

**Mirjana Laginja  
0108085568**

**VODA U PREHRANI DOJENČADI  
ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Tehnologija vode  
**Mentor:** prof. dr. sc. Marin Matošić

**Zagreb, 2023.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Sveučilišni prijediplomski studij Biotehnologija

Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Laboratorij za tehnologiju vode

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Biotehnologija

**Voda u prehrani dojenčadi**

**Mirjana Laginja, 0108085568**

**Sažetak:**

Dojenčad unosi proporcionalno najveće količine vode u odnosu na tjelesnu masu naspram bilo kojeg drugog stadija života. Koncentracije nutritivnih sastojaka vode mogu predstavljati značajan unos minerala i elemenata u tragovima. Stoga, dojenčad hranjena isključivo mliječnom formulom predstavlja najosjetljiviju skupinu za prekomjerni unos nutrijenata. U radu je obrađeno 16 minerala i elemenata u tragovima u vidu vode za piće i utjecaja na zdravlje dojenčadi te su predstavljene dostupne vode u Hrvatskoj koje se mogu koristiti za pripremu mliječne formule.

**Ključne riječi:** voda, dojenčad, minerali, mliječna formula

**Rad sadrži:** 19 stranica, 2 tablice, 45 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** prof. dr. sc. Marin Matošić

**Datum obrane:** 14. rujna 2023.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Undergraduate thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
University undergraduate study Biotechnology

Department of Food Engineering  
Laboratory for Water Technology

Scientific area: Biotechnical Sciences  
Scientific field: Biotechnology

**Water in infants' nutrition**

**Mirjana Laginja, 0108085568**

**Abstract:**

Infants consume proportionally the highest amounts of water relative to body mass compared to any other stage in life. Concentrations of nutrients from water can represent a significant intake of minerals and trace elements. Therefore, infants who feed on exclusively milk formula represent the most susceptible group for excessive intake of nutrients. This paper deals with 16 minerals and trace elements from drinking water and the impact on the health of infants and presents available waters in Croatia that can be used for the preparation of milk formula.

**Keywords:** water, infants, minerals, infant formula

**Thesis contains:** 19 pages, 2 tables, 45 references

**Original in:** Croatian

Thesis is deposited in printed and electronic form in the Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb

**Mentor:** Marin Matošić, PhD

**Thesis defended:** September 14, 2023

## Sadržaj

1.UVOD .....	1
2.ULOGA VODE .....	2
2.1. METABOLIČKI PROCESI.....	2
2.2. NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI VODE .....	3
2.3. MINERALI U VODI.....	3
2.3.1. KALCIJ I FOSFOR	4
2.3.2. MAGNEZIJ	6
2.3.3. FLUOR	6
2.3.4. KALIJ, NATRIJ I KLOR	7
2.3.5. SELEN	9
2.3.6. BAKAR	9
2.3.7. MANGAN	11
2.3.8. CINK	12
2.3.9. ŽELJEZO	12
2.3.10. JOD	13
2.3.11. MOLIBDEN	14
2.3.12. NITRATI I NITRITI	15
3.DOSTUPNE VODE U HRVATSKOJ .....	16
3.1. PRIRODNE IZVORSKE VODE.....	16
3.1. STOLNA VODA .....	16
3.2. PRIRODNE MINERALNE VODE .....	17
3.2.1. SPECIJALIZARANA VODA ZA PRIPREMU MLIJEČNE FORMULE	18
4.ZAKLJUČCI.....	19
5.POPIS LITERATURE .....	20

## 1. UVOD

Voda je najveći sastavni dio ljudskog organizma. Njenu važnost vidimo u udjelima koje zauzima u tijelu, a iznose 75 % kod dojenčadi, 60 % kod adolescenata, 57 % kod odraslih osoba i 50 % kod starijih osoba. Pristup kvalitetnoj vodi za piće predstavlja temelj za normalan život. Bez vode se ne može preživjeti dulje od tjedan dana, a kod ekstremnih uvjeta i manje. Funkcije vode u tijelu su mnogobrojne i uključuju regulaciju tjelesne temperature, pomoć kod apsorpcije hranjivih tvari i izlučivanja toksina putem znojenja i mokraće (Omerdić, 2020).

Voda je između ostalog i glavni sastojak majčinog mlijeka gdje zauzima 87 %. Pokazalo se kako majčino mlijeko ima pozitivan učinak na razvoj mozga, imunološki sustav, crijevne funkcije i još mnoge dobrobiti kod dojenčadi. Stoga, majčino mlijeko se ističe kao najkvalitetniji izbor u prehrani dojenčadi. Međutim, dojenje nije moguće u svim situacijama te je samo 38 % svjetske dojenčadi isključivo dojeno. Kao alternativa, preporuča se korištenje mliječne formule koja je specijalno proizvedena za hranjenje dojenčadi. Osnova formule je većinom kravlje, a rjeđe sojino mlijeko te se kod formuliranja nastoji približiti što više nutritivnom sastavu majčinog mlijeka (Martin i sur., 2016).

Većina mliječnih formula dolazi u praškastom obliku i za njihovu pretvorbu u pitko stanje potrebna je voda. Različiti izvori vode mogu dosta varirati u sadržaju minerala. Miješanjem vode s mliječnom formulom povećava se sadržaj minerala koji može u konačnici utjecati na ukupan unos minerala. Ukoliko dođe do prekomjernog unosa određenog minerala, može doći do neželjenih zdravstvenih posljedica.

## **2. ULOGA VODE**

Voda je jedan od sastavnih dijelova ljudskog tijela. Kako se nalazi u svim stanicama, njezina primarna uloga je sudjelovanje u izgradnji samog tijela. Osim toga, služi kao otapalo, medij za prijenos različitih hranjivih i otpadnih tvari, reaktant i produkt u mnogobrojnim reakcijama te sudjeluje u termoregulaciji (Constant i Jéquier, 2010). Kod dojenčadi voda predstavlja do 75 % tjelesne težine, dok se taj broj smanjuje na oko 60 % nakon 6 mjeseci života. Zadovoljavajući dnevni unos vode za većinu dojenčadi u prvih 6 mjeseci života je između 700 mL i 1000 mL, od 6 mjeseci do 1 godine života između 800 mL i 1000 mL, dok za djecu između 1 i 3 godine života to obuhvaća raspon između 1100 mL i 1300 mL (EFSA, 2013). U usporedbi s odraslim osobama, dojenačke potrebe za tekućinom proporcionalno su mnogostruko veće. To se može pripisati povećanom tjelesnom površinom u odnosu na tjelesnu masu i smanjenom sposobnosti znojenja. Upravo zbog toga, dojenčad i djeca su više sklona dehidraciji od odraslih (Benelam i Wyness, 2010).

### **2.1. METABOLIČKI PROCESI**

Ukupna količina vode se u tijelu može podijeliti na izvanstaničnu i unutarstaničnu tekućinu. Izvanstanična komponenta predstavlja jednu trećinu ukupne količine vode, a glavni ioni su natrijevi, kloridni i bikarbonatni. S druge strane, dvije trećine zauzima unutarstanična tekućina s kalijevim kationima kao glavnima (Mohanharjai, 2002). Bubrezi dojenčadi imaju ograničenu sposobnost izlučivanja tvari i uz to stvaranje antidiuretskog hormona koji sudjeluje u reapsorbiciji vode je limitirajuće. Stoga, učinkovitost zadržavanja vode kod dojenčadi je ograničena te su kao skupina osjetljiviji na promjene vezane uz tjelesne tekućine i elektrolite (Grandjean i Campbell, 2004).

Nagli prestanak opskrbe tekućinom i elektrolitima putem posteljice predstavlja izazov u postnatalnoj prilagodbi. Nakon rođenja, dojenčad prolazi kroz proces adaptacije koji utječe i na metabolizam vode i elektrolita, a može se podijeliti na tri faze. Prva faza obilježena je smanjenjem težine koja se pripisuje gubitkom vode kroz kožu. Druga faza započinje pri najnižoj težini i traje do povratka na težinu koja je bila pri rođenju, a traje od 7 do 10 dana. Zadnju fazu karakterizira kontinuirano povećanje težine zajedno s pozitivnom ravnotežom vode i elektrolita (Jochum i sur., 2018).

Na početku života, dojenje ili korištenje mliječne formule zadovoljava sve potrebe za vodom i nutritivnim tvarima. Kako se dojenčadi počinje u prehranu uvoditi kruta hrana, njihov dnevni unos tekućine pada na oko 120 mL/kg pri čemu se taj broj dodatno snižava daljnjim povećanjem unosa krute hrane. Također, obzirom na ograničenu sposobnost izlučivanja otopljenih tvari putem mokraće, treba posebno paziti na stupanj razrjeđenja mliječne formule te na dodatak soli kasnije u prehrani (Benelam i Wyness, 2010).

## **2.2. NUTRITIVNE VRIJEDNOSTI VODE**

Odabir načina hranjenja dojenčadi, pogotovo u prvih 6 mjeseci života, predstavlja veliki faktor u određivanju ukupnog unosa minerala iz pitke vode. Zdravoj i isključivo majčinim mlijekom hranjenoj dojenčadi, se ne preporuča izravna konzumacija vode. S druge strane, dojenčad hranjena mliječnom formulom, konzumira vodu od prvog dana. Voda je nužna za tvorbu pitke mliječne formule i u pripremi ostalih zamjena za majčino mlijeko. Zbog dugoročnog unosa značajnog volumena vode obzirom na tjelesnu težinu, koncentracije minerala u vodi mogu znatno utjecati na ukupan unos minerala i elemenata u tragovima kod dojenčadi. Ovo se osobito odnosi na dojenčad koja se u prvim mjesecima života hrani mliječnom formulom, pri čemu postaju najosjetljivija skupina na povišene koncentracije određenih elemenata ili moguće kontaminante pronađene u vodi. Zdravlje i rast u ranom djetinjstvu uvelike ovisi o optimalnom snabdijevanju i zadržavanju minerala i esencijalnih elemenata u tragovima. Najveći faktor koji određuje točan unos hranjivih tvari iz vode je zapravo količina konzumirane vode. Uvođenjem dopunske hrane nakon 6. mjeseca života, počinje se mijenjati dojenački dnevni unos tekućine, a time se mijenja i procijenjeni unos minerala putem te tekućine (WHO, 2005).

## **2.3. MINERALI U VODI**

Sami minerali u vodu mogu dospjeti iz okoliša, ali se tamo mogu naći bilo namjernim dodavanjem ili slučajno. Voda može biti varijabilnog sastava te može manje ili više pridonijeti konačnom unosu minerala u tijelo. Apsorpcija minerala iz vode ovisi o nekoliko čimbenika poput točne strukture molekule u kojoj se nalaze i fiziološkog stanja crijevne flore. Osim toga, prisutnost drugih spojeva uključujući i druge minerale može utjecati na stupanj iskorištenja.



Za normalno funkcioniranje ljudskog tijela potvrđeno je ili se sumnja na 19 minerala. Tu spadaju 4 aniona: klor ( $\text{Cl}^-$ ), fosfor ( $\text{PO}_4^{3-}$ ), molibden ( $\text{MoO}_4^{2-}$ ) i fluor ( $\text{F}^-$ ). Nadalje, 8 kationa: kalcij ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnezij ( $\text{Mg}^{2+}$ ), natrij ( $\text{Na}^+$ ), kalij ( $\text{K}^+$ ), željezo ( $\text{Fe}^{2+}$ ), bakar ( $\text{Cu}^{2+}$ ), cink ( $\text{Zn}^{2+}$ ) i mangan ( $\text{Mn}^{2+}$ ). Na popisu se nalaze još ioni dvaju nemetala (jod i selen) koji su dijelovi kovalentnih spojeva te 5 dodatnih elemenata (bor, krom, nikel, silicij i vanadij) čija uloga još nije potpuno shvaćena. Zaključuje se da je 14 minerala esencijalno za zdravlje te ih možemo raspodijeliti u skupine prema njihovim funkcijama u tijelu. Prva skupina ima ključnu ulogu u izgradnji kostiju i membrana (Ca, P, Mg, F), druga se tiče metabolizma vode i elektrolita (Na, K, Cl), zatim elementi uključeni u enzimске reakcije (Mg, Se, Cu, Mn, Zn, Mo), vezanje kisika (Fe) i minerali uključeni u hormonske funkcije (I) (WHO, 2005).

Kod budućeg referiranja na unose točnih koncentracija minerala, spominjat će se donje i gornje granice, odnosno minimumi i maksimumi. Pod minimalnim koncentracijama se smatraju one koje su dostatne za pokrivanje nutritivnih potreba gotovo svih zdravih dojenčadi u prvih 6 mjeseci (EFSA, 2014). Te brojke se temelje na dnevnom energijskom unosu od 500 kcal, s kojim se slaže i Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007). Maksimalne koncentracije nemaju znanstvenu osnovu, već većinom predstavljaju tri do pet puta veći iznos od minimalne. Svaki višak minerala koji se nije iskoristio ili uskladištio će predstavljati teret na metabolizam dojenčadi te se naglašava kako nema potrebe prelaziti predložene minimalne koncentracije.

Prikladno je još napomenuti kako EFSA (2014) koristi srednju vrijednost od 800 mL za dnevni unos tekućine dojenčadi do 6. mjeseca života, a Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) uzima brojku od 750 mL.

### **2.3.1. KALCIJ I FOSFOR**

Kalcij je tijelu neophodan nutrijent koji ima ključnu ulogu u razvoju kostiju, osobito u djetinjstvu. U ljudskom se tijelu skoro u potpunosti nalazi u kostima i zubima u obliku kalcijevog hidroksiapatita koji je odgovoran za njihovu čvrstoću. Koncentracija kalcija pažljivo se održava pri čemu kada je ona snižena povećava se njegova apsorpcija iz crijeva, smanjuje izlučivanje urinom te stimulira oslobađanje kalcija iz kostiju. Pri povišenoj se pak koncentraciji, odvijaju suprotni procesi (Vlok i sur., 2023).

Treba uzeti u obzir da je koncentracija kalcija u majčinom mlijeku znatno manja od one u mliječnim formulama gdje visoke koncentracije proizlaze iz kravljeg mlijeka koje se koristi za njihovu proizvodnju. S druge strane, bioraspoloživost kalcija iz formula (38 %) je mnogo niža od one iz majčinog mlijeka (58 %) (Molska i sur., 2014).

Zbog nedovoljno podataka, EFSA (2013) nema postavljenu gornju dopuštenu granicu za dojenčad i djecu, no smatra se da je za razdoblje do 6. mjeseca života prikladan unos od 200 mg dnevno, dok između 6. i 12. mjeseca unos iznosi 400 mg dnevno.

Fosfor skupa s kalcijem u kostima formira kalcijev hidroksiapatit. Na to otpada čak 80 % fosfora u tijelu, dok se ostalih 20 % nalazi u tkivima. Uz to, u obliku fosfata, predstavlja glavni unutarstanični anion. Sastavni je dio membrana, nukleinskih kiselina i adenzin trifosfata (ATP) te ima važnu ulogu u mnogim reakcijama u metabolizmu energije (Mihatsch i sur., 2018). Osim navedenih funkcija, mora se napomenuti kako je metabolizam fosfora usko povezan s onim od kalcija. Prevelik unos fosfora zajedno s nedovoljnim unosom kalcija može imati za posljedicu gubitak koštane mase, dok premali unos fosfora skupa s nedostatnim unosom kalcija možda neće biti dovoljan za održavanje iste.

EFSA (2013) predlaže dnevni unos fosfora od 100 mg za prvih 6 mjeseci života te unos od 300 mg za sljedećih 6 mjeseci.

Što se tiče formulacije mliječnih formula, EFSA (2014) i Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) se slažu u postavljanju minimalnog sadržaja kalcija na vrijednost od 50 mg/100 kcal, a fosfora na 25 mg/100 kcal. Gornja granična vrijednost je za kalcij postavljena na 140 mg/100 kcal, a za fosfor 90 mg/100 kcal prema EFSA (2014) i 100 mg/100 kcal prema Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007). Obzirom na bioraspoloživost elemenata koja iznosi 80 % za fosfor i 60 % za kalcij, molarni omjer kalcija naprema fosforu u mliječnim formulama ne bi trebao biti manji od 1, odnosno veći od 2.

Smatra se kako ni izrazito niske ni izrazito visoke koncentracije kalcija u vodi ne bi imale zabrinjavajući učinak na ukupan unos kalcija kod pripreme mliječne formule. Ipak, voda može osigurati dodatan izvor kalcija ukoliko je njegov sadržaj nizak iz izvora hrane (WHO, 2005). Imajući to na umu, prema EU direktivi 2020/2184 (2020) i WHO (2022) nisu postavljane smjernice što se tiče koncentracije kalcija u vodi za piće. Isto tako, koncentracija fosfora, odnosno fosfata, u vodi nije regulirana.

### **2.3.2. MAGNEZIJ**

Magnezij je jedan od 10 neophodnih metala u tijelu i drugi najzastupljeniji kation u unutarstaničnom tkivu. Nužan je za mnoge fiziološke i biokemijske procese te sudjeluje u preko 600 enzimskih reakcija uključenih u procese sinteze proteina i masnih kiselina, regulaciju mitohondrijskih funkcija i metabolizam nukleotida. U tijelu se najveće koncentracije nalaze u kostima gdje podupire asimilaciju kalcija u kosti te je time neophodan za njihov rast (Fanni i sur., 2021).

Ne postoji gornja dopuštena granica, ali se prema EFSA (2013) kao dovoljan dnevni unos za razdoblje do 6. mjeseca života smatra 25 mg, a za razdoblje od 6. do 12. mjeseca to iznosi 80 mg.

Minimalna koncentracija magnezija od 5 mg/100 kcal se smatra adekvatnom za formuliranje mliječnih formula i od strane EFSA (2014) i od strane Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007), dok se kao gornju granicu preporuča ne prelaziti 15 mg/100 kcal.

Tvrdoća vode se često koristi u referiranju na koncentracije kalcija i magnezija u vodi. Isto kao i s kalcijem, koncentracije magnezija pronađene u vodi ne daju razlog za zdravstvenu brigu te se time ne smatra nužno izdavanje smjernica za njihovu koncentraciju u vodi.

### **2.3.3 FLUOR**

Fluor se smatra sigurnim i učinkovitim sredstvom u preveniranju karijesa te je uvelike smanjio njegovu pojavu među djecom. S druge strane, prevelike koncentracije fluora mogu dovesti do pojave fluoroze, razvojnog poremećaja na caklini (Harriehausen i sur., 2019). Koncentracija fluora u mliječnim formulama je niska te je predloženo da je unos fluora u dojenčadi većinski uvjetovan vodom s kojom se priprema formula, a ne samom mliječnom formulom.

Predloženi zadovoljavajući dnevni unos fluora od strane EFSA (2013) za prvih 6 mjeseci života iznos 80 µg, a za razdoblje između 6. i 12. mjeseca 400 µg.

EFSA (2014) i Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) se slažu kako fluor nije esencijalni nutrijent te nema potrebe za njegovim dodavanjem u formulu. S tim na umu, svejedno je postavljena maksimalna dozvoljena koncentracija fluora od 100 µg/100 kcal.

WHO (2022) i EU direktiva 2020/2184 (2020) smatraju kako bi u vodi za piće vrijednost fluorida trebala biti ispod maksimalno propisane koncentracije od 1,5 mg/L.

Korištenje optimalno fluoridirane vode (0,7 mg/L) može staviti dojenče u povećani rizik za razvijanjem fluoroze. Stoga je za djecu koja se pretežito hrane mliječnom formulom preporučljivo korištenje vode u bocama koja u većini slučajeva ima nižu koncentraciju fluora (<0,5 mg/L) (Buzalaf i Levy, 2011).

Hrvatska ne provodi fluoridaciju vodovodne vode te prema Mužinić i sur. (2012) koncentracija fluora u jednom hrvatskom grad iznosila je 0,3137 mg/L, dok je koncentracija u nekoliko komercijalno dostupnih negaziranih vodu bila manja od 0,01 mg/L. Imajući to na umu, fluor ne bi trebao imati utjecaj na izbor vode kod pripreme mliječne formule u Hrvatskoj.

#### **2.3.4. KALIJ, NATRIJ I KLOR**

Kalij i natrij su esencijalni elementi čije su funkcije usko povezane u održavanju fiziološke homeostaze. Kalij se gotovo u potpunosti nalazi u unutarstaničnim tekućinama gdje predstavlja dominantni kation. Esencijalan je u mnogim biološkim funkcijama poput sinteze proteina, rasta stanica i regulacije staničnog volumena. Kod dojenčadi je ključno održavanje dovoljne koncentracije kalija jer omogućava tjelesni rast. Iako ključno, ovo stavlja dojenčad u po život opasnu mogućnost hiperkalemije. Očuvanje kalija je postignuto povećanom apsorpcijom u probavnom traktu i smanjenjem bubrežnim izlučivanjem (Bonilla-Félix, 2017).

Prema EFSA (2013), adekvatni dnevni unos kalija za dojenčad do 6. mjeseca iznosi 400 mg, a u idućih 6 mjeseci 800 mg.

Predloženi minimalni sadržaj natrija u mliječnim formulama iznosi 20 mg/100 kcal prema Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) i 25 mg/100 kcal prema EFSA (2014). Pravidnici se slažu u preporuci gornje granice od 60 mg/100 kcal.

Oko 95 % natrija u tijelu se nalazi u izvanstaničnim tekućinama, gdje skupa s kloridom ima bitnu ulogu u održavanju osmolalnosti plazme i izvanstaničnog volumena. Osim toga, natrij i kalij imaju ključnu ulogu u stvaranju razlike potencijala na staničnim membranama te u održavanju dinamike stanične tekućine (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019). Unos natrija kod dojenčadi je potrebno posebno pratiti zbog slabije razvijenog sustava za izlučivanje.

Posljedično, povišeni unos natrija može imati izravni učinak na zdravlje, ali isto tako dovesti do dugoročnih zdravstvenih problema. Djeca s visokim unosom natrija u ranijoj dobi su sklonija zadržati više unose i kao odrasle osobe. Treba uzeti u obzir da mliječne formule sadrže više natrija od majčinog mlijeka, ali točna koncentracija ovisi o vodi s kojom se pripremaju (Waseem i sur., 2014).

Prema EFSA (2013), zadovoljavajući dnevni unos natrija između 0 i 6 mjeseci iznosi 120 mg, a između 6 i 12 mjeseci obuhvaća raspon između 170 mg i 370 mg. Postavljena minimalna koncentracija za kalij od Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) je 60 mg/100 kcal, a od strane EFSA (2014) 80 mg/100 kcal, dok za gornju granicu Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) predlaže koncentraciju u iznosu od 160 mg/100 kcal, a EFSA (2014) koncentraciju od 180 mg/100 kcal.

Klorid je najzastupljeniji izvanstanični anion. Skupa s kalijem i natrijem, ima bitnu ulogu u kontroliranju volumena izvanstaničnih i unutarstaničnih tekućina, održavanju kiselinsko-bazne ravnoteže, kontrakciji mišića i prijenosu živčanih impulsa. Osim toga, klorid je prijeko potreban u proizvodnji klorovodične kiseline u želudcu (WHO, 2005).

EFSA (2013) smatra kako zadovoljavajući dnevni unos klorida u razdoblju do 6. mjeseca života iznosi 300 mg, dok za razdoblje sljedećih 6 mjeseci taj unos obuhvaća raspon između 270 mg i 570 mg.

Što se tiče EFSA (2014), najmanja koncentracija klorida koju mliječne formule trebaju sadržavati je 60 mg/100 kcal, a najviša 160 mg/100 kcal. Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) se slaže u gornjoj granici, no za minimum predlaže 50 mg/100 kcal.

Kalij se skoro nikada ne nalazi u zabrinjavajuće visokoj količini u vodi za piće, čak i kada se voda tretira kalijevim permanganatom koji mu povišuje koncentraciju. WHO (2022) i EU direktiva 2020/2184 (2020) smatraju kako nije nužno postaviti zdravstvene smjernice vezane uz kalij u vodi za piće.

WHO (2022) smatra kako nema korelacije između natrija u vodi za piće i pojave hipertenzije te imajući to na umu, nisu postavljene smjernice za vrijednost natrija. Ipak primijećeno je kako koncentracije veće od 200 mg/L mogu rezultirati neprimjerenim okusom. Prema EU direktivi 2020/2184 (2020) je vjerojatno iz sličnih razloga, propisan maksimum od 200 mg/L natrija u vodi za piće.

WHO (2022) nema smjernice za vrijednost klorida u vodi za piće jer nije pronađeno zdravstveno opravdanje za to. S druge strane, EU direktiva 2020/2184 (2020) je propisala 250 mg/L kao gornju granicu, uz napomenu kako previsoke koncentracije povećavaju vjerojatnost korozije metala u vodovodnim sustavima.

### **2.3.5. SELEN**

Selen je jedan od elemenata u tragovima koji su neophodni su normalan rast i razvoj dojenčadi. Ključna je sastavnica mnogih proteina i služi kao kofaktor enzimima s antioksidativnom funkcijom. Osim toga, ima bitnu ulogu u kontroli upalnih procesa i proizvodnji hormona štitnjače. Kod prehrane majčinim mlijekom, potrebe dojenčadi za selenom su zadovoljene, no kod prehrane formulom koncentracija selena će ovisiti o nakupljenim zalihama iz maternice te o razini obogaćivanja formule selenom (Lönnerdal i sur., 2017).

EFSA (2013) kao adekvatni dnevni unos selena u prvih 6 mjeseca života predlaže 12,5 µg, a u sljedećih 6 mjeseci 15 µg.

Minimalna postavljena koncentracija selena u formulaciji mliječnih formula je 1 µg/100 kcal prema Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007), a povišena je na 3 µg /100 kcal od strane EFSA (2014). Predložene maksimalne koncentracije selena se pak podudaraju na vrijednosti od 9 µg/100 kcal.

Iako većina svjetskih voda za piće ne sadrži koncentraciju selena preko 10 µg/L, privremena smjernica od WHO (2022) iznosi 40 µg/L. Vrijednost koju je EU direktiva 2020/2184 (2020) postavila kao gornju granicu selena u vodi za piće je dvostruko manja, odnosno 20 µg/L.

### **2.3.6. BAKAR**

Bakar je esencijalni nutrijent i nezamjenjiv kao kofaktor mnogih proteina. Nužan je za normalan rast dojenčadi, odvijanje metabolizma željeza te je uključen u funkcioniranje mozga, srca i imunološkog sustava. U vodi za piće se većinom nalazi u dvovalentnom obliku i ovisno o topljivosti spoja u kojem se nalazi varirati će bioraspoloživost samog bakra (Olivares i sur., 1998). Da bi se zadovoljile nutritivne potrebe dojenčadi, većina mliječnih formula je nadopunjena s bakrom. Osim toga, količina vode za pripravu formule će utjecati na konačni unos bakra.

Treba uzeti u obzir kako dojenčad konzumira proporcionalno više vode od odraslih pa će tako biti i veći značaj vode kod unosa bakra (Olivares i sur., 2000).

Povećane koncentracije bakra u vodovodnoj vodi mogu proizaći iz korozije cijevi, slavina i ostalih dijelova vodoopskrbnog sustava. Bakar se može nakupiti preko noći pa je kod dulje vrijeme nekorištenih vodovoda preporučljivo puštanje vode da teče oko minutu prije korištenja. Također, obzirom da se u vrućoj vodi otapa više bakra, preporuča se korištenje hladne vode kod pripravljanja formule (Washington State Department of Health, 2016).

Pizent i Butković (2010) su mjerili koncentraciju bakra u vodovodnoj vodi Zagreba u 70 kućanstava. Uzimali su dvije vrste uzorka, jedan nakon stajanja vode u cijevima preko noći te drugi koji se prikupljao nakon što bi pustili vodu da teče 2 minute. Osim toga, uzorci su se razlikovali obzirom na materijal od kojeg su napravljene cijevi. Očekivano, najviše koncentracije su bile u bakrenim cijevima kod uzoraka vode koja je stajala preko noći, a najniže u galvaniziranim cijevima s vodom koja je istjecala 2 minute.

Bez obzira na uvjete uzimanja vode i vrstu cijevi, sve koncentracije su bile znatno niže od predloženih graničnih vrijednosti propisanih hrvatskim i WHO standardima.

EFSA (2013) smatra da je adekvatni dnevni unos bakra za razdoblje od rođenja do prve godine života 300 µg.

Preporuke od strane EFSA (2014) i Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) za raspon koncentracija bakra u formuliranju mliječne formule se razlikuju. EFSA (2014) smatra kako bi minimalna koncentracija trebala iznositi 60 µg/100 kcal, a maksimalna 100 µg/100 kcal. Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) pak smatra kako bi taj raspon mogao biti veći i pokrivati vrijednosti između 35 µg/100 kcal i 120 µg/100 kcal.

Prema EU direktivi 2020/2184 (2020) i WHO (2022) koncentracija bakra u vodi za piće ne bi trebala prelaziti 1,5 mg/L, odnosno 2 mg/L.

### 2.3.7. MANGAN

Mangan je jedan od esencijalnih elemenata u tragovima i nalazimo ga u svim tkivima. Ključan je za odvijanje i regulaciju mnogih procesa uključujući metabolizme ugljikohidrata, lipida i proteina. Toksičnost uslijed prevelike izloženosti elementu je mnogo raširenija od pojave manjka mangana koja je kod ljudi gotovo nepostojeća. Kao neurotoksin, mangan može imati ozbiljne posljedice na neurološki razvoj dojenčad (Erikson i sur., 2007).

U usporedbi s odraslima, apsorpcija mangana je povećana, a izlučivanje smanjeno, što stavlja dojenčad u veći rizik za prekomjernu izloženost. Posljedice toga obuhvaćaju poteškoće vezane uz ponašanje i održavanje pozornosti, no mogu biti i ozbiljnije poput narušene motoričke funkcije ili oslabljene sposobnosti pamćenja.

Jedno istraživanje je pokazalo kako je kod dojenčadi hranjene formulom bilo veće zadržavanje mangana u tijelu upravo zbog više koncentracije u odnosu na majčino mlijeko. Bitno je spomenuti kako se za pripremljanje formule koristila voda s vrlo niskim sadržajem mangana te kako bi korištenje vodovodne vode moglo dodatno povećati krajnji unos. Osim toga, formule na bazi soje su se pokazale kao još veći izvor mangana od formula na bazi kravljeg mlijeka (Frisbie i sur., 2019).

Prema EFSA (2013) preporučeni dnevni unos mangana u prvih 6 mjeseci života iznosi 3 µg, a u sljedećih 6 mjeseci između 20 µg i 500 µg.

Mliječna formula prema EFSA (2014) i Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) standardima treba sadržavati koncentraciju mangana od minimalno 1 µg/100 kcal, a maksimalno 100 µg/100 kcal.

WHO (2022) ne smatra da koncentracija mangana u vodi za piće zahtjeva postavljanje graničnih vrijednosti, iako se spominje moguća gornja granica od 40 µg/L. Ipak, prema EU direktivi 2020/2184 (2020) maksimalna dopuštena koncentracija iznosi 50 µg/L.

Povišene koncentracije mangana (163 µg/L) izmjerene su u istraživanju Fiket i sur. (2015) u vodovodnoj vodi Šibenika. U Hrvatskoj je propisana maksimalna koncentracija od 50 µg/L zbog neželjene promjene okusa i mogućeg bojanja odjeće pri višim koncentracijama. Razlog za odstupanje u Šibeniku je vjerojatno uzrokovano kratkim periodom snažnih kiša, no svejedno iziskuje dodatnu pozornost.



### **2.3.8. CINK**

Cink je esencijalan mikronutrijent za zdravlje ljudi. Nužan je za rast i diferencijaciju stanica i ima ulogu u sintezi proteina. Obzirom da se ne pohranjuje u tkivima, koncentracije cinka ovise o unosu, apsorpciji i gubitcima u tijelu. Pretpostavlja se da je nedostatak cinka jedan od najčešćih nedostataka mikronutrijenata u svijetu, a teže posljedice obuhvaćaju oslabljeno imunološko stanje, zaostajanje u fizikalnom i kognitivnom razvitku i kožne bolesti (Lassi i sur., 2020). S druge strane, prekomjerni unos cinka se ne smatra prevelikim problemom. Koncentracija cinka je većinom niža u majčinom mlijeku u usporedbi s mliječnim formulama, dok je pak bioraspoloživost veća u majčinom mlijeku. Također, količina cinka u majčinom mlijeku je najviša na početku dojenja te se smanjuje s vremenom. Utvrđeno je i kako su apsorpcije cinka i bakra međusobno zavisni, pri čemu preveliki unos cinka može uzrokovati manju apsorpciju bakra (Dobrzyńska i sur., 2021).

EFSA (2013) preporučuje dnevni unos od 2 mg za razdoblje do 6. mjeseca života, a 4 mg za razdoblje između 6. i 12. mjeseca.

Prema EFSA (2014) i Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) standardima preporučena koncentracija cinka u formulaciji mliječnih formula iznosi 0,5 mg/100 kcal, dok maksimalna koncentracija iznosi 1,5 mg/100 kcal.

WHO (2022) i EU direktiva 2020/2184 (2020) se slažu u ne postavljanju granične vrijednosti za koncentraciju cinka u vodi za piće, iako WHO (2022) napominje kako bi koncentracija cinka iznad 3 mg/L mogla nepovoljno utjecati na okus vode. Također, priprema mliječne formule s vodom koja ima koncentraciju cinka u gornjim granicama (do 3 mg/L), moglo bi uvelike utjecati na uneseni sadržaj cinka.

### **2.3.9. ŽELJEZO**

Željezo je najrašireniji element u tragovima u ljudskom tijelu. Postoji u dva oblika, dvovalentnom i trovalentnom, pri čemu prijelaz iz jednog u drugi sudjeluje u stvaranju energije. U tijelu se nalazi u kompleksima s proteinima koji imaju antioksidativnu funkciju. Većina željeza se nalazi u sklopu hemoglobina (60 %) i u skladišnom obliku feritina (20 %), a manje količine se mogu pronaći u sklopu hemosiderina (10 %) i mioglobina (5 %).

Glavna funkcija mu je u staničnom disanju kao transporter kisika, a još ima ulogu u imunološkom sustavu i prijenosu živčanih impulsa. Koncentracija željeza u majčinom mlijeku je vrlo niska (oko 0,4 mg/L) te postoje sporovi oko toga je li ta količina zadovoljavajuća (Friel i sur., 2018). Većina mliječnih formula sadrži koncentraciju željeza između 8 mg/L i 14 mg/L. Bitna razlika između majčinog mlijeka i mliječne formule je laktoferin, glavni nosač željeza u majčinom mlijeku. Prema Björmsjö i sur. (2020) snižavanje koncentracije željeza u mliječnim formulama na 2 mg/L pruža adekvatnu razinu željeza u prvih 6 mjeseci života.

EFSA (2013) smatra kako je dnevni unos željeza od 0,3 mg dovoljan za većinu zdrave, dojene dojenčadi do 6. mjeseca života, no napominje kako taj unos nije zadovoljavajući za djecu hranjenu formulom te se tada unos povećava na 1,5 mg. Za razdoblje života od 6. do 12. mjeseca se preporuča dnevni unos od 8 mg.

Za formulaciju mliječne formule EFSA (2014) je postavila minimum od 0,3 mg/100 kcal, dok je prema Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) ta koncentracija nešto veća, 0,45 mg/100 kcal.

Prema EU direktivi 2020/2184 (2020) propisana je granica od 200 µg/L željeza u vodi za piće, dok WHO (2022) nema propisane smjernice.

### **2.3.10. JOD**

Jod je esencijalan mikronutrijent i neophodna komponenta hormona štitnjače. Kao takav, bitan je u rastu i razvoju djeteta te regulaciji metabolizma. Nizak unos joda rezultirat će slabijom sintezom hormona štitnjače što može imati intelektualne, fizičke i neurološke posljedice. Dojenoj dojenčadi dovoljan unos joda pruža majčino mlijeko, no ono ovisi o unosu joda kod majke. U današnje vrijeme, dostatan unos joda osiguran je obogaćivanjem soli jodom, odnosno jodiranom soli (Andersson i Braegger, 2022). Jedno istraživanje u Švicarskoj pratilo je koncentracije joda kod trudnica, dojilja, dojenčadi i djece (Andersson i sur., 2010). Iako je kod majki i starije djece bio adekvatan unos joda, zaključeno je kako je dojenčad koja nije hranjena formulom u riziku od nedovoljnog unosa joda. S druge strane, Prpić i sur. (2021) su proveli mjerenje unosa joda u Zagrebu. Istraživanje je uključivalo potpuno, većinski i djelomično dovenu dojenčad te je zaključeno da sva dojenčad dobiva optimalan unos joda.

