

**STUDIJA PROCJENE MOGUĆEG UTJECAJA  
EKOLOŠKIH  
ČIMBENIKA NA ZDRAVSTVENO STANJE  
STANOVNIŠTVA  
BRODSKO-POSAVSKE ŽUPANIJE**

**Slavonski Brod, 2012**

## **Studiju izradili:**

- 1. dr. sc. Ante Cvitković, dr. med., spec. epidemiologije**
- 2. Martina Nadih, dipl. ing. medicinske biokemije**
- 3. mr. sc. Renata Josipović, dipl. ing. kemijske tehnologije, nutricionist**
- 4. Zvonimira Medverec Knežević, dipl. ing. prehrambene tehnologije**
- 5. doc. dr. sc. Marica Miletić Medved, dr. med., spec. epidemiologije**
- 6. Igor Ivić Hofman, dr. med., spec. epidemiologije**
- 7. Irena Jurišić, dr. med., spec. školske medicine**
- 8. Željko Blažinkov, dr. med., spec. ginekologije i opstetricije, član Građanske inicijative za čisti zrak**
- 9. Maja Šekoranja, univ. bacc. math., Statističar i analitičar u Službi za medicinsku informatiku Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo**
- 10. Ljiljana Curić, dipl. ing., savjetnik za zaštitu prirode i okoliša Brodsko-posavske županije**

## **Recenzenti:**

- 1. prof. dr. sc. Franjo Plavšić, Hrvatski zavod za toksikologiju i antidoping**
- 2. dr. sc. Vladimira Vađić, dipl. ing. kemijske tehnologije, Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada**
- 3. prim. dr. sc. Krunoslav Capak, dr. med., specijalist epidemiologije i zdravstvene ekologije, voditelj Službe za zdravstvenu ekologiju Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo**

Zahvaljujemo se svima koji su doprinijeli izradi ove Studije, a posebno predstavnicima Hrvatskog zavoda za toksikologiju i antidoping, Instituta za medicinska istraživanja i medicinu rada, Hrvatskog zavoda za javno zdravstvo, kao i predstavnicima Brodsko-posavske županije, grada Slavenskog Broda i Građanske inicijative za čisti zrak.

**Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije**

**SADRŽAJ:****STRANICA**

<b>1. UVOD</b>	<b>5</b>
1.1. Od nastanka rizika do zdravstvenih učinaka	6
1.2. Metode za ocjenu odnosa između izloženosti i učinaka	8
1.3. Praktično ekološko ocjenjivanje i suzbijanje zdravstvenih rizika	10
1.4. Karcinogeneza	12
1.5. Razvrstavanje opasnih tvari i smanjivanje uporabe otrova	14
1.6. Maksimalno dozvoljene koncentracije (MDK)	14
<b>2. OKOLIŠ I ZDRAVLJE; KEMIJSKO OPTEREĆENJE OKOLIŠA</b>	<b>16</b>
2.1. Onečišćenje zraka	16
2.1.1. Onečišćenje zraka	16
2.1.2. Izvori onečišćenja zraka	18
2.1.3. Nepovoljni učinci onečišćenja zraka na zdravlje ljudi	20
2.1.4. Pokazatelji onečišćenja okoliša	35
<b>3. MJERENJA PROVEDENA U BRODSKO-POSAVSKOJ ŽUPANIJI</b>	<b>46</b>
<b>3.1. Podatci s mjerne postaje</b>	<b>46</b>
3.1.1. Vodikov sulfid	46
3.1.2. Benzen	49
3.1.3. Ozon	50
3.1.4. Dušikov dioksid	53

3.1.5. Sumporov dioksid	54
3.1.6. Lebdeće čestice PM <sub>2,5</sub>	56
3.1.7. Lebdeće čestice PM <sub>10</sub>	57
3.1.8. Meteorologija	61
<b>3.3. Rasprava</b>	<b>66</b>
<b>3.4. Zaključak</b>	<b>69</b>
<b>4. PRIKAZ ZDRAVSTVENIH POKAZATELJA U BRODSKO-POSAVSKOJ ŽUPANIJI</b>	<b>71</b>
4.1. Izvor podataka	71
4.2. Metode obrade podataka	71
4.3. Metodološke napomene	73
4.4. Rezultati	76
4.5. Pojavnost spontanih pobačaja kod žena s prebivalištem u Slavonskom Brodu u razdoblju 2005.-2011.	110
4.6. Zaključci	116
4.7. Završna preporuka	118
<b>5. Literatura</b>	<b>120</b>

## 1. UVOD

Tvari koje zagađuju okoliš nanose veliku štetu ljudima i drugim živim bićima, a onečišćenje zbog sagorijevanja fosilnih goriva po zdravlje ljudi, zauzima jedno od vodećih mjesta na ljestvici onečišćenja. Naime, brojna istraživanja provedena u proteklom desetljeću pokazala su da se velik dio oboljenja i smrtnih slučajeva može pripisati upravo onečišćenju zraka zbog korištenja fosilnih goriva. (Podnar, 2011) (1)

Nadalje, nepobitna je činjenica da izloženost ljudi onečišćenjima iz okoliša znatno utječe na zdravstveno stanje i kvalitetu življenja – bilo da se radi o kratkotrajnoj izloženosti visokim koncentracijama ili o dugotrajnoj izloženosti niskim koncentracijama štetnih tvari.

Izloženost česticama iz zraka koje u svom sastavu imaju metale, povezana je s nepoželjnim promjenama na dišnim putovima, oštećenjem plućne funkcije, povećanim rizikom od obolijevanja koja zahtijevaju hospitalizaciju, intenzivnu njegu, te naposljetku povećanom stopom smrtnosti. (Podnar, 2011) (1)

Najveća opasnost od obolijevanja izazvanoga zagađenim zrakom odnosi se na starije osobe, malu djecu, te one sa kroničnim kardiovaskularnih i respiratornim bolestima. Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) je izradila standarde i preporuke u pogledu štetnih onečišćenja, odnosno biološki prihvatljivih razina. Podaci o onečišćenjima u okolišu koji se rutinski prikupljaju služe, u pravilu, za usporedbu jesu li izmjerene razine u okvirima preporučenih i propisanih vrijednosti. (Kodrić-Šmit i sur., 2007) (2)

Izloženost ljudi onečišćenjima u okolišu ovisi o onečišćenju iz okoliša u kojem čovjek boravi, onečišćenju iz radne sredine, onečišćenju iz kućnog okoliša, te onečišćenju iz osobnog okoliša svakog čovjeka pojedinačno.

Razvijene su i različite metode i načini praćenja povezanosti između izloženosti onečišćenja i zdravstvenih učinaka za različita područja primjene. Promatrajući izloženu populaciju uvijek treba uzeti u obzir razlike u osjetljivosti koje ovise o dobi, stanju uhranjenosti, općem stanju zdravlja, socijalnom statusu, životnim navikama ispitanika, i slično. (Kodrić-Šmit i sur., 2007) (2)

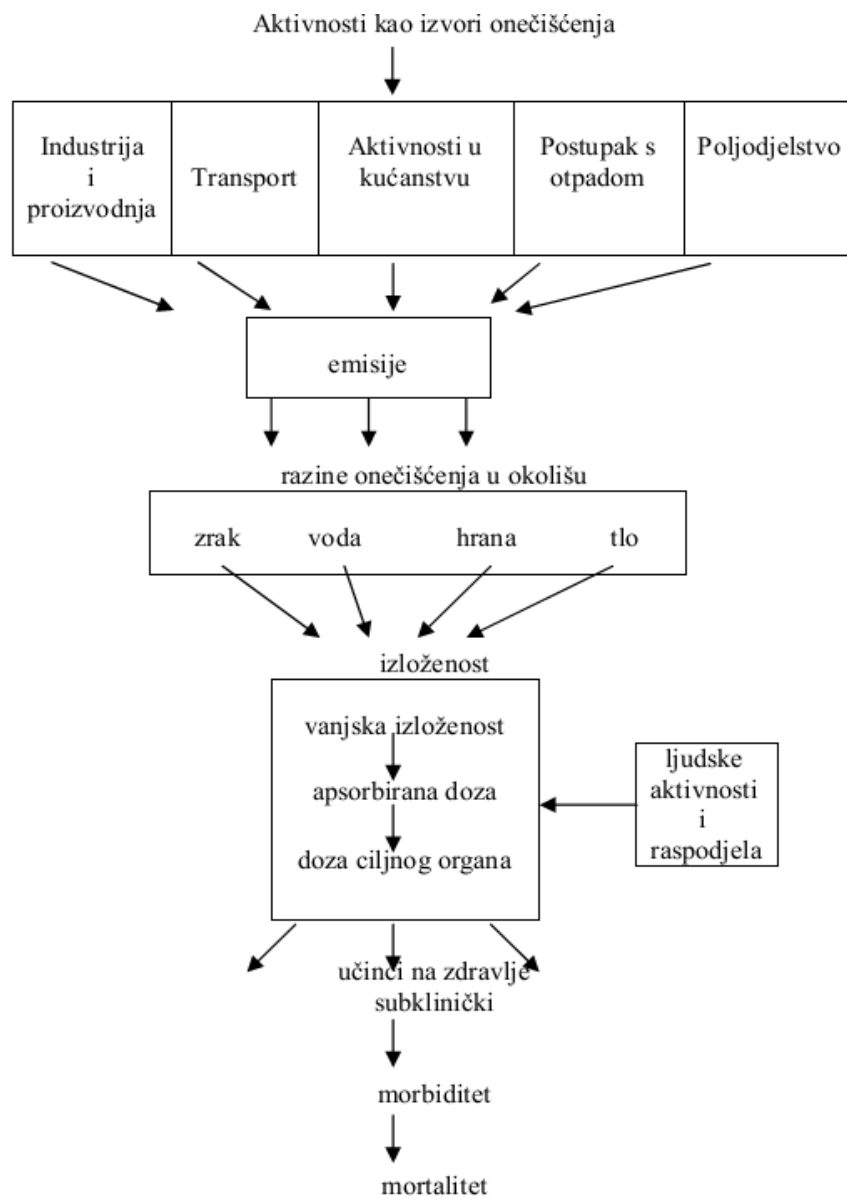
U želji boljeg razumijevanja kompleksnosti problematike povezivanja izloženosti onečišćenjima i zdravstvenih učinaka, u daljnjem tekstu su navedena detaljna pojašnjenja bitnih činjenica, definicija važnih pojmova i tvrdnji na ovu temu.

## 1.1. OD NASTANKA RIZIKA DO ZDRAVSTVENIH UČINAKA

Različite ljudske aktivnosti uzrok su emisije onečišćenja u prirodi. Nakon što dospiju u okoliš, onečišćenja se dalje mogu raznositi zrakom, vodom, tlom, živim organizmima ili različitim proizvodima, a posebice hranom. Disperzija ovisi o uvjetima u okolišu: vremenskim prilikama, smjeru dominantnih vjetrova (disperzija zrakom), visini izvora emisija, topografskim karakteristikama područja. Tako disperzija onečišćenja tla ovisi o stanju toga medija, njegovoj strukturi, kompaktnosti, drenažnim karakteristikama, dok disperzija živih organizama iz ljudskih proizvoda ovisi o njihovom kretanju, kontaktima, razmjeni. Tijekom disperzije onečišćenja prolaze kroz različite promjene, preoblikovanje, razrjeđivanje, agregaciju, razbijanje ili odstranjenje depozicijom, što je posljedica gravitacije, ispiranja kišom ili intercepcijom s biljkama i sl.

U organizam onečišćenja ulaze udisanjem, ingestijom ili apsorpcijom kroz kožu. Količina onečišćenja (tvari) koja je apsorbirana obično se označava kao doza i može ovisiti o trajanju i intenzitetu izloženosti. Doza – ciljni organ znači količinu koja dopire do organa gdje se mogu pojaviti specifični zdravstveni učinci. Prvi učinci mogu biti subkliničke promjene, na koje se može nadovezati bolest, a katkad može nastupiti i smrt.

Put od nastanka onečišćenja u okolišu uslijed ljudskih aktivnosti pa do učinka na zdravlje može se prikazati na slijedeći način (Slika 1).



Slika 1. Lanac: okoliš-zdravlje. Primjer koji se odnosi na populaciju.  
(Corvalan et al., 1996) (3)

## 1.2. METODE ZA OCJENU ODNOSA IZMEĐU IZLOŽENOSTI I UČINAKA

Zdravstveni učinci onečišćenja koja se nalaze u okolišu mogu se podijeliti u dvije skupine: akutna i kronična. Učinci na zdravlje mogu varirati u težini – od smrtnog ishoda, do blagoga bolesnog stanja ili samo nelagode. Prisutne su razlike u osjetljivosti među ljudima. Svi ljudi nisu na isti način pogođeni određenim štetnostima iz okoliša. One mogu ovisiti o brojnim čimbenicima, uključujući razlike u osobnim karakteristikama. Posebno su važne najnovije spoznaje o razumijevanju uloge gena. Dob, stanje uhranjenosti i opće stanje zdravlja također su važne determinante individualne vulnerabilnosti. Iz te činjenice proizlazi da se rizici od izloženosti za normalnu "zdravu" populaciju ne mogu primjenjivati na sve dijelove populacije. Stoga je potrebna separata ocjena za pojedine skupine s povećanim rizikom, kao što su dojenčad i mala djeca, starije osobe, trudnice, fetusi, pothranjene osobe, osobe s određenim kroničnim bolestima. (Šarić & Žuškin, 2002) (4)

Postoje brojne metode razvijene za različita područja primjene u svrhu povezivanja izloženosti onečišćenjima i zdravstvenih učinaka. Rutinski izvori moraju pružiti širok spektar podataka pretvorenih u korisne informacije za ocjenu izloženosti. Od izuzetne je važnosti provjeriti kakvoću i prikladnost podataka o izloženosti, da bi se oni mogli valjano iskoristiti u analizi povezanosti sa zdravstvenim učincima.

Podaci o zdravlju, odnosno o bolestima, koji se prikupljaju, povezani s odgovarajućim podacima o onečišćenjima u okolišu, mogu se upotrijebiti za ocjenu i potvrđivanje odnosa između izloženosti i učinka na određenom području. Na ovaj se način može kvantificirati udio specifičnih izloženosti u ukupnom mortalitetu ili morbiditetu. Praćenjem zdravstvenih parametara mogu se ocijeniti učinci promjena u izloženosti koji su nastupili nakon poduzetih intervencija ili uvođenjem novih tehnologija (BAT = best available technology, BET = best environmental technology). Treba, međutim, napomenuti da, kao i svi podaci o zdravlju i bolesti, rutinski prikupljene informacije mogu biti opterećene pogreškama, nekonzistentnošću dijagnoza i sustava izvještavanja, uključujući povezivanje individualnih podataka s određenim područjem na kojem je ispitivanje provedeno. (Šarić & Žuškin, 2002) (4)

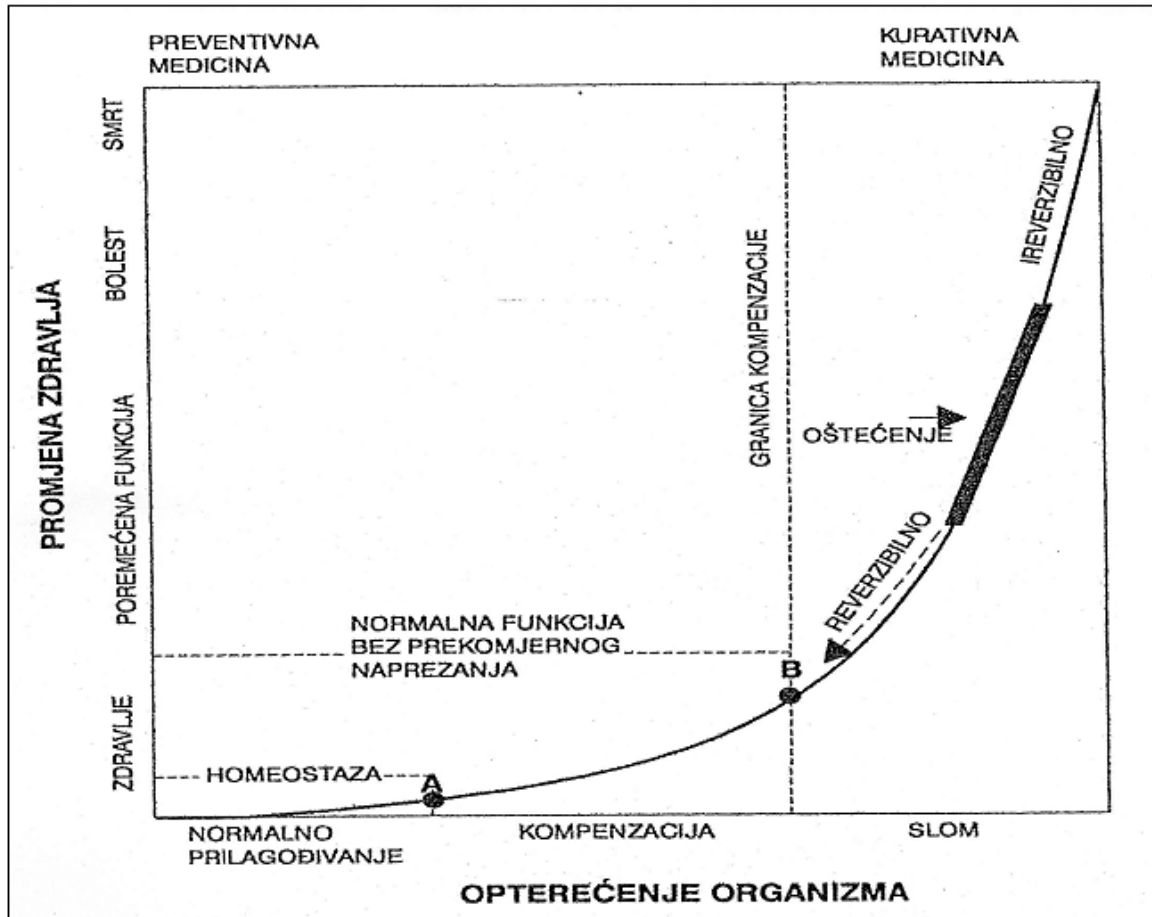
Podaci o uzrocima smrti raspoloživi su u svim razvijenim zemljama. Ti su podaci jedini oblik zdravstvene statistike s dugim vremenskim serijama, što omogućuje usporedbe. Morbiditetne su statistike općenito slabije raspoložive. One su manje cjelovite i često se



odnose samo na određene segmente populacije. Iznimku čine podaci o zaraznim bolestima koje se u mnogim zemljama obvezno prijavljuju. Morbiditetni podaci ovise o tome u kojoj mjeri ljudi traže zdravstvenu pomoć i koliko im je ona pristupačna. Važni su dijagnostički kriteriji koji su u uporabi, te vjerodostojnosti dijagnoza, zatim postupci registracije i postupci liječenja. Zbog navedenih razloga varijacije u morbiditetu koje se registriraju ne moraju nužno reflektirati razlike s obzirom na rizike. Registri bolesti korisni su za prikupljanje podataka o specifičnim bolestima. Najčešći su registri za rak. Postoje i registri za profesionalne bolesti i ozljede na radu. Tome se mogu dodati registri o bolničkom liječenju, podatci o korištenju zdravstvenih usluga, podatci o bolovanjima i njihovim uzrocima, o invalidiziranim osobama, o prometu i potrošnji lijekova. Takvi se podaci također mogu dijelom uporabiti za konstruiranje indikatora o pojedinim aspektima zdravlja i bolesti.

(Šarić & Žuškin, 2002) (4)

### 1.3. PRAKTIČNO EKOLOŠKO OCJENJIVANJE I SUZBIJANJE ZDRAVSTVENIH RIZIKA

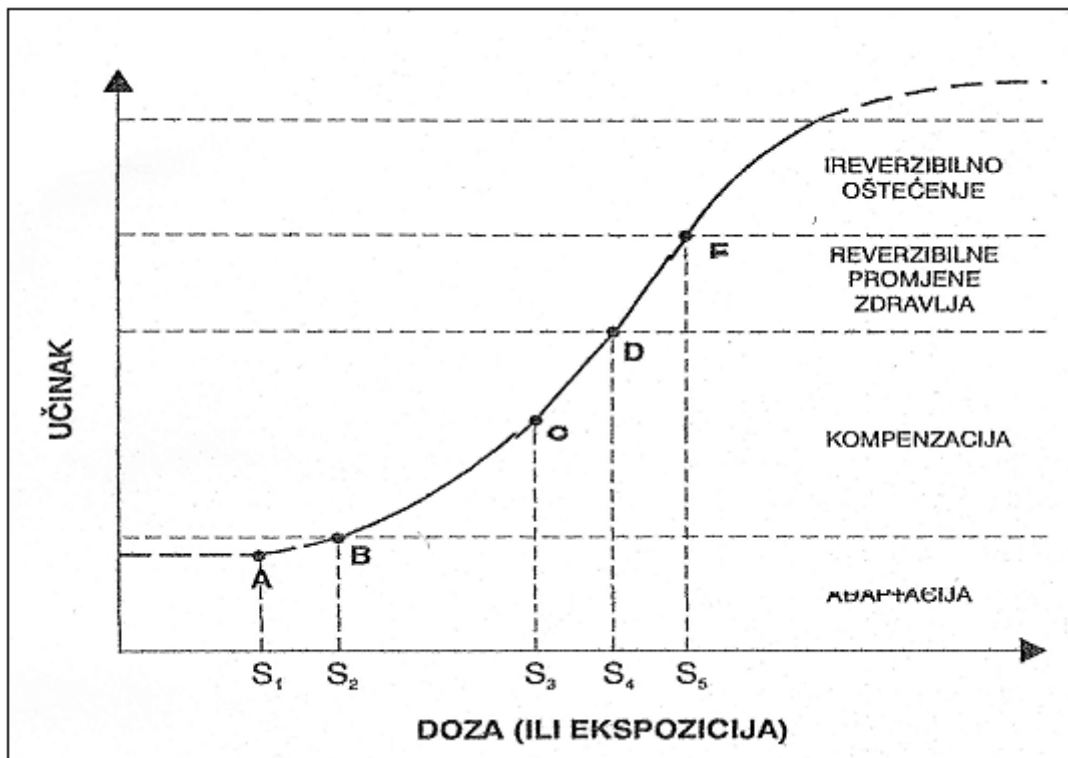


Slika 2: Odnos između opterećenja organizma i promjene zdravlja (Valić i sur., 2001) (5)

Najvažniji praktični problem zaštite stanovništva od nepovoljnih utjecaja okoliša jest određivanje razine izloženosti koja se može prihvatiti uz zanemarujući ili prihvatljivi rizik. Zbog toga svaka zemlja ima svoje podzakonske propise, tj. zdravstveno ekološke standarde okoliša, kojima se određuju granice izloženosti kako bi se zaštitilo zdravlje populacije i potomstva od neželjenih učinaka.

Na slici 2 je prikazan odnos između opterećenja organizma i razine promjena u organizmu. Organizam izložen vanjskom stresu prolazi kroz homeopatske prilagodbe podražajima, pa zatim kroz fazu kompenzacijskih procesa, pri čemu nastaju promjene nekih funkcija, ali bez bitnog smanjenja cjelovite razine zdravlja. Tek kada su fiziološki obrambeni mehanizmi iscrpljeni, dolazi do sloma sustava i stvarne promjene zdravlja. Zato krivulja pri

niskim opterećenjima organizma ne pokazuje velike promjene sve dok razina opterećenja ne prijeđe kritičnu granicu; iznad tog opterećenja nastaje nagli prijelaz u bolest, a iznad određene razine opterećenja, krivulja se približava smrti.



Slika 3: Odnos razine doze i učinka na organizam (Valić i sur., 2001) (5)

Na slici 3 je prikazan model krivulje doze i učinka. Na osnovi takvih krivulja mogu se odrediti zdravstvenoekološki standardi okoliša. Brojčana vrijednost standarda ovisit će o razini zaštite zdravlja koju želimo osigurati. Na temelju krivulja doze i učinka mogu se donositi dopustive vrijednosti tih standarda okoliša. (Valić i sur., 2001) (5)

## 1.4 KARCINOGENEZA

Karcinogeneza je proces koji se odvija u više stupnjeva, a završava nepovratnom promjenom staničnog genoma i nekontroliranim rastom tkiva. Za početak karcinogeneze prijeko je potrebna mutacija (oštećenje DNK) uz sačuvanu sposobnost stanice za razmnožavanje. Time je proces pokrenut, iako pogođena stanica može mirovati i desetljećima (i do 40 godina) .

Smatra se da i vrlo male količine kemijskih karcinogena, kao i vrlo male doze fizikalnih faktora, mogu započeti preobrazbu stanica, što u daljnjem razvoju može dovesti do njihove nekontrolirane reprodukcije, tj. do klinički manifestnog raka. Još nije definitivno riješeno pitanje postoje li tako niske razine kemijskih odnosno fizikalnih karcinogena u okolišu koje još ne započinju maligni proces. Dok neki znanstvenici smatraju da se procesi karcinogeneze odvijaju slijedeći opće zakonitosti toksikologije, pa da prema tome postoje granične vrijednosti izloženosti ispod kojih neće doći do maligne alteracije, drugi tvrde kako i najniže razine izloženosti karcinogenima mogu dovesti do razvoja raka.

Uzroci maligne transformacije stanice mogu biti:

- kemijski karcinogeni (uz dugi latentni period i ponavljanje ekspozicije),
- fizički karcinogeni (ionizirajuće zračenje, UV zračenje), i
- biološki kancerogeni (virusi).

Brojni čimbenici podupiru i pospješuju razvoj raka u stanici koju je već pogodio određeni karcinogen. Obzirom na vezu karcinogenost-čimbenici okoliša više je načina podjele u skupine. gledajući na karcinogenost čimbenici okoliša klasificiraju se u pet skupina: (Valić i sur., 2001) (6)

1. skupina 1 - definitivni karcinogeni za čovjeka
2. skupina 2A - vjerojatni karcinogeni za čovjeka
3. skupina 2B - mogući karcinogeni za čovjeka
4. skupina 3 - čimbenik ili uvjet se ne može klasificirati na temelju raspoloživih podataka
5. skupina 4 - čimbenik ili uvjet vjerojatno nije karcinogen za čovjeka

U tablici 1 prikazana je jedna od lista dokazanih i vjerojatnih karcinogena za čovjeka (Valić i sur. 2001) (6)

**Tablica 1-1** Dokazani i vjerojatni karcinogeni za čovjeka

<b>Dokazani karcinogeni</b>	<b>Vjerojatni karcinogeni</b>
Aflatoksini	Akronitril
4-aminobifenil	Benzo(a)piren
Arsen i neki spojevi arsena	Berilij i spojevi
Azbest	Etilenoksid
Benzen	Formaldehid
Benzidin	Kadmij i spojevi
Dim duhana	Nitrozamini
Dioksini i furani	Poliklorirani bifenili
Estrogeni hormoni	Stiren oksid
Katran kamenog ugljena	o-toluidin
Krom (VI) spojevi	
Neka mineralna ulja	
2-naftilamin	
Nikal i neki spojevi nikla	
Vinilklorid monomer	

Pema novijim literaturnim podacima (Plavšić i sur., 2006) (7) navodi se podjela karcinogenana 3 skupine:

Skupina 1. – tvari za koje je epidemiološkim ispitivanjima dokazano da mogu izazvati karcinom kod ljudi;

Skupina 2. – tvari za koje je karcinogeno djelovanje dokazano na eksperimentalnim životinjama;

Skupina 3. – tvari za koje eksperimentalna ispitivanja ukazuju na moguće karcinogeno djelovanje

Po istim autorima (Plavšić i sur., 2006) (7) također se, kao najbitnije značajke karcinogenih tvari navode:

- a) biološki učinak im je trajan, kumulativan i manifestira se s odgodom;
- b) djelotvornije su pri višekratnom unošenju, nego ako je ista doza unešena odjednom u organizam;
- c) na pojavu karcinoma utječe velik broj čimbenika: vrsta, spol, dob, način ulaska u organizam, genetske varijacije, interakcije s endogenim i egzogenim čimbenicima, stil života i mnogi drugi.

Pripadajuće oznake karcinogenih tvari su:

CA-1 – karcinogeno djelovanje dokazano na ljudima

CA-2 - karcinogeno djelovanje utvrđeno laboratorijskim istraživanjima

## **1.5. RAZVRSTAVANJE OPASNIH TVARI I SMANJIVANJE UPORABE OTROVA**

Razvrstavanje opasnih tvari (nastalih kao rezultat ljudske aktivnosti: sirovine i proizvodi, onečišćenja nastala emisijama iz različitih izvora, sredstva za zaštitu u poljoprivredi, aditivi i dr.) i smanjivanje njihove uporabe u Republici Hrvatskoj u nadležnosti je aktivnosti Hrvatskog zavoda za toksikologiju i regulirano je zakonskim propisima sukladno EU smjernicama. Temeljna smjernica EU je Council Directive 67/548/EEC iz 1967. koju slijede mnogi domaći propisi: Zakon o kemikalijama (NN 150/05), Lista opasnih kemikalija čiji je promet zabranjen odnosno ograničen (NN 39/10), te Pravilnik o razvrstavanju, označavanju i pakiranju opasnih kemikalija (NN 23/08).

Svaka tvar određena je svojim CAS-brojem (to je broj koji je tvari dodijelio Chemical Abstract System) i drugim pripadajućim oznakama ovisno o svojstvima i svrstana je u neku od brojnih lista kao: POPs (Persistent Organic Pollutants) – lista postojanih organskih polutanata i CERCLA (Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act) – lista prioriteta opasnih tvari i druge.

## **1.6. MAKSIMALNO DOZVOLJENE KONCENTRACIJE (MDK)**

Često se poistovjećuju pojmovi zdravstvena ispravnost i zdravstvena opasnost, što se može najbolje pokazati na vrijednostima maksimalno dozvoljenih koncentracija (MDK) u bilo kojem od dijelova okoliša tj. biosfere. Kod toga je najlakše objasniti što je zdravstveno ispravno, a što nije, budući je propisima jasno određeno što predstavljaju MDK. Ukoliko su koncentracije neke štetne tvari u određenom mediju više od propisima utvrđene vrijednosti, takav medij je zdravstveno neispravan za točno određenu svrhu.

U pravilu, prekoračenje MDK ne znači zdravstvenu opasnost. MDK je sigurnosna veličina i izračunata je tako da njezino prekoračenje ne smije izazvati nikakve štete. To ne znači da nadležene inspekcije smiju dopuštati, a pogotovo ne trajno, prekoračivanje MDK neke tvari u određenom mediju. Međutim, ne može se u svim slučajevima postupiti na

potpuno identičan način. Glavno problem je u tome što se kod svakog nalaza treba uzeti u obzir veći broj činjenica kao što su:

- toksikološka svojstva čimbenika čija je koncentracija prekoračila MDK,
- toksikokinetika čimbenika,
- razina rizika,
- značajke analitičkog postupka kojim je obavljeno mjerenje.

Rizik je vjerojatnost da će neka štetna tvar unijeta u organizam izazavati prolazne ili neprolazne štetne učinke. Procjena rizika nije jednostavan postupak, a rezultati se dobivaju s većom ili manjom pogreškom. Uz neophodne podatke o toksičnosti neke tvari (epidemiološki podaci ili podaci dobiveni na pokusnim životinjama), dužini i frekvenciji izloženosti, dijelu populacije koji je izložen izračunava se složenim putem razina rizika te koncentracije uz koje je rizik značajno smanjen. Obično se MDK utvrđuju tako da se prva doza odnosno koncentracija koja izaziva štetni učinak dijeli s 10 do 10000, ovisno o brojnim čimbenicima. Dijeljenje s faktorom ovisi o težini učinka, pa će doza pri kojoj se javljaju učinci kao što su mutagenost ili karcinogenost biti dijeljena s faktorom 10000 da se dobije MDK, dok će za učinak kakav je npr. pojava euforije, faktor dijeljenja biti 10. Kod utvrđivanja MDK uzima se u obzir najteži učinak neke tvari odnosno najniža dobivena vrijednost MDK. To znači da koncentracije, tj. doze na razini MDK daju veliku vjerojatnost izostanka bilo kojeg štetnog učinka kod kroničnog uzimanja. Zdravstvena neispravnost ne znači istovremeno i toksikološku opasnost, te u većini slučajeva prekoračenje MDK u nekom mediju nije toksikološki nego sigurnosni problem. (Plavšić i sur. 2006) (8)

## 2. OKOLIŠ I ZDRAVLJE; KEMIJSKO OPTEREĆENJE OKOLIŠA

### 2.1. ONEČIŠĆENJE ZRAKA

#### 2.1.1. Onečišćenje zraka

Onečišćenje zraka obuhvaća prisutnost u zraku jedne ili više tvari kao što su aerosoli (prašine, dimovi, magle), plinovi i pare takvih značajki i u takvim koncentracijama da mogu biti štetni za život i zdravlje ljudi i/ili životinja odnosno da mogu negativno utjecati na biljni svijet, na osjećaj udobnosti čovjeka te da mogu oštetiti predmete koji mu služe. Iako problem onečišćenja zraka i negativnih utjecaja tih onečišćenja na čovjeka postoji nekoliko stoljeća, ipak mu se nije pridavala dužna pozornost, sve dok nekoliko katastrofalnih epizoda takvih onečišćenja nisu istaknule to pitanje kao jedan od važnih problema javnog zdravstva današnjice. (Valić i sur., 2001) (9)

Negativni zdravstveni učinci zagađenog zraka zapaženi su kao problem nakon nekoliko epizoda ozbiljnih zagađenja zraka u prvoj polovici 20. stoljeća. Takva je primjerice bila pojava londonskog smoga između 5. i 10. prosinca 1952. god., kada je koncentracija lebdećih čestica bila 56 puta viša od uobičajenih vrijednosti, a koncentracija SO<sub>2</sub> 7 puta viša od do tada zabilježenih najviših vrijednosti. U narednom je tjednu od posljedica ovog zagađenja umrlo 4703 stanovnika Londona, mahom starijih ljudi koji su bolovali od kroničnih bolesti respiratornog i kardiovaskularnog sustava. (Wong, 2002) (10)

Unatoč nastojanjima za smanjenjem emisija štetnih tvari u zrak, danas u svijetu prema procjenama umire godišnje od posljedica zagađenja zraka oko 3 milijuna ljudi što predstavlja 5% od ukupne godišnje smrtnosti. Rezultati mnogih epidemioloških studija iz ranih 1990-tih godina pokazuju da relativno niske razine onečišćenja u zraku mogu imati ozbiljne zdravstvene učinke uključujući i porast dnevnog mortaliteta. (Sunyer, 2003) (11)

Dvije kohortne studije istih autora pokazale su da izloženost niskim koncentracijama polutanata kroz duže vrijeme ima veće negativne učinke na ljudsko zdravlje od pojave kratkih epizoda većeg zagađenja zraka. (Partti-Pellinen, 1996; Jaakkola, 1990) (12, 13)

Vezano uz aspekt razine zagađenja i trajanja izloženosti onečišćenjima, napravljena je klasifikacija utjecaja polutanata na zdravlje prema kojoj postoje dvije kategorije: akutni (kratkotrajni) i kronični (dugotrajni) učinci. Za svaku od ovih kategorija učinci zagađenja na zdravlje mogu varirati od lakših zdravstvenih smetnji pa do smrtnog ishoda. U Tablici 2 prikazan je rezultat epidemiološke studije utjecaja zagađenog zraka na odraslu populaciju i djecu u Europi.



Tablica 2: Utjecaj zagađenja zraka na odraslu populaciju i djecu (europska studija) (Peternel & Hercog, 2007) (14)

SIMPTOM BOLESTI VEZAN UZ ZAGAĐENJE ZRAKA	UDIJO BOLESNIKA VEZAN UZ ZAGAĐENJE ZRAKA	GODIŠNJI BROJ SLUČAJEVA
Kašalj i iritacija očne sluznice (djeca)	0,4 - 0,6 %	2,6 – 4 miliona
Bolest donjih respiratornih puteva (djeca)	7 – 10 %	4 – 6 miliona
Bolest donjih respiratornih puteva (djeca)- potrebno liječenje	0,2 – 0,4 %	90 – 200 tisuća
Smanjenje plućne funkcije za više od 5%	19 %	14 miliona
Incidencija kronične obstruktivne plućne bolesti (KOPB)	3 – 7 %	18 – 42 tisuće
Hospitalizacija zbog plućne bolesti	0,2 – 0,4 %	4 – 8 tisuća

Izvor: WHO European Center for Environment and Health

Prekogrančno onečišćenje zraka veliki je problem u mnogim zemljama svijeta, posebno Europe i Sjeverne Amerike. Brojna znanstvena istraživanja dokazala su da prekomjerna onečišćenja iz zraka mogu dovesti do razvoja mnogih ozbiljnih zdravstvenih problema – astme, kronične opstruktivne plućne bolesti (KOPB), akutne respiratorne bolesti, kardiovaskularnih bolesti i karcinoma. Procjenjuje se da tri milijuna ljudi u svijetu umire od posljedica zagađenja zraka, što predstavlja 5% od ukupne smrtnosti godišnje. Također je poznato da je 30-40% slučajeva astme, i 20-30% ostalih dišnih bolesti povezano sa zagađenjem. Iz tog je razloga 1979. godine donesena Konvencija o dalekosežnom prekograničnom onečišćenju zraka koje ugrožava veliki broj zemalja u Europi i Sjevernoj Americi. Hrvatska je 1991. godine postala potpisnicom te međunarodne konvencije. I Konferencija Ujedinjenih naroda o okolišu i razvitku (1992) naglasila je važnost te konvencije i zatražila da se obveza proširi na sve zemlje svijeta. Konvencija je odredila samo obvezu i načela o smanjenju i sprečavanju prekograničnih onečišćenja zraka, pa su kasnije doneseni protokoli kojima su kvantitativno definirane obveze zemalja članica Konvencije. Najvažniji protokoli su: Protokol o smanjenju emisije sumpora, Protokol o teškim metalima i Protokol o postojećim organskim onečišćenjima. (Valić i sur., 2001) (15)

## **2.1.2. Izvori onečišćenja zraka**

Prema vrsti onečišćenja zraka, izvori onečišćenja se dijele na prirodne i umjetne.

Prirodni izvori onečišćenja zraka su:

- prašina (pustinjska) nošena vjetrom
- aeroalergeni
- čestice morske soli
- dim
- leteći pepeo
- plinovi šumskih požara
- plinovi iz močvara
- mikroorganizmi (bakterije i virusi)
- magla
- vulkanski pepeo i plinovi
- prirodna radioaktivnost
- meteorska prašina
- prirodna isparavanja

Umjetni izvori onečišćenja zraka su grupa koja obuhvaća onečišćenje uzrokovano aktivnostima i procesima kojima upravlja čovjek:

- onečišćenje uzrokovano proizvodnjom toplinske i/ili električne energije (elektrane i toplane),
- onečišćenje uzrokovano radom industrijskih postrojenja (npr. metalurgija, kemijska industrija) i poljoprivredom (kopanje, zaprašivanje, spaljivanje i dr.),
- onečišćenje uzrokovano transportnim sredstvima,
- onečišćenje uzrokovano spaljivanjem različitih vrsta otpada (posljedica nepotpunog sagorijevanja je nastanak dima, a sumporni spojevi sadržani u najvećem dijelu goriva izgaraju u okside sumpora. Na taj se način u zrak ispuštaju dvije onečišćujuće tvari čime nastaje smog, što ga čini smjesa dima i sumporova dioksida u prisutnosti magle. Pri sagorijevanju se stvara još niz drugih onečišćenja od kojih treba spomenuti okside dušika i aromatske policikličke ugljikovodike, posebno karcinogen 3,4-benz(a)piren,

- onečišćenja uzrokovano svim ostalim djelatnostima koje nisu obuhvaćene u gornje četiri skupine, kao npr. procesi kemijskog čišćenja, tiskanja, bojanja, rušenja objekata, zaprašivanja insekata itd.

