



UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
DEPARTMAN ZA SAOBRAĆAJ

**MODEL VREDNOVANJA UTICAJA
SAOBRAĆAJNIH TOKOVA I
METEOROLOŠKIH PARAMETARA NA
KONCENTRACIONE NIVOE
HAZARDNOG UGLJEN- MONOKSIDA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Mentori: Prof. dr Ilija Tanackov
Prof. dr Valentina Basarić

Kandidat: mr Radoslav Kojić

Novi Sad, 2016. godine



**UNIVERZITET U NOVOM SADU
FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA
NOVI SAD**



**MODEL VREDNOVANJA UTICAJA
SAOBRAĆAJNIH TOKOVA I
METEOROLOŠKIH PARAMETARA NA
KONCENTRACIONE NIVOE HAZARDNOG
UGLJEN- MONOKSIDA**

DOKTORSKA DISERTACIJA

Novi Sad, 2016. godine



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ • ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА
21000 НОВИ САД, Трг Доситеја Обрадовића 6

КЉУЧНА ДОКУМЕНТАЦИЈСКА ИНФОРМАЦИЈА

Редни број, РБР :		
Идентификациони број, ИБР :		
Тип документације, ТД :	Монографска публикација	
Тип записа, ТЗ :	Текстуални штампани материјал	
Врста рада, ВР :	Докторска дијертација	
Име и презиме аутора, АУ :	Мр Радослав Којић	
Ментор, МН :	Др Валентина Басарић, доцент	
Ментор, МН :	Др Илија Танацков, редовни професор	
Наслов рада, НР :	Модел вредновања утицаја саобраћајних токова и метеоролошких параметара на концентрационе нивое хазардног угљен-монооксида	
Језик публикације, ЈП :	Српски	
Језик извода, ЈИ :	Српски/енглески	
Земља публикавања, ЗП :	Србија	
Уже географско подручје, УГП :	Војводина	
Година, ГО :	2016	
Издавач, ИЗ :	Ауторски репринт	
Место и адреса, МА :	Нови Сад, Трг Доситеја Обрадовића 6	
Физички опис рада, ФО : <small>(поглавља/страна/цифрата/табела/слика/табела/попис)</small>	11/167/219/50/95/0/5	
Научна област, НО :	Саобраћајно инжењерство	
Научна дисциплина, НД :		
Предметна одредница/Кључне речи, ПО :	Саобраћајни токови, животна средина, мерење, концентрација, метеоролошки параметри, угљен-монооксид	
УДК		
Чува се, ЧУ :	У библиотеци Факултета техничких наука у Новом Саду, Трг Д. Обрадовића 6, 21000 Нови Сад, Србија	
Важна напомена, ВН :	Нема	
Извод, ИЗ :	Деградација квалитета ваздух као најосетљивијег дела животне средине, представља један од главних проблема са којим се суочава савремено друштво. Саобраћај, нарочито када је реч о великим урбаним срединама, је идентификован као главни извор хазардног угљен-монооксида. Формирање модела представља неопходан предуслов у процесу прогнозе концентрације угљен-монооксида у амбијенталном ваздуху, а самим тим и основу за провођења мера и активности у процесу побољшања стања и квалитета ваздуха у великим урбаним срединама.	
Датум прихватања теме, ДП :	24.09.2015. године	
Датум одбране, ДО :		
Чланови комисије, КО	Председник: Др Вук Богдановић, ванредни професор	
	Члан: Др Мирјана Војиновић Милорадов, професор емеритус	
	Члан: Др Владимир Ђорић, доцент	Потпис ментора
	Члан, ментор: Др Илија Танацков, редовни професор	
	Члан, ментор: Др Валентина Басарић, доцент	



UNIVERSITY OF NOVI SAD ● FACULTY OF TECHNICAL SCIENCES
21000 NOVI SAD, Trg Dositeja Obradovića 6

KEY WORDS DOCUMENTATION

Accession number, ANO :	
Identification number, INO :	
Document type, DT :	Monograph documentation
Type of record, TR :	Textual printed material
Contents code, CC :	PH D Thesis
Author, AU :	Radoslav Kojić, M.Sc.
Mentor, MN :	Valentina Basaric, PhD, assistant professor
Mentor, MN :	Ilija Tanackov, PhD, full professor
Title, TI :	Model of evaluating the impact of traffic flows and meteorological parameters at concentration levels of hazardous carbon monoxide
Language of text, LT :	Serbian (latina)
Language of abstract, LA :	Serbian/English
Country of publication, CP :	Serbia
Locality of publication, LP :	Vojvodina
Publication year, PY :	2016
Publisher, PB :	Author reprint
Publication place, PP :	Novi Sad, Trg D. Obradovica 6
Physical description, PD : (chapters/pages/ref./tables/pictures/graphs/appendixes)	11/167/219/50/95/0/5
Scientific field, SF :	Traffic engineering
Scientific discipline, SD :	
Subject/Key words, S/KW :	Traffic flow, environment, measuring, concentration, meteorological parameters, carbon monoxide
UC	
Holding data, HD :	Library of Faculty of technical sciences Novi Sad, 21000 Novi Sad, Trg D. Obradovica 6
Note, N :	None
Abstract, AB :	Degradation of quality of air, as the most fragile part of environment, is one of the main problems that humanity faces today. Traffic, particularly when it comes to large urban areas, has been identified as a main source of hazardous carbon monoxide. This model development is identified as a necessary postulate in a process of foreseeing the amount of carbon monoxide in surrounding air, and with that, this is also a basis for conducting measures and activities that aim to improve overall air quality in large urban areas.
Accepted by the Scientific Board on, ASB :	24.09.2015.
Defended on, DE :	
Defended Board, DB :	
President:	Vuk Bogdanović, PhD, associate professor
Member:	Mirjana Vojinović Miloradov, PhD, professor emerita
Member:	Vladimir Đorić, PhD, assist. professor
Member, Mentor	Ilija Tanackov, PhD, full professor
Member, Mentor	Valentina Basaric, PhD, assist. professor

