

Ocjena zdravstvenog stanja stanovništva Vukovarsko-srijemske županije vezano uz potencijalne zdravstvene učinke arsena u vodi za ljudsku potrošnju

UVOD

Prisutnost arsena u vodi za piće jedan je od najvećih javnozdravstvenih problema u svijetu te se arsen smatra najopasnijim geogenim kontaminantom današnjice. Povišene koncentracije prirodno prisutnog arsena u vodonosnicima registrirane su diljem svijeta, a područje delti Gangesa, Brahmaputre i Meghne jedno je od najugroženijih.

U Europi su podzemne vode onečišćene arsenom pronađene u aluvijalnim vodonosnicima Panonskog bazena: zapadna Mađarska, sjeveroistočna Rumunjska, sjeverna Srbija- Vojvodina; u aluvijalnim naslagama rijeke Aksios i u krškim vodonosnicima u Kalikratiji, sjeverna Grčka; u središnjoj Španjolskoj; u Slovačkoj i u Švicarskoj. U većini slučajeva arsenom onečišćena voda koristi se za javnu vodoopskrbu. U središnjoj Bosni i Hercegovini, Srbiji i Makedoniji duboke mineralne vode prirodno sadrže povišene koncentracije arsena, a u Makedoniji je zabilježeno i onečišćenje voda koje su namijenjene javnoj vodoopskrbi.

Podzemne vode (ali i površinske) mogu biti onečišćene arsenom zbog prirodne kontaminacije i/ili uslijed ljudskih aktivnosti. Prirodna kontaminacija posljedica je geološkog sastava tla i sedimenata kao i hidrogeoloških karakteristika područja. Onečišćenje okoliša arsenom uslijed ljudskih aktivnosti uključuje taljenje ruda, emisiju plinova nastalih sagorijevanjem fosilnih goriva, razvoj drvne, farmaceutske i industrije stakla, upotrebu pesticida i herbicida na bazi arsena (npr. pesticid - na bazi olova i arsena koji se koristi u vinogradarstvu; herbicid - kompleks bakra, kroma i arsena koji se koristi kao defolijant u industriji pamuka) i odlaganje industrijskog kemijskog otpada. U novije vrijeme arsen se koristi i kao antibiotik u uzgoju peradi, a preko izmeta i degradacije pomoću nitrata i organskih tvari, također prisutnih u izmetu, dospijeva u okoliš u obliku arsenata i arsenita.

IZLOŽENOST

Arsen je rasporostranjen u atmosferi, tlu, stijinama, vodama i organizmima. U vodenom okolišu arsen je prisutan u obliku anorganskih i organometalnih spojeva. Tlo i voda predstavljaju glavne izvore ingestije arsena. Glavni putovi unosa arsena u organizam su: voda za piće, riba i morski plodovi, rezidue kod tretmana voća, povrće i riža, jaja i svinjsko meso ukoliko su arsenovi spojevi korišteni kao dodatak životinjskoj prehrani.

Količina arsena apsorbirana u organizmu ovisi o putu izloženosti i o obliku u kojem je arsen prisutan. Anorganski arsenovi oblici u vodi i hrani apsorbiraju se iz gastrointestinalnog trakta pri čemu se apsorpcija lakše odvija ako je arsen prisutan u otopljenom obliku nego kada je prisutan u čvrstom obliku u hrani. Oko dvije trećine do tri četvrtine ingestiranog arsena izlučuje se urinom unutar nekoliko dana do jednog tjedna. U ribi i morskim plodovima prisutni su arsenobetain i arsenokolin, koji se nakon konzumiranja izluče iz organizma urinom poslije jednog do dva dana. Metabolizam arsena u ljudskom organizmu uglavnom je kontroliran s dva tipa reakcija: redukcijom $As(+5)$ u $As(+3)$ i oksidativnim metiliranjem spojeva $As(+3)$. Kod ljudi oba anorganska arsenova oblika (arsenati i arseniti) metiliraju se do MMA i DMA, a ovi metilirani oblici manje reagiraju sa sastojcima tkiva i lakše se izlučuju iz organizma urinom. Međutim, arsen se u organizmu može nakupljati u različitim tkivima i

organima. Najveće količine nađene su u tkivima bogatima keratinom kao što su kosa i nokti u kojima se arsen nakuplja zbog sklonosti prema –SH grupama.

UTJECAJ ARSENA NA ZDRAVLJE

Akutni učinci arsena

Izveštaji o akutnim trovanjima arsenom govore nam da gotovo svi organski sustavi mogu biti oštećeni, a najčešće su to gastrointestinalni, kardiovaskularni, urinarni i neurološki sustav, a u manjoj mjeri to mogu biti respiratorni i hematološki sustav, te koža. Akutni gastrointestinalni sindrom je najuobičajena prezentacija akutnog trovanja arsenom.

Kronični učinci arsena

Učinci kronične izloženosti arsenu vrlo su širokog spektra, od dermalnih lezija, periferne neuropatije, vaskularnih lezija, do karcinoma kože i unutarnjih organa pluća i mokraćnog mjehura. Dermalne lezije su najčešći simptomi kronične izloženosti arsenu, a nastaju poslije minimalnog perioda izloženosti od 5 godina, te se manifestiraju kao hiperpigmentacija kože, te palmoplantarna hiperkeratoza i karcinom kože. Studije provedene na populacijama izloženim arsenu dokazuju jasnu povezanost izloženosti, doze i zdravstvenih posljedica vezano uz navedene dermalne lezije. U studijama provedenim na istim područjima dokazana je povezanost između kardiovaskularnih poremećaja, *diabetes mellitus*a, te spontanih pobačaja i izloženosti arsenu.

Simptomi i znakovi uzrokovani dugoročnom izloženošću anorganskim oblicima arsena razlikuju se između pojedinaca, grupa stanovnika i geografskih područja. Stoga Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) smatra da je teško dati definiciju bolesti uzrokovanih arsenom što otežava procjenu utjecaja arsena na ljudsko zdravlje. Nadalje, SZO ističe da ne postoji metoda kojom bi se razdijelili slučajevi karcinoma uzrokovanih arsenom i onih uzrokovanih drugim faktorima. Stoga je teško procijeniti posljedice arsena na ljudsko zdravlje i raširenost pojava diljem svijeta.

DOZVOLJENE KONCENTRACIJE ARSENA U VODI ZA LJUDSKU POTROŠNJU

Kako bi se ograničio prekomjeren unos arsena u organizam Svjetska zdravstvena organizacija preporučila je maksimalno dozvoljenu koncentraciju (MDK) arsena u vodi za piće od $10 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$, a ista je vrijednost propisana i EU Direktivom o vodi za piće. U Hrvatskoj je također prihvaćena MDK vrijednost od $10 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ s napomenom da se u prijelaznom periodu javnim isporučiteljima vodnih usluga može odobriti zahtjev za odobrenjem prekoračenja do $50 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$.

Trenutna legislativa ne uzima u obzir prisutnost arsena u različitim oblicima iako se njihova toksičnost razlikuje. Prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji $\text{As}(+3)$ prisutan u vodi za piće može biti toksičniji od $\text{As}(+5)$ u slučaju akutnog trovanja, međutim u slučaju kronične izloženosti putem vode i hrane postoji mala razlika u njihovoj toksičnosti jer se arsenati i arseniti lako pretvaraju iz jednog oblika u drugi u ljudskim crijevima.

PREVENCIJA I KONTROLA

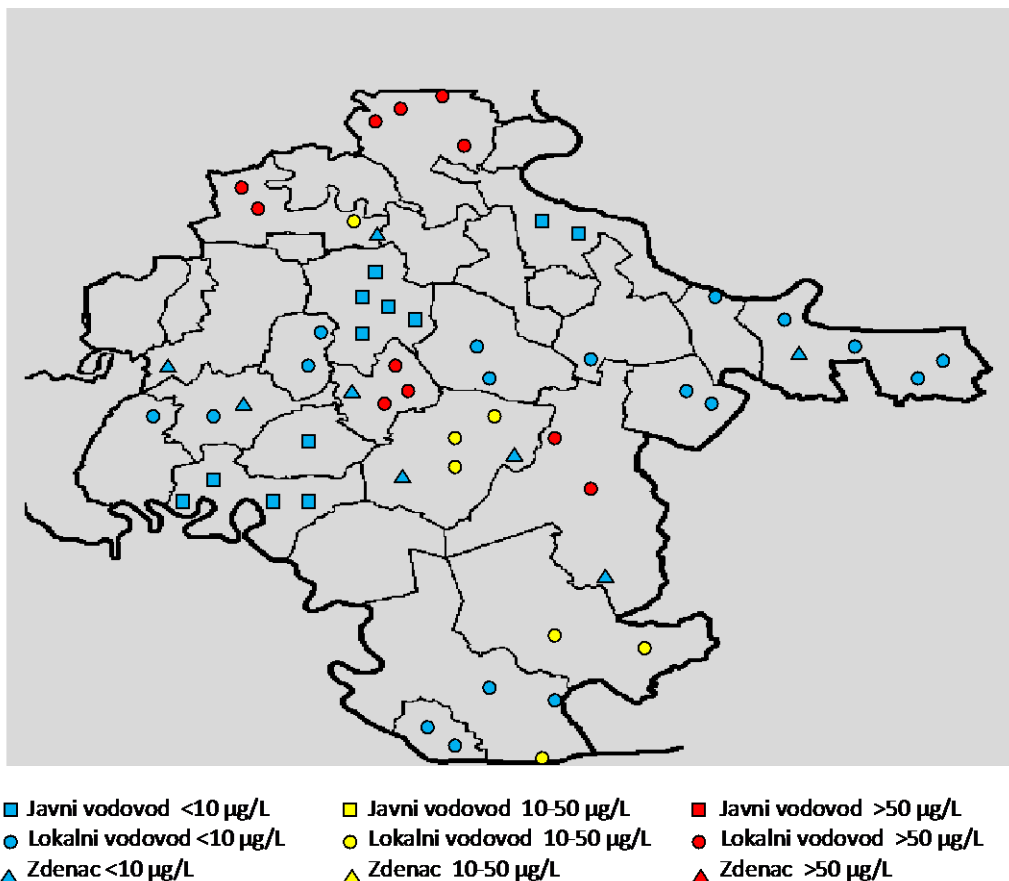
Najvažniji korak u zaštiti ljudskog zdravlja od izloženosti arsenu je onemogućiti daljnju izloženost isporukom zdravstveno ispravne vode za piće, za pripremu hrane i za zalijevanje biljaka koje će se kasnije konzumirati jer su to također značajni putevi unosa arsena u organizam.

Problem se može riješiti ili korištenjem drugih izvora vode koje ne sadrže visoke koncentracije arsena, i zadovoljavaju ostale kriterije zdravstvene ispravnosti vode ili upotrebom tehnologije za uklanjanje arsena iz vode. Voda s niskim sadržajem arsena može se koristiti za piće, kuhanje i zalijevanje, a voda s visokim sadržajem arsena može se koristiti za tuširanje, pranje odjeće.

POJAVNOST ARSENA I NJEGOV UTJECAN NA Ljudsko ZDRAVLJE NA PODRUČJU VUKOVARSKO-SRIJEMSKJE ŽUPANIJE

Pojavnost arsena u vodi za ljudsku potrošnju u Vukovarsko-srijemskoj županiji

Prema do sada objavljenim podacima, koncentracije arsena u vodi za piće na području Vukovarsko-srijemske županije sežu od <1 do $197 \mu\text{g/L}^{-1}$. Koncentracije ukupnog arsena veće od $10 \mu\text{g/L}$ utvrđene su u 12 naselja u Vukovarsko-srijemskoj županiji.



Slika 1. Prostorni raspored ispitanih vodoopskrbnih objekata Vukovarsko-srijemske županije po tipu vodoopskrbnog objekta i po kategorijama koncentracije arsena u vodi za ljudsku potrošnju u 2012. godini.

Prilikom ispitivanja kvalitete vode u privatnim zdenicima dubine od 8 do 13 m arsen nije detektiran. Povišene koncentracije arsena pronađene su u zdenicima čije dubine sežu od 30 do 173 m, što upućuje na to da su povišene koncentracije arsena u istočnoj Hrvatskoj povezane s vodom koja se crpi iz dubljih vodonosnika i da je arsen prirodno prisutan u vodonosnicima što je potvrđeno analizom sedimenata iz dvije bušotine u kojima je pronađen arsen. Osim toga, zdenici u kojima su pronađene povišene koncentracije sulfata, nitrata i klorida, kao moguće posljedice ljudskih utjecaja, pokazuju uglavnom nizak sadržaj arsena što upućuje na to da povećane masene koncentracije arsena u podzemnim vodama nisu povezane s ljudskom djelatnošću.

Uklanjanje arsena iz vode za ljudsku potrošnju

U Hrvatskoj se više od dvadeset godina intenzivno radi na uklanjanju arsena te se nekoliko grupa znanstvenika bavi tom problematikom, a procesi koje proučavaju su različiti. Tako se Sipos i suradnici bave procesima koji uključuju oksidaciju, filtraciju i koagulaciju, Košutić i suradnici te Mijatović i suradnici proučavaju membranske procese, uklanjanjem arsena pomoću zeolita bave se Šiljeg i suradnici te Habuda-Stanić i suradnici, a Romić se bavi učinkom procesa oksidacije.

Procesi obrade voda koji uključuju uglavnom oksidaciju i filtraciju, a neki i koagulaciju kao i razrjeđivanje vodom koja nije opterećena arsenom koriste se u nekoliko većih vodoopskrbnih sustava (Donji Miholjac, Valpovo-crpilište Jarčevac, Osijek, Dalj, Klisa, Semeljci, Vukovar, Vinkovci, Gradište). Navedeni sustavi opskrbljivali su stanovništvo vodom koja sadrži manje od $50 \mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$ arsena, u skladu s važećim hrvatskim zakonskim propisima, a u međuvremenu su neki od sustava napušteni, npr. u Vinkovcima jer se cijelo naselje priključilo na regionalni sustav Istočna-Slavonija koji se opskrbljuje iz Sikirevaca.

U vodoopskrbnim sustavima koji opskrbljuju stanovništvo iz takozvanih lokalnih vodovoda ne koristi se nikakva vrsta obrade.

Točan broj izloženih stanovnika teško je procijeniti jer su Hrvatske vode pokrenule upotrebu alternativnih izvora vode koji nisu opterećeni arsenom i da se naselja postepeno spajaju na regionalni sustav vodoopskrbe s vodocrpilišta Sikirevci. Osim toga, izloženost može biti manja i zbog korištenja vode iz plitkih privatnih zdenaca u kojima arsen nije pronađen. Osim toga, procesi koji se odvijaju distribucijskim sustavima kao što su oksidacija As(+3), adsorpcija arsena na željezove precipitate također mogu dovesti do niže izloženosti stanovništva.

Učinci arsena na ljudsko zdravlje u Vukovarsko-srijemskoj županiji

U Hrvatskoj je unos arsena u organizam hranom puno niži nego u mnogim drugim zemljama (81,9 $\mu\text{g}/\text{osoba}/\text{tjedan}$) te se uglavnom unosi vodom za piće.

Količine arsena pronađene u kosi stanovnika u Osijeku, Andrijaševcima i Čepinu koreliraju s koncentracijama arsena u vodi za piće, a praćenjem odabranih markera bolesti krvožilnog sustava zaključilo se da postoji povezanost ovih bolesti i izloženosti populacije arsenu kroz vodu za piće.

Važno je napomenuti da je istraživanje koje je pokazalo povezanost bolesti krvožilnog sustava s arsenom u vodi za piće rađeno u naselju Andrijaševci u kojem su izmjerene najviše koncentracije arsena u vodi u RH ($>500 \mu\text{g}/\text{L}$). Navedeno se poklapa s napravljenom procjenom rizika koja je

pokazala da se u istom naselju mogu pojaviti neželjeni zdravstveni učinci na ljudsko zdravlje povezani s unosom arsena kroz vodu za piće.

METODOLOŠKE NAPOMENE

Analizirani su podaci o pojavnosti ukupnih zloćudnih bolesti, raka pluća i bronha te raka mokraćnog mjehura; podaci o smrtnosti od kardiovaskularnih bolesti, ukupnih zloćudnih bolesti, raka pluća i bronha te raka mokraćnog mjehura, kao i podaci o hospitalizacijama od kardiovaskularnih bolesti, svih novotvorina, raka pluća i bronha te raka mokraćnog mjehura za naselje Komletinci, za razdoblje od 2001. do 2015. godine.

Grube stope na 100.000 stanovnika za Republiku Hrvatsku i Vukovarsko-srijemsku županiju računane su prema dostupnim procjenama o broju stanovnika Državnog zavoda za statistiku za pojedine godine. Za grad Otok i naselje Komletince za računanje stopa za razdoblje od 2001. do 2007. godine korišteni su podaci Popisa stanovništva za 2001. godinu, a za razdoblje 2008. do 2015. godina rezultati Popisa za 2011. godinu.

Dobiveni podaci uspoređeni su s podacima za Republiku Hrvatsku metodom indirektna standardizacije.

SMRTNOST OD RAKA I KARDIOVASKULARNIH BOLESTI, KOMLETINCI

UKUPNI INVAZIVNI RAK (C00-C97)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001	11725	272,7	483	253,5	20	257,9	5	263,6
2002	12077	280,7	510	269,0	18	232,1	5	263,6
2003	12373	287,5	503	267,0	16	206,3	3	158,1
2004	12287	285,4	522	279,1	18	232,1	7	369,0
2005	12640	293,3	491	264,0	13	167,6	1	52,7
2006	12551	291,1	529	285,8	17	219,2	4	210,9
2007	12682	294,2	533	289,2	22	346,8	5	263,6
2008	13086	303,6	548	298,0	17	268,0	3	158,1
2009	13315	309,3	556	303,7	23	362,6	7	369,0
2010	13482	313,9	542	299,2	23	362,6	1	52,7
2011	13645	318,8	614	343,1	14	220,7	1	60,6
2012	13704	321,1	578	325,5	19	299,5	4	242,6
2013	13788	324,0	622	353,5	22	346,8	5	303,2
2014	13939	328,9	614	354,0	30	473,0	8	485,1
2015	14010	333,3	585	345,7	19	299,5	6	363,9
Godišnji prosjek	13020	309,7	549	324,2	19	305,8	4	262,8

Tablica 1. Smrtnost od zloćudnih novotvorina (MKB-10:C00-C97) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine.

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je od zloćudnih novotvorina prosječno su godišnje umrle 4 osobe ili 262,8/100.000 stanovnika (Tablica 1). Raspon broja umrlih po godinama kretao se od 1 u 2011. godini do 8 u 2014. godini. Tijekom promatranog razdoblja ne bilježi se trend porasta broja umrlih već on varira oko prosječne godišnje vrijednosti.

Zabilježene grube stope smrtnosti za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope smrtnosti. Izračunati petnaestogodišnji prosjek opaženog broja smrti za Komletince bio je 4 što je manje od očekivanog broja smrti dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 5. Pripadajući standardizirani omjer mortaliteta bio je **91% (95% interval pouzdanosti 22,8%-213,9%)**, što ne ukazuje na veći broj opaženih smrti od zloćudnih novotvorina u naselju Komletinci.

RAK PLUĆA C33-C34

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001	2616	60,8	127	66,7	5	64,5	3	158,1
2002	2598	60,4	130	68,6	5	64,5	1	52,7
2003	2640	61,3	121	64,2	2	25,8	-	-
2004	2635	61,2	121	64,7	6	77,4	1	52,7
2005	2640	61,3	106	57,0	3	38,7	-	-
2006	2717	63,0	134	72,4	8	103,2	2	105,4
2007	2753	63,9	130	70,5	4	63,1	2	105,4
2008	2750	63,8	126	68,5	7	110,4	1	52,7
2009	2799	65,0	115	62,8	7	110,4	1	52,7
2010	2768	64,4	112	61,8	5	78,8	-	-
2011	2838	66,3	158	88,3	3	47,3	-	-
2012	2790	65,4	109	61,4	1	15,8	-	-
2013	2802	65,8	156	88,7	5	78,8	1	60,6
2014	2827	66,7	131	75,5	7	110,4	1	60,6
2015	2821	67,1	140	82,7	4	63,1	-	-
Godišnji prosjek	2733	65,0	128	75,5	5	75,7	0,9	52,6

Tablica 2. Smrtnost od zloćudnih novotvorina bronha i pluća (MKB-10: C33-C34) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je od zloćudnih novotvorina bronha i pluća prosječno je godišnje umrlo 0,9 osoba ili 52,6/100.000 stanovnika (Tablica 2). Raspon broja umrlih po godinama kretao se od 1 u 2002. godini do 3 u 2001. godini. U navedenom razdoblju u šest pojedinačnih godina nije zabilježen niti jedan slučaj smrti od navedene novotvorine.

Zabilježene grube stope smrtnosti za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja.

Indirektna standardizacija nije računata zbog izrazito male pojavnosti ove bolesti u naselju Komletinci.

RAK MOKRAĆNOG MJEHURA (C67)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001	299	7,0	12	6,3	1	12,9	-	-
2002	301	7,0	21	11,1	-	-	-	-
2003	330	7,7	8	4,2	1	12,9	1	52,7
2004	297	6,9	16	8,6	1	12,9	-	-
2005	329	7,6	13	7,0	-	-	-	-
2006	328	7,6	12	6,5	-	-	-	-
2007	333	7,7	13	7,1	-	-	-	-
2008	357	8,3	16	8,7	2	31,5	-	-
2009	362	8,4	15	8,2	-	-	-	-
2010	366	8,5	21	11,6	1	15,8	-	-
2011	367	8,6	22	12,3	-	-	-	-
2012	424	9,9	19	10,7	1	15,8	-	-
2013	404	9,5	17	9,7	2	31,5	-	-
2014	443	10,5	21	12,1	2	31,5	1	60,6
2015	475	11,3	20	11,8	-	-	-	-
Godišnji prosjek	361	8,6	16	9,7	0,7	11,6	0,1	8,1

Tablica 3. Smrtnost od zloćudne novotvorine mokraćnog mjehura (MKB-10: C67) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je od zloćudne novotvorine mokraćnog mjehura prosječno godišnje umrlo 0,1 osoba ili 8,1/100.000 stanovnika (Tablica 3). Raspon broja umrlih po godinama kretao se od 1 u 2002. godini do 3 u 2001. godini. U navedenom razdoblju zabilježena su svega 2 slučaja smrti od navedene bolesti.

Zabilježene grube stope smrtnosti za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja.

Indirektna standardizacija nije računata zbog izrazito male pojavnosti ove bolesti u naselju Komletinci.

KARDIOVASKULARNE BOLESTI (I00-I99)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001	26542	617,3	1196	627,7	53	683,4	14	738,0
2002	26698	620,6	1232	649,8	50	644,7	15	790,7
2003	27872	647,7	1193	633,3	52	670,5	14	738,0
2004	24959	579,8	1099	587,6	42	541,6	13	685,3
2005	26029	603,9	1251	672,6	33	425,5	11	579,9
2006	25611	594,1	1181	638,0	52	670,5	16	843,4
2007	26506	615,0	1205	653,7	41	646,4	15	790,7
2008	26235	608,7	1159	630,4	41	646,4	17	896,2
2009	25976	603,4	1197	653,9	45	709,4	14	738,0
2010	25631	596,7	1157	638,7	33	520,3	14	738,0
2011	24841	580,3	1066	595,7	38	599,1	8	485,1
2012	24988	585,5	1103	621,1	27	425,7	5	303,2
2013	24232	569,4	1080	613,9	43	677,9	11	667,1
2014	24112	568,9	1091	629,0	35	551,8	10	606,4
2015	25694	611,2	1197	707,3	52	819,8	19	1152,2
Godišnji prosjek	25728	612,1	1160	685,8	42	669,5	13	792,4

Tablica 4. Smrtnost od kardiovaskularnih bolesti (MKB-10: I00-I99) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je od kardiovaskularnih bolesti prosječno godišnje umrlo 13 osoba ili 792,4/100.000 stanovnika (Tablica 4). Raspon broja umrlih po godinama kretao se od 5 u 2012. godini do 19 u 2015. godini. Tijekom promatranog razdoblja nije zabilježen jasan trend porasta smrtnosti.

Zabilježene grube stope smrtnosti za naselje Komletinci više su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope smrtnosti. Izračunati petnaestogodišnji prosjek opaženog broja smrti za Komletince bio je 13 što je više od 10 očekivanih smrti procijenjenih indirektnom standardizacijom. Pripadajući standardizirani omjer mortaliteta bio je **137% (95% interval pouzdanosti 72,8%-233,9%)**, što s obzirom na velik raspon intervala pouzdanosti ne ukazuje na veći broj opaženih smrti od bolesti cirkulacijskog sustava u naselju Komletinci.

INCIDENCIJA ZLOĆUDNIH NOVOTVORINA, KOMLETINCI

UKUPNI INVAZIVNI RAK (C00-C97)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	19048	443,0	771	404,7	27	348,2	6	316,3
2002.	19416	451,3	750	395,6	24	309,5	4	210,9
2003.	19465	452,3	771	409,3	25	322,4	1	52,7
2004.	19175	445,5	773	413,3	24	309,5	11	579,9
2005.	20512	475,9	693	372,6	22	283,7	2	105,4
2006.	19884	461,2	734	396,5	22	283,7	5	263,6
2007.	20414	473,6	838	454,6	29	374,0	8	421,7
2008.	20267	470,3	873	474,8	31	488,7	7	424,5
2009.	21187	492,1	899	491,1	30	473,0	6	363,9
2010.	20964	488,1	830	458,2	31	488,7	3	181,9
2011.	21091	492,7	875	488,9	23	362,6	2	121,3
2012.	20965	491,3	849	478,1	29	457,2	8	485,1
2013.	21329	501,2	841	478,0	30	473,0	10	606,4
2014.	21369	504,2	744	429,0	26	409,9	4	242,6
Godišnji prosjek	20363,3	474,4	802,9	438,3	26,6	378,0	5,5	310,2

Tablica 5. Incidencija zloćudnih novotvorina (MKB-10:C00-C97) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2014. godine.

U razdoblju od 2001. do 2014. godine u naselju Komletinci je od zloćudnih novotvorina prosječno godišnje obolijevalo 5,5 osoba ili 310,2/100.000 stanovnika (Tablica 5). Raspon broja oboljelih po godinama kretao se od 1 u 2003. godini do 11 u 2014. godini. Tijekom promatranog razdoblja ne bilježi se trend porasta broja novooboljelih.

Zabilježene grube stope incidencije za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope incidencije. Izračunati četrnaestogodišnji prosjek opaženog broja novih slučajeva raka za Komletince bio je 5,5 što je manje od očekivanog broja novih slučajeva dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 7,8. Pripadajući standardizirani omjer incidencije bio je **70% (95% interval pouzdanosti 40,4%-100,0%)**, što ne ukazuje na veći broj opaženih novih slučajeva zloćudnih novotvorina u naselju Komletinci.

RAK PLUĆA C33-C34

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	2976	69,2	154	80,8	8	103,2	2	105,4
2002.	2952	68,6	150	79,1	6	77,4	2	105,4
2003.	2779	64,6	146	77,5	6	77,4	0	0,0
2004.	2738	63,6	139	74,3	7	90,3	0	0,0
2005.	2983	69,2	107	57,5	1	12,9	0	0,0
2006.	2830	65,6	122	65,9	8	103,2	2	105,4
2007.	2793	64,8	133	72,2	4	51,6	2	105,4
2008.	2559	59,4	114	62,0	9	141,9	2	121,3
2009.	2948	68,5	133	72,7	6	94,6	1	60,6
2010.	2693	62,7	114	62,9	8	126,1	2	121,3
2011.	2947	68,8	149	83,3	2	31,5	0	0,0
2012.	2779	65,1	115	64,8	1	15,8	0	0,0
2013.	2781	65,3	143	81,3	7	110,4	1	60,6
2014.	2896	68,3	104	60,0	4	63,1	1	60,6
Godišnji prosjek	2832,4	66,0	130,2	71,1	5,5	78,0	1,1	60,4

Tablica 6. Incidencija raka bronha i pluća (MKB-10:C33-C34) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2014. godine.

U razdoblju od 2001. do 2014. godine u naselju Komletinci je od raka pluća prosječno godišnje obolijevala 1,1 osoba ili 60,4/100.000 stanovnika (Tablica 6). Raspon broja oboljelih po godinama kretao se od 0 do 2. Tijekom promatranog razdoblja ne bilježi se trend porasta broja novooboljelih već on varira oko prosječne godišnje vrijednosti.

Zabilježene grube stope incidencije raka pluća za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope incidencije. Izračunati četrnaestogodišnji prosjek opaženog broja novih slučajeva raka pluća za Komletince bio je 1,1 što je manje od očekivanog broja novih slučajeva dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 1,2. Pripadajući standardizirani omjer incidencije bio je **99% (95% interval pouzdanosti 73,1%-124,0%)**, što ne ukazuje na veći broj novih slučajeva raka pluća u naselju Komletinci.

RAK MOKRAČNOG MJEHURA

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	768	17,9	32	16,8	0	0,0	0	0,0
2002.	842	19,6	39	20,6	2	25,8	1	52,7
2003.	841	19,5	23	12,2	1	12,9	0	0,0
2004.	707	16,4	36	19,2	1	12,9	0	0,0
2005.	920	21,3	36	19,4	2	25,8	0	0,0
2006.	897	20,8	27	14,6	0	0,0	0	0,0
2007.	843	19,6	30	16,3	0	0,0	0	0,0
2008.	832	19,3	35	19,0	4	63,1	0	0,0
2009.	988	22,9	43	23,5	4	63,1	1	60,6
2010.	985	22,9	45	24,8	0	0,0	0	0,0
2011.	1071	25,0	40	22,4	0	0,0	0	0,0
2012.	1061	24,9	42	23,7	4	63,1	0	0,0
2013.	1028	24,2	43	24,4	2	31,5	1	60,6
2014.	1002	23,6	30	17,3	1	15,8	0	0,0
Godišnji prosjek	913,2	21,3	35,8	19,5	1,5	21,3	0,2	12,1

Tablica 7. Incidencija raka mokraćnog mjehura (MKB-10:C67) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2014. godine.

U razdoblju od 2001. do 2014. godine u naselju Komletinci su od raka mokraćnog mjehura ukupno oboljele 3 osobe (prosječno godišnje obolijevalo 0,2 osobe ili 12,1/100.000 stanovnika (Tablica 7). Raspon broja oboljelih po godinama kretao se od 0 do 1.

Zabilježene grube stope incidencije raka mokraćnog mjehura za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope incidencije.

Izračunati četrnaestogodišnji prosjek opaženog broja novih slučajeva raka mokraćnog mjehura za Komletince bio je 0,2 što je manje od očekivanog broja novih slučajeva dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 0,3. Pripadajući standardizirani omjer incidencije bio je **61% (95% interval pouzdanosti 25,8%-96,4%)**, što ne ukazuje na veći broj novih slučajeva raka mokraćnog mjehura u naselju Komletinci.

HOSPITALIZACIJE ZBOG RAKA I KARDIOVASKULARNIH BOLESTI, KOMLETINCI

UKUPNO NOVOTVORINE (C00-D48)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	69251	1610,6	2001	1050,2	63	812,4	6	316,3
2002.	72688	1689,6	1914	1009,5	55	709,2	8	421,7
2003.	79781	1853,9	2102	1115,9	79	1018,7	14	738,0
2004.	85019	1975,1	2729	1459,0	88	1134,8	29	1528,7
2005.	81244	1884,9	2271	1220,9	66	851,1	10	527,1
2006.	89844	2084,0	3054	1649,8	133	1715,0	29	1528,7
2007.	91520	2123,3	3088	1675,2	125	1611,9	27	1637,4
2008.	85465	1983,1	3018	1641,4	94	1481,9	21	1273,5
2009.	89629	2081,9	2936	1603,9	85	1340,1	16	970,3
2010.	79976	1861,9	3100	1711,3	118	1860,3	19	1152,2
2011.	81336	1900,1	2471	1380,8	69	1087,8	16	970,3
2012.	80290	1881,4	3135	1765,4	101	1592,3	38	2304,4
2013.	81143	1906,7	3020	1716,6	89	1403,1	26	1576,7
2014.	81790	1929,7	3013	1737,2	83	1308,5	27	1637,4
2015.	85015	2022,4	3299	1949,5	111	1750,0	42	2547,0
Godišnji prosjek	82266,1	1919,2	2743,4	1512,4	90,6	1311,8	21,9	1275,3

Tablica 8. Hospitalizacije zbog novotvorina (MKB-10:C00-D48) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine.

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je zbog novotvorina prosječno godišnje zabilježeno 21,9 hospitalizacija, ili 1275,3/100.000 stanovnika (Tablica 8). Raspon broja hospitalizacija po godinama kretao se od 6 u 2001. godini do 42 u 2014. godini. Tijekom promatranog razdoblja bilježi se trend porasta broja hospitalizacija kao i u Otoku, Hrvatskoj te Vukovarsko-srijemskoj županiji.

Zabilježene grube stope hospitalizacija za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope hospitalizacije. Izračunati petnaestogodišnji prosjek opaženog broja hospitalizacija zbog raka za Komletince bio je 21,9 što je manje od očekivanog broja novih slučajeva dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 27,8. Pripadajući standardizirani omjer hospitalizacija bio je **78,5% (95% interval pouzdanosti 74%-82,9%)**, što ne ukazuje na veći broj hospitalizacija zbog novotvorina u naselju Komletinci.

RAK PLUĆA (C33-C34)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	8787	204,4	274	143,8	18	232,1	1	52,7
2002.	8792	204,4	232	122,4	8	103,2	2	105,4
2003.	9895	229,9	311	165,1	4	51,6	2	105,4
2004.	10511	244,2	346	185,0	17	219,2	1	52,7
2005.	10400	241,3	303	162,9	6	77,4	0	0,0
2006.	10924	253,4	413	223,1	24	309,5	3	158,1
2007.	9469	219,7	303	164,4	11	141,8	7	424,5
2008.	9558	221,8	275	149,6	12	189,2	2	121,3
2009.	10983	255,1	318	173,7	9	141,9	1	60,6
2010.	8774	204,3	435	240,1	39	614,9	5	303,2
2011.	8659	202,3	328	183,3	2	31,5	0	0,0
2012.	7364	172,6	321	180,8	6	94,6	2	121,3
2013.	6431	151,1	363	206,3	12	189,2	2	121,3
2014.	6509	153,6	318	183,3	14	220,7	7	424,5
2015.	5822	138,5	364	215,1	7	110,3	0	0,0
Godišnji prosjek	8858,5	206,4	326,9	179,9	12,6	181,8	2,3	136,7

Tablica 9. Hospitalizacije zbog raka bronha i pluća (MKB-10:C33-C34) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine.

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je zbog raka pluća prosječno godišnje zabilježeno 2,3 hospitalizacija, ili 136,7 na 100.000 stanovnika (Tablica 9). Raspon broja hospitalizacija po godinama kretao se od 0 do 7. Tijekom promatranog razdoblja ne bilježi se trend porasta broja hospitalizacija već on varira oko prosječne godišnje vrijednosti.