Prema rasporedu onečišćenja, izvori onečišćenja se sistematiziraju u tri skupine:

- pojedinačni ili točkasti izvori su izolirani ili međusobno dovoljno udaljeni izvori koji ne onečišćuju isti prostor, npr. termoelektrane, rafinerije i sl. uz koje nema drugih postrojenja, tako da su jedini izvor onečišćenja na tom području,
- primjer linijskih izvora su transportni putevi kojima se kreću transportna sredstva,
- površinski izvori podrazumijevaju velik broj manjih izvora koji onečišćavaju isti prostor, kao npr. industrijske zone s većim brojem postrojenja i/ili kotlovnice grijanja koje zajedno onečišćuju zrak u npr. jednom gradu.

Prema vrsti onečišćenja moguće je izvore sistematizirati u velik broj grupa, no obično se dijele prema agregatnom stanju u kojem izvor emitira onečišćujuće tvari:

- izvori čestica,
- izvori plinova,
- izvori plinova i čestica.

Izvori onečišćenja mogu se još podijeliti na stacionarne i mobilne, a s obzirom na vrijeme onečišćavanja dijele se na:

- trajni izvori (npr. visoke peći, termoelektrane i sl.),
- povremeni izvori.

Emisija (lat. *emittere*) u prijevodu znači izaslati, odaslati, dok imisija (lat. *imittere*) ima suprotno značenje, prihvatiti, prihvaćanje. Emisija i imisija mogu biti opće i posebne. Opća emisija znači emitiranje onečišćenja iz svih izvora onečišćenja na Zemlji u atmosferu, a posebna emisija podrazumijeva emitiranje onečišćenja jednog ili više izvora onečišćenja na određenom prostoru. Za opću i posebnu imisiju vrijede iste definicije u smislu prihvaćanja. Stanje onečišćavanja zraka određenog područja određeno je tzv. katastrom emisije koji sadrži popis svih izvora onečišćenja na tom području (geografski položaj, vrsta izvora, vrsta i oblik emitiranog onečišćenja, količina onečišćenja, način i uvjeti emitiranja onečišćenja, trajanje emisije i njezina učestalost ako je povremena). Stupanj imisije onečišćenja iz različitih izvora uvjetuje kvalitetu zraka određenog područja. Kvalitetu zraka određuje vrsta i koncentracija onečišćenja u njemu, što se utvrđuje mjerenjima čestica, SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> i CO, a u

industrijskim područjima i organskih tvari, teških metala i dr., ovisno o vrsti izvora onečišćenja. (Bedeković i sur., 2010). (16)

### **2.1.3. Nepovoljni učinci onečišćenja zraka na zdravlje ljudi**

Učinci onečišćenja zraka na zdravlje mogu se sažeti u dvije skupine:

1. Akutni učinci koji se naglo razvijaju kada se koncentracije onečišćenja znatno povećaju zbog nepovoljnih meteoroloških uvjeta ili kao posljedica industrijskih incidenata.
2. Kronični učinci nastanak kojih je posljedica svakodnevne izloženosti malim koncentracijama kombinacija atmosferskih onečišćenja.

Nepovoljni učinci na zdravlje uglavnom su posljedica djelovanja triju glavnih skupina atmosferskih onečišćenja:

- kompleksa sumporov dioksid-čestice koji uglavnom nastaje izgaranjem fosilnih goriva koja sadrže sumpor;
- kompleksa fotokemijskih oksidansa koji nastaju kemijskim reakcijama iz ugljikovodika i oksida dušika, te ugljikova monoksida, uglavnom emisijom iz motornih vozila;
- skupine specifičnih onečišćenja nastalih zbog emisije npr. azbesta, berilija, kadmija, olova, arsena, nikla, žive i sumporovodika, fluorida i amonijaka uglavnom iz lokalnih izvora kao što su topionice, rafinerije i kemijska industrija.

Nekoliko je glavnih skupina negativnih učinaka na zdravlje stanovništva koji se pripisuju utjecajima onečišćenja atmosfere. (Valić i sur., 2001) (9, 15)

#### 1. Povećani mortalitet stanovništva

Najjasnija povezanost između razine onečišćenja atmosfere i smrtnosti utvrđena je u akutnim epizodama naglog povišenja kompleksa sumporov dioksid-čestice za vrijeme nepovoljnih meteoroloških uvjeta koje je trajalo nekoliko dana. Glavni simptomi bili su povezani s teškoćama kardiorespiratornog sustava.

Teškoće su bile prisutne kod ljudi različite dobi i obadva spola, s naglaskom na najosjetljivije skupine: mala djeca, starije osobe i bolesnici s kroničnim bolestima organa za disanje i srca.

Dozvoljena koncentracija štetnih sastojaka u atmosferi (imisijska koncentracija) propisana ja zakonskom regulativom temeljem saznanja o njihovoj štetnosti.

Ovisno o vrsti goriva, načinu izgaranja i kapacitetu ložišta, dozvoljena emisija SO<sub>2</sub> s izlaznim dimnim plinovima ograničena je zakonskom regulativom

Djelovanje SO<sub>2</sub> ovisno o koncentraciji u atmosferi: (Prelec, 2009) (17)

Osnovna koncentracija u atmosferi	0,0002 - 0,0004 ppm
Koncentracija u zraku iznad ne-industrijskoga grada	0,01 ppm
Astmatičari počinju osjećati dišne probleme	0,5 ppm
Započinje se osjećati miris	0,5-1,0 ppm
Dolazi do pojave bronhijalnih grčeva (nejednoliko disanje)	1,0 ppm (tijekom 1 sata)
Poremećaj funkcije pluća	5,0 ppm (tijekom 8 sati na dan)
Trajno oštećenje pluća	20,0 ppm

Sumporov dioksid, SO<sub>2</sub>, prilikom udisanja djeluje kao jako respiratorno nadražujuće sredstvo. Osobe oboljele od astme su posebno osjetljive na utjecaj ove štetne tvari. Djeluje direktno na gornje dišne puteve (nos, grlo, dušnik i glavne dušnice), uzrokujući brzu reakciju unutar perioda od nekoliko minuta. Maksimalan učinak postiže se za 10 do 15 minuta, posebno kod osoba s pojačanom reaktivnošću dišnih puteva, kao što su oboljeli od astme i osobe koje pate od sličnih bronhospastičnih stanja. Simptomi udisanja SO<sub>2</sub> mogu uključivati pritisak u prsima, kratkoću daha ili kašalj, koji su povezani sa smanjenim kapacitetom disanja (npr. smanjenje forsiranog izdisajnog volumena u jednoj sekundi), te povećanim specifičnim otporom dišnih puteva. Ako se izloženost utjecaju SO<sub>2</sub> dogodi za vrijeme tjeleovježbe, opisana reakcija može biti jače naglašena zbog pojačanog disanja uvjetovanog vježbanjem. Primijećen je širok raspon osjetljivosti kako kod zdravih osoba, tako i kod osjetljivijih ljudi poput oboljelih od astme, s tim kako su ovi posljednji najosjetljiviji na nadražujuća sredstva. (Peternel & Hercog, 2007) (14)

Analizirajući rezultate određenih studija (paralelne studije iz Londona i Hong-Konga), uvidjelo se da povećanje koncentracije SO<sub>2</sub> od 10 µg/m<sup>3</sup> povećava dnevni bolnički prijem pacijenata s kardiovaskularnim smetnjama za 1,4 – 2,0%. Interventna studija iz Hong

Konga dokumentira da redukcija koncentracija SO<sub>2</sub> za 50% kroz 2,5 godine signifikantno smanjuje smrtnost u svim dobnim skupinama, posebice od respiratornih i kardiovaskularnih bolesti. Također je procijenjeno i povećanje očekivanog trajanja života za 0,73 godine za svakih 10 µg/m<sup>3</sup> SO<sub>2</sub> smanjenih u zraku. Povećani prijem pacijenata u bolnicama i hitnim službama zbog astme, kroničnih plućnih bolesti i respiratornih bolesti, također je povezan s razinama SO<sub>2</sub> u zraku. Takve povezanosti su primijećene uz period zaostale reakcije od čak i do dva dana. (Wong, 2002) (10)

Dugoročna izloženost sumporovom dioksidu i finim česticama sulfata (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) bile su povezane s porastom smrtnosti od karcinoma pluća i nastajanjem astme i kardiorespiratornih bolesti. Opravdano je naglašen značaj istovremene izloženosti nekim od plinovitih nadražljivaca, posebno SO<sub>2</sub> i česticama, pri čemu postoji mogućnost da se SO<sub>2</sub> adsorpcijom veže za čestice kao nosače i transportira, uz uvjet da su čestice malog aerodinamičnog promjera, u duboke dijelove respiratornog trakta. Kako je veza adsorpcijom reverzibilna, na mjestu gdje je transportiran SO<sub>2</sub> dijelom se oslobađa te može oštetiti osjetljive strukture i obrambene funkcije u bronhiolama i alveolama sa zdravstvenim implikacijama poput povećane sklonosti infekcijama i slično. (Ivković-Jureković, 2006) (18)

## 2. Povećani morbiditet stanovništva od akutnih respiratornih bolesti

U određenom broju istraživanja utvrđena je povećana incidencija akutnih respiratornih bolesti u stanovništvu izloženom povišenim razinama kompleksa sumporovi oksidi i čestice.

Veličina čestica može biti od 0,005 do oko 100 mikrometara (µm). Veće čestice imaju manji utjecaj na ljudsko zdravlje jer se one relativno brzo talože, a pri udisanju se zadrže u gornjem respiratornom traktu. Čestice promjera manjega od 10 µm, a naročito manjega od 2,5 µm, postaju opasne za ljudsko zdravlje jer se znatno duže zadržavaju u atmosferi i prilikom udisanja dosežu donji respiratorni trakt sve do alveola. Po kemijskom sastavu najčešće su sulfati, nitrati, amonijak, ioni (Na, K, Ca, Mg, Cl), ugljik i teški metali. (Prelec, 2009) (17)

Iz takvih se istraživanja može zaključiti da vjerojatno postoji povezanost između razine onečišćenja atmosfere sumporovim dioksidom i česticama te oksidima dušika i ozona i incidencije akutnih bolesti donjih dijelova respiratornog sustava (akutni bronhitis i pneumonija). (Rožman, 2007) (19)

## Djelovanje O<sub>3</sub> ovisno o koncentraciji u atmosferi: (Prelec, 2009) (17)

Neki ljudi osjete djelovanje ozona već	0.001 ppm.
Dolazi do nadraživanja očiju kao i smanjenja oštrine vidljivosti	0,05 do 0,1 ppm
Nastaju smetnje pri disanju i plućni problemi	<1 ppm
Dozvoljena koncentracija ozona u industrijskim uvjetima zloženosti	0,05 ppm tijekom 8 sati
Relativno visoka koncentracija ozona je u kabinama aviona koji lete na visinama iznad 10.000 m.	
Na visinama iznad 25.000m koncentracija ozona je smrtonosno čak i za vrlo kratkotrajno izlaganje	> 10 ppm

Udisanjem, ozon dolazi u kontakt sa svim dijelovima dišnog sustava i dobro se resorbira. Njegovo djelovanje je lokalno i sistemsko. Djelovanjem na sluznicu dišnih puteva uzrokuje oštećenje epitela što za posljedicu ima upalne procese te povećanu osjetljivost na alergene. Iz tog razloga dolazi do pogoršanja respiratornih simptoma, povećanja bronhijalne hiperreaktivnosti, smanjenja plućne funkcije, povećanja pojavnosti obolijevanja od astme. U epidemiološkoj studiji APHEA 1 dokumentirano je da je povećanje satnog maksimuma ozona za 100 µg/m<sup>3</sup> povezano s povećanjem ukupne smrtnosti za 6%, smrtnosti od respiratornih bolesti za 12% te kardiovaskularnih bolesti za 4%. Niz austrijskih studija pokazuje da se kod djece koja su dugotrajno bila izložena povišenim koncentracijama ozona u zraku, a boravila su veći dio vremena na otvorenom, smanjila plućna funkcija. (Sunyer, 2003) (11)

### 3. Akutna pogoršanja zdravstvenog stanja astmatičnih bolesnika

Povišena učestalost astmatičnih napadaja opaža se za vrijeme epizoda povišenih razina kompleksa sumporov dioksid-čestice i fotokemijskih oksidansa. (Petruzzi et al., 1994) (20)

### 4. Povećani morbiditet od kroničnih respiratornih bolesti

Dosadašnja su istraživanja pokazala da postoji povezanost između prevalencije kroničnih respiratornih simptoma i razine kompleksa sumporov dioksid-čestice u atmosferi. Osim sumporov dioksid-čestica, utvrđeno je da i ozon, dušikov monoksid (NO) te dušikov

dioksid ( $\text{NO}_2$ ) doprinose povećanju prevalencije kroničnih respiratornih bolesti. (Katsouyanni et al., 2001.) (21) NO je štetan za ljude jer se kao i CO veže za hemoglobin. Pri koncentracijama od 1 do 3 ppm osjeti se prodoran miris, a smeta ljudima pri koncentraciji od 2,5 ppm i izloženosti od jednog sata. Međutim, ne smije se zaboraviti, da se učinak onečišćenja zraka teško može odvojiti od učinaka uzrokovanih drugim štetnim čimbenicima, posebice pušenjem, ponavljanim infekcijama u djetinjstvu i profesionalnim ekspozicijama česticama i iritansima. Ono što se zna sigurno je da onečišćenje atmosfere može prouzročiti pogoršanje postojećih kroničnih bolesti respiratornog sustava, što je vjerojatno i najjače izraženi utjecaj.

Granične vrijednosti za dušikov dioksid su  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tijekom 1 sata) i  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (tijekom 24 sata) sukladno Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05). Granične vrijednosti se baziraju na faktoru sigurnosti od 50% koji se primjenjuje na najnižu razinu tvari koja uzrokuje štetne učinke, s namjerom da se osigura adekvatna zaštita ranjivijih podgrupa u populaciji, uključujući djecu, astmatičare svih uzrasta (ali posebno djecu) te odrasle ugrožene zbog svojih kroničnih respiratornih i srčanih poremećaja. Ove granične vrijednosti su u skladu s graničnom vrijednosti od  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (1-satni prosjek) prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (WHO) i s EU- direktivi 99/30/EC.

Plinoviti nadražljivci kao što su  $\text{NO}_2$  i  $\text{O}_3$  zbog svoje vrlo slabe topivosti u vodi prodiru direktno u duboke dijelove respiratornog trakta. Dokazano je da izloženost utjecaju dušikovitog dioksida uzrokuje reverzibilan učinak na funkciju pluća i prohodnost dišnih puteva. Prodiranje  $\text{NO}_2$  u dišne puteve uzrokuje iritaciju i oštećenje tkiva kao i smanjenje otpornosti na mikroorganizme i slabljenje prirodnih mehanizama obrane od drugih polutanata i čestica koje mogu nositi kancerogene tvari. Također može izazvati pojačan odgovor na prirodne alergene. Udisanje  $\text{NO}_2$  kod djece povećava rizik od respiratornih infekcija i može dovesti do oslabljene funkcije pluća u kasnijem životu. Nedavne epidemiološke studije su pokazale povezanost između izloženosti utjecaju  $\text{NO}_2$  u okolišnom zraku i porasta dnevnog mortaliteta, te prijema pacijenata u bolnicama zbog respiratornih bolesti. Za  $\text{NO}_2$  je također dokazano da potencira učinke izloženosti i nekim drugim tvarima koje djeluju iritirajuće, kao što su ozon i inhalabilne čestice. (Tenias et al., 1998) (22)

Postoje i neki dokazi da akutna izloženost utjecaju  $\text{NO}_2$  može uzrokovati neprohodnost dišnih puteva kod osoba oboljelih od astme. Rezultati kliničkih i epidemioloških ispitivanja ne pružaju jasne kvantitativne zaključke o štetnom utjecaju na zdravlje uslijed kratkoročne izloženosti dušikovom dioksidu. Štetni učinci na zdravlje pri niskim razinama  $\text{NO}_2$  ostaju neodređeni, s dvojbim rezultatima. (Tenias et al., 1998) (22)



## 5. Učinci na ventilacijsku funkciju pluća

Epidemiološka istraživanja su pokazala smanjenje ventilacijske funkcije pluća kod djece uz povišene razine onečišćujućih tvari u zraku (povišene razine sumpor dioksid-čestica). Prisutnost sumporovog dioksida pojačava bronhokonstriktorski učinak ozona na plućnu funkciju. (Frischer et al., 1999; Horak, 2002) (23, 24)

## 6. Utjecaj na kardiovaskularne bolesnike

Ugljikov monoksid je glavna onečišćujuća tvar u zraku, kojoj se pripisuje štetno djelovanje na ljude s bolestima srca i krvnih žila pri razinama koje se mogu naći u atmosferi. Pri povišenim razinama primijećen je veći mortalitet među bolesnicima hospitaliziranim zbog infarkta miokarda. U istraživanjima je dokazano da ugljični monoksid znatno snižava stupanj fizičkog opterećenja koje čovjek može podnijeti bez pojave prekordijalne boli. (Bedeković i sur., 2010). (16)

Fiziološke posljedice udisanja CO: (Bedeković i sur., 2010). (16)

Volumna koncentracija, %	ppm	Posljedice
0,01	100	Dozvoljeno izlaganje od nekoliko sati
0,04 – 0,05	400 – 500	Bez posljedica nakon jednog sata izlaganja
0,06 – 0,07	600 – 700	Neznatne posljedice nakon jednog sata
0,1 – 0,12	1 000 – 1 200	Nepovoljne, ali bezopasne posljedice nakon 1 sat
0,15 – 0,2	1 500 – 2 000	Opasno izlaganje dulje od jednog sata
0,4 i više	4 000 i više	Opasno izlaganje i kraće od jednog sata

CO je vrlo otrovan plin jer reagira s hemoglobinom u krvi potiskujući kisik vezan za hemoglobin budući da je afinitet vezanja CO uz hemoglobin 250 puta veći u odnosu na kisik. Trovanje nastaje kada se CO poveže s 30 % hemoglobina u krvi, a smrt nastupa pri postotku od 60 do 80 %. Otrovana osoba osjeća nemoć, ne može se kretati te nastupa lagano gušenje zbog paralize centara i organa za disanje. (Bedeković i sur., 2010). (16)

## 7. Utjecaj na osjetne organe i ponašanje

Neugodan miris nekih onečišćujućih tvari (vodikov sulfid) u zraku i iritacija očiju, nosa i grla najčešći su razlozi pritužbi stanovništva. (Bedeković i sur., 2010). (16)

### Učinci vodikova sulfida na zdravlje

Vodikov sulfid je bezbojan plin karakterističnoga odbojnog mirisa već pri niskim koncentracijama. Prag mirisa vodikovog sulfida varira o pojedincu. Prosječna vrijednost za prag mirisa prema WHO je  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (WHO, 2003) (25). Prema drugim autorima prag mirisa varira od 0.01-0.3 ppm (Dreisbach, 1987; Guidotti, 1994; Guidotti, 1996; Svendsen, 2001) (26, 27, 28, 29).

Pri koncentracijama većim od  $140 \text{ mg}/\text{m}^3$ , javlja se mirisna paraliza, što sumporovodik čini vrlo opasnim, jer nekoliko udaha na  $700 \text{ mg}/\text{m}^3$  može biti smrtonosno (WHO, 2003) (25). Izloženost vodikovu sulfidu izaziva učinke na očima, respiratornom sustavu, živčanom sustavu, kardiovaskularnom sustavu i reproduktivnom sustavu. (WHO, 2003) (25)

### Učinci na respiratorni sustav

Istraživanje provedeno među radnicima zaposlenim u vodovodnoj i kanalizacijskoj mreži dokazalo je povećan broj oboljelih od opstruktivne bolesti pluća u radnika zaposlenih na kanalizacijskoj mreži, izloženih višim koncentracijama vodikova sulfida, u odnosu na radnike zaposlene u vodovodnoj mreži.

Istraživanjem provedenim u South Karelia u Finskoj gdje su ljudi izloženi niskim koncentracijama smjese onečišćenja u zraku (vodikov sulfid, sumporov dioksid, lebdeće čestice, metil merkaptan i metil sulfid) dokazano je da izloženost kombinaciji onečišćenja povećava rizik od akutnih respiratornih infekcija i pojačava simptome od strane respiratornog trakta. (Partti-Pellinen, 1996) (12)

### Učinci na organ vida

Istraživanjem provedenim u blizini tvornice papira, gdje je prosječna godišnja koncentracija vodikova sulfida iznosila  $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , dokazano je da su ljudi koji su živjeli u

blizini tvornice imali 12 puta češće iritacije očiju nego oni koji nisu bili izloženi vodikovu sulfidu (Jaakkola, 1990) (13)

Istraživanjem u Rotorui, Novi Zeland, utvrđeno je da je statistički značajno veći broj oboljelih od katarakte, bolesti konjunktive i orbite u usporedbi s ostalim stanovništvom Novog Zelanda. (Hinz, 2011) (30)

#### Učinci na neurološki sustav

Vodikov sulfid je intenzivnog mirisa na pokvarena jaja i prosječna koncentracija pri kojoj se osjeti miris je  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Istraživanjem provedenim u South Karelia u Finskoj dokazano je da su ljudi koji su dugotrajno izloženi niskim koncentracijama vodikova sulfida češće imali glavobolju i migrenu od onih koji su živjeli u područjima bez takve vrste zagađenja. (Partti-Pellinen, 1996; Jaakkola, 1990). (12, 13)

Istraživanjem u Rotorui, Novi Zeland, utvrđeno je da je statistički značajno veći broj osoba s poremećajima u centralnom i perifernom živčanom sustavu, u odnosu na one koji su živjeli u ostalim djelovima Novog Zelanda. (Hinz, 2011) (30)

#### Učinci na kardiovaskularni sustav

Nema dokaza da niske koncentracije vodikova sulfida u zraku dovode do povećanog broja oboljelih od kardiovaskularnih bolesti.

#### Učinci na reprodukciju

Zabilježen je veći broj pobačaja među ženama koje su živjele u području s godišnjom koncentracijom vodikova sulfida iznad  $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ali ta razlika nije statistički značajna.

Kako je već navedeno ljudsko osjetilo njuha izuzetno je osjetljivo na ove kemijske spojeve, te se miris vodikova sulfida osjeti/registrira već i pri koncentracijama od nekoliko  $\text{g}/\text{m}^3$ . Osim neugodnog mirisa, štetnost po zdravlje pri ovim koncentracijama ne postoji.

Svjetska zdravstvena organizacija (SZO) odredila je  $15 \text{ mg}/\text{m}^3$  ( $15000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kao najnižu koncentraciju koja uzrokuje negativne efekte po zdravlje (kratica: LOAEL). Uobičajenim postupkom dijeljenja ove vrijednosti sa sigurnosnim faktorom, (u ovom slučaju je on visok i iznosi 100) SZO je izdala preporučenu vrijednost 24-satne koncentracije sumporovodika od  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Dakle, tek nakon što koncentracije ovog onečišćivača narastu za tisuću puta od koncentracija pri kojima se osjeti neugodan miris (nekoliko g/m<sup>3</sup>) mogu se očekivati negativni efekti po zdravlje ljudi. Ipak kako svojim neugodnim mirisom ovi spojevi znatno umanjuje kvalitetu življenja, Svjetska zdravstvena organizacija preporučuje da polusatne koncentracije sumporovodika ne bi trebale prelaziti 7 µg/m<sup>3</sup>. Domaća zakonska regulativa još je stroža i sukladno Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05) razina satne granične vrijednosti iznosi 7 µ/m<sup>3</sup>.

Djelovanje H<sub>2</sub>S na ljudska osjetila ovisno o koncentraciji u atmosferi:

H <sub>2</sub> S ppm u volumenu zraka	Psihofizički učinak na čovjeka
0.1 – 0.5 ppm	Osjeća se mirisom.
10 ppm	Može uzrokovati poneku vrtoglavicu i minimalnu iritaciju oka.
25 ppm	Oči i dišni putovi su iritirani. Veoma jak miris.
50 – 100 ppm	Osjet mirisa se gubi. Daljnja izloženost koncentraciji od 100 ppm može uzrokovati naglo povećanje gore navedenih simptoma i uzrokovati smrt nakon cca 4 – 48 sati izloženosti.
150 ppm	Gubitak osjeta mirisa nakon 2-5 minuta.
350 ppm	Može biti fatalna nakon 30 minuta udisanja
700 ppm	Brzi gubitak svijesti (nekoliko minuta) i smrt. Uzrokuje napadaje, gubitak kontrole nad crijevima i mjehurom. Disanje će prestati ismrt će nastupiti ukoliko se ne da odgovarajuća pomoć unesrećenom.
>700ppm	Trenutna smrt !

Izvor:(<http://www.pfst.hr/uploads/PFN303%20-%2005%20Hidrogen%20sulfid%20H2S.pdf>)

## Izloženost organizma benzenu

Disanje je glavni put izloženosti organizma benzenu kod ljudi u općoj populaciji. Također, pušenje je dodatni i značajni izvor osobnog izlaganja benzenu, dok se visoka kratkoročna izloženost može pojaviti prilikom punjenja motornih vozila gorivom. Zbog produženog boravka u motornim vozilima koja ispuštaju povećane količine benzena (bilo pri sagorijevanju ili zbog hlapljenja benzina) nastaju dodatna izlaganja utjecaju benzena za koje postoje izvještaji iz mnogih različitih zemalja da su po povećanju razine izloženosti na drugom mjestu odmah iza pušenja. Doprinos navedenih izvora sveukupnoj izloženosti utjecaju benzena u okolišu i k tome povezanom karcinogenom riziku iznosi oko 30% od ukupne razine izloženosti pri jednosatnoj vožnji, što je uobičajeno trajanje vožnje kod dnevnih migracija stanovništva za potrebe posla. (Duarte-Davidson et al, 2001) (31)

Sa stanovišta mogućih izvora, ljudi mogu biti izloženi utjecaju benzena na 3 načina:

1. u radnom okruženju,
  2. u okolišu,
  3. upotrebom nekih proizvoda koji sadrže benzen.
1. Najveći rizik od izloženosti visokim koncentracijama benzena događa se na određenim radnim mjestima u tvornicama koje ga proizvode ili upotrebljavaju u proizvodnom procesu, kao što su: rafinerije za preradu nafte, petrokemijska industrija, industrija za proizvodnju sintetičke gume, industrija kože, pohrana i transport benzena. Profesionalna izloženost utjecaju benzena prisutna je i u radnika na benzinskim crpkama ili naftnim poljima. U prošlosti je bila široko raširena primjena benzena kao otapala, većinom za industrijske boje, razrjeđivače, sredstva za odmašćivanje, denaturirani alkohol i sl. Zbog poboljšanja proizvodnih procesa koncentracije benzena kojima su radnici danas izloženi na radnom mjestu daleko su niže od koncentracija kojima su bili izloženi nekada. (Toxicological profile for benzene, 2007) (32)
  2. Izvori benzena u okolišu su: benzin, automobilski ispušni plinovi, duhanski dim, emisija plinova s industrijskih postrojenja, te otpadne vode nekih industrija. Iako benzen pronalazimo u određenoj koncentraciji kako u urbanim, tako i u ruralnim

sredinama, ta je koncentracija obično vrlo niska. Područja u blizini prometnica, benzinskih crpki, te u blizini industrijskih postrojenja mogu imati znatno povišene vrijednosti koncentracije benzena u zraku. 70% izloženosti benzenu u okolišu dolazi od emisije ispušnih plinova motornih vozila. Emisija benzena u zrak značajno je narasla 60-tih godina prošlog stoljeća zbog povećanja broja vozila. Ustanovljeno je da dim jedne cigarete ispušta 50-150 µg benzena, tako da treba uzeti u obzir i činjenicu da su pušenje i pasivno pušenje također važni izvori izlaganja utjecaju benzena. Prosječni pušač (32 cigarete dnevno) svaki dan unese u svoj organizam otprilike 1,8 mg benzena, što je ujedno 10 puta veća količina od prosječnog dnevnog unosa benzene uzrokovanog pasivnim pušenjem. (Toxicological profile for benzene, 2007) (32)

3. Određeni proizvodi koji se upotrebljavaju u kućanstvu kao što su ljepila, sredstva za čišćenje, detergentski i boje, mogu sadržavati benzen. Rezidualne koncentracije benzena pronađene su i u nekim građevinskim materijalima, te određenim materijalima za izradu pokućstva. Daljnji potencijalni izvori benzena uključuju fotokopirni papir, ljepila za podne obloge, razrjeđivače boja. (Toxicological profile for benzene, 2007) (32)

Prilikom procjene izloženosti benzenu iz okoliša potrebno je uzeti u obzir nekoliko čimbenika: koncentraciju benzena u okolišu, koncentraciju benzena u zatvorenom prostoru (radno mjesto, stambeni prostor), koncentraciju benzena u vozilu, je li netko pušač ili nije, koliko vremena provodi u otvorenom, odnosno zatvorenom prostoru, živi li u ruralnoj ili urbanoj sredini, koja je dob promatranog pojedinca te tjelesna težina. Uzimajući u obzir sve te čimbenike u tablici 3 prikazane su dnevne apsorbirane doze benzena za opću populaciju u Velikoj Britaniji, (Duarte-Davidson et al, 2001) (31) gdje je izrađena procjena za pet tipičnih slučajeva izloženosti benzenu:

- a) nepušač koji živi u ruralnoj sredini
- b) nepušač koji živi u urbanoj sredini
- c) nepušač koji živi u urbanoj sredini u kućanstvu u kojem je barem jedan od ukućana pušač
- d) pušač koji živi u urbanoj sredini
- e) pušač koji 8 sati dnevno radi u blizini prometnice s visokom razinom prometa (npr. radnik na prometnici u gradskom središtu)

Tablica 3: Procijenjena dnevna apsorbirana doza benzena ( $\mu\text{g}/\text{danu}$ ) u općoj populaciji. (Duarte-Davidson et all, 2001) (31)

Aktivnost	Nepušač u seoskoj sredini	Nepušač u urbanoj sredini	Pasivni pušač u urbanoj sredini	Pušač u urbanoj sredini	Ekstremni slučajevi
Boravak u zatvorenom prostoru	45,5	63,7	91	91	58
Unutar vozila	22	22	22	22	22
Za vrijeme punjenja spremnika gorivom	1,9-7,4	1,9-7,4	1,9-7,4	1,9-7,4	1,9-7,4
Boravak na otvorenom, razonoda	0,5	1,6	1,6	1,6	1,6
Boravak na otvorenom, rad	—	—	—	—	330
Pušenje	—	—	—	400	400
Ukupna dnevna doza	70-75	89-95	116-122	516-522	814-819

(Izvor: Occupational and Environmental Medicine, dostupno na:

<http://oem.bmj.com/content/58/1/2.full.pdf+html?sid=7a2e4837-1fbc-4492-ae05-65bb32fef63f>)

Od 1. siječnja 2006. stupila je na snagu nova Uredba o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku (NN 133/05). Prema njoj su propisane granične i tolerantne vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na zdravlje ljudi. Granična vrijednost (GV) je ona granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti, a iznosi  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vrijeme usrednjavanja je vremenski razmak propisanog trajanja unutar kojeg srednja vrijednost po vremenu predstavlja pojedinačnu vrijednost razine onečišćenosti, te za benzen iznosi 1 godinu.

Ovom Uredbom su propisane i granice procjenjivanja koncentracija onečišćujućih tvari u zraku s obzirom na zdravlje ljudi. Gornja granica procjenjivanja je propisana razina onečišćenosti ispod koje se ocjenjivanje onečišćenosti može obavljati kombinacijom mjerenja i metoda procjene na temelju standardiziranih matematičkih modela i/ili drugih mjerodavnih metoda procjene te za benzen iznosi  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70% GV). Donja granica procjenjivanja je propisana razina onečišćenosti ispod koje se ocjenjivanje onečišćenosti može obavljati samo s pomoću metoda procjene na temelju standardiziranih matematičkih modela i/ili drugih mjerodavnih metoda procjene, za benzen ona iznosi  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (40% GV).

## Zdravstveni učinci benzena

Putevi ulaska benzena u organizam čovjeka su inhalacija kontaminiranim zrakom, gastrointestinalnom apsorpcijom te apsorpcijom putem kože. Za većinu ljudi razina izlaganja učinku benzena putem hrane i pića zanemarivo je mala u odnosu na dnevni unos putem udisanja onečišćenog zraka, tako da se u pravilu razmatra dnevni unos benzena inhalacijom kao osnovni put izloženosti štetnim učincima benzena. Kad je čovjek izložen visokim koncentracijama benzena u zraku, otprilike 50% benzena koji udahne napušta njegovo tijelo slijedećim izdisajem. Drugih 50% preko pluća ulazi u krvotok, odakle putuje tijelom i može se privremeno pohraniti u koštanoj srži i masnom tkivu. U jetri i koštanoj srži se benzen metaboličkim putevima navedenih organa prevodi u nekoliko metabolita za koje se vjeruje da su, bilo sami ili u međusobnoj interakciji, odgovorni za toksične učinke benzena. (Snyder, 2012) (33)

Produkti metaboličkog puta fenola (katehol, hidrokinon i p-benzokinon), mukonska kiselina i benzenov epoksid smatraju se najtoksičnijim metabolitima benzena. Većinu metabolita tijelo izbacuje putem urina unutar 48 sati od izlaganja benzenu.

Benzen je najpoznatiji hematotoksin odnosno leukemogen. Prema Međunarodnoj agenciji za istraživanje raka (IACR) klasificiran je u prvu skupinu karcinogena koji u čovjeka izaziva leukemiju. Za sada se ne zna točan mehanizam djelovanja, radi li se o kromosomskoj aberaciji ili potpuno novom genu. Epidemiološke studije su pokazale da je od leukemije samo akutna mijeloična leukemija povezana s benzenom. Pojava akutne mijeloične leukemije ovisi o dozi, te što je veća doza, veći je rizik obolijevanja. Period latencije je 10-15 godina nakon izloženosti benzenu. Uz leukemiju, benzen može uzrokovati i mijelodisplaziju. Veza između izloženosti benzenu i pojavnosti multiplog mijeloma još se ispituje. Dok neki rezultati spominju povišen rizik, drugi pokazuju slabu ili nikakvu povezanost. (Snyder, 2012) (33)

Već otprije je poznato da je benzen humani karcinogen za kojeg je čvrsto dokazana veza s pojavom obolijevanja od leukemije, naročito kod profesionalno izloženih radnika u petrokemijskoj i kemijskoj industriji, u industriji obuće, te u proizvodnji sintetičke gume. Nekoliko faktora određuje hoće li se pojaviti štetni učinci djelovanja benzena na zdravlje ljudi, a svakako su uključeni količina benzena kojoj je čovjek izložen i duljina vremena izloženosti. Osobe zaposlene u tvornicama koje proizvode ili upotrebljavaju benzen izložene su najvišim koncentracijama benzena, zato su i objavljene mnogobrojne studije o utjecaju



benzena na zdravlje radnika i to uglavnom s rezultatima prezentiranim u obliku 8-satnog izlaganja na radnom mjestu. Ipak, opisani učinci na zdravlje čovjeka su povezani uz koncentracije benzena koje su znatno više u tom specifičnom radnom okruženju, nego što ih susrećemo u okolišu. (Hayes et al., 1997; Rushton & Romaniuk, 1997; Divine et al., 1999; Collins et al., 2003) (34, 35, 36, 37)

Tablica 4: Najniža koncentracija benzena koja uzrokuje štetne učinke kod ljudi (LOAEL) (Duarte-Davidson et al., 2001) (31)

	Učinak	Opis	Trajanje izloženosti	LOAEL*	Reference
akutna toksičnost	smrt		minute	64000 mg/m <sup>3</sup>	Thienes, Haley (1972)
	smrt(oralno)			10 ml (8.8g)	Thienes, Haley (1972)
	središnji živčani sustav	vrtočlavlja, glavobolja, mučnina	sati	800 mg/m <sup>3</sup>	Clayton, Clayton (1994)
kronična toksičnost					
	hematološka	aplastična anemija, pancitopenija	godine	320 mg/m <sup>3</sup>	Yin et al. (1987) Greenberg et al (1939)
		mijelodisplastični sindrom			Aksoy et al (1972)
		citopenija	godine	96-112 mg/m <sup>3</sup>	Fishbeck et al (1978) Kipen et al (1989) Rothman et al (1996)
	mutageno djelovanje	kromosomalne aberacije	godine	64-319 mg/m <sup>3</sup>	EBS (1996)
		stvaranje adukta	godine	40-200 mg/m <sup>3</sup>	Liu et al (1996)
karcinogeno djelovanje	akutna mijeloična leukemija	godine	32-80 mg/m <sup>3</sup>	Schnatter et al (1996) Hayes et al (1997)	

\* **LOAEL** (eng. Lowest Observed Adverse Effect Level) – najniža koncentracija benzena koja uzrokuje štetne učinke kod ljudi određena eksperimentom ili praćenjem uz uzrokovanje modifikacije morfologije, funkcionalnog kapaciteta, rasta, razvoja ili životnog vijeka promatranog organizma koja se može razlikovati od normalnog organizma iste vrste i spola pod istim definiranim uvjetima izloženosti

(Izvor: Occupational and Environmental Medicine, dostupno na:

<http://oem.bmj.com/content/58/1/2.full.pdf+html?sid=7a2e4837-1fbc-4492-ae05-65bb32fef63f>)

■ Kratka izloženost (5 - 10 minuta) vrlo visokoj koncentraciji benzena od 64000 mg/m<sup>3</sup> i višoj može dovesti do smrti.

■ Udisanje benzena u koncentraciji u rasponu od 800 - 1600 mg/m<sup>3</sup> djeluje na središnji živčani sustav uzrokujući vrtočlavlju, pospanost, glavobolju, mučninu, dok izloženost koncentraciji benzena višoj od 4800 mg/m<sup>3</sup> uzrokuje euforiju popraćenu glavoboljom, mučninom, a ako potraje uzrokuje i nesvjesticu.

■ Opetovano prekomjerno izlaganje benzenu u koncentracijama višim od 320 mg/m<sup>3</sup> dovodi do pancitopenije i aplastične anemije i općenito je povezano sa značajnim smanjenjem broja stanica u koštanoj srži što rezultira teškim kliničkim manifestacijama uključujući imunosupresiju i mijelodisplastični sindrom. Učestalo izlaganje benzenu u koncentracijama nižim od 96 mg/m<sup>3</sup> rezultira citopenijom.

■ Za benzen je poznato da uzrokuje kromosomske aberacije in vitro, a iz podataka dobivenih promatranjem radnika smatra se da dugotrajno izlaganje prosječnim koncentracijama benzena višim od 64 mg/m<sup>3</sup> može biti povezano s pojavom kromosomalnih promjena u stanicama koštane srži. Jedna je studija pokazala da i srednje (40 - 200 mg/m<sup>3</sup>) i visoke koncentracije benzena (više od 200 mg/m<sup>3</sup>) znatno povisuju prisutnost oksidativnog DNA-adukta koji ima mutageno djelovanje. (Duarte-Davidson et al, 2001) (31)

Uspoređujući procijenjene apsorbirane doze benzena u općoj populaciji u tablici 3 s vrijednostima iz tablice 4, slijedi da je izloženost opće populacije učinku benzena tri reda veličine manja od one koja može izazvati akutnu mijeloičnu leukemiju.

Napomena: Navedeni učinci pretpostavljaju izloženost benzenu u zatvorenom prostoru kad se može govoriti o koncentracijama benzena izraženim u mg/m<sup>3</sup>, dok se u vanjskom zraku benzen mjeri u koncentracijama izraženim u µg/m<sup>3</sup>.