Mentor's sign

Posebnu zahvalnost dugujem mentoru, Dr Valentini Basarić, na strpljenju, pomoći, podršci, korisnim sugestijama i savetima koji su u velikoj meri doprineli u izradi rada.

Zahvaljujem se mentoru, Dr Iliji Tanackovu koji je svojim iskustvom, idejama i dragocenim savetima uticao na kvalitet doktorske disertacije.

Želim izraziti veliku zahvalnost Katedri za drumske saobraćajne sisteme na Fakultetu tehničkih nauka u Novom Sadu, a naročito Dr Vuku Bogdanoviću i Dr Milji Simeunović na pomoći i savetima pri izradi doktorske disertacije.

Zahvaljujem se članovima Komisije, koji su svojim savetima, komentarima i sugestijama doprineli kvalitetu rada.

Veliku zahvalnost dugujem Šefu odjeljenja za javne poslove Vlade Brčko distrikta BiH, Svjetlani Čivčić, MSc, Višem stručnom saradniku Vinku Vidoviću, MSc. i Matiji Antiću, stručnom referent u Odjeljenju za prostorno planiranje i imovinsko pravne poslove koji su mi omogućili pristup opremi i softveru prilikom sprovođenja istraživanja.

Najveću zahvalnost dugujem roditeljima i sestri koji su verovali u mene i bili uz mene celo vreme.

Mojim roditeljima i sestri

SADRŽAJ

1. UVOD	1
1.1. Obrazloženje teme, predmeta i okvira istraživanja	1
1.2. Cilj istraživanja i očekivani rezultati	3
1.3. Pregled sadržaja disertacije	4
2. STANJE U OBLASTI ISTRAŽIVANJA	6
2.1. Koncentracija hazardnog ugljen- monoksida u funkciji različitih parametara	6
2.2. Modelovanja atmosferskog zagađenja	7
3. FURIJEVI REDOVI	13
4. VAZDUH I NJEGOVE KARAKTERISTIKE	17
4.1. Struktura atmosfere	17
4.2. Sastav i karakteristike vazduha	19
4.2.1. Temperatura vazduha	21
4.2.2. Atmosferski pritisak	22
4.2.3. Vlažnost i gustina vazduha	22
4.2.4. Strujanje vazduha	23
5. ZAKONODAVNI OKVIR	25
5.1. Kjoto protokol	25
5.2. Evropsko zakonodavstvo	29
5.2.1. Zajednička saobraćajna politika	30
5.2.2. Horizontalno zakonodavstvo i atmosferski monitoring	33
5.2.2.1. Horizontalno zakonodavstvo	33
5.2.2.2. Atmosferski monitoring	37
5.3. Zakonodavstvo Brčko distrikta BiH	40
5.3.1. Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH	40
5.3.2. Pravilnik o graničnim i ciljanim vrednostima kvaliteta vazduha, pragovima informisanja i uzbune	42
6. IZVOR I STRUKTURA EMISIJE POLUTANATA U DRUMSKOM TRANSPORTU	45
6.1. Nafta	45
6.2. Prirodni gas	54
6.3. Kategorizacija vozila	57
6.4. Motori SUS i Evro standardi	59
6.5. Produkti emisije	67
6.5.1. Ugljen- monoksid	67
6.5.2. Ugljen- dioksid, azotni oksidi, sumpor- dioksid i drugi polutanti	69
7. DEFINISANJE HIPOTEZE	79
8. PODRUČJE I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA	81
8.1. Definisane područja istraživanja	81
8.2. Saobraćajni položaj i socioekonomski pokazatelji Brčko distrikta BiH	83
8.3. Ulična mreža grada	85

8.4.	Motorna vozila Brčko distrikta BiH	86
8.5.	Merne lokacije i metodologija istraživanja	89
8.6.	Stanica za merenje- elementi i način rada	91
8.6.1.	Analizator APMA-370	91
8.6.2.	Analizatori APNA-370, APSA-370, APOA-370, F-701-20 i drugi uređaji	92
9.	ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA	95
9.1.	Analiza rezultata istraživanja intenziteta i strukture toka	95
9.1.1.	Analiza tokova putničkih automobila	100
9.1.2.	Analiza tokova lakih teretnih vozