



UNIVERZITET U NIŠU
FAKULTET ZAŠTITE NA RADU
Smer: Zaštita životne sredine

MAGISTARSKI RAD

**VALORIZACIJA EKOSISTEMA
GRADA PANČEVA SA ASPEKTA ZAGAĐENJA
VAZDUHA BENZENOM**

Mentor:

Prof. dr Nenad Živković

Student:

Jelena Čubrić-Zlatanović

Niš, maj 2018.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	1
1. UVOD.....	2
1.1 Problemi zagađivanja životne sredine benzenom	2
1.2 Karakteristike benzena, Fizičke, Hemijske.....	3
1.2.1 Fizičke osobine	5
1.2.2 Hemijske osobine.....	7
1.3 Predmet i cilj istraživanja.....	7
1.4 Hipoteze istraživanja.....	9
2. BENZEN U AMBUJENTALNOM VAZDUHU	11
2.1 Hemizam atmosfere	11
2.2 Nastanak, transformacija i uklanjanje sastojaka	12
2.3 Mikroklima grada Pančeva	13
2.3.1 Prirodni činioci mikroklimе grada	13
2.3.2 Antropogeni činioci mikroklimе grada.....	15
2.4 Izvori benzena u urbanoj sredini.....	15
2.4.1 Industrija	17
2.4.2 Benzen iz saobraćaja.....	18
2.4.3 Sagorevanje čvrstog goriva.....	19
2.4.4 Deponija otpada	20
2.4.5 Benzen iz zauljenog zemljišta.....	21
2.4.6 Isparavanje iz zauljenih otpadnih voda.....	21
2.5 Kvalitet vazduha urbane sredine	22
2.5.1 Zakonske regulative i Evropske direktive za kvalitet vazduha.....	23
2.5.2 Važne informacije po EPA standardima za donosiocе odluka	29
2.6 Uticaj benzena na zdravlje ljudi.....	31
2.7 Procena zdravstvenog rizika	34
2.7.1 Metode za vršenje procene rizika.....	35
2.7.1.1 Kvalitativne metode za procenu rizika	36

2.7.1.1.1	Matrice za procenu rizika	37
2.7.1.2	Polukvantitativne (kombinovane) metode za procenu rizika	38
2.7.1.3	Kvantitativne metode za procenu rizika	40
3.	SISTEM MONITORINGA BENZENA U AMBIJENTALNOM VAZDUHU PANČEVA...	41
3.1	Izvori emisije.....	42
3.2	Sistem za kontinualno praćenje aerzagadenja Pančeva	42
3.3	Postupak i metoda određivanja benzena	47
3.3.1	Metod gasne hromatografije	48
3.4	Raspored mernih mesta.....	48
3.5	Prikaz rezultata monitoringa	49
3.6	Analiza rezultata merenja.....	57
4.	VALORIZACIJA VAZDUHA URBANOG EKOSISTEMA	65
4.1	Pojam valorizacije, ciljevi, primena.....	65
4.2	Metodološki aspekti valorizacije	66
4.3	Valorizacija gradske sredine s aspekta kvaliteta ambijentalnog vazduha.....	66
4.4	Valorizacija ekosistema grada Pančeva zasnovane na rezultatima merenjima benzena	67
4.5	Vazdušni ekosistem.....	68
4.6	Vodeni ekosistem.....	70
4.7	Valorizacija industrijskog ekosistema	73
4.7.1	Manipulacija.....	73
4.7.2	Rafinerija nafte Pancevo- tehnoloski opis i karakteristike tehnoloskog procesa.....	74
4.8	Valorizacija urbanog ekosistema	76
4.9	Valorizacija zona odmora i rekreacije	77
5.	ZAKLJUČAK.....	79
	LITERATURA	85

SAŽETAK

Predmet magistarskog rada je istraživanje uzročno-posledične veze između aktivnosti antropogenih izvora emitovanja zagađujućih supstanci, pre svega benzena, u urbanoj sredini i nivoa degradacije vazduha u cilju valorizacije ekosistema urbane sredine sa razvijenom industrijom. Nivo degradacije ambijentalnog vazduha urbane sredine predstaviće se ocenom kvaliteta stanja. Relevantna ocena kvaliteta stanja će se dobiti na osnovu praćenja u dužem nizu godina nivoa koncentracija benzena, toluola i ksilola u vazduhu. Kao reprezentativna urbana sredina posmatraće se Grad Pančevo u kome postoji veći broj antropogenih izvora, ovih zagađujućih supstanci, koji mogu bitno da naruše kvalitet stanja vazduha, pa i vode i zemljišta. Uzročno-posledična veza aktivnosti antropogenih izvora zagađenja benzenom i kvaliteta stanja vazduha vršiće se u odnosu na analizu sistematizovanih statističkih podataka koji se nalaze u bazi podataka ovlašćenih institucija, za relevantni vremenski period. Nakon izvršene analize utvrdiće se valorizacija ekosistema Grada Pančeva, na osnovu kriterijuma održivog razvoja. Nakon toga će se dati predlog mera zaštite i unapređenja stanja životne sredine ove urbane sredine. Cilj istraživanja je da se detektuje stanje ambijentalnog vazduha sa stanovišta zagađenja benzenom, a sve u smislu poboljšanja i unapređenja istog. Osnovni zadatak magistarskog rada je primena standardnog metodološkog pristupa za kvalitativnu i kvantitativnu ocenu stanja kvaliteta vazduha urbane sredine s ciljem iznalaženja veze između nivoa aktivnosti antropogenih izvora zagađenja i nivoa degradacije urbane sredine. Na osnovu utvrđenog nivoa degradacije urbane sredine može se doneti ocena rizika koja je u funkciji realne aktivnosti dejstva izvora zagađivanja benzenom, toluolom i ksilolom.

Ključne reči: benzen, zagađenost, ambijentalni vazduh, valorizacija, Pančevo

1. UVOD

1.1 Problemi zagađivanja životne sredine benzenom

Na teritoriji grada Pančeva najznačajnije učešće u aerozagađivanju imaju ugljovodonici (benzen, toluen, ksilen), suspendovane čestice i čađ. Benzen je vrlo toksično kancerogeno jedinjenje. BTEX je skraćenica koja se odnosi na benzen, toluen, etilbenzen i ksilen. Ova jedinjenja su neke od isparljivih organskih jedinjenja (VOC) koji se nalaze u nafti i naftnim derivatima. Kontaminacija BTEX se obično javlja kod proizvodnih pogona nafte i prirodnog gasa, benzinskim pumpama, podzemnim ili nadzemnim rezervoarima koji sadrže benzin ili druge naftne derivate. Sagledavajući potencijalne izvore emisije ugljovodonika na teritoriji Pančeva i njihov prostorni raspored, visoke koncentracije benzena, toluena i ksilena u vazduhu, kao sastavnih komponenata nafte i njenih derivata, potiču iz dva izvora emisije. Mnogi radovi ukazuju na prisustvo benzena u ambijentalnom vazduhu urbanih sredina kao posledicu saobraćaja. Merenjima je pokazano da je u Evropi srednja godišnja vrednost koncentracije benzena najniža u urbanim delovima Kopenhagena (oko $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dok u urbanim delovima Atine srednja godišnja vrednost iznosi $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Prisustvo benzena u ovim gradovima je uglavnom od saobraćaja, a razlike u koncentracijama su posledica različitih meteoroloških uslova. Zbog toga je neophodno ispitati i proceniti doprinose različitih izvora emisija koji su odgovorni za pojavu visokih koncentracija benzena u vazduhu grada Pančeva.

Simptomatologija i dejstvo benzena mnogo su izučavani i dobro su poznati. Zahvaljujući sprovođenju pozitivnih zakonskih propisa u današnje vreme, broj, a i težina trovanja, su znatno umanjeni. Upotreba benzena javlja se razvojem hemijske industrije krajem XIX veka. Poznavanje toksikologije benzena dovelo je do zabrane njegove upotrebe kao rastvarača u nekim zemljama. Benzen je lako isparljiva tečnost, bezbojna, blagog aromatičnog mirisa. Benzen i njegovi homolozi, toluen i ksilen dobijaju se destilacijom katrana, kamenog ili mrkog uglja. Benzen je dobar rastvarač gume, smole, svih vrsta masti, kaučuka i drugih sličnih materija, a koristi se u sintezi farmaceutskih proizvoda, boja, u industriji eksploziva. On se koristi kao solvens, diluens, plastifikator i sikator.

Upotreba mu je zbog toga brojna, u industriji gume i gumenih proizvoda, veštačke kože, lineleuma, celuloida, industriji boja i lakova, kao razređivač, sastavni dio pasta za podove, firnisa i lakova za podove. Koristi se i pri bronžiranju i pozlaćivanju keramike, u proizvodnji tutkala i lepka, za ekstrakciju nekih alkaloida, u nekim štamparskim tehnikama, u hemijskim laboratorijama, kao sirovina

za nitrobenzol, anilin itd. Zbog vrlo velike toksičnosti benzena zamenjuje se manje toksičnim jedinjenjima kad kod je to moguće.

Hronično trovanje se razvija postepeno pri dugotrajnom kontaktu sa subtoksičnim koncentracijama benzena. Klinička slika je različita, u zavisnosti od intenzivnosti i trajanja ekspozicije, uslova rada, individualne osjetljivosti, kao i od koincidencije trovanja s drugim oboljenjima i stanjima. Oštećenja hematopoeznog sistema dominiraju kliničkom slikom i dovode do niza poremećaja karakterističnih za ovu intoksikaciju. Hronično trovanje odlikuje dug latentni period, te se simptomi mogu javiti čak godinama posle prekida ekspozicije. Provokativni faktor obično je neko interkurentno oboljenje, graviditet, infekcija, poremećaj ishrane i slično. Za hronično trovanje pored dominantnog hematološkog sindroma karakteristični su još i dermatološki, neurološki, gastrointestinalni i kardiovaskularni sindrom.

Praćenje kvaliteta vazduha se vrši na lokalnom nivou, na nacionalnom, i na globalnom nivou. Lokalno praćenje kvaliteta vazduha obuhvata pojedina urbana područja, gradove i njihovu bližu ili širu okolinu.

Praćenje kvaliteta vazduha na nacionalnom nivou sprovode određene zemlje dok praćenje na globalnom nivou vrše međunarodne organizacije. Informacije o gasovima sa efektom staklene bašte, aerosolima i ozonu, kao i klasična meteorološka i hidrološka osmatranja se redovno prikupljaju zahvaljujući globalnoj mreži prizemnih stanica, balonima sa sondama, radarima, satelitima i avionima. Sve je to doprinelo razumevanju promenljivog hemijskog sastava atmosfere, odnosno prisustva zagađujućih materija u vazduhu kao što su ozon u prizemnom sloju, smog, čestice, sumpor dioksid i ugljen monoksid, od kojih je većina direktan rezultat sagorevanja fosilnih goriva u industriji, gradovima i vozilima.

1.2 Karakteristike benzena, Fizičke, Hemijske

Benzen (C_6H_6 , molekularna masa 78, gustina $0,88\text{kg/m}^3$; tačka ključanja $80,1\text{ }^\circ\text{C}$; napon (pare 75mmHg na $20\text{ }^\circ\text{C}$) bezbojna je, isparljiva i lako zapaljiva tečnost karakterističnog mirisa, slabo rastvorljiva u vodi. Pare benzena su eksplozivne.¹

Benzen se dobija destilacijom kamenog uglja i sirove nafte. Koristi se kao polazna sirovina za sintezu brojnih aromatičnih jedinjenja, kao što su stiren, fenol, cikloheksan, nitrobenzen i određenih

¹ Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva (2004): Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Centar za hemiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd, Str.

lekova, pesticida i deterdženata. Nalazi se u rastvaračima za voskove, smole, kaučuk, plastiku, lakove, lepke i sl. Poslednjih godina njegova primena kao rastvarača, zbog toksičnosti, opada, a u mnogim zemljama je zabranjen.

Benzen se kao kontaminant može naći u benzinu. Kako proizvodnja bezolovnog benzina raste, tako je i sadržaj benzena u benzinu veći. Povećanom riziku od štetnog delovanja benzena izloženi su radnici u rafinerijskoj i petrohemijskoj industriji, radnici u proizvodnji sintetičkih lepaka i lakova. Sama postrojenja i fabrike su ujedno i potencijalni izvori emisije benzena u životnu sredinu.²

Benzen u organizam ulazi inhalacijom u obliku pare i *apsorpcija* se uglavnom odvija u plućima, a pri direktnom kontaktu kože i tečnog benzena moguća je *apsorpcija* i kroz intaktnu kožu. Benzen u organizmu podleže biotransformaciji u kojoj učestvuju brojne reakcije oksidacije, hidrosilacije i konjugacije. Toksikološki je posebno važna prva faza u oksidaciji benzena, kada se u jetri stvara benzen epoksid.³ (M. Jokanović, Toksikologija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Elit Medica, Beograd, 2001.).

Najozbiljniji toksični efekti benzena su aplastična anemija, koja može biti fatalna, i akutna mijelogena leukemija. Hidrohinon inhibira aktivaciju interleukina -1 u koštanoj srži, koji je neophodan za njeno fiziološko funkcionisanje, pa se smatra da je to jedan od mehanizama kojim nastaje aplastična anemija. Često se između prekida ekspozicije i pojave aplastične anemije nalazi latentni period od nekoliko godina. Prvi simptomi su zamor, vrtoglavica, slabost, zatim krvarenje sluzokože i aplastična anemija.

Drugi značajan efekat hroničnog trovanja benzenom ispoljava se na nervnom sistemu. Najčešće opisani efekti hroničnog delovanja definisani su na nivou promene ponašanja i koordinacije pokreta, ali oni su uočljivi i pri ekspoziciji drugim organskim rastvaračima. Kao i drugi organski rastvarači, i benzen u visokim koncentracijama oštećuje srčani mišić i dovodi do poremećaje srčanog ritma. Osobe sa znacima hroničnog trovanja benzenom moraju prekinuti dalji kontakt sa *noksom*. Ne postoji specijalna metoda lečenja, a lekovi koji se daju zavise od stepena oštećenja. Američka agencija za zaštitu okoline (Environmental Protection Agency – EPA) i Međunarodna agencija za istraživanje raka (International Agency for Research on Cancer – IARC) svrstavaju benzen među kancerogene supstance za ljude.

Benzen je termički stabilno, ali veoma reaktivno jedinjenje pa zahvaljujući tome, pre svega, služi kao sirovina u sintezi mnogih visokotonažnih hemijskih proizvoda:

- STIREN (kao intermedijer za produkciju stirenskih polimera, sintetičkih kaučuka i lateksa) i

² Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva (2004): Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Centar za hemiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd, str.

³ Jokanović M. (2001): Toksikologija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Elit Medica, Beograd, str.

- FENOL fenoplasti), cikloheksan (najlon), nitrobenzen (anilin), anhidrid maleinske kiseline (poliesterske smole), alkilbenzen (tenzidi za deterdžente), hlorobenzeni i ostala jedinjenja koja se koriste za proizvodnju finih hemikalija, boja, pesticida i plastičnih masa.

Benzen je zajedno sa ostalim lakim, visokooktanskim, aromatičnim ugljovodonicima (toluen i ksilen) važna komponenta motornih benzina, ali se zbog svoje kancerogenosti u novim standardima za motorne benzine, sadržaj ograničava. Benzen se kao odličan rastvarač koristi i kao industrijski solvent, ali je zbog toksičnosti i u ovom sektoru primene u velikoj meri supstituisan ekološki podobnijim hemikalijama.

Aromatska frakcija sa sadržajem benzena bila je poznata još u XVIII veku i dobijala se destilacijom uglja. Benzen ili bikarburet vodonika, prvi je eksperimentalno izolovao M. Faradej 1825. godine pirolizom kitovog ulja i drugih materijala.

Tokom 1883. godine je Mitscherlich dobio bikarburet vodonika destilacijom benzojeve kiseline sa krečom i predložio za jedinjenje naziv benzen. Sve do Drugog svetskog rata benzen se komercijalno najviše dobijao iz uglja, iako je bilo poznato da ga sadrži i nafta.

Nekoliko godina po okončanju rata potražnja za benzenom u hemijskoj industriji je drastično skočila, pa je tada otpočeo intenzivan razvoj petrohemijskih postupaka za njegovu produkciju.

Čisto C_6H_6 jedinjenje se danas naziva benzen i takav naziv je regulisan i po UPAC-u. Termin "benzol" se još uvek koristi u nekim zemljama za komercijalni proizvod koji se u najvećem procentu sadrži benzen.

1.2.1 Fizičke osobine

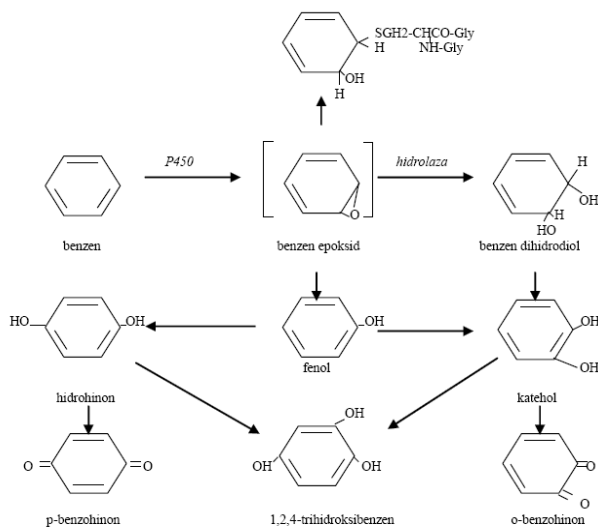
Strukturu benzena je definisao Kekule 1865. godine kao planarni prsten sastavljen od šest atoma ugljenika sa alternativnim duplim vezama i sa po jednim atomom vodonika na svakom ugljeniku. Kasnija termodinamička i spektrometrijska ispitivanja su pokazala da ova jednostavna slika ne može u potpunosti da objasni složenu strukturu benzena i srodnih jedinjenja. U daljem radu su prikazane fizičke osobine benzena.

Tabela 1. Osnovne fizičke osobine benzena

	Jedinica	Vrednost
Molekulska masa		78,11
Tačka topljenja	°C	5,533
Tačka ključanja (100 kPa)	°C	80,100
Gustina na - 3,77 °C	kg/m ³	873,7
Napon pare na 26,075°C	kPa, mmHg	13,33
Indeks refrakcije nD25		1,49792
Viskozitet na 20 °C	mPa ^s	0,6468
Površinski napon na 25°C	mN/m	28,18
Kritična temperatura	°C	289,45
Kritični pritisak	kpa	4,924,4
Kritična gustina	kg/m ³	300,0
Fleš point	°C	-11,1
Temperatura zapaljenja	°C	538
Granice zapaljivosti u vazduhu	vol %	1,5-8,0
Entalpija ispravanja na 80,100°C	kJ/(kgmol)	33,871
Rastvorljivost u vodi na 25°C	g/100g vode	0,180
Rastvorljivost vode u benzenu na 25°C	g/100g /benzena	0,05

Izvor: Jakanović M.(2001): Toksikologija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, ELIT medicina Beograd

Slika 1. pokazuje način biotransformacije benzena. Otvaranjem prstena benzen epoksida nastaju toksični metaboliti benzena: fenol, hidrohinon i mukonaldehid. Najveći deo benzena se izlučuje urinom u obliku fenola konjugovanog sa sumpornom ili glukuronskom kiselinom u obliku fenilsumporne i fenilglukuronske kiseline.



Slika 1: način biotransformacije benzena

Izvor: Jakanović M.(2001): Toksikologija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, ELIT medicina Beograd

1.2.2 Hemijske osobine

Benzen je osnovno jedinjenje organske grupe aromata. Benzen je termički stabilan i njegovo formiranje se kinetički i termodinamički odvija na temperaturama od preko 500 °C. Zbog toga su povišene temperature neophodne da bi se odigrale reakcije termičke dekompozicije (cepanje prstena) ili reakcije kondenzacije i dehidrogenacije. Na primer, na 650°C, u kontaktu sa gvožđem, olovom ili drugim katalizatorom (kao što je vanadijum), dolazi do reakcije kondenzacije i formiranja difenila ili drugih poliaromatičnih jedinjenja.

Benzen je dosta stabilan na oksidaciju, jer uobičajena oksidaciona sredstva, kao što su permanganat ili hromna kiselina, ne daju efekte osim pod izuzetno oštrim uslovima kada se benzen oksidiše do vode i CO₂. Značajna reakcija jeste katalitička oksidacija benzena do anhidrida maleinske kiseline.

Oksidacija se vrši vazduhom ili kiseonikom na povišenoj temperaturi, sa vanadijum-pentoksidom ili molibden-oksidom kao katalizatorima. Ako se benzen nađe u tlu kao zagađivač, kod optimalnih uslova neke bakterije u zemlji lako razlažu benzen tzv. procesom bioremedijacije.

Reakcije supstitucije benzena su od najvećeg industrijskog značaja. Zavisno od reakcionih uslova, jedan ili više atoma vodonika, mogu biti zamenjeni nitro, sulfo, amino ili hidroksilnom grupom ili atomima kao što su hlor ili brom. Proizvodi ovih reakcija uključuju fenol, nitrobenzen, hlorobenzene, benzensulfonsku kiselinu i druge. Pri dvostrukoj adiciji moguća su tri izomera benzena: orto (o), para (p), meta (m).

1.3 Predmet i cilj istraživanja

Mnogi radovi ukazuju na prisustvo benzena u ambijentalnom vazduhu urbanih sredina. Merenjima je pokazano da je u Evropi srednja godišnja vrednost koncentracije benzena najniža u urbanim delovima Kopenhagena (oko 3 µg/m³) dok u urbanim delovima Atine srednja godišnja vrednost iznosi 20 µg/m³. Prisustvo benzena u ovim gradovima je uglavnom od saobraćaja, a razlike u koncentracijama su posledica različitih meteoroloških uslova. Zbog toga je neophodno ispitati i proceniti doprinose različitih izvora emisija koji su odgovorni za pojavu visokih koncentracija benzena u vazduhu grada Pančeva.

Zbog sve većeg uticaja zagađujućih supstanci na kvalitet životne sredine, istraživanja o uzročno-posledičnoj vezi između emitovanja zagađujućih supstanci i kvaliteta ambijentalnog vazduha

se stalno razvijaju i obogaćuju novim podacima i koncepcijama.

Određivanje nivoa uzročno-posledične veze između koncentracije zagađujućih supstanci i opterećenja vazdušne sredine zagađujućim supstancama u cilju iznalaženja što optimalnijih rešenja zaštite predstavlja prioritet današnjih istraživanja u oblasti upravljanja kvalitetom ambijentalnog vazduha.

Određivanje stepena degradacije vazdušne sredine i donošenje ocene kvaliteta stanja vazduha vrši se na osnovu statističke obrade izmerenih koncentracija zagađujućih supstanci u njoj. Ocena kvaliteta vazduha donosi se na osnovu različitih metodoloških pristupa razvijenih EU, SAD, Kanadi, Rusiji itd.

Predmet magistarskog rada je istraživanje uzročno-posledične veze između aktivnosti antropogenih izvora emitovanja zagađujućih supstanci, pre svega benzena, u urbanoj sredini i nivoa degradacije vazduha u cilju valorizacije ekosistema urbane sredine sa razvijenom industrijom.

Nivo degradacije ambijentalnog vazduha urbane sredine predstavice se ocenom kvaliteta stanja. Relevantna ocena kvaliteta stanja ce se dobiti na osnovu praćenja u dužem nizu godina nivoa koncentracija benzena, toluola i ksilola u vazduhu. Kao reprezentativna urbana sredina posmatraće se Grad Pančevo u kome postoji veći broj antropogenih izvora, ovih zagađujućih supstanci, koji mogu bitno da naruše kvalitet stanja vazduha, pa i vode i zemljišta.

Uzročno-posledična veza aktivnosti antropogenih izvora zagađenja benzenom i kvaliteta stanja vazduha vršice se u odnosu na analizu sistematizovanih statističkih podataka koji se nalaze u bazi podataka ovlašćenih institucija, za relevantni vremenski period. Nakon izvršene analize utvrdice se valorizacija ekosistema Grada Pančeva, na osnovu kriterijuma održivog razvoja. Nakon toga ce se dati predlog mera zaštite i unapređenja stanja životne sredine ove urbane sredine.

Cilj istraživanja je da se detektuje stanje ambijentalnog vazduha sa stanovišta zagađenja benzenom, a sve u smislu poboljšanja i unapređenja istog.

Poseban značaj u procesu proširivanja naučnih saznanja, naučnoj i stručnoj i društvenoj valorizaciji efekata ima primena odgovarajuće naučne metodologije.

Osnovni zadatak magistarskog rada je primena standardnog metodološkog pristupa za kvalitativnu i kvantitativnu ocenu stanja kvaliteta vazduha urbane sredine s ciljem iznalaženja veze između nivoa aktivnosti antropogenih izvora zagađenja i nivoa degradacije urbane sredine. Na osnovu utvrđenog nivoa degradacije urbane sredine može se doneti ocena rizika koja je u funkciji realne aktivnosti dejstva izvora zagađivanja benzenom, toluolom i ksilolom.

Ocena rizika u radu biće rezultat postavljenog predmetnog zadatka u smislu utvrđivanja i sprovođenja procene stanja vazdušne sredine grada Pančeva.

Procena stanja vazdušne sredine grada Pančeva obuhvatiće identifikaciju izvora zagađenja i analizu distribucije BTH kroz određene medijume životne sredine. U toku analize distribucije BTH razmotriće se sve relevantne fizičko-hemijske karakteristike benzena, toluola i ksilola i relevantne karakteristike same analizirane sredine koje su u funkciji distribucije.

Opšti cilj istraživanja magistarskog rada je utvrđivanje nivoa koncentracija BTH u vazdušnoj sredini Grada Pančeva i na osnovu njih valorizacija ekosistema. Takođe, na osnovu statističke obrade BTH-a u vazdušnoj sredini, utvrdiće se dominantni izvori zagađenja Grada Pančeva, što će omogućiti definisanje mera zaštite.

Posebni cilj rada je donošenje kvalitativno-kvantitativne ocene kvaliteta vazduha, u odnosu na prisustvo BTH pod određenim prirodnim i antropogenim uslovima za petogodišnji period analize.

1.4 Hipoteze istraživanja

Hipoteze koje bi trebalo da daju važnost empirijskom istraživanju sprovedenom za potrebe izrade magistarskog rada biće usmerene na determinante karakteristika benzena i zagađenosti vazduha istim, kao i na celokupan ekosistem.

- U istraživanju se polazi od pretpostavke da postoji kvalitativno-kvantitativna povezanost i uslovljenost između koncentracija benzola, kao zagađujućih supstanci u vazduhu i njegovog kvaliteta u urbanoj sredini.

Na osnovu predmeta, cilja i zadatka istraživanja postavljene su sledeće pomoćne hipoteze:

- Aktivnosti antropogenih izvora emitovanja pre svega benzena, u urbanoj sredini doprinose povećanom nivou degradacije vazduha.
- Stanje ambijentalnog vazduha sa stanovišta zagađenja benzenom i iznalaženja što optimalnijih rešenja treba da predstavlja prioritet u oblasti upravljanja kvalitetom ambijentalnog vazduha.
- Pančevo je frekventno izloženo slučajevima ekstremnog zagađenja, pa je jedan od najvećih problema građana Pančeva kvalitet vazduha u odnosu na sadržaj benzena.
- Donošenje kvalitativno-kvantitativne ocene kvaliteta vazduha u odnosu na prisustvo benzena pod određenim prirodnim i antropogenim uslovima predstavlja ključni momenat prilikom valorizacije ukupnog stanja ambijentalnog vazduha Pančeva.

- Aktivni izvori benzola, dovode do kumuliranja njihovih koncentracija i ozbiljnih degradacionih procesa u ekosistemu urbane sredine.

2. BENZEN U AMBUJENTALNOM VAZDUHU

Vazdušni omotač Zemlje, poznat kao atmosfera, dostiže približno visinu od 970 km i sadrži različite gasove, pare, čestice i aerosoli. Vazduh predstavlja smešu gasova, vodene pare i čvrstih čestica.

Ispariva organska jedinjenja (VOC) su gasovi ili isparenja koje emituju čvrsta tela ili tečnosti, od kojih većina ima negativan uticaj na atmosferu. Posledice mogu biti i kratkotrajne i dugoročne. Ispariva organska jedinjenja iz nafte su toksična i zagađuju vazduh dok su neka kao što je benzen izuzetno toksična, kancerogena i izazivaju oštećenja DNK strukture. Benzen čini 1% sirove nafte.

Benzen se na sobnoj temperaturi nalazi u tekućem stanju (tačka otapanja je 5,5°C) sa gustinom od 0,87 g/cm³ na 20°C. Vrlo lako ispari na sobnoj temperaturi. Slabo je topljiv u vodi (1,8 g/litra na 25°C). Benzen u vazduhu većinom postoji u gasovitoj fazi, sa rezidencijskim vremenom koje varira, od nekoliko sati do nekoliko dana, zavisno od sredine, klime i koncentracije ostalih zagađujućih materija.

2.1 Hemizam atmosfere

Sa izuzetkom vodene pare čija količina znatno varira, sastav ostalih gasova u onom delu atmosfere gde se nalaze živa bića prilično je konstantan: N₂ - 78,03%, O₂ - 20,99%, CO₂ - 0,03% ostali manje od 1%.

Azot čini glavnu masu atmosfere, ali je hemijski inertan i nedostupan. Živa bića koriste azot u obliku nitrata, nitrita i amonijaka. N₂ se prevodi u upotrebljiv oblik pod uticajem električnih pražnjenja i fotohemijskih reakcija ili pod uticajem živih bića (azotofiksatori).

Kiseonik se u donjim slojevima atmosfere nalazi u dovoljnim količinama osim na nekim mestima (npr. u zemljištu, unutar organizama). Organizmi prilagođeni na život bez kiseonika nazivaju se anaerobni, nasuprot onima koji zahtevaju kiseonik (aerobni). Sa porastom nadmorske visine količina kiseonika opada, pri visini od 5500m iznosi svega oko 50% od normalne količine. Homeotermi reaguju na pad kiseonika povećanom produkcijom hemoglobina i eritrocita. Kiseonik se troši u procesima:

- disanja živih bića i
- oksidacije uginule organske materije.

Stalno se i nadoknađuje kroz proces fotosinteze zelenih biljaka.

Ozon je alotropska modifikacija kiseonika. Prisutan je u koncentraciji od svega 0,00006% u atmosferi, ali ima veliki ekološki značaj (ozonosfera apsorbuje UV zračenje talasne dužine ispod 200nm).

Ugljen-dioksid dolazi u atmosferu iz vulkanskih emanacija i organskih oksidacija putem disanja i raspadanja uginule organske materije. Pored svetlosti, koncentracija CO₂ je osnovni ograničavajući faktor u procesu fotosinteze.

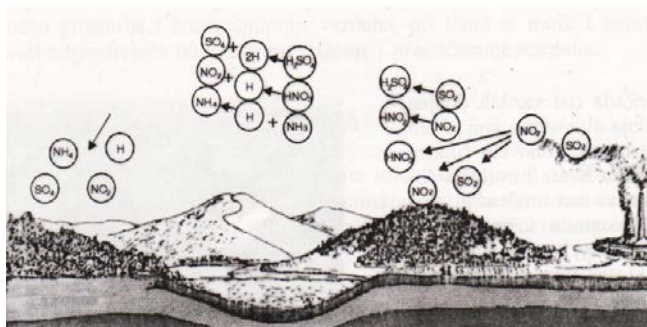
2.2 Nastanak, transformacija i uklanjanje sastojaka

Nastanak, transformacija i uklanjanje sastojaka atmosfere u tragovima najčešće su regulisani fotohemijским reakcijama.

Pored meteoroloških faktora na disperziju zagađujućih materija značajno utiče i njihova reaktivnost. Transmisija podrazumeva širenje i prenošenje zagađujućih materija sa mesta emisije na udaljene delove biosfere (Slika 2). Da li će se gasovi iz dimnjaka dizati nesmetano u vis, ili će se nakon izvesne visine početi rasprostirati vodoravno pa čak i slegati prema tlu, zavisi od atmosferskog pritiska i stepena vertikalnog mešanja tog dela atmosfere. Transport zagađujućih materija na velike daljine može izazvati nepovoljne efekte i u oblastima gde ne postoje izvori zagađenja.

Padavine imaju veliki značaj za smanjenje zagađenja vazduha. Padajući na zemlju one spiraju iz vazduha čvrste čestice i gasove. Prisustvo vodene pare u vazduhu u zimskom periodu može biti potpomažući faktor u nastanku toksične magle tj. smoga. Sunčevo zračenje ima značajnu ulogu pri stvaranju fotohemijskog smoga.

Samoprečišćavanje u ovom slučaju predstavlja odstranjivanje zagađujućih materija iz atmosfere prirodnim procesima.



Slika 2. Emisija, disperzija i transformacija zagađujućih materija

Izvor: Jelinčić J., Đurović S. (2009): Zaštita životne sredine, Centar za primenjene evropske studije, Beograd

2.3 Mikroklima grada Pančeva

Pančevo se nalazi na 70 do 78,45m metara nadmorske visine, i to na koordinatama 44°54' severno i 20°40' istočno. Nalazi se 18km severoistočno od Beograda, glavnog grada Republike Srbije, na ušću Tamiša u Dunava. Teritorija Pančeva se smatra jednom od najtoplijih područja Vojvodine, sa prosečnom godišnjom temperaturom vazduha od 11,3 °C i sa više od 100 sunčanih sata tokom godine. Najhladniji mesec je januar sa srednjom temperaturom od -1,4 °C, godišnja amplitude je 23,5 °C što karakteriše veoma prijatnu klimu. Maritimni uticaj je mali i ogleda se u tendenciji pomeranja minimum na februar, a maksimuma temperature na avgust, kao i toplijom jeseni od proleća u proseku za 0,7 °C. Teren je tipično ravničarski.

2.3.1 Prirodni činioci mikroklimе grada

Pančevo pripada prostoru umereno kontinentalne klime, tzv. "Podunavski tip", sa četiri godišnja doba, koju karakterišu duga i topla leta i jeseni, blage zime i kratka proleća. Pančevo se nalazi pod uticajem tzv. azorskog anti ciklona sa dosta stabilnim vremenskim prilikama i povremenim kraćim pljuskovima lokalnog karaktera. Međutim, zimi je vreme pod uticajem ciklonske aktivnosti sa Atlantskog okeana i Sredozemnog mora, kao i tzv. Sibirskog anticikona. Posebnu specifičnost klime predstavlja košava, jak i сув ветар који траје и до три недеље. Pored košave, dosta su zastupljeni i jugozapadni, zapadni i severni vetrovi. Broj vetrovitih dana tokom godine je 45, a najveća vlažnost vazduha je tokom meseci sa najnižom temperaturom (novembar, decembar, januar i februar).

Mraznih dana ima prosečno 86,7 godišnje tj. 23,8%. Maksimalna čestina mraznih dana je u januaru prosečno 25,2 dana, a period javljanja je od oktobra do aprila, sa najranijim javljanjem 1. oktobra, a najkasnijim 27. aprila. Učestalost ledenih dana na ovoj teritoriji iznosi prosečno 22,6 dana ili 6,2% od godine, sa periodom javljanja od novembra do marta (najveća čestina u januaru prosečno 9,6 dana). Grejna sezona traje od polovine oktobra do polovine aprila i traje 183 dana godišnje.⁴

Učestalost toplih i jako toplih dana iznosi prosečno godišnje 10,2% ili 36,9 dana sa periodom javljanja od marta do novembra.

Prosečna godišnja vrednost za relativnu vlažnost vazduha je 76,8%. Porast relativne vlažnosti u maju i u junu karakteriše ove krajeve i dovodi se u vezu sa pojačanom ciklonskom aktivnošću u proleće

⁴ Institut za zaštitu na radu, Novi Sad, 2008

i rano leto. U vezi sa ovim je promena relativne vlažnosti idući od zime ka letu. U periodu od marta do maja smanjuje se prosečna vrednost za 5%, dok je povećanje u periodu od septembra do novembra za 13%.

Padavine su najveće na kraju proleća i početkom leta (178,7mm) i krajem jeseni i početkom zime (132,2mm). Prosečna količina padavina tokom godine iznosi oko 616mm. U vegetacionom periodu visina padavina je 337mm što se smatra povoljnim. Prosečno na teritoriji Pančeva padavine u toku jednog dana budu u junu 30,2mm, a najmanje u februaru 10,9mm. Apsolutni maksimum je zabeležen 15. jula 1955. godine i iznosio je 94mm.

Padavine u obliku snega se prosečno javljaju 22,8 dana tj. 6,3% godišnje, a 18,8% od ukupnog broja padavinskih dana. Prosečno prvi dan sa padavinama u obliku snega je 3. decembar, a poslednji 18. mart pa je prosečno trajanje ovog perioda 105 dana.

Prosečna godišnja čestina dana sa pojavom magle u Pančevu iznosi 25,1 dan, što predstavlja 6,9% godišnje, a javljanje obuhvata sve mesece osim juna, sa najčešćim javljanjem u januaru i decembru u kojima je prosek 5,6 i 5,2 dana sa verovatnoćom 18 i 17 % tj. na svakih 10 dana po 1,8 i 1,7 dana sa maglom. Verovatnoća pojave magle je u novembru je 11%.

Oblačnost na području Pančeva iznosi 52% pokrivenosti neba. Najvedriji je mesec jul, sa prosekom 316 časova, a najoblačniji decembar sa 63,7 časova.

Područje Pančeva se odlikuje velikom učestalošću vetrova. Najveću učestalost javljanja ima jugoistočni vetar (košava) koji se javlja 306% 0, zatim severozapadni vetar sa 255% 0, dok najmanju učestalost javljanja imaju severni vetar 48% 0 i severoistočni 44% 0. Analizom raspoloživih podataka o vetrovima na području Pančeva, dolazi se do zaključka o promenljivosti i čestinama vetrova. Preovladavajući jugoistočni vetar najčešće se javlja u jesen 368% 0, a najređe u leto 196% 0. Najveća učestalost tišina (calme) je u maju 143% 0, a najmanja u novembru 51% 0.

Što se tiče brzine vetrova, najveću srednju godišnju brzinu za područje Pančeva ima istočni vetar sa 3,9m/s, a najmanju južni i jugoistočni sa 2,0m/s. Vetrovi sa najvećom prosečnom brzinom - istočni, pokazuju najveću prosečnu vrednost u proleće 4,5m/s, a najmanju u leto 3,1m/s. Inače, ovi vetrovi su u toku skoro cele godine sa najvećim brzinama u odnosu na ostale pravce vetra.⁵

⁵ Institut za zaštitu na radu, Novi Sad, 2008

2.3.2 Antropogeni činioci mikroklimе grada

Na mikroklimu takođe utiču i izvori zagađenja koji su rezultat uglavnom ljudskih aktivnosti (antropogeni) koji se, prema Ministarstvu životne sredine i prostornog planiranja, mogu se svrstati u tri grupe:

- Stacionarni izvori (izvori zagađenja u ruralnim područjima vezanim za poljoprivredne aktivnosti, rudarstvo i kamenolome; izvori zagađenja vezani za industrije i industrijska područja, hemijsku industriju, proizvodnju nemetala, metalnu industriju, proizvodnju električne energije; izvori zagađenja u komunalnim sredinama, kao što su zagrevanje, spaljivanje otpada, individualna ložišta, perionice, servisi za hemijsko čišćenje i dr.)
- Pokretni izvori (obuhvataju bilo koji oblik motornih vozila sa unutrašnjim sagorevanjem, kao npr. laka vozila koja koriste benzin, laka i teška vozila koja koriste dizel; motorcikle; avione)
- Izvori zagađenja zagađenja iz zatvorenog prostora (obuhvataju biološka zagađenja, kao što su polen, grinje, plesni, kvasci, insekti, mikroorganizmi, alergeni poreklom od domaćih životinja, emisije od sagorevanja i zagrevanja, emisije od različitih materijala ili materija kao što su isparljiva organska jedinjenja, olovo, radon, azbest i različite sintetičke hemikalije, duvanski dim i dr. Poslednjih desetak godina u razvijenim zemljama zagađenost vazduha zatvorenog prostora predstavlja ozbiljan problem, kojem se posvećuje posebna pažnja);

2.4 Izvori benzena u urbanoj sredini

U AP Vojvodini, glavni stacionarni izvori zagađivanja vazduha su rafinerije nafte, termoenergetski objekti (toplane i termoelektrane), objekti hemijske industrije, produkti sagorevanja goriva u domaćinstvima, industriji, individualnim kotlarnicama, građevinska delatnost, neodgovarajuće skladištenje sirovina, deponije otpada i dr.

U Pančevu, kao rezultat koncentrisanosti petrohemijskih, rafinerijskih kompleksa i azotare dolazi do kumulativnog zagađenja vazduha. Značajno zagađenje vazduha nastaje u procesu rafinerijske prerade nafte, usled prisustva lako isparljivih ugljovodonika i drugih aromata. Termoelektrane koje kao

izvor toplote koriste čvrsto gorivo (lignit) i industrija nafte i naftnih derivata spadaju u najveće zagađivače životne sredine.⁶

Aerozagađenje Pančeva potiče od razvijenog automobilskeg i autobuskeg saobraćaja (izduvni gasovi motora sa unutrašnjim sagorevanjem), individualnih kućnih ložišta, industrije, deponija smeća i ulične prašine. Kod nas je dominantno učešće autobusa na dizel pogon (oko 99% svih vozila), dok je u svetu trend upotrebe alternativnih goriva u porastu.

Pojave većeg zagađenja atmosfere grada Pančeva javljaju se povremeno noću i pred zoru, kada se veće količine zagađivača nađu u nižim slojevima atmosfere zbog temperaturnih inverzija, ali uvek onda kada su vremenski uslovi bez vetra ("tišine").

Opasnost od zagađivanja vazduha industrijskim zagađivačima je permanentna i rezultat je procesa proizvodnje, pri kome se štetni gasovi, pare i čestice iz industrijskih dimnjaka, emituju u atmosferu.

Svaka od štetnih materija ako se nađe u vazduhu u visokim koncentracijama može ispoljiti svoj toksični efekat, što se naročito dešava pri havarijama koje su u Pančevu učestale. Međutim, prisutnost ovih materija i u malim koncentracijama uz prolongirano dejstvo ima štetni uticaj po zdravlje ljudi. Veliku nepoznanicu predstavljaju moguća nagrađena štetna jedinjenja u atmosferi iz emitovanih zagađivača, a svakako treba misliti i o zagađenosti koja se donosi sa drugih lokaliteta.

Kompleksnost aerozagađenja je očita i njegovo rešavanje zahteva angažovanje mnogobrojnih različitih struka i delatnosti.

Ozbiljni ekološki problemi na teritoriji grada Pančeva po prvi put su se pojavili početkom 60-tih godina prošlog veka kada je započela rapidna industrijalizacija na ovoj teritoriji.

Intenzivna proizvodnja u oblasti naftne, hemijske i petrohemijske industrije, industrije skroba, prerade kože i prehrambene industrije, uz upotrebu zastarelih tehnologija i neodgovarajućih rešenja u pogledu zaštite životne sredine, dovela je do niza problema koji su postali glavna kočnica daljem razvoju grada. Danas se na teritoriji grada ističu sledeći značajni faktori i problemi:

- velika koncentracije bazne i hemijske industrijske proizvodnje na jednom mestu,
- velika blizina najveće industrijske zone u odnosu na naseljena mesta Pančevo i Starševo,
- industrijski kompleksi NIS Rafinerija nafte Pančevo, DP Hemijska industrija Pančevo – Petrohemija i DP Hemijska industrija Pančevo – Azotara, locirani su na pravcu dominantnih vetrova prema naseljima,

⁶ LEAP, (2004): Air quality, in: Ille N. (Eds), Local Environmental Action Plan Pančevo Report, Military Print House, Belgrade.

- upotreba zastarelih tehnologija sa postrojenjima koja su stara preko dvadeset godina,
- stalna opasnost od mogućih hemijskih udesa većih razmera,
- nepoštovanje zakonske regulative iz oblasti zaštite životne sredine i
- značajan negativan uticaj kao posledica NATO bombardovanja 1999. godine.

Na osnovu ovakvog činjeničnog stanja Pančevo je klasifikovano kao jedna od crnih ekoloških tačaka u Republici Srbiji

2.4.1 Industrija

Jedan od važnijih veštačkih izvora zagađenja je industrija. Prema fizičkim i prostornim karakteristikama industrija spada u tačkasti izvor zagađenja. Industrija zagađuje vazduh, vodu i zemljište. Ovo sve zajedno negativno utiče na kvalitet životne sredine ljudi.

Polutanti vazduha se dele na primarne i sekundarne (Slika 3. i Slika 4.). Primarni sastojci otpadnih emisija oslobađaju se iz poznatih izvora. Sekundarni polutanti su rezultat hemijskih reakcija između primarnih polutanata ili reakcija sa prirodnim komponentama vazduha, a često su razorniji od polaznih supstanci koje stupaju u reakciju. Lokalno zagađenje ograničeno je na neke industrijske zone koje zagađuju površinski izvori, tako da ostaje u blizini emitera. Globalno zagađenje je rezultat transporta otpadnih emisija na veća udaljenja koje se šire od tačkastih (visoki dimnjaci) izvora zagađenja.⁷



*Slika 3. Zagađivanje vazduha iz Valjaonice bakra
Izvor: Trumbulović-Bujić Lj. et Aćimović-Pavlović Z., 2008. Str. 231*

⁷ Trumbulović Bujić Lj. Aćimović Pavlović Z. (2008): Uticaj aerorozagađivača na kvalitet vazduha u industrijskoj sredini, AMES, Srbija



*Slika 4. Zagađivanje vazduha iz industrije
Izvor: Trumbulović-Bujić Lj., Aćimović-Pavlović, Z., 2008., str. 231*

U smislu aerozagađenja najznačajniji je industrijski kompleks lociran na jugoistočnom delu grada Pančeva koga čine naftno-hemijska, metaloprerađivačka i staklarska industrija.

Najveći broj zagađujućih materija i u najvećim količinama emituje naftno-hemijski kompleks fabrika. Dominantni jugoistočni vetar u Pančevu nanosi emitovane zagađivače prema naselju "Sodara" koje je locirano u tom pravcu.

Opasnost od zagađivanja vazduha industrijskim zagađivačima u ovom gradu je permanentna i rezultat je procesa proizvodnje pri kome se štetni gasovi, pare i čestice iz industrijskih dimnjaka, emituju u atmosferu.

Ali mnogo veća i značajnija po svojim posledicama može biti iznenadna tj. povremena opasnost od industrijskog zagađenja koje se dešava pri havarijama, eksplozijama, požarima. Tom prilikom dolazi do oslobađanja velikih količina opasnih materija u atmosferu, a može se desiti i mehaničko, termičko i hemijsko povređivanje ljudi i objekata (pored havarija treba spomenuti i NATO bombardovanje 1999. godine).

Najznačajnije zagađenje atmosfere Pančeva i okoline dolazi od industrije koja je zapravo svojim učešćem u aerozagađenju doprinela da se Pančevo upiše na listu 11 crnih ekoloških tačaka u Srbiji.

2.4.2 Benzen iz saobraćaja

U gradovima gde nema industrije, saobraćaj je dominirajući emiter benzena. Pančevo u tom pogledu ne zaostaje za drugim i evropskim gradovima što pokazuju i sledeći statistički podaci:

- Pančevo ima 45.000 registrovanih vozila, koja pređu više od 45mil. km godišnje.
- prema količini benzena u gorivu (do 5 % u Srbiji), samo pančevačka vozila emituju više od 200.000 kg benzena godišnje (470 mg / km).

- Dnevno se samo u RNP utovari oko 300 auto cisterni, koje u Pančevu pređu oko 1 mil. km godišnje, ostavljajući čađ i više od 1.000 kg benzena.

Praćenje koncentracije benzena u vazduhu se sprovodilo uglavnom sa ciljem da se sakupe podaci o tome da li koncentracije benzena prekoračuju standardne vrednosti. S obzirom na ovakve podatke, danas se ne može sprovesti precizna i tačna procena koncentracionog trenda benzena. Ipak, može se zaključiti da se koncentracija benzena u vazduhu Pančeva značajno smanjila u poslednjih deset godina. Uprkos značajnom smanjenju nivoa zagađenja, često je koncentracija benzena u Pančevu iznad dozvoljene, što se može dovesti u vezu sa tim da se u gradovima Južne Evrope, pa tako i u Pančevu, zbog sporijeg ekonomskog razvoja, na ulicama još uvek voze stariji modeli automobila.

Na osnovu frekventnosti saobraćaja na raskrsnicama u gradu i na prilaznim putevima koji su značajni može se pretpostaviti da je njegova participacija u ukupnom aerozagađenju znatna. Ako se tome pridodaju činjenice da u Pančevu nema nedovoljnog broja parkirališta pa se koriste trotoari i zelene površine umesto njih, kao i da postoji veliki broj saobraćajnica koje nisu praćene zelenim površinama koje smanjuju zagađenost, onda je učešće saobraćaja u ukupnom aerozagađenju Pančeva nesumnjivo.

Podaci koji datiraju iz 2005. godine pokazuju da je na teritoriji Pančeva bilo registrovano 56.865 automobila, 391 autobusa i 4.374 kamiona, a cirkulisalo je i više od 450 kamiona i cisterni koji su prevozili industrijske proizvode.

2.4.3 Sagorevanje čvrstog goriva

Količina benzena u gorivu zavisi od hemijskog sastava i uslova sagorevanja. Za najčešće korišćeno gorivo, količina benzena u dimnim gasovima je različita i to za:

- | | |
|--|-------------------------------|
| • Sagorevanje u plamenu-potpuno sagorevanje | 0,5 – 0,8 mg/m ³ , |
| • Tinjanje vatre | 1,0 mg/m ³ , |
| • U postupku gašenja plamena-nepotpuno sagorevanje | 30,0 mg/m ³ i |
| • Naknadno tinjanje vatre | 1,4 mg/m ³ . |

Znatan broj kotlarnica i još mnogo veći broj individualnih kućnih ložišta utiču na aerozagađenost tokom grejne sezone koja na ovom lokalitetu traje pola godine. Oko 35% domaćinstava u Pančevu ima daljinsko grejanje, dok preostalih 65% ima individualno grejanje (najčešće su to razne

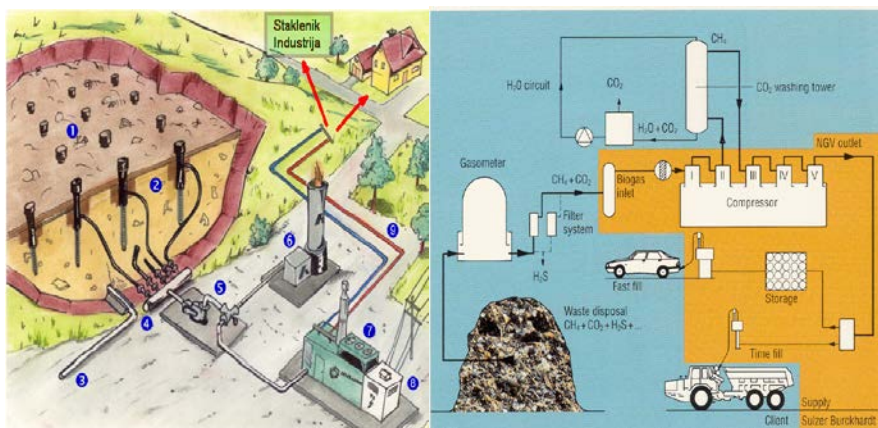
vrste peći). Gasifikacija je sprovedena u manjem broju domaćinstava. Goriva koja se najčešće koriste za grejanje domaćinstava su mazut, ugalj, drva i prirodni gas, a čađ i gasovi emituju se u atmosferu.⁸

Pančevo ima više od 28.000 stanova koji za grejanje potroše oko 450 GWh energije. Struktura goriva za grejanje se menja prema ceni/paritetu goriva i teško se može utvrditi. Teško je utvrditi kvalitet sagorevanja goriva i zbog toga i sadržaj benzena u dimnom gasu. Prema potrebnoj energiji za grejanje gradskih stanova/kuća može se pretpostaviti da se u toku grejne sezone emituje više od 60.000 kg benzena.

2.4.4 Deponija otpada

Retki su gradovi u Srbiji koji imaju uređene gradske deponije. Većina gradova i sela imaju po nekoliko divljih deponija. Ne može se reći da sve deponije emituju štetne materije u vazduh. Samo na deponijama sa organskim otpadom, emituju se štetni gasovi i benzen.

Pančevo je svoju gradsku deponiju već popunilo, a počela je i sa radom nova gradska odnosno regionalne deponije koja je uređena po standardima EU, a prema savremenim metodama za obradu otpada (Slika 5).



Slika 5: Savremene metode obrade otpada

Izvor: Jelinčić J., Đurović S. (2009): Zaštita životne sredine, Centar za primenjene evropske studije, Beograd

Isparavanje iz zauljenih otpadnih voda otpada uspešno sprečavaju zagađenje vazduha i mogu biti ekonomski isplative. Od dobijenog bio ili deponijskog gasa može se na kogeneracionim uređajima praviti struja, kao najbolja valorizacija čvrstog otpada.

⁸ Jelinčić, J., Đurović, S. (2009) Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj, Centar za primenjene evropske studije, Centar za primenjene evropske studije, Beograd

2.4.5 Benzen iz zauljenog zemljišta

Zauljeno zemljište nastaje od nekontrolisanog zagađenja:

- naftom i naftinim derivatima,
- mastima i motornim uljima, najčešće kod manipulacije derivatima i
- pranjem zauljenih mašina i aparata na neobezbeđenim mestima.

Ukoliko se zauljeno zemljište odmah ne sanira, pored zagađenja vazduha zagađuju se i podzemne vode. Zauljeno zemljište se može sanirati postupkom bioremedijacije. U toku postupka bioremedijacije u vazduh idu produkti nastali biološkom reakcijom, ali najveći udeo produkata koji idu u vazduh su CO₂ i voda. Bioremedijacija je na teritoriji Pančeva nedovoljno zastupljena.

Na teritoriji grada Pančeva od ukupno registrovanih 411.000 l mazivih ulja u potrošnji, u zemljištu iz različitih razloga završi 75.000 l. Najveći razlozi zbog kojih ovolika količina mazivnih ulja završi u zemljištu Pančeva su ljudski nemar i neadekvatno rukovođenje.

Zagađenja zemljišta teritorije grada Pančeva od nafte i naftinih derivata locirana su u Južnoj industrijskoj zoni (JIZ) benzinskim pumpama i mestima havarije prevoznih sredstava, naftovoda, produktovoda naftinih derivata, a ovim putem dolazi do zagađenja benzenom.

2.4.6 Isparavanje iz zauljenih otpadnih voda

Pančevo je jedan od većih gradova AP Vojvodine, na ušću Tamiša u Dunava, na čijoj teritoriji se prostire industrijski kompleks na površini od oko 400ha koji obuhvata postrojenja za proizvodnju veštačkih đubriva, sa ukupnim godišnjim kapacitetom oko 1.200.000 t različitih azotnih jedinjenja, rafineriju nafte, sa godišnjom preradom od oko 4.820.000 tona nafte i ukupnim skladišnim kapacitetom od 700.000 m³ i petrohemijska postrojenja, koja godišnje proizvedu oko milion tona petrohemijskih proizvoda.

Industrijski kompleks Pančeva je povezan sa Dunavom preko dva kanala od kojih je jedan za prihvatanje otpadnih voda nakon njihovog prečišćavanja u fabrici za tretman otpadnih voda. Ovaj kompleks je bio pogođen ratnim dejstvima 1999. godine što je dodatno doprinelo već postojećem zagađenju prouzrokovanom višedecenijskim radom ovih postrojenja. Na rasprostiranje zagađujućih materija takođe utiču dominantni jugoistočni i severni vetar.

Sa otvorenih zauljenih vodenih površina, na postrojenjima za preradu otpadnih voda, i preradu rafinerijskog mulja koji nastaje na više mesta u RNP, temperature $\leq 40^{\circ}\text{C}$, je mesto gde se javlja isparavanje ne samo benzena rastvorenog u vodi, nego i materija neprijatnog mirisa. U vreme nepovoljnih meteoroloških uslova i grešaka u postupku obrade otpadnih voda ($\text{pH}<7$) neprijatni mirisi se nađu u gradu na opšte negodovanje građana Pančeva.

Pojava visokih koncentracija benzena i ukupnih ugljovodonika otpadnih voda Pančeva uglavnom je vezana za aktivnosti u fabrikama Rafinerija nafte „Pančevo“ i HIP „Petrohemija“. U najvećoj meri zagađenje dolazi od raznih vrsta cisterni koje se koriste za pretakanje goriva i većih površine na otvorenom koje pripadaju postrojenjima za tretiranje industrijskih otpadnih voda.

2.5 Kvalitet vazduha urbane sredine

Svet se drastično razvio u poslednjih 50 godina: ukupna populacija se više nego udvostručila, broj ljudi koji živi u gradovima je porastao za više od 4 puta, a u ukupna potrošnja skoro 5 puta. Broj registrovanih motornih vozila je skoro deset puta veći nego pre 50 godina.⁹ Uprkos tome, uočljivo je poboljšanje kvaliteta urbane životne sredine u razvijenom delu sveta.

Aerozagađenje je poslednjih decenija pretrpelo drastične promene u razvijenim zemljama širom sveta. Do 70-tih godina prošlog veka dominantne zagađujuće materije bile su sumpor-dioksid (SO_2) i čađ, nastala sagorevanjem fosilnih goriva za grejanje i proizvodnju električne energije. Ti problemi su delimično rešeni uvođenjem čistijih goriva, viših dimnjaka i prečišćavanjem izduvnih gasova u urbanim oblastima. U razvijenim zemljama razvitak tehnologije i zakonodavstva rezultovao je poboljšanjem energetske efikasnosti i smanjenjem emisije. Nivo aerozagađenja u urbanim oblastima u početku raste, prolazi kroz maksimum i zatim se smanjuje (Slika 6.), kada na snagu stupe zakoni koji za cilj imaju smanjenje zagađenja. Gradovi u razvijenim zapadnim zemljama su u poslednjoj fazi razvoja, jer je razvoj tehnologije i zakonodavstva u cilju zaštite kvaliteta vazduha, u mnogim slučajevima rezultovao poboljšanjem energetske efikasnosti i smanjenjem emisije. U zemljama sa ekonomijom u tranziciji mnogi gradovi su u fazi stabilizacije, dok u zemljama u razvoju nivo zagađenja još uvek raste.¹⁰

⁹ Fenger J. (2009) Air pollution in the last 50 years – From local to global. Atmospheric Environment 43

¹⁰ Fenger J. (1999) Urban air quality. Atmospheric Environment 3



Slika 6. - Šematski prikaz promene nivoa urbanog aerozagađenja sa razvitkom neke zemlje

Izvor: Mage T. et al., 1996.

Međutim, u razvijenim zemljama je usled porasta saobraćaja došlo je do povećanja koncentracija azotovih oksida (NO_x), isparljivih organskih jedinjenja (VOC) i fotohemijskih oksidanata. Uvođenjem novih sofisticiranih analitičkih tehnika otkrivena su i neka nova opasna organska jedinjenja, koja uglavnom vode poreklo iz industrijskih izvora. Poljoprivreda je takođe postala značajan izvor aerozagađenja, naročito zbog amonijaka koji se koristi za proizvodnju organskih đubriva.

2.5.1 Zakonske regulative i Evropske direktive za kvalitet vazduha

Zakon o zaštiti vazduha Republike Srbije je jedan od zakona koji je pripremljen u postupku usklađivanja domaće legislative sa propisima Evropske unije, a kojim se ova oblast uređuje u celosti. U Evropskoj uniji postoji preko 30 propisa, pre svega, direktiva kojima se uređuje zaštita vazduha, kvalitet vazduha, emisija stacionarnih i pokretnih izvora, monitoring i razmena informacija. Pored toga, Republika Srbija je ratifikovala dve bitne konvencije po kojima postoji obaveza izveštavanja o emisijama u vazduhu: Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution-CLRTAP (1986. godine) sa EMEP Protokolom (1987. godine) i UNFCCC (1997. godine) sa Kjoto Protokolom (2007. godine.).

Zakonom o zaštiti vazduha (Službeni glasnik RS, 75/2009) uređeno je upravljanje kvalitetom vazduha i utvrđene su mere, način organizovanja i kontrola sprovođenja zaštite i poboljšanja kvaliteta vazduha na teritoriji RS. Ovaj zakon je harmonizovan sa EU *acquis-om* u oblasti upravljanja kvalitetom vazduha, a pre svega sa Direktivom o kvalitetu ambijentalnog vazduha i čistijem vazduhu

za Evropu (2008/50/EC) i Direktivom o arsenu, kadmijumu, živi, niklu i policikličnim aromatičnim ugljovodonicima u ambijentalnom vazduhu (2004/107/EC).¹¹

U skladu sa članom 9. ovog Zakona, a u cilju efikasnog upravljanja kvalitetom vazduha uspostavlja se monitoring kvaliteta vazduha, kao jedinstveni funkcionalni sistem praćenja i kontrole stepena zagađenja vazduha i održavanja baze podataka o kvalitetu vazduha. Monitoring obezbeđuju Republika Srbija, autonomna pokrajina i jedinica lokalne samouprave, u okviru svojih nadležnosti utvrđenih zakonom.¹²

Kvalitet vazduha u urbanim sredinama je danas regulisan standardima kvaliteta vazduha. Oni se baziraju na eksperimentima na ljudima i/ili životinjama i na epidemiološkim istraživanjima, a o njima odlučuje Svetska zdravstvena organizacija (WHO) i izraženi su u formi preporuka.¹³ (WHO, 2000).

U Evropi standarde propisuje Evropska Unija (EU), ali se standardi za “glavne zagađujuće materije iz vazduha” (SO₂, NO_x, CO, čađ) baziraju i na nacionalnom smanjenju emisije predviđenom “Konvencijom za prekogranični transport aerozagađenja”, jer su strategije za smanjenje aerozagađenja dovele do znatnog smanjenja koncentracija zagađujućih materija iz vazduha u gradovima razvijenog sveta.

Prva EC direktiva koja se odnosi na kvalitet ambijentalnog vazduha je usvojena 1980. godine, (EEC, 1980 Directive 80/779/EEC) i definisala je granične vrednosti i smernice za SO₂ i suspendovane čestice, kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi i životna sredina od štetnih efekata zagađenja.

Usledile su direktiva za olovo (EEC, 1982, Directive 82/884/EEC) i azot dioksid (NO₂) (EEC, 1985, Directive 85/203/EEC). Nešto kasnije granične vrednosti su pooštrene, pa tako srednja časovna vrednost za SO₂ ne sme da premaši 350 µg/m³ više od 24 puta godišnje, a časovna vrednost za NO₂ ne sme da premaši 200 µg/m³ više od 18 puta godišnje (od 2010. godine). Srednja godišnja koncentracija olova treba da bude ispod 0.5 µg/m³. Takođe definisane su i različite granične vrednosti za čestice.

U tabelama 2. i 3. prikazani su pregledi graničnih i željenih (target) vrednosti (ustanovljenih radi zaštite zdravlja ljudi i vegetacije) za SO₂, NO₂, suspendovane čestice, benzen, CO, O₃, arsen, kadmijum, nikal i benzo(a)piren, definisanih osnovnom EU direktivom za kvalitet vazduha i njoj srodnim direktivama.

¹¹ Zakon o zaštiti vazduha Službeni glasnik RS, 75/2009

¹² Zakon o zaštiti vazduha Službeni glasnik RS, 75/2009

¹³ WHO (2000) second ed. Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publication, European Series No 91. Regional Office for Europe, Copenhagen. Ozog. Designingan Effective Risk Matrix, io Mosaic Corporation,

Tabela 2 - Ciljne vrednosti i kriterijumi za ocenjivanje (zaštita zdravlja ljudi)

Polutant	Period usrednjavanja	Granica ocenjivanja ($\mu\text{gm}^{-3}/\text{mgm}^{-3}$)		Ciljna vrednost ($\mu\text{gm}^{-3}/\text{ngm}^{-3}$)	Rok za dostizanje granične vrednosti
		Donja	Gornja		
Suspendovane čestice(PM2.5)	Kalendarska godina	12.5	17.5	25	1.1.2012.
Ozon (O3)	8h maksimum	-	-	120 (25x/g.) tokom 3g. merenja	1.1.2012.
Arsen (As)	Kalendarska godina	24	0.0036	6	-
Kadmijum (Cd)	Kalendarska godina	20	3	5	-
Nikl (Ni)	Kalendarska godina	10	14	20	-
Benzo(a)piren (BaP)	Kalendarska godina	0.4	0.6	1	-

Izvor: ECT/ACC Tehnical paper, 2009, European exchange of monitoring information and state of the air quality in 2007.

Tabela 3: Granične vrednosti, granice tolerancije i kriterijumi za ocenjivanje (zaštita zdravlja ljudi)

Polutant	Period usrednjavanja	Granica ocenjivanja ($\mu\text{gm}^{-3}/\text{mgm}^{-3}$)		Granična vrednost ($\mu\text{gm}^{-3}/\text{mgm}^{-3}$)	Granica tolerancije ($\mu\text{gm}^{-3}/\text{mgm}^{-3}$)	Rok za dostizanje granične vrednosti
		Donja	Gornja			
Sumpor dioksid (SO2)	1 sat	-	-	350 (24x)	150	1.1.2016.
	1 dan	50	75	125 (3x)	-	1.1.2016.
	Kalendarska godina	-	-	50	-	1.1.2016.
Azot dioksid (NO2)	1 sat	75	105	150 (18x)	75	1.1.2021.
	1 dan	-	-	85	40	1.1.2012.
	Kalendarska godina	26	32	40	20	1.1.2021.
Suspendovane čestice (PM10)	1 dan	25	35	50 (35x)	25	1.1.2016.
	Kalendarska godina	20	28	40	8	1.1.2016.
Benzen (C6H6)	Kalendarska godina	2	3.5	5	5 3	1.1.2021.
Suspendovane čestice (PM2.5)	Kalendarska Godina	12.5	17.5	25	5	1.1.2019.
Ugljen monoksid (CO)	8 časovni maksimum	5	7	10	6	1.1.2016.
	1 dan	-	-	5	5	1.1.2016.
	Kalendarska godina	-	-	3	-	1.1.2016.
Olovo (Pb)	1 dan	-	-	1	-	1.1.2016.
	Kalendarska godina	0.25	0.35	0.5	0.5	1.1.2016.

Izvor: WHO (2000) second ed. Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publication, European Series No 91. Regional Office for Europe, Copenhagen. Ozog. Designingan Effective Risk Matrix, io Mosaic Corporation,

Granice izloženosti za lica koja su u kontaktu sa benzenom sa značenjem skraćenica:

- **AIHA**(American Industrial Hygiene Association) - Američka asocijacija industrijske higijene,

- **STEL** (Short Term Exposure Limit) - Kratkoročne granice izloženosti,
- **ERPG** (Emergency Response Planning Guidelines) - Granice planiranja hitnih slučajeva,
- **OSHA** (Occupational Safety and Health Administration) - Služba za bezbednost na radu i zdravlje radnika,
- **PEL** (Permissible Exposure Limits) - Dozvoljena granice izlaganja,
- **NOISH** (National Institute of Occupational Safety and Health) - Nacionalni institut za bezbednost i zdravlje,
- **REL** (Eecommended Exposure Limits) - Granice preporučene izloženosti,
- **ACGIH** (American Conference of Governmental Industrial Hygienists) - Američki konferencija vladinih industrijskih higijeničara,
- **TLV** (Threshold Limit Value) - granična vrednost,
- **AIHA – ERPG 2**, je maksimalna koncentracija benzena u vazduhu ispod koje skoro svi pojedinci mogu biti izloženi do jedan sat bez doživljavanja ili stvaranja mogućnosti da se kasnije razvije ireverzibilni efekti ili drugi ozbiljniji zdravstveni efekti koji mogu smanjiti njihove sposobnosti da izvrše predviđene akcije. Ta koncentracija benzena u vazduhu je $\leq 489 \text{ mg/m}^3$.
- **AIHA – ERPG 1**, je maksimalna koncentracija benzena u vazduhu ispod koje skoro svi pojedinci mogu biti izloženi do jedan sat bez doživljavanja ozbiljnijih negativnih zdravstvenih efekata. Ta koncentracija benzena u vazduhu je $\leq 163 \text{ mg/m}^3$,
- **OSHA – STEL** (kratkoročna granica izloženosti) je 15- to minutna TWA izloženost benzenu koja ne sme biti prekoračena bilo kada u toku radnog dana. Ta koncentracija benzena u vazduhu je $\leq 16.2 \text{ mg/m}^3$, dok je OSAHA – STEL 5.2 mg/m^3 ,
- **OSHA – PEL** (dozvoljena granica izloženosti) je koncentracija benzena u vazduhu kojoj većina radnika može biti izložena bez negativnih efekata u toku osam sati radnog vremena, odnosno 40 satne nedelje. Ta koncentracija benzena u vazduhu je $\leq 3.2 \text{ mg/m}^3$,
- **NIOSH – STEL** je preporučena granica izloženosti za petnaesto minutni period benzena u vazduhu. Ta koncentracija je $\leq 3.2 \text{ mg/m}^3$ benzena u vazduhu,
- **ACGIH – TLV** (donja granična vrednost) je koncentracija benzena u vazduhu kojoj većina radnika može biti izložena bez negativnih efekata. Ta koncentracija benzena u vazduhu je 1.6 mg/m^3 .

- **NIOSH – REL** (preporučena granica izlaganja) za osmo ili deseto časovno radno vreme, maksimalna izloženost. Ta koncentracija benzena u vazduhu je $\leq 320 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Specifični parametri za određivanje rizika prikazani su u Tabeli 7., gde je:

- ED (godina) trajanje izloženosti
- BW (Kg) telesna težina
- IR (m^3/h) nivo inhalacije
- ET (h/dan) vreme izloženosti tokom dana m^3 .

Tabela 4: Specifični parametri za određivanje rizika

Parametri	Odrasli	Deca starosti 1-5 godina	Deca starosti 6-11 godina	Deca starosti 12-17 godina
ED (god)	30	5	6	6
BW (kg)	70	15	24	44
IR (m^3h^{-1})	0,91	0,3	0,49	0,58
ET (h/dan^{-1})	24	24	24	24

Izvor: Unija poslodavaca Srbije, 2015, preuzeto sa

http://www.poslodavci.rs/wpcontent/uploads/2015/11/prirucnik_za_procenu_rizika.pdf datum pristupa 15.03.2018.

U naseljenim područjima u kojima je prekoračena GIV zbog postojećih izvora zagađenja, to prekoračenje može iznositi najviše $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (100 %) do 2015 godine, s tim da se svakih 12 meseci počev od 2006 godine, smanjuje najmanje za po $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Za 2008 godinu GVI za benzen iznosi $9.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

U zemljama EU se očekuje da prosečna godišnja koncentracija benzena u vazduhu ne prelazi $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ do 2010. Godine. Evropska legislativa traži sa koncentracija benzena do 2016. godine bude 0 %.

Prema zakonu EU granična vrednost je pravno obavezujuća od dana njegovog stupanja na snagu uz prekoračenja dozvoljena zakonom. Nova direktiva uvodi dodatne PM2.5 ciljeve ciljajući na izloženost stanovništva finim česticama. Ovi ciljevi su postavljeni na nacionalnom nivou i zasnivaju se na indikatoru prosečne izloženosti (AEI).

AEI se određuje kao prosek trogodišnje koncentracije PM2.5 određen preko izabranih stanica za monitoring u naseljima i većim gradskim sredinama, postavljenim na urbanim lokacijama kako bi se na najbolji način procenila PM2.5 izloženost opšte populacije

EPA (US Environmental Protection Agency) standardi po pitanju zagađenja benzenom su veoma striktni. Ova agencija ukazuje na njegova svojstva i standarde.

Tabela 5. Mediji izlaganja i potencijal za ekspoziciju:

Medijum ekspozicije	Relativni potencijala za izlaganje	Osnove zagađenja
Vazduh u zatvorenim prostorijama	Viši	Benzen je uobičajen zagađivač vazduha u zatvorenom prostoru. Izvori uključuju duvanski dim; izduvni gasovi iz motornih vozila; dim iz zapaljenih drva; i neki proizvodi za domaćinstvo koji sadrže naftne hemikalije na bazi kao što su lepkovi, boje, nameštaj, vosak i maziva. U kućama/stanovima koji se nalaze iznad kontaminiranih podzemnih voda, benzenske pare je u stanju da migriraju kroz tla i temelja i ulaze podrum i doprinose da se poveća koncentracija benzena vazduhu u zatvorenom prostoru . Benzen takođe može isparavati u unutrašnji vazduh iz kontaminiranih podzemnih voda usled unutrašnjeg korišćenja vode (npr. tuširanje, pranje sudova, veša) .
Vazduh iz okoline	Srednji	Benzen je zajednički zagađivač ambijentalnog vazduha. Otvoreni izvori zagađenja vazduha uključuju izvore iz motornih vozila, i emisije iz industrijskih procesa i servisa za motorna vozila.
Podzemna voda	Srednji	Kontaminacija podzemnih voda može da se javi usled curenja podzemnih rezervoara i od opasnih deponija gde je benzen često prisutan kao komponenta benzina i naftnih derivata.
Voda za piće	Srednji	Kontaminacije vode za piće benzenom se mogu javiti, u posebnim slučajevima.
Zemljište	Niži	Benzen je nestabilno jedinjenje koje ne prodire značajno u zemljište ili koje ima akumulaciju u zemljištu. Niske koncentracije benzena u površinskim slojevima zemljišta mogu biti detektovane na lokacijama gde su se dogodili akcidentnih izlivanja benzina ili nafte.
Hrana	Niži	Benzen se obično ne nalazi u hrani; FDU ograničava upotrebu u pakovanju hrane.
Sediment	Niži	Benzen je nestabilno jedinjenje koje nema značajan pojavni oblik i akumulaciju u sedimentima .

Izvor: Unija poslodavaca Srbije, 2015, preuzeto sa

http://www.poslodavci.rs/wpcontent/uploads/2015/11/prirucnik_za_procenu_rizika.pdf datum pristupa 15.03.2018.

2.5.2 Važne informacije po EPA standardima za donosiocce odluka

Ovde možemo da vidimo značajne informacije koje mogu biti korisne za rizične ocenjivače, i druge donosiocce odluka koji su zainteresovani za smanjenje izloženosti i štetne posledice po zdravlje kod lica izloženih ovoj hemikaliji. Informacije u ovom odeljku se fokusiraju tako da se smanji izloženost, proceni moguća izloženost, i za neke hemikalije, sprovede tretman.

- Detaljne izvori informacija i analize informacija koje se odnose na izlaganje i zdravstvene efekte benzena su dostupni u toksikološkom Pregledu za benzen i Toksikološkom profilu za Benzen. Takođe, Pregled opasnost od benzena je takođe dostupan sa US EPA i sumira podatke prvenstveno iz ova dva izvora. Takođe, mora se znati da kontakt informacije za ove agencije su na raspolaganju u ovim dokumentima. Kontakt informacije se, takođe, nalaze na veb sajtu TEACH-a.
- S obzirom na podatke koji se nalaze u dokumentu US EPA - Maksimalni Nivo zagađenosti (MCLG) iznosi 0 za benzen, pa se tako može razmotriti alternativa za snabdevanje vodom, na primer, flaširane vode, gde može benzen da utiče na vodu za piće.
- Američki Centar za kontrolu bolesti izdaje dokument pod nazivom "Smernice za upravljanje medicinskim Benzenom" za zdravstvene radnike.
- Kada su u pitanju velike površine, izvršena je studija o štetnosti zagađenosti vazduha benzenom i drugim hemikalijama u koju su bila uključena deca uzrasta od sedam godina i starije. Kod životne sredine duvanski dim doprinosi benzenskoj izloženosti, u zatvorenim prostorima 30-50 % viša je izloženost po pitanju benzena nego u domovima i kućama nepušača.
- Benzen je analiziran u odnosu na druge hemikalije u National Human Exposure Assessment Survey (NHEXAS) gde su se analizirali uzorci vazduha u zatvorenom prostoru, na otvorenom, i pijaće vode. Koncentracija benzena u zatvorenom premašila je onu na otvorenom prostoru, dok je većina uzoraka vode za piće imala koncentracije benzena ispod granice analitičke detekcije.
- US EPA od 1999. godine ima podatke o emisijama benzena u koncentraciji vazduha za svih 50 država i njihove procene koncentracije vazduha, po stepenu izloženosti ljudi, i procenjenoj opasnosti. Benzen predstavlja jedini poznati kancerogen koji može da ispuni kriterijum "nacionalnog pokretača rizika od raka," što znači da je gornja granica rizika od raka premašila u 10 miliona više od 10% američke populacije.

- Benzen u kontaminiranom podzemnim vodama može isparavati i kontaminirati unutrašnji vazduh. Takvo pretvaranje u paru treba uzeti u obzir u proceni izlaganju benzenu.¹⁴

Referentne vrednosti toksičnosti po EPA standardima:

A. Oralno / Gutanjem

- US EPA Reference Dose (RFD) za hroničnu oralnu ekspoziciju: $4E - 3$ (ili 0.004) mg /kg /dan ($1.8E - 3$ ili 0,0018 mg/lb/dan), na osnovu smanjenog broja limfocita kod odraslih ljudi,¹⁵
- US EPA Cancer Oral Slope Faktor: $1.5E - 2$ (ili 0,015) na $5.5E - 2$ (ili 0,055) po (mg/kg) /dan [$3.3E - 2$ - $12.1E - 2$ (ili 0.033-0.012) po (mg/lb)/dan], na osnovu povećanog rizika od leukemije kod odraslih.¹⁶
- U.S. EPA Cancer Drinking Water Unit Risk: $4.4E - 7$ (ili 0.00000044) na $1.6E - 6$ (ili 0.0000016) po mg/l, dobijen metodom ekstrapolacije korišćenjem linearnog ekstrapolaciju podataka zanimanja odraslog čoveka.
- U.S. EPA Drinking Water Concentrations at Specified Risk Levels for Cancer: U $1E - 4$ (ili 1 u 10.000), 102-103 g / l ; $1E - 5$ (ili 1 u 100.000) , 101-102 ug / L ; $1E - 6$ (ili 1 u 1.000.000) , 100-101 ug / L,¹⁷
- U.S. EPA Drinking Water Advisories: 1 dan=0,2 mg/l, 10 dana=0,2mg/l, ¹⁸
- U.S. EPA Maximum Contaminant Level (MCL) for Drinking Water: 0,005 mg / l, sa potencijalnim zdravstvenim efektima anemije, smanjenje trombocita i povećan rizik od raka¹⁹
- U.S. EPA Maximum Contaminant Level Goal (MCLG): 0 mg/L²⁰.

B. Inhalacijom - udisanjem

- U.S. EPA Reference Concentration (RfC) for Chronic Inhalation Exposure: $3E - 2$ (ili 0.03) mg/m³, na osnovu smanjenih limfocita kod odraslih ljudi²¹,
- U.S. EPA Carcinogenic Risk from Inhalation Exposure Air Unit Risk: Opseg $2.2e - 6$ (ili) da 0.0000022 - $7.8E - 6$ (ili 0.0000078) je povećanje životnog veka rizika pojedinca koji je izložen

¹⁴ <http://www.epa.gov> datum pristupa 15.03.2018.

¹⁵ <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm> I.A.1 datum pristupa 15.03.2018.

¹⁶ <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm> datum pristupa 15.03.2018.

¹⁷ <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm> datum pristupa 15.03.2018.

¹⁸ <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html> datum pristupa 15.03.2018.

¹⁹ <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html> datum pristupa 15.03.2018.

²⁰ <http://www.epa.gov/safewater/contaminants/index.html> datum pristupa 15.03.2018.

²¹ <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm> datum pristupa 15.03.2018.

za života do 1 mg/m³ benzena u vazduhu; izveden koristeći linearnost niske doze ekstrapolacije metod koji koristi maksimalne procene verovatnoću²²,

- U.S. EPA Air Concentrations at Specified Risk Levels for Cancer: 1E - 4 (ili 1 u 10.000), 13.0-45.0 mg/m³ ; 1E - 5 (ili 1 u 100.000) , 1.3-4.5 mg/m³ ; 1E - 6 (ili 1 u 1.000.000) , 0.13-0.45 mg/m³.²³
- U.S. ATSDR Minimal Risk Level (MRL): 0.009 ppm (akutna inhalacija); 0.004 ppm (intermediate inhalacija); 0.003 ppm (hronična inhalacija); sve tri vrednosti na osnovu imunoloških efekata.²⁴

2.6 Uticaj benzena na zdravlje ljudi

Rezultati merenja pokazuju da je najveći broj prekoračenja granične vrednosti emisije od 2005. godine registrovan za benzen, ukupne suspendovane čestice TSP, čestice PM10, čađ, amonijak, ugljenmonoksid i prizemni ozon. Iako se konstantno vrši kontrola kvalitet vazduha, po važećoj regulativi ne postoji mogućnost da gradska uprava dobije ovlašćenje za merenje emisije od nadležnog Ministarstva jer ne može da bude registrovana za ovakve vrste delatnosti. Usled toga, iako tačni i precizni, rezultati merenja nemaju status zvaničnih merenja, te se, konkretno, ne mogu koristiti kao relevantni dokazi u sudskoj praksi. Isto tako, ne postoji ovlašćeni organ koji bi analizirao i upoređivao rezultate merenja dva sistema koji se koriste za merenje emisije.

Benzen (C₆H₆) je bezbojna, na sobnoj temperaturi isparljiva i lako zapaljiva tečnost, karakterističnog mirisa. Slabo se rastvara u vodi, dobro u organskim rastvaračima. Pare benzena su eksplozivne. Mnogi ljudi mogu početi da osećaju:

- miris benzena u vazduhu kod koncentracije od 1.5 - 4.7 ppm i
- osetiti benzen u vodi kod koncentracije od 2 ppm,
- ukus benzena u vodi kod koncentracije od 0.5 - 4.5 ppm.

Benzen se nalazi u vazduhu, vodi i zemlji. Benzen pronađen u okolini potiče od ljudskih aktivnosti i procesa u prirodi, a danas najčešće iz naftnih izvora. Zbog široke upotrebe, benzen se rangira među top 20 u proizvodnji hemikalija proizvedenih u SAD.

²² <http://www.epa.gov/iris/subst/0276.htm> datum pristupa 15.03.2018.

²³ <http://www.epa.gov> datum pristupa 15.03.2018.

²⁴ <http://www.atsdr.cdc.gov/mrls/index.html> datum pristupa 15.03.2018.

Različite industrije koriste benzen za pravljenje drugih hemikalija, kao što je styren (za Stvrofoam® i druge plastike), cumen (za različite smole), i cyclohexan (za najlon i sintetička vlakna). Benzen se koristi za proizvodnju nekih vrsta guma, maziva, boja (za tkanine), deterdženata, droga i pesticida.

Prirodni izvori benzena, što uključuje vulkane i šumske požare, takođe doprinose prisustvu benzena u životnoj okolini. Benzen je, takođe, prirodni deo sirove nafte, benzina i dima od cigareta.

- **Voda:** Benzene je vrlo isparljiv: evaporation half-life poluživot 2.7-5 sati (4.8 h u 1 m dubine u vodi na 25°C).
- **Vazduh:** Benzen je umereni izvor smoga. Lako reaguje sa OH radikalima, čije koncentracije se zadržavaju izvesno vreme u atmosferi (između nekoliko sati i nekoliko dana).
- **Zemljište:** Benzen je visoko isparljiv i znatan deo sa gornjeg sloja tla odlazi u atmosferu. U dubljim slojevima zemlje, supstanca je relativno mobilna, pa može dopreti do podzemnih voda. Benzen se akumulira u otpadnom mulju.
- **Poluživat:** U troposferi poluživot mu je između 7 i 22 dana sa srednjom vrednošću od 13 dana. U nižoj troposferi (oko 1-2 km), prosečne vrednosti za polu život benzena je između 3 i 10 dana.

Zbog toksičnosti, njegova primena kao rastvarača opada poslednjih godina. U mnogim zemljama je zabranjen za upotrebu. Kao kontaminat se može naći u benzinu, toluenu i ksilenima. Porastom proizvodnje bez olovnog benzina raste i sadržaj benzena u benzinu. Većem riziku su izloženi radnici koji rade na dobijanju benzena.

Toksikokinetika. Uglavnom se unose u organizam inhalacijom i preko kože. Podležu biotransformaciji pri čemu nastaju metaboliti: fenol, dihi-droksifenol, hipurna, metilhipurna, mandelična ili fenilglioksalna kiselina. Metaboliti se u obliku konjugata izlučuju urinom iz organizma. Samo male količine nepromenjenih supstanci se izlučuju izdahnutim vazduhom ili urinom. Najveća ekskrecija je 4-6 časova posle ekspozicije. 15-20% apsorbovanog benzena se nepromenjeno eliminiše izdahnutim vazduhom, a urinom manje od 1%.

Toksidinamika. Većina aromatičnih jedinjenja izaziva lokalno iritaciju kože, sluzokože oka, disajnog i digestivnog sistema. Sistemski efekti se uglavnom ispoljavaju na nervnom i hematopoeznom sistemu, bubrežima i jetri. Toksikološki su značajni: benzen, toluen, ksilen i policiklični aromatski ugljovodonici.

Sistemski efekti na centralnom nervnom sistemu su narkotički i mogu nastati oštećenja sluha i vestibularnog sistema, poremećaji motorike i ponašanja. Dovodi do hipoplazije i aplazije koštane srži,

koje mogu da zahvate jednu, dve ili sve triloze. Promene su često reverzibilne. Kao kasna manifestacija može se razviti limfocitna ili mijeloidna leukemija. Kao hemijski kancerogen za ljude pripada grupi I (kancerogen za ljude) Međunarodne agencije za istraživanje raka (IARC).

U visokim koncentracijama izaziva oštećenje miokarda i posebno sprovodnog sistema srca. Mehanizam delovanja benzena se vezuje za lipofilnost, stvaranje benzen epoksida, slobodnih radikala, oštećenja hromozoma. Kontakt sa benzenom može izazvati dermatitis.

Pri akutnim trovanjima se mogu ispoljiti blagi narkotički efekti (vrtoglavica, glavobolja, konfuznost, opijenost, muka, teturavhod), potpuna narkoza i koma. Kao trajne posledice mogu nastati toksične encefalopatije i psihoze. Iritacija sluzokoža ide do konjuktivitisa, nadražaja gornjih disajnih puteva i do edema pluća. Ako je do trovanja došlo ingestijom, biće nadražena i sluzokoža digestivnog trakta. Smrt nastaje zbog paralize vitalnih centara, aritmije, asistolije i popuštanja miokarda, masivne nekroze jetre i hepatorenalne insuficijencije. Apsorpcija kroz kožu verovatno nije dovoljna za akutno trovanje.

Pri hroničnom trovanju benzenom najznačajnija su teška, ali i reverzibilna oštećenja koštane srži. Klasične promene su trombocitopenija, leukopenija ili anemija ili njihova kombinacija – pancitopenija. Eritrociti mogu pokazivati bazofilne punktacije. Kao kasna manifestacija hroničnog trovanja benzenom se javlja limfocitna ili mijeloidna leukemija.

Incidencija među radnicima eksponovanim benzenom u koncentracijama od 450-2000 mg/m³ je dva puta veća nego u opštoj populaciji. Kako se promene mogu javiti mesecima i godinama posle poslednje ekspozicije benzenom, i posle ekspozicije se mora nastaviti sa hematološkim praćenjem osoba koje su bile u ekspoziciji benzenom. Drugi značajan efekat hroničnog trovanja benzenom se ispoljava na nervnom sistemu. Mogu se javiti oštećenja sluha i poremećaji labirinto-vestibularnog sistema. Najčešće se javljaju efekti na nivou psihomotorike i ponašanja. U visokim koncentracijama daje promene na srčanom mišiću i dovodi do poremećaja srčanog ritma. Javljaju se i iritativne, ređe alergijske, manifestacije na koži.

Određivanje i koncentracije fenola u urinu se koristi kao biološki pokazatelj ekspozicije i kumulacije benzena u organizmu. Pri profesionalnoj ekspoziciji benzenom koncentracije fenola se određuju u uzorcima neposredno posle radne smene. Postoji i direktna zavisnost između kumulativne ekspozicije benzenom u izdahnutom vazduhu neposredno posle ekspozicije.

Maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) benzena C (C₆H₆) u radnoj sredini je 3,0 mg/m³ ili 1 cm³/m³. U vodama iz naftne industrije je maksimalno dozvoljena koncentracija (MDK) 0,5 mg/l za I i II klasu vodotoka, a 0,1 mg/l za III i IV klasu.

Pored problema sa kvalitetom vazduha, Pančevo ima i niz drugih problema: neadekvatno upravljanje otpadnim vodama i odlaganje otpada životinjskog porekla, odlaganje medicinskog otpada, skladištenje opasnog industrijskog otpada u skladištima fabrika Južno-industrijske zone (JIZ), prekoračenje dozvoljenog nivoa buke i drugo (Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj, 2009).

Poslednjih decenija, procena zdravstvenog stanja stanovništva zasniva se i na podacima o korišćenju zdravstvene zaštite. Većina bolesti i patoloških stanja nastaje ne samo usled dejstva bioloških uzročnika, već i zbog prisustva brojnih faktora životne sredine. Procena zdravstvenog stanja stanovništva nije kompletna ukoliko se ne razmatraju i ovi činioci, kao i učestalost rizičnog ponašanja u populaciji. Zdravstveno stanje stanovništva Južnobanatskog okruga višestruko je nepovoljno: nisu adekvatno rešeni ranije postojeći zdravstveni problemi, a pojavili su se i novi. Demografske promene uslovljene su smanjenjem reproduktivne moći (pad nataliteta i fertiliteta) imigracijom uglavnom mladog stanovništva, što doprinosi intenzivnom starenju stanovništva. Porast udela starog stanovništva utiče na porast stope opšteg umiranja/mortaliteta.

Zagađena voda, vazduh i zemljište, predstavljaju faktore rizika okoline koji kontinuirano ugrožavaju zdravlje stanovništva. Postojeća oprema i kadar nedovoljni su za uvođenje kompletnog monitoringa navedenih faktora u Južnobanatskom okrugu. Uz to, saobraćajni traumatizam još uvek predstavlja značajan zdravstveni problem, i ima visok udeo u uzrocima smrti u Južnobanatskom okrugu.

2.7 Procena zdravstvenog rizika

Procena rizika je proces neprekidnog i sistematskog evidentiranja i procenjivanja svih faktora u procesu rada koji mogu dovesti do nastanka povrede na radu ili oštećenja zdravlja zaposlenih.

Prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu rizik je verovatnoća nastanka povrede, oboljenja ili oštećenja zdravlja zaposlenog usled opasnosti. Rizik (R) kao kvantitativni pojam, uslovljen je verovatnoćom njegovog nastanka (V) i težinom (ozbiljnošću) povrede odnosno profesionalnog oboljenja (P). Visina rizika proizilazi iz verovatnoće da opasnost ili štetnost prouzrokuje manju ili veću štetu odnosno povredu na radu ili profesionalno oboljenje ($R=V \times P$).²⁵ (Unija poslodavaca Srbije, 2015).

²⁵ Unija poslodavaca Srbije, 2015, preuzeto sa http://www.poslodavci.rs/wpcontent/uploads/2015/11/prirucnik_za_procenu_rizika.pdf datum pristupa 15.03.2018.

Prema Zakonu o bezbednosti i zdravlju na radu, procena rizika je sistematsko evidentiranje i procenjivanje svih faktora u procesu rada koji mogu uzrokovati nastanak povreda na radu, oboljenja ili oštećenja zdravlja i utvrđivanje mogućnosti, odnosno način sprečavanja, otklanjanja ili smanjenja rizika na radnom mestu i u radnoj okolini.

Metodologija sprovođenja postupka procene rizika definiše algoritam, alate i način sprovođenja postupka procene, a procedura sprovođenja postupka procene rizika definiše standardizovani niz koraka koje obezbeđuje sprovođenje postupka u skladu sa preporukama odgovarajućih zakona, propisa, kao i preporuka dobre prakse.

Procena rizika je prevashodno empirijski proces donošenja inženjerskih odluka na osnovu znanja i iskustva u cilju povišenja bezbednosti i zdravlja na radu koristeći izabrane i dosada poznate i priznate metode. U svetu postoji veliki broj priznatih metoda za procenu rizika formiranih od strane različitih udruženja i asocijacija. Nijedna metoda za procenu rizika ne propisuje izbor preventivnih mera za smanjenje, otklanjanje ili sprečavanje rizika.

2.7.1 Metode za vršenje procene rizika

Lice odgovorno za sprovođenje procene rizika poslodavcu će kroz plan predložiti i metode za vršenje procene rizika. Metoda koja će se koristiti za procenu rizika nije propisana, tako da je ostavljeno na slobodu procenjivaču da koristi bilo koji metod ili njihovu kombinaciju. Izbor metoda zavisice od vrste radnih mesta, načina rada, tehničke složenosti radnih aktivnosti i slično.

Pravilni izbor metode za procenu rizika omogućice adekvatnu primenu mera, kojima bi se ostvarilo bezbednije radno mesto i radna okolina i manja verovatnoća da će doći do profesionalnih oboljenja i povreda zaposlenih.

U zavisnosti od kriterijuma za procenu rizika sve metode koje se primenjuju u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu možemo podeliti na:

- kvalitativne,
- polukvantitativne (kombinovane) i
- kvantitativne.

2.7.1.1 Kvalitativne metode za procenu rizika

Kvalitativne metode za procenu rizika baziraju se na ličnom iskustvu i rasuđivanju učesnika u timu za procenu rizika i/ili korišćenju raspoloživih kvalitativnih, nenumeričkih podataka. Ovakav pristup ne zahteva podatke o prethodnim štetnim događajima, uzrocima i posledicama, ali uslovljava da krajnji rezultat procene rizika bude opisno, kvalitativno iskazana veličina rizika (npr. visoki rizik, umereni rizik, sl.).

Kvalitativni kriterijumi koriste reči retko, neverovatno, moguće, verovatno ili skoro sigurno kako bi se opisala verovatnoća pojave neželjenog događaja i reči kao što su kobne, ozbiljne, male ili zanemarljive kako bi se opisala veličina štete - posledice. U kvalitativnim metodama za procenu rizika najčešće se koriste subjektivni kriterijumi, koji se mere u kvalitativnim skalama. Procena je subjektivne prirode pa je zbog toga podložna greškama.

U praksi se optimalno koriste kvalitativne skale sa tri do sedam kvalitativna opisa, što zahteva izražen stručni pristup analizi potencijalnih opasnosti/štetnosti. Metode sa manje od tri kvalitativna opisa za faktore rizika nisu zanimljive, sa više od sedam dovode do značajnih poteškoća subjektivnog karaktera, povezanih sa nemogućnošću učesnika u timu za procenu rizika da dosta precizno prepozna kvalitativni opis faktora rizika.

Kvantitativna procena rizika znači predstavlja konačnu, tačnu brojnu vrednost rizika. Primeri za ovakvu procenu u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu mogu biti vezani za procenu rizika od buke i drugih fizičkih ili hemijskih štetnosti i slično gde je jasno određen nivo dozvoljenog izlaganja, kao i povećanog izlaganja. Da bi se definisale verovatnoće i posledice kao brojne vrednosti neophodno je sprovesti dublje analize, posedovati odgovarajuće statističke podatke o akcidentima itd., što predstavlja suviše složen proces za masovnu primenu pa je u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu prioritet dat kvalitativnoj proceni rizika, dok se kvantitativna primenjuje pre svega u slučajevima visokih rizika.

Međutim treba napomenuti da najnovija iskustva i preporuke razvijenih zemalja EU ukazuju na to da bi kvantitativnu procenu rizika trebalo uvesti gde je god moguće i dati joj mnogo veći značaj i primenu. Postoji već i niz novih obrazaca, preporuka i tabela koje ukazuju na način na koji se može relativno efikasno i jednostavno vršiti kvantitativna procena rizika u oblasti bezbednosti i zdravlja na radu. Tako su recimo sve posledice unifikovano izražene preko broja izgubljenih radnih dana i postoje razrađene tabele i uputstva za to.

2.7.1.1.1 Matrice za procenu rizika

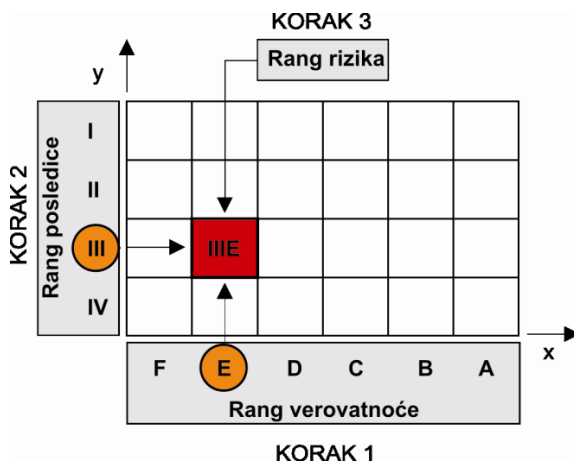
Procena rizika kvalitativnom metodom podrazumeva korišćenje nenumeričkih, odnosno kvalitativno opisanih podataka. Ovoj grupi metoda za procenu rizika pripadaju matrice rizika (matrice za rangiranje rizika).

Rangiranje rizika se zasniva na matrici, koja za svoje ose ima rangove posledice i verovatnoće.²⁶

Učesnici u timu za procenu rizika često koriste u radu matricu rizika za uspostavljanje logičke povezanosti posledica i verovatnoće u procenjivanju rizika za prethodno identifikovane opasnosti/štetnosti. Takođe, koriste se kao definisan način određivanja stepena, odnosno nivoa pojedinih rizika koji se procenjuju.

Matrica rizika (slika) se formira tako što se na x-osu nanose rangovi verovatnoće (korak 1), a na y-osu rangovi posledica (korak 2).

Kombinacija prethodno navedenih nivoa rangiranja daje rang rizika (korak 3).



Slika 7: Formiranje matrice rizika

Izvor: OZOG (2008): *Desining an effective Risk MAtrix*, IO Mosaic Corporation

Tipične kvalitativne metode za procenu rizika predstavljene su sledećim matricama za procenu rizika:

- matrica rizika 4x6 (MIL-STD-882C),

²⁶ Ozog. *Designing an Effective Risk Matrix*, io Mosaic Corporation, 2002. www.iomosaic.com

- matrica rizika 5x5 (AS/NZS 4360: 2004) i
- matrica rizika 3x3 (OHSAS standard).

2.7.1.2 Polukvantitativne (kombinovane) metode za procenu rizika

Polukvantitativne metode za procenu rizika imaju u praksi široku primenu, jer često nije moguće proceniti verovatnoću nastanka neželjenog događaja (pogotovo za retke događaje) i veličinu posledice (različite posledice za različite uslove).

Procenjivanje i rangiranje ovih veličina zasniva se na iskustvu i znanju učesnika u timu za procenu rizika.

Kvalitativne skale sa određenim brojem kvalitativnih opisa za verovatnoću i posledicu su osnov za procenu mere rizika, koja se najčešće određuje kao proizvod nivoa rangiranja verovatnoće i potencijalnih štetnih efekata. Svako određenoj kvantitativnoj meri rizika pridružuje se kvalitativno tumačenje, odnosno kvalitativni opis i odgovarajući rang.²⁷

Zajedničko za sve polukvantitativne metode za procenu rizika je da za premeštanje kvalitativnih u kvantitativne ocene pojedinih faktora rizika koriste pristup rangiranja. Svakom stepenu kvalitativne ocene pridodajemo rang - neku uslovnu numeričku vrednost. Pristup rangiranjem se odlikuje jednostavnošću, ali i nemogućnošću uočavanja neznatnih razlika ili nedostataka.²⁸

Izbor metode koja će se primeniti za procenu rizika nije ograničen ali je bitno ispuniti sve uslove za praćenje realizacije procene. Za procenu rizika pretežno se koriste polukvantitativne (kombinovane) metode.

Postoje tri pristupa procene rizika kod polukvantitativnih metoda i to:

- matricna metoda procene rizika (zasnovana je na kombinaciji formiranja matrica i tabela),
- tabelarna metoda procene rizika (zasnovana je na formiranju tabela (obrazaca) od svih elemenata za procenu rizika, kao i samog rizika) i
- grafička metoda procene rizika.

Matrica rizika predstavlja kvalitativnu metodu. Ukoliko se preciznije odrede podaci, koji se koriste u njoj, može predstavljati polukvantitativnu metodu. Elementi za procenu rizika kao i sam rizik izraženi su nivoima, numeričkim vrednostima, kvalitativnim opisom i kvantitativnim rangiranjem.

²⁷ Kiš, D. Znanstveni pristup analizi rizika radnog mjesta u proceni opasnosti, Rad Sigur. ,6, 2002,3, str. 235-253

²⁸ <https://issuu.com/kvaliteta.net/docs/hdmk7-metode-izracuna-rizika-u-sustavima-menadzmen> datum pristupa 15.03.2018.

Kod tabelarne *KINNEY* i *PILZ* metode se za prepoznavanje opasnosti/štetnosti koristi spisak opasnosti/štetnosti iz standarda *EN ISO 14121 - 1:2007* i *EN ISO 14121 - 2:2007* (*EN ISO 14121-2:2007, Safety of machinery – Risk assessment, Part 2: Principles guidance and examples of methods.*), a kod nas *Pravilnik o proceni rizika na radnom mestu i u radnoj okolini*.

Procena rizika po metodi *Kinney* se vrši na osnovu razmatranja ozbiljnosti posledice (P), verovatnoći nastanka povrede (V) i učestalosti izlaganja opasnosti (U).

Tabela 6. Ozbiljnost posledice rangira se prema sledećoj tabeli:

Rang	Opis kriterijuma
1	Lakša posledica - povreda koja zahteva prvu pomoć ili nikakav tretman
2	Znatna posledica - povreda koja zahteva medicinski tretman
3	Ozbiljna posledica - povreda koja zahteva hospitalizaciju i odsustvo sa rada
6	Veoma ozbiljna posledica - pojedinačna povreda sa smrtnim ishodom
10	Katastrofalna posledica – višestruki smrtni ishodi

Izvor: Kiš D (2002): *Znanstveni pristup analizi rizika radnog mesta u proceni opasnosti, Rad Sigur, 6.*

Tabela 7. Kriterijum verovatnoće se rangira na sledeći način:

Rang	Opis kriterijuma
0,1	Jedva shvatljivo ili primetno
0,2	Praktično neverovatno
0,5	Malo verovatno
1	Verovatnoća postoji u ograničenom broju slučajeva
3	Malo moguće
6	Sasvim moguće
10	Očekivano

Izvor: Kiš D (2002): *Znanstveni pristup analizi rizika radnog mesta u proceni opasnosti, Rad Sigur, 6.*

Tabela 8: Učestalost izlaganja opasnosti rangira se prema kriterijumima datim u tabeli:

Rang	Opis kriterijuma
1	Retko – jednom godišnje
2	Mesečno
3	Nedeljno
6	Dnevno
10	Kontinuirano

Izvor: Kiš D (2002): *Znanstveni pristup analizi rizika radnog mesta u proceni opasnosti, Rad Sigur, 6.*

Na osnovu ovoga izračunavamo nivo rizika (R) putem sledeće formule: $R = P \times V \times U$ Nivo rizika se rangira od prihvatljivog, neznatnog (0,1-20) kada se ne zahteva nikakva akcija, do ekstremnog (preko 400) koji iziskuje prekid radne aktivnosti i preduzimanje momentalnih mera za smanjenje rizika.

2.7.1.3 Kvantitativne metode za procenu rizika

Kvantitativne metode za procenu rizika podrazumevaju iskazivanje rizika u očekivanim novčanim troškovima na godišnjem nivou. Neke organizacije bi prihvatile ovakav način analize rizika jer bi im bilo omogućeno planiranje novčanih sredstava. Rukovodstvu se omogućuje na taj način da i bez poznavanja tehničkih pojedinosti sistema donese odluku. Ipak treba imati na umu da vrednosti nekih resursa nije uvek moguće iskazati novčano, pa i rezultat tada ne bi predstavljao stvarno stanje.

Kvantitativni kriterijum koristi numeričke vrednosti kako bi se opisala verovatnoća nastanka neželjenog događaja i veličine štete – posledice.²⁹

²⁹ Adamović .D, Voskresenski V., Tul, P. (2007): Održavanje na bazi rizika, prvo zdanje, Društvo za tehničku dijagnostiku Srbije, Beograd,

3. SISTEM MONITORINGA BENZENA U AMBIJENTALNOM VAZDUHU PANČEVA

Važan aspekt u očuvanju i poboljšanju kvaliteta vazduha čini praćenje stanja kvaliteta vazduha – monitoring. Na osnovu rezultata monitoringa mogu se preduzeti preventivne mere u segmentima značajnim za zaštitu vazduha od zagađenja: informisanje javnosti i davanje preporuka za ponašanje u epizodama zagađenja vazduha, praćenje i evaluacija trendova koncentracija zagađujućih materija, modelovanje (disperzija i prognoza koncentracija polutanata), procena izloženosti populacije i ekosistema, identifikacija izvora zagađenja, sagledavanje uticaja preduzetih mera na stepen zagađenosti vazduha.

Za postizanje ciljeva monitoringa potreban je određen vremenski period. Razvoj strategije monitoringa ambijentalnog vazduha počinje sa identifikacijom izvora rizika, dok drugi podjednako važan aspekt u sveobuhvatnom planiranju monitoringa se odnosi na ispunjavanje određenih zahteva i standarda monitoringa:

- Kontrola kvaliteta (Quality Control-QC) – upravljanje celokupnim procesom koji uključuje sve planirane i sistematizovane aktivnosti koje je neophodno preduzeti kako bi se obezbedio i prikazao prethodno definisani kvalitet podataka i obezbedila pouzdanost koja će ispuniti zahtevane standard;
- Obezbeđivanje kvaliteta (Quality assurance-QA) – uključuje operativne tehnike i aktivnosti koje se moraju preduzeti da bi se obezbedio kvalitet. QA funkcionalno pokriva aktivnosti koje su direktno povezane sa merenjima kao što su rutinske provere, kalibraciju i upravljanje podacima.

Pored toga, kontrolom kvaliteta vazduha postiže se:

- Utvrđivanje nivoa zagađenosti vazduha u prizemnom sloju atmosfere (troposfera);
- Ocena uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi, životnu sredinu i klimu;
- Praćenje trendova kvaliteta vazduha u korelaciji sa lokalnim izvorima emisije;
- Definisavanje potrebnih mera za zaštitu vazduha od zagađivanja;
- Informisanje javnosti.

3.1 Izvori emisije

U industrijskoj zoni Pančeva nalazi se NIS Rafinerija sirove nafte, HIP Petrohemija i industrija veštačkih đubriva Azotara. Analizirajući položaj Južne industrijske zone u odnosu na grad Pančevo, naselje Starčevo i dominantne pravce vetra, jasno je da je Južna industrijska zona postavljena mimo svih pravila prostornog planiranja. Južna industrijska zona je na pravcu uticaja dva dominantna vetra: jugoistočnog i severozapadnog. Kako je grad Pančevo u odnosu na Južnu industrijsku zonu orijentisan u severozapadnom segmentu, to jugoistočni vetrovi nose zagađujuće materije na grad Pančevo. Starčevo je u odnosu na Južnu industrijsku zonu orijentisano u jugoistočnom segmentu, pa severozapadni vetrovi nose zagađujuće materije iz Južne industrijske zone ka Starčevu.

Prenos zagađujućih materija kroz atmosferu se odvija atmosferskim strujanjem i procesom difuzije. U zavisnosti od udaljenosti mesta uticaja od izvora emisije jedan od ovih procesa dominira. Na većim udaljenostima dominantan uticaj na receptor je od atmosferskog transporta, a na manjim rastojanjima dominira proces difuzije.

3.2 Sistem za kontinualno praćenje aerozagadenja Pančeva

Na teritoriji Vojvodine uspostavljena je mreža automatskih stanica za monitoring ambijentalnog vazduha na teritoriji Vojvodine, kao integralnog dela Evropske mreže za praćenje kvaliteta vazduha/EuroAirNet - European Air Quality Monitoring Network, i ona je od izuzetnog značaja za pouzdanu i komparabilnu ocenu kvaliteta ambijentalnog vazduha, uspostavljanje informacionog sistema, kao i za preduzimanje adekvatnih mera u sprečavanju i minimiziranju negativnih efekata na zdravlje ljudi i životnu sredinu.

Prema Sektor-u za monitoring i informacioni sistem životne sredine na lokalnom nivou uspostavljene su dve mreže automatskog monitoringa, i to od strane Pokrajinskog sekretarijata za urbanizam, graditeljstvo i zaštitu životne sredine za teritoriju Vojvodine (7 automatskih stanica) i Grada Pančeva za teritoriju Pančeva (4 automatske stanice).

Sistematsko praćenje kvaliteta vazduha na teritoriji Pančeva obavlja se radi:

1. praćenja stepena zagađenosti vazduha u odnosu na granične vrednosti emisije (GVI),
2. praćenja trendova koncentracija po zonama,

3. identifikacije izvora zagađenja,
4. informisanja javnosti i davanja preporuka za ponašanje u vreme epizodnih zagađenja,
5. procene izloženosti populacije,
6. preduzimanja mera za zaštitu vazduha od zagađivanja i sagledavanje uticaja preduzetih mera.

Sistem za merenje kvaliteta vazduha Pančeva čine četiri fiksne automatske stanice za monitoring i centar za prikupljanje podataka koji se nalazi u zgradi Opštine Pančevo, u kome se svakog sata prikupljaju podaci sa svih stanica. Ove četiri stanice su raspoređene na teritoriji grada Pančeva imajući u vidu dominantne pravce vetra, izloženost populacije, položaj lokalnih fabrika i pristupačnost lokacija, ali je sistematsko planiranje monitoring sistema izostalo. Svaka stanica je opremljena analizatorima za automatsko merenje različitih zagađujućih materija u vazduhu, zavisno od karakteristika pojedinih mernih mesta. Na teritoriji opštine Pančevo mere se sledeće zagađujuće materije: sumpor dioksid, azotovi oksidi, amonijak, ozon, ukupni redukovani sumpor (TRS), PM10, benzen, toluen i ksilen (BTX) i ukupni nemetanski ugljovodonici (TNMHC).

Prema zvaničnoj prezentaciji grada Pančeva³⁰ sistem za automatski monitoring emisije sastoji se iz dva nezavisna dela. Prvi deo predstavljaju 3 merna mesta sa sledećim analizatorima:

- Merno mesto na severnom delu grada je „**Ulica Cara Dušana**“ (analizator sumpor – dioksida (SO₂); analizator ugljen – monoksida (CO); analizator prizemnog ozona (O₃)).
- Merno mesto koje se nalazi na raskrsnici puta grad – JIZ, u blizini dve benzinske pumpe je „**Vatrogasni dom**“ (analizator sumpor – dioksida i vodonik – sulfida (SO₂, H₂S); analizator B, T, Me-Me (benzen, toluen, metil - merkaptan); analizator TNMHC (ukupnih ugljovodonika nemetanskog tipa); analizator azotnih oksida (NO/NO₂, NO_x); analizator amonijaka (NH₃)).
- Najbliže JIZ je merno mesto „**Vojlovica**“ (analizator sumpor – dioksida (SO₂); analizator BTX (benzen, toluen, ksilen); analizator ukupnog redukovanog sumpora (TRS); analizator čestica PM10; meteorološka stanica (senzor za brzinu i pravac vetra, senzor za temperaturu i relativnu vlažnost i merač padavina).

Centralni računar automatski prikuplja podatke sa data logger-a i na svakih sat vremena obrađuje i prati parametre i kontroliše rad gasnih analizatora raspoređenih po mernim mestima.

U opštini Pančevo nalazi se monitor koji služi za javnu vizuelnu prezentaciju rezultata merenja. Koncentracije su prikazane grafički za poslednja 24 časa, a svakog sata prikazuju se novi rezultat koji se može pratiti i na internet prezentaciji grada Pančeva. Svim informacijama raspolaže i regionalni

³⁰ http://www.pancevo.rs/lokalna_samouprava/ekologija/monitoring-vazduha/ datum pristupa 15.03.2018.

Centar za obaveštavanje, gde se takođe prate i evidentiraju i pozivi građana vezani za aerozagađenje.³¹

Ukoliko dođe do prekoračenja graničnih vrednosti zagađujućih materija, ili se veći broj građana javi sa žalbama na aerozagađenje, obaveštavaju se dežurni fabrika Južne industrijske zone i nadležna inspekcija po utvrđenoj proceduri, a prema uputstvu Sekretarijata za zaštitu životne sredine Grada Pančeva, odnosno dežurnog van radnog vremena.

Drugi deo sistema za automatski monitoring obuhvata merno mesto u naselju Starčevo, gde je instalirana sledeća oprema:

- Merno mesto „**Starčevo**“ je najbliže Rafineriji nafte Pančevo (analizator sumpor – dioksida (SO₂); analizator azotnih oksida (NO/NO₂, NO_x); analizator amonijaka (NH₃); analizator BTX (benzen, toluen, ksilen); analizator ugljen – monoksida (CO); analizator ozona (O₃); analizator čestica (PM10); meteorološka stanica (senzor za brzinu i pravac vetra i senzor za temperaturu i relativnu vlažnost))

Preko centralnog računara takođe se prate i obrađuju podaci i kontroliše rad gasnih analizatora na mernom mestu. Na slici 8. prikazan je raspored automatskih stanica za merenje kontrole kvaliteta ambijentalnog vazduha grada Pančeva i obližnjeg naselja Starčevo. BTX se ne meri u gradu na mernom mestu „Ulica Cara Dušana“. BTX se ne meri u gradu na mernom mestu „Ulica Cara Dušana“



Slika 8. raspored mernih mesta Grada Pančeva (ul. C. Dušana, Vatrogasni dom, Vojlovica, Starčevo)

Izvor: Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerzitet u Beograd

³¹ www.pancevo.rs datum pristupa 15.03.2018.

Monitoring vazduha u Pančevu sprovodi:

- Zavod za zaštitu zdravlja (ZZZZ) – Pančevo
- Sistem Opštine Pančevo za kontinualno automatsko praćenje emisije
- Fabrike JIZ u radnoj sredini

Merno mesto ZZZZ – Pančevo meri:

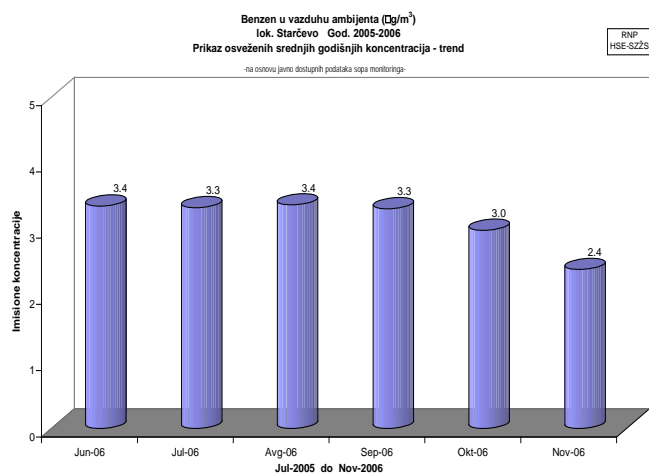
- Osnovne zagađujuće materije (SO₂, NO_x, čađ, ukupne suspendovane čestice i ukupne taložne materije)
- Specifične zagađujuće materije (NH₃, Metale Pb, Cd, Zn, Hg, Ni, Cr, metale na uzorcima taložnih materija i BTX).

Uređaji za merenje benzena na mernom mestu “Vojlovica” i “Starčevo” su analizatori Syntech Spektras GC 855 serije 600, koji mere BTX u vazduhu, a na mernom mestu “Vatrogasni dom” instaliran je analizatori Syntech Spektras GC 955 serije 800, koji meri C 2 – C 5 i C 6 –C 10 u vazduhu

ZZZZ BTX radi samo na mernim mestima 1 i 2, standardnom metodom i procedurom prema Pravilniku o GV (graničnim vrednostima), metodom merenja emisije, kriterijuma za ustanovljavanje mernih mesta i evidencije podataka.³²

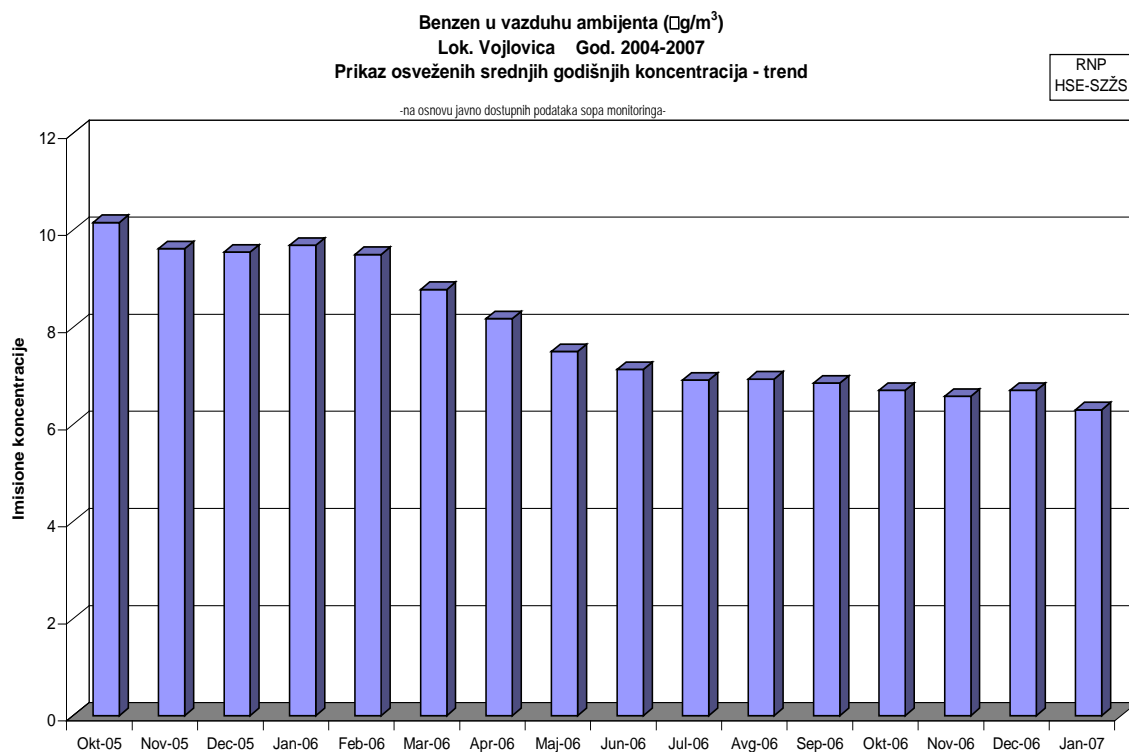
BTX se određuje tehnikom GC, Method TO – 17 (Compendium of Methods for the Determination of Toxic Organic Compounds in Ambient Air – Second Edition, EPA / 625 / R – 96 / 010b). Uzorak BTX za analizu se uzima u teflonsku vreću. Kao što je već napomenuto benzen se od 2005. godine meri na tri merna mesta (“Vatrogasni dom”, “Vojlovica”, “Starčevo”), a rezultati su prikazani na dijagramu 1. i 2.

³² Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka. Službeni gl. RS, br. 54/92; 30/99; 19/06.



Dijagram 1. Koncentracija benzena u 2006. godini, merno mesto "Starčevo"

Izvor: Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerzitet u Beograd



Dijagram 2. Koncentracija benzena od 2005 god. – 2007. godine, merno mesto "Vatrogasni dom"

Zavod za zaštitu zdravlja Pančeva meri benzen više godina, a rezultati ovih merenja su prikazani u sledećim tabelama.

Tabela 8. Koncentracije benzena na mm ZAVOD u periodu 1998. – 2007.

Desetogodišnji rezultati merenja 24h koncentracija benzena ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)						
Merno mesto: Pančevo- Zavod				Period: 1998 - 2007		
godina	br. podataka	Csr	Cmin	Cmax	GVI(24h)	> GVI
1998	281	28	5	130	800	0
1999	342	25	3	114	0	342
2000	330	24	4	103	0	330
2001	252	24	3	201	0	252
2002	224	23	3	99	0	224
2003	45	25	4	136	0	45
2004	114	14	0	84	0	109
2005	112	11	0	55	0	106
2006	137	19	1	88	Csr*(1god):	10
2007	361	16	1	111	Csr*(1god):	9.5

Tabela 9. Koncentracija benzena na mm VATROGASNI DOM od 1998. – 2007

Merno mesto: Pančevo- Vatrogasni dom						
Merno mesto: Pančevo- Vatrogasni dom				Period: 1998 - 2007		
godina	br. podataka	Csr	Cmin	Cmax	GVI(24h)	> GVI
1998	124	23	4	112	800	0
1999	340	23	3	197	0	340
2000	332	25	5	155	0	332
2001	254	13	2	75	0	254
2002	224	15	0	87	0	223
2003	43	20	0	136	0	42
2004	115	7	0	34	0	106
2005	89	5	0	39	0	75
2006	137	15	1	72	Csr*(1god):	10
2007	364	10	1	261	Csr*(1god):	9.5

3.3 Postupak i metoda određivanja benzena

Prema Pravilniku o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka organske materije određuju se metodom gasne hromatografije koja je objašnjena u daljem radu.³³

³³ Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka. Službeni gl. RS, br. 54/92; 30/99; 19/06.

3.3.1 Metod gasne hromatografije

Ovim postupkom se određuje stiren, tetrahloretilen, toluen, 1,2-dihloretilan, akrilonitril, benzen, vinilhlorid.

- Postupak metode predstavlja osnovni princip za određivanje lako isparljivih organskih jedinjenja (alifatičnih, aromatičnih i hlorovanih ugljovodonika) u vazduhu je njihova adsorpcija na pogodnom adsorbensu ili odgovarajućim kesama, i kasnija analiza u laboratoriji metodom gasne hromatografije.
- Postupak analize.

Lako isparljivi ugljovodonici i hlorovani ugljovodnici, sakupljaju se provlačenjem vazduha, brzinom ne većom od 0,05 lit/min kroz cevčicu odgovarajuće veličine u kojoj se nalazi adsorbens, odgovarajuće granulacije. Pogodni adsorbensi su aktivni ugalj, silikagel i porozni polimeri, kao što je tenah. Vrsta adsorbensa koji se koristi za uzorkovanje zavisi od vrste organskog gasovitog jedinjenja koje se želi analizirati. Količina uzorkovanog vazduha ne sme biti manja od 10 litara. Za vreme uzorkovanja vazduha, cevčica mora biti u vertikalnom položaju i da vazduh ulazi direktno, kako bi se eliminisala kontaminacija uzorka. Takođe, uzorci vazduha se mogu skupljati i u odgovarajućim kesama, zapremine od približno 10 litara i kasnije, u laboratoriji, apsorbovati na cevčice sa odgovarajućim gore pomenutim adsorbensom.

Apsorbovana lako isparljiva organska jedinjenja se ekstrahuju sa pogodnim organskim rastvaračem sa apsorbenta, najčešće ugljen-disulfidom ili termalnom desorpcijom. Metodom gasne hromatografije, korišćenjem odgovarajućih hromatografskih kolona i detektora, organska lako isparljiva jedinjenja se razdvoje i kvantitativno određuju na osnovu kalibracionih tabela.

Srednje 24-časovne vrednosti koncentracija benzena, toluena i ksilena na osnovu kratkoročnog merenja u ambijentalnom vazduhu na mernom mestu Vojlovica, koje je rađeno kumulativnom metodom od strane Centra za hemiju, su pokazale da su, u granicama greške metode, jednake srednjim 24-časovnim vrednostima koje beleži kontinualni monitoring Opštine Pančevo.

3.4 Raspored mernih mesta

Broj i raspored mernih mesta zavisi od površine područja, vrste izvora koji zagađuju vazduh, geografskih karakteristika (konfiguracija terena), gustina naseljenosti. Svrha i cilj monitoringa takođe opredeljuju mrežu mernih mesta. Na velikoj, ravnoj, gusto naseljenoj površini merna mesta se mogu

rasporediti u jednakim razmacima. Gustina mreže ne treba biti veća od jednog mernog mesta na 4x4km ako je raspored geometrijski ili jedno mesto na 25.000 stanovnika ako se gustina naseljenosti uzima kao kriterijum. Merna mesta će biti gušća u centru, a sve ređa prema periferiji grada.

Sistematsko merenje emisije se sprovodi na svakom mernom mestu u mreži mernih mesta i traje najmanje godinu dana. Ispitivanje zagađenosti vazduha merenjem radi dobijanja određenih podataka o emisiji može trajati kraće od šest meseci.

Merenja emisije koja se sprovode na mernim mestima koja nisu u mreži mernih mesta sistematskog merenja emisije sprovode se u trajanju od najmanje šest meseci.

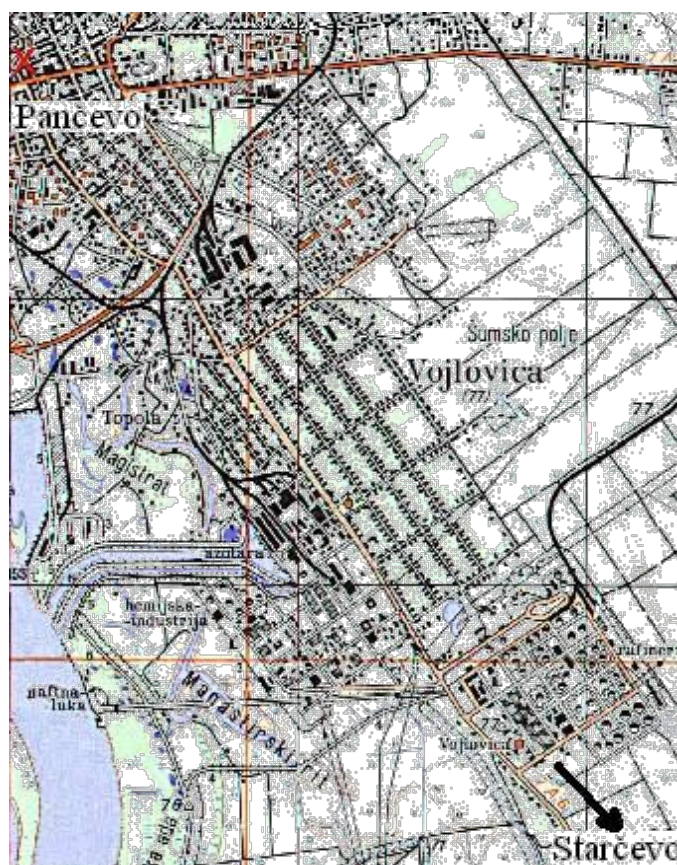
Merno mesto ZZZZ Pančevo nalazi se:

- Prvo, na samom **Zavodu**,
- Drugo na lokaciji **Vatrogasni dom**,
- Treće merno mesto je u naselju **Strelišće**,
- Četvrto merno mesto je u naselju **Nova Misa**.

3.5 Prikaz rezultata monitoringa

U industrijskoj zoni Pančeva nalazi se NIS Rafinerija sirove nafte, HIP Petrohemija i industrija veštačkih đubriva Azotara. Analizirajući položaj Južne industrijske zone u odnosu na grad Pančevo, naselje Starčevo i dominantne pravce vetra, jasno je da je Južna industrijska zona postavljena mimo svih pravila prostornog planiranja.

Južna industrijska zona je na pravcu uticaja dva dominantna vetra: jugoistočnog i severozapadnog. Kako je grad Pančevo u odnosu na Južnu industrijsku zonu orijentisan u severozapadnom segmentu, to jugoistočni vetrovi nose zagađujuće materije na grad Pančevo. Starčevo je u odnosu na Južnu industrijsku zonu orijentisano u jugoistočnom segmentu, pa severozapadni vetrovi nose zagađujuće materije iz Južne industrijske zone ka Starčevu.



Slika 9. Položaj Južne industrijske zone u odnosu na grad Pančevo i naselje Starčevo

Izvor: Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerzitet u Beograd

Prenos zagađujućih materija kroz atmosferu se odvija atmosferskim strujanjem i procesom difuzije. U zavisnosti od udaljenosti mesta uticaja od izvora emisije jedan od ovih procesa dominira. Na većim udaljenostima dominantan uticaj na receptor je od atmosferskog transporta, a na manjim rastojanjima dominira proces difuzije.

Baza podataka dobijena merenjem pomoću kontinualnog monitoringa opštine Pančevo podvrgnuta je multivarijantnom receptorskom modelovanju pomoću matematičkog modela UNMIX Version 2.4 u MATLAB Version 6.5 okruženju.³⁴

Model nalazi rešenje problema smeše koju sačinjavaju izmerene vrednosti koncentracija neke zagađujuće materije u jednoj tački prostora, a koje predstavljaju sumu doprinosa većeg broja izvora emisija i to rešavanjem sledeće jednačine:

³⁴ Henry R.C., 2001, UNMIX Version 2.4. Manual

$$m^{C_{ij}} = \sum_{k=1}^a j_k S_{ik} + F$$

Ovaj problem u matematičkom smislu je praktično nerešiv, jer postoji mnoštvo različitih, podjednako dobrih, rešenja prema metodi najmanjih kvadrata. Ali model UNMIX je napravljen da nalazi takve vrednosti doprinosa izvora emisije a_{ik} i njihovih sastava S_{kj} , za koje je greška modela, F , minimalna uz pretpostavku da su datoteka i doprinosi izvora pozitivni. Za izabranu grupu merenih hemijskih vrsta model procenjuje broj izvora za svaku ispitivanu hemijsku vrstu.

Modeliranje podrazumeva da korisnik modela mora da upotrebi svoje znanje vezano za ispitivani receptor i širi region, i da sačini najprihvatljivije objašnjenje rezultata modela za ispitivani receptor. Ostvariv model, odnosno model koji ima realno rešenje, je onaj koji izračuna rešenje za više od 2 izvora emisija, Min Rsq vrednost veću od 0.8 i kod koga je odnos Sig/Noise za izračunat broj izvora veći od 2.

Modelu su podvrgnuti rezultati merenja koncentracija na mernom mestu “Vatrogasni dom” i “Vojlovica” koje je u neposrednoj blizini Južne industrijske zone. Ovakav izbor mernih mesta za matematičko modeliranje je urađen zbog toga što se na ovim mestima u mreži kontinualnog monitoringa meri koncentracija benzena u vazduhu, dok se na mernom mestu u “Ulici Cara Dušana”, koje je takođe u sklopu kontinualnog monitoringa opštine Pančevo, benzen ne meri.

Tabela 10. Rezultat izračunatih izvora emisija u odnosu na merno mesto “Vatrogasni dom”

Doprinos zagađujuće materije iz svakog izvora	Doprinos Izvora 1 (%)	Doprinos Izvora 2(%)	Doprinos Izvora 3(%)	Doprinos Izvora 4(%)
SO ₂	9	10	72	9
Toluen	13	12	16	59
Me-Me	16	18	10	56
NH ₃	100	0	0	0
NO ₂	21	20	59	0
TNMHC	7	81	<1	12
Ukupni doprinos izvora za sve merene vrste	16	48	17	19
Pretpostavljeni izvori emisija	Azotara+izvor na istom pravcu	Saobraćaj	Sagorevanje u industrijskim ložištima	Rafinerija

Izvor: Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju, Univerzitet u Beograd

U tabeli broj 10. prikazani su obračunati procentualni doprinosi izvora emisije koje je našao model za merno mesto Vatrogasni dom. Doprinosi izvora emisija su obračunati prema numeričkim vrednostima koje su rezultat modela.

Analizirajući ukupni procentualni doprinos svakog izračunatog izvora emisije i procentualni sastav smeše zagađujućih materija koja reprezentuje uticaj svakog od izračunatih izvora u delu prostora oko mernog mesta Vatrogasni dom, može se konstatovati da postoji više od jednog izvora doprinosa na sadržaj benzena, toluena, metil merkaptana (Me-Me) i drugo, u ambijentalno vazduhu okoline merne stanice Vatrogasni dom. Za merno mesto Vatrogasni dom model je našao rešenja za 4 različita izvora doprinosa.

Ocena ukupnih doprinosa glavnih izvora emisija je urađena u odnosu na ukupno opterećenje polutantima koji se mere u ambijentalnom vazduhu (TOTAL)

Sledeći korak je identifikovanje vrste izvora emisije koje je model izračunao. Izvor broj 1 (**Source 1**) sa ukupnim doprinosom od 16% je Azotara ili Azotara u kombinaciji sa još nekim izvorom na istom pravcu, jer je model jedino u ovom pretpostavljenom izvoru izračunao prisustvo NH₃ (100%), dok je u ostalim izračunatim izvorima sadržaj NH₃ nula, a to znači da se amonijak ne emituje iz drugih izvora emisije u ovom regionu.

Takođe, pomoću modela je izračunato da Azotara ili grupa izvora na tom pravcu emituje i određenu količini SO₂ (9%), benzena (9%), metil merkaptana (16%), NO₂ (21%) i TNMHC (7%) u odnosu na ukupno opterećenje vazduha urbanog dela grada Pančeva.

Ukupni doprinos drugog pretpostavljenog izvora (**Source 2**) izračunatog pomoću modela je 48%, sa nešto povišenim učešćem SO₂ (10%) i NO₂ (20%), što ukazuje na proces sagorevanja, najverovatnije naftnih derivata koji sadrže tragove sumpora. Ovaj pretpostavljeni izvor bi mogao biti povezan sa lokalnim saobraćajem jer sadrži sve zagađujuće materije koje saobraćaj emituje. Doprinos benzena iz ovog izvora je 43%, toluena 12% a metil merkaptana 18% u odnosu na ukupno opterećenje ambijentalnog vazduha ovim materijama u delu prijemnika Vatrogasni dom.

Izračunati izvor broj 3 (**Source 3**), je sličan izvoru broj 2 koji takođe nagoveštava da je u pitanju sagorevanje ali u njemu su sadržaji SO₂ (72%) i NO₂ (59%) zastupljeniji u odnosu na izvor broj 2, što nagoveštava da je u pitanju sagorevanje težih frakcija naftnih derivata sa većim sadržajima sumpora u većim industrijskim ložištima. Izvor broj 3 daje ukupni doprinos 17% zagađenju materijama koje se mere na mernom mestu Vatrogasni dom. Ovaj izvor ne doprinosi sadržaju benzena u vazduhu ali doprinosi ukupnom sadržaju toluena (16%) i ukupnom sadržaju metil merkaptana (10%) u odnosu na ukupno opterećenje vazduha ovim materijama na mernom mestu Vatrogasni dom. Prisustvo svake od navedenih zagađujućih materija u izvoru broj 3 upućuje na trag sagorevanja težih frakcija naftnih derivata (kao što je mazut ili lož ulje) i zbog toga ovaj izvor nije odgovoran za emisiju benzena.

Najveći doprinos benzena (47%), toluena (59%) i metil merkaptana (56%) u izračunatom

izvoru broj 4 (**Source 4**) na sadržaj ovih materija u ambijentalnom vazduhu u delu receptora Vatrogasni dom, nesumnjivo ukazuje na rafinerijsko poreklo. Iako je ukupni doprinos izračunatog izvora broj 4 samo 19%, udeo benzena, toluena i metil merkaptana u tom izvoru je najveći.

Karakteristično za ovaj izvor je to da su udeli SO_2 (9%) i NO_2 (0%) u njemu manji u odnosu na izvore broj 2 i broj 3. Ovakva kombinacija doprinosa izvora ukazuje na izvor emisije različit od izvora koji je zasnovan na sagorevanju naftnih derivata. U pitanju je izvor emisije (ili pak grupa izvora) iz kojeg se direktno u atmosferu oslobađaju naftni derivati otparavnjem, i to bi mogli biti izvori iz Južne industrijske zone (NIS Rafinerija i HIP Petrohemija) pri čemu nije isključen neki doprinos od lokalnih benzinskih pumpi u blizini mernog mesta Vatrogasni dom koji može "ometati" obračun pomoću matematičkog modela. Naime, u neposrednoj blizini merne stanice, na oko 50m, nalazi se benzinska pumpa malog prometa za potrebe Vatrogasnog doma čiji uticaj je verovatno mali zbog male učestalosti korišćenja, i druga na prometnoj saobraćajnici na pravcu merne stanice Vatrogasni dom – Južna industrijska zona na rastojanju od oko 200m od merne stanice. U svakom slučaju postoji izvestan doprinos od benzinskih pumpi u izvoru broj 4, na sadržaj benzena i toluena u delu prijemnika Vatrogasni dom.

Na mernom mestu Vojlovica, izračunavanjem broja izvora emisija i njihovih doprinosa pomoću matematičkog modela, dobijen je sledeći rezultat:

Za receptor Vojlovica model je našao rešenja 2 različita doprinosa izvora emisija na sadržaj zagađujućih materija u vazduhu okoline merne stanice Vojlovica. Prema raspodeli prisustva različitih hemijskih vrsta u okviru oba izračunata izvora doprinosa može se zaključiti da ovo merno mesto reprezentuje dve potpuno različite vrste izvora emisije i to: jedan izvor emisije koji isključivo emituje ksilen i preko 90% benzena i toluena, i drugi koji isključivo emituje SO_2 , totalni redukovani sumpor (TRS) i čestice zahvaćene sa 50% efikasnosti na aerodinamičkom prečniku $10 \mu\text{m}$ (PM10).

Prema rasporedu zagađujućih materija u svakom od izračunatih izvora doprinosa može se konstatovati da izračunati izvor broj 1 reprezentuje doprinos od isparavanja nafte ili derivata nafte zbog visokog sadržaja benzena (90%), toluena (93%) i ksilena (100%) a izvor broj 2 reprezentuje emisiju od sagorevanja nekog naftnog derivata sa visokim sadržajem sumpora jer je doprinos SO_2 iz tog izvora na njegov sadržaj u ambijentalnom vazduhu receptora Vojlovica 100%. Takođe, u izvoru broj 2 glavni činilac je TRS (karakteristika procesa u Rafineriji nafte) i zbog toga se može smatrati da i izvor broj 2 reprezentuje Rafineriju, odnosno dva odvojena procesa unutar rafinerije.

Tabela 11. Doprinosi izračunatih izvora emisija u odnosu na merno mesto Vojlovica

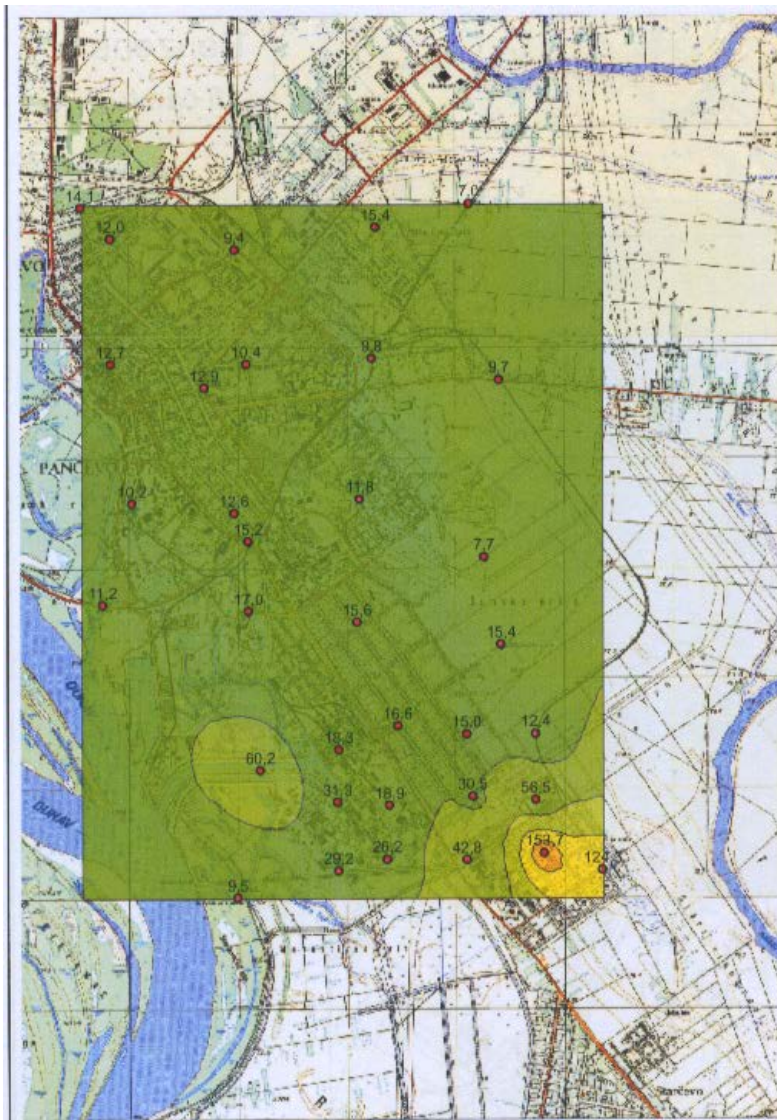
Doprinosi zagađujuće materije iz svakog izvora	Doprinos Izvora 1 (%)	Doprinos Izvora 2 (%)
SO ₂	0	100
Benzen	90	10
Toluen	93	7
Ksilen	100	0
TRS	0	100
PM10	0	100
Ukupni doprinos izvora za sve merene vrste	27	73
Pretpostavljeni izvori emisija	Isparavanje	Sagorevanje

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Merno mesto Vojlovica je u neposrednoj blizini Južne industrijske zone, istočno od Azotare i sever-severozapadno od NIS Rafinerije nafte – Pančevo i HIP Petrohemije. Industrijski kompleks Južne industrijske zone sačinjen je od velikog broja procesnih postrojenja različitih tehnologija, sa različitim kombinacijama zagađujućih materija koje se emituju iz svake od njih. Južna industrijska zona u celini predstavlja veliki površinski izvor organizovanih (prinudnih preko ventilacionih sistema) i fugitivnih (neorganizovanih odnosno difuznih) izvora emisija iz kojeg se emituju različite kombinacije zagađujućih materija, iz različitih visina dimnjaka i sa različitih prostornih koordinata. Prema tome merno mesto Vojlovica, koje je u neposrednoj blizini Južne industrijske zone, nije reprezentativno za Južnu industrijsku zonu u celini zbog toga što mnoge oslobođene zagađujuće materije iz nekih od emitera mogu mimoilaziti ovo merno mesto. Tako na primer ovo merno mesto ni u kom slučaju nije reprezentativno za kompleks Azotara jer bilo koji od dominantnih vetrova (jug-jugoistočni ili sever-severozapadni), koji zahvataju emitovane zagađujuće materije, mimoilazi merno mesto Vojlovica.

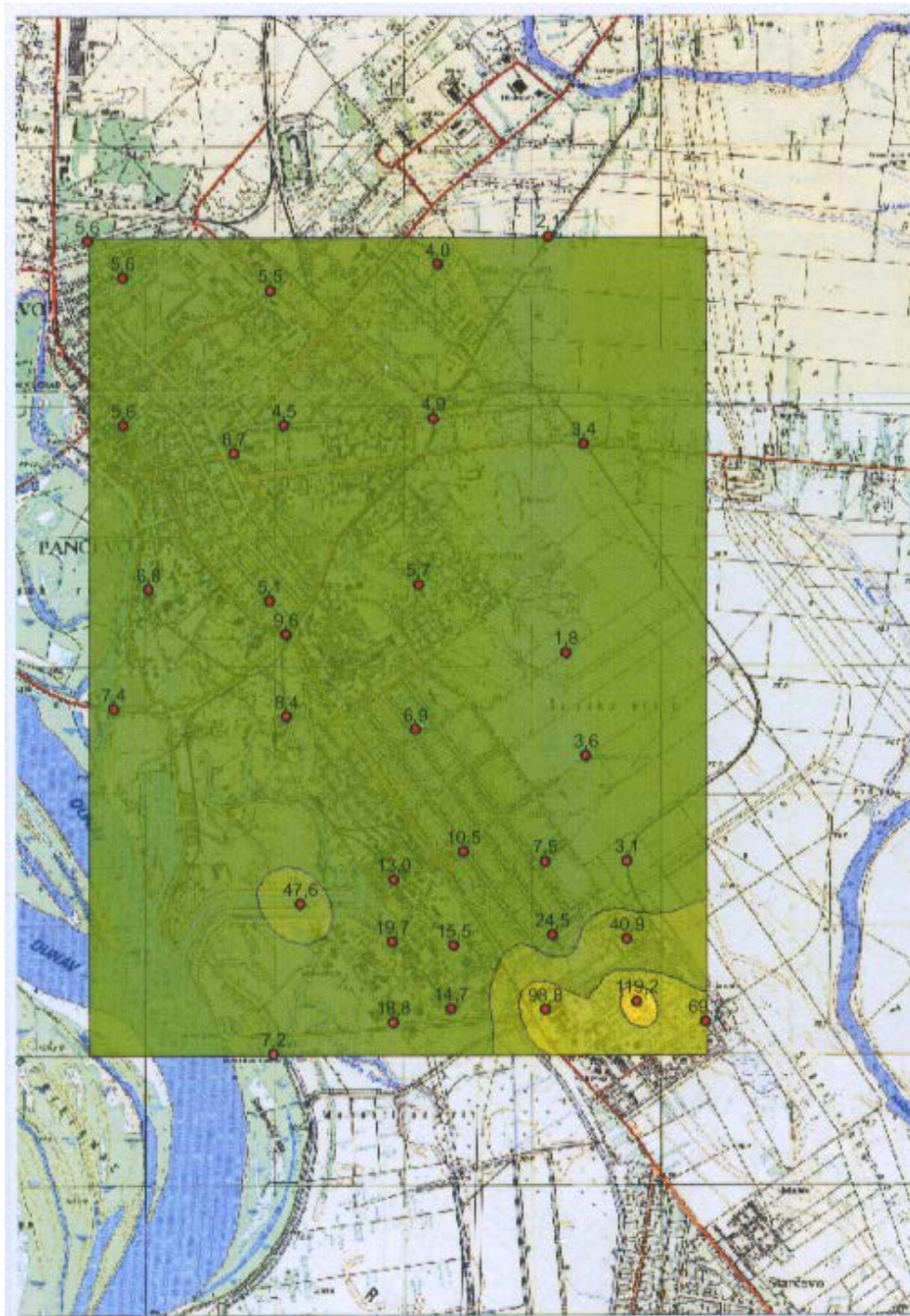
Takođe, i iz drugih postrojenja u Južnoj industrijskoj zoni (NIS Rafinerija Nafte i HIP Petrohemija) oslobođene materije mogu da mimođu ovo merno mesto, ili zbog visine izvora emisije kada perjanica nošena vetrom na većoj visini “preskoči” merno mesto, ili zbog toga što neki izvor emisije koji je u nekom delu velike površine industrijskog kompleksa, nije na putu dominantnog pravca prema mernom mestu već ga mimoilazi. Zbog toga je rezultat modelovanja merenih vrednosti koncentracija na mernom mestu Vojlovica bio 2 izvora emisije sa ostrim granicama između njih definisanim visokim doprinosima različitih tipova izvora emisije. U svakom slučaju merno mesto Vojlovica nije reprezentativno za praćenje transporta zagađujućih materija emitovanih iz Južne industrijske zone u celini. Postojanje uticaja nekih izvora u na mernom mestu Vojlovica je evidentirano ali nije kompletno. Izračunati izvor broj 2 koji u sebi sadrži 100% TRS može se povezati sa

Rafinerijom, dok izračunati izvor broj 1 može biti i iz Rafinerije ali i iz Petrohemije od procesa proizvodnje pirolitičkog benzina. Merno mesto Vojlovica ne evidentira druge izvore emisija, kojih sigurno ima u većem broju na relativno velikoj površini u odnosu na merno mesto Vojlovica. Radi lakšeg praćenja prikazane su i slike kontinuiranog praćenja benzena iz Italijanske studije koje su rađene leti i zimi 2005. i 2006. godine.



Slika 10. Distributivna mapa benzena u periodu od 31. 08. 2005. do 15. 09. 2005. (leto)

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad



Slika 11. Distributivna mapa benzena u periodu 3.2.2006 – 17.2.2006. (zima)

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

3.6 Analiza rezultata merenja

Prema "Pravilniku o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciju podataka" GVI za kancerogenu materiju benzen, na godišnjem nivou za naseljena mesta iznosi 5 µg/m³, a u naseljenim mestima u kojima je prekoračena propisana granična vrednost zbog postojećih izvora zagađivanja, to prekoračenje može iznositi najviše 5 µg/m³ (100%) do 2015. godine, stim da se svakih 12 meseci počev od 2006. godine smanjuje za 0,5 µg/m³, odnosno za 2007. godinu iznosi 9,5 µg/m³. Zavod za javno zdravlje Pančevo je benzen merio godišnje na mernim mestima Zavod u 361 i Vatrogasni dom u 364 24-časovnih uzoraka. Srednja godišnja koncentracija benzena na mernom mestu Vatrogasni dom iznosila je Ssr =10 µg/m³, a maksimalna izmerena srednja dnevna koncentracija iznosila je Smax = 261 µg/m³. Na mernom mestu Zavod srednja godišnja koncentracija benzena iznosila je Ssr =16 µg/m³, a maksimalna izmerena koncentracija iznosila je Smax = 111 µg/m³.

Tabela 12: Prosečna godišnja koncentracija-benzena zabeležena na opštinskom kontinualnom automatskom monitoringu

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Zavod	24	22	22	21	24	11	10	14	11	5,1
Vatrogasni dom	21	23	11	12	18	4,8	4,2	11	8	3,2

Izvor:

za zaštitu na radu, Novi Sad

Institut

Tabela 13. Prosečna godišnja koncentracija benzena

Merno mesto	2011	2015
Vatrogasni dom	8.2 µg / m ³	3.3 µg / m ³
Vojlovica	5.1 µg / m ³	3.1 µg / m ³
Starčevo	2.1 µg / m ³	3.9 µg / m ³

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Tabela 14. Rezultat doprinosa izračunatih izvora emisija u odnosu na merno mesto „Vatrogasni dom,,

Doprinos zagađujuće materije iz svakog izvora	Doprinos Izvora 1 (%)	Doprinos Izvora 2 (%)	Doprinos Izvora 3 (%)	Doprinos Izvora 4 (%)
Benzen	8	40	0	44
Pretpostavljeni izvori emisija	Azotara+izvor na istom pravcu	Saobraćaj	Sagorevanje u industrijskim ložištim	Rafinerija

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Oko mernog mesta “Vatrogasni dom”, može se konstatovati da postoji više od jednog izvora doprinosa na sadržaj benzena i u ambijentalnom vazduhu okoline merne stanice “Vatrogasni dom”. Za merno mesto “Vatrogasni dom” model je našao rešenja za 4 različita izvora doprinosa.

Tabela 15. Doprinosi izračunatih izvora emisija u odnosu na merno mesto „Vojlovica,,

Doprinos zagađujuće materije iz svakog izvora	Doprinos Izvora 1 (%)	Doprinos Izvora 2 (%)
SO ₂	0	100
Benzen	90	10
Toluen	93	7
Ksilen	100	0
TRS	0	100
PM10	0	100
Ukupni doprinos izvora za sve merene vrste	27	73
Pretpostavljeni izvori emisija	Isparavanje	Sagorevanje

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Tabela 16. Doprinosi izračunatih izvora emisija u odnosu na merno mesto „Vojlovica“.

Doprinoszagađujućematerijeizsvakogizvora	Doprinos Izvora 1 (%)	Doprinos Izvora 2 (%)
SO ₂	0	100
Benzen	90	10
Toluen	93	7
Ksilen	100	0
TRS	0	100
PM10	0	100
Ukupni doprinos izvora za sve merene vrste	27	73
Pretpostavljeni izvori emisija	Isparavanje	Sagorevanje

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Za merno mesto Vojlovica model je našao rešenja 2 različita doprinosa izvora emisija na sadržaj zagađujućih materija u vazduhu okoline merne stanice „Vojlovica“. Prema rasporedu zagađujućih materija u svakom od izračunatih izvora doprinosa može se konstatovati da izračunati izvor broj 1 reprezentuje doprinos od isparavanja nafte ili derivata nafte zbog visokog sadržaja benzena (90%), toluena (93%) i ksilena (100%) a izvor broj 2 reprezentuje emisiju od sagorevanja nekog naftnog derivata sa visokim sadržajem sumpora jer je doprinos SO₂ iz tog izvora na njegov sadržaj u ambijentalnom vazduhu receptora „Vojlovica“ 100%. Takođe, u izvoru broj 2 glavni činilac je TRS-totalni redukovani sumpor (karakteristika procesa u Rafineriji nafte) i zbog toga se može smatrati da i izvor broj 2 reprezentuje Rafineriju, odnosno dva odvojena procesa unutar rafinerije.

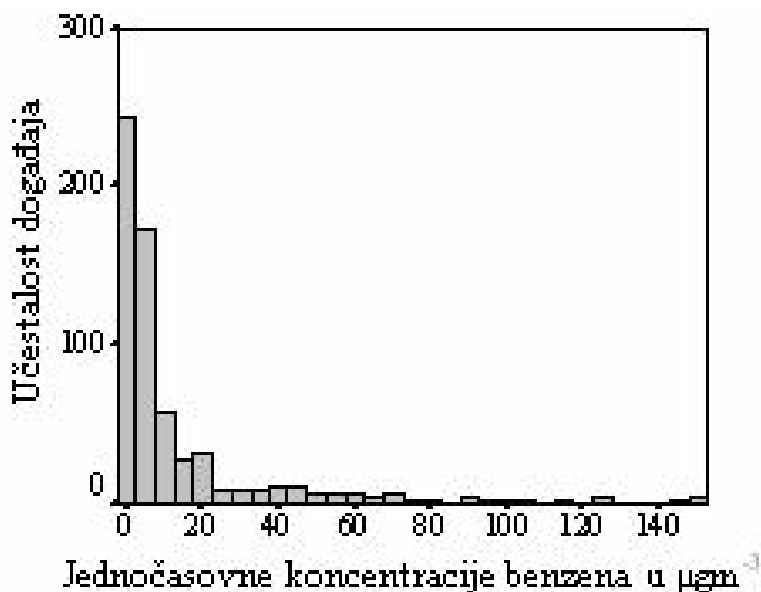
Merno mesto „Vojlovica“ je u neposrednoj blizini Južne industrijske zone, nije reprezentativno za Južnu industrijsku zonu u celini zbog toga što mnoge oslobođene zagađujuće materije iz nekih od emitera mogu mimoilaziti ovo merno mesto, ili zbog visine izvora emisije kada perjanica nošena vetrom na većoj visini “preskoči” merno mesto.

Da bi monitoring mreža opštine Pančevo zadovoljio svoju osnovnu namenu, a to je praćenje uticaja Južne industrijske zone na zagađenost vazduha grada Pančeva, neophodno je da se na svakom mernom mestu u projektovanoj mreži meri ista kombinacija zagađujućih materija koje se emituju iz procesnih jedinica Južne industrijske zone. Jedino tako je moguće pratiti atmosferski transport određene grupe zagađujućih materija iz njihovih karakterističnih izvora emisija. U mernoj mreži opštine Pančevo na svakom mernom mestu meri se različita kombinacija zagađujućih materija i zbog toga nije moguće pratiti prostorni transport zagađujućih materija, jer ne postoje podaci o koncentracijama za svaku karakterističnu zagađujuću materiju na svakom mernom mestu u projektovanoj mernoj mreži.

Zbog neujednačenosti kombinacije mernih parametara u mreži kontinualnog monitoringa i zbog lošeg izbora lokacija pojedinih mernih mesta, pre svega merno mesto Vojlovica, nije moguće potpuno kvantifikovati doprinose različitih izvora emisija na sadržaje karakterističnih zagađujućih materija u ambijentalnom vazduhu grada Pančeva. Detaljnom analizom rezultata dobijenih merenjem u mreži kontinualnog monitoringa može se smatrati da su rezultati sa mernog mesta Vatrogasni dom, izuzimajući blizinu benzinskih pumpi, najpribližniji realnim uticajima. U odnosu na ovo merno mesto, zbog dovoljne udaljenosti, cela Južna industrijska zona predstavlja jedan izvor emisije. Matematički model UNMIX je na tom mernom mestu jasno izdvojio 4 različita tipa izvora emisija za kombinacije zagađujućih materija koje se mere kontinualnim monitoringom, čiji izvori realno postoje i imaju realnog uticaja na oblast receptora Vatrogasni dom. Merno mesto u ulici Cara Dušana je predviđeno u

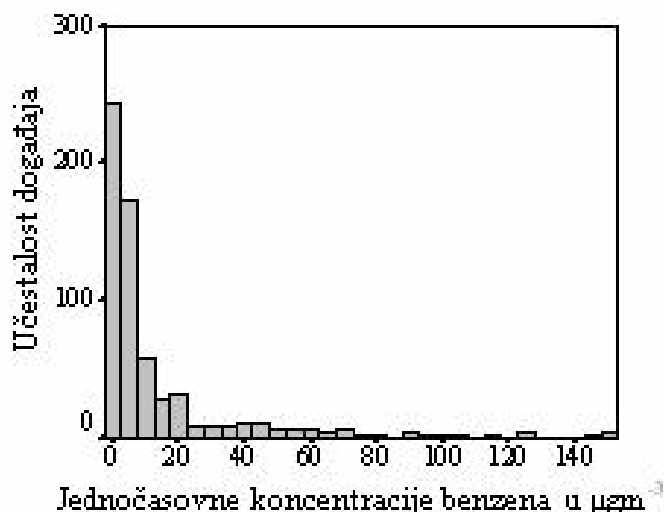
druge svrhe za razliku od Vatrogasnog doma i Vojlovice. Ovo merno mesto je pod izrazitim uticajem saobraćaja i ni u kom slucaju ne reprezentuje Južnu industrijsku zonu. Generalno, može se usvojiti da jedino Vatrogasni dom, prema izboru lokacije, može reprezentovati uticaj Južne industrijske zone, dok su merna mesta Vojlovica i u ulici Cara Dušana pogrešno postavljena.

Analizirajući rezultate merenja u mreži kontinualnog monitoringa i pojave visokih koncentracija benzena može se konstatovati da se maksimalne vrednosti uglavnom događaju noću i u ranim jutarnjim časovima i to se na osnovu dosadašnjih merenja može usvojiti kao zakonitost. Pojava visokih koncentracija u noćnim i ranim jutarnjim časovima ukazuje na atmosfersku pojavu, takozvanu temperaturnu inverziju atmosfere, kada dolazi do spuštanja zagađujućih materija iz gornjih slojeva atmosfere u prizemni sloj i kao posledicu toga merni uređaji registruju povišene koncentracije. Sa izlaskom sunca i otopljanjem Zemljine površine dolazi do podizanja sadržaja iz prizemnog sloja atmosfere u gornje slojeve, i kao posledica toga koncentracija i prizemnom sloju opada, a merni uređaji beleže pad koncentracija. Dakle, povišenja koncentracija zagađujućih materija u noćnim satima ne znače i da se tada događaju emisije već to znači da u toku 24-časa postoje stalne emisije zagađujućih materija u atmosferu, ali njihova koncentracija koja se beleži na određenom mestu je promenljiva zbog različitih pravaca i brzina vetra i zbog pojava temperaturnih inverzija atmosfere. Drugi maksimum se javlja u jutarnjim satima između 6⁰⁰ i 8⁰⁰, koji se poklapa sa jutarnjim saobraćajnim špicem.



Slika12. Histogram učestalosti pojava jedno časovnih koncentracija benzena na mernom mestu Vatrogasni dom za mesec avgust

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad



Slika 13. Histogram učestalosti pojava jednočasovnih koncentracija benzena na mernom mestu Vojlovica za mesec avgust

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Jasno je da pojava dnevnih maksimuma doprinosi povišenju srednjih dnevnih koncentracija koje se u proseku kreću $18 \mu\text{g m}^{-3}$ za merno mesto Vatrogasni dom odnosno $12.5 \mu\text{g m}^{-3}$ za merno mesto Vojlovica obračunato na mesečnom nivou za avgust 2015. godine, ali javljaju se i srednje dnevne koje dostižu vrednost od $40 \mu\text{g m}^{-3}$.

Da bi se uradila potpuna analiza rezultata, dobijenih merenjem u ambijentalnom vazduhu, i rezultati bili uporedivi sa graničnim vrednostima, neophodno je da se merenje obavlja minimumu godinu dana kako bi se sagledao uticaj u svim godišnjim dobima i u svim meteorološkim uslovima i kako bi se kvantifikovalo opterećenje vazduha grada Pančeva na godišnjem nivou koje je uporedivo sa standardom Directive 69/EC. Takođe, neophodno je sprovoditi merenja u cilju praćenja efekata smanjenja zagađenja iz zagađujućih tehnologija kao posledice izmena u procesima koje se uvode radi oporavka okoline.

Našim Pravilnikom o graničnim vrednostima, metodama merenja imisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka „Sl. Glasnik RS“ br. 54/92, granična vrednost koncentracije za benzen iznosila je $800 \mu\text{g m}^{-3}$ do 1999. godine, a dopunom tog Pravilnika u 1999. godini postavljena je granična vrednost imisije $0 \mu\text{g m}^{-3}$ za benzen, bez prelaznih odredbi u periodu prilagođavanja novom standardu.

Međutim prema Directive 69/EC postoje određene granične vrednosti koje se odnose na sadržaj benzena u ambijentalnom vazduhu. Prema tački (10) ove direktive ako je postavljena granična vrednost za benzen teško dostižna zbog specifičnih disperzionih karakteristika regiona ili relevantnih klimatskih uslova i ako primena mera redukcije emisija rezultira mnogo socio-ekonomskih problema, država može

sačiniti komisiju koja će propisati vremenski ograničeno proširenje limita pod specifičnim uslovima.

Član 3, Tačka 2. Direktive 69/EC: Kada je uspostavljena granična vrednost teško ispoštovati, zbog specifične disperzione karakteristike za konkretan prostor ili zbog relevantnih klimatskih uslova, kao što je mala brzina vetra ili uslovi konstantnog emitovanja isparenja, i ako primena mera rezultira jake socio-ekonomske probleme, država može konsultovati komisiju za proširenje graničnih vrednosti koje će biti vremenski ograničeno.

Komisija koja deluje u saglasnosti sa procedurama donetim u Članu 12(2) Direktive 96/62/EC, može zahtevati od države dozvolu jednog proširenja granične vrednosti za period do 5 godina i ukoliko je država saglasna sa tim onda treba:

1. označiti zone uticaja,
2. obezbediti neophodnu opravdanost za takvo proširenje,
3. pokazati sve raspoložive mere koje će biti primenjene u cilju smanjenja koncentracija polutanata u pogledu minimiziranja oblasti preko kojih će granična vrednost biti prekoračena i
4. dati strategiju budućeg razvoja uz poštovanje mera koje će biti primenjene u skladu sa Članom 8 (3) Direktive 96/62/EC

Granična vrednost za benzen koja će biti dozvoljena za vreme ograničenog perioda ne bi trebalo da prekoračuje vrednost od $10 \mu\text{g m}^{-3}$.

ANNEX I Direktive 69/EC reguliše graničnu vrednost na godišnjem nivou. Srednja godišnja vrednost od $5 \mu\text{g m}^{-3}$ je dozvoljena do 2005. godine a od 2006. godine na svakih 12 meseci srednja godišnja vrednost treba da se snizi za $1 \mu\text{g m}^{-3}$ i u 2015. godini da bude $0 \mu\text{g m}^{-3}$. Prema ovoj direktivi prelazni period prilagođavanja za postizanje koncentracije benzena $0 \mu\text{g m}^{-3}$ je 5 godina.

Na osnovu rezultata ispitivanja doprinosa realno postojećih izvora emisija u Južnoj industrijskoj zoni grada Pančeva, konstatovano je postojanje uticaja više različitih tipova izvora emisija, počev od sagorevanja goriva sa visokim sadržajima sumpora u industrijskim ložištima, preko procesnih emisija karakterističnih zagađujućih materija (NH_3), otparavanja naftnih derivata iz fugitivnih (difuznih) izvora emisija, do lokalnog uticaja od saobraćaja. Procena doprinosa različitih izvora emisija koja je urađena pomoću modela UNMIX ukazuje na visok doprinos saobraćaja sadržaju štetnih materija u ambijentalnom vazduhu, koje su karakteristične i za izvore u okviru južne industrijske zone. Rezultat modela je relativni odnos doprinosa ključnih izvora emisija koji utiču na zonu izabranog receptora.

Rezultat modela UNMIX na mernom mestu „Vatrogasni dom“ ukazuje na postojanje 4 dominantna izvora emisija koji utiču na zagađenost vazduha okoline tog mernog mesta. U prvoj fazi

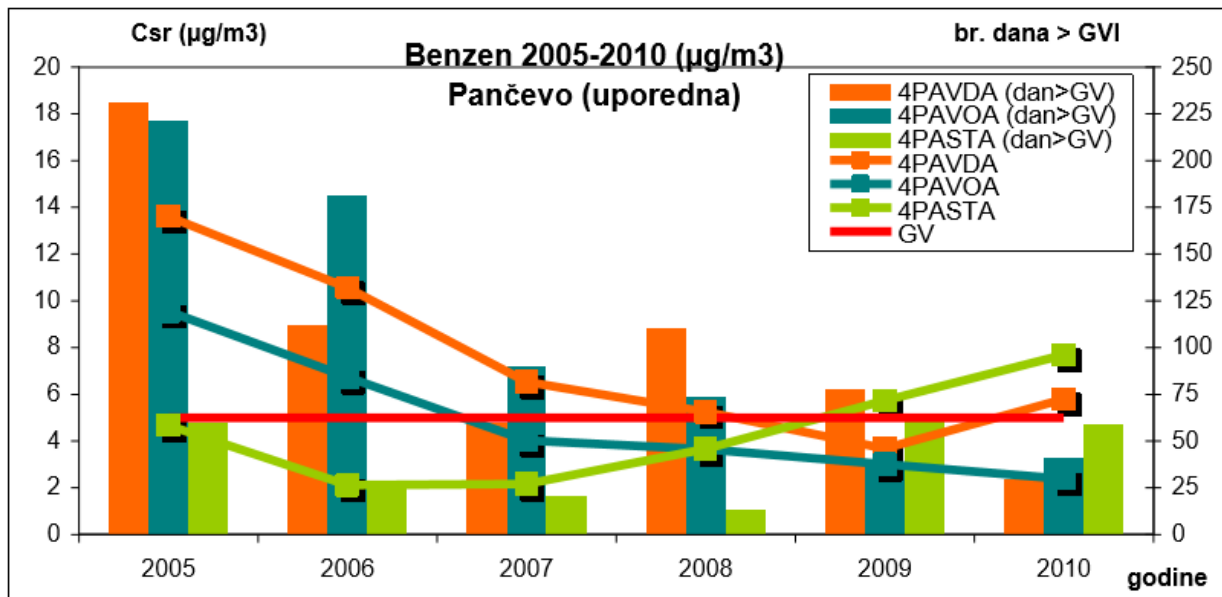
istraživanja konstatovan je uticaj Azotare preko NH_3 , uticaj Rafinerije preko dominacije udela benzena, toluena i ksilena, uticaj industrijskih ložišta velikog kapaciteta preko zastupljenosti SO_2 i NO_2 , dok uticaj Petrohemije nije bio jasno evidentiran zbog prostornog položaja Petrohemije i Azotare. U drugoj fazi istraživanja, kada je izvršen je obilazak industrijskih postrojenja Južne zone konstatovano je da u Azotari ne postoje izvori koji emituju.

Benzen koje beleži opštinski monitoring sistem, a koje se javljaju u relativno visokim koncentracijama, emituju se iz prizemnih izvora emisija. Ovakvih izvora u svakoj urbanoj sredini je mnogo, počev od saobraćaja, benzinskih pumpi, raznih radionica za farbanje i slično. U Pančevu pored navedenih izvora karakterističnih za urbane sredine postoji NIS Rafinerija nafte i HIP Petrohemija. NIS Rafinerija nafte predstavlja dominantan izvor emisija isparljivih organskih i drugih jedinjenja i ujedno je prvi u lancu zagađivača benzenom, toluenom i ksilenom. U samoj rafineriji tokom manipulacije proizvodima dolazi do višestrukih emisija, međutim emisijama nije kraj u rafineriji. Derivati koji se otpremaju iz rafinerije predstavljaju potrošačku robu koja se do kupaca distribuira preko benzinskih stanica kojih u velikom broju ima u urbanim sredinama. U procesu pretakanja derivata iz auto-cisterne u rezervoar benzinske stanice preko odušnog ventila rezervoara dolazi do emisije zapremine organskih para koja je jednaka zapremini pretočenog goriva. Zatim, prilikom točenja goriva u rezervoar automobila dolazi do istiskivanja iste zapremine organskih para iz automobilskog rezervoara. I na kraju, u režimima nepotpunog sagorevanja u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem koji se javljaju pri izmeni režima rada motora, što je i karakteristika za urbane sredine gde su česta usporavanja, zaustavljanja i ubrzavanja automobila, dolazi do povišene emisije benzena i mnogih drugih opasnih materija u koje spadaju i policiklični ugljovodonici. U konačnom bilansu, iz jedne zapremine derivata nafte oslobodi se višestruka zapremina organskih para u lancu manipulacija derivatom od proizvođača do krajnjeg potrošača. Najveći od svih izvora u Pančevu je naravno rafinerija nafte.

Srednje 24-časovne vrednosti benzena na osnovu kratkoročnog merenja u ambijentalnom vazduhu na mernom mestu „Vojlovica“, koje je rađeno kumulativnom metodom od strane Centra za hemiju, su pokazale da su, u granicama greške metode, jednake srednjim 24-časovnim vrednostima koje beleži kontinualni monitoring Opštine Pančevo.

Veoma visoke izmerene vrednosti dobijene su za koncentracije BTX na mernim stanicama u „Vojlovici“ i na „Vatrogasnom domu“. Stanica u „Vojlovici“ nalazi se u stambenoj zoni, udaljenoj oko 1 km od južne industrijske zone i na 300m od najbliže saobraćajnice. Ova stanica nalazi se 5 km severozapadno od JIZ, na pravcu predominantnog jugoistočnog vetra i na njoj se isto tako može registrovati značajan doprinos industrijskih izvora ukupnom aerozagađenju u toj oblasti. Pojava visokih

koncentracija benzena i ukupnih ugljovodonika u vazduhu u Pančevu uglavnom je vezana za aktivnosti u fabrikama Rafinerija nafte „Pančevo“ i HIP „Petrohemija“ (emisija iz niskih emisionih izvora – u najvećoj meri to su razne vrste cisterni koje se koriste za pretakanje goriva i veće površine na otvorenom koje pripadaju postrojenjima za tretiranje industrijskih otpadnih voda). Dat je grafički prikaz na slici 14. srednjih koncentracija benzena u $\mu\text{g}/\text{m}^3$, na godišnjem nivou, na bazi raspoloživih podataka u periodu od 2005. - 2010. godine.



Slika 14: Uporedni godišnji trend srednjih mesečnih koncentracija SO₂ i broj dnevnih prekoračenja graničnih vrednosti, zbirni pregled, Pančevo 2005. – 2010.g.

Izvor: Institut za zaštitu na radu, Novi Sad

Prema merenjima sistema za automatski monitoring kvaliteta vazduha, srednje godišnje koncentracije benzena pokazuju konstantni trend opadanja na godišnjem nivou na mernom mestu „Vojlovica“ i „Vatrogasni dom“. Uporedo sa smanjenjem srednje godišnje koncentracije benzena evidentan je i manji broj registrovanih visokih jednočasovnih koncentracija benzena u odnosu na prethodne godine, što se može dovesti u vezu sa izvršenim rekonstrukcijama na rezervoarima i drugim aktivnostima koje su sprovedene u skladu sa akcionim planovima za zaštitu životne sredine fabrika Rafinerije nafte „Pančevo“ i HIP „Petrohemija“, kao i pojačanim inspekcijским nadzorom od strane nadležne Republičke inspekcije za zaštitu životne sredine. Posle mnogo godina i dosta uloženog napora od strane zajednice i industrije na oba merna mesta u poslednje tri godine koncentracije benzena su u okviru norme predviđene Uredbom, s tim da su u 2010. godini niže nego u 2009.godini.

4. VALORIZACIJA VAZDUHA URBANOG EKOSISTEMA

Intenzivna industrijalizacija i urbanizacija, kao i demografski razvoj gradova izaziva negativne uticaje na životnu sredinu i kvalitet života stanovnika, kako u samom gradu tako i u njegovim rubnim naseljima. Razvoj karakterišu prostorno-funkcionalne promene u svim aspektima osnovnih urbanih funkcija. Stihijski razvoj gradova i neplansko širenje grada dodatno utiče na njegove prostorne matrice.

Glavni problemi životne sredine gradova, koje prati razvoj obuhvataju: neracionalno trošenje resursa (zemljišta, vode, energije i drugo), povećavanje saobraćajnih problema, zaostajanje razvoja komunalne infrastrukture, degradacija zemljišta, zagađivanje vazduha i voda, rizici od prirodnih nepogoda i industrijskih udesa, uništavanje prirodnih i kulturnih dobara, te nedovoljna briga o estetskim vrednostima grada.

4.1 Pojam valorizacije, ciljevi, primena

Reč valorizacija je nastala od latinske reči *valor* (vrednost), a značenje se vezuje uglavnom za određivanje vrednosti, procenu. Valorizacija efekata benzena na ambijentalni vazduh primenom empirijskih znanja ukazuje na pravce praktične valorizacije i na konkretne metode. Kvantifikovanja valorizovanih efekata veoma je bitna stavka kojom se ukazuje na ciljeve i zadatke istraživanja.

Programi treba da se modeliraju primenom najsavremenijih naučnih saznanja komplementarnih oblasti (medicine, sociologije, hemije, zaštite životne sredine...), pa kao takvi održavaju interdisciplinarnost pristupa i daju garanciju visoke valorizacije svojom primenom. Interdisciplinarnost omogućava valorizaciju urbanog ekosistema koja dobijaju ekonomsku vrednost.

Ekološku valorizaciju možemo predstaviti kao kvalitetnu dimenziju utvrđivanja vrednosti životne sredine odnosno u ovom slučaju urbanog ekosistema.

Cilj valorizacije je detektovanje stanja ambijentalnog vazduha sa stanovišta zagađenja benzenom, a sve u smislu poboljšanja i unapređenja urbanog ekosistema.

Poseban značaj u procesu proširivanja naučnih saznanja, naučnoj i stručnoj i društvenoj valorizaciji efekata ima primena odgovarajuće naučno validne i šire primenjive metodologije.

4.2 Metodološki aspekti valorizacije

Polazno istraživanje se zasniva na prikupljanju podataka o problemima zagađivanja životne sredine benzenom, fizičkim i hemijskim karakteristikama benzena, mikroklimi grada i izvorima benzena u urbanoj sredini. Cilj je uvid u trenutno stanje prakse i nauke o istraživanoj oblasti i izvođenje osnovnih karakteristika istraživanog prostora.

Postupkom sinteze, na osnovu prethodnog istraživanja, definišće se kriterijumi analize i valorizacije odabranog prostora. Metoda analize i valorizacije biće primenjena na konkretnim primerima, kako bi se mogle definisati opšte karakteristike, oblici, programi, funkcionalne organizacije i njihovo oblikovanje. Komparativna analiza daće uvid u najčešće nedostatke.

Istraživanjem kao i proučavanjem literature koja je posvećena ovoj tematici izvedeni su zaključci. Ovi zaključci su polazna osnova za valorizaciju ekosistema grada Pančeva zasnovanu na rezultatima merenja benzena.

4.3 Valorizacija gradske sredine s aspekta kvaliteta ambijentalnog vazduha

Danas veliki deo čovečanstva živi u velikim gradovima, dakle pod modifikovanim klimatskim uslovima. Mnoge od klimatskih modifikacija koje prouzrokuje grad imaju negativan uticaj na ljudsko zdravlje. Takva je, na primer, smanjena provetrenost, koja doprinosi i povišenju temperatura i aerozagađenja. Karakteristike grada koje dovode do nepovoljnih lokalnih klimatskih uslova mogu se popraviti odgovarajućim planskim merama u izgradnji ili rekonstrukciji grada. Treba imati u vidu da i pored mnogih zajedničkih karakteristika svih gradova, svaki pojedini grad, pa čak i deo grada ima neke svoje klimatske posebnosti, koje se mogu utvrditi samo izučavanjem lokalnih specifičnosti.

Glavni koncentrisani izvori emisije dolaze od većih industrijskih objekata, odnosno industrijskih zona i od sistema za grejanje. Valorizacija gradske sredine vrši se na osnovu kvaliteta životne sredine, prostorno – funkcionalne strukture grada, vrednovanje prostora sa ekološkog aspekta, vrednovanje prostora sa aspekta zdravlja itd.

Cilj merenja zagađenosti vazduha je preduzimanje preventivnih mera u svim segmentima, ispitivanje uticaja zagađenog vazduha na zdravlje ljudi, prirodu i materijalna dobra, praćenje trendova koncentracija, sagledavanje uticaja preduzetih mera na stepen zagađenosti vazduha i informisanje javnosti. Metod merenja, oprema, ispitivani parametri, kao i interpretacija rezultata, treba da budu

usklađeni sa Pravilnikom o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijumima za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka.³⁵

4.4 Valorizacija ekosistema grada Pančeva zasnovane na rezultatima merenjima benzena

Održivi razvoj predstavlja težnju ka uspostavljanju ravnoteže između socijalnih, ekonomskih i faktora životne sredine. Uspostavljanje koncepta održivog razvoja i upravljanje njim u dužem vremenskom periodu, moguće je preko seta odgovarajućih indikatora održivog razvoja. Indikatori se koriste već duži period kao alat pomoću kojeg se mogu prikupiti informacije o različitim entitetima, kao što su zdravstveno stanje ljudi, meteorologija, razna zagađenja itd. U poređenju sa indikatorima koji se odnose na ekonomski ili socijalni aspekt, indikatori koji se odnose na životnu sredinu i održivi razvoj su relativno nov fenomen.

„United Nations Commission on Sustainable Development (UNCSD)“ je počeo sa razvojem indikatora za praćenje održivog razvoja 1995. godine. Indikatori održivog razvoja se razvijaju na internacionalnom, nacionalnom i regionalnom nivou. Praćenje indikatora na lokalnom nivou je najsvrsishodnije. Praćenje na ovom nivou može doneti realne koristi tako što omogućava donošenje odluka zasnovanih na praćenju i merenju. Kako je jedan od ciljeva metodologije zasnovane na indikatorima mogućnost poređenja indikatora na različitim nivoima, određeni indikatori bi trebalo da budu raspoloživi svim zainteresovanim stranama.

Indikatori koji su izvedeni iz podataka, su osnovni alat za analizu promena i trendova. Oni su bolji analitički alat od podataka iz više razloga. Prvo, oni mogu poslužiti kao osnova za ocenu tako što obezbeđuju informacije o stanju i trendovima održivog razvoja. Drugo, kao osnova ovakvih ocena, indikatori obezbeđuju ulaz za formulisanje politike održivog razvoja. Treće, predstavljajući više podataka jednim brojem koji je jednostavniji za interpretaciju od kompleksne statistike, obezbeđuje lakšu komunikaciju između različitih grupa, npr. između eksperata i ne-eksperata.

Nacionalna strategija održivog razvoja Republike Srbije za period od 2008. do 2017. definiše održivi razvoj kao ciljno orijentisan, dugoročan, neprekidan, sveobuhvatan i sinergetski proces koji utiče na sve aspekte života (ekonomski, socijalni, ekološki i institucionalni) na svim nivoima. Uspostavljanje relevantnog monitoringa i praćenje strategije pomoću odgovarajućih indikatora treba da pomogne u praćenju kratkoročnih i dugoročnih ciljeva.

³⁵ Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka. Službeni gl. RS, br. 54/92; 30/99; 19/06.

4.5 Vazdušni ekosistem

Jedan od najvećih problema stanovnika Pančeva odnosi se na kvalitet vazduha. Kvalitet vazduha prati Zavod za javno zdravlje Pančevo (ZJZP). Izvori finansiranja sistematskog merenja emisije menjaju se iz godine u godinu, što nepovoljno utiče na kvalitet i pouzdanost merenja. U periodu od 2004. do 2007. godine ZJZP je merio parametre emisije na dva, odnosno, od 2005. godine, na četiri merna mesta, tokom različitog broja dana po mernom mestu u godini, te postojeći rezultati merenja ne pružaju sasvim preciznu sliku o aerozagađenju.³⁶

Osim ovog, emisija se meri i preko Sistema za kontinualni monitoring, koji je u nadležnosti Sekretarijata za zaštitu životne sredine Grada Pančeva (SZŽS GP), a za koji je opremu donirala Vlada Republike Italije, Provincija Ravena, gradovi Ravena i Venecija i UNDP. Po važećoj regulativi, ne postoji mogućnost da gradska uprava dobije ovlašćenje za merenje emisije od nadležnog Ministarstva, jer ne može da bude registrovana za ovakve vrste delatnosti. To znači da, iako tačni i precizni, rezultati merenja ovog sistema nemaju status zvaničnih merenja, te se, konkretno, ne mogu koristiti kao relevantni dokazi u sudskoj praksi. Uočljivo je da su periodi potrebni za servisiranje opreme i zamenu dotrajalih delova ovog sistema neopravdano dugi. Na primer, u radu merne stanice u Vatrogasnom domu, pojedini analizatori za BT, Me-me (benzen, toluen i metilmerkaptan) i SO₂ /N₂ S imali su duži prekid u radu zbog kvara koji nije mogao da se otkloni na licu mesta.

Dnevni i mesečni izveštaji o merenju aerozagađenja dostupni su javnosti na sajtu ZJZP i oficijelnom sajtu grada Pančeva. Međutim, ne postoji ovlašćeni organ koji bi analizirao i upoređivao rezultate merenja oba sistema, što bi doprinelo povećanju kredibilitnosti nadležnih institucija. Godinama je prisutna teza da je sistem za kontinualno merenje SZŽS GP napravljen kao svojevrsna protivteža i kontrolni punkt laboratoriji ZJZP, umesto da njihov odnos bude partnerski, tako da jedna drugu dopunjuju i da se ispomažu.

Skupština opštine Pančevo (SOP) donela je novembra 1999. godine Plan za poboljšanje kvaliteta vazduha. Većina obaveza iz Plana je sprovedena. Međutim, u nekim slučajevima, došlo je do probijanja rokova i nepotrebnog višegodišnjeg zakašnjenja (npr. SOP je tek oktobra 2005. usvojila tzv. akcione planove fabrika iz JIZ). Osim toga, sveobuhvatni izveštaj o realizaciji Plana nije urađen, čime je nastavljena praksa da strateška dokumenta ili planovi aktivnosti na zaštiti životne sredine ne stvaraju

³⁶ Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj Beograd (2009): Fond za otvoreno društvo, Beograd i Centar za primenjene evropske studije, Beograd

nikakvu posledicu u realnom životu.

Tek od decembra 2006. godine, Republički hidrometeorološki zavod svakodnevno šalje fabrikama iz JIZ i SZŽS GP vremensku prognozu i izveštaj o pogodnosti meteoroloških uslova za razblaživanje emitovanih zagađujućih materija u Pančevu. Na osnovu ovog izveštaja, Rafinerija nafte i „Petrohemija” svakog dana sačinjavaju plan manipulacije, usklađen sa vremenskom prognozom, koji dostavljaju SZŽS GP.

Rešenjima Republičke inspekcije za zaštitu životne sredine, iz juna 2006. godine, svim fabrikama JIZ naloženo je da usvoje pravilnike o radu u nepovoljnim meteorološkim uslovima, što je i učinjeno.

Integrisani katastar zagađivača Pančeva ne postoji. Radna verzija Katastra zagađivača vazduha u Pančevu napravljena je početkom devedesetih godina XX veka, na osnovu podataka iz bazne tehničke dokumentacije fabrika iz JIZ.

Od juna 2005. godine primenjuje se Pravilnik o epizodnom zagađenju vazduha, u kome su opisane procedure postupanja organa lokalne samouprave u uslovima epizodnog zagađenja prvog i drugog stepena. Pravilnik predviđa uslove pod kojima se uključuju sirene za RBH opasnost i daje signal za prestanak opasnosti. Ni ovim Pravilnikom, ni drugim propisima, nisu precizirana uputstva kojih građani treba da se pridržavaju u toku trajanja opasnosti, tako da objavljivanje RBH-opasnosti u devet slučajeva, od 2006. do 2008. godine, nije imalo nikakve pozitivne efekte na zaštitu stanovništva. Interesantno je da sistematsko obrazovanje građana o postupcima u situacijama ekstremnog aerozagađenja ne postoji, kao ni bilo kakva preporuka o konkretnoj ličnoj zaštiti. Doduše, službenici SZŽS GP u nekoliko navrata, putem elektronskih medija, savetovali su građanima da ostanu u kućama, zatvore prozore i stave mokre čaršave u okna. Oktobra 2008. godine lokalna uprava je saopštila da namerava da izmeni određene delove Pravilnika o epizodnom zagađenju, koji, između ostalog, predviđa proceduru aktiviranja sirena za uzbunu u slučajevima izuzetnog aerozagađenja. Prema izjavama gradskih otaca, izmene Pravilnika ne isključuju mogućnost aktiviranja sistema za obaveštavanje i uzbunjivanje u vanrednim situacijama, već pokazuju nameru gradske vlasti da se i ta oblast dovede u red.

Tim za definisanje plana za postupanje u vanrednim situacijama koje mogu dovesti do zagađenja životne sredine i Radna grupa za praćenje stanja životne sredine i realizaciju akcionih planova i projekata koji se odnose na rešavanje problema životne sredine u Pančevu – do sada nisu pružili značajnije konkretne rezultate. Sadržaj Plana zaštite od hemijskog udesa nije poznat široj javnosti, umesto da ga poseduje svaki građanin.

Tokom 2004. godine registrovana su prekoračenja koncentracije čađi, amonijaka, benzena na oba merna mesta („Zavod“ i „Vatrogasni dom“): ukupne suspendovane čestice na mernom mestu „Zavod“. Naknadnom analizom uzoraka suspendovanih čestica utvrđeno je prekoračenje GVI za arsen, nikel i poliaromatične ugljovodonike (PAU). Naknadnom analizom taložnih materija na mernom mestu „Zavod“, ustanovljeno je da su vrednosti za cink prekoračile GVI. Rezultati merenja pokazuju da je najveći broj prekoračenja granične vrednosti emisije u toku 2005, 2006. i 2007. godine registrovan za benzen, ukupne suspendovane čestice (TSP), čestice PM10, čađ, a u toku godine bilo je i prekoračenja granične vrednosti emisije amonijaka, ugljenmonoksida i prizemnog ozona.

Prema najnovijem izveštaju inspekcije Ministarstva životne sredine i prostornog planiranja o stanju životne sredine u Pančevu od 11. marta 2009. godine, a na osnovu rezultata dobijenih merenjima, sprovedenim od strane Zavoda za javno zdravlje Pančevo (ZJZP) u 2008. godini, može se uočiti da su u zagađenom vazduhu Pančeva najzastupljeniji čađ, suspendovane čestice i amonijak. Opadajući trend srednjih godišnjih koncentracija benzena na navedenim mernim mestima, od 2007. godine do danas, može se tumačiti preduzimanjem tehničko-tehnoloških mera u „Rafineriji nafte Pančevo“ i HIP „Petrohemiji“. Sve aktivnosti iz Akcionih planova Rafinerije nafte Pančevo i HIP „Petrohemija“, naložene su rešenjima republičkog inspektora za zaštitu životne sredine sa utvrđenim rokovima.³⁷

4.6 Vodeni ekosistem

Stanovništvo Pančeva se pijaćom vodom snabdeva iz tri izvorišta: u Gradskoj šumi (na teritoriji Grada Pančeva), kao i iz izvorišta „Sibnica“ i izvorišta pored Filter stanice nad kojima Grad Pančevo nema nadležnost, pošto se ona nalaze na teritoriji Opštine Palilula, tj. Grada Beograda. Skupština Beograda još uvek nije proglasila zone sanitarne zaštite izvorišta. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Beogradu uradio je 2003. godine Projekat celovite sanitarne zaštite pančevačkog izvorišta i dopunio ga Aneksom 2006. godine.³⁸

Ni posle nekoliko ponovljenih slučajeva izlivanja nepoznatog sadržaja iz drumskih cisterni u rejonu šire zaštite izvorišta vode Gradska šuma, javnosti nije saopšten sastav izlivenog sadržaja, niti su pronađeni, procesuirani i kažnjeni počinioci ovih dela.

³⁷ Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj Beograd (2009): Fond za otvoreno društvo, Beograd i Centar za primenjene evropske studije, Beograd, str.

³⁸ Ibidem, str.

Višegodišnji prosek gubitka vode u vodovodnom sistemu kreće se između 30% i 36%. Ovi gubici su na nivou proseka ostalih gradova Srbije, ali su znatno veći od gubitaka u zemljama EU, gde prosečno iznose 20%. Za kreditna sredstva inostranih donatora i banaka namenjenih proširenju kapaciteta ili izgradnji novog postrojenja za prečišćavanje voda, može se konkurisati tek nakon smanjenja gubitaka u mreži.

Najznačajniji problemi u upravljanju otpadnim vodama su sledeći: nedovoljno izgrađen sistem javne kanalizacije (atmosferskih voda i otpadnih voda), veliki broj septičkih jama koje ne zadovoljavaju tehničke propise, izostanak obavezne i redovne kontrole kvaliteta otpadnih voda koje se ispuštaju u kanalizaciju i nepostojanje postrojenja za tretman komunalnih otpadnih voda pre upuštanja u recipijent Dunav. Razvoj fekalne kanalizacije znatno zaostaje za razvojem vodosnabdevanja stanovništva, iako je izgradnja oba ova sistema počela u istom periodu (1963. godine). Sve količine fekalne otpadne vode (iz kanalizacije i iz septičkih jama) koje nastanu na teritoriji Pančeva, bez ikakvog tretmana se ispuštaju u vodotok Dunava, dok se atmosferske otpadne vode, takođe bez ikakvog tretmana, upuštaju u Tamiš i Nadelu i u baru Topola. Osim toga, na kišnu kanalizaciju je na više mesta u gradu nelegalno priključena fekalna kanalizacija. Na teritoriji grada postoji urađena fekalna deponija (šaht koji može da primi cevi većeg prečnika). Nisu rađena istraživanja sadržaja fekalnih cisterni.

Vlasnik kišne kanalizacije u Pančevu je grad Pančevo. Ona je predata JKP „Vodovod i kanalizacija”, ali samo na održavanje i upravljanje, pošto nisu rešeni problemi koji bi mogli nastati oko plaćanja poreza na dodatnu vrednost, ukoliko bi se kanalizacija prenela u vlasništvo JKP „Vodovod i kanalizacija”. Dodatna je otežavajuća okolnost kod primopredaje ovog sistema kanalizacije što ne postoji tehnička dokumentacija, niti upotrebne dozvole za mrežu gotovo svih ulica, a koja bi trebalo da bude preneti u vlasništvo JKP „Vodovod i kanalizacija”.

U Pančevu ne postoji postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda. Otežavajuća okolnost je što se kreditna sredstva inostranih donatora i banaka za izradu postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda teže mogu realizovati ukoliko nije izgrađena kanalizaciona mreža u celom gradu. Urađen je Generalni projekat i Prethodna studija izvodljivosti za proširenje i rekonstrukciju kanalizacione mreže i izgradnju Postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda Pančeva (ukupna vrednost projekta je 37.900.000 evra) i određena lokacija ovog postrojenja. Nezavisno od ovih planova, u naselju Starčevo u toku je izgradnja fekalne kanalizacije sa postrojenjem za preradu otpadnih voda, čija se izgradnja finansira sredstvima Fonda za kapitalna ulaganja AP Vojvodine, grada Pančeva i građana Starčeva iz samodoprinosu. I ostala naselja rade nezavisno na pripremi tehničke dokumentacije za sopstvena postrojenja za tretman otpadnih voda.

Katastar otpadnih voda za grad Pančevo ne postoji. SZŽS GP raspolaže podacima o količini i kvalitetu otpadnih voda na osnovu studija o proceni uticaja na životnu sredinu. Postoje jednokratno snimljeni podaci o vrstama i količini, prikupljanju i stepenu eventualnog tretmana otpadnih voda za 80 privrednih subjekata na teritoriji grada Pančeva. Detaljnim podacima i rezultatima analiza raspolaže nadležna vodoprivredna inspekcija. JVP „Tamiš–Dunav” raspolaže spiskom zagađivača vodotokova na području kojim gazduje, uključujući celokupnu teritoriju grada Pančeva. Prema ovom spisku, otpadne vode u Regionalni hidrosistem Nadela ispušta bar 30 zagađivača bez prethodnog tretmana ili bez adekvatnog tretmana otpadnih voda.

Švajcarska agencija za razvoj i saradnju (SDC) 2001. godine je, u saradnji sa gradovima donatorima Amsterdamom i Zanstadom iz Holandije, realizovala projekat Monitoring podzemnih voda i rizik po javno zdravlje južno od Pančeva. „MOL” a.d. iz Beograda je od 2004. do 2008. godine obavio istraživanja podzemnih voda i konstatovao da su one zamućene iznad prihvatljive vrednosti i da zagađujuće materije prekoračuju granične vrednosti za preduzimanje interventnih mera. Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Ministarstvu zaduženom za zaštitu životne sredine i Pokrajinskom sekretarijatu za zaštitu životne sredine i održivi razvoj dostavljeni su zahtevi za mišljenje o daljim aktivnostima i potrebi preduzimanja mera, ali nadležna ministarstva tokom prethodnih godina nisu aktivno reagovala, sve do kraja 2008. godine, kada je prihvaćena inicijativa SZŽS GP da se pokrene pitanje rešavanja problema podzemnih voda na posmatranoj teritoriji.

Međunarodna komisija za zaštitu reke Dunav, uz pomoć podunavskih zemalja i Evropske komisije, sprovela je Drugo zajedničko istraživanje reke Dunav (The Joint Danube Survey 2), koje je pokazalo da je najveći stepen zagađenja organskim materijama i suspendovanim česticama uočen upravo nizvodno od Pančeva. Ujedno, od rafinerijskog pristaništa na Dunavu pa nadalje, registrovane su najveće koncentracije zagađujućih materija u sedimentu korita ove reke. Ispitivanjem kvaliteta vode ustanovljeno je da ona u ovom delu pripada četvrtoj kategoriji, što je daleko ispod propisanog standard.³⁹

³⁹ Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj Beograd (2009): Fond za otvoreno društvo, Beograd i Centar za primenjenu evropske studije, Beograd, str

4.7 Valorizacija industrijskog ekosistema

Tehnološki proces u HIP Petrohemija – Pančevo je licenciran i projektovan od strane *STONE&WEBSTER Engineering Corp. USA*. Postrojenje je kompletirano i pušteno u rad novembra 1979. godine. Od tada je proizvodna jedinica u kontinualnom radnom režimu uz regularna zaustavljanja procesa jednom godišnje zbog održavanja do 1992. godine, kada je postrojenje etilena zatvoreno i konzervirano usled UN sankcija. Nakon ukidanja UN sankcija 1996. godine remontovanje se odvijalo jednom u dve godine. U prethodnih 25 godina Postrojenje radi bez popravki ili kapitalnih investicija. Prema projektu, namena ovog postrojenja je prerada sirove nafte, rafinata i reciklaža etana. Kod petrohemijskih procesa i u procesima prerade nafte glavne emisije se dešavaju upravo u delu manipulacije proizvodima i te emisije odgovaraju gubicima otparavanjem. U samom tehnološkom postrojenju ne smeju postojati izvori emisija velikog kapaciteta jer proces mora biti maksimalno hermetizovan.

Zbog toga su u HIP Petrohemiji izabrana mesta za uzimanje uzoraka i procene emisije štetnih materija koje se pojavljuju u ambijentalnom vazduhu grada Pančeva u delu manipulacije proizvodima.

U skladišnom prostoru pirolitičkog benzina uzeta su dva uzorka vazduha, i to jedan uzorak unutar rezervoara iznad plivajućeg krova, a drugi u okolini rezervoara. Kako je zastupljenost benzena u sirovoj nafti značajno manja u odnosu na pirolitički benzin u kome se sadržaj benzena može kretati i do 40%, za razliku od nafte gde je udeo benzena manji od 5%, procenjeno je da manipulacija pirolitičkim benzinom predstavlja rizik u pogledu emisija benzena. U postupcima manipulacije ne postoje organizovani izvori emisija u smislu ventilacionih sistema, ali udeo difuznih emisija u postrojenjima ovog tipa je značajan ukoliko procesi nisu potpuno hermetizovani (loše dihtovanje plivajućeg krova unutar skladišnog rezervoara, nepostojanje sistema za vraćanje oslobođenih para nazad u proces kod utakačkih ruku punilišta i sl.).

4.7.1 Manipulacija

Dopremanje sirove nafte u skladišni prostor HIP Petrohemija – Pančevo odvija se putem zatvorenih cevovoda. Preradom sirove nafte dobijaju se ulazne sirovine (C_4 frakcija, etilen, propilen) za dalji petrohemijski proces, a nusproizvodi od prerade sirove nafte su pirolitički benzin i pirolitičko ulje. Pirolitički benzin se dalje cevovodima vraća u Rafineriju nafte Pančevo i vagon-cisternama u Rafineriju

nafte Novi Sad. Transport pirolitičkog benzina do Rafinerije nafte Pančevo je zatvorenim sistemom dok na vagon-pretakalištu kod utovara pirolitičkog benzina sistem pretakanja nije heremtizovan. Prilikom utovara pirolitičkog benzina u vagon-cisterne, kapaciteta 50 m³, dolazi do oslobađanja 50 m³ zasićene pare iz cisterne. U svakom slučaju prilikom utovara dolazi do oslobađanja zasićene pare, zapremine koja odgovara zapremini pirolitičkog benzina.

4.7.2 Rafinerija nafte Pancevo- tehnoloski opis i karakteristike tehnoloskog procesa

Rafinerija nafte u Pančevu je najveći proizvođač naftnih derivata u Naftnoj industriji Srbije. To je rafinerija energetskeg tipa koja proizvodi goriva, parafinske i aromatične solvente, sirovine za petrohemijsku proizvodnju, bitumen i sumpor.

Primarna i sekundarna postrojenja za preradu sirove nafte građena su dovoljno fleksibilno da mogu da prerađuju različite vrste sirove nafte. Sa kapacitetom prerade nafte od pet miliona tona godišnje, ona je najveća fabrika ove vrste u Srbiji i u potpunosti zadovoljava potreba domaćeg tržišta za naftnim derivatima, a 20% proizvodnje može da izveze.

Sirova nafta (domaća i uvozna) do rafinerija se doprema naftovodom i rečnim putem –barzama, a derivati se otpremaju produktovodom, autocisternama, železnicom i barzama.

Struktura postrojenja od prerađene sirove nafte (20% domaće i 80% uvozne najčešće ruske) omogućava dobijanje sledeće strukture derivata:

- oko 30% motornog benzina,
- oko 30% dizela,
- oko 20% mazuta,
- oko 10% sopstvene potrošnje i
- do 100% ostalih derivata (od tečnog naftnog gasa pa do tečnog sumpora).

Dopremanje sirove nafte je sa domaćih nalazišta i iz uvoza, uglavnom naftovodom. Kapacitet naftovoda je veći od primarnog kapaciteta rafinerije. Postoje instalacije za dopremu sirove nafte, vodenim putem, železnicom i autocisternama. Skladišni prostor namenjen za sirovu naftu iznosi preko 200.000 m³. U rezervoarima za skladištenje obavlja se prvi stepen rafinerijske pripreme sirove nafte za preradu.

Tu se sprovodi taloženje i primarna nafta odlazi dalje na obradu, a izdrenirana voda sa nečistoćama odlazi kanalizacijom u separator na dalju obradu gde se odvaja čvrsta faza i uljna od vode.

Odvodnjavanje i odsoljavanje sirove nafte, podrazumeva uklanjanje nečistoća u obliku soli, vode, sedimenata i materija nerastvorljivih u nafti. Sumpor predstavlja jednu od glavnih nečistoća oleofilnog tipa. Pored sumpora nepoželjne materije su i naftenska kiselina, kao i razna azotna i kiseonikova jedinjenja. Pri odsoljavanju sirova nafta se zagreva na 120 °C uz prethodno dodavanje 3 - 15% vode, za ispiranje so.

Atmosferska destilacija S – 100 projektovana je za preradu dve vrste sirovina:

- domaću mešanu naftu i
- mešanu sirovu naftu- domaću i uvozu.

Ovo postrojenje daje sledeće proizvode iz domaće parafinske sirove nafte: rafinerijski loživi gas, nestabilizovani laki benzin, benzin, petrolej, dizel gorivo-D1, teško gasno ulje. Kao završni proizvod ostaje primarni benzin koji dalje daje frakcionisanjem, u spliteru za benzin, smešu gasova i lakog benzina (sa vrha kolone), (bočna frakcija) srednji benzin i teški benzin (dno kolone).

Atmosferska destilacija S -2100 predstavlja projektovano postrojenje za preradu nafte svih vrsta (uvozne i domaće). Proizvodi ovog postrojenja su: rafinerijski loživi gas, smeša propan-butan gasa, laki benzin, stabilizovani sirovi benzin, benzin za pirolizu, mlazno gorivo-sirovi petrolej, dizel gorivo, gasno ulje (lako i teško).

Merox postrojenja daljom obradom sirovina, pranjem rastvorom (NaOH) uklanjaju sumpor.

Udex -ekstrakcija aromata je postrojenje projektovano za ekstrakciju benzina iz ugljovodonične frakcije C₆ bogate benzenom.

Fluidno katalitičko krekovanje benzina S-2300 i stabilizacija benzinske frakcije je postrojenje gde se krekuju ugljovodonici u prisustvu katalizatora i na povišenoj temperaturi. Pored benzina laki i teški-krekovani ovo postrojenje proizvodi i gasove. FSS je postrojenje koje donosi i najviše prihoda rafineriji. U toku krekovanja oslobađa se koks na katalizatoru koji se spaljuje sa vazduhom u posebnoj jedinici, a toplota iz reakcije koristi se za dobijanje vodene pare.

Postrojenje za obradu kisele vode, S – 900, je postrojenje za prečišćavanje sumpornih otpadnih voda oksidacijom pomoću vazduha. Izlazna procesna voda iz različitih postrojenja rafinerije sakuplja se u rezervoar za kiselu vodu. Ovaj rezervoar snabdeven je uređajem za održavanje gornjih slojeva povučenog ulja koje sadrži BTX. Sadržaj ulja u otpadnoj vodi određuje proces obrade. Iz rezervoara se kisela voda pumpom dozira u postrojenje, preko izmenjivača toplote, voda se zagreva ubacivanjem vodene pare dok se ne postignu optimalne radne temperature, a zatim meša. Nakon toga voda i vazduh se razdvajaju u vazdušnom separatoru, odakle voda dalje odlazi u kanalizaciju tj. API - separator, a

vazduh preko zaštitnika plamena u ložište peći. API – separator i bistrak postojećeg sistema za prečišćavanje otpadnih voda sastoji se iz: Separatora ulja, bistrika i crpilišta opremljenog sa pumpama i skimerom za uljnu fazu. API separator i bistrak su otvoreni, površine oko 1000 m², sa koje u zavisnosti od temperature otpadne vode (oko 40 °C), imamo emisiju benzena i lako isparljivih ugljovodonika.

Postrojenje za rekuperaciju gasova iz sistema baklje, S – 1000, je isprojektovano i izgrađeno sa ciljem povećanja ekonomičnosti rada Rafinerije i povećanja stepena zaštite životne sredine. Ovi tokovi gasova i para derivata skupljaju u posebni rezervoar sa plivajućim krovom – zvonom, – šalju naaminsko pranje, i tako „ opran “ tzv. loživi gas koristi se za loženje rafinerijske peći.

Kiseli gasovi uvode se u sistem kisele baklje, na samo spaljivanje samo kad iz nekih razloga ne radi postrojenje za proizvodnju tečnog sumpora.

Derivati se skladište u rezervoare sa plivajućim krovom i rezervoare sa fiksnim krovom. Rezervoari su opremljeni neophodnom tehnološkom i protivpožarnom opremom, zaštićeni od korozije.

Otpremanje gotovih proizvoda iz RNP vrši se autocisternama, železničkim cistrenama i rečnim tankerima. Autocisterne za tečna goriva se pune na autopunilištu tečnih goriva. Punjenje tečnih naftnih gasova se vrši na posebno izgrađenom punilištu.

Železničkim cisternama se vrši otpremanje tečnih derivata i gasova. Tankerima tj. vodenim tokom (na reci Dunav) iz RNP vrši se otprema proizvoda velikotonažne proizvodnje (motorni benzini, dizeli, mazut) i benzen.

4.8 Valorizacija urbanog ekosistema

Prema najnovijim zvaničnim podacima, grad Pančevo se prostire na površini od 755 km² i predstavlja drugu opštinu po veličini u Južnobanatskom okrugu. Na njenoj teritoriji se nalazi deset naselja u kojima živi 125.769 stanovnika (stanje od 30. 6. 2007). Broj zaposlenih, na osnovu godišnjeg proseka za 2007. godinu, iznosio je 39.016 lica ili 310 na 1.000 stanovnika, što predstavlja najvišu vrednost u celom okrugu i iznad je proseka, kako Srbije (271 na 1.000), tako i Vojvodine (266 na 1.000). Prema ovom pokazatelju, Pančevo se približava proseku Beograda od 383 zaposlena na 1.000 stanovnika, što ukazuje na to da je reč o području na kome se obavlja intenzivna ekonomska aktivnost. Od ukupnog broja zaposlenih 68,6% radi u okviru privrednih društava, ustanova, zadruga i drugih organizacija, dok 31,4% obavlja samostalnu delatnost. Najviše zaposlenih je u sektoru prerađivačke industrije 26,8%, u zdravstvu i socijalnom sektoru 7,2%, trgovini na malo i veliko 6,8%, poljoprivredi

5%, saobraćaju, skladištenju i vezama 4,8%, obrazovanju 4,7%, i građevinarstvu 3,7%. Sa prosekom zarada od 32.180 dinara u 2007. godini, Pančevo vodi u okrugu, prevazilazi prosek Srbije (27.759) i Vojvodine (27.942), te se približava proseku Beograda od 34.620 dinara. Iz ovih podataka očigledno je da je Pančevo jedna od ekonomski snažnih i važnih opština u Srbiji. O tome svedoče i izdvojena sredstva budžeta opštine, u 2007. godini, od 25.694 dinara po stanovniku, što je iznad proseka cele Srbije (21.739 dinara) i Vojvodine (20.613 dinara), kao i ukupne iskazane investicije od oko 4.268 miliona dinara (oko 54 miliona evra).⁴⁰

Pančevo se može smatrati privredno razvijenim i dinamičnim gradom, koji ostvaruje značajan ekonomski rast, ne samo zahvaljujući blizini Beograda, već i činjenici da se na njegovoj teritoriji nalaze najvažniji energetske, petrohemijske i hemijske kapacitete Srbije. Nažalost, upravo je postojeća privredna, pre svega industrijska, struktura uslovala da Pančevo bude jedan od najugroženijih gradova sa stanovišta kvaliteta životne sredine u Srbiji, pa i u Jugoistočnoj Evropi.

Ima više uzroka za ovakvo stanje. Oni se, prema dokumentu *Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj* izrađenom od strane Fonda za otvoreno društvo Beograd i Centar za primenjene evropske studije Beograd, mogu grupisati u četiri velike grupe⁴¹:

- Uzroci proizašli iz razvoja socijalističke privrede, industrijalizacije i izgradnje, od pedesetih do kraja osamdesetih godina XX veka.
- Uzroci koji se vezuju za period ekonomskog pada i političkog haosa devedesetih godina XX veka.
- Uzroci izazvani posledicama NATO-kampanje 1999. godine.
- Uzroci nastali posle 2000. godine, kao posledica institucionalnih lutanja i diskontinuiteta u radu državnih organa i ustanova u oblasti zaštite životne sredine.

4.9 Valorizacija zona odmora i rekreacije

Rekreacija u opštem antropološkom smislu predstavlja posebnu delatnost čoveka izabranom po želji, koja doprinosi razvoju i očuvanju telesnog i duševnog zdravlja, održavanja vitalnosti, kvaliteta života, odmora i razonode. Sve ono što čoveka danas može opustiti, odmoriti i revitalizovati.

⁴⁰ Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj Beograd (2009): Fond za otvoreno društvo, Beograd i Centar za primenjene evropske studije, Beograd, str.

⁴¹ Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj Beograd (2009): Fond za otvoreno društvo, Beograd i Centar za primenjene evropske studije, Beograd, str.

Rekreacija je korišćenje vremena na neprofitabilan način, a na mnogo načina predstavlja i terapijsko osveženje za telo i duh. Kako sve više i više vodimo sedeći način života, potreba za rekreacijom se povećava. To pokazuje i rast popularnosti mesta za takozvani aktivni odmor.

U urbanim gradovima zone za odmor i rekreaciju su od izuzetnog značaja, sa obzirom da su u nedostatku dužeg slobodnog vremena za odlaske van urbanih zona, zone rekreacije i odmora svakodnevno utočište stanovnika gradova.

Kako su zone za odmor i rekreaciju najčešće na otvorenom, na njih pored neadekvatne opremljenosti urbanim mobilijarom i zelenilom veliki uticaj ima i ambijentalni vazduh koji je u Pančevu dosta zagađen i na taj način utiče na zdravlje ljudi. Velika koncentracija bazne hemijske industrijske proizvodnje locirana na jednom mestu, blizina industrijske zone u odnosu na naseljena mesta, izgradnja hemijskih postrojenja na pravcu dominantnih vetrova, zastarela tehnologija sa postrojenjima koja su uglavnom stara više od trideset godina, a u koja u prethodnom periodu nije dovoljno ulagano u smislu poboljšanja i usavršavanja procesa proizvodnje, nelegalna gradnja bez poštovanja važeće planske dokumentacije, kao i nepoštovanje zakona iz oblasti zaštite životne sredine utiču i na kvalitet zona za odmor i rekreaciju.

Odmor i rekreacija su delatnosti čoveka kojima pokušava da revitalizuje svoj organizam na fizičkom i psihičkom nivou i na taj način pospeši svoje zdravlje. Zone koje treba da služe u te svrhe treba, na prvom mestu, svojim karakteristikama da pospešuju navedene funkcije. Kako je zagađenost ambijentalnog vazduha problem čitavog područja grada Pančeva, ona utiče i na zone za odmor i rekreaciju.

5. ZAKLJUČAK

Ispitivanje sprovedeno u cilju utvrđivanja uzroka i stepena zagađenosti vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva je izvršeno u dve faze:

1. u prvoj fazi data je procena izvora emisija na osnovu rezultata merenja u spoljašnjoj sredini i na osnovu matematičkog modeliranja pomoću modela UNMIX,
2. u drugoj fazi izvršen je obilazak fabrika Južne industrijske zone i urađena su merenja u delovima tehnologija koje predstavljaju glavne izvore emisija štetnih i opasnih materija koje beleži opštinski monitoring sistem.

Na osnovu dobijenih rezultata merenja i na osnovu sagledavanja tehnoloških procesa u fabrikama Južne industrijske zone, može se zaključiti sledeće:

- Srednje dnevne (24-časovne) koncentracije benzena, koje meri kontinualni monitoring sistem grada Pančeva i srednje dnevne koncentracije ovih materija dobijene kumulativnom metodom merenja su jednake u granicama greške merenja različitih metoda. Razlika je jedino u tome što sistem kontinualnog monitoringa grada Pančevo ima mogućnost merenja jednočasovnih varijacija u toku dana i može da registruje dnevne maksimume koji traju oko jedan sat u proseku, dok su koncentracije u ostalim časovima tokom dana značajno niže pa kada se izvrši usrednjavanje koncentracija na nivou od 24 časa one su jednake koncentracijama koje meri IHTM – Centar za hemiju.
- Na osnovu uvida u tehnološke postupke u fabrikama Južne industrijske zone i na osnovu sagledavanja tehnoloških i emisionih bilansa u drugoj fazi istraživanja, može se zaključiti da su dominantni izvori emisija ispitivanih štetnih i opasnih materija unutar NIS Rafinerija nafte – Pančevo a odmah zatim i iz HIP Petrohemija – Pančevo.
- U prethodnoj proceni, matematičkim modeliranjem merenih koncentracija u spoljašnjoj sredini, model UNMIX je u prvom izvoru izračunao doprinose dva izvora emisije, HIP Azotare i HIP Petrohemije. Ovo je utvrđeno nakon sagledavanja njihovog prostornog rasporeda, nakon uvida u tehnološke postupke i nakon merenja unutar HIP Petrohemija. Model je ova dva izvora svrstao u jedan zbog njihovog prostornog rasporeda (Petrohemija je iza Azotare u odnosu na mernom mestu Vatrogasni dom) i zbog kontinualnih izvora emisija NH_3 iz Azotare i benzena, toluena i ksilena iz Petrohemije,

koji koreliraju sa meteorološkim parametrima.

- U drugoj fazi ispitivanja uzroka i stepena zagađenosti vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva potvrđeno je da merna mesta iz opštinskog monitoring sistema nisu reprezentativna za praćenje uticaja Južne industrijske zone. Tako, na primer, merno mesto Vojlovica ne registruje skok koncentracija benzena, toluena i ksilena između 23. i 24. avgusta, kada je u HIP – Petrohemija vršen utovar 600 m³ pirolitičkog benzina. Na mernom mestu Vatrogasni dom ovaj uticaj je evidentiran. Takođe, u prvoj fazi ispitivanja model UNMIX je našao da je od NIS - Rafinerija nafte ukupni doprinos zagađenju vazduha 19%. Uvidom u tehnološki postupak i bilanse rafinerije može se pretpostaviti da je ovaj doprinos i veći, ali verovatno u drugim delovima grada (centralnim ili istočnim) zbog prostornog rasporeda glavnih izvora emisija unutar rafinerije. Centralni i istočni delovi grada nisu obezbeđeni ni jednim mernim mestom na kojem bi se pratile karakteristične zagađujuće materije iz NIS Rafinerije nafte – Pančevo.
- Glavni izvori emisija štetnih i opasnih materija iz NIS Rafinerija nafte – Pančevo su u delu svih utakačkih ruku i to redom od najvećih doprinosa zagađenju vazduha ka manjim: svih vrsta benzina, u manjoj meri dizela i lož ulja, zatim sledi površina postrojenja za preradu otpadnih voda, potom odušni ventili rezervoarskog prostora (naročito u delu skladištenja benzina, benzena) i na kraju lift pumpe u krugu rafinerije, a najmanje doprinose procesna postrojenja jer je proces maksimalno hermetizovan.
- U krugu HIP Petrohemija – Pančevo glavni izvori emisija su vagon pretakalište za otpremanje pirolitičkog benzina (iako se ovaj postupak ne sprovodi svakodnevno uticaj na zagađenost vazduha je evidentiran) i postrojenje za preradu otpadnih voda koje je pored emisija benzena, izvor značajnih količina sumpornih jedinjenja (sulfida, sulfonata, merkaptana) koja su neprijatnog mirisa i najverovatnije te mirise povremeno osećaju građani Pančeva, a i Beograda, u pogodnim meteorološkim situacijama kada je prenos vazduhom do određenih delova grada moguć. Kad je u pitanju tehnološko postrojenje HIP Petrohemija emisije zavise od stepena zaptivenosti sistema.
- Potvrđeno je da je Azotara izvor emisije NH₃ kako iz organizovanih tako i iz difuznih emitera, ali i NO_x iz organizovanih visokih izvora emisija.
- Sagledavajući izvore emisija štetnih i opasnih materija unutar Južne industrijske zone može se konstatovati da postoji obilje emitera različitih tipova, konstrukcija, visina i

različitih zagađujućih materija koje se iz njih oslobađaju. Na zagađenost vazduha grada Pančeva ne utiču svi izvori emisija podjednako. Izgleda da visoki emiteri u koje spadaju baklja i visoki dimnjaci, najmanje doprinose zagađenju vazduha dok prizemni emiteri u koje spadaju pretakališta unutar NIS Rafinerije, pretakalište za pirolitički benzin unutar HIP Petrohemija i postrojenja za preradu otpadnih voda u obe fabrike najviše doprinose zagađenju vazduha benzenom, ali i drugim opasnim materijama kao što su jedinjenja sumpora. Razlog leži u meteorološkoj podlozi regiona za koji je pokazano da su prizemne inverzije česte, i da se dešavaju naročito noću - 241 slučaj obračunato na godišnjem nivou u proseku. Emitovane materije iz niskih izvora ne prolaze gornju granicu prizemne inverzije i ostaju zarobljene u prizemnom sloju rezultujući visoke prizemne koncentracije dok materije emitovane sa velikim efektivnim visinama mogu da „probiju“ gornju granicu prizemne inverzije i da se slobodno transportuju na većim visinama od tla ne utičući na njihove prizemne koncentracije. U niske izvore emisija takođe spadaju benzinske stanice i saobraćaj.

- Ne postoje zvanično evidentirani podaci o niskim izvorima emisija štetnih i opasnih materija u Južnoj industrijskoj zoni, a Bilansni katastar izvora aerzagadenja grada Pančeva ne evidentira bilanse emisija štetnih i opasnih materija, kako niskih tako ni visokih izvora emisija.
- Pored izvora emisija u Južnoj industrijskoj zoni, na teritoriji grada Pančeva postoje i drugi emiteri štetnih i opasnih materija, a to su: fabrika sijalica »Tesla« koja je emiter žive, fabrika stakla koja može biti emiter arsena, kobalta, fluorovodonika ukoliko proizvodi brušeno staklo i dr., krznara kao emiter naprijatnih mirisa iz procesa prerade krzna i UTVA koja od NATO bombardovanja nije u funkciji ali koja je njena namena u sadašnjem vremenu nije poznato, ložišta toplana i td.

Na osnovu sagledavanja svih činjenica moguće je izdvojiti glavne probleme koji se moraju otkloniti u cilju poboljšanja kvaliteta vazduha grada Pančeva.

- Neophodno i prioritetno je sanirati sva utovarna mesta za otpremanje benzina u prvom koraku, i u NIS Rafineriji nafte – Pančevo i u HIP Petrohemija – Pančevo, ugradnjom novih tehnologija koje omogućavaju vraćanje oslobođenih para natrag u sistem. Ovakve tehnologije su, pre svega isplative, jer onemogućavaju gubitke proizvoda, a s druge strane štite vazduh od zagađivanja.
- U drugom koraku neophodno je sanirati postrojenja za preradu otpadnih voda i u NIS Rafinerija

nafte – Pančevo i u HIP Petrohemija – Pančevo. Sanacija ovih postrojenja mora biti na ulaznim granama kojima se unose različite otpadne vode. Neophodno je da se obave ispitivanja otpadnih voda pre njihovog upuštanja u postrojenje za preradu otpadnih voda u cilju utvrđivanja tokova voda različitog kvaliteta nakon čega se mogu predložiti dalji postupci za prečišćavanje, takvi da se emisija zagađujućih materija u vazduh sa ovih postrojenja svede na minimum.

- U trećem koraku neophodno je sanirati sva utovarna mesta za otpremanje dizela i lož ulja, takođe sistemima za vraćanje oslobođenih para natrag u proces.
- U četvrtom koraku mora se pristupiti sanaciji odušaka rezervoara, prvo za benzine, benzen i toluen, a nakon toga sanaciji rezervoara za dizel i lož ulje u skladišnom prostoru NIS Rafinerije nafte – Pančevo i u HIP Petrohemija - Pančevo.
- Neophodno je obezbediti maksimalnu zaptivenost svih delova postrojenja i pratećih uređaja koji predstavljaju rizik od emisija isparljivih jedinjenja. Generalno rešenje u slučaju naften i petrohemijske industrije je maksimalna hermetizacija svih delova postrojenja.
- Svaki korak sanacije mora biti praćen merenjima emisija na postrojenjima i ambijentalnih koncentracija kako bi se pratili efekti poboljšanja i utvrđivali stepeni smanjenja uticaja na vazduh životne sredine, jer smanjenje emisije ne znači da će i koncentracije u ambijentalnom vazduhu opadati linearno. U krajnjem koraku i kada se budu svi izvori unutar Južne industrijske zone sanirali ostaće izvori sa kraja lanca manipulacije naftnim derivatima, a to su benzinske stanice i saobraćaj koji će doprinositi sadržaju benzena, toluena i ksilena u vazduhu grada Pančeva.
- Neophodno je da u praćenje bude uključen i meteorolog koji će analizirati meteorološke pojave i kako one utiču na sadržaj štetnih i opasnih materija u ambijentalnom vazduhu u korelaciji sa aktivnim izvorima emisija.
- I na kraju, Država može da proširi koncentracione limite za benzen uz konsultacije stručnjaka, u skladu sa Directive 69/EC, u ograničenom vremenskom periodu, i s tim u vezi moraju se dati rokovi glavnim zagađivačima benzenom, NIS Rafineriji nafte – Pančevo i HIP Petrohemiji – Pančevo, u kojim će izvršiti izmene u svojim tehnologijama takve da emisiju benzena ali i drugih štetnih i opasnih materija svedu na minimum.

Obzirom da postoji potreba i društveni interes za sprovođenje mera zaštite od zagađivanja, radi zaštite zdravlja ljudi, kulturnih i materijalnih dobara, naša zemlja je prihvatila koncept održivog razvoja kao jedan od imperativa svoje politike. U tom smislu preduzet je i preduzima se niz mera, kako bi se

koliko je moguće ublažile posledice višedecenijske nebrige o ovim pitanjima. Prikazani rezultati istraživanja i sagledavanja izvora zagađenja u industrijskoj zoni, mogu korisno da posluže za sagledavanje opšte slike zagađenosti okoline, kao i da podstaknu na razmišljanje o aktivnostima na svim nivoima, koje mogu da doprinesu očuvanju životne sredine.

Na osnovu rezultata proširenih merenja na mernom mestu Vojlovica, rezultata merenja kontinualnim monitoringom grada Pančevo, modelovanja pomoću matematičkog modela UNMIX i poređenjem sa graničnim vrednostima definisanim dokumentom Directive 69/EC može se zaključiti sledeće:

- Poreklo benzena u ambijentalnom vazduhu je od većeg broja izvora emisija.
- Na mernom mestu Vatrogasni dom izračunat je doprinos koncentraciji benzena u ambijentalnom vazduhu koji potiče od 4 različita izvora emisija. Procena je da je doprinos iz industrijske zone 47% iz izvora koji ne uključuju sagorevanje derivata, odnosno od fuginog otparavanje i direktnog upuštanja u atmosferu preko odušnih ventila procesnih jedinica ili iz skladišnih rezervoara i u delu manipulacije.
- Doprinos saobraćaja na sadržaj benzena u delu mernog mesta Vatrogasni dom je 43%.
- Procenjen je doprinos sadržaju benzena iz pravca fabrike đubriva Azotara od oko 10%, u oblasti mernog mesta Vatrogasni dom.
- Mreža kontinualnog monitoringa opštine Pančevo ne zadovoljava osnovnu namenu praćenja uticaja Južne industrijske zone na zagađenost ambijentalnog vazduha grada Pančeva, jer se na svakom mernom mestu ne meri ista već različite kombinacije zagađujućih materija, a merna mesta Vojlovica i u ulici Cara Dušana su nereprezentativna za praćenje uticaja Južne industrijske zone, kako zbog neusaglašenosti mernih parametara tako i zbog pogrešnog izbora lokacija. Na mernom mestu Vatrogasni dom mere se: SO₂, benzen, toluen, metil-merkaptan, NH₃, NO₂ i TNMHC. Na mernom mestu Vojlovica mere se: SO₂, benzen, toluen, ksilen, TRS i PM10. Na mernom mestu u ulici Cara Dušana mere se: SO₂, CO i O₃.
- Merno mesto u Vojlovici najverovatnije mimoilaze značajni izvori emisija iz Južne industrijske zone, a na mernom mestu u ulici Cara Dušana dominantan uticaj je od lokalnog saobraćaja koji „prekriva“ sve ostale uticaje.
- Neophodno je preispitati postojeću mrežu mernih mesta i parametre koji se mere. Moraju se usaglasiti merni parametri na svim mernim mestima u mreži kontinualnog monitoringa i moraju se odrediti merna mesta koja će sa sigurnošću reprezentovati uticaj

Južne industrijske zone.

- Pojava visokih vrednosti koncentracija u noćnim i ranim jutarnjim časovima je posledica atmosferskih prilika koje doprinose povećanju koncentracija zagađujućih materija koje se konstantno emituju iz postojećih izvora, a pojava drugog maksimuma se poklapa sa jutarnjim špicem saobraćaja u period od 6⁰⁰ do 8⁰⁰, kada građani odlaze na posao.
- Merenja moraju da se rade najmanje godinu dana kako bi se sagledalo opterećenje grada Pančeva u svim godišnjim dobima, u svim meteorološkim uslovima i izvršilo poređenje sa srednjom godišnjom vrednošću koja do 2005. godine za benzen iznosi 5 µg m⁻³.
- Neophodno je merenjem emisija u postrojenjima Južne industrijske zone kvantifikovati zasebne doprinose svakog od postojećih emitera i sagledati mogućnosti prioritenih rešavanja glavnih problema.

LITERATURA

1. Sajt SO Pančevo, (www.pancevo.org, www.sopancevo.org.yu)
2. Bilansni katastar izvora aero zagađenja Grada Pančeva, Geografski fakultet, Centar za životnu sredinu i geografske informacione Sisteme, Univerzitet u Beogradu, Novembar 1995, Pančevo
3. Stanimir R. Arsenović, Organska hemija, Naučna knjiga, Beograd 1997.
4. JUS – Jugoslovenski standard za goriva Dr. Dušan Gruden, Kyoto protokol, ekologija transporta i antropogeno
5. Globalno zagađenje, Seminar – Motori i motorna vozila, Kragujevac 2008.
6. AFP Politika, izvor Savezni zavod za statistiku 15.02.2007. Beograd
7. Projekat A 3.3.4. Obrada, Eliminacija i recirkulacija čvrstih rafinerijskih otpada II/1999, Novi Sad. Dokumentacija RNP
8. QMS Petrohemijaska dokumentacija ISO 9001 :2000 ISO 14001:2004.
9. Izveštaj ZZZZ – Pančevo (www.zzzzpa.org.yu)
10. Vidaković A. Profesionalna toksikologija. Udruženje toksikologa Jugoslavije
11. Beograd, Beograd 2000.
12. Pančevac (www.pancevac.org.yu)
13. Zakon o zaštiti životne sredine (Sl.gl.RS.135/04)
14. Granica izloženosti, regulativa : AIHA, OSHA, NIOSH, ...
15. V. Stukalo, Procena uticaja zagađenog vazduha na zdravlje stanovnika Pančeva 1965-1995., Pančevo, Knjižara Prota Vasa, 2002.
16. Suzana Savić, Branislav Anđelković, Miomir Stanković, Sistemska analiza i teorija rizika, Niš 2002
17. M. Jokanović, Toksikologija, Farmaceutski fakultet, Univerzitet u Beogradu, Elit Medica, Beograd, 2001.
18. Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva, Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju – Centar za hemiju, Univerzitet u Beogradu, Beograd, 2004.
19. Sl. Glasnik br. 19 od 07.03.2006. god.
20. Cocheo V., Sacco P., Boaretto C., De Saeger E., Perez Ballesta P., Skov H., Goelen E., Gonzalez N., Baeza Caracena A., 2000, Urban Benzene and population exposure, brief communications, NATURE, Vol 404, 9 March 2000, www.nature.com

21. Đorđević D. Diferencijacija uticaja više izvora na zagađenost vazduha jedne lokacije, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, 2004.
22. EPA (1996): How to Effectively Recover Free Product At Leaking Underground Storage Tank Sites: A Guide for State Regulators. U.S. Environmental Protection Agency, EPA 510-R-96-001.
23. Geografski fakultet, Centar za životnu sredinu i geografske informacione sisteme, Univerzitet u Beogradu, Bilansni katastar izvora aerozagađenja grada Pančeva, Novembar 1995, Pančevo.
24. Henry R. C., Lewis C. W., Collins J. F., 1994, Vehicle-Related Hydrocarbon Source Compositions from Ambient Data: The GRACE/SAFER Method, Environmental Science and Technology, **28** 823 - 832
25. Henry R.C., 1997, History and fundamentals of multivariate air quality receptor models, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems pp. **37** 525-530
26. Henry R.C., 2001, UNMIX Version 2.4. Manual
27. Henry R.C., 2002, Multivariate receptor models – current practice and future trends, Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems pp. **60** 43-48.
28. Izveštaj o merenju emisije u dimnim kanalima NIS Rafinerija nafte Pančevo, Beograd, A.D. Zaštita na radu i zaštita životne sredine «Beograd», Oktobar 2001.
29. Vukmirović Zorka rukovodilac, Đorđević Dragana saradnik, Vuković Tanja saradnik, PredlogNovog i unapređenje postojećeg monitoring sistema za određivanje uticaja TENT-a na kvalitet vazduha u Obrenovcu i Beogradu, str. 346 – 403, deo poglavlja Struktura donje troposfere nad teritorijom Beograda (Tanja Vuković), str. 372 – 382, u studiji «Rešavanje ekoloških problema nastalih radom «Termoelektrana Nikola Tesla A i B», Knjiga 1, HPIstitut za Opštu i Fizičku Hemiju, Beograd, Juni 2003.
30. URL: http://www.epa.gov/swrust1/pubs/fpr_c3.pdf
31. (1992-2006). Pravilnik o graničnim vrednostima, metodama merenja emisije, kriterijuma za uspostavljanje mernih mesta i evidenciji podataka. Službeni gl. RS, br. 54/92; 30/99; 19/06.
32. (2004). Izveštaj o ispitivanju uzroka i stepena zagađenja vazduha štetnim i opasnim materijama na teritoriji grada Pančeva. Beograd: Institut za hemiju, tehnologiju i metalurgiju - Centar za hemiju.
33. (2009). Izveštaj o zagađenosti vazduha na području grada Pančeva tokom 2009. godine. Pančevo: Zavod za javno zdravlje.

34. Chattopadhyay, G., Samanta, G., Chatterjee, S., Chakraborti, D. (1997). Determination of Benzene, Toluene and Xylene in Ambient Air of Calcutta for Three Years During Winter. *Environmental Technology*, 18(2): 211-218.
35. Endregard, G., et al. (2007). EEA air quality web dissemination solution - Recommendations for further development. The European Topic Centre on Air and Climate Change (ETC/ACC), Technical Paper 2006/9, p. 79.
36. Jokanović, M. (2001). Toksikologija. Beograd: Farmaceutski fakultet.
37. Kerbachi, R., Boughedaoui, M., Bounoua, L., Keddou, M. (2006). Ambient air pollution by aromatic hydrocarbons in Algiers. *Atmospheric Environment*, 40(21): 3995-4003.
38. Lazić, N. (2004). Monitoring vazduha. Novi Sad: Pokrajinski sekretarijat za zaštitu životne sredine i održivi razvoj.
39. LEAP, (2004). Air quality, in: Ille N. (Eds), Local Environmental Action Plan Pančevo Report, Military Print House, Belgrade.
40. Morag-Levine, N. (2003). Chasing the Wind: Regulating Air Pollution in the Common Law State. Princeton: Princeton University Press.
41. Srivastava, A., Joseph, A., Patil, S., More, A., Dixit, R. (2005). Air toxics in ambient air of Delhi. *Atmospheric Environment*, 39(1): 59-71.
42. Stukalo, V. (2002). Procena uticaja zagađenog vazduha na zdravlje stanovnika Pančeva 1965-1995. Pančevo: Knjižara Prota Vasa.
43. Suleimanov, R.A. (1997). Comparative characteristics of atmospheric emissions from petrochemical and petroleum processing industries. *NII Med. Truda i Ekol. Cheloveka*, Ufa, Russia. *Gigiena i Sanitariya*, 1, str. 8-10.
44. Ugrinov, D. M., Stojanov, A. M. (2011). Merenje zagađenja vazduha benzenom u gradu Pančevu. *Hemijska industrija*, 65(2), 211-217.
45. WHO (2000). Guidelines for air quality. Geneva: World Health Organization Geneva.
46. Association of Metallurgical Engineers of Serbia, Scientific paper, Uticaj aerozagađivača na kvalitet vazduha u industrijskoj sredini, AMES UDC:504.75.054:614.715=861, LJILJANA TRUMBULOVIĆ-BUJIĆ, ZAGORKA AĆIMOVIĆ-PAVLOVIĆ
47. Studija o proceni uticaja na životnu sredinu, Rekonstrukcije skladištenog rezervoara primarnog benzina Tk-1101 C u fabric etilena u Pančevu, 2008, Institut za zaštitu na radu, Novi Sad, 2008, NOSILACPROJEKTA: “HIPPETROHEMIJA”,

48. Zaštita vazduha, Po meri Prirode, 2010, Ministarstvo životne sredine i prostornog planiranja, Beograd, www.ekoplan.gov.rs.
49. Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj Beograd, 2009, Fond za otvoreno društvo, Beograd i Centar za primenjene evropske studije, Beograd, ISBN 978-86-82303-37-4 (FOD)
50. <http://ec.europa.eu/environment/air/quality/standards.htm>
51. Jelinčić, J., Đurović, S. (2009) Zaštita životne sredine – uslov za održivi razvoj, Centar za primenjene evropske studije, Centar za primenjene evropske studije, Beograd 2009.
52. Fenger J. (2009) Air pollution in the last 50 years – From local to global. Atmospheric Environment 43
53. Fenger J. (1999) Urban air quality. Atmospheric Environment 3
54. Mage D., Ozolins G., Peterson P., Webster A., Orthofer R., Vandeweerd V., Gwynne M. (1996) Urban air pollution in megacities of the world. Atmospheric Environment 30
55. WHO (2000) second ed. Air Quality Guidelines for Europe, WHO Regional Publication, European Series No 91. Regional Office for Europe, Copenhagen.
56. Ozog. DesigninganEffectiveRiskMatrix, ioMosaicCorporation, 2002. www.iomosaic.com [65] Pravilnikoizradiprocjeneopasnosti, Narodnenovinebr. 48/97, 114/02, 126/03 i 114/09.
57. Kiš, D. Znanstveni pristup analizi rizika radnog mjesta u procjeni opasnosti, Rad Sigur. ,6, 2002,3, str. 235-253, ISSN 0352-3675.
58. Gušina, L., Vasiljkov, J.; Metode izračunavanja rizika u sustavima menadž-menta sigurnosti,<https://issuu.com/kvaliteta.net/docs/hdmk7-metode-izracuna-rizika-u-sustavima-menadzmen>
59. ENISO 14121-2:2007, Safetyofmachinery – Riskassessment, Part 2: Principlesguidanceandexamplesofmethods.
60. Adamović, Voskresenski, V., Tul, P.; Održavanjebazirizika, prvoizdanje, DruštvozahtekudijagnostikuSrbije, Beograd, 2007, ISBN 86-6542-081-0.
61. Unija poslodavaca Srbije, 2015, http://www.poslodavci.rs/wpcontent/uploads/2015/11/prirucnik_za_procenu_rizika.pdf