Osim zdravstvenih učinaka prikazanih u tablici 4, benzen može u pravilu izazvati i slijedeće zdravstvene štetne učinke: (Duarte-Davidson et al, 2001) (31)

- Akutno otrovanje benzenom izaziva traheobronhitis i nekardiogeni edem pluća, dermatitis i folikulitis, neurološke promjene od hiperekscitiranosti do razvoja komatoznog stanja, te paralize centra za disanje. Moguće su promjene i na srcu praćene popuštanjem crpne funkcije, promjene na jetri koje uključuju akutnu žutu atrofiju jetre, te hepatorenalni sindrom. Od hematoloških promjena može nastati hemoliza s diseminiranom vaskularnom koagulopatijom, te methemoglobinemijom s posljedičnom cijanozom.
- Kronično otrovanje nastaje tijekom inhalacije malih količina benzena koji se zadržava u organizmu. Glavni štetni učinak, koji je i prikazan u tablici 4 je hiperplazija ili hipoplazija koštane srži. Ostali štetni učinci se mogu očitovati glavoboljom, općom slabošću, mršavljenjem, a na koži mogu nastati hiperpigmentacije i egzem. Promjene na sluznicama očituju se kao nazofaringitis ili gastroenteritis.

Izlaganje benzenu može biti štetno i za reproduktivne organe. Nekoliko znanstvenih studija provedenih na ženama radnicama izloženim visokim koncentracijama benzena pokazalo je da benzen može umanjiti plodnost žena. Još uvijek nije sa sigurnošću utvrđeno kakvi učinci mogu biti na razvoj fetusa u trudnica koje su izložene udisanju benzena, niti kakav je učinak djelovanja benzena na plodnost muškaraca. Nekoliko znanstvenih studija provedenih na gravidnim životinjama pokazuje štetne učinke udisanja benzena za fetalni razvoj. Ovi učinci uključuju nisku porođajnu težinu, odgođeno formiranje koštanog sustava i oštećenja koštane srži. (Duarte-Davidson et al, 2001) (31)

#### **2.1.4. Pokazatelji onečišćenja okoliša**

Izvori onečišćenja zraka su :

1. prirodni izvori (šumski požari, vulkanska aktivnost, pješčane oluje, pelud, bakterije, virusi)

2. ljudska djelatnost:

- sagorijevanje (kućna i industrijska ložišta) - posljedica nepotpunog sagorijevanja je nastanak dima, a sumporni spojevi sadržani u najvećem dijelu goriva izgaraju u okside sumpora. Na taj se način u zrak ispuštaju dvije onečišćujuće tvari čime nastaje smog, što ga čini smjesa dima i sumporovog dioksida u prisutnosti magle. Pri sagorijevanju se stvara još niz drugih onečišćenja od kojih treba spomenuti okside dušika i aromatske policikličke ugljikovodike, posebno karcinogen 3,4-benz(a)piren.
- industrijski procesi - onečišćenje ovisi o vrsti industrijskog pogona i predstavlja lokalni problem okoliša u kojem je pogon smješten
- promet - sve veći broj prometnih sredstava, posebno povećanje broja motora s unutarnjim sagorijevanjem na ulicama gradova onečišćuju atmosferu
- poljoprivreda - poljoprivredna djelatnost uzrokuje emisiju u zrak niza onečišćujućih tvari, od kojih su najvažniji dušikovi oksidi, amonijak, metan.

## **Vodikov sulfid (H<sub>2</sub>S)**

Vodikov sulfid, H<sub>2</sub>S, se prirodno nalazi u geotermalnim područjima. Također nastaje u anaerobnim uvjetima tamo gdje su prisutni organske tvari i sulfati. Ljudske aktivnosti mogu potaknuti H<sub>2</sub>S koji se pojavljuje u prirodi, kao što se događa prilikom vađenja prirodnog plina ili prilikom iskorištavanja topline geotermalnih voda. H<sub>2</sub>S se također proizvodi u industrijskim procesima gdje se sumpor i organske tvari spajaju u uvjetima bez prisustva kisika. To uključuje proizvodnju papira, preradu nafte, štavljenje kože, te preradu otpadnih voda. (American Conference of Governmental Industrial Hygienists, 1991) (38)

Stvaranje vodikovog sulfida zajedno s merkaptanima karakteristično je za procese raspadanja organskih tvari uz nedovoljnu prisutnost kisika. U literaturnim podacima navode se slučajevi ometanja stanovništva neugodnim mirisima koji se mogu širiti iz kompostana pogotovo kada se radi s visoko fermentabilnim materijalima i ukoliko se ne pridržava pravila tehnološkog procesa. (Humphreys, 1988) (39)

Također, fugitivne emisije vodikovog sulfida i merkaptana karakteristične su za proces prerade nafte osobito kada se radi sa sirovinom koja ima visok sadržaj sumpora. Koncentracije vodikovog sulfida u okolišu kao rezultat prirodnih izvora trebale bi biti između 0,14-0,4 µg/m<sup>3</sup>. (US EPA, 1993) (40)

U nezagađenom dijelu Kolorada, USA, izmjerene su koncentracije sumporovodika između 0,03 i 0,1 µg/m<sup>3</sup>. Koncentracije vodikovog sulfida izmjerene na Novom Zelandu u blizini geotermalnih izvora koji sadrže vodikov sulfid iznosile su 175-5500 µg/m<sup>3</sup>. (WHO, 2003; Bates 1997; Bates 1998) (25, 41, 42)

Kako je vodikov sulfid plin, glavni način unosa vodikova sulfida u tijelo čovjeka je inhalacijom. (Sittig, 1985) (43) Većina učinaka vodikovog sulfida na zdravlje ljudi zabilježena je nakon izloženosti visokim koncentracijama u zraku. Međutim, provedene su i neke studije utjecaja dugotrajne izloženosti niskim koncentracijama vodikova sulfida na zdravlje ljudi: istraživanje provedeno u Rotorui, Novi Zeland, gdje se nalaze geotermalni izvori bogati vodikovim sulfidom. Prosječna godišnja koncentracija vodikova sulfida u Rotorui bila je 30 µg/m<sup>3</sup>, sa 35% mjerenja iznad 70 µg/m<sup>3</sup> i 10% mjerenja iznad 400 µg/m<sup>3</sup>. (Hinz, 2011, Bates, 1997, Bates, 1998) (30, 41, 42)

## **Sumporov dioksid (SO<sub>2</sub>)**

Sumporov dioksid, SO<sub>2</sub>, je bezbojni plin s oštrim mirisom. Kada se miješa s vodom, tvori sumpornu kiselinu, a to je glavni sastojak kiselih kiša koja je uzrok krčenja šuma. Sumporov dioksid uglavnom nastaje izgaranjem fosilnih goriva koja sadrže sumpor (ložišta na ugljen u kućanstvima i termoelektranama) te oslobađanjem iz ispušnih plinova motornih vozila. (WHO, 2011) (44)

Ostali izvori SO<sub>2</sub> su industrijska postrojenja koja svoje proizvode dobijaju od sirovina poput ugljena i nafte. To su između ostalog rafinerije nafte i cementare. (EPA, 2010) (45)

Izgaranje fosilnih goriva je najveći antropogeni izvor emisija SO<sub>2</sub>. Sadržaj sumpora u fosilnim gorivima može biti vrlo različit i kreće se od 0,1 do 4 % (mas.), ovisno o vrsti goriva. Potpunim uklanjanjem sumpora iz goriva mogao bi se u potpunosti riješiti problem emisija SO<sub>2</sub>. (Nepoznati autor, n.d.) (46)

SO<sub>2</sub> utječe na dišni sustav i funkcije pluća, te uzrokuje iritaciju očiju. Upala dišnih puteva izaziva kašalj, sekreciju sluzi, pogoršanje astme i kroničnog bronhitisa te čini ljude podložnijima infekcijama dišnih puteva. (WHO, 2011) (44)

Sumporov dioksid je kemijski spoj dobro topljiv u vodi i zajedno s amonijakom i klorom spada u skupinu nadražljivaca gornjeg dišnog sustava. Resorbira u gornjim i srednjim dišnim putovima te najčešće uzrokuju upalu nosne sluznice, sinusa ili simptome slične prehladi. (Maloča et al., 2006). (47)

Posredno također utječe na zdravlje prelazeći u sulfat u obliku finih čestica (gradski smog). Taloženjem na tlo kao sumporov dioksid ili u obliku sulfata (kisele kiše) neposredno utječe na zakiseljavanje tla i na vegetaciju. Štetno djeluje na materijale, fasade zgrada i spomenike kulture. (Nepoznati autor, 2006) (48)

SO<sub>2</sub> je toksičan pri velikim koncentracijama, a njegov primarni utjecaj na okoliš očituje se u doprinosu nastajanju kiselih kiša i aerosola (tzv. zimskog smoga). (Nepoznati autor, n.d.) (46)

## **Dušikov dioksid (NO<sub>2</sub>)**

Dušikov dioksid, NO<sub>2</sub>, je crvenkasto-smeđi plin ili žućkasta tekućina, neugodnog i oštrg mirisa. Plinoviti dušik dioksid djeluje nagrizajuće za sluznicu očiju i nosa. U tekućem

obliku jako oštećuje kožu. Pri kratkom djelovanju može izazvati opekline trećeg stupnja. Izloženost višim koncentracijama izaziva kašalj, gušenje, grlobolju, vrtoglavicu, te bolove u prsima i trbušnoj šupljini. (Zaštita i sigurnost, 2012) (49)

NO nastaje izgaranjem svih vrsta fosilnih goriva, a NO u atmosferi vrlo brzo oksidira u NO<sub>2</sub> pod djelovanjem fotokemijskih efekata i sunčevih zraka uz prisutnost raznih organskih spojeva u zraku. Pod djelovanjem UV sunčevih zraka, dušični oksidi, u kombinaciji s nekim drugim molekulama (kao klorfluorugljik), djeluju katalitički na proces razgradnje ozona u stratosferi.

(Prelec, n.d.) (50)

Porast broja stanovništva, snažna industrijalizacija te porast ukupnog standarda samo su neki od čimbenika koji su doveli do velikog porasta emisija zagađivača u atmosferu u novije doba. To se posebice odnosi na emisije dušikovih oksida (NO<sub>x</sub>) koji uglavnom nastaju kao rezultat primjene fosilnih goriva.

(Nepoznati autor, n.d.) (46)

Glavni izvor nastanka NO<sub>2</sub> uslijed ljudske aktivnosti je izgaranje fosilnih goriva (ugljen, plin i nafta). Proizvodnja električne energije iz fosilnih goriva te motorna vozila također mogu producirati znatne količine dušik dioksida. Granične vrijednosti su u skladu s graničnom vrijednosti od 200 µg/m<sup>3</sup> (1-satni prosjek) prema Svjetskoj zdravstvenoj organizaciji (SZO) i s EU- direktivi 99/30/EC. (WHO, 2011; EPA, 2010) (44, 45)

## **Ozon (O<sub>3</sub>)**

Nastajanje prizemnog ozona je u potpunosti proizvod fotokemijskih reakcija dušičnih oksida i organskih zagađivača u zraku. Pri tome nastajanje ozona direktno ovisi o koncentracijama ovih onečišćenja, omjera njihovih koncentracija i sunčevoj radijaciji.

## **Lebdeće čestice PM<sub>2,5</sub> i PM<sub>10</sub>**

Lebdeće čestice PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> aerodinamičkog promjera manjeg od 10 i 2,5 µm vrlo nepovoljno utječu na zdravlje ljudi, jer udisanjem mogu doprijeti duboko u respiratorni trakt čovjeka, a na sebe mogu vezati vrlo štetne tvari kao što su policiklički aromatski ugljikovodici (PAU) s većim brojem prstenova koji imaju jako izraženo mutageno ili

kancerogeno djelovanje. PAU se smatraju izrazito toksičnim kancerogenim spojevima čije bi razine koncentracija u zraku trebale biti vrlo niske. (Institut za medicinska istraživanja, 2005) (51)

Lebdeće čestice uglavnom nisu homogenog kemijskog sastava, a u okoliš dospijevaju u različitim veličinama i oblicima: u obliku prašine, pepela, čađe, dima, čestica minerala, silikata i drugim oblicima. Osnovna im je značajka da mogu ostati dispergirane u struji ispušnih plinova tijekom dužeg vremenskog razdoblja, jer su vrlo malene. Uobičajeno se dimenzije ovih čestica izražavaju pomoću aerodinamičkog promjera. Lebdeće čestice dijele se prema veličini u tri skupine: a) grube čestice (dimenzija 2,5-10  $\mu\text{m}$ ,  $\text{PM}_{10}$ ), b) fine čestice (dimenzija < 2,5  $\mu\text{m}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ ) i c) ultrafine čestice (dimenzija < 0,1  $\mu\text{m}$ ,  $\text{PM}_{0,1}$ ). (Nepoznati autor, n.d.) (46)

Lebdeće čestice mješavina su organskih i anorganskih supstanci koje najvećim dijelom potječu iz energetskih postrojenja te kao produkt izgaranja dieselskih goriva. U atmosferi se stvaraju transformacijom iz emisijskih plinova. Njihov kemijski i fizikalni sastav ovisi o lokaciji, godišnjem dobu i vremenskim uvjetima. U većini studija, razine dušikovog dioksida vežu se uz razine lebdećih čestica i ozona u zraku, te se štetni učinci promatraju zajedno za ta tri onečišćivača. (Hercog & Peternel, 2007) (52)

Najvažniji izvori lebdećih čestica su promet, grijanje stambenih zgrada i industrija. Najveću opasnost za ljudsko zdravlje predstavljaju upravo najmanje frakcije lebdećih čestica (čestice aerodinamičkog promjera ispod 2,5 mikrometara -  $\text{PM}_{2,5}$ ) (Državni hidrometeorološki zavod, n.d.) (53)

Najznačajniji izvori emisija lebdećih čestica su procesi izgaranja u industrijskim i neindustrijskim ložištima, izgaranje u termoenergetskim objektima, proizvodni procesi, (tvornice cementa i azbesta, željezare i dr.), cestovni promet i drugo. Čestice iz ložišta mogu sadržavati i organske tvari iz skupine policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU). (Nepoznati autor, n.d.) (46)

Lebdeće čestice onečišćuju zrak i njihovim udisanjem ljudi su neposredno izloženi rizicima akutnih i kroničnih bolesti, kao i sa smetnjama u reprodukciji. U atmosferu dospijevaju iz mnogobrojnih izvora, najčešće kao posljedica ljudske aktivnosti (najznačajnije sagorijevanje fosilnih goriva i promet).

(Nepoznati autor, 2006) (48)

Uz stacionarne industrijske objekte koji emitiraju najviše lebdećih čestica u atmosferu, utvrđeno je da značajnu ulogu imaju i pokretni izvori onečišćenja, tj. promet. (Ružman i sur., 2009) (54)

Promet u urbanim sredinama utječe na zagađenje zraka koji je bogat benzenom i lebdećim česticama, što je glavni zdravstveni problem u mnogim velikim gradovima zemalja u razvoju zbog raširene upotrebe motocikla i starih automobile za prijevoz. Vozila s su dvotaktnim motorima i emitiraju velike količine hlapivih organskih spojeva, poliaromatskih ugljikovodika (PAH) i ultrafine čestice pogotovo kada se koristi benzin loše kvalitete. (Avogbe et al., 2005) (55)

Prosječan doprinos klorida, nitrata i sulfata ukupnoj masi lebdećih čestica iznosi do 25%. Rezultati pokazuju da se gotovo cjelokupan sadržaj klorida, nitrata, i sulfata nalazi u lebdećim česticama  $PM_{2.5}$  frakcije. Vrlo značajna korelacija nalazi se između koncentracije nitrata i sulfata za obje frakcije lebdećih čestica ( $PM_{10}$  i  $PM_{2.5}$ ) (65-70% zajedničke varijance) što pokazuje da obje onečišćujuće tvari možda potječu od istog izvora i/ili da je intenzitet izvora tih tvari relativno konstantan. (Čačković i sur., 2000) (56)

Za čestice ( $PM_{10}$  i  $PM_{2.5}$ ) nisu utvrđeni jasni pragovi štetnog djelovanja, ali je postavljena izravna veza između izlaganja i štetnosti onih koje dopijevaju u dišni sustav i uzrokuju pogoršanje stanja postojećih dišnih i krvožilnih oboljenja, alternacije s obrambenim sustavom organizma, te oštećenja plućnog tkiva, stvaranje karcinoma i na kraju smrti. Granična akutna doza od  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijekom 24 sata izaziva smanjenje kapaciteta pluća djece te statističkim povećanjem broja oboljelih od bronhitisa. Vrijeme izlaganja od 2-3 tjedna uključuje promjene funkcije pluća odraslih, zdravih osoba. (Program zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u gradu Kutini, 2008) (57)

Sve lebdeće čestice mogu se udisanjem nataložiti u dišnom sustavu, no pretpostavlja se da  $PM_{2.5}$  i  $PM_{1.0}$  predstavljaju veću opasnost za zdravlje, budući da prodiru dublje u pluća. Izloženost tim finim česticama povezuje se s promjenama u kardiovaskularnom sustavu, kao i s općenitim povećanjem stope smrtnosti. (Ružman i sur., 2009) (54)

### **Policiklički aromatski ugljikovodici (PAU)**

Prva proučavanja policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAU) povezana su s opažanjima Percivala Potta prije više od 200 godina o učestaloj pojavi raka kože dimnjačara. U 19. stoljeću primijećena je češća pojava raka kože u radnika zaposlenih u preradi parafina i katrana kamenog ugljena. Grupa znanstvenika je 1922. godine započela s istraživanjima kojih je bio cilj pronalaženje kancerogena u katranu kamenog ugljena. Godine 1933. iz katrana je izoliran, a neovisno o tome i sintetiziran benzo-a-piren (BaP), za kojeg je



dokazano da je traženi kancerogen. Godine 1952. u Velikoj Britaniji, BaP je identificiran u lebdećim česticama. Uočena povećana kancerogenost lebdećih čestica, u ovisnosti o količini PAU, potakla je na daljnja istraživanja. PAU s dva do tri prstena nalaze se u plinovitoj fazi te njihova koncentracija u zraku raste s porastom temperature, dok se oni s više prstena nalaze vezani na lebdeće čestice, posebno one manjeg promjera. PAU su velika heterogena grupa, a najtoksičniji članovi su oni koji se sastoje od četiri do sedam prstena. PAU koji su vezani na čestice imaju izraženo mutageno i kancerogeno djelovanje. Ulaskom u bronhije dolazi do razgradnje PAU. Prvi stupanj razgradnje je nastajanje epoksida, od kojih neki poslije oksidiraju u diol-epoksidi. Diol epoksidi se konvertiraju u karbonium ion. Karbonium ion može reagirati s DNA i proteinima formirajući adukte, uzrokujući genotoksično oštećenje, djelujući kao inicijatori. Inicijacija je prvi korak u razvoju raka. (Šišović, 2004) (58)

Policiklički aromatski ugljikovodici (PAU) moraju metabolički biti aktivirani kako bi izazvali tumor. Međutim, pojedinci se razlikuju po sposobnosti da metaboliziraju PAU (oni koji nemaju pojedine enzime za aktiviranje PAU do reaktivnih metabolita mogu imati niži rizik za kemijsku kancerogenezu, dok nedostatak enzima za neutralizaciju reaktivnih metabolita može povećati taj rizik).

Neke od epidemioloških studija koje su provedene do sada, pokazale su pozitivne odnose između genetskih polimorfizama metaboličkih enzima i osjetljivost na rak, dok su druge bili neuvjerljive. Mnogi čimbenici, uključujući rasu, dob, spol, pušenje duhana, unos alkohola i genetskih čimbenika, mogu izazvati ili inhibirati metaboličke aktivnosti koje pokazuju da kompleks interakcija postoji. (IARC, 2005) (59)

Štetnost lebdećih čestica po ljudski organizam ovisi o njihovoj veličini, pri čemu su najopasnije najsitnije čestice koje dopijevaju do nižih dišnih putova (tzv. respirabilne čestice). BaP se često rabi kao indikator za prisutnost PAU u hrani i zraku. BaP nije nužno i najzastupljeniji spoj, ali se uvijek javlja kad su prisutni PAU. BaP je najproučavaniji spoj PAU s pet prstena. Klasificiran je kao kancerogen u životinja i vjerojatni kancerogen u ljudi. Za BaP je izvijestiti da ima druge zdravstvene efekte koji uključuju značajne reproduktivne i razvojne efekte.

Izloženost ljudi PAU je kroz hranu i inhalaciju. U normalnim okolnostima kožni kontakt s PAU je relativno nevažan, međutim BaP prolazom kroz neoštećenu kožu može uzrokovati iritaciju kože s osipom i/ili peckanje. Izloženost suncu može povećati ove efekte. Nakon dodira s očima može izazvati iritacije i opekline. (Sittig, 2002) (60)

Izloženost dimu cigarete povećao je ukupni PAU potencijal metabolizma u tkivima posteljice za oko 200% (176,2 nepušač ili - 33,6, n = 25; pušač 524,5 ili - 75,5, n = 32 pmol/mg proteina), dok PAU-DNK adukt potencijal stvaranja nije se značajno povećao preko bazalne razine (nepušač 5002 ili - 830, n = 15; pušač 6172 ili - 1.443, n = 22 fmol benzo[a]piren ekvivalent/ $\mu$ mol DNK/mg proteina). Izloženost duhanskom dimu tijekom trudnoće je štetna za fetalni razvoj što se očituje između ostalog smanjenom porođajnom težinom djece izloženih trudnica. Nasuprot tome, smanjenje težine posteljice je nejasna, ali placenta ima izrazito značajno povećanu ukupnu ksenobiotičku (PAU) metaboličku sposobnost u odgovoru na izloženosti duhanskom dimu tijekom trudnoće, što ukazuje da metabolizam posteljice može biti važan posrednik nuspojava uzrokovanih takvom ksenobiotičkom izloženošću. (Sanyal et al., 1994) (61)

Benzo(a)piren unos zrakom: 0,010 do 0,044  $\mu$ g/dan, (procjenjena prosječna koncentracija od 0,9 ng/m<sup>3</sup>) 0,18 ng; BaP unos vodom: 0,001  $\mu$ g/dan; benzo(a)piren hrana 0,16-1,6  $\mu$ g/dan (procjenjena prosječna koncentracija je 15  $\mu$ g/kg. Izvješće češkog ureda za statistiku, 2003, procjenjuje prehrambene dnevni unos BaP putem voća i povrća u Republici Češkoj (ng/dan) su: jabuka 2.3; marelica 0.5; cvjetača 0.4; kupus 0.1; grejp 0.8; peršin 0.1; rajčica 1.0. Količina BaP ovisi o zemljopisnom položaju, prisutnosti u blizini izvora onečišćenja kao što su prometne autoceste ili u prašini, te o godišnjem dobu. Količine su bile veće u gradskim nego u neurbanim područjima (do 100 puta više), veće zimi nego ljeti i tijekom razdoblja pojave dima u atmosferi. (HSDB, 2010) (62)

## **Benzen**

Benzen je bezbojna, lako hlapiva, zapaljiva tekućina karakterističnog sladunjavo aromatičnog mirisa. Prag osjećanja mirisa za benzen navodi se pri koncentracijama 4,9 - 15,3 mg/m<sup>3</sup>, odnosno 1,5 – 5 ppm. (Toxicological profile for benzene, 2007) (32)

Pare benzena su teže od zraka pa se lagano akumulira u nižim predjelima. Miješa se s vodom (topivost 1,7 g/L kod 20°C). Benzen je jednostavan ciklički organski spoj koji se nalazi u prirodi u niskim koncentracijama, prirodan je sastojak sirove nafte. Nastaje i nepotpunim sagorijevanjem fosilnih goriva (naftnih derivata, ugljena, a u manjoj mjeri i drva). Benzen koji pronalazimo u okolišu nastaje kako prirodnim procesima, kao što su vulkanska aktivnost i šumski požari, tako i ljudskom djelatnošću. (IARC, 1982) (63)

Danas se benzen u najvećoj mjeri proizvodi iz nafte, a mnoge različite industrije koriste benzen kao sirovinu za proizvodnju raznih kemijskih derivata, od najlona i sintetičkih vlakana, preko nekih tipova guma, maziva i boja, do detergenata, lijekova i pesticida. (IARC, 1982) (63)

Benzen, osim što je sastavni dio sirove nafte i benzina, može se naći u relativno velikim količinama i u dimu cigareta. (IARC, 1982) (63) Raširena je primjena benzena kao otapala, uglavnom u industriji boja, prilikom uklanjanja boja, proizvodnje ljepila, denaturiranih alkohola itd. U želji za smanjenjem profesionalne izloženosti benzenu i u skladu sa sve strožim propisima, smanjena je upotreba benzena. Glavni izvor benzena u okolišu je industrijska proizvodnja, a razine benzena u zraku znatno se mogu povisiti izgaranjem ugljena i nafte, putem ispušnih plinova motornih vozila, isparavanjem iz rezervoara na benzinskim crpkama, te primjenom otapala u industrijskim razmjerima. Pušenje odnosno duhanski dim je također izvor benzena u zraku, što se posebno odnosi na zatvorene prostore. Industrijska odlagališta opasnog kemijskog otpada i proizvoda koji sadrže benzen, te gubici odnosno curenje benzina iz podzemnih cisterni mogu dovesti do kontaminacije vode i tla s benzenom i drugim ugljikovodicima. Benzen se u vodi i tlu raspada znatno sporije. Kako je u izvjesnoj mjeri topiv u vodi može prijeći iz tla u podzemne vode, no ondje se u pravilu ne ugrađuje u biljke i životinje.

### **Koncentracije benzena u ambijentalnom/okolišnom zraku**

Izvori benzena u okolišnom zraku su duhanski dim, sagorijevanje i isparavanje nafte koja sadrži benzen (do 5%), petrokemijska industrija, te procesi izgaranja. Prosječna koncentracija benzena u zraku iznosi  $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u ruralnim područjima, te  $5\text{-}20 \mu\text{g}/\text{m}^3$  u urbanim područjima. Koncentracije benzena u okolišu, kao i u unutarnjim prostorima veće su u neposrednoj blizini izvora emisije benzena kao što su benzinske crpke. Primijećeno je i da su koncentracije benzena u zimskom periodu godine više od ljetnog perioda, vjerojatno zahvaljujući činjenici da je zimi učestalija pojava hladnog stabilnijeg vremena zbog kojeg se benzen ne rasprostire kao što se događa zbog vrtložnih gibanja zraka u toplijem dijelu godine.

Mjerenja koncentracije benzena u zraku provedena u razdoblju 1993-1995. godine u Velikoj Britaniji pokazala su slijedeće vrijednosti: (Duarte-Davidson et. all, 2001) (31)

- 1) industrijsko središte: 3,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 2) blizina prometnice: 5,4-33  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 3) grad, bez industrije: 2,2-8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$
- 4) ruralna sredina: 1,3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Slične vrijednosti izmjerene su u SAD-u i Kanadi i iznosile su od 1-8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . (Duarte-Davidson et all., 2001) (31)

### **Koncentracije benzena u zatvorenim prostorima**

Istraživanjima provedenim u Velikoj Britaniji mjerene su srednje koncentracije benzena u zatvorenom prostoru i ustanovljeno je da je prosječna koncentracija benzena u zatvorenom prostoru iznosila 8  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dok je istovremeno koncentracija benzena na otvorenom iznosila 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Više koncentracije benzena izmjerene su u onim stambenim prostorima u sklopu kojih su bile garaže u kojima su vlasnici držali automobile. Zamijećene su i sezonske varijacije u koncentraciji benzena u zatvorenom prostoru. (Duarte-Davidson et all., 2001) (31)

Više koncentracije benzena izmjerene su zimi, što je posljedica viših koncentracija na otvorenom, ali i slabijeg prozračivanja prostorija. Dim cigarete također daje veliki doprinos povećanju koncentracije benzena u zatvorenom prostoru. U istom istraživanju u dnevnoj sobi pušača izmjerena je prosječna koncentracija benzena od 9,6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , dok je u nepušača iznosila 7,2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (potkrijepljeno i istraživanjima provedenim u Njemačkoj i SAD-u). (Duarte-Davidson et all., 2001) (31)

Naravno, koncentracije benzena su to više, što je veći broj popušanih cigareta. Inhalirana doza benzena iz cigarete iznosi 16-75  $\mu\text{g}$  po cigareti. Ako se uzme u obzir da prosječna inhalirana doza benzena iznosi 40  $\mu\text{g}$  po cigareti i da pušač popuši dnevno 20 cigareta, te da se 50% inhaliranog benzena zadržava u organizmu, pušenje 20 cigareta dnevno rezultira inhaliranjem 800  $\mu\text{g}$  benzena na dan, odnosno u tijelu se zadrži 400  $\mu\text{g}$  benzena na dan. 90% benzena koji se zadrži u tijelu pušača potječe iz dima cigarete. (Duarte-Davidson et all., 2001) (31)

### **Koncentracije benzena na benzinskim crpkama i unutar vozila**

U Italiji je provedeno istraživanje o izloženosti benzenu na benzinskim crpkama, posebno prilikom punjenja gorivom, te u vozilima tijekom vožnje. (Duarte-Davidson et al., 2001) (31)

Prema tom istraživanju, izloženost benzenu na benzinskim crpkama varira ovisno o sadržaju benzena u gorivu (koje obično sadrži oko 2 – 6 % benzena). Ustanovljeno je da su radnici na benzinskim crpkama izloženi prosječnoj koncentraciji benzena od 482  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Prilikom punjenja spremnika automobila benzinom, što obično traje jednu minutu, prosječna koncentracija benzena u zraku oko mjesta punjenja iznosi 3709  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Uvođenjem novih tehnologija i zaštitnih mjera („samoposluživanje“) na benzinskim crpkama kojima se kontrolira isparavanje moguće je smanjiti prosječnu koncentraciju benzena odnosno izloženost na 930  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Prosječna koncentracija benzena u zraku unutar vozila iznosi 44  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Benzen u unutrašnji prostor vozila dopiše iz ispušne cijevi vozila ili zbog isparavanja, u koncentraciji koja ovisi o tipu i starosti vozila, vrsti goriva, gustoći prometa i brzini vožnje, te naravno o ispravnosti sustava za ispušnih sagorjelih plinova. Više koncentracije benzena prisutne su u unutrašnjosti starijih vozila (bez katalizatora) i pri sporijoj vožnji odnosno većoj potrošnji goriva uzrokovanoj gušćim prometom. Dakle, veća gustoća prometa povećava koncentraciju benzena u vozilu, kao i vožnja s otvorenim prozorom.

### **3. MJERENJA PROVEDENA U BRODSKO-POSAVSKOJ ŽUPANIJI**

#### **3.1. PODATCI S MJERNE POSTAJE**

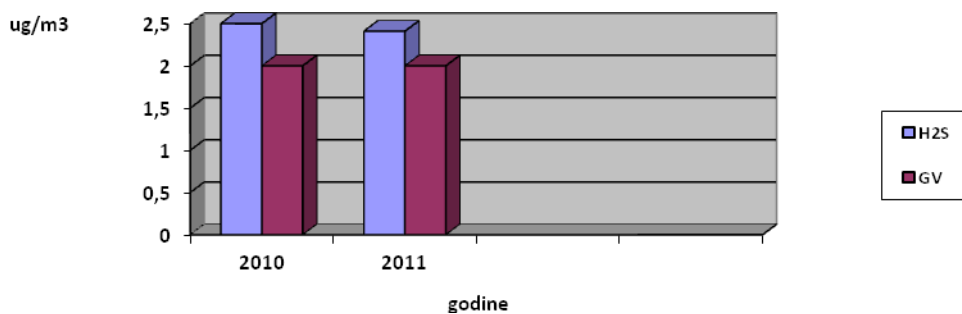
Mjerenje osnovnih i specifičnih pokazatelja onečišćenja zraka odvija se putem državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka – automatska mjerna postaja Slavonski Brod-1 (nadležnost MZOPUG), koja je s radom započela u siječnju 2010. godine. Postaja je smještena 1200 m sjeverozapadno od centra Slavonskog Broda, u naselju Jelas, cca. 3400 m na sjever-sjeveroistok od Rafinerije nafte Bosanski Brod, 1300 m jugozapadno od tvornice Đuro Đaković i cca. 200 m jugozapadno od veće prometnice, a stručna institucija

koja odgovara za postaju je tvrtka Ekonerg d.o.o. Glavni ciljevi mjerenja su pratiti kakvoću zraka i utjecaj industrije. Onečišćujuće tvari koje se mjere su: sumporov dioksid ( $\text{SO}_2$ ), oksidi dušika ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  izražen kao  $\text{NO}_2$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ), lebdeće čestice aerodinamičnog promjera  $<2,5 \mu\text{m}$  ( $\text{PM}_{2,5}$ ), vodikov sulfid ( $\text{H}_2\text{S}$ ), te od 9. ožujka 2011. godine i benzen ( $\text{C}_6\text{H}_6$ ). Mjerenja se obavljaju prema zakonski propisanim metodama. Automatska mjerna postaja je prema svojoj klasifikaciji gradska, a prema tipu postaje u odnosu na izvor emisija industrijska. Područje za koje je postaja reprezentativna iznosi u promjeru 2000 m. Mjerne metode (analitičke metode) kojima se mjere spomenuti parametri su slijedeće: UV fluorescencija, UV apsorpcija, kemiluminiscencija, apsorpcija beta zračenja (sve metode rade putem automatskih analizatora). Visina mjesta uzorkovanja iznosi 3 m, a učestalost integriranja podataka je 10 minuta. (Godišnje izvješće o rezultatima praćenja kakvoće zraka na automatskoj postaji za praćenje kakvoće zraka Slavonski Brod – 1 u 2010. godini, Zagreb, 2011) (64)

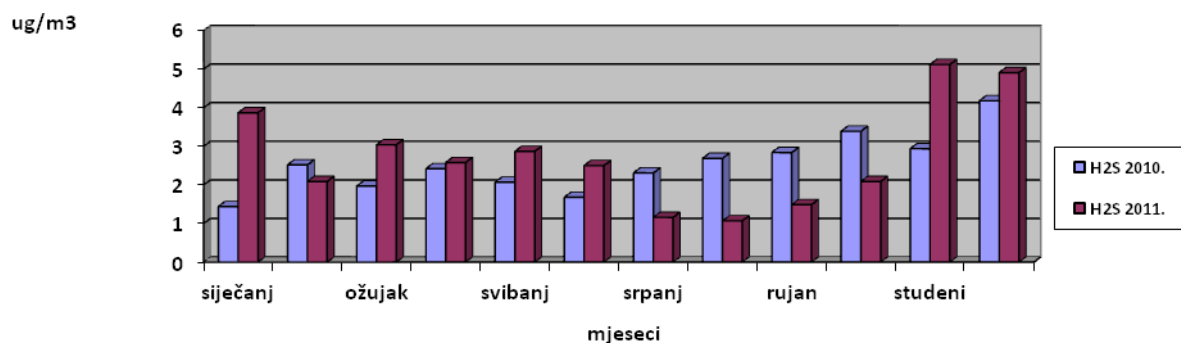
### **3.1.1. Vodikov sulfid**

Prva mjerenja vodikovog sulfida započela su u Slavonskom Brodu 2010. godine u sklopu Državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka u naselju Jelas cca. 3400 m na sjever sjeveroistok (13-15 stupnjeva) od Rafinerije nafte Bosanski Brod, 1300 m jugozapadno od tvornice Đuro Đaković i cca. 200 m jugozapadno od veće prometnice. Granične vrijednosti za vodikov sulfid dane su Uredbom o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku NN 133/05:

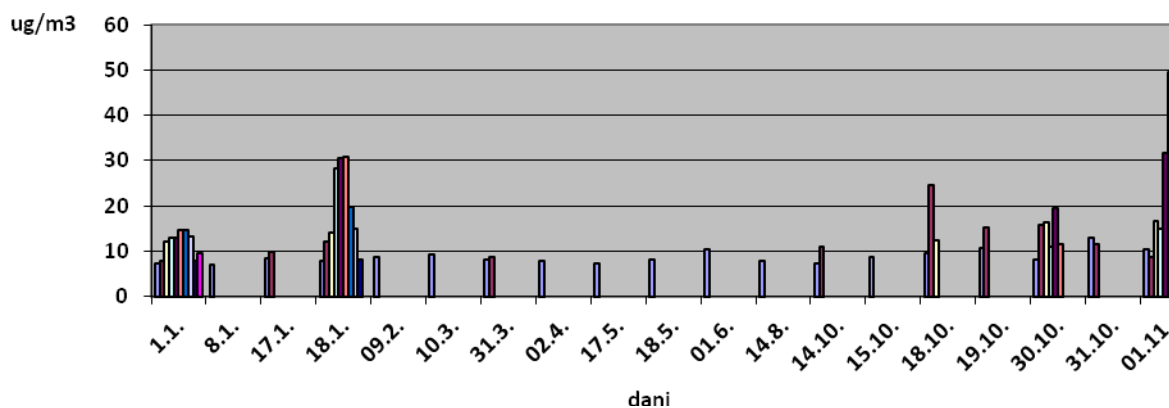
- satne do  $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a dozvoljena prekoračenja u godini dana je do 7 puta, tolerantna vrijednost  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$
- 24 satne (dnevne) do  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a dozvoljena prekoračenja u godini dana je do 7 puta,
- 1 godina do  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Slika 4: Srednje godišnje koncentracije H<sub>2</sub>S u 2010. i 2011. godini.



Slika 5: Srednje mjesečne koncentracije H<sub>2</sub>S za 2010. i 2011. godinu



Slika 6: Maksimalne satne koncentracije H<sub>2</sub>S za 2011. godinu

Učestalost pojavljivanja koncentracija za vodikov sulfid većih od graničnih i tolerantnih vrijednosti za 2011. godinu dane su u Tablici 5, a za 2010. godinu u Tablici 6.

Tablica 5: Učestalost pojavljivanja visokih koncentracija za 2011. godinu

Vrijeme usrednjavanja	satne	dnevne		1 godina
Onečišćujuća tvar	GV=TV (7 µg/m <sup>3</sup> )	GV (5 µg/m <sup>3</sup> )		GV (2 µg/m <sup>3</sup> )
	Broj sati	Broj dana	%	Srednja vrijednost
H <sub>2</sub> S	114	10	4,1	2,41

Tablica 6: Učestalost pojavljivanja visokih koncentracija za 2010. godinu

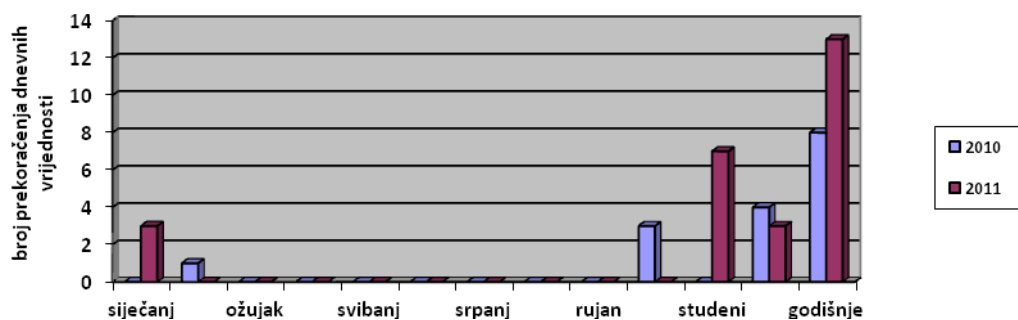
Vrijeme usrednjavanja	satne		dnevne		1 godina		
Onečišćujuća tvar	GV (7 µg/m <sup>3</sup> )		TV(10µg/m <sup>3</sup> )		GV (5 µg/m <sup>3</sup> )		GV (2 µg/m <sup>3</sup> )
	Broj sati	%	Broj sati	%	Broj dana	%	Srednja vrijednost
H <sub>2</sub> S	94	1,12	83	0,99	8	2,30	2,50

#### Evaluacija rezultata

Na osnovu mjernih rezultata, u 2011. godini satne vrijednosti za H<sub>2</sub>S prekoračile su GV i TV 114 puta. Po Uredbi broj prelazaka satnih GV koncentracija u godini je do 7, te je to 16,3 puta više. 24 satne, odnosno dnevne vrijednosti prekoračile su 10 puta GV, te je prekoračen broj prelazaka od 7 puta godišnje. Srednja godišnja vrijednost iznosila je 2,41 µg/m<sup>3</sup>, što je iznad GV koja iznosi 2 µg/m<sup>3</sup>. U 2010. godini satne vrijednosti prekoračile su GV 94 puta (13,4 puta više), a TV 83 puta (11,8 puta više). Dnevne vrijednosti prekoračile su GV 8 puta, a srednja godišnja vrijednost iznosila je 2,50 µg/m<sup>3</sup>.