Zbog ovisnosti unosa joda dojenčadi o unosu joda kod majke te opadanju same koncentracije tijekom mjeseci dojenja, predložene adekvatne koncentracije dosta su varirale. Trenutno, EFSA (2013) sugerira dnevni unos od 90 µg za razdoblje od rođenja do prve godine života.

Minimalna zadovoljavajuća koncentracija joda u mliječnim formulama prema EFSA (2014) iznosi 15 µg/100 kcal, a prema Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) pravilniku 10 µg/100 kcal. Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) također preporuča maksimalnu koncentraciju od 60 µg/100 kcal.

Jod se prirodno nalazi u vodi u obliku jodida te se male dodatne količine mogu formirati kod nekih oblika obrade vode. Prema dostupnim podacima o učincima joda iz vode za piće, WHO (2022) ne smatra potrebno navođenje smjernica za njegovu vrijednost. EU direktiva 2020/2184 (2020) također nema zadane vrijednosti.

### **2.3.11. MOLIBDEN**

Molibden pripada skupini esencijalnih elemenata u tragovima. Poznato je kako u ljudskom tijelu djeluje kao kofaktor u nekoliko enzima uključenih u metabolizam aminokiselina i nukleotidnih baza. Apsorpcija minerala je visoka, no ne skladišti se u tijelu te ukoliko je unos nizak brzo će se sniziti razine u tijelu. Homeostaza molibdena odvija se izlučivanjem putem mokraće i neizgledna je toksičnost uslijed prevelike koncentracije. Nepostojanje prenatalnih zaliha kod dojenčadi ukazuje kako nema velikih potreba za molibdenom (Abramovich i sur., 2011).

EFSA (2013) smatra dnevni unos molibdena od 2 µg kao adekvatan za prvih 6 mjeseci života, dok za sljedećih 6 mjeseci preporuča dnevni unos od 10 µg.

Donedavno nisu postojale smjernice što se tiče koncentracije molibdena u formulaciji mliječne formule. Danas ipak, EFSA (2014) ima preporuku za minimum od 0,4 µg/100 kcal. S druge strane, Codex Alimentarius CXS 72-1981 (2007) ima zadanu podosta višu minimalnu koncentraciju od 1,5 µg/100 kcal, a ima preporučenu i maksimalnu koncentraciju od 10 µg/100 kcal.

Obzirom na vrlo niske koncentracije u kojima se molibden pojavljuje u vodi za piće, WHO (2022) i EU direktiva 2020/2184 (2020) nemaju propisane gornje granice za njegovu koncentraciju.

### **2.3.12. NITRATI I NITRITI**

Osim navedenih esencijalnih makrominerala i elemenata u tragovima, u vodi se nalazi još bitnih sastavnica koje treba spomenuti kada se priča o unosu vode kod dojenčadi. Potencijalno najvažniji od njih su nitrati i nitriti.

Nitrati i nitriti su rasprostranjeni u prirodi s naglaskom na nitate kao stabilniji oblik. Prekomjernim korištenjem anorganskih dušičnih gnojiva i odlaganjem otpadnih voda, nitrati mogu doprijeti i do površinskih i do podzemnih voda. Osim toga, prisutnost nitrata treba posebno pratiti kada se u obradi vode provodi kloraminacija. Smatra se kako nitrat djeluje inhibirajuće na unos joda s eventualnim negativnim utjecajem na štitnjaču (WHO, 2022).

Methemoglobinemija je bolest u kojoj dolazi do oksidacije atoma željeza u molekuli hemoglobina te dolazi do stvaranja methemoglobina. Posljedica toga je smanjenje kapaciteta prijenosa kisika krvlju što uzrokuje hipoksiju i cijanozu. Dojenčad su rizična skupina za obolijevanje od ove bolesti, a povišeni unos nitrata je povezan s uzrokovanjem iste (Fossen Johnson, 2019).

Imajući na umu zaštitu dojenčadi hranjene mliječnom formulom kao najosjetljivije skupine, WHO (2022) u vodi za piće postavlja maksimalne vrijednosti smjernica od 50 mg/L za nitate i 3 mg/L za nitrite. Prema EU direktivi 2020/2184 (2020) koncentracija nitrata bi trebala biti ispod 0,5 mg/L, dok se slaže s WHO (2022) o granici za nitate od 50 mg/L.

Kako se u Koprivničko-križevačkoj županiji podzemna voda upotrebljava kao jedini izvor vode za piće, Nemečić-Jurec i Vadla (2010) su provele istraživanje određivanja koncentracija nitrata u vodi na tom području. Raspon aritmetičkih sredina koncentracija nitrata u plitkim bunarima kretao se od 0,1 do čak 279 mg/L, pri čemu je prosjek iznosio 41,7 mg/L. Ustanovljeno je da je 25% uzoraka prekoračilo maksimalno dozvoljenu koncentraciju. Prema izmjerenim koncentracijama nitrata napravljena je podjela na dobre, povremeno loše i loše bunare. Svejedno, treba imati na umu kako je voda u vodoopskrbnom sustavu zdravstveno ispravna i ne prelazi maksimalno propisanu vrijednost od 50 mg/L.

### **3. DOSTUPNE VODE U HRVATSKOJ**

U Hrvatskoj se na raspolaganju nudi zdravstveno ispravna voda iz javnih vodoopskrbnih sustava i voda u boci koja se nadalje može podijeliti na: prirodnu izvorsku vodu, prirodnu mineralnu vodu i stolnu vodu.

Smatra se kako se preko 87 % stanovništva Hrvatske služi vodom iz javnih vodoopskrbnih sustava koja podliježe Zakonu o vodi za ljudsku potrošnju (NN 30/23) i mora zadovoljavati zadane parametre iz Pravilnika o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju (NN 64/23). U nekim je županijama primijećena česta upotreba voda iz lokalnih vodovoda koji ne pripadaju sustavu javne vodoopskrbe. Kao takvi, ne podliježu istim kriterijima i nije moguće osigurati zdravstvenu ispravnost vode za ljudsku potrošnju (Hrvatski zavod za javno zdravstvo, 2022).

#### **3.1.PRIRODNE IZVORSKE VODE**

Prirodna izvorska voda potječe iz vodonosnika zaštićenog od onečišćenja te se konzumira u svom prirodnom stanju. Prema Pravilniku o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (NN 85/19) nije dopušteno nikakvo tretiranje vode, osim: odvajanje njezinih nestabilnih elemenata (primjerice željeza i sumpora) postupcima filtracije ili dekantiranja uz mogućnost prethodne oksigenacije, odvajanje spojeva željeza, mangana, sumpora i arsena iz određenih prirodnih mineralnih voda obradom zrakom obogaćenim ozonom, uklanjanje fluorida aktivnim aluminijskim oksidom te potpuno ili djelomično uklanjanje slobodnog CO<sub>2</sub> isključivo primjenom fizikalnih metoda.

#### **3.1.STOLNA VODA**

Stolna voda se može proizvesti iz vode za ljudsku potrošnju, prirodne mineralne vode, prirodne izvorske vode ili kombinacijom navedenih (NN 85/19). S ciljem poboljšanja organoleptičkih svojstava, dozvoljen je dodatak slijedećih tvari: natrijev klorid, kalcijev klorid, natrijev karbonat, kalcijev karbonat, natrijev hidrogenkarbonat, magnezijev karbonat, natrijev sulfat, magnezijev sulfat, natrijev fluorid i ugljikov dioksid (Mijatović i Matošić, 2020).

### 3.2. PRIRODNE MINERALNE VODE

„Prirodna mineralna voda razlikuje se od vode za ljudsku potrošnju po svojim prirodnim svojstvima koja karakteriziraju sadržaj i količina određenih mineralnih tvari, elemenata u tragovima ili drugih tvari te ovisno o slučaju određeni fiziološki učinci i po svojoj izvornoj čistoći” (NN 85/2019). Kod punjenja mineralne vode u boce, dopušteni su isključivo odabrani tretmani navedeni već kod prirodnih izvorskih voda. Ovisno o količini minerala, definiranih kao suhi ostatak, mineralna voda može sadržavati vrlo malu količinu (manju od 50 mg/L), malu količinu (manju od 500 mg/L) ili pak biti bogata mineralima (veća od 1500 mg/L).

Sva mineralna voda nije pogodna za pripremu mliječne formule, već su propisane točne vrijednosti određenih kriterija kako prikazuje tablica 1. Koncentracije svih parametara su manje od onih propisanih za vodu za piće prema standardima WHO (2022) i EU direktive 2020/2184 (2020) navedene ranije kod odgovarajućih minerala.

**Tablica 1.** Uvjeti za korištenje navoda „pogodno za pripremu hrane za dojenčad” na prirodnoj mineralnoj vodi (NN 85/2019)

Parametri	Maksimalne vrijednosti (mg/L)
Suhi ostatak (na 180 °C)	500
Natrij	180
Kloridi	50
Fluoridi	0,7
Nitrati	10
Nitriti	0.05
Sulfati	140

### 3.2.1. SPECIJALIZARANA VODA ZA PRIPREMU MLIJEČNE FORMULE

Danas se na tržištu mogu naći mnogobrojne tzv. vode za bebe od različitih proizvođača. Reklamiraju se za izravnu konzumaciju, ali posebno i za pripremu mliječnih formula i ostale hrane za dojenčad. Takve vode pripadaju kategoriji prirodnih mineralnih voda i moraju zadovoljavati parametre navedene u tablici 1.

U tablici 2 možemo vidjeti prikaz sadržaja minerala u nekoliko dostupnih voda na hrvatskom tržištu. Iako se koncentracije međusobno razlikuju, svi navedeni proizvodi zadovoljavaju kriterije propisane Pravilnikom o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama (NN 85/19).

**Tablica 2.** Sadržaj minerala u odabranim vodama za bebe dostupnim u Hrvatskoj

Minerali (mg/L)	Voda za bebe Babylove	Holle voda za bebe	Hipp voda za bebe
Natrij	11,1	3,9	16,5
Fluorid	0,12	0,15	0,08
Sulfat	59	12,2	7,8
Nitrat	<0,5	0,3	6,7
Nitrit	<0,005	<0,005	<0,005
Kalcij	106	60	103
Magnezij	7,4	3,3	23
Kalij	1,7	1,8	Nema podataka
Klorid	33	18,6	Nema podataka
Hidrogenkarbonat	277	169	403

#### **4. ZAKLJUČCI**

1. Voda je nezamjenjiva komponenta u ljudskom organizmu.
2. Dojenče svoju potrebu za vodom može najbolje zadovoljiti majčinim mlijekom, ali i unosom putem mliječne formule.
3. Količina nutritivnih elemenata iz vode koja se koristi za pripravu mliječne formule može pridonijeti ukupnom dnevnom unosu tih nutrijenata kod dojenčadi, što treba imati na umu kod odabira vode za rekonstituciju formule.



## 5. POPIS LITERATURE

Abramovich M, Miller A, Yang H, Friel JK (2011) Molybdenum content of Canadian and US infant formulas. *Biol Trace Elem Res* **143**, 844–853. <https://doi.org/10.1007/s12011-010-8950-4>

Andersson M, Aeberli I, Wüst N, Piacenza AM, Bucher T, Henschen I, i sur. (2010) The Swiss iodized salt program provides adequate iodine for school children and pregnant women, but weaning infants not receiving iodine-containing complementary foods as well as their mothers are iodine deficient. *J Clin Endocrinol Metab* **95**, 5217–5224. <https://doi.org/10.1210/jc.2010-0975>

Andersson M, Braegger CP (2022) The Role of Iodine for Thyroid Function in Lactating Women and Infants. *Endocr Rev* **43**, 469–506. <https://doi.org/10.1210/endrev/bnab029>

Benelam B, Wyness L (2010) Hydration and health: a review. *Nutr Bull* **35**, 3–25. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2009.01795.x>

Björmsjö M, Hernell O, Lönnerdal B, Berglund SK (2020) Reducing Iron Content in Infant Formula from 8 to 2 mg/L Does Not Increase the Risk of Iron Deficiency at 4 or 6 Months of Age: A Randomized Controlled Trial. *Nutr* **13**, 3. <https://doi.org/10.3390/nu13010003>

Bonilla-Félix M (2017) Potassium regulation in the neonate. *Pediatr Nephrol* **32**, 2037–2049. <https://doi.org/10.1007/s00467-017-3635-2>

Buzalaf MAR, Levy SM (2011) Fluoride intake of children: considerations for dental caries and dental fluorosis. *Monogr Oral Sci* **22**, 1–19. <https://doi.org/10.1159/000325101>

Codex Alimentarius (2007) Standard for infant formula and formulas for special medical purposes intended for infants, CXS 72-1981. Pristupljeno 19. kolovoza 2023.

DIREKTIVA (EU) 2020/2184 EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 16. prosinca 2020. o kvaliteti vode namijenjene za ljudsku potrošnju (2020) *Službeni list L* 435/1 Pristupljeno 19. kolovoza 2023.

Dobrzyńska M, Drzymała-Czyż S, Jakubowski K, Kurek S, Walkowiak J, Przystawski J (2021) Copper and Zinc Content in Infant Milk Formulae Available on the Polish Market and Contribution to Dietary Intake. *Nutr* **13**, 2542. <https://doi.org/10.3390/nu13082542>

EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2013) Scientific Opinion on nutrient requirements and dietary intakes of infants and young children in the European Union. *EFSA J* **11**, 3408. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2013.3408>

EFSA NDA Panel (EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies) (2014) Scientific Opinion on the essential composition of infant and follow-on formulae. *EFSA J* **12**, 3760. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2014.3760>

Erikson KM, Thompson K, Aschner J, Aschner M (2007) Manganese neurotoxicity: a focus on the neonate. *Pharmacol Ther* **113**, 369–377. <https://doi.org/10.1016/j.pharmthera.2006.09.002>

Fanni D, Gerosa C, Nurchi VM, Manchia M, Saba L, Coghe F (2021) The Role of Magnesium

in Pregnancy and in Fetal Programming of Adult Diseases. *Biol Trace Elem Res* **199**, 3647–3657. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>

Fiket Ž, Rožmarić M, Krmpotić M, Benedik Lj (2015) Levels of major and trace elements, including rare earth elements, and <sup>238</sup>U in Croatian tap waters. *Environ Sci Pollut Res* **22**, 6789–6799. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3869-5>

Fossen Johnson S (2019) Methemoglobinemia: Infants at risk. *Curr Probl Pediatr Adolesc Health Care* **49**, 57–67. <https://doi.org/10.1016/j.cppeds.2019.03.002>

Friel J, Qasem W, Cai C (2018) Iron and the Breastfed Infant. *Antioxidants* **7**, 54. <https://doi.org/10.3390/antiox7040054>

Frisbie SH, Mitchell EJ, Roudeau S, Dormat F, Carmona A, Ortega R (2019) Manganese levels in infant formula and young child nutritional beverages in the United States and France: Comparison to breast milk and regulations. *PloS One* **14**, 223–636. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223636>.

Grandjean A, Campbell S (2004) Hydration: Fluids for Life. ILSI NA - International Life Sciences Institute - North American Branch, <https://iafns.org/publication/hydration-fluids-for-life/> Pristupljeno 11. kolovoza 2023.

WHO (2022) Guidelines for drinking-water quality: Fourth edition incorporating the first and second addenda. WHO - World Health Organization, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK579461/> Pristupljeno 12. kolovoza 2023.

Harriehausen CX, Dosani FZ, Chiquet BT, Barratt MS, Quock RL (2019) Fluoride Intake of Infants from Formula. *J Clin Pediatr Dent* **43**, 34–41. <https://doi.org/10.17796/1053-4625-43.1.7>

Hrvatski zavod za javno zdravstvo (2022) Izvještaj o zdravstvenoj ispravnosti vode za ljudsku potrošnju u Republici Hrvatskoj za 2022. godinu. <https://www.hzjz.hr/sluzba-zdravstvena-ekologija/izvjestaj-o-zdravstvenoj-ispravnosti-vode-za-ljudsku-potrosnju-u-republici-hrvatskoj-za-2022-godinu/> Pristupljeno 24. kolovoza 2023.

Jéquier E, Constant F (2010) Water as an essential nutrient: the physiological basis of hydration. *Eur J Clin Nutr* **64**, 115–123. <https://doi.org/10.1038/ejcn.2009.111>

Jochum F, Moltu SJ, Senterre T, Nomayo A, Goulet O, Iacobelli S, i sur. (2018) ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Fluid and electrolytes. *Clin Nutr*, **37**, 2344–2353. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.06.948>

Lassi ZS, Kurji J, Oliviera CS, Moin A, Bhutta ZA (2020) Zinc supplementation for the promotion of growth and prevention of infections in infants less than six months of age. *Cochrane Database Syst Rev* **4**, 205. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD010205.pub2>

Lönnerdal B, Vargas-Fernández E, Whitacre M (2017) Selenium fortification of infant formulas: does selenium form matter?. *Food Funct*, **8**, 3856–3868. <https://doi.org/10.1039/c7fo00746a>

- Martin CR, Ling PR, Blackburn GL (2016) Review of Infant Feeding: Key Features of Breast Milk and Infant Formula. *Nutr* **8**, 279. <https://doi.org/10.3390/nu8050279>
- Mihatsch W, Fewtrell M, Goulet O, Molgaard C, Picaud JC, Senterre T (2018) ESPGHAN/ESPEN/ESPR/CSPEN guidelines on pediatric parenteral nutrition: Calcium, phosphorus and magnesium. *Clin Nutr* **37**, 2360–2365. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2018.06.950>
- Mijatović I, Matošić M (2020) Tehnologija vode, interna skripta PBF
- Mohanharjai M (2002) Fluid and electrolyte concepts in newborns. *Med J Armed Forces India* **58**, 182–183. [https://doi.org/10.1016/S0377-1237\(02\)80075-2](https://doi.org/10.1016/S0377-1237(02)80075-2)
- Molska A, Gutowska I, Baranowska-Bosia I, Nocoń I, Chlubek D (2014) The Content of Elements in Infant Formulas and Drinks Against Mineral Requirements of Children. *Biol Trace Elem Res* **158**, 422–427. <https://doi.org/10.1007/s12011-014-9947-1>
- Mužinić D, Vrčec D, Ivanišević Malčić A, Matijević J, Rošin Grget K, Jukić Krmek S (2012) Koncentracija fluorida u vodovodnoj vodi i komercijalnim napitcima. *Acta stomatol Croat* **46**, 23-30. <https://hrcak.srce.hr/file/116876>
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019) *Dietary Reference Intakes for Sodium and Potassium*, The National Academies Press, Washington DC
- Nemečić-Jurec J, Vadla D (2010) Nadziranje nitrata u vodi za piće na području Koprivničko-križevačke županije. *Acta med Croat* **64**, 375–380. <https://hrcak.srce.hr/118765>
- WHO (2005) *Nutrients in drinking water*. WHO - World Health Organization, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/43403> Pristupljeno 12.kolovoza 2023.
- Olivares M, Pizarro F, Speisky H, Lönnnerdal B, Uauy B (1998) Copper in infant nutrition: safety of World Health Organization provisional guideline value for copper content of drinking water. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* **26**, 251–257. <https://doi.org/10.1097/00005176-199803000-00003>
- Olivares M, Araya M, Uauy R (2000) Copper homeostasis in infant nutrition: deficit and excess. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* **31**, 102–111. <https://doi.org/10.1097/00005176-200008000-00004>
- Omerdić N (2020) Stručni prikaz: Utjecaj vode na organizam čovjeka. *Hrvatske vode* **28**, 313-318. <https://hrcak.srce.hr/254515>
- Pizent A, Butković S (2010) Copper in Household Drinking Water in the City of Zagreb, Croatia. *Arh Hig Rada Toksikol* **61**, 305–309. <https://doi.org/doi:10.2478/10004-1254-61-2010-2041>
- Pravilnik (2019) Pravilnik o prirodnim mineralnim, prirodnim izvorskim i stolnim vodama. Narodne novine **85**, Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019\\_09\\_85\\_1743.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_85_1743.html) Pristupljeno 24. kolovoza 2023.

Pravilnik (2023) Pravilnik o parametrima sukladnosti, metodama analiza i monitorinzima vode namijenjene za ljudsku potrošnju. Narodne novine 64, Zagreb. <https://narodne-novine.nn.hr/eli/sluzbeni/2023/64/1057/pdf> Pristupljeno 24. kolovoza 2023.

Prpić M, Franceschi M, Vidranski V, Andersson M, Zimmermann MB, Hunziker S, i sur. (2021) Iodine status and thyroid function in lactating women and infants - a survey in the Zagreb area, Croatia. *Acta Clin Croat*, **60**, 259–267. <https://doi.org/10.20471/acc.2021.60.02.12>

Vlok M, Snoddy AME, Ramesh N, Wheeler BJ, Standen VG, Arriaza BT (2023) The role of dietary calcium in the etiology of childhood rickets in the past and the present. *Am J Hum Biol* **35**, 238. <https://doi.org/10.1002/ajhb.23819>

Waseem A, Nafees M, Murtaza G, Sajjad A, Mehmood Z, Siddiqi AR (2014) Salt Toxicity (Sodium Intake): A Serious Threat to Infants and Children of Pakistan. *Iran J Public Health* **43**, 1204–1211.

Washington State Department of Health (2016) Copper in drinking water, <https://doh.wa.gov/sites/default/files/legacy/Documents/Pubs//331-178.pdf> Pristupljeno 23. kolovoza 2023.

Zakon o vodi za ljudsku potrošnju (2023) Narodne novine 30. Zagreb. [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023\\_03\\_30\\_509.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_03_30_509.html) Pristupljeno 24. kolovoza 2023.

## Izjava o izvornosti

Ja Mirjana Laginja izjavljujem da je ovaj završni rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristio/la drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.



---

Vlastoručni potpis