Zabilježene grube stope hospitalizacije zbog raka pluća za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope hospitalizacije. Izračunati petnaestogodišnji prosjek opaženog broja hospitalizacija zbog raka pluća za Komletince bio je 2,3 što je manje od očekivanog broja hospitalizacija dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 2,8. Pripadajući standardizirani omjer hospitalizacija bio je **83,2% (95% interval pouzdanosti 69,1%-97,3%)**, što ne ukazuje na veći broj hospitalizacija zbog raka pluća u naselju Komletinci.

RAK MOKRAČNOG MJEHURA (C67)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	1756	40,8	58	30,4	2	25,8	0	0,0
2002.	2031	47,2	35	18,5	1	12,9	0	0,0
2003.	2337	54,3	53	28,1	1	12,9	1	52,7
2004.	2385	55,4	89	47,6	4	51,6	0	0,0
2005.	2443	56,7	98	52,7	5	64,5	0	0,0
2006.	2884	66,9	99	53,5	1	12,9	0	0,0
2007.	3039	70,5	83	45,0	4	51,6	0	0,0
2008.	2788	64,7	115	62,5	13	205,0	0	0,0
2009.	2736	63,6	83	45,3	10	157,7	1	60,6
2010.	2646	61,6	105	58,0	1	15,8	0	0,0
2011.	2539	59,3	63	35,2	1	15,8	1	60,6
2012.	2605	61,0	77	43,4	4	63,1	0	0,0
2013.	2623	61,6	81	46,0	5	78,8	3	181,9
2014.	2894	68,3	100	57,7	0	0,0	0	0,0
2015.	3047	72,5	94	55,5	3	47,3	0	0,0
Godišnji prosjek	2583,5	60,3	82,2	45,3	3,7	54,4	0,4	23,7

Tablica 10. Hospitalizacije zbog raka mokraćnog mjehura (MKB-10:C67) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine.

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je zbog raka mokraćnog mjehura ukupno zabilježeno 6 hospitalizacija (prosječno godišnje 0,4 hospitalizacije ili 23,7/100.000 stanovnika (Tablica 10). Raspon broja hospitalizacija po godinama kretao se od 0 do 3.

Zabilježene grube stope hospitalizacije zbog raka mokraćnog mjehura za naselje Komletinci niže su od onih u gradu Otok, Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja. Stoga se pristupilo indirektnoj standardizaciji koristeći stanovništvo Republike Hrvatske kao standardnu populaciju te njegove zabilježene dobno specifične stope hospitalizacije.

Izračunati petnaestogodišnji prosjek opaženih hospitalizacija zbog raka mokraćnog mjehura za Komletince bio je 0,4 što je manje od očekivanog broja hospitalizacija dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 0,89. Pripadajući standardizirani omjer hospitalizacija bio je **45% (95% interval pouzdanosti 26,7%-63,4%)**, što ne ukazuje na veći broj hospitalizacija zbog raka mokraćnog mjehura u naselju Komletinci.

KARDIOVASKULARNE BOLESTI (I00-I99)

Godina	RH		VSŽ		Otok		Komletinci	
	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000	Broj	Stopa/100.000
2001.	75086	1746,3	3112	1633,3	136	1753,7	33	1739,6
2002.	76871	1786,8	3390	1787,9	116	1495,8	24	1265,2
2003.	79088	1837,8	3515	1866,1	116	1495,8	24	1265,2
2004.	79801	1853,9	3265	1745,6	116	1495,8	23	1212,4
2005.	82173	1906,5	2206	1186,0	61	786,6	20	1054,3
2006.	86440	2005,0	3306	1785,9	123	1586,1	32	1686,9
2007.	85437	1982,2	3080	1670,9	90	1160,5	21	1273,5
2008.	84413	1958,7	2993	1627,8	62	977,5	27	1637,4
2009.	83781	1946,1	3187	1741,0	61	961,7	24	1455,4
2010.	81575	1899,1	2829	1561,7	65	1024,8	26	1576,7
2011.	83935	1960,8	2984	1667,4	85	1340,1	31	1879,9
2012.	78877	1848,3	2979	1677,5	80	1261,2	26	1576,7
2013.	83442	1960,7	3085	1753,5	115	1813,0	33	2001,2
2014.	85737	2022,9	3260	1879,6	114	1797,3	37	2243,8
2015.	88657	2109,1	3627	2143,3	120	1891,6	29	1758,6
Godišnji prosjek	82354,2	1921,6	3121,2	1715,2	97,3	1389,4	27,3	1575,1

Tablica 11. Hospitalizacije zbog kardiovaskularnih bolesti (MKB-10:I00-I99) u Republici Hrvatskoj, Vukovarsko-srijemskoj županiji, gradu Otok i naselju Komletinci u razdoblju od 2001. do 2015. godine.

U razdoblju od 2001. do 2015. godine u naselju Komletinci je od bolesti cirkulacijskog sustava prosječno godišnje zabilježeno 27,3 hospitalizacija ili 1575,1/100.000 stanovnika (Tablica 11). Raspon broja hospitalizacija po godinama kretao se od 20 u 2005. godini do 37 u 2014. godini. Tijekom promatranog razdoblja nije zabilježen jasan trend porasta hospitalizacija.

Zabilježene grube stope hospitalizacija za naselje Komletinci više su od onih u gradu Otok, no niže nego u Vukovarsko-srijemskoj županiji i Republici Hrvatskoj. Izračunate grube stope nisu usporedive zbog velike razlike u ukupnom broju i dobnoj strukturi stanovništava promatranih područja.

Izračunati petnaestogodišnji prosjek opaženih hospitalizacija zbog kardiovaskularnih bolesti za Komletince bio je 27,3 što je niže od očekivanog broja hospitalizacija dobivenog indirektnom standardizacijom, a koji je bio 28,6. Pripadajući standardizirani omjer hospitalizacije bio je **95,7% (95% interval pouzdanosti 90,1%-100,4%)**, što ne ukazuje na veći broj hospitalizacija zbog kardiovaskularnih bolesti u naselju Komletinci.