Najveća satna koncentracija vodikovog sulfida bila je 16. studenog 2011. godine i iznosila je 50,3 µg/m<sup>3</sup>, dok je za 2010. godinu max. satna vrijednost iznosila 34,48 µg/m<sup>3</sup>. Max. 24-satna vrijednost za 2011. godinu je 17. studenog iznosila 12,69 µg/m<sup>3</sup>, dok je u 2010. godini bila viša i iznosila je 16,12 µg/m<sup>3</sup>.





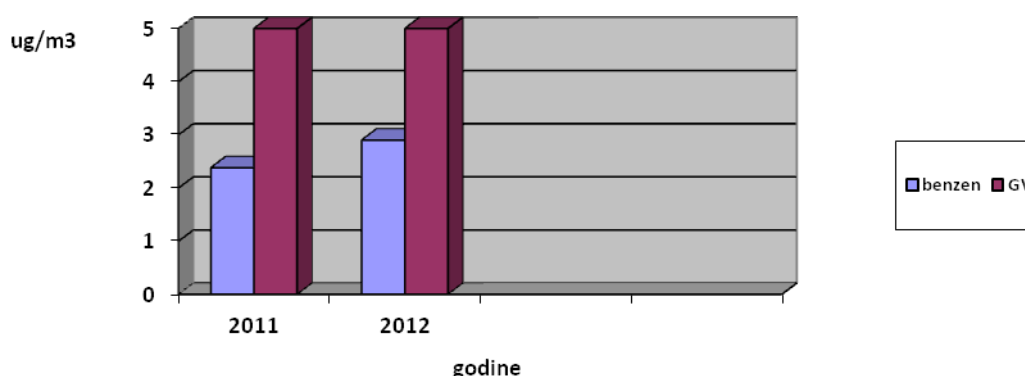
Slika 7: Broj prekoračenja dnevnih vrijednosti H<sub>2</sub>S

### 3.1.2. Benzen

Praćenje koncentracija benzena u zraku na području grada Slavonskog Broda započeto je u ožujku 2011. godine. Propisana godišnja granična vrijednost benzena dana je Uredbom o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku NN 133/05 i iznosi 5 µg/m<sup>3</sup>.

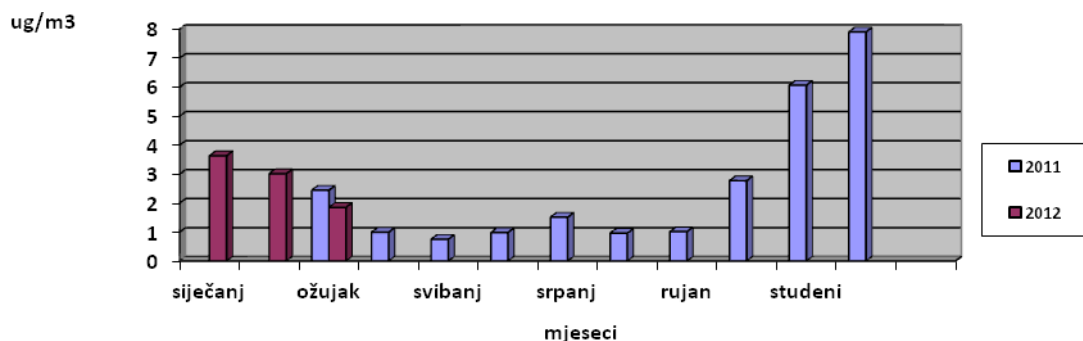
Srednje godišnje koncentracije benzena prikazane su na slici 1 za razdoblje praćenja 2011. godine, a na slici 2 kretanje srednjih mjesečnih vrijednosti za benzen u 2011. godini.

Maksimalna satna koncentracija benzena izmjerena je 10. prosinca 2011. godine i iznosila je 65,7 µg/m<sup>3</sup>.



Slika 8: Srednja godišnja koncentracija benzena 2011.-2012. godinu

Na osnovu mjernih rezultata srednja godišnja vrijednost iznosila je 2,3 µg/m<sup>3</sup> što je ispod GV koja iznosi 5 µg/m<sup>3</sup> (obuhvat mjerenih satnih koncentracija je 78,9% jer su mjerenja benzena u Slavonskom Brodu započela 9. ožujka 2011. godine).



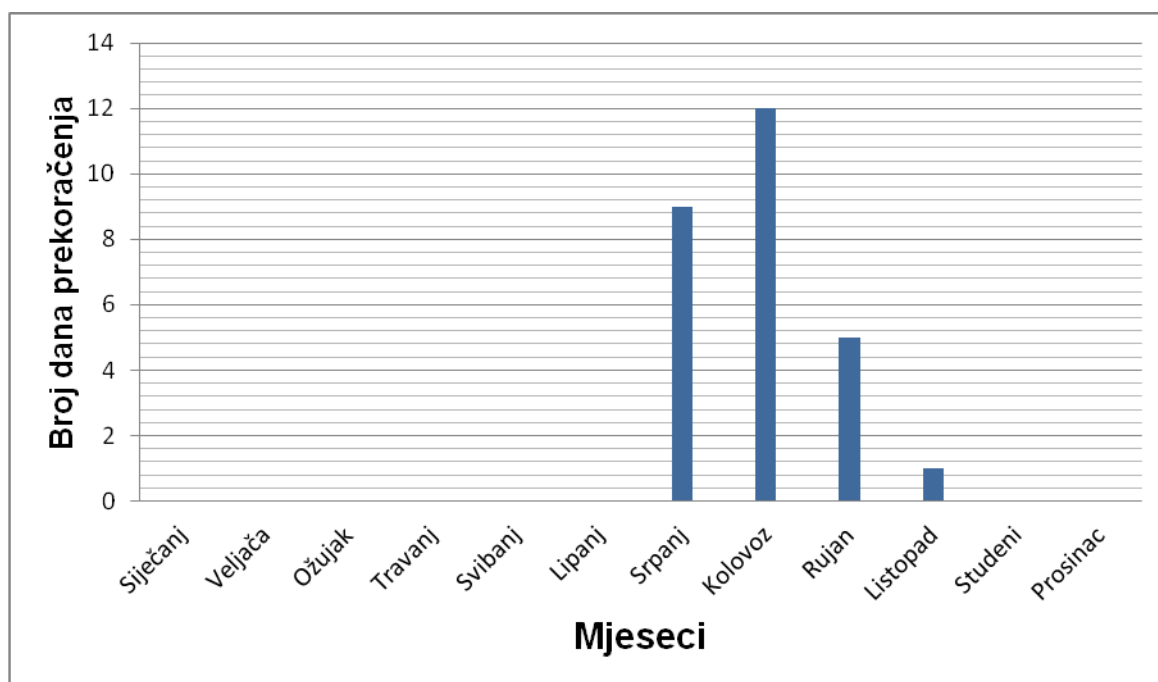
Slika 9: Srednje mjesečne koncentracije benzena 2011.-2012. godinu

### **3.1.3. Ozon**

Prema Uredbi o ozonu u zraku N.N. 133/05. i prema podacima s mjerne postaje u Slavonskom Brodu, i to za 2011. godinu, prekoračene su granične vrijednosti (dugoročni ciljevi) za ozon, jer je u svrhu zaštite ljudi, a prema Tablici 2 iz navedene Uredbe propisana najviša dnevna osmosatna srednja pomična vrijednost unutar kalendarske godine  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a u Slavonskom Brodu je ta vrijednost prekoračena 27 puta, tako da su osim graničnih vrijednosti prekoračene i tolerantne vrijednosti (ciljne vrijednosti) za ozon prema Tablici 1 iste Uredbe u kojoj je propisano da se u svrhu zaštite ljudi, tolerantna vrijednost od  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ne smije prekoračiti više od 25 dana po kalendarskoj godini. Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost koncentracije bira se ispitivanjem osmosatnih pomičnih srednjih vrijednosti, izračunatih iz podataka dobivenih po satu i ažuriranih svaki sat – navedenih 27 prelazaka najviših dnevnih osmosatnih srednjih vrijednosti dogodilo se:

- u srpnju 2011. godine 9 puta (8., 9., 10., 11., 13., 14., 16., 17. i 18. srpnja),
- u kolovozu 2011. godine 12 puta (8., 18., 19., 22., 23., 24., 25., 26., 27., 28., 29. i 30. kolovoza),
- u rujnu 2011. godine 5 puta (1., 2., 14., 17. i 18. rujna),
- u listopadu 2011. godine 1 puta (6. listopada)

kad su u Slavonskom Brodu vladale visoke temperature (iznad  $30^\circ\text{C}$ ). Prema WHO-u (Air quality guidelines) visoke koncentracije ozona javljaju se u periodima izuzetno vrućeg vremena.

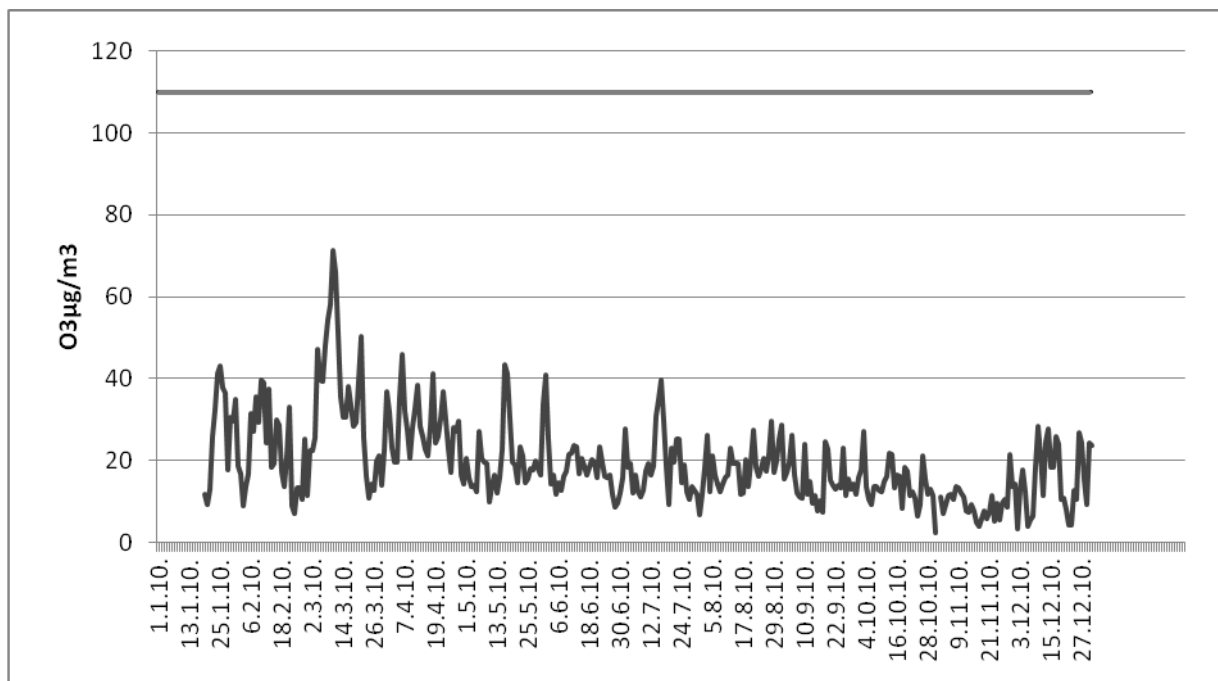


Slika 10: Broj prekoračenja GV najviših dnevnih osmosatnih srednjih vrijednosti za ozon po mjesecima i za cijelu 2011. godinu na postaji Slavonski Brod.

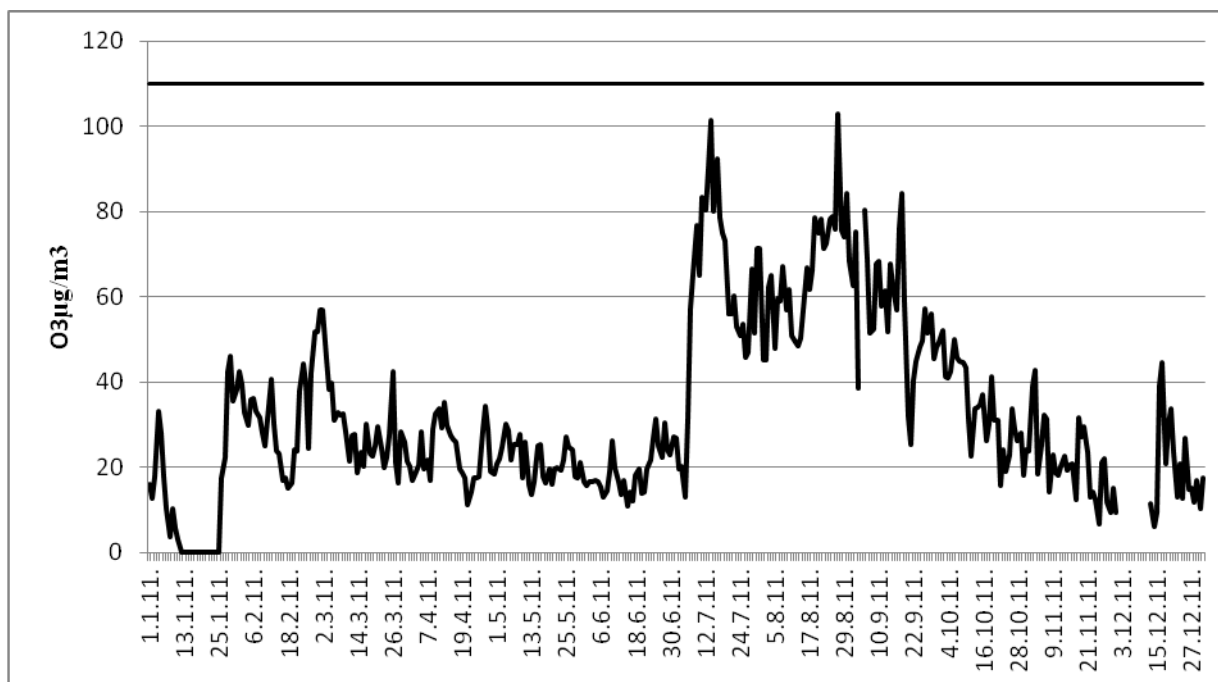
Prema Uredbi o kritičnim razinama onečišćujućih tvari u zraku N.N. 133/05., maksimalna satna koncentracija ozona od  $193,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tijekom 2011. godine prekoračila je upozoravajuću razinu dva puta. Upozoravajuća razina za ozon u zraku (jednosatni prosjek od  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) na postaji Slavonski Brod prekoračena je 25. kolovoza 2011. godine u dva uzastopna sata.

U 2010. godini te propisane vrijednosti za ozon nisu bile prekoračene.

Drugi kriterij iz Tablice 1 navedene Uredbe, koji govori o srednjoj dnevnoj vrijednosti ozona (0-24 h) od  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i koji propisuje da se ta vrijednost ne smije prekoračiti više od 7 puta po kalendarskoj godini, nije prekoračen niti u 2010. niti u 2011. godini, kako se vidi na slikama 11 i 12:



Slika 11: Godišnji hod srednjih dnevnih koncentracija (0-24 h) ozona u 2010. godini na mjernejoj postaji u Slavonskom Brodu

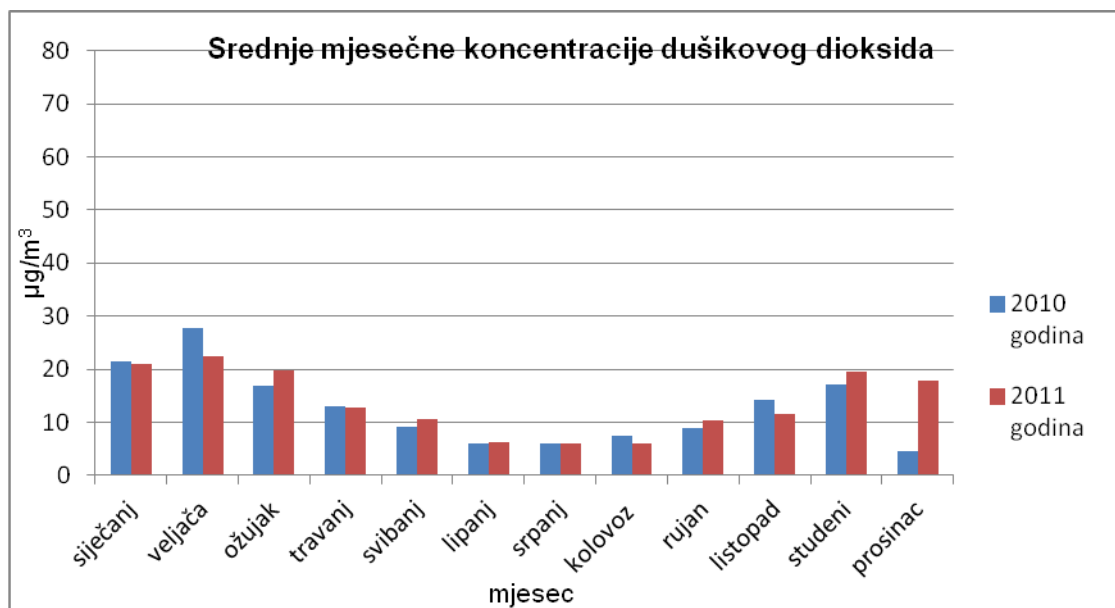


Slika 12: Godišnji hod srednjih dnevnih koncentracija (0-24 h) ozona u 2011. godini na mjernejoj postaji u Slavonskom Brodu

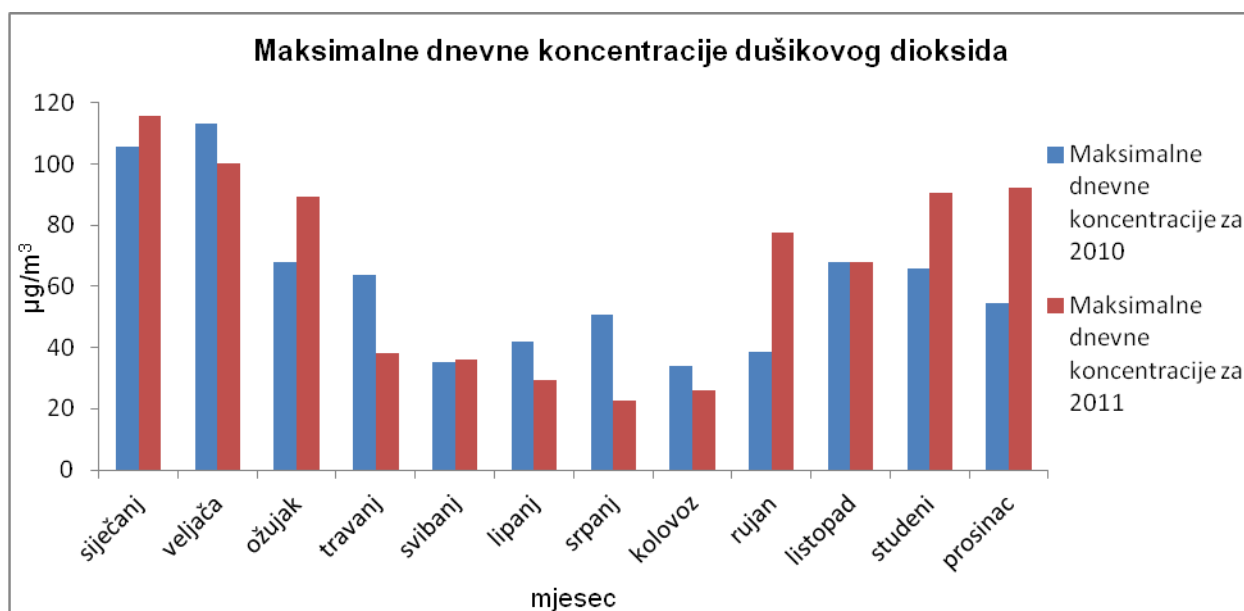
### **3.1.4. Dušikov dioksid**

Mjerenja dušikovog dioksida na području Slavenskog Broda provode se od siječnja 2010. godine. Na slici 13 prikazane su srednje mjesečne koncentracije za 2010. i 2011. godinu, a na slici 14 prikazane su maksimalne dnevne koncentracije NO<sub>2</sub> na mjernoj postaji Slavonski Brod tijekom 2010. i 2011. godine.

Obzirom na koncentracije dušikovog dioksida na području Slavenskog Broda, okolni zrak 2010. godine je tijekom cijelog razdoblja mjerenja bio I. kategorije kakvoće.



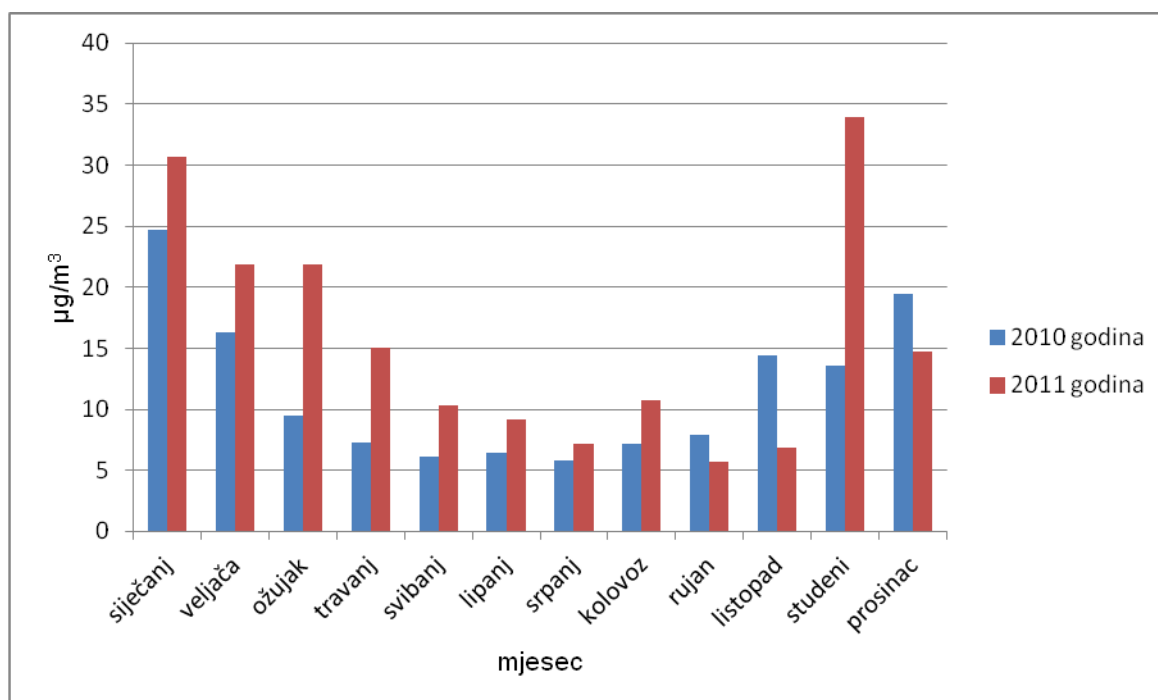
Slika 13: Srednje mjesečne koncentracije NO<sub>2</sub> na mjernoj postaji Slavonski Brod tijekom 2010. i 2011. godine.



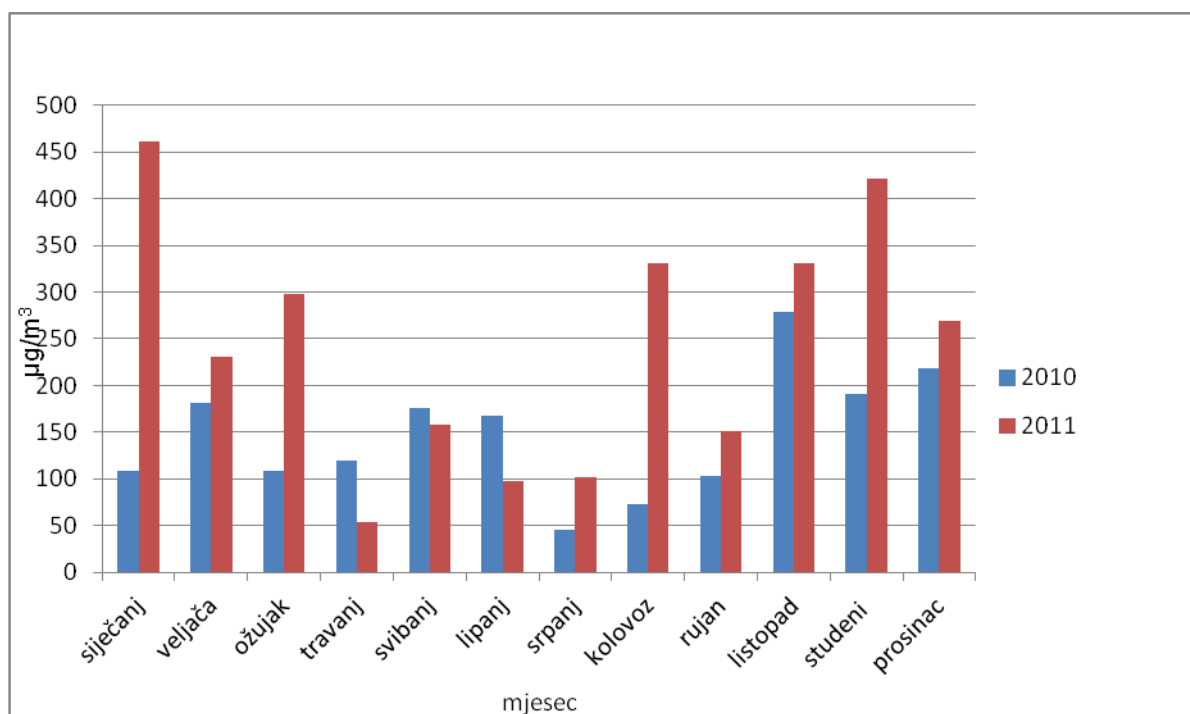
Slika 14: Maksimalne dnevne koncentracije NO<sub>2</sub> na mjernoj postaji Slavonski Brod tijekom 2010. i 2011. godine.

### 3.1.5. Sumporov dioksid

Mjerenja sumporova dioksida i dima, kao osnovnih i najčešće mjerenih pokazatelja onečišćenja zraka, u Hrvatskoj je započela već od 1963. godine, a u Slavonskom Brodu 2010. godine.



Slika 15: Srednje mjesečne koncentracije SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji Slavonski Brod tijekom 2010. i 2011. godine



Slika 16: Maksimalne satne koncentracije SO<sub>2</sub> na mjernoj postaji Slavonski Brod tijekom 2010. i 2011. godine

**2010.** godine SO<sub>2</sub> nije niti jednom prešao graničnu satnu vrijednost.

U **2011.** godini SO<sub>2</sub> je prelazio GV (satnu) od 350 µg/m<sup>3</sup> u siječnju 6 puta i (najviša vrijednost je bila 460,8 µg/m<sup>3</sup>) 1 puta u studenom (30.11.2011., vrijednost je bila 421,7 µg/m<sup>3</sup>).

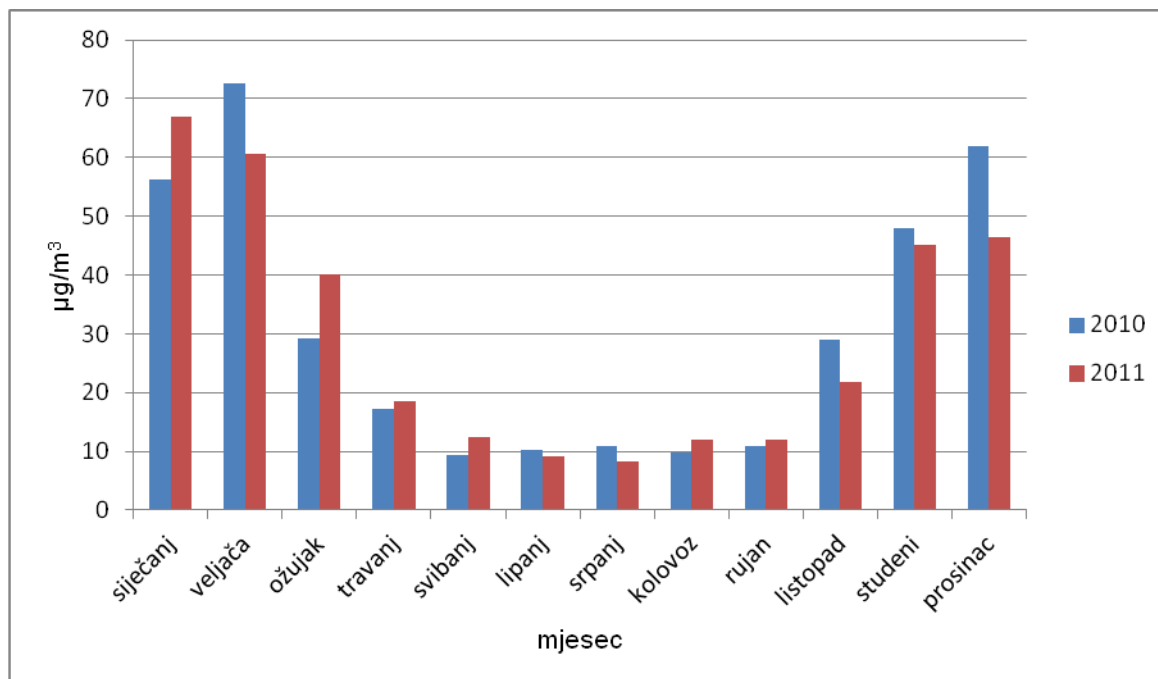
### SO<sub>2</sub>

GV (satna) - 350 µg/m<sup>3</sup> - ne smije biti prekoračena više od 24 puta tijekom kalendarske godine.

TV (satna) - 500 µg/m<sup>3</sup> - ne smije biti prekoračena više od 24 puta tijekom kalendarske godine.

GV (24 satna) - 125 µg/m<sup>3</sup> - ne smije biti prekoračena više od 3 puta tijekom kalendarske godine.

### 3.1.6. Lebdeće čestice PM<sub>2,5</sub>



Slika 17: Srednje mjesečne koncentracije lebdećih čestica PM (2,5) u 2010. i 2011. godini.

Za PM<sub>2,5</sub>, tolerantna vrijednost se računa za svaku godinu posebno prema formuli iz Uredbe (sve do datuma dosezanja GV, a koji je prema Uredbi 31. prosinac 2015. godine). Srednja godišnja vrijednost proračunata na temelju mjerenja je 30,99 µg/m<sup>3</sup> što je više od dozvoljenog i time je zrak tijekom 2010. godine bio III. kategorije kakvoće s obzirom na koncentracije PM<sub>2,5</sub>.

2011. godine zrak je bio III. kategorije kakvoće s obzirom na koncentracije PM<sub>2,5</sub>. (odnosno II. kategorije kakvoće jer su sada samo 2 razine onečišćenosti umjesto 3). Prosječna (srednja) vrijednost za 2011. godinu iznosi 30,4 µg/m<sup>3</sup> (satne koncentracije od 01.01.2011. do 31.12.2011.).

#### PM<sub>2,5</sub>

Prema Uredbi GV za 1 godinu iznosi 25 µg/m<sup>3</sup>, a TV se računa za svaku godinu posebno prema formuli iz Uredbe (sve do datuma dosezanja GV, a koji je prema Uredbi 31. prosinac 2015. godine).



### 3.1.7. Lebdeće čestice PM<sub>10</sub>

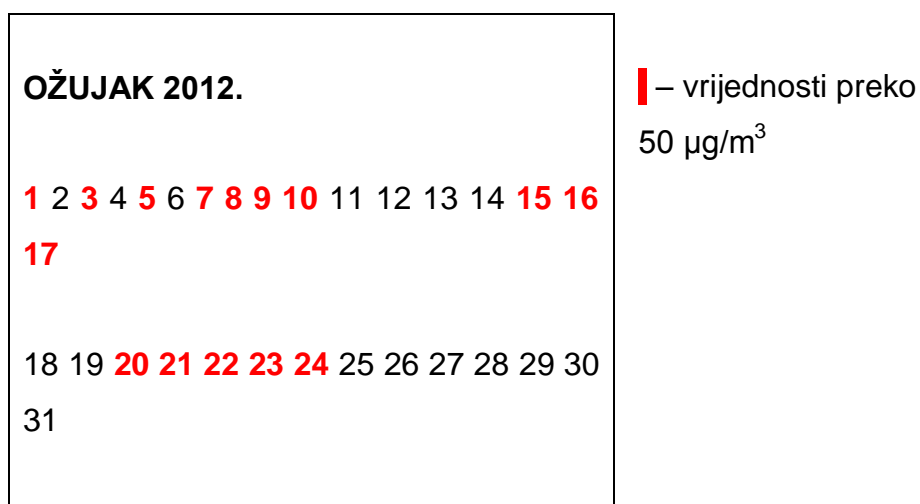
Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada proveo je dodatna mjerenja kvalitete zraka na mjernoj postaji u Slavonskom Brodu tijekom ožujka 2012. godine.

Masene koncentracije PM<sub>10</sub> frakcije lebdećih čestica (PM<sub>10</sub>) određivane su referentnom metodom. Mjerene su masene koncentracije PM<sub>10</sub> čestica i metali Cd, Ni i As te policiklički aromatski ugljikovodici (benzo(a)piren, benzo(a)antracen, benzo(b)flouranten, benzo(j)flouranten, benzo(ghi)perilen, benzo(k)flouranten, indeno(1,2,3-cd)piren i dibenzo(a,h)antracen) u njima.

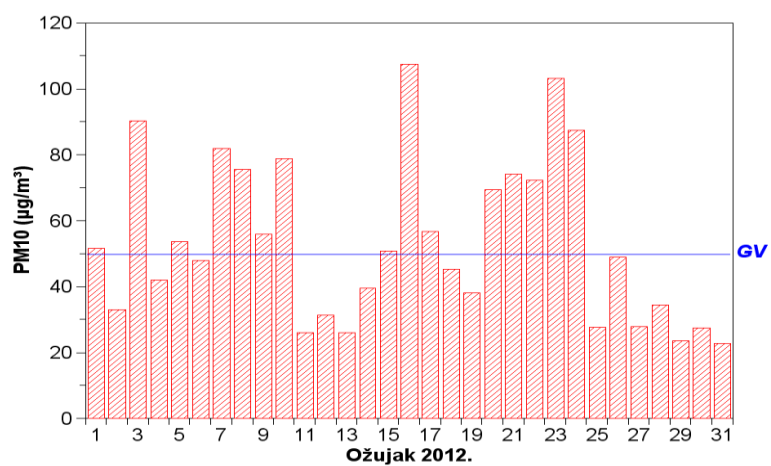
Sakupljeni i analizirani uzorci statistički su obrađeni i interpretirani prema Zakonu o zaštiti zraka, Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku, Pravilniku o praćenju kakvoće zraka i Pravilniku o razmjeni informacija o podacima iz mreža za trajno praćenje kakvoće zraka.

Do prelaska GV došlo je tijekom 15 dana od 31 dana mjerenja.

Na slici 18 prikazani i označeni su crveno datumi pojavljivanja koncentracija PM<sub>10</sub> čestica viših od GV (50 µg/m<sup>3</sup>) na mjernoj postaji u Slavonskom Brodu Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka izmjereni tijekom ožujka 2012. godine.



Slika 18: Datumi pojavljivanja 24-satnih koncentracija PM<sub>10</sub> čestica viših od 50 µg/m<sup>3</sup> na mjernoj postaji Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka u Slavonskom Brodu tijekom ožujka 2012. godine.



Slika 19: Kretanje dnevnih koncentracija  $\text{PM}_{10}$  čestica izmjerenih u ožujku 2012. godine na mjernejoj postaji u Slavonskom Brodu.

Tablica 7: Sumarni podaci koncentracija onečišćenja u zraku tijekom ožujka 2012. godine na mjernoj postaji u Slavenskom Brodu Državne mreže za trajno praćenje kvalitete zraka.

<b>Onečišćenje</b>	<b>Broj rezultata</b>	<b>Srednja 24-satna koncentracija za ožujak.2012.</b>	<b>Raspon</b>
PM <sub>10</sub> (µg/m <sup>3</sup> ) - gravimetrija	31	53	23-108
Cd u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	0,482	0,110 – 1,494
Ni u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	4,124	0,274 – 13,465
As u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	1,267	0,253 – 4,152
BaP u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	1,082	0,036 – 2,954
BaAnt u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	0,604	0,051 – 1,883
BbF u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	1,269	0,125 – 3,301
BjF u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	n.d.	n.d.
BkF u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	0,622	0,052 – 1,408
Ind (1,2,3-cd) u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	1,107	0,068 – 2,778
DahA u PM <sub>10</sub> (ng/m <sup>3</sup> )	31	0,076	n.d. – 0,144

Dobiveni podaci pokazuju da kvaliteta zraka u promatranom razdoblju mjerenja, s obzirom na izmjerene koncentracije, nije zadovoljavala za PM<sub>10</sub> čestice i BaP u PM<sub>10</sub> česticama.

Srednja vrijednost svih izmjerenih dnevnih koncentracija PM<sub>10</sub> čestica iznosila je 53 µg/m<sup>3</sup> i bila je viša od GV za godišnji interval praćenja (40 µg/m<sup>3</sup>). Do prelaska GV za dnevni uzorak došlo je tijekom 15 dana od 31 dana mjerenja, što iznosi 48,4% svih mjerenih rezultata.

Srednja vrijednost svih izmjerenih dnevnih koncentracija BaP u PM<sub>10</sub> česticama iznosila je 1,082 ng/m<sup>3</sup> i bila je viša od GV za godišnji interval praćenja (1 ng/m<sup>3</sup>).

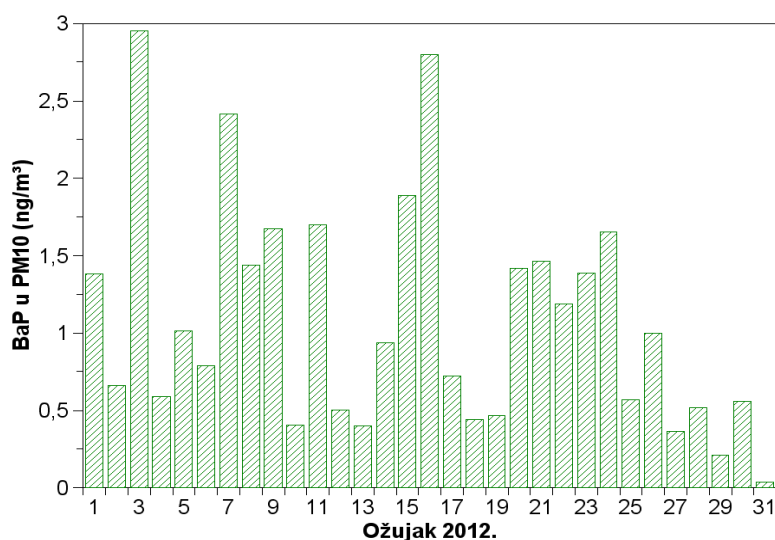
Izmjerene koncentracije Cd, Ni i As u PM<sub>10</sub> česticama bile su niske i nisu prelazile GV u promatranom razdoblju mjerenja.

Kod PAU postoji GV samo za BaP u PM<sub>10</sub> česticama te se ocjena kvalitete zraka mogla provesti samo za BaP.

Za ostale PAU, BaAnt, BbF, BjF, BkF, Ind (1,2,3-cd) i DahA u Uredbi o graničnim vrijednostima onečišćujućih tvari u zraku nisu propisane granične vrijednosti. Izmjerene vrijednosti bile su niske, a kod BjF sve vrijednosti bile su ispod granice detekcije.

Procjena mogućih izvora onečišćenja pokazala je da za visoke koncentracije PM<sub>10</sub> čestica u promatranom razdoblju mjerenja od 31 dana najveći doprinos onečišćenju bio sa zapada i sjeveroistoka, iz smjera grada Slavenskog Broda i poljoprivrednih površina.

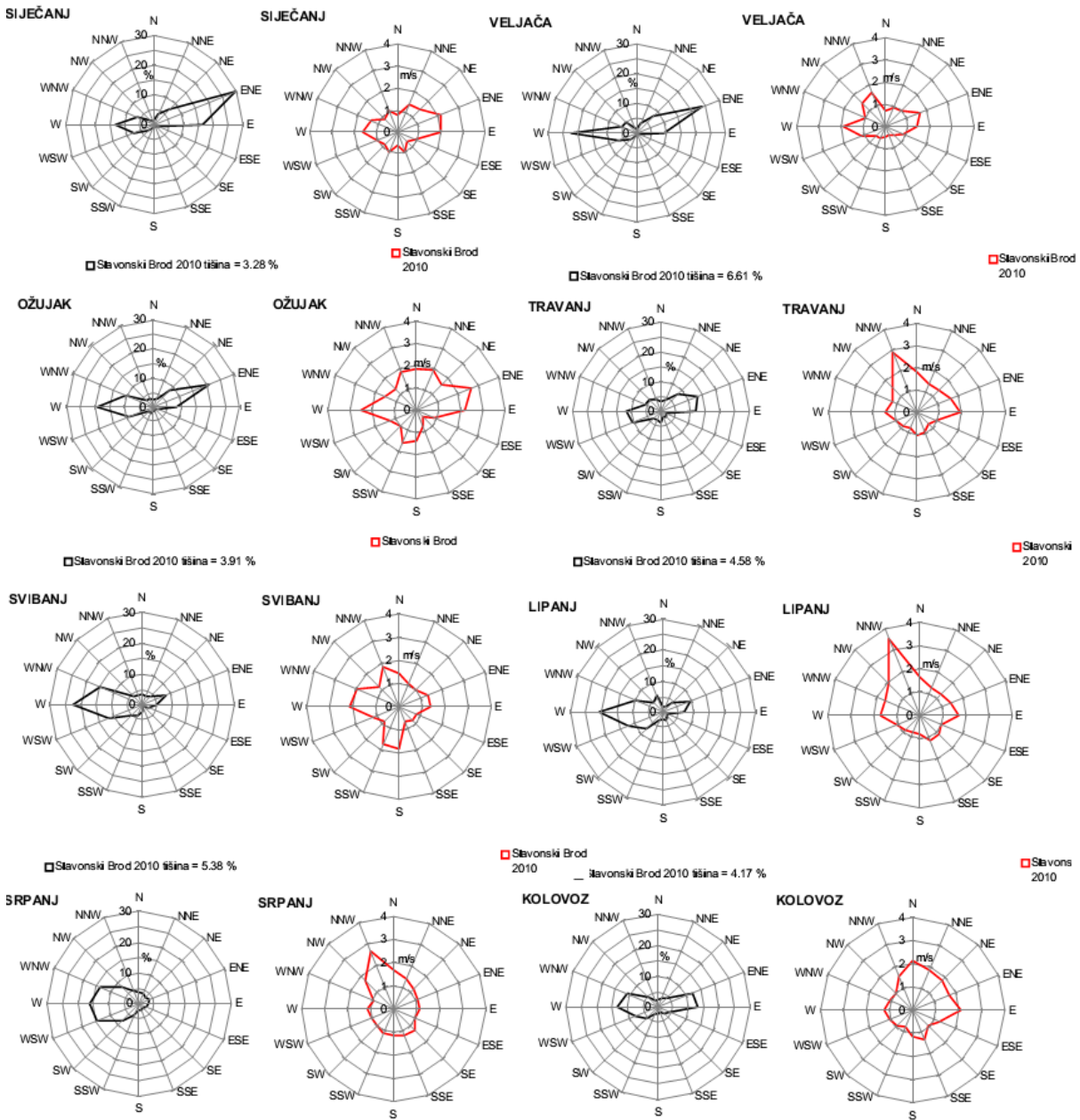
Kod BaP izmjerene koncentracije u promatranom razdoblju mjerenja od 31 dana bile su visoke (i prelazile 1 ng/m<sup>3</sup>) kada je značajan doprinos onečišćenju bio iz smjera juga i jugozapada gdje je locirana rafinerija u Bosanskom Brodu, dok je doprinos bio zanemariv iz tog smjera u dane kada su koncentracije BaP bile niske (ispod 1 ng/m<sup>3</sup>).

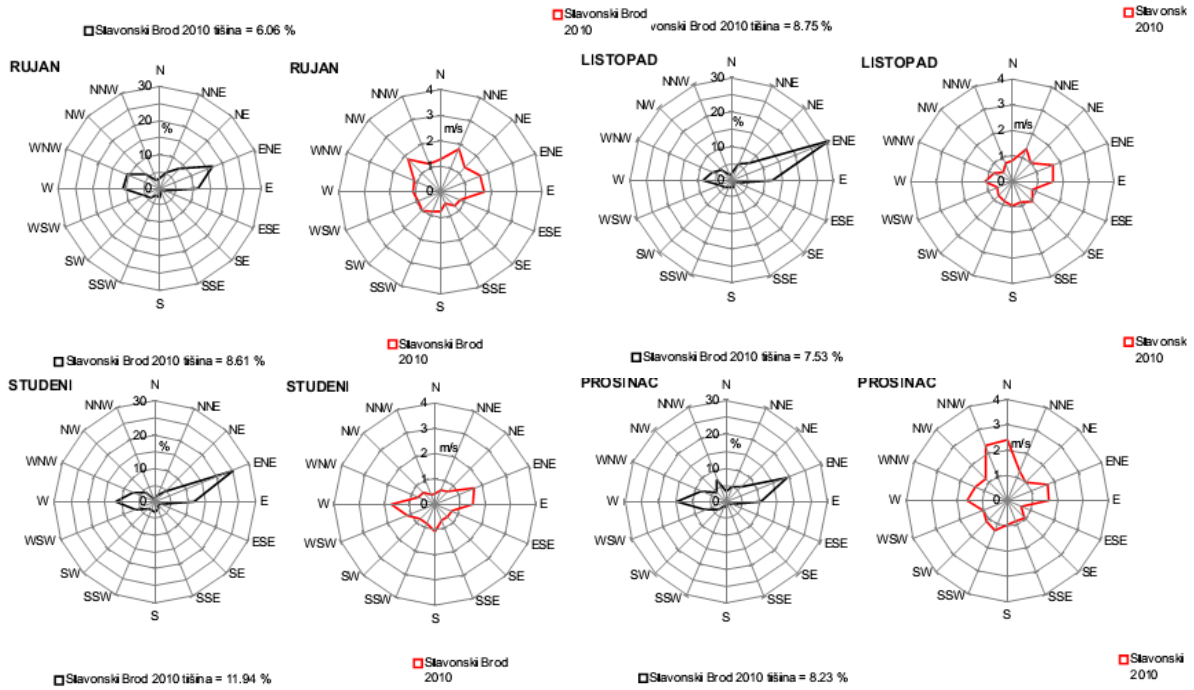


Slika 20: Kretanje dnevnih koncentracija BaP u PM<sub>10</sub> česticama izmjerenih u ožujku 2012. godine na mjernejoj postaji u Slavenskom Brodu.

U svrhu definiranja izvora onečišćenja i ocjenjivanja kvalitete zraka sukladno propisima, predloženo je provesti gravimetrijsku i kemijsku analizu uzoraka lebdećih čestica kroz razdoblje mjerenja od jedne godine.

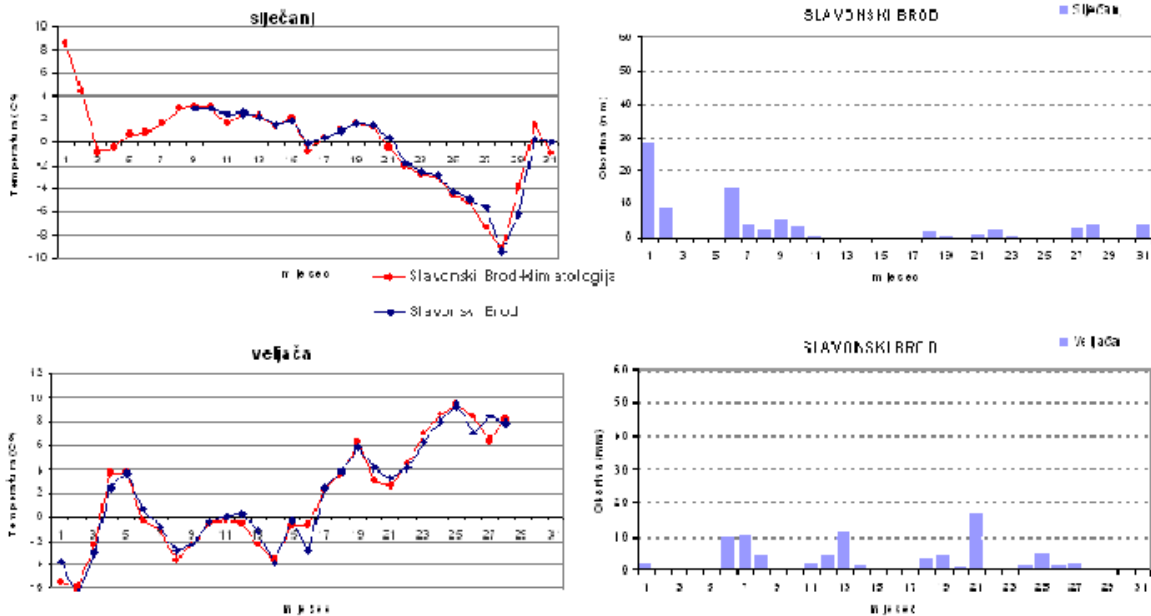
### 3.1.8. METEOROLOGIJA



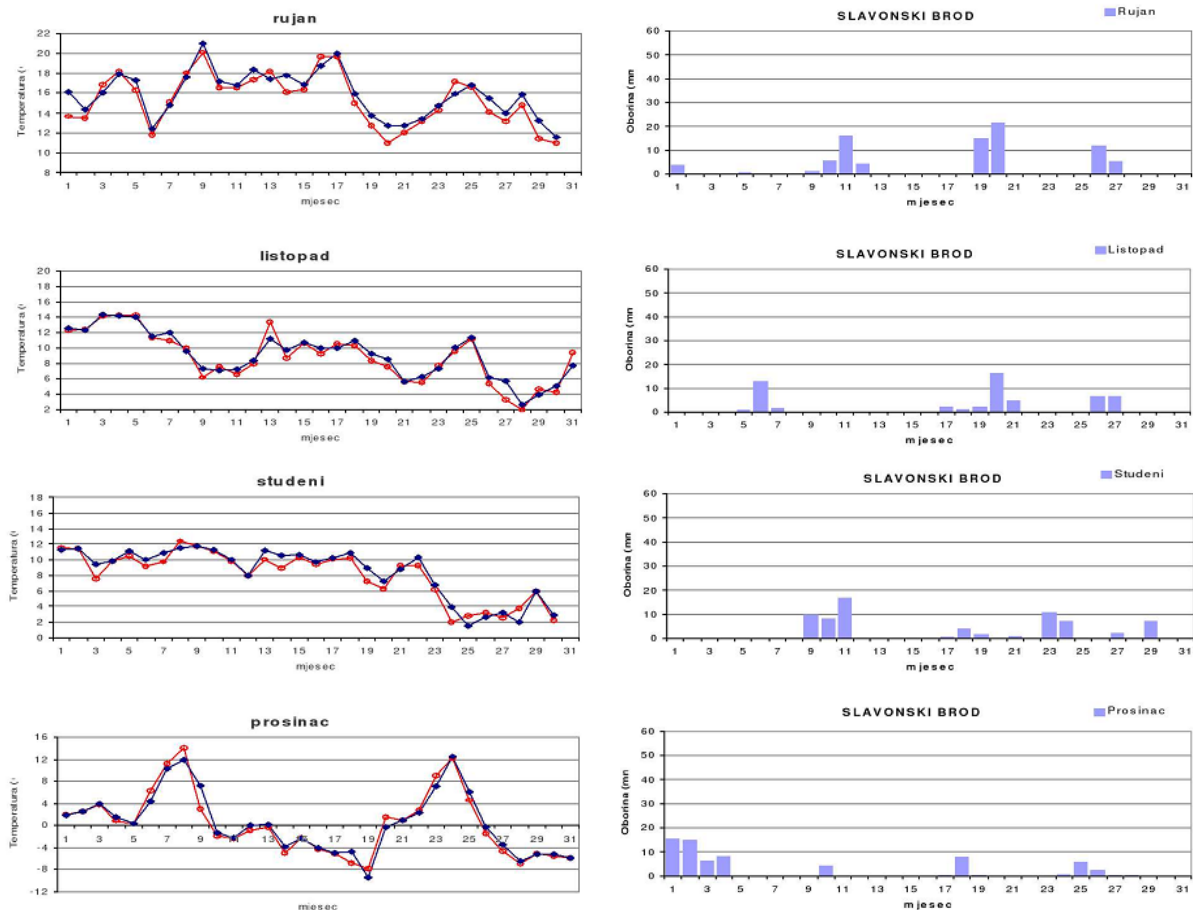


Slika 21: Razdioba smjera i brzine vjetrova u 2010. godini na automatskoj mornoj postaji u Slavskom Brodu.

(Izvor podataka: Godišnje izvješće o rezultatima praćenja kakvoće zraka na automatskoj postaji za praćenje kakvoće zraka Slavski Brod – 1 u 2010. godini) (64)







Slika 22: Razdioba temperature i oborina u 2010. godini na automatskoj mjernoj postaji u Slavonskom Brodu (crveno)

(Izvor podataka: Godišnje izvješće o rezultatima praćenja kakvoće zraka na automatskoj postaji za praćenje kakvoće zraka Slavonski Brod – 1 u 2010. godini) (64)

Značajan izvor onečišćenja u Slavonskom Brodu potječe od rafinerije nafte u Bosanskom Brodu koja se nalazi u susjednoj Bosni i Hercegovini na samo nekoliko kilometara zračne udaljenosti od Slavanskog Broda. Proračun putanja čestica zraka odnosno onečišćenja (tzv. trajektorija) obavljen je (prema Godišnjem izvješću o praćenju kakvoće zraka na postajama državne mreže za trajno praćenje kakvoće zraka za 2010. godinu, Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske, Služba za kakvoću zraka) pomoću disperzijskog modela Hysplit (Hybrid Single Particle Integrated Trajectory Model) razvijenom na NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration). Ulazna meteorološka polja korištena u simulaciji gibanja čestica su dobivena pomoću operativnog sustava GDAS (eng. global data assimilation system) koji razvijaju stručnjaci u NCEP-u (eng. National centers for Environmental Prediction u SAD-u). Podaci dobiveni GDAS



sustavom sadrže asimilirane meteorološke prizemne i visinske podatke za varijable kao što su temperatura zraka, relativna vlaga, u-komponenta vjetera, v-komponenta vjetera itd. Asimilacijski ciklus je svakih 6 sati, dok su vrijednosti za 3 sata između asimilacijskih ciklusa dobivane numeričkim modelom GFS (eng. global forecast system).

Grupa združenih trajektorija tzv. klaster predstavljena je njihovom usrednjenom trajektorijom. Osnovni princip je da su razlike između trajektorija unutar klastera smanjene, dok su razlike između različitih klastera povećane. U proračunu trajektorije se kombiniraju sve dok prostorna varijanca individualnih trajektorija ne postaje znatno veća od srednje vrijednosti njihovog zajedničkog klastera što se događa kada se kombiniraju trajektorije različitih klastera.

Svrha modeliranja je procijeniti doprinos onečišćenja iz rafinerije koji se strujanjem zraka transportira prema Slavanskom Brodu kao i određivanje i analiza meteoroloških uvjeta koji doprinose onečišćenju zraka. Izvršena je analiza tzv. klaster ili združenih trajektorija u naprijed s izvorom postavljenim u rafineriji u Bosanskom Brodu po mjesecima tijekom 2010. godine. U modelu nisu korišteni podaci o emisijama iz izvora već je analiziran mogući doprinos s obzirom na meteorološke uvjete. Rezultati pokazuju da je u siječnju najmanji doprinos iz rafinerije, a u veljači postoji doprinos od 42% strujanja koje prelazi preko Slavanskog Broda i kreće se dalje na istok. U ožujku i travnju trajektorije prema sjeveroistoku transportiraju 29% onečišćenja. U svibnju je ukupni doprinos oko 74%, a u lipnju su izrazite stagnacije 45%, dok 15% dolazi u jugozapadnom strujanju. Tijekom srpnja najveći doprinos proizlazi od stagnacija 35%, dok je u kolovozu strujanje uglavnom sjevernih smjerova koje transportira onečišćenje iz rafinerije prema jugu od Slavanskog Broda. U rujnu i listopadu se transportira od 22% do 25% prema Slavanskom Brodu, dok su doprinosi tijekom studenog izrazito veliki sa gotovo 100% onečišćenja transportiranog sjeverno od rafinerije. U prosincu se 39% transportira direktno na Slavonski Brod dok je oko 50% lokalnog karaktera, stagnirajuće i izrazitog utjecaja na kakvoću zraka u Slavanskom Brodu. Očito je da je ukupno opterećenje iz rafinerije značajno tijekom svih mjeseci sa najvišim vrijednostima u studenom i prosincu, te značajnim vrijednostima u svibnju i lipnju.

Posebno su analizirane trajektorije iz Bosanskog Broda u razdoblju od 19. do 21.12.2010. kada su izmjerene povišene satne vrijednosti satnih H<sub>2</sub>S koncentracija. Za proračun su korišteni podaci iz NCEP Global Data Assimilation System (GDAS). Očigledno je da je tijekom cijelog trajanja zabilježene epizode povišenih koncentracija H<sub>2</sub>S strujanje pogodovalo transportu onečišćenja iz rafinerije (Godišnje izvješće, 2011) (64)

### 3.3. RASPRAVA

#### 2010. GODINA

Zrak je na automatskoj mjernoj postaji Slavonski Brod-1 bio I kategorije (čisti ili neznatno onečišćen zrak) za SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, a za PM<sub>2,5</sub> i H<sub>2</sub>S zrak je kategoriziran kao III kategorije (prekomjerno onečišćen zrak).

Obuhvat podataka za sve mjerene parametre na postaji Slavonski Brod-1 bio je preko 90%.

Dozvoljene granične vrijednosti za dnevne H<sub>2</sub>S koncentracije prekoračene su 8 puta što je za 1 više od dozvoljenog. Satne vrijednosti H<sub>2</sub>S prekoračile su graničnu vrijednost 94 puta i tolerantnu vrijednost 83 puta čime je zrak kategoriziran kao III kategorije s obzirom na H<sub>2</sub>S. Maksimalna satna vrijednost H<sub>2</sub>S iznosila je 34,48 µg/m<sup>3</sup> što je 4 puta više od dopuštene, a nastupila je 19. prosinca 2010. u 10 sati. Srednja godišnja vrijednost iznosila je 2,50 µg/m<sup>3</sup>, što je više od propisane godišnje granične vrijednosti koja iznosi 2 µg/m<sup>3</sup>. Očito je da su povišene koncentracije H<sub>2</sub>S posljedica epizodnih situacija koje su se javile u veljači, listopadu i prosincu pri kojima je došlo da naglog lokalnog povećanja koncentracija što se povezuje sa bliskim emisijskim izvorima u kojima je došlo do povećanog ispuštanja koncentracija H<sub>2</sub>S.

Za PM<sub>2,5</sub> definirana je godišnja tolerantna vrijednost od 28 µg/m<sup>3</sup> koja ne smije biti prekoračena. Srednja godišnja vrijednost PM<sub>2,5</sub> proračunata na temelju mjerenja je 30,99 µg/m<sup>3</sup> što je više od dozvoljenog i time je zrak III kategorije s obzirom na satne koncentracije PM<sub>2,5</sub>. Treba naglasiti da su izmjerene izuzetno visoke dnevne vrijednosti PM<sub>2,5</sub> s maksimumom od 346,48 µg/m<sup>3</sup>, dok je satni maksimum iznosio čak 661 µg/m<sup>3</sup>.

Ekstremne povišene vrijednosti čestica PM<sub>2,5</sub> (> 150 µg/m<sup>3</sup>) nastupile su većinom tijekom zime, a datumi nastupa poklapaju se s povišenim vrijednostima H<sub>2</sub>S koncentracija. Dnevne vrijednosti PM<sub>2,5</sub> su uglavnom više od godišnjih graničnih i tolerantnih vrijednosti u hladnijem dijelu godine, dok su tijekom proljeća i ljeta nešto niže ali i dalje izrazito visoke.

Koncentracije SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub> i O<sub>3</sub> nisu prekoračile propisane vrijednosti, dok se benzen u 2010. godini na postaji Slavonski Brod-1 nije niti mjerio.

## 2011. GODINA

Zrak je na mjernoj postaji Slavonski Brod 1 bio I kategorije (čisti ili neznatno onečišćen zrak) za SO<sub>2</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, i NO<sub>2</sub> te III kategorije (prekomjerno onečišćen zrak) za O<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S i PM<sub>2,5</sub>.

Mjerenja ozona, sekundarnog polutanta u troposferi koji nastaje složenom fotokemijskom reakcijom uz emisiju plinova prekursora (dušikovi oksidi, hlapivi organski spojevi i ugljik monoksid), na postaji Slavonski Brod-1 tijekom 2011. godine imaju tipični godišnji hod s niskim zimskim satnim vrijednostima u razini od oko 40 µg/m<sup>3</sup> i znatno višim ljetnim vrijednostima od oko 120 µg/m<sup>3</sup> kada je povećano sunčevo zračenje koje sudjeluje u procesu stvaranja prizemnog ozona. Preliminarna analiza dnevnog hoda ozona na mjernoj postaji Slavonski Brod-1 ukazuje ne netipičan dnevni hod za urbane postaje s maksimumima u koncentracijama ozona koji se pojavljuju u noćnim satima većinom oko 19 h. Najviša dnevna osmosatna srednja vrijednost ozona proračunata iz satnih mjerenih koncentracija ozona prekoračila je propisanu dozvoljenu tolerantnu vrijednost od 120 µg/m<sup>3</sup> 27 puta, što je više od dozvoljene učestalosti koja iznosi 25 puta, čime je zrak karakteriziran kao treće kategorije s obzirom na ozon.

Koncentracije dušikovih oksida, prekursora ozona, izmjerene na postaji Slavonski Brod-1 su niske, pogotovo u ljetnim mjesecima, što isključuje formaciju ozona na mikrolokaciji postaje.

Dnevne koncentracije H<sub>2</sub>S prekoračile su dozvoljenu graničnu vrijednost od 5 µg/m<sup>3</sup> 10 puta, što je više od dozvoljenih 7 puta. Mjerene satne koncentracije H<sub>2</sub>S u zraku prekoračile su dozvoljenu graničnu i tolerantnu vrijednost od 7 µg/m<sup>3</sup> 114 puta, što je znatno više od dozvoljene učestalosti prekoračenja koja iznosi 7 µg/m<sup>3</sup>. Godišnja srednja vrijednost H<sub>2</sub>S koncentracija proračunata iz mjerenih satnih koncentracija iznosi 2,41 µg/m<sup>3</sup>, što je više od propisane godišnje granične vrijednosti koja iznosi 2 µg/m<sup>3</sup>. Godišnja maksimalna satna vrijednost od 50,3 µg/m<sup>3</sup> izmjerena je 16. studenog 2011. godine u 10 sati, a od 17. studenog do kraja prosinca 2011. godine došlo je do dužeg prekida u mjerenju koncentracija H<sub>2</sub>S, te ukupni godišnji obuhvat podataka mjerenja satnih koncentracija H<sub>2</sub>S iznosi 86,6%. Zrak u Slavonskom Brodu kategoriziran je kao treće kategorije (uvjetno) kao prekomjerno onečišćen, za H<sub>2</sub>S.

Koncentracije SO<sub>2</sub> nisu prekoračile propisane vrijednosti. Granična vrijednost 24-satnih koncentracija SO<sub>2</sub> koja iznosi 125 µg/m<sup>3</sup>, bila je prekoračena jedan put što je manje od dozvoljene učestalosti prekoračenja koja iznosi 3. Satne koncentracije SO<sub>2</sub> prekoračile

su graničnu i tolerantnu vrijednost od  $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$  7 puta, što je manje od dozvoljenog broja prekoračenja koji iznosi 24. Godišnja srednja koncentracija  $\text{SO}_2$  proračunata na temelju mjerenih satnih koncentracija iznosi  $16,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , što je manje od dozvoljene granične vrijednosti od  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Propisana godišnja granična vrijednost benzena iznosi  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , a godišnja srednja vrijednost proračunata iz mjerenih satnih koncentracija benzena za 2011. godinu iznosi  $2,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Obuhvat mjerenih satnih koncentracija je 78,9% jer su mjerenja benzena u Slavonskom Brodu započela 9. ožujka 2011. godine. Razdoblje povišenih mjerenih koncentracija benzena počelo je u listopadu i trajalo je do kraja godine s izrazito visokim vrijednostima u prosincu kada je izmjeren i godišnji maksimum satnih koncentracija u iznosu od  $65,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (10. prosinca 2011. godine).

Godišnja srednja vrijednost izmjerenih koncentracija čestica  $\text{PM}_{2,5}$  za 2011. godine iznosi  $30,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , što je više od propisane granične vrijednosti koja iznosi  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  i tolerantne vrijednosti koja iznosi  $27,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , čime je zrak karakteriziran kao treće kategorije s obzirom na čestice  $\text{PM}_{2,5}$ .

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka koji je izašao u studenom 2011. godine, utvrđuju se dvije kategorije kvalitete zraka: prva kategorija kvalitete i druga kategorija kvalitete zraka. Do tada je na snazi bio Zakon o zaštiti zraka iz 2004. godine koji je zrak kategorizirao u tri kategorije (prva, druga i treća kategorija kvalitete zraka). Prema dostupnim podacima, a posebice prema Godišnjem izvješću o kvaliteti zraka u Slavonskom Brodu za 2011. godinu i imajući na umu da se raspravlja o podacima iz 2010. i 2011. godine, zrak se u ovoj studiji kategorizira prema starom Zakonu s tri kategorije. Ako bismo htjeli upotrijebiti termine iz novog Zakona o zaštiti zraka, onda bi sve treće kategorije, nazvali drugim kategorijama.

### 3.4. ZAKLJUČAK

Podatci mjerenja kvalitete zraka u Slavonskom Brodu pokazuju da je zrak, uzevši sve relevantne pokazatelje u obzir, u osnovi onečišćen. On je treće kategorije za ozon, vodikov sulfid i lebdeće čestice ( $O_3$ ,  $H_2S$ ,  $PM_{2,5}$ ), dok su vrijednosti za dušikove okside, benzen i sumporov vodik ( $NO_2$ ,  $C_6H_6$ ,  $SO_2$ ) bile u granicama propisanih prekoračenja.

Srednje godišnje vrijednosti koncentracija su za sve parametre u granicama prihvatljivosti, što je posljedica vrlo izraženih sezonskih razlika: visokih prekoračenja u zimskim mjesecima i znato nižih vrijednosti u proljetnim i ljetnim mjesecima koje uspijevaju održati sredinu unutar propisanih granica (iznimka je ozon koji je povišen u ljetnim mjesecima). Ovako veliki raskorak između zimskih i ljetnih mjeseci dijelom je posljedica nepovoljnih meteoroloških uvjeta zimi (slabo strujanje, stagnacija zračne mase), dodatnih izvora emisija iz kućnih ložišta koja su osobito aktivna u zimskom periodu i industrijskih emisija. Uz pretpostavku da su izvori iz prometa i industrijski izvori podjednako aktivni tijekom cijele godine, za ocjenu i razlučivanje utjecaja potrebno je problem rasvijetliti sa svih aspekata.

Svako mjerno mjesto izloženo je specifičnostima koje određuju, s jedne strane karakter programa mjerenja, a s druge strane obrazloženje i tumačenje rezultata. Slavonski Brod nalazi se u specifičnoj situaciji jer se nalazi u neposrednoj blizini (nekoliko kilometara zračne linije) rafinerije nafte u Bosanskom Brodu. Meteorološki uvjeti, zbog blizine rijeke Save i gorskog masiva u zaleđu grada doprinose stvaranju nepovoljnih situacija koje karakterizira zatvorena cirkulacija onečišćivača u stagnacijskim zimskim uvjetima i slabo provjetranje u uvjetima kada su emisije onečišćujućih tvari iz rafinerije, ali i iz lokalnih gradskih izvora, povišene.

U ovoj fazi, kada se ne raspolaže podacima o emisijama iz rafinerije, kućnih ložišta i prometa, nije moguće ustvrditi da je samo rafinerija nafte odgovorna za visoke razine onečišćujućih tvari koje su zabilježene mjerenjima, ali se značaj utjecaja rafinerije, kao jednog od neosporno najvećih pojedinačnih izvora na ovome području ne može niti zanemariti niti umanjiti. Naime, učestalost pojavljivanja visokih koncentracija svih mjerenih elemenata nije moguća bez postojanja visokih razina emisije. Vrijednosti koncentracija više od  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ili više, mogu samo manjim dijelom biti rezultat daljinskog prijenosa.

Iz literature i rezultata mjerenja u Europi i svijetu poznato je da lokalni izvori, kućna ložišta i promet mogu značajno doprinosti onečišćenju nekoga područja te je nužno uključiti ih u detaljnija razmatranja i analize kako bi se njihov utjecaj razlučio od utjecaja pojedinačnih industrijskih izvora.

Unatoč značajnim naporima učinjenim širom svijeta u proučavanju utjecaja zagađenja zraka na razvoj malignih bolesti, dilema o veličini tog utjecaja, s obzirom na sva navedena ograničenja, kao i na samu njihovu prirodu, ostaje do danas neriješena. Problem zagađenja zraka problem je šire društvene zajednice i teško je očekivati da će problem trenutno biti riješen. U ovom trenutku preostaje, prije svega niz pojedinačnih akcija u cilju smanjenja nepoželjnih emisija u zrak, ali isto tako i niz aktivnosti u cilju smanjenja osobne izloženosti štetnim tvarima na poslu i van njega, što podrazumijeva uporabu svih propisnih sredstava zaštite, skraćenje boravka u kontaminiranoj sredini, korištenje javnog prijevoza umjesto previše osobnih automobila u prometu, što duži boravak i gibanje u prirodi, jačanje imuniteta organizma, ali i korekciju drugih faktora rizika što je apsolutno u domeni osobe - reduciranje pušenja, smanjenje unosa alkohola u organizam, te pravilna i uravnotežena prehrana, i na kraju, korekcija rizičnog ponašanja.

## **4. PRIKAZ ZDRAVSTVENIH POKAZATELJA U BRODSKO-POSAVSKOJ ŽUPANIJI I GRADU SLAVONSKOM BRODU**

### **4.1. IZVORI PODATAKA**

Podatci su prikupljeni iz nekoliko izvora:

- a) agregirani podatci o oboljelima od raka dobiveni su iz Registra za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo,
- b) podatci o umrlima dobiveni su iz Državnog zavoda za statistiku,
- c) podatci o broju stanovnika, raspodjela po dobi i spolu, prema popisu stanovništva iz 2001. godine dobiveni su iz Državnog zavoda za statistiku.

### **4.2. METODE OBRADE PODATAKA**

Za analizu stanja u Hrvatskoj i na području Brodsko-posavske županije korišteni su podatci iz obrade populacijskog registra, a pojedini podatci za grad Slavonski Brod dobit će se posebnim zahtjevom za analizu iz istoga izvora.

U analizama za usporedbe korištene su grube nestandardizirane stope incidencije izračunate na hrvatsko stanovništvo prema popisu iz 2001. godine. Učinjena je i direktna standardizacija po dobi i spolu incidencije ukupnog i pojedinih sijela raka za Brodsko-posavsku županiju i grad Slavonski Brod (standardizirano na hrvatsku (HR), odnosno novu europsku populaciju (EU)) (Kolčić, 2012) (65) za razdoblje od 2005. do 2009. godine, a jednaki mortalitetni pokazatelji odnose se na razdoblje od 2005. do 2010. godine. Incidencija je najpouzdaniji pokazatelj pojavnosti raka, jer ne ovisi o različitoj duljini vremena bolesnikova preživljenja. U statističkim analizama incidencije i mortaliteta od raka susrećemo i pojmove specifična (gruba) stopa i standardizirane stope. Kod raka je obolijevanje prema spolu različito pa se specifične stope računaju posebno za svaki spol. Standardizirane (prilagođene) stope prema dobi, rabe se za usporedbu između područja s različitom dobnom strukturom pučanstva ili za usporedbu različitih vremenskih razdoblja između kojih je došlo do promene u dobnoj strukturi pučanstva. (Strnad, 2010) (66) Za izračun direktno standardiziranih stopa incidencije i mortaliteta po dobi i spolu za Hrvatsku, Brodsko-posavsku županiju i grad Slavonski Brod izrađeno je 859 tablica za svaku pojedinačnu godinu promatranja koje su poslužile kao radni materijal za rezultate, a onda i zaključke u ovome poglavlju.

U obradu su uvrštene dijagnoze X revizije Međunarodne klasifikacije bolesti, povreda i uzroka smrti (MKB), a slika zdravstvenog stanja se mogla dobiti obzirom na obrađene pokazatelje:

- ishemijske bolesti srca (MKB-X I20-I25) kao uzroci smrtnosti
- kronične bolesti dišnog sustava (MKB-X J40-J47) kao uzroci smrtnosti
- ukupne maligne bolesti (MKB-X C00-C97) koje tvori grupa od stotinjak nozoloških entiteta (bez raka kože C44), - kao uzroci pobola i smrtnosti
- rak traheje, bronha i pluća (MKB-X C33-C34) kao uzrok pobola i smrtnosti
- leukemije (MKB-X C91-C95) kao uzrok pobola i smrtnosti
- akutna mijeloična leukemija (MKB-X C92.0) kao uzrok pobola

Za grubu stopu incidencije raka svih sijela, osim raka kože (muškarci, žene i ukupno) i pojedinih sijela kao breme bolesti izračunate su stope na hrvatsko stanovništvo prema popisu iz 2001. godine pojedinačno za godine od 2005. do 2009. i prosjek za isto razdoblje, te je provedena usporedba grada Slavenskog Broda i Brodsko-posavske županije kao dijela hrvatske populacije u odnosu na Hrvatsku, odnosno hrvatski prosjek. Za isto razdoblje izračunate su i dvije vrste dobno standardiziranih stopa za oba spola i ukupno direktnom ili izravnom metodom  $DSSI_{(HR)}$  i  $DSSI_{(EU)}$ . Uspoređivane su međusobno samo standardizirane stope koje su dobivene korištenjem iste standardne populacije (HR) - Hrvatske - prema popisu iz 2001. godine, odnosno nove europske standardne populacije prema dobi i spolu – (EU)

Prikazana je incidencija ukupnog raka po županijama i provedena usporedba Brodsko-posavske županije s ostalim županijama i Hrvatskom za isto vremensko razdoblje.

Za smrtnost su izračunate grube stope mortaliteta obzirom na popis iz 2001. godine i to pojedinačno od 2005. do 2010. godine i prosjek za to razdoblje, te je provedena međusobna usporedba grada Slavenskog Broda, Brodsko-posavske županije s hrvatskim prosjekom za to razdoblje. Izračunate su i direktno standardizirane stope smrtnosti po spolu i dobi za isto vremensko razdoblje  $DSSM_{(HR)}$  odnosno  $DSSM_{(EU)}$ .

Iz dobivenih podataka izračunata je statistička značajnost direktnih dobno standardiziranih stopa incidencije po spolu, ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine te direktnih dobno standardiziranih stopa mortaliteta po spolu ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine.



Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti  $p$  od 0.05 ( $p < 0.05$ ).

### 4.3. METODOLOŠKE NAPOMENE

Pri interpretaciji rezultata u ovom poglavlju važno je uz okolišne uzeti u obzir i specifične povijesne, odnosno socijalno demografske čimbenike.

Poznato je kako rat ima utjecaj na zdravlje ljudi. Ovdje se on dogodio u nedavnoj prošlosti kada je oružanom pobunom zapadni dio Brodsko-posavske županije–naselje Okučani sa pripadajućim selima i nenaseljenim teritorijem bio izvan dosega hrvatske države. Poslije ratnih operacija dogodile su se i značajne ratne i poratne migracije stanovništva. Doseljeno stanovništvo uz svoje fizičke, psihološke i duhovne osobine donijelo je drugačije kulturološke, obrazovne, prehrambene i druge navike koje mogu imati važan utjecaj na zdravstveno stanje pa i na rezultate izabranih zdravstvenih pokazatelja analiziranih u ovome poglavlju. Najpoznatiji hrvatski liječnik, naš zavičajnik i 'otac' Svjetske zdravstvene organizacije dr. Andrija Štampar, pisao je vladama država kako je zdravlje prvorazredno gospodarsko pitanje (a ne samo pitanje humaniteta). Na korištenje zdravstvene službe i zaštite uz njezinu dostupnost i obrazovanje utječu gospodarske prilike ljudi (bruto društveni proizvod) i standard u najužem značenju.

Zbog specifičnog graničnog položaja prema susjednoj Bosni i Hercegovini ukupni prostor Brodsko-posavske županije, a napose grad Slavonski Brod bio je meta neprijateljske dalekometne artiljerije i avionskog bombardiranja tijekom nekoliko godina Domovinskog rata, te rata u susjednoj državi Bosni i Hercegovina (najobilnije granatiranje i bombardiranje Slavenskog Broda je bilo tijekom 1992. godine). Civilno stanovništvo i djeca su stradavala pogađana projektilima koji su padali po najgušće naseljenim gradskim naseljima. Posebna meta u najužem teritoriju grada je bio most preko rijeke Save koji spaja dvije države te brodska tvornica „Đuro Đaković“, smještena na sjevernom dijelu grada Slavenskog Broda.

Opisano je povećano obolijevanje od leukemije i limfoma među talijanskim vojnicima koji su kao pripadnici mirovnih snaga Ujedinjenih naroda sudjelovali u misiji na Balkanu („balkanski sindrom“). Osiromašeni uran, nusprodukt obogaćivanja urana, taloži se u

okolišu, sadrži oko 40% radioaktivnosti prirodnog urana te sva njegova kemijska svojstva (teški metal, kemijski toksičan s nefrotoksičnim, teratogenim te potencijalno kancerogenima svojstvima). Toksičnost ovoga teškog metala najviše se ogleda u poremećajima normalnog funkcioniranja bubrega, mozga, jetre te srčanog mišića kako je navedeno u udžbeniku epidemiologije zagrebačkog Medicinskog fakulteta. Literaturni podaci koji govore o učinku izloženosti osiromašenom uranu na stanovništvo istočne Hrvatske još uvijek su manjkavi i nekonzistentni. (Miškulin, 2010) (67) O dugoročnom utjecaju streljiva s osiromašenim uranom koje sadrži teško tenkovsko naoružanje tijekom ratnih zbivanja na zdravlje ljudi u istočnoj Hrvatskoj piše se u stručnoj literaturi, a pokrenuto je i znanstveno istraživanje kako bi se rasvijetlili specifični učinci na zdravlje lokalnog stanovništva, te predložile preventivne mjere. Prije ili usporedo s analizom specifičnog morbiditeta i mortaliteta od malignih i kroničnih bolesti koje se asociraju uz djelovanje benzena, lebdećih čestica, policikličkih aromatskih ugljikovodika i drugih tvari s određenom vjerojatnošću treba uzeti u obzir i opisano ratno djelovanje, napose djelovanje teških artiljerijskih oruđa. (Markotić, 2002) (68)

Većina bolesti prikazanih u ovome poglavlju su kronične nezarazne bolesti koje su po svojoj etiologiji multifaktorijske što znači da je više ili manje poznatih pojedinih čimbenika rizika za njihov nastanak, te njihovo međusobno sinergističko i aditivno djelovanje. Možemo zaključiti kako su kronične nezarazne bolesti rezultat vrlo kompleksnih interakcija između pojedinca i njegove okoline. Slijedeća važna karakteristika ovih bolesti je njihov komorbiditet (ista osoba boluje od dviju ili više nezaraznih bolesti/stanja), te vremenski dugo razdoblje latencije kada su oboljelom, njegovoj okolini i zdravstvenoj službi nepoznate i skrivene. U zemljama s niskim i srednje visokim prihodima posebno je vulnerabilna srednja životna dob - četvrtina pogađa ljude mlađe od 60 godina života.

Urbanizacija i aglomeracija stanovništva u gradovima dovodi do sve veće izloženosti stanovništva štetnim učincima onečišćenja zraka – jednog od osnovnih preduvjeta zdravlja i blagostanja ljudi na Zemlji. Klasični anorganski onečišćivači su dušikov dioksid, ozon, sumporov dioksid i lebdeće čestice. Od organskih spojeva česti onečišćivači u zraku su: benzen, toluen, ugljikov monoksid, diklormetan, formaldehid, poliklorirani bifenili, tetrakloretilen, zatim to mogu biti anorganski elementi (azbest, kadmij, olovo, mangan i živa). Od organskih - benzen, a od anorganskih - kadmij su dokazani karcinogeni, prema IARC (Međunarodna agencija za istraživanje raka) dok sumporovodik, sumporni dioksid, dušikov oksid i olovo ova agencija ne ubraja u skupinu karcinogena.

Sva onečišćenja zraka što smanjuju vidljivost, iritiraju sluznice dišnih putova ili osjetilo njuha proizvode učinak permanentnog stresa na izloženo stanovništvo. U ovoj

situaciji nisu zadovoljeni preduvjeti zdravlja i blagostanja ljudi uključeni u definiciju zdravlja Svjetske zdravstvene organizacije te stanovništvo subjektivno percipira onečišćivače koji pridonose smanjenoj kvaliteti života i negativno utječu na zdravlje ljudi.

Uobičajeno je zagađenje zraka povezivati kod ljudi s razvojem raka bronha i pluća, leukemije, s razvojem ili pogoršanjem simptoma respiratornih bolesti, kardiovaskularnih bolesti ili učestalijom pojavom spontanih pobačaja, mrtvorođenosti i kongenitalnih malformacija. Prema izvješću Svjetske zdravstvene organizacije (The European Health Report), 2005. godine oko 2% smrti od raka bilo je vezano uz zagađenje ukupnog okoliša u čemu zagađenje zraka u okolišu (kao rizični čimbenik) sudjeluje s udjelom od svega 0,6% među deset vodećih rizičnih čimbenika povezanih s ukupnom smrtnošću u Hrvatskoj godine 2002. Obzirom na ukupnu smrtnost stanovništva u Hrvatskoj slijedeća je raspodjela udjela pojedinih rizičnih čimbenika: hipertenzija 26%, pušenje 21%, povišen kolesterol 18%, povišen indeks tjelesne mase 12%, tjelesna neaktivnost 7%, niski unos voća i povrća hranom 5%, alkohol 4%, zagađenje zraka u okolišu 0,6%, neodgovorno spolno ponašanje 0,6% te profesionalna izloženost karcinogenima 0,4%.

Brojna epidemiološka istraživanja upućuju na štetnost pušenja na ljudsko zdravlje koja se manifestiraju kao akutne, zatim kronične bolesti donjih dišnih putova. Osim navedenoga i zagađenost zraka posebno s visokim koncentracijama sumpornog dioksida i ugljičnog monoksida su rizični čimbenici za navedene bolesti. Opće je poznato kako je najvažniji rizični čimbenik za rak pluća i bronha pušenje i pojavnost ovog sijela raka je deset puta češća u pušača u odnosu na one koji ne puše. Od 4000 supstancija koje su u dimu cigarete, njih 40 je kancerogeno (PAH –benzipiren), i u prvom redu djeluju na respiratorni sustav, a zatim i na probavni i urogenitalni (poznati su pušački „bolesni organi“: grkljan, bronhi, pluća, usna šupljina, jednjak, želudac, gušterača, mokraćni mjehur, dojka, uterus) kao i štetno djelovanje na fetus. Prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije u svijetu puši milijarda i 100 milijuna ljudi ili 30% odraslog stanovništva. U razvijenim zemljama broj pušača se smanjuje što nije slučaj u zemljama u razvoju. Najvidljiviji rezultat smanjenja pušenja je zamjetan pad raka pluća među muškarcima u Finskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i SAD, a u zemljama istočne Europe zabrinjavajući je kontinuirani porast pušačkog raka. Procjenjuje se kako u Hrvatskoj puši 1,5 milijuna ljudi, a zbog posljedica pušenja godišnje umre oko 10.000 ljudi. (Vorko-Jović, 2010) (69) Osim pušenja, na razvoj raka bronha i pluća utječe izloženost olovu, kadmiju, radonu, kromu, niklu, katranu, beliriju i sličnim polutantima.

#### 4.4. REZULTATI

U Republici Hrvatskoj prema popisu stanovništva iz 2001. godine živi 4 437 460 stanovnika, od toga su 2 135 900 muških osoba i 2 301 560 ženskih osoba (48:52). Brodsko – posavska županija je smještena u južnom dijelu regije Slavonije (istočna Hrvatska). Prema popisu stanovništva iz 2001.g. Brodsko-posavska županija ima 176 765 stanovnika, od toga 85 787 muškaraca i 90 978 žena, i stanovništvo županije participira sa 3,95 % u ukupnom stanovništvu Republike Hrvatske(4 437 460 stanovnika). Županija se sastoji se od 2 grada i 26 općina. Gradovi u Brodsko-posavskoj županiji su: Slavonski Brod sa 63.268 stanovnika (sjedište županije) i Nova Gradiška sa 15 736 stanovnika. U gradovima živi 79 004 stanovnika ili 45,67 % od čega u Slavonskom Brodu kao sjedištu županije 63 268 stanovnika, a u Novoj Gradiški 15 736 stanovnika. U ruralnim sredinama živi 93 989 stanovnika ili 54,33 % svih stanovnika županije.

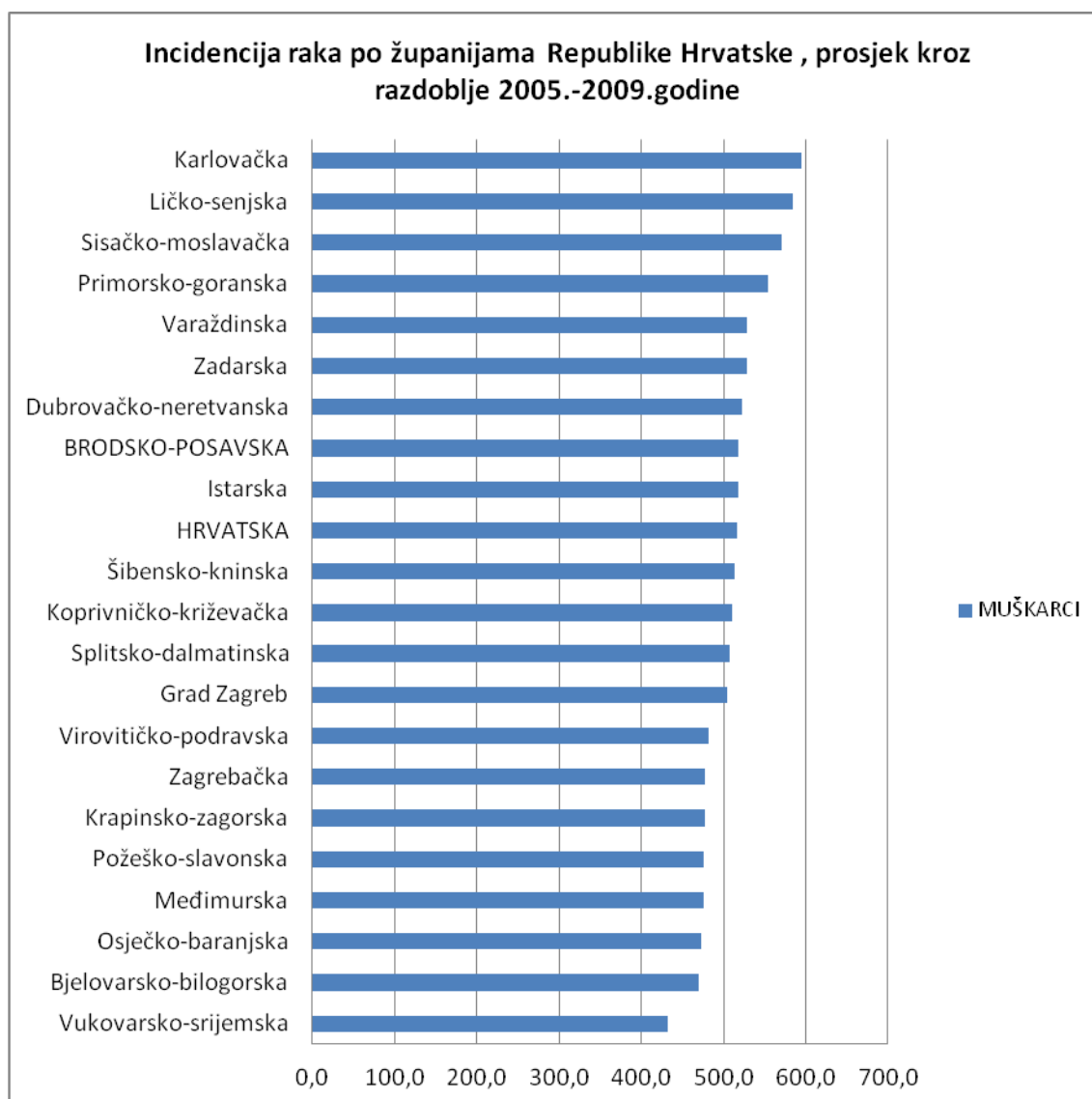
U rezultatima je prikazana incidencija ukupnog raka po županijama za razdoblje 2005-2009. godine. Prikazan je pobol od 2005-2009. godine i smrtnost od 2005-2010.godine od ukupnog raka, raka traheje, bronha i pluća, te leukemija ukupno i akutne mijeloične leukemije u Slavonskom Brodu, Brodsko-posavskoj županiji i Hrvatskoj.

Tablica 8: Incidencija raka (C 00-C99) prema županijama po spolu, prosjek za razdoblje od 2005. do 2009. godine (stopa na 100 000 stanovnika)

ŽUPANIJA	MUŠKARCI	ŽENE	UKUPNO
Bjelovarsko-bilogorska	470,3	379,9	423,4
<b>Brodsko-posavska</b>	<b>508,2</b>	<b>388,9</b>	<b>449,5</b>
Dubrovačko-neretvanska	522,9	432,0	475,9
Grad Zagreb	504,2	433,4	466,4
<b>Hrvatska</b>	<b>515,8</b>	<b>407,7</b>	<b>459,8</b>
Istarska	517,5	424,9	469,7
Karlovačka	595,0	443,9	516,6
Koprivničko-križevačka	510,7	392,4	449,5
Krapinsko-zagorska	477,6	349,9	412,1
Ličko-senjska	584,1	411,1	496,5
Međimurska	476,4	382,1	428,3
Osječko-baranjska	472,8	380,8	425,0
Požeško-slavonska	476,5	380,4	426,7
Primorsko-goranska	554,0	455,0	502,7
Sisačko-moslavačka	571,4	409,8	487,1
Splitsko-dalmatinska	506,9	414,5	446,8
Šibensko-kninska	514,1	392,9	451,6
Varaždinska	529,3	414,5	470,3
Virovitičko-podravska	482,6	370,3	435,0
Vukovarsko-srijemska	432,9	339,4	384,4
Zadarska	528,6	411,1	468,9
Zagrebačka	477,9	380,6	427,8

Izvor podataka: Registar za rak - Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

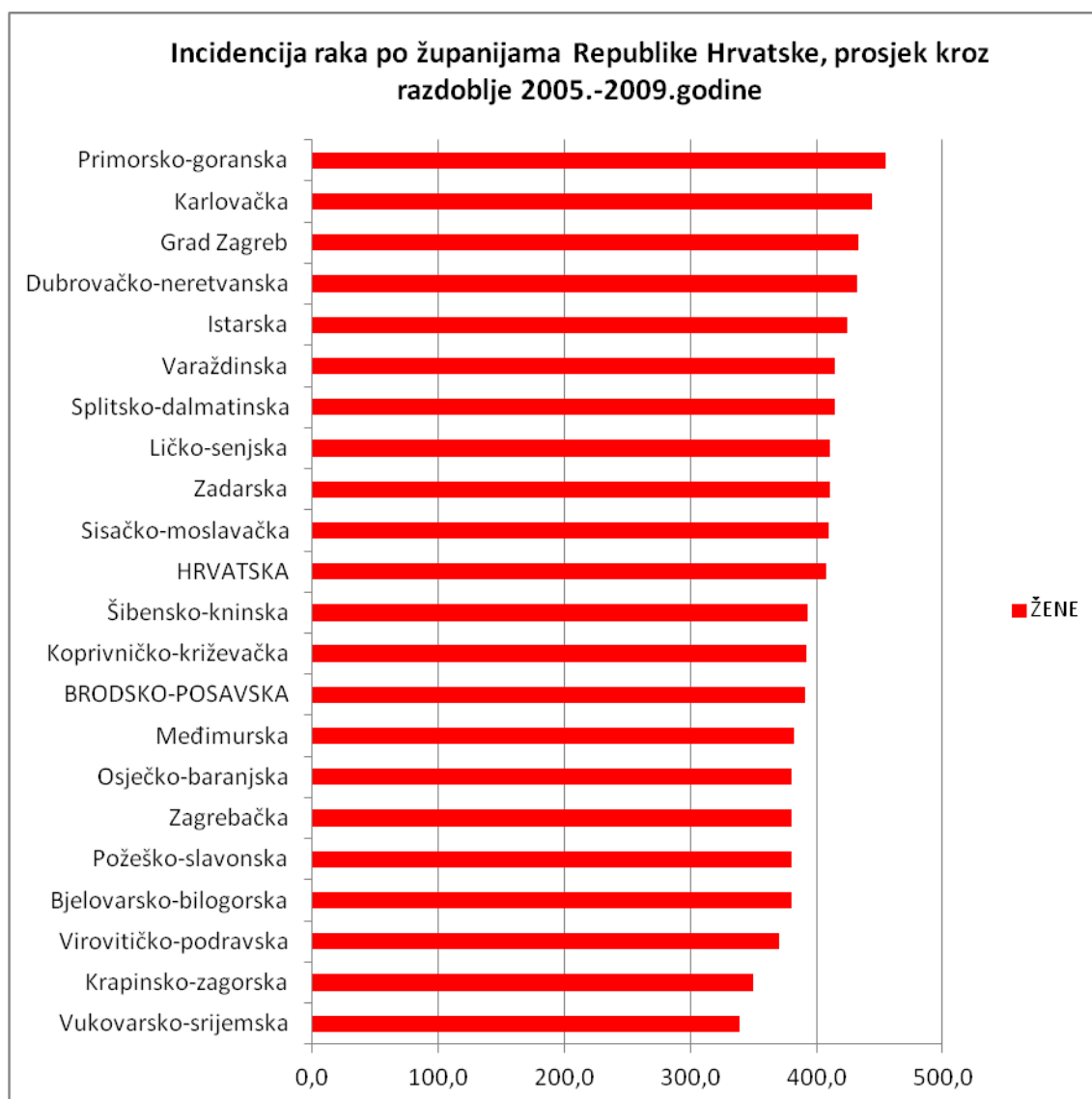
Incidencija ukupnog raka u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša Karlovačkoj županiji (516,6/100000 stanovnika), a Brodsko-posavska županija je na 11. mjestu s incidencijom **449,5/100000** stanovnika. Ova prosječna stopa incidencije u Brodsko-posavskoj županiji niža je od one u Hrvatskoj (459,8/100000 stanovnika) u promatranom razdoblju od 2005. do 2009. godine.



Slika 23: Incidencija raka po županijama RH, prosjek kroz razdoblje 2005.-2009. godine (muškarci)

Izvor podataka: Registar za rak - Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Incidencija ukupnog raka kod muškaraca za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša Karlovačkoj županiji (595,0/100000 stanovnika), a Brodsko posavska županija je na 8. mjestu s incidencijom **508,2/100000** stanovnika. Ova stopa incidencije u Brodsko-posavskoj županiji viša je od one za Hrvatsku u cjelini (515,8/100000 stanovnika) u promatranom razdoblju od 2005. do 2009. godine.



Slika 24: Incidencija raka po županijama RH, prosjek kroz razdoblje 2005.-2009. godine (žene)

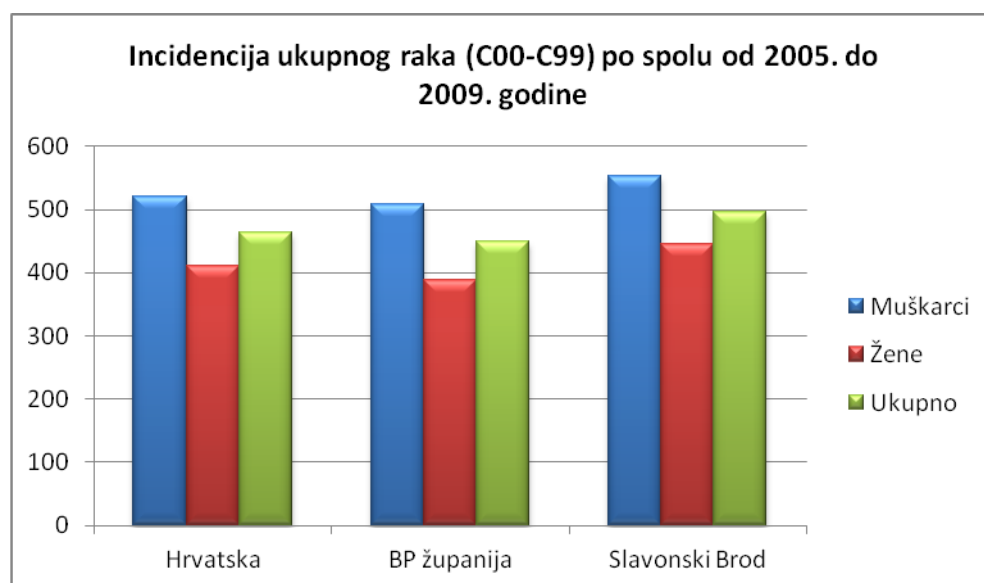
Izvor podataka: Registar za rak - Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Incidencija ukupnog raka kod žena za razdoblje 2005-2009. godine bila je najviša u Primorsko-goranskoj županiji (455,0/100000 stanovnika), a Brodsko posavska županija je na 14. mjestu s incidencijom **388,9/100000** stanovnika. Ova stopa incidencije u Brodsko-posavskoj županiji niža je od one u Hrvatskoj u cjelini (407,7/100000 stanovnika) u promatranom razdoblju od 2005. do 2009. godine.

Tablica 9: Incidencija ukupnog raka (C00-C99) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2009. godina na 100.000 stanovnika

	2005.-2009.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	520,2	410,6	463,4
BP županija	508,2	388,9	449,5
Slavonski Brod	552,1	445,3	<b>496,3</b>

Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije



Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Incidencija ukupnog raka u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Slavonskom Brodu **496,3/100000** stanovnika, slijedi zatim Hrvatska 463,4/100000 stanovnika te Brodsko-posavska županija 449,5/100000 stanovnika.

Incidencija ukupnog raka u muškaraca za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Slavonskom Brodu **552,1/100000** stanovnika, pa u Hrvatskoj 520,2/100000 stanovnika te najniža u Brodsko-posavskoj županiji 508,2/100000 stanovnika.

Incidencija ukupnog raka u žena za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Slavonskom Brodu **445,3/100000** stanovnika, a najniža u Brodsko-posavskoj županiji 388,9/100000 stanovnika.

Odnos muškaraca i žena bio je 54:46 za Hrvatsku, 55:45 za Brodsko-posavsku županiju i 53:47 za Slavonski Brod.

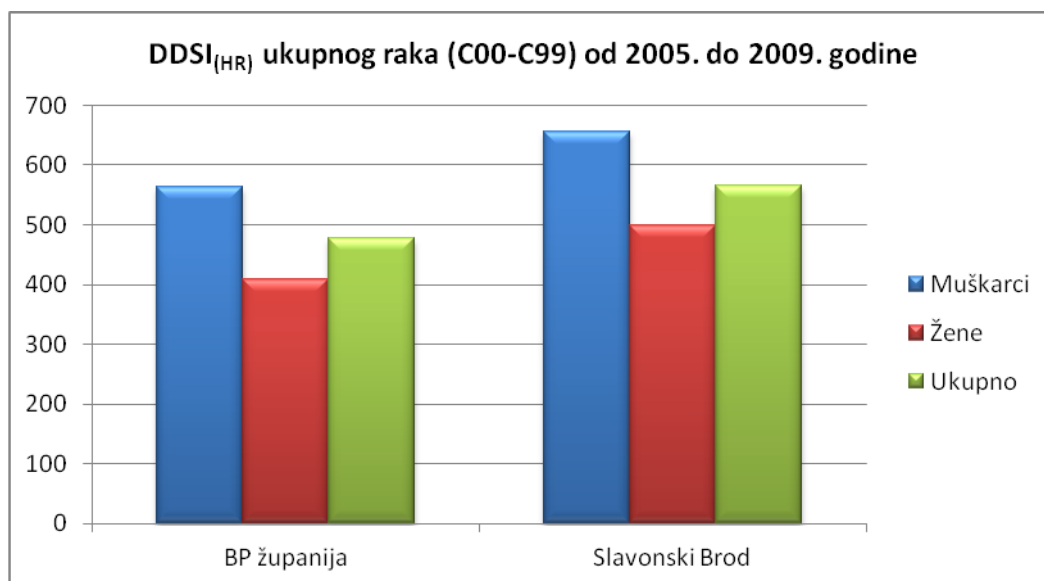


Tablica 10: Dobno standardizirana stopa incidencije  $DSSI_{(HR)}$  ukupnog raka (C00-C99) po spolu i zbirno u Brodsko-posavskoj županiji te Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2009. godine

	2005.-2009.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
BP županija	563,1	408,7	476,8
Slavonski Brod	655,7	499,0	565,2

Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,795317 - 0,894804)\*

$DSSI_{(HR)}$  ukupnog raka (C00-C99) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine je statistički značajnije veća u Slavonskom Brodu nego u Brodsko-posavskoj županiji.



Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Tablica 11: Dobno standardizirana stopa incidencije  $DSSI_{(EU)}$  ukupnog raka (C00-C99) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji te Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2009. godine

	2005.-2009.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	499,4	314,4	383,3
BP županija	524,8	378,3	436,8
Slavonski Brod	613,4	464,9	519,7

Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine,  
 te na standardnu novu europsku populaciju

Slavonski Brod-Hrvatska (CI=1,27817 - 1,438266)\*

Slavonski Brod-Brodsko-posavska županija (CI=1,124212 - 1,259192)\*

Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=1,071285 - 1,212223)\*

$DSSI_{(EU)}$  ukupnog raka (C00-C99) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine je statistički značajnije veća u Slavonskom Brodu nego u Hrvatskoj.

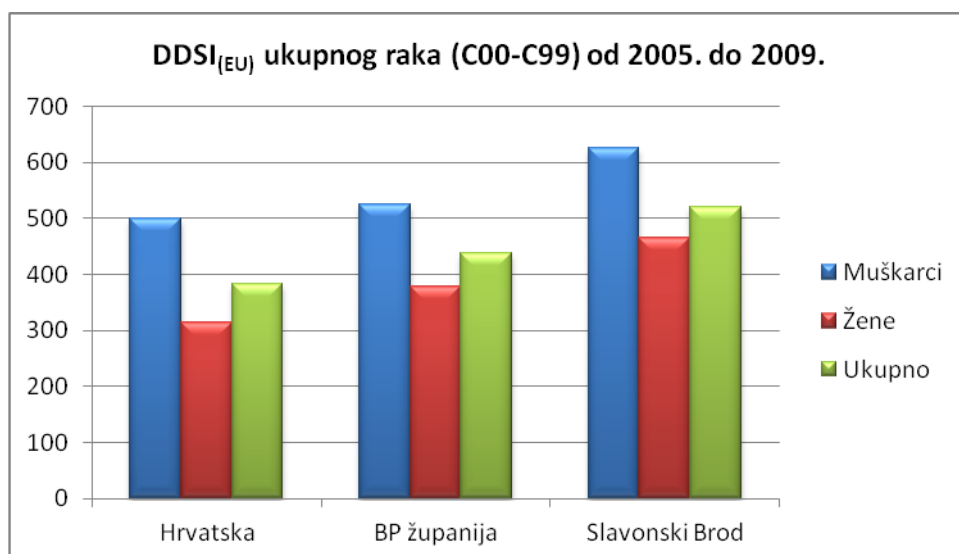
$DSSI_{(EU)}$  ukupnog raka (C00-C99) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine je statistički značajnije veća u Slavonskom Brodu nego u Brodsko-posavskoj županiji.

$DSSI_{(EU)}$  ukupnog raka (C00-C99) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine je statistički značajnije veća u Brodsko-posavskoj županiji nego u Hrvatskoj.

$DSSI_{(EU)}$  ukupnog raka u oba spola ukupno najviša je u Slavonskom Brodu, a najniža u Hrvatskoj za razdoblje od 2005. do 2009. godine

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)



Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine,  
 te na standardnu novu europsku populaciju

Tablica 12: Incidencija raka traheje, bronha i pluća po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2009. godine na 100.000 stanovnika

Godina	Spol	Incidencija		
		Hrvatska	BP županija	Slav.Brod
2005.- 2009.	Muškarci	102,8	111,3	98,8
	Žene	27,0	22,5	30,8
	Ukupno	61,5	65,6	61,2

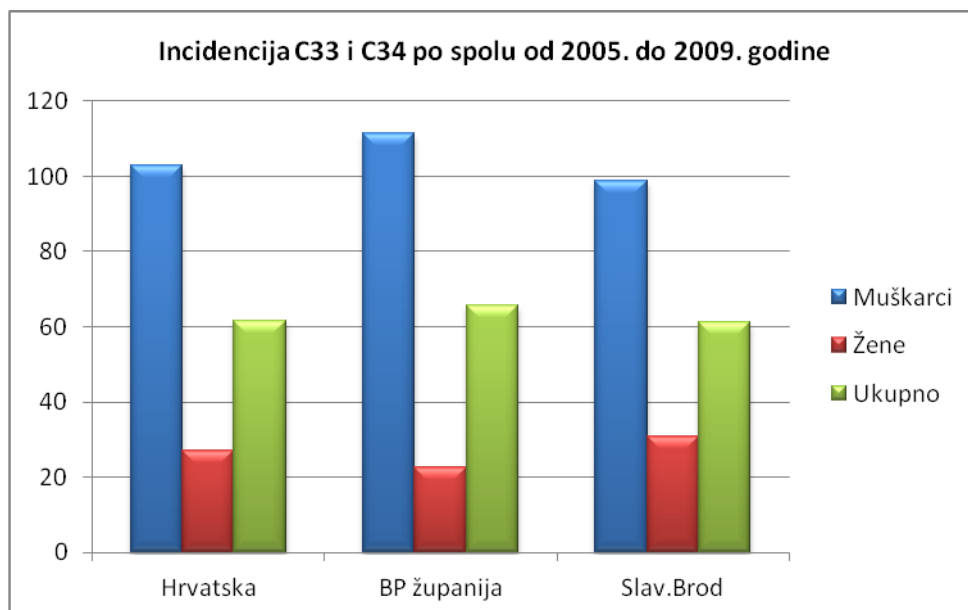
Izvor podataka- Hrvatski zavod za javno zdravstvo- Registar za rak  
 Obrada podataka- Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Incidencija raka traheje, bronha i pluća u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Brodsko-posavskoj županiji 65,6/100000 stanovnika, zatim u Hrvatskoj 61,5/100000 stanovnika, te najniža u Slavonskom Brodu 61,2/100000 stanovnika.

Incidencija raka traheje, bronha i pluća u muškaraca za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Brodsko-posavskoj županiji 111,3/100000 stanovnika, zatim u Hrvatskoj 102,8/100000 stanovnika te najniža u Slavonskom Brodu 98,8/100000 stanovnika.

Incidencija raka traheje, bronha i pluća u žena za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Slavonskom Brodu 30,8/100000 stanovnika, zatim u Hrvatskoj 27,0/100000 stanovnika, a najniža u Brodsko-posavskoj županiji 22,5/100000 stanovnika.

Odnos muškaraca i žena bio je 78:22 za Hrvatsku, 82:18 za Brodsko-posavsku županiju i 77:23 za Slavonki Brod.



Izvor podataka- Hrvatski zavod za javno zdravstvo- Registar za rak  
 Obrada podataka- Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonki Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 13: Dobno standardizirana stopa incidencije  $DSSI_{(HR)}$  od raka traheje, bronha i pluća po spolu i zbirno u Brodsko-posavskoj županiji, prosjek 2005.-2009. godine

	2005.-2009.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
BP županija	121,8	24,0	69,4

Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

Tablica 14: Dobno standardizirana stopa incidencije  $DSSI_{(EU)}$  od raka traheje, bronha i pluća po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji, prosjek od 2005.-2009. godine

	2005.-2009.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	93,4	24,6	56,6
BP županija	56,6	22,0	61,1

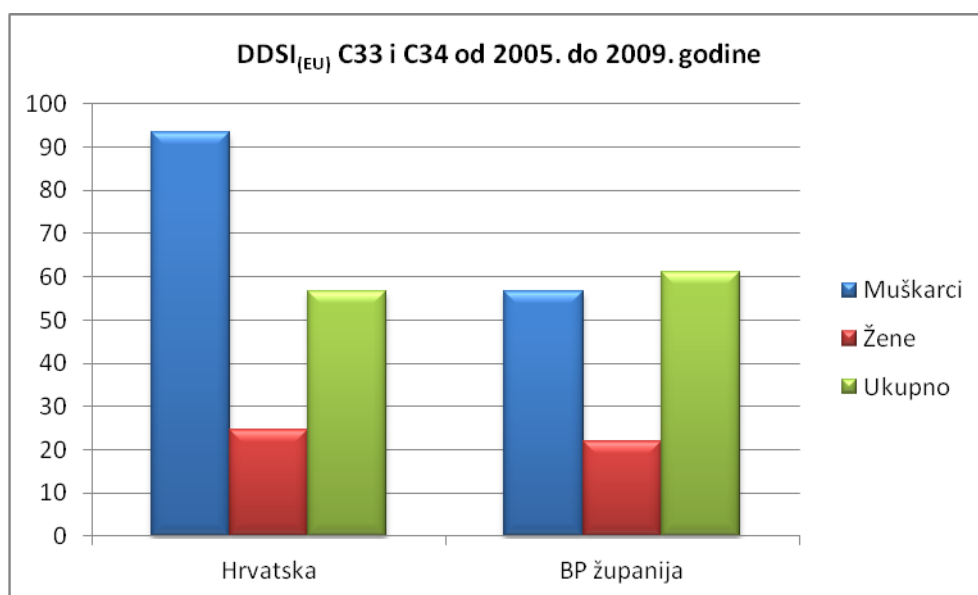
Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=0,924234 - 1,260862)\*

Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo

Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSI_{(EU)}$  raka traheje, bronha i pluća u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine između Brodsko-posavske županije i Hrvatske.



Izvor podataka: Registar za rak Hrvatskoga zavoda za javno zdravstvo

Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Račun incidencije izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Tablica 15: Broj novooboljelih i incidencija leukemija (C91-C95) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji, prosjek 2005.-2009. godine na 100.000 stanovnika

Godina	Spol	Hrvatska		Brodsko-posavska županija	
		br. Oboljelih	Incidencija	br. Oboljelih	Incidencija
2005.- 2009.	Muškarci	277	12,98	12	14,28
	Žene	221	9,62	10	11,27
	Ukupno	498	11,38	22	12,73

Izvor podataka- Hrvatski zavod za javno zdravstvo- Registar za rak  
 Obrada podataka- Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

Tablica 16: Broj novooboljelih i incidencija akutne mijeloične leukemije (C92.0) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji, prosjek 2005.-2009. godine na 100.000 stanovnika

Godina	Spol	Hrvatska		Brodsko-posavska županija	
		br. Oboljelih	Incidencija	br. Oboljelih	Incidencija
2005.- 2009.	Muškarci	108	5,07	5	5,24
	Žene	91	3,97	4	4,68
	Ukupno	199	4,5	9	4,95

Izvor podataka- Hrvatski zavod za javno zdravstvo- Registar za rak  
 Obrada podataka- Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. Godine

Tablica 17: Broj novooboljelih i incidencija ukupnog raka u dobi od 0-19 godina po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2009. godine na 100.000 stanovnika

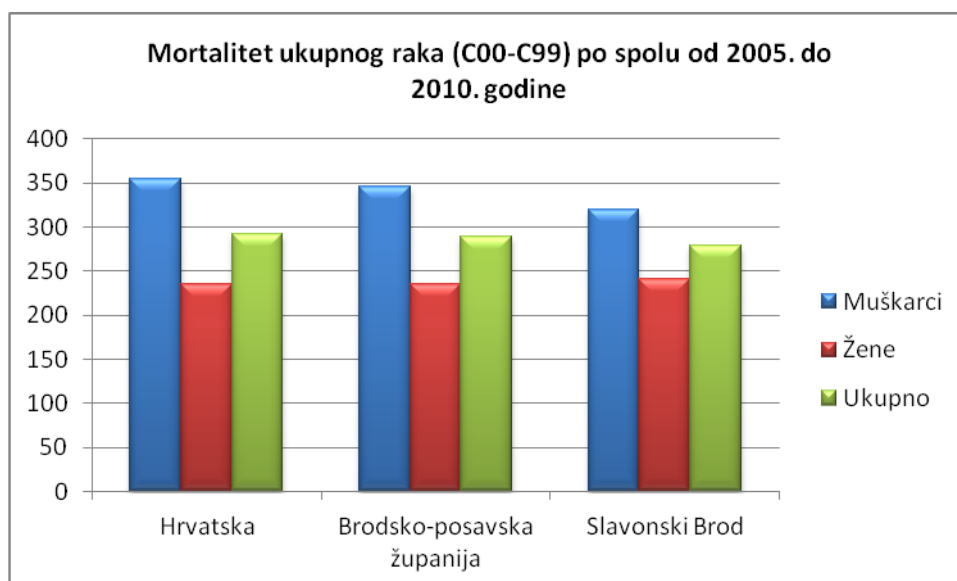
Godina	Spol	Hrvatska		Brodsko-posavska županija	
		br. Oboljelih	Incidencija	br. Oboljelih	Incidencija
2005.- 2009.	Muškarci	100	18,52	5	22,58
	Žene	76	14,77	2	9,72
	Ukupno	176	16,69	7	16,31

Izvor podataka- Hrvatski zavod za javno zdravstvo- Registar za rak  
 Obrada podataka- Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

Tablica 18: Mortalitet po spolu i zbirno od ukupnog raka (C00-C99) u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek od 2005.- 2010. godine na 100.000 stanovnika

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	354,2	234,4	292,0
Brodsko-posavska županija	345,6	234,5	288,4
Slavonski Brod	319,4	241,2	278,5

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Mortalitet od ukupnog raka u oba spola za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 292,0/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 288,4/100000 stanovnika i najniži u Slavonskom Brodu 278,5/100000 stanovnika.

Mortalitet u muškaraca od ukupnog raka za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 354,2/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 345,6/100000 stanovnika i najniži u Slavonskom Brodu 319,4/100000 stanovnika

Mortalitet u žena od ukupnog raka za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Slavonskom Brodu 241,2/100000 stanovnika, u Brodsko-posavskoj županiji 234,5/100000 stanovnika i Hrvatskoj 234,4/100000 stanovnika.

Odnos muškaraca i žena bio je 58:42 za Hrvatsku, 58:42 za Brodsko-posavsku županiju i 55:45 za Slavonski Brod.



Tablica 19: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(HR)}$  po spolu i zbirno od ukupnog raka (C00-C99) u Brodsko-posavskoj županiji te Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010. godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Brodsko-posavska županija	384,5	248,6	309,6
Slavonski Brod	390,1	283,5	328,4

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo

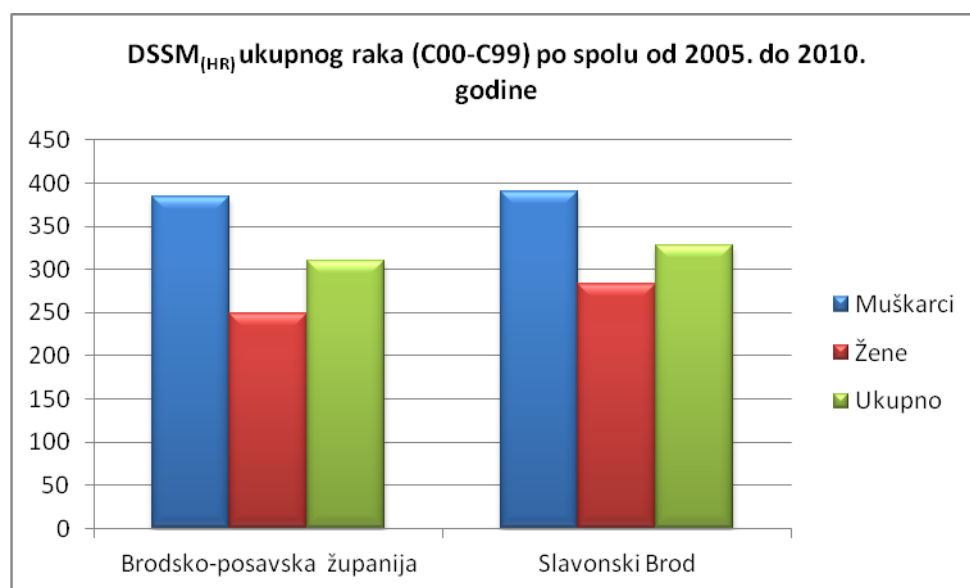
Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,981687 - 1,146124)\*

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(HR)}$  od ukupnog raka u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavenskog Broda.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo

Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne rezlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Tablica 20: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(EU)}$  po spolu i zbirno od ukupnog raka u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek od 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	338,3	222,9	274,1
Brodsko-posavska županija	364,3	239,5	290,6
Slavonski Brod	369,3	275,7	<b>309,5</b>

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo

Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije

Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine

Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine,

te na standardnu novu europsku populaciju

Slavonski Brod-Hrvatska (CI=1,050205 - 1,214029)\*

Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,990576 - 1,145097)\*

Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=0,984279 - 1,141971)\*

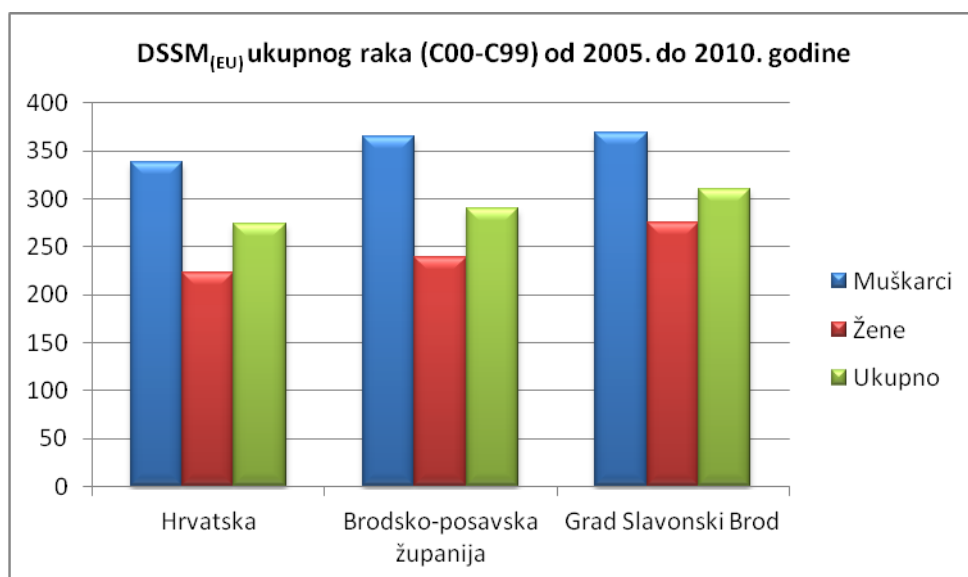
$DSSM_{(EU)}$  od ukupnog raka u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine je statistički značajnije veća u Slavonskom Brodu nego u Hrvatskoj.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ukupnog raka u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavonskog Broda.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ukupnog raka u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Hrvatske.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

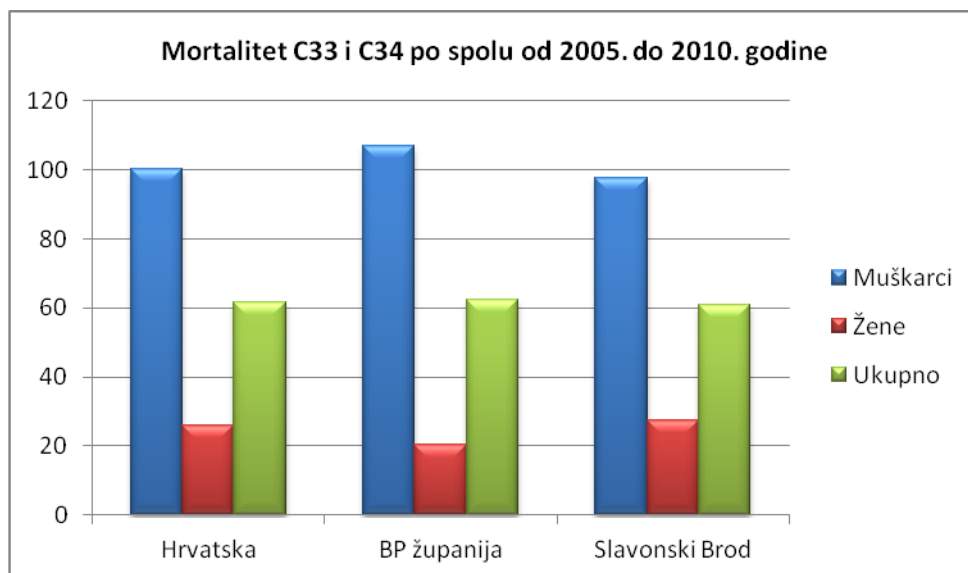
Tablica 21: Mortalitet po spolu i zbirno od raka traheje, bronha i pluća u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine na 100.000 stanovnika

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	100,1	26,0	61,7
Brodsko-posavska županija	106,9	20,3	62,3
Slavonski Brod	97,5	27,2	60,7

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Mortalitet od raka traheje, bronha i pluća u oba spola za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Brodsko-posavskoj županiji 62,3/100000 stanovnika, u Hrvatskoj 61,7/100000 stanovnika, zatim i najniži u Slavonskom Brodu 60,7/100000 stanovnika. Mortalitet u muškaraca od raka traheje, bronha i pluća za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u u Brodsko-posavskoj županiji 106,9/100000 stanovnika, u Hrvatskoj 100,1/100000 stanovnika, zatim i najniži u Slavonskom Brodu 97,5/100000 stanovnika

Mortalitet u žena od raka traheje bronha i pluća za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Slavonskom Brodu 27,2/100000 stanovnika, u Hrvatskoj 26,7/100000 stanovnika, te najniži u Brodsko-posavskoj županiji 20,3/100000 stanovnika. Odnos muškaraca i žena bio je 78:22 za Hrvatsku, 83:17 za Brodsko-posavsku županiju i 77:23 za Slavonski Brod.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

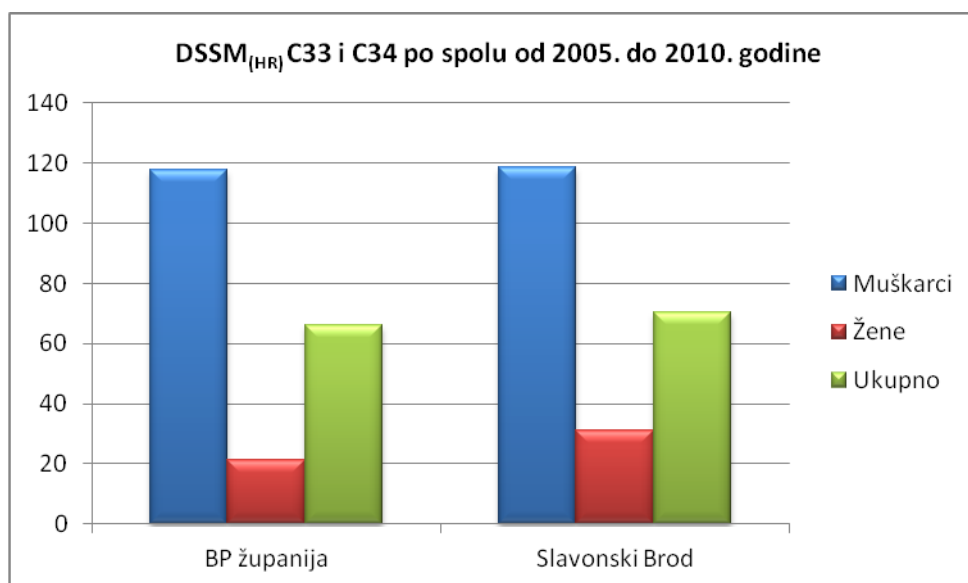
Tablica 22: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(HR)}$  po spolu i zbirno od raka traheje, bronha i pluća u Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
BP županija	117,7	21,4	65,9
Slavonski Brod	118,6	31,2	70,3

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,784985 - 1,119435)\*

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(HR)}$  raka traheje, bronha i pluća u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavonskog Broda.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 23: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(EU)}$  po spolu i zbirno od raka traheje, bronha i pluća u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	91,5	23,7	55,2
BP županija	107,2	20,0	58,5
Slavonski Brod	77,3	28,9	<b>62,8</b>

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju  
 Slavonski Brod-Hrvatska (CI=0,957206 - 1,352184)\*  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,905037 - 1,273331)\*  
 Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=0,885681 - 1,268107)\*

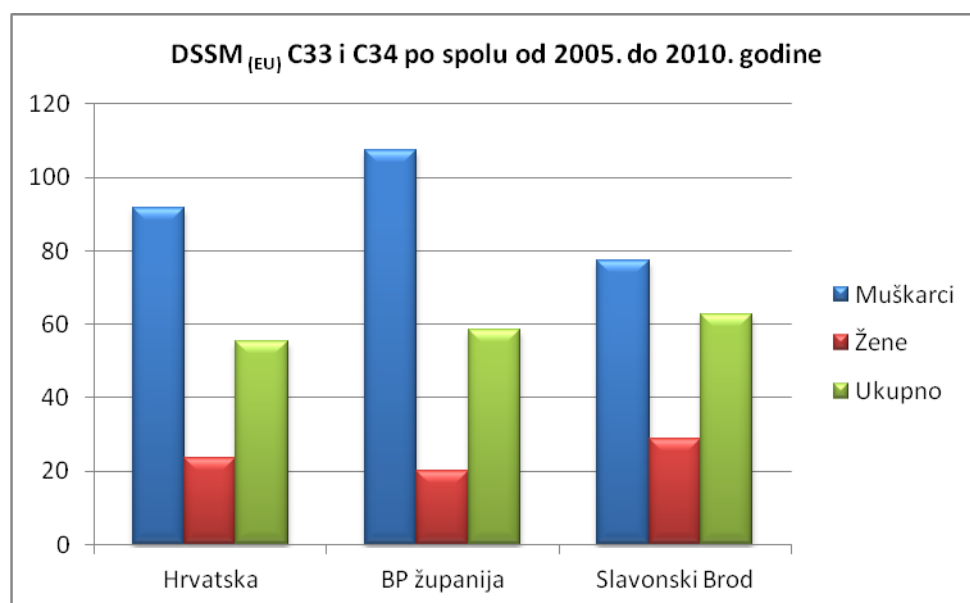
\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  raka traheje, bronha i pluća u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavenskog Broda.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  raka traheje, bronha i pluća u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Hrvatske.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  raka traheje, bronha i pluća u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005.-2010. godine između Slavenskog Broda i Hrvatske.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Tablica 24: Mortalitet od leukemija (C91-95) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine na 100.000 stanovnika

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	9,0	7,2	8,1
BP županija	6,6	8,6	7,6
Slavonski Brod	4,9	7,9	6,5

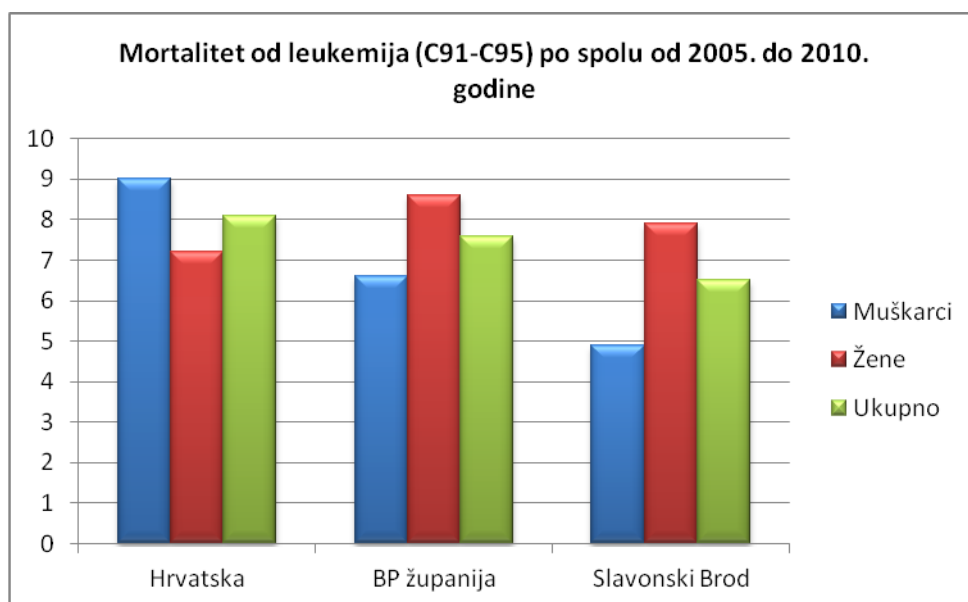
Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Mortalitet od leukemija u oba spola za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 8,1/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 7,6/100000 stanovnika, a najniži u Slavonskom Brodu 6,5/100000 stanovnika.

Mortalitet u muškaraca od leukemija za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 9,0/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 6,6/100000 stanovnika, a najniži u Slavonskom Brodu 4,9/100000 stanovnika

Mortalitet u žena od leukemija za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Brodsko-posavskoj županiji 8,6/100000 stanovnika, zatim u Slavonskom Brodu 7,9/100000 stanovnika, te najniži u Hrvatskoj 7,2/100000 stanovnika.

Odnos muškaraca i žena bio je 54:46 za Hrvatsku, 43:57 za Brodsko-posavsku županiju i 40:60 za Slavonski Brod.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 25: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(HR)}$  po spolu i zbirno od leukemija (C91-95) u Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

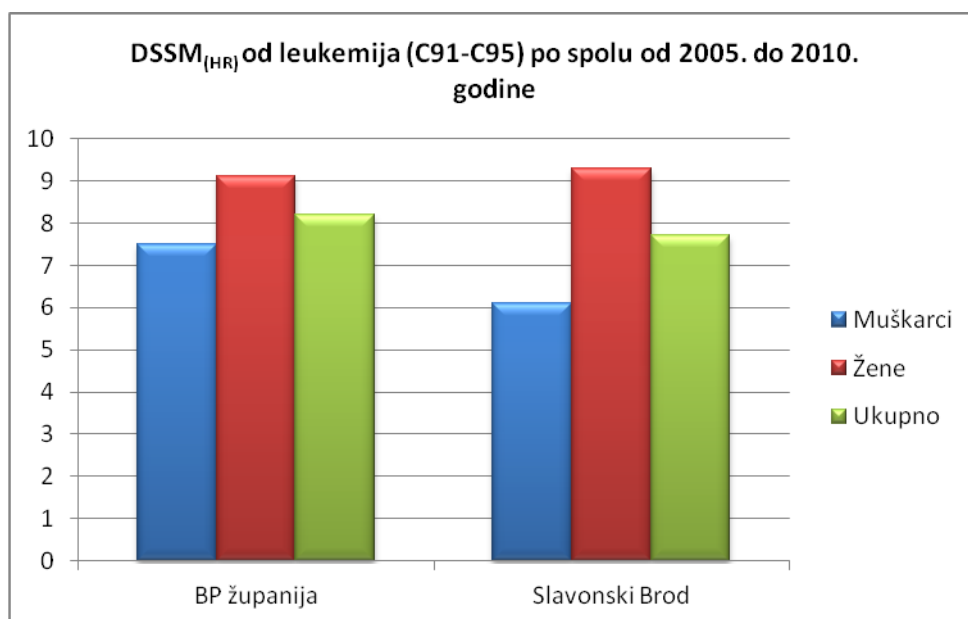
	2005.-2010. godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
BP županija	7,5	9,1	8,2
Slavonski Brod	6,1	9,3	7,7

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,661402 - 1,71467)\*

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(HR)}$  po spolu od leukemija (C91-95) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavonskog Broda.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)





Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 26: Dobno standardizirana stopa mortaliteta DSSM<sub>(EU)</sub> po spolu i zbirno od leukemija (C91-95) u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	8,9	6,9	7,7
BP županija	7,4	8,4	7,9
Slavonski Brod	5,7	9,0	7,4

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju  
 Slavonski Brod-Hrvatska (CI=0,609778 - 1,514644)\*  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,601803 - 1,457992)\*  
 Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=0,656808 - 1,602634)\*

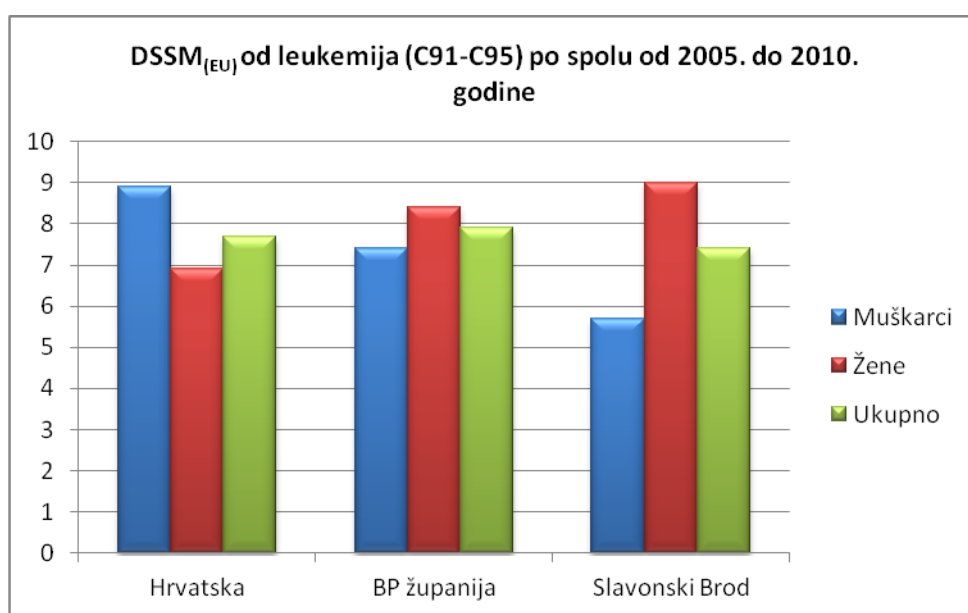
\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 (p<0.05).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  po spolu od leukemija (C91-95) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Slavenskog Broda i Hrvatske.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  po spolu od leukemija (C91-95) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005.-2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavenskog Broda.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  po spolu od leukemija (C91-95) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005.-2010. godine između Brodsko-posavske županije i Hrvatske.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Tablica 27: Mortalitet od ukupnog raka (C00-C99) po spolu i zbirno u dobi od 0-19 godina u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine na 100.000 stanovnika

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	3,9	2,9	3,4
Brodsko-posavska županija	4,1	2,2	3,2
Slavonski Brod	5,8	0,0	2,9

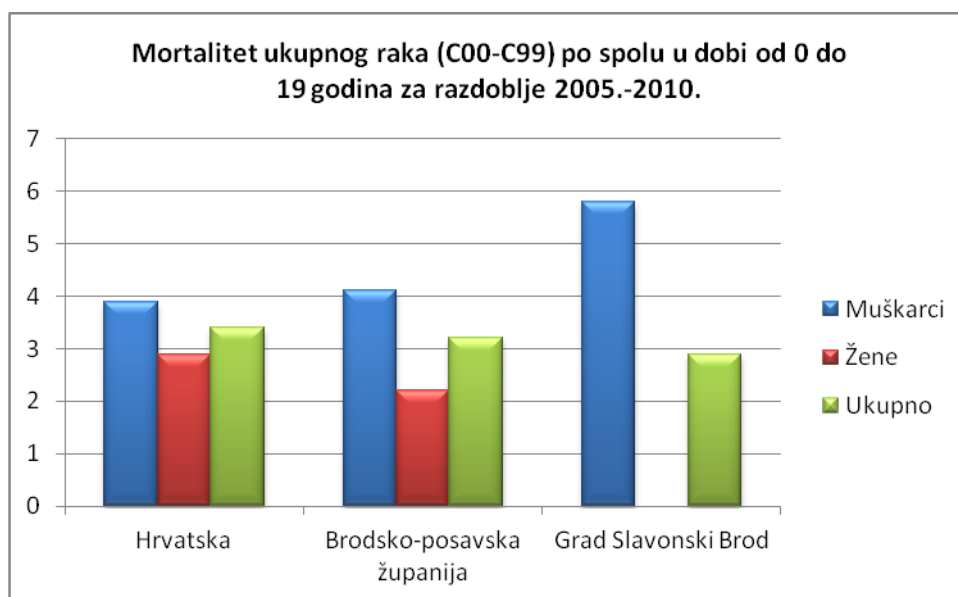
Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Mortalitet od ukupnog raka u oba spola u dobi od 0-19 godina za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 3,4/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 3,2/100000 stanovnika, a najniži u Slavonskom Brodu 2,9/100000 stanovnika.

Mortalitet u muškaraca od ukupnog raka u dobi od 0-19 godina za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Slavonskom Brodu 5,8/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 4,1/100000 stanovnika, a najniži u Hrvatskoj 3,9/100000 stanovnika.

Mortalitet u žena od ukupnog raka u dobi od 0-19 godina za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 2,9/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 2,2/100000 stanovnika.

Odnos muškaraca i žena bio je 58:42 za Hrvatsku, 50:50 za Brodsko-posavsku županiju i 100:0 za Slavonski Brod.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 28: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(HR)}$  po spolu i zbirno od ukupnog raka (C00-C99) u dobi od 0-19 godina u Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Brodsko-posavska županija	4,1	2,29	3,21
Slavonski Brod	5,82	0,0	2,96

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,153178 - 7,677672)\*

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(HR)}$  od ukupnog raka (C00-C99) u dobi od 0-19 godina u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavonskog Broda.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)

Tablica 29: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(EU)}$  po spolu i zbirno od ukupnog raka (C00-C99) u dobi od 0-19 godina u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	3,89	2,9	3,4
Brodsko-posavska županija	4,1	2,2	3,2
Slavonski Brod	5,8	0,0	2,4

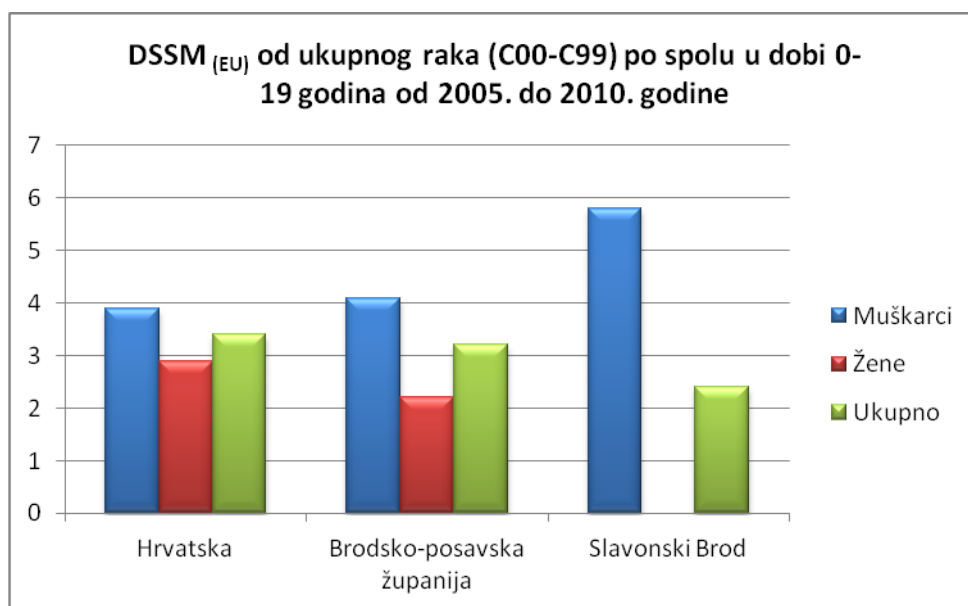
Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju  
 Slavonski Brod-Hrvatska (CI=0,085135 - 5,852702)\*  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,087515 - 6,427447)\*  
 Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=0,143386 - 6,177835)\*

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ukupnog raka (C00-C99) u dobi od 0-19 godina u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Hrvatske i Slavenskog Broda.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ukupnog raka (C00-C99) u dobi od 0-19 godina u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavenskog Broda.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ukupnog raka (C00-C99) u dobi od 0-19 godina u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između u Hrvatske i Brodsko-posavske županije.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne rezlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Tablica 30: Mortalitet od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava (J40-J47) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek od 2005.-2010. godine na 100.000 stanovnika

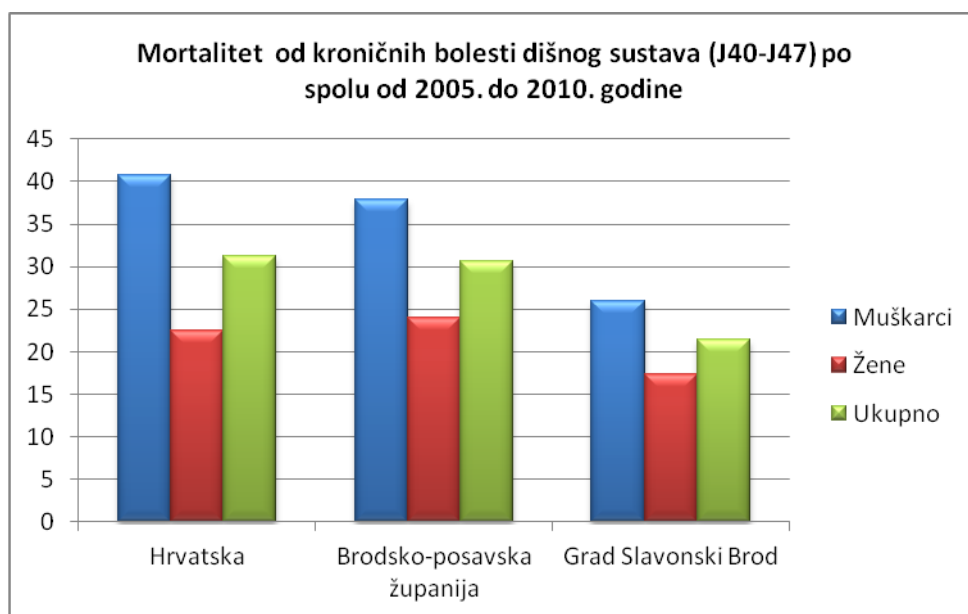
	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	40,8	22,4	31,3
Brodsko-posavska županija	37,9	24,0	30,7
Slavonski Brod	26,0	17,3	21,4

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Mortalitet od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava u oba spola za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 31,3/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 30,7/100000 stanovnika i najniži u Slavonskom Brodu 21,4/100000 stanovnika.

Mortalitet u muškaraca od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 40,8/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 37,9/100000 stanovnika, te najniži u Slavonskom Brodu 26,8/100000 stanovnika.

Mortalitet u žena od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Brodsko-posavskoj županiji 24,0/100000 stanovnika, zatim u Hrvatskoj 22,4/100000 stanovnika, a najniži u Slavonskom Brodu 17,3/100000 stanovnika. Odnos muškaraca i žena bio je 63:37 za Hrvatsku, 60:40 za Brodsko-posavsku županiju i 57:43 za Slavonki Brod.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 31: Dobno standardizirana stopa mortaliteta DSSM<sub>(EU)</sub> po spolu i zbirno od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava (J40-J47) u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	43,5	23,9	32,2
Brodsko-posavska županija	47,7	29,1	36,0
Slavonski Brod	39,1	22,8	28,2

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,6505 - 0,943292)\*

Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=0,933215 - 1,339403)\*

Slavonski Brod-Hrvatska (CI=0,722438 - 1,061662)\*

DSSM<sub>(EU)</sub> od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava (J40-J47) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine je statistički značajnije veća u Brodsko-posavskoj županiji nego u Slavonskom Brodu.

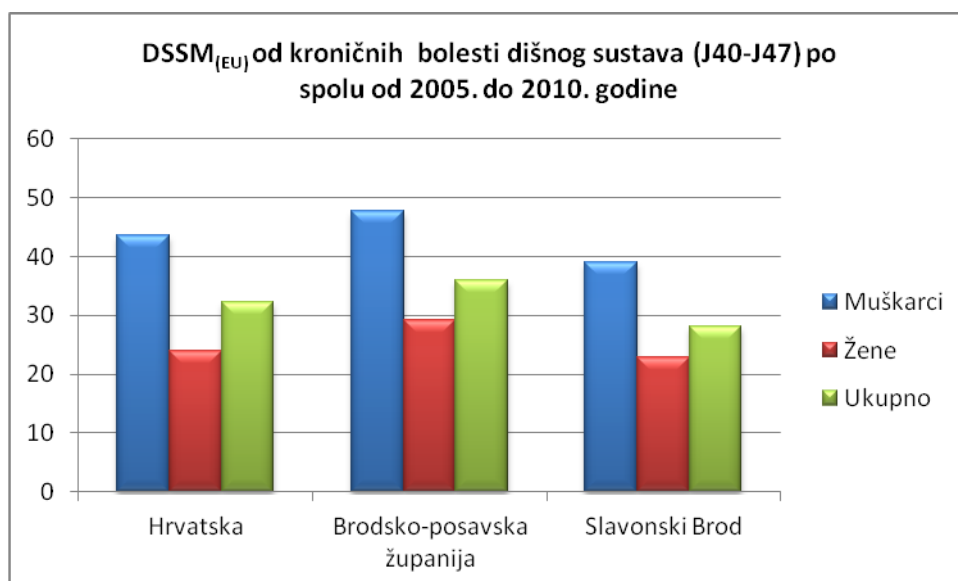
Nema statistički značajnijih razlika u DSSM<sub>(EU)</sub> od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava (J40-J47) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Hrvatske.

Nema statistički značajnijih razlika u DSSM<sub>(EU)</sub> od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava (J40-J47) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Slavanskog Broda i Hrvatske.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 (p<0.05).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne rezlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)





Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Tablica 32: Mortalitet od ishemične bolesti srca (I20-I25) po spolu i zbirno u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine na 100.000 stanovnika

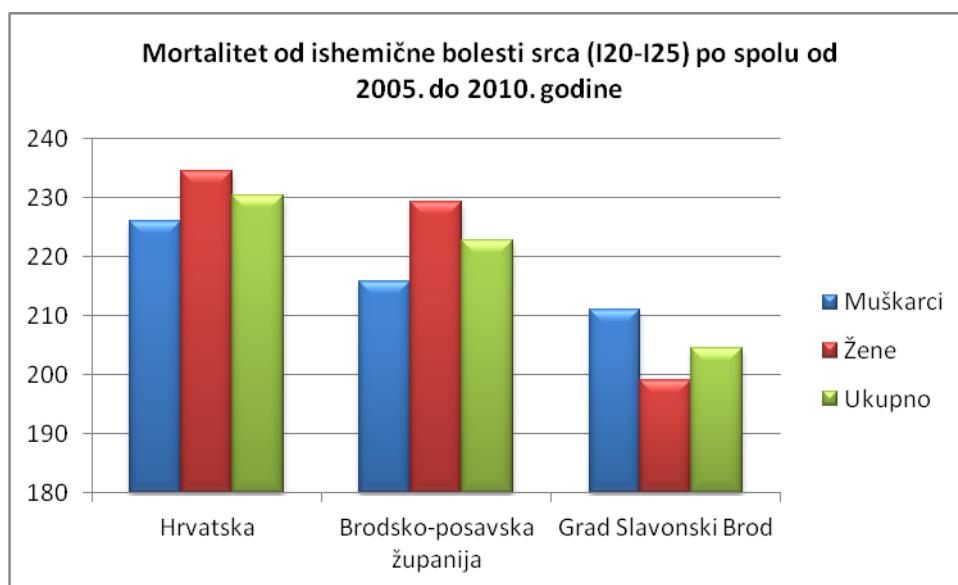
	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	226,0	234,6	230,4
Brodsko-posavska županija	215,8	229,4	222,8
Slavonski Brod	211,1	199,1	204,5

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Mortalitet od ishemične bolesti srca u oba spola za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 230,4/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 222,8/100000 stanovnika i najniži u Slavonskom Brodu 204,5/100000 stanovnika.

Mortalitet od ishemične bolesti srca u muškaraca za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 226,0/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 215,8/100000 stanovnika, te najniži u Slavonskom Brodu 211,1/100000 stanovnika.

Mortalitet u žena od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava za razdoblje od 2005. do 2010. godine najviši je u Hrvatskoj 234,6/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 229,4/100000 stanovnika, te najniži u Slavonskom Brodu 199,1/100000 stanovnika. Odnos muškaraca i žena bio je 47:53 za Hrvatsku, 47:53 za Brodsko-posavsku županiju i 49:51 za Slavonski Brod.



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

Tablica 33: Dobno standardizirana stopa mortaliteta  $DSSM_{(EU)}$  po spolu i zbirno od ishemične bolesti srca (I20-I25) u Hrvatskoj, Brodsko-posavskoj županiji i Slavonskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine

	2005.-2010.godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Hrvatska	234,4	255,8	242,9
Brodsko-posavska županija	247,2	279,3	259,9
Slavonski Brod	262,7	266,2	258,1

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

Brodsko-posavska županija-Hrvatska (CI=1,000632 - 1,14415)\*

Slavonski Brod-Hrvatska (CI=0,993215 - 1,136783)\*

Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,92765 - 1,063112)\*

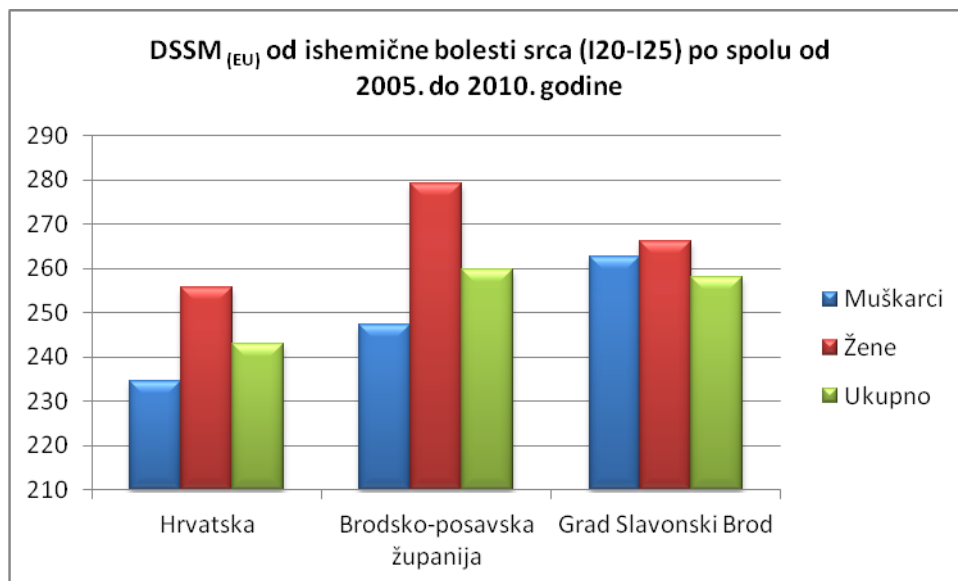
$DSSM_{(EU)}$  od ishemične bolesti srca (I20-I25) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine je statistički značajnije veća u Brodsko-posavskoj županiji nego u Hrvatskoj.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ishemične bolesti srca (I20-I25) u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Slavanskog Broda i Hrvatske.

Nema statistički značajnijih razlika u  $DSSM_{(EU)}$  od ishemične bolesti srca (I20-I25) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavanskog Broda.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 ( $p < 0.05$ ).

(Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne razlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Račun mortaliteta izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu 2001. godine, te na standardnu novu europsku populaciju

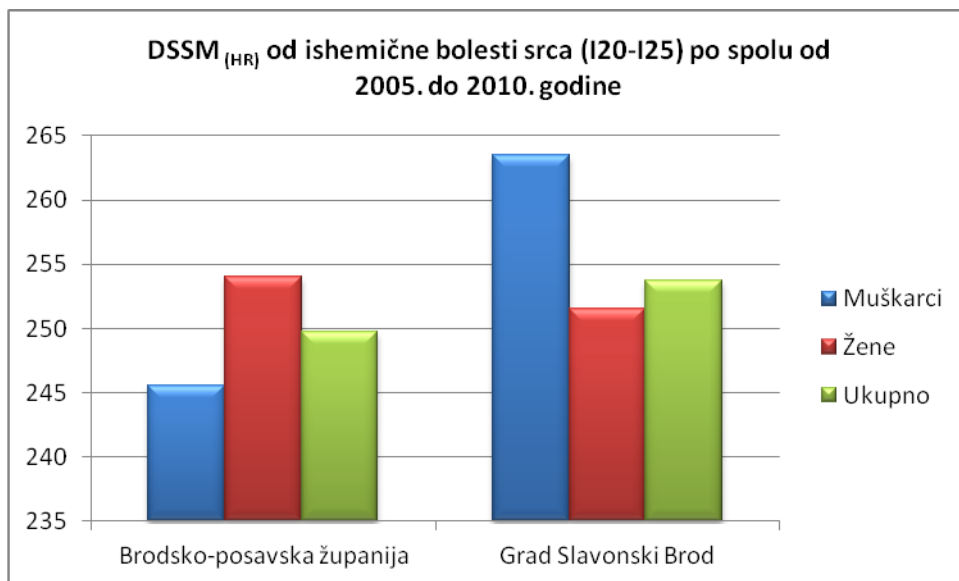
Tablica 34: Dobro standardizirana stopa mortaliteta DSSM<sub>(HR)</sub> po spolu i zbirno od ishemične bolesti srca (I20-I25) u Brodsko-posavskoj županiji i Slavenskom Brodu, prosjek 2005.-2010. godine na 100.000 stanovnika

	2005.-2010. godine		
	Muškarci	Žene	Ukupno
Brodsko-posavska županija	245,6	254,0	249,7
Slavonski Brod	263,5	251,5	253,7

Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela  
 Brodsko-posavska županija-Slavonski Brod (CI=0,911548 - 1,062715)\*

Nema statistički značajnijih razlika u DSSM<sub>(HR)</sub> od ishemične bolesti srca (I20-I25) u oba spola i ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2010. godine između Brodsko-posavske županije i Slavenskog Broda.

\* Postojanje razlike u učestalosti pojedinih nezavisnih stanja i/ili pojava ispitano je korištenjem Smithove formule za dobno standardizirane stope. Statistički značajnom smatrana je vrijednost empirijske razine značajnosti p od 0.05 (p<0.05). (Ukoliko dobiveni interval sadrži 1 tada nema statistički značajne rezlike, u suprotnom, postoje statistički značajne razlike u uspoređivanim stopama.)



Izvor podataka: Državni zavod za statistiku, Hrvatski zavod za javno zdravstvo  
 Obrada podataka: Služba za epidemiologiju ZJZ Brodsko-posavske županije  
 Račun izvršen na stanovništvo Hrvatske prema popisu iz 2001. godine  
 Podaci za Slavonski Brod odnose se na grad, bez pripadajućih sela

#### **4.5. POJAVNOST SPONTANIH POBAČAJA KOD ŽENA S PREBIVALIŠTEM U SLAVONSKOM BRODU U RAZDOBLJU 2005.-2011.**

Spontani pobačaj definira se kao gubitak trudnoće prije nego je plod sposoban za samostalni život izvan maternice, obično 22-og tjedna trudnoće ili ukoliko je težina fetusa manja od 500 grama. (Šimunić, 2001) (70) Postoji nekoliko skupina spontanih pobačaja:

- Ab completus - kada žena dobije bolove, prokrvari, te pobaci, vrlo često bez potrebe za kiretažom
- Ab incompletus - kada žena dobije bolove i pobačaj uz krvarenje krene, ali ne dođe do potpunog izbacivanja trudnoće iz maternice, te je često potrebna kiretaža. Ovi su pobačaji praćeni sa najvećim krvarenjima
- Graviditas anembrionalis - u hrvatskom jeziku poznato kao "vještičje jaje", trudnoća kod koje dolazi do stvaranja gestacijske vrećice ali ne i ploda, te se mora pristupiti kiretaži
- Ab retentus - zadržani pobačaj, kod kojeg se pojavi plod, ali mu prestane kucati srce, te se trudnoća mora evakuirati
- septički pobačaj - pobačaj praćen infekcijom
- ektopična trudnoća (vanmaternična) - nije pobačaj u klasičnom smislu, ali se radi o neuspješnoj trudnoći zbog implantacije ploda na mjestu na kojem dalji nastavak trudnoće nije moguć.

Uvođenjem jeftinih i široko dostupnih testova na trudnoću, i žene su mogle primijetiti ono što su prije znali samo medicinski radnici - da su spontani pobačaji vrlo česti, pa se danas smatra da se gotovo 50% svih trudnoća pobaci. (Kuvačić, 2003) (71) Testovi na trudnoću otkrit će prvu kategoriju spontanih pobačaja, takozvane biokemijske trudnoće.

To su trudnoće koje završe vrlo rano, prije nego ih je moguće vidjeti na ultrazvuku (što je najranije oko 5 tjedana od prvog dana zadnje menstruacije). Smatra se da biokemijske trudnoće nastanu kada zametak odumre odmah nakon stvaranja, a prije implantacije (usađivanja u stijenku maternice). Vrlo su česte, i gotovo 50-60% svih trudnoća završava kao biokemijska trudnoća. Da je trudnoća postojala znamo po pozitivnim vrijednosti beta HCG-a (hormona trudnoće), bilo iz krvi ili iz urina, koji za nekoliko dana

prestaju biti pozitivni. Dolazi do krvarenja (gotovo nikad nije potrebna kiretaža), i trudnoća propada. U prošlosti se nije previše znalo za biokemijske trudnoće, jer nisu niti postojali osjetljivi testovi na trudnoću, a žene su imale običaj čekati dok menstruacija izostane neko vrijeme prije odlaska doktoru. Ukoliko bi prokrvarile, smatrale su da nisu niti bile trudne. Menstruacija nakon biokemijske trudnoće može biti obilnija i s ugrušcima, te jačim bolovima nego inače, ali to nije pravilo. Biokemijska trudnoća najčešće nema simptoma, jer se simptomi trudnoće jave tek oko šestog tjedna trudnoće.

Najčešći uzroci biokemijskih trudnoća su:

- Poremećaji kromosoma, koje su i inače najčešći uzrok pobačaja. Jajna stanica ili spermij koji ju oplodi nose kromosomsku grešku zbog koje se zametak ne može razvijati te propada
- Anomalije maternice – prirođene (pregrada maternice, dvostruka maternica i sl.) ili stečene (miomi) anomalije maternice mogu dovesti do toga da se zametak pokuša implantirati u nepogodan dio maternice, zbog čega trudnoća propada
- Manjak hormona – neke žene imaju manjkavu drugu, lutealnu fazu ciklusa, zbog čega je premalo hormona da održe trudnoću

Velika većina žena koje imaju biokemijsku trudnoću će kasnije roditi živo terminsko dijete, tako da je u nekom smislu, koliko god bila razočaranje, biokemijska trudnoća ipak dobar znak za parove koji žele zanijeti. Biokemijska trudnoća jest zabrinjavajuća ukoliko se u kratkom vremenu ponove dvije ili tri takve trudnoće, te se treba javiti liječniku.

Nakon što je trudnoća vidljiva na ultrazvuku, a prije 20-og tjedna trudnoće, oko 15% trudnih žena će pobaciti, a nakon 12-og tjedna trudnoće još daljnjih 1%, te takve pobačaje zovemo kliničkim pobačajima. Žena koja je već rodila jedno zdravo dijete, i nije prije imala spontanih pobačaja, ima nešto manju šansu za pobačaj od 12%. Ovi postoci rastu sa brojem prethodnih pobačaja. Podaci o postotku spontanih pobačaja spomenuti u ovom tekstu odnose se na mlade žene. Iza 36. godine života raste rizik spontanih pobačaja, kao i neplodnosti, i rađanja djeteta sa kromosomskom greškom, te je iza 40-te godine života postotak spontanih pobačaja (biokemijskih i kliničkih) čak 75%. (<http://www.betaplus.hr/trudnoca/spontani-pobacaji>) (72)

Najčešći uzroci spontanih pobačaja, u gotovo 70% slučajeva, su poremećaji kromosoma, slično kao i kod biokemijskih trudnoća gdje je ovaj postotak još veći. Drugi najčešći uzrok spontanih pobačaja su infekcije, a ostali su izloženost vanjskim toksinima, naprimjer na radnom mjestu, zagađenom okolišu, hormonski problemi, pretilost žene, anomalije maternice, sistemske bolesti žene, kao dijabetes, te vrlo rijetko imunološki razlozi. Često se kao mogući uzroci spontanih pobačaja spominju uzimanje alkohola i stres, ali za ovo nema pouzdanih znanstvenih dokaza. Smatra se da određene skupine žena imaju veći rizik za spontane pobačaje. To su žene sa sindromom policističnih jajnika, visokim krvnim tlakom, poremećajem rada štitnjače (hipotireoidozom), te žene koje uzimaju antidepresive, puše ili zloupotrebljavaju droge.

Simptomi spontanih pobačaja su bol u donjem dijelu abdomena, obično grčevita, te krvarenje koje može početi polako. Nakon pobačaja, u roku od 4-6 tjedana žena će dobiti slijedeću menstruaciju, koja je obično uobičajena. Žena može ponovno ostati trudna i prije te prve menstruacije, ali se, osobito ukoliko je učinjena kiretaža, savjetuje pričekati 3 ciklusa prije slijedeće trudnoće.

#### Ponavljani pobačaji

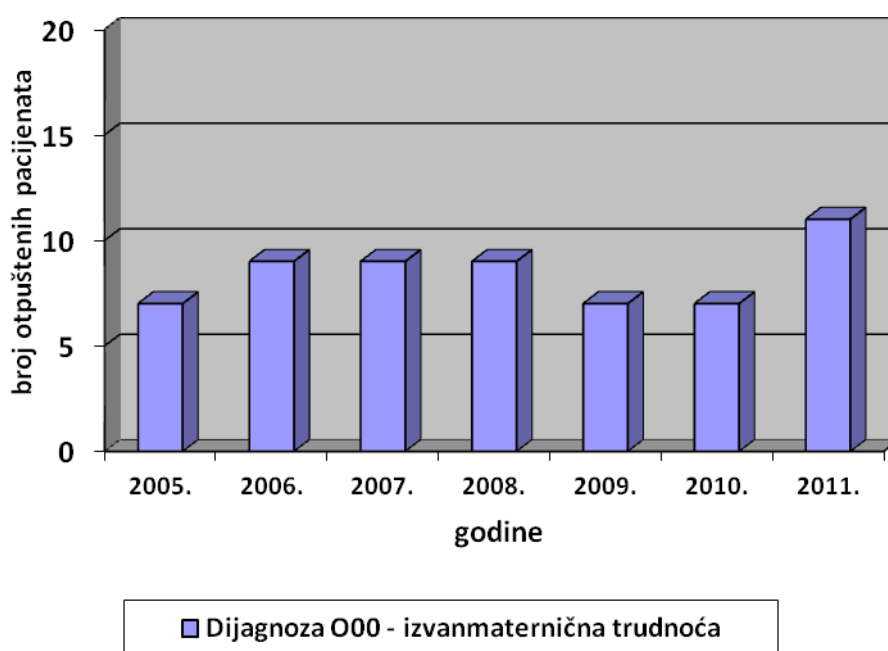
Postoji i skupina žena kod kojih se spontani pobačaji ponavljaju, što zovemo habitualnim pobačajima. Do 5% žena imat će ponavljane pobačaje. U prošlosti su se ponavljani pobačaji definirali kao 3 i više pobačaja, i mada ta klasifikacija službeno nije promijenjena, obzirom danas žene odgađaju trudnoću i kasnije se odlučuju za dijete, suočeni sa manjkom vremena i ginekolozi se uglavnom odlučuju za detaljnu obradu nakon 2 spontana pobačaja. Rizik da žena koja je već imala dva ili više spontanih pobačaja, i nijedan porod, ponovno pobaci, jest jako velik, 30-45% (Kurjak, 2003) (73)

U većini slučajeva, nakon dva spontana pobačaja radi se ozbiljna i detaljna obrada žene, u cilju otkrivanja uzroka. Nerijetko se do uzroka niti ne dođe, ali se slijedeće trudnoće prate detaljno i od samog početka te na taj način povećava mogućnost uspješnoga ishoda trudnoće.

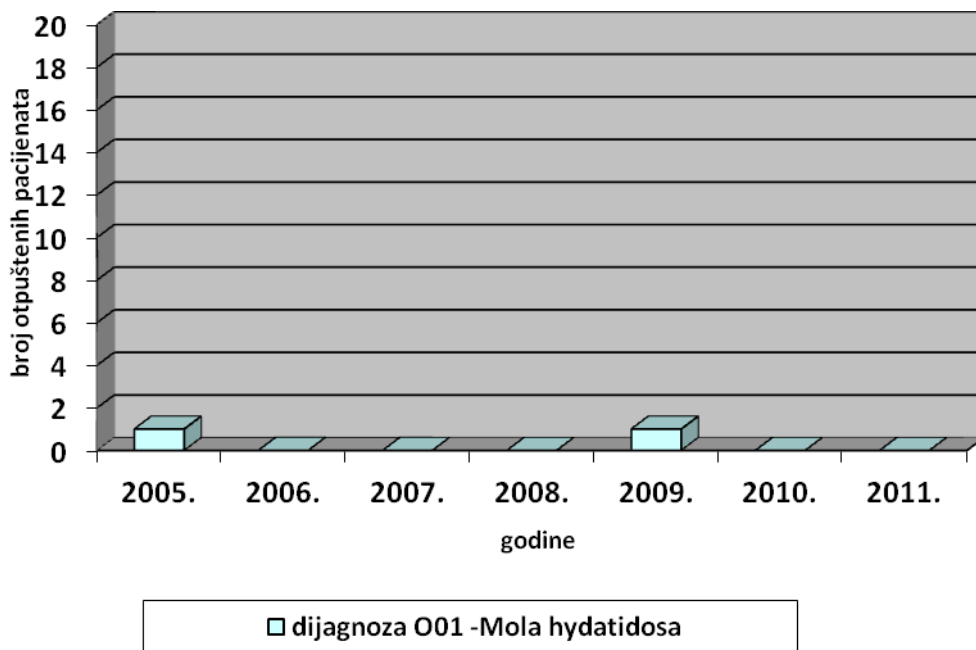


Tablica 35: Otpušteni pacijenti sa MKB dijagnozama O00-O06 sa prebivalištem u Slavenskom Brodu

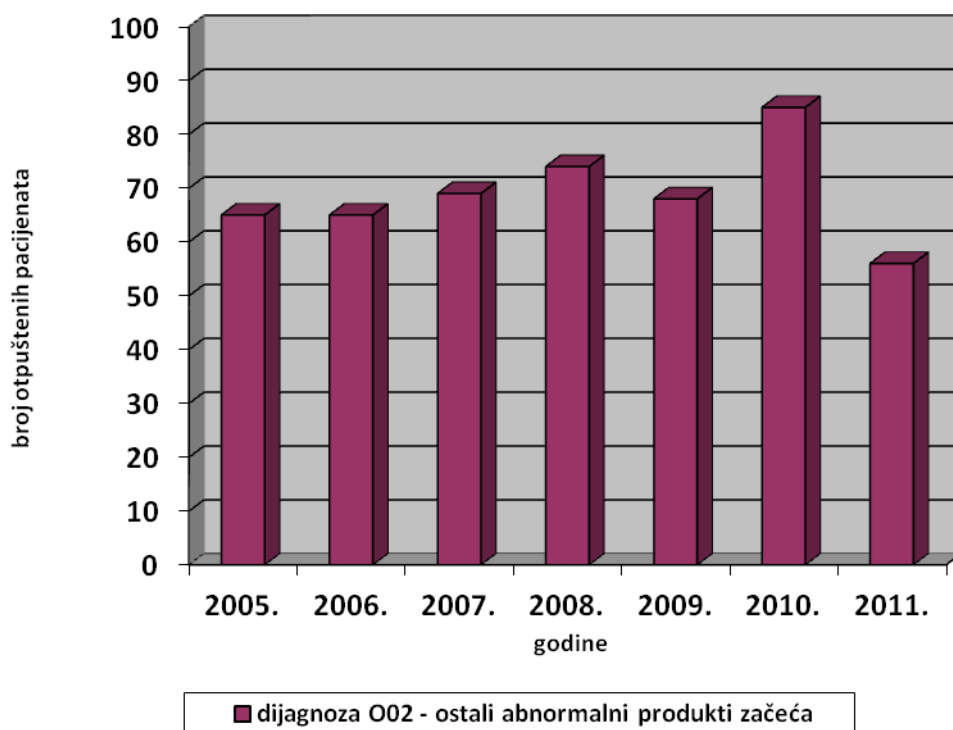
Dijagnoza/ godina	2005.	2006.	2007.	2008.	2009.	2010.	2011.
O 00	7	9	9	9	7	7	11
O 01	1	0	0	0	1	0	0
O 02	65	65	69	74	68	85	56
O 03	58	49	41	35	17	29	28
O 04	6	12	3	3	1	8	6
O 05	0	0	0	0	0	0	0
O 06	0	0	0	0	0	0	0
<i>Suma</i>	<i>137</i>	<i>135</i>	<i>122</i>	<i>121</i>	<i>94</i>	<i>129</i>	<i>101</i>



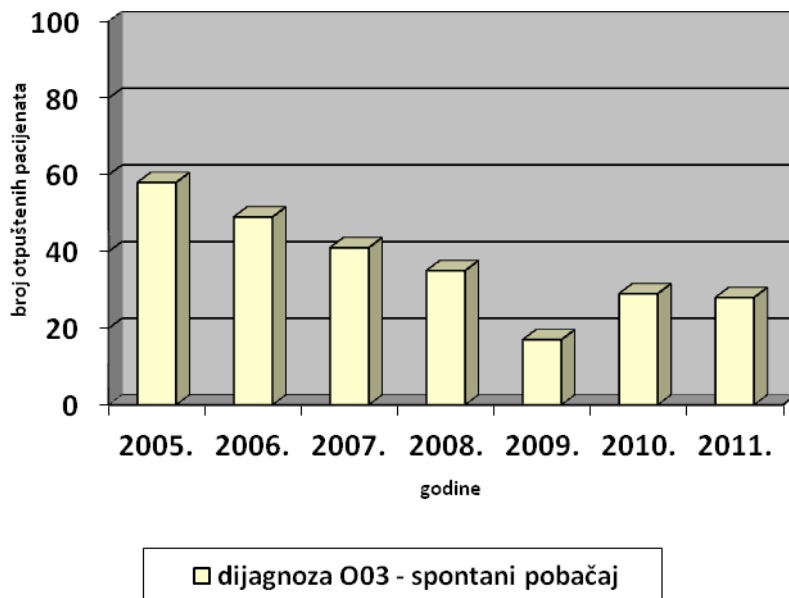
Slika 25: Otpušteni pacijenti sa dijagnozom izvanmaternične trudnoće (šifra O 00) s prebivalištem u Slavenskom Brodu u vremenskom periodu 2005.-2011.



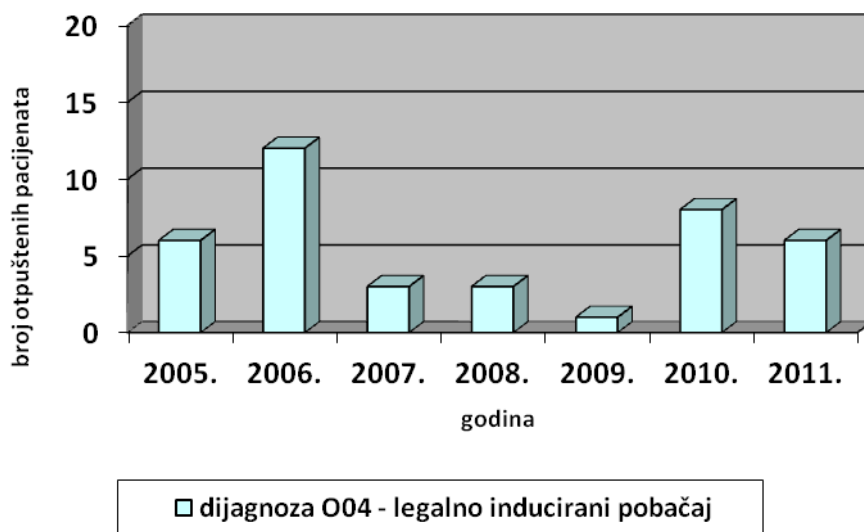
Slika 26: Otpušteni pacijenti sa dijagnozom Mola hydatidosa (šifra O 01) s prebivalištem u Slavenskom Brodu u vremenskom periodu 2005.-2011.



Slika 27: Otpušteni pacijenti sa dijagnozom ostalih abnormalnih produkata začeca (šifra O02) s prebivalištem u Slavenskom Brodu u vremenskom periodu 2005.-2011.



Slika 28: Otpušteni pacijenti sa dijagnozom spontanog pobačaja (šifra O 03) s prebivalištem u Slavonskom Brodu u vremenskom period 2005.- 2011.



Slika 29: Otpušteni pacijenti sa dijagnozom legalno induciranog (medicinskog) pobačaja (šifra O04) s prebivalištem u Slavonskom Brodu u vremenskom periodu 2005.- 2011.

## 4.5. ZAKLJUČCI

1. Svjetska zdravstvena organizacija u svojem izvješću za Hrvatsku od 2005. godine ističe procjenu kako zagađenje zraka sudjeluje s udjelom od svega 0,6% među deset vodećih rizičnih čimbenika povezanih s ukupnom smrtnošću u Hrvatskoj. Iako zagađenje atmosfere predstavlja rizični čimbenik za razvoj raka bronha i pluća na globalnoj razini ukupno je 90-95% smrtnosti od raka pluća i bronha povezano je s pušenjem.
2. Pri ocjeni stanja zdravlja u jednoj teritorijalnoj jedinici treba se uzeti u obzir više čimbenika: demografski, socijalni, gospodarski i drugi, uz tjelesne i psihološke. Na stanje zdravlja snažno utječu različita rizična ponašanja ljudi i izvanredni događaji (u nas je to bio Domovinski rat), dostupnost zdravstvene službe i organizacija zdravstvene službe, kao i kvaliteta zdravstvenih podataka s kojima u određenom trenutku raspolaže.
3. Prije donošenja konačnih zaključaka trebali bismo učiniti usporedbe i analize s drugim područjima (gradovima) u Hrvatskoj ili susjednim zemljama.
4. Za ozbiljnu evaluaciju potrebna su ekstenzivna epidemiološka istraživanja kroz vrijeme kojima se ispituje stvarana izloženost svakog oboljelog čovjeka okolišnim čimbenicima (vanjske, radne sredine, izloženost preko pojedinih životnih navika i stilova, tjelesne aktivnosti, pušenja, kretanja, prehrane i slično).
5. Podaci o incidenciji raka praćeni su i analizirani u razdoblju 2005. do 2009. godine. U Republici Hrvatskoj, prema popisu stanovništva iz 2001. godine živi 4 437 460 stanovnika, od toga su 2 135 900 muških osoba i 2 301 560 ženskih osoba (48:52). Brodsko-posavska županija ima 176 765 stanovnika, od toga 85 787 muškaraca i 90 978 žena. U gradu Slavonskom Brodu, prema istoimenom popisu stanovništva, živi ukupno 63 268 stanovnika, od kojih je 30 885 muškaraca i 33 727 žena.
6. Podaci o umrlima praćeni su i analizirani od 2005. do 2010. godine. Popis stanovništva korišten u svrhe izračuna stopa mortaliteta za RH, BPŽ te grad Slav.Brod odnosi se na popis stanovništva istovjetan popisu, kako je navedeno u točki 5. zaključaka.
7. Uspoređujući pojedine stope incidencije ukupnog raka u oba spola, ukupno i zbirno, za razdoblje od 2005. do 2009. godine po županijama, vidi se da je Brodsko-posavska županija na 11. mjestu u Hrvatskoj s incidencijom **449,5/100000**

stanovnika i da je stopa u njoj nešto niža od prosjeka za Hrvatsku 459,8/100000 stanovnika

8. Stopa incidencije ukupnog raka u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Slavonskom Brodu **496,3/100000** stanovnika, zatim slijedi Hrvatska 463,4/100000 stanovnika te Brodsko-posavska županija 449,5/100000 stanovnika.
9. Stopa incidencije raka traheje bronha i pluća u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje od 2005. do 2009. godine bila je najviša u Brodsko-posavskoj županiji 65,6/100000 stanovnika, zatim u Hrvatskoj 61,5/100000 stanovnika, te najniža u Slavonskom Brodu 61,2/100000 stanovnika.
10. Stopa incidencije leukemija u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2009. godine bila je viša u Brodsko-posavskoj županiji 12,7/100000 stanovnika nego u Hrvatskoj 11,4/100000 stanovnika
11. Stopa incidencije akutne mijeloičke leukemije u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2009. godine bila je viša u Brodsko-posavskoj županiji 5,0/100000 stanovnika nego u Hrvatskoj 4,5/100000 stanovnika
12. Stopa incidencije ukupnog raka u dobi od 0-19 godina u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2009. godine bila je viša u Hrvatskoj 16,7/100000 stanovnika nego u Brodsko-posavskoj županiji 16,3/100000 stanovnika.
13. Stopa mortaliteta od ukupnog raka u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2010. godine bila je najviša u Hrvatskoj 292,0/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 288,4/100000 stanovnika i najniža u Slavonskom Brodu 278,5/100000 stanovnika.
14. Stopa mortaliteta od raka traheje, bronha i pluća u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2010. godine bila je najviša u Brodsko-posavskoj županiji 62,3/100000 stanovnika, u Hrvatskoj 61,7/100000 stanovnika, zatim i najniža u Slavonskom Brodu 60,7/100000 stanovnika.
15. Stopa mortaliteta od leukemija u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2010. godine bila je najviša u u Hrvatskoj 8,1/100000 stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 7,6/100000 stanovnika, a najniži u Slavonskom Brodu 6,5/100000 stanovnika.
16. Stopa mortaliteta od ukupnog raka u dobi od 0-19 godina u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2010. godine bila je najviša u u Hrvatskoj 3,4/100000

stanovnika, zatim u Brodsko-posavskoj županiji 3,2/100000 stanovnika, a najniži u Slavanskom Brodu 2,9/100000 stanovnika.

17. Stopa mortaliteta od kroničnih bolesti donjeg dišnog sustava u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2010. godine bila je najviša u Hrvatskoj 31,3/100000 dok je u Brodsko-posavskoj županiji iznosila 30,7/100000 a najniža je bila u gradu Slavanskom Brodu 21,4/100000 stanovnika.

18. Stopa mortaliteta od ishemičnih bolesti srca u oba spola ukupno i zbirno za razdoblje 2005.-2010. godine bila je najviša u Hrvatskoj 230,4/100000, dok je u Brodsko-posavskoj županiji iznosila 222,8/100000, a naniža je bila u gradu Slavanskom Brodu 204,5/100000 stanovnika.

#### **4.7. ZAVRŠNA PREPORUKA**

Praćene su i analizirane pojavnosti kroničnih nezaraznih bolesti koje karakterizira dugo razdoblje latencije, a etiologija ovih bolesti je multifaktorijelna, što znači da nekoliko čimbenika djeluje sinergistički, aditivno ili na neki treći način tijekom relativno duljeg vremenskog razdoblja.

Iz svega ranije navedenog nije moguće razvoj opisivanih entiteta bolesti u ovome vremenskom razdoblju povezati sa djelovanjem rafinerije u susjednoj državi koja je započela s radom u studenom 2008. godine. Rezultati dobiveni ispitivanjem i statističkim testiranjem pobola i smrtnosti u Slavanskom Brodu više učinci rata na promatrano pučanstvo i nedovoljno jasno istraženog djelovanja artiljerijskih oruđa s osiromašenim uranom i ostalim slično neistraženim čimbenicima. Ipak, ovaj je račun incidencije i mortaliteta važan jer predstavlja početno stanje ili snimak stanja zdravstvenih pokazatelja lokalnog stanovništva prije budućeg prospektivnog praćenja.

U Hrvatskoj se pojavnost raka obrađuje i publicira po županijama pa je potreban dodatni napor za obradu kretanja raka po gradovima. Registar za rak je najučinkovitiji instrument mjerenja opterećenosti jednog društva malignim tumorima koji se izražava kao mjera incidencije, prevalencije, mortaliteta, odnosno analize vremenskih trendova (po dobi, spolu, mjestu...), oni se koriste za planiranje onkološke zdravstvene zaštite, za evaluaciju preventivnih mjera i drugo.

Na kraju treba istaknuti da obrade kretanja bolesti s malim brojem oboljelih i na malom području grada može dovesti do pogrešne interpretacije rezultata zbog slučajne ili sistemske pogreške.

U situacijama kada se želi znati utječe li određeni čimbenik na pojavu bolesti potrebno je učiniti znanstvena istraživanja kojima se dokazuje uzročno-posljedična veza. Za takva su istraživanja potrebni timovi stručnjaka, vrijeme i financijska sredstva. Zbog svega navedenog može se zaključiti da na osnovu podataka o zdravstvenom stanju stanovništva nekog područja, dobivenih iz rutinske zdravstvene statistike, nije moguće dokazati uzročno-posljedičnu vezu u ovome slučaju: zagađenja zraka i razvoja određenih entiteta bolesti stanovništva.

## 5. LITERATURA

1. Podnar P., Javno zdravstvo, U raljama globalnog onečišćenja, Vaše Zdravlje, Broj:78 godina XIV,6/2011., preuzeto sa <http://www.vasezdravlje.com/izdanje/clanak/2252/>
2. Kodrić-Šmit M. i sur., Studija procjene mogućeg utjecaja ekoloških čimbenika na zdravstveno stanje stanovništva sisačko-moslavačke županije, Zavod za javno zdravstvo Sisačko–moslavačke županije, Sisak, prosinac 2007., preuzeto sa: <http://www.smz.hr/images/stories/okolis/ekcim08.pdf>
3. Corvalan C., Briggs D., Kjellström, T., Development of environmental health indicators. In: Briggs D., Corvalan C., Nurminen M., editors. Linkage methods for environment and health analysis. Geneva: WHO; 1996
4. Šarić M., Žuškin E., Medicina rada i okoliša, Poglavlje:Onečišćenja u okolišu–ocjena izloženosti i zdravstveni rizici, Medicinska naklada, Zagreb, 2002.
5. Valić F.i sur., Zdravstvena ekologija, Pogl.: Zdravstveni aspekti ekologije, Medicinska naklada, Zagreb, 2001.
6. Valić F. i sur., Zdravstvena ekologija, Pogl.: Okoliš i rak, Medicinska naklada, Zagreb, 2001.
7. Plavšić F. i sur., Siguran rad s kemikalijama. Otisak, Zagreb, 2006.
8. Plavšić F. i sur., Uvod u analitičku toksikologiju, Školska knjiga, Zagreb, 2006.
9. Valić F. i sur., Zdravstvena ekologija, Pogl.:Globalni zdravstvenoekološki problemi, Zagreb, 2001.
10. Wong Chit-Ming et al., A tale of two cities: effects of air pollution on hospital admissions in Hong Kong and London compared. Environ Health Perspect. 2002 January; 110(1): 67–77.
11. Sunyer Jordi et al., The association of daily sulfur dioxide air pollution levels with hospital admissions for cardiovascular diseases in Europe (The Apeha-II study) European Heart Journal 24, 752–760, 2003
12. Partti-Pellinen Kirsi et al., The South Karelia Air Pollution Study: Effects of Low-Level Exposure to Malodorous Sulfur Compounds on Symptoms, Archives of Environmental Health: An International Journal Volume 51, Issue 4, 1996.
13. Jaakkola JJ et al., The South Karelia Air Pollution Study. The effects of malodorous sulfur compounds from pulp mills on respiratory and other symptoms. South Karelia



- Allergy and Environment Institute, Espoo, Finland. The American Review of Respiratory Disease [1990, 142(6 Pt 1):1344-1350]
14. Peternel R., Hercog P., Zagađenje zraka – javnozdravstveni problem, HČJZ, Zrak i zdravlje, ISSN 1845-3082, Vol3, Broj9, 2007,  
preuzeto sa: <http://www.hcjz.hr/old/clanak.php?id=13130>
  15. Valić F.i sur., Zdravstvena ekologija, Pogl.: Onečišćenje zraka, Zagreb, 2001.
  16. Bedeković G., Salopek B., Zaštita zraka, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Interna skripta, Sveučilište u Zagrebu, 2010,  
dostupno: [http://rgn.hr/~gbedekov/nids\\_gbedekovic/Interna%20skripta%20za%20predmet%20Zastita%20zraka.pdf](http://rgn.hr/~gbedekov/nids_gbedekovic/Interna%20skripta%20za%20predmet%20Zastita%20zraka.pdf)
  17. Prelec Z., Emisija u atmosferu i njen utjecaj, Inženjerstvo zaštite okoliša, Interna skripta, 2009. dostupno: [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zastite\\_okolisa/4.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zastite_okolisa/4.pdf)
  18. Ivković-Jureković I., Astma – epidemiologija, čimbenici rizika i patofiziologija, *Pediatrica Croatica*, Vol. 50, No 4, listopad - prosinac 2006
  19. Rožman A., Utjecaj zagađenog zraka na plućne bolesnike, HČJZ, Zrak i zdravlje, Vol 3, Broj 9, 7. ISSN1845-3082, Siječanj 2007.,  
preuzeto sa: <http://www.hcjz.hr/old/clanak.php?id=13131>
  20. Petruzzi S., Musi B., Bignami G., Acute and chronic sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>) exposure: an overview of its effects on humans and laboratory animals. *Annali dell'Istituto superiore di sanità* 1994;30(2):151-6.
  21. Katsouyanni K., Touloumi G., Samoli E., Gryparis A., Le Tetre A., Monopolis Y et al., Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: results from 29 European cities within APHEA2 project. *Epidemiology* 2001; 12: 521-531.
  22. Tenias JM., Ballester F., Rivera ML., Association between hospital emergency visits for asthma and air pollution in Valencia, Spain. *Occup. Environ. Med.* 1998;55: 541-547.
  23. Frischer T., Lung function growth and ambient ozone: a three-year population study in school children. *Am. J. Respir. Crit. Care Med.* 1999; 160: 390-396.
  24. Horak F., Particulate matter and lung function growth in children: a 3-yr follow-up study in Austrian school children. *Eur. Respir. J.* 2002;19: 838-845.
  25. WHO., Concise International Chemical Assessment Document (CICAD) 53, Hydrogen sulfide: Human Health Aspects, WHO, Geneve, 2003. dostupno na: <http://www.who.int/ipcs/publications/cicad/en/cicad53.pdf>

26. Dreisbach, RH., Handbook of Poisoning. 12th ed. Norwalk, CT: Appleton and Lange, 1987., p. 257
27. Guidotti TL., Occupational exposure to hydrogen sulfide in the sour gas industry:some unresolved issues. *Int Arch Occup Environ Health*, 1994;66:153-160.
28. Guidotti TL., Hydrogen sulphide. *Occup Med*,1996;5(46):367-371.
29. Svendsen K., Expert Group for Criteria Documentation of Health risks from Chemicals and The Dutch Expert Committee on Occupational Standards: 127.Hydrogen sulphide.Stockholm, 2001.
30. Hinz R., Hydrogen sulphide in Rotorua, New Zealand: personal exposure assessment and health effects: a thesis presented in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Earth Science at Massey University, Palmerston North, New Zealand, URI:<http://hdl.handle.net/10179/2680> Date:2011
31. Duarte-Davidson R., Courage C., Rushton L., Levy L., Occupational and Environmental Medicine - Benzene in the environment: an assessment of the potential risks to the health of the population; 2001;58: 2-13 doi:10.1136/oem.58.1.2.
32. Toxicological profile for benzene., U. S. department of health and human services Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 2007
33. Snyder R., Leukemia and Benzene, *International Journal of Environmental Research and Public Health—Open Access Journal*. 2012 August; 9(8): 2875–2893.doi: 10.3390/ijerph9082875
34. Hayes RB., Yin SN., Dosemeci M. et al., Chinese Academy of Preventive Medicine–National Cancer Institute Benzene Study Group (1997). Benzene and the dose-related incidence of hematologic neoplasms in China. *J Natl Cancer Inst*, 89: 1065–1071. doi:10.1093/
35. Rushton L. & Romaniuk H., A case-control study to investigate the risk of leukaemia associated with exposure to benzene in petroleum marketing and distribution workers in the United Kingdom. *Occup. Environ. Med*, 54:152–166. doi:10.1136/oem.54.3.152 PMID:9155776, 1997
36. Divine BJ., Hartman CM., Wendt JK., Update of the Texaco mortality study 1947–93: part II. Analysis of specific causes of death for white men employed in refining, research and petrochemicals. *OccupEnvironMed*,56:174–180. doi: 10.1136/oem.56.3.174 PMID:10448326, 1999

37. Collins JJ., Ireland B., Buckley CF., Shepperly D., Lymphohaematopoeitic cancer mortality among workers with benzene exposure. *Occup Environ Med*, 60: 676–679. doi:10.1136/oem.60.9.676 PMID:12937190, 2003
38. American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Inc., Documentation of the Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices. 6th ed. Volumes I, II, III. Cincinnati, OH: ACGIH, 1991., p. 786.
39. Humphreys DJ., *Veterinary Toxicology*. 3rd ed. London, England: Bailliere Tindell, 1988., p. 83.
40. US EPA., Report to Congress on hydrogen sulfide air emissions associated with the extraction of oil and natural gas. Research Triangle Park, NC, US Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and tandards (EPA/453/R93045; NTIS Publication No. PB941312240), 1993
41. Bates MN. et all., Air pollution and mortality in the Rotorua geothermal area, Australia and New Zealand *Journal of Public Health*, 1997., 21: 581-586.
42. Bates MN. et all., Cancer incidence, morbidity and geothermal air pollution in Rotorua, *International Journal of Epidemiology*, New Zealand,1998., 27:10-14.
43. Sittig, M., *Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens*, 1985. 2nd ed. Park Ridge, NJ: Noyes Data Corporation, 1985., p. 513.
44. WHO, Air quality and health, 09.2011., dostupno: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en/index.html>.21.11.2012.
45. EPA, Air Polution Control Orientation Course, Criteria Pollutants, 01.2010, dostupno: <http://www.epa.gov/apti/course422/ap5.html>.21.11.2012
46. Nepoznati autor, Zrak, n.d., dostupno: <http://www.fkit.unizg.hr/download/repository/Zrak.pdf>.21.11.2012.
47. Maloča I. et all., Household gas poisonings, *Arh Hig Rada Toksikol* 2006; 57:469-475
48. Nepoznati autor, Kakvoća zraka u Republici Hrvatskoj, 04.2006., dostupno: [http://www.eko-liburnia.hr/success/ktmlpro/files/uploads/sova/Sova4\\_rt.pdf](http://www.eko-liburnia.hr/success/ktmlpro/files/uploads/sova/Sova4_rt.pdf).21.11.2012
49. Zaštita i sigurnost, *Kemijske štetnosti*, 03.2012., dostupno: <http://zastitaisigurnost.com.hr/portal/dusicni-dioksid/>, 21.11.2012
50. Prelec Z.: Utjecaji emisije u atmosferu, n.d., dostupno: [http://www.riteh.uniri.hr/zav\\_katd\\_sluz/zvd\\_teh\\_term\\_energ/katedra4/Inzenjerstvo\\_zasti\\_te\\_okolisa/4.pdf](http://www.riteh.uniri.hr/zav_katd_sluz/zvd_teh_term_energ/katedra4/Inzenjerstvo_zasti_te_okolisa/4.pdf).21.11.2012

51. Institut za medicinska istraživanja i medicinu rada: Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području grada Zagreba (Izvještaj za 2004. godinu), Zagreb, 2005
52. Hercog P., Peternel R., Dnevne i sezonske varijacije lebdećih čestica (PM10) i dušikovog dioksida u rezidencijalnoj četvrti grada Zagreba, HČJZ, Zrak i zdravlje, ISSN 1845-3082, Vol 3, Broj 9, 2007, dostupno: <http://www.hczjz.hr/old/clanak.php?id=13133>
53. Državni hidrometeorološki zavod, O kakvoći zraka, n.d., dostupno: [http://meteo.hr/twinning/hr/index.php?id=kakvoća\\_zraka](http://meteo.hr/twinning/hr/index.php?id=kakvoća_zraka), 21.11.2012
54. Ružman K., Smiljanic I., Stojnić M., Utjecaj gustoće prometa i meteoroloških čimbenika na koncentraciju PM1.0 čestica u zraku. Prirodoslovno-matematički fakultet, Zagreb, 2009
55. Avogbe PH. et al., Ultrafine particulate matter and high-level benzene urban air pollution in relation to oxidative DNA damage, Carcinogenesis, vol.26 no.3 pp.613-620, 2005 doi:10.1093/carcin/bgh353.
56. Čačković M., Vađić V., Šega K., Sulphates, nitrates, and chlorides in particle fractions of different size, Arhiv higijene rada i toksikologija, 2000; 51:193–198.
57. Program zaštite i poboljšanja kakvoće zraka u gradu Kutini, 2008.
58. Šišović A., Kratki pregled mjerenja koncentracija PAU u zraku Zagreba, Gospodarstvo i okoliš, 2004, 66, str.45-52.
59. IARC., Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans. Some Non-heterocyclic Polycyclic Aromatic Hydrocarbons and Some Related Industrial Exposures, v 92, 2005.
60. Sittig M., Handbook of Toxic and Hazardous Chemicals and Carcinogens, 2002. 4th ed. Vol 1 A-H Norwich, NY: Noyes Publications, 2002., p. 326.
61. Sanyal MK. et al., Reprod Toxicol 8 (5): 411-8, 1994
62. Hazardous Substances Databank (HSDB). U.S. National Library of Medicine. Bethesda, MD., National Institutes of Health., 2010. dostupno na: <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/search/f?./temp/~v65zT2:1>
63. IARC Monograph., Some Industrial Chemicals and Dyestuffs 29: 99-106, 1982
64. Godišnje izvješće o rezultatima praćenja kakvoće zraka na automatskoj postaji za praćenje kakvoće zraka Slavonski Brod–1 u 2010. godini, Zagreb, 2011
65. Kolčić I., Standardizacija podataka prema dobi. U: Kolčić I, Vorko-Jović A. Epidemiologija. Medicinska naklada, Zagreb 2012, 170-86

66. Strnad M., Zloćudne novotvorine. U: Vorko-Jović A, Strnad M, Rudan I. Epidemiologija kroničnih nezaraznih bolesti. Medicinska naklada, Zagreb 2010, 117-46
67. Miškulin M., Okoliš i zdravlje. U: Vorko-Jović A, Strnad M, Rudan I. Epidemiologija kroničnih nezaraznih bolesti. Medicinska naklada, Zagreb 2010, 19-35
68. Markotić A., Balkan syndrome. Lancet. 2002; 359(9301):166
69. Vorko-Jović A., Pušenje U: Vorko-Jović A, Strnad M, Rudan I. Epidemiologija kroničnih nezaraznih bolesti. Medicinska naklada, Zagreb 2010, 56-9
70. Šimunić V. et all., Ginekologija, Naklada Ljevak, Zagreb 2001
71. <http://www.betaplus.hr/trudnoca/spontani-pobacaji>
72. Kurjak A. et all., Ginekologija i perinatologija, Tonimir Znanstvena biblioteka, 2003
73. Kuvačić I. i Škrablin-Kučić S., Perinatologija danas. Nakladni zavod Matice hrvatske, Zagreb, 2003
74. Pravilnik o praćenju kakvoće zraka N. N. 155/2005.
75. Državni zavod za statistiku-Republika Hrvatska, Popis stanovništva Republike Hrvatske iz 2001. godine, dostupno: <http://www.dzs.hr/Hrv/censuses/Census2001/census.htm>
76. HZJZ, Registar za rak, Incidencija raka u Hrvatskoj 2005., bilten. br.30, Zagreb, 2007
77. HZJZ, Registar za rak, Incidencija raka u Hrvatskoj 2006., bilten. br.31, Zagreb, 2008
78. HZJZ, Registar za rak, Incidencija raka u Hrvatskoj 2007., bilten. br.32, Zagreb, 2009
79. HZJZ, Registar za rak, Incidencija raka u Hrvatskoj 2008., bilten. br.33, Zagreb, 2010
80. HZJZ, Registar za rak, Incidencija raka u Hrvatskoj 2009., bilten. br.34, Zagreb, 2011
81. Državni zavod za statistiku, Mortalitetna statistika RH, Brodsko-posavske županije i Slavonsklog Broda, za razdoblje 2005.-2010., Zagreb