ZAKLJUČAK

Po svim navedenim pokazateljima, u naselju Komletinci nije zabilježen statistički značajno veći broj hospitalizacija zbog navedenih skupina bolesti i pojedinih dijagnoza u odnosu na podatke za Republiku Hrvatsku i Vukovarsko-srijemsku županiju. Također, incidencija ukupnog raka, te raka pluća i mokraćnog mjehura ne razlikuje se od incidencije na razini Republike Hrvatske. Smrtnost od kardiovaskularnih bolesti, zloćudnih novotvorina, te raka pluća i mokraćnog mjehura također nije viša od očekivane prema podacima na razini Republike Hrvatske. Dakle, ne postoje podaci koji bi ukazivali na povećani pobol i smrtnost od bolesti koje se povezuju s izloženosti arsenu u naselju Komletinci u proteklih 15 godina.

Obzirom na maksimalnu dopuštenu koncentraciju arsena u vodi za ljudsku potrošnju od 10 mikrograma na litru, koja je dogovorena na temelju epidemioloških istraživanja provedenih u populaciji/ama koje su izložene daleko većim koncentracijama arsena od onih koje su zabilježene u Hrvatskoj, stanovništvo Komletinaca je dugotrajno izloženo arsenu u koncentracijama višim od dopuštenih u vodi koju koriste, te je zbog tog u riziku za razvoj neke od opisanih bolesti koje potencijalno arsen može izazvati. Koliki je taj rizik teško [je](#) procijeniti jer se za koncentracije ispod 200 mikrograma po litri sasvim sigurno radi o matematičkim interpolacijama rizika koje mogu dati i velike varijacije, a radi se najvjerojatnije o riziku manjem od 1:10 000 za najčešće istraživani karcinom mokraćnog mjehura, što bi konkretno značilo jedan karcinom mokraćnog mjehura uzrokovan arsenom (dakle uz ostale koji nisu uzrokovani arsenom nego drugim čimbenicima) na svakih više od 10 000 izloženih stanovnika.

Najvažnija mjera koju treba što prije poduzeti je svakako prekinuti izloženost stanovništva, dakle omogućiti stanovništvu opskrbu zdravstveno ispravnom vodom, kao što je to riješeno u mnogim drugim mjestima, alternativnom opskrbom, pročišćavanjem ili priključivanjem na regionalne vodovode.

LITERATURA

- CERCLA priority list of hazardous substances, Agency for Toxic Substances and Diseases Registry, 2005
- P. L. Smedley, D. G. Kinniburgh, *Applied Geochemistry* 2002, 17, 517-568
- A. Mukherjee, P. Bhattacharya, K. Savage, A. Foster, J. Bundschuh, *Journal of Contaminant Hydrology* 2008, 99, 1-7
- I. Varsanyi, L. O. Kovacs, *Applied Geochemistry* 2006, 21, 949-963
- T. Frentiu, S. N. Vlad, M. Ponta, C. Baciu, I. Kasler, E. A. Cordos, *Chemical Papers* 2007, 61, 186-193
- I. A. Katsoyiannis, S. J. Hug, A. Ammann, A. Zikoudi, C. Hatziliontos, *Science of the Total Environment* 2007, 383.
- A. Garcia-Sanchez, A. Moyano, P. Mayorga, *Environmental Geology* 2005, 47, 847-854.
- S. Rapant, K. Krcmova, *Environmental Geochemistry and Health* 2007, 29, 131-141.
- H. R. Pfeifer, J. Zobrist, *Geochimica Et Cosmochimica Acta* 2002, 66, A597-A597.
- A. Dangic, J. Dangic, in *Arsenic in Soil and Groundwater Environment: Biogeochemical Interactions, Health Effects and Remediation, Trace Metals and other Contaminants in the Environment*, ed. by P. Bhattacharya, A. B. Mukherjee, J. Bundschuh, R. Zevenhoven, R. H. Loeppert, Elsevier B.V., Amsterdam, 2007, Vol. vol. 9. , pp. 207-236.
- WHO, *Environmental Health Criteria 224. Arsenic and Arsenic Compounds*. 2nd edn. ed., Editor, World Health Organization, Geneva, 2001.
- L. Sipos, M. Markić, T. Ignjatić Zokić, M. Župan, T. Štembal, in *Water Treatment Technologies for the Removal of High-Toxicity Pollutants*, ed. by M. Václavíková, K. Vitale, G. Gallios, L. Ivaničová, Springer, 2009, pp. 327.
- K. Košutić, L. Furač, L. Sipos, B. Kunst, *Separation and Purification Technology* 2005, 42, 137-144
- S. Cavar, T. Klapac, R. J. Grubescic, M. Valek, *Science of the Total Environment* 2005, 339, 277-282
- M. Habuda-Stanić, B. Kalajdžić, M. Kuleš, N. Velić, *Desalination* 2008, 229, 1-9
- Ž. Romić, Doktorska disertacija. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek 2009.
- K. Capak, Doktorska disertacija. Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2012.
- M. Ujević, Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, 2010.
- M. Ujević, C. Casiot, Ž. Duić, V. Santo, D. Ž., S. L., in *Water Treatment Technologies for the Removal of High-Toxicity Pollutants*, ed. by M. Václavíková, K. Vitale, G. Gallios, L. Ivaničová, Springer, 2009, pp.327
- J. Sapunar-Postruznik, D. Bažulić, H. Kubala, *Science of the Total Environment* 1996, 191, 119-132.
- Z. Bosnjak, S. Cavar, T. Klapac, M. Milic, M. Klapac-Basar, M. Toman, *Environmental Toxicology and Pharmacology* 2008, 26, 181-186
- M. Šiljeg, S. C. Stefanović, M. Mazaj, N. N. Tušar, I. Arčon, J. Kovač, K. Margeta, V. Kaučić, N. Z. Logar, *Microporous and Mesoporous Materials* 2009, 118, 408-415
- S. Čavar, Z. Bošnjak, T. Klapac, K. Barišić, I. Čepelak, J. Jurasović, M. Milić, *Environmental Toxicology and Pharmacology* 2010, 29, 138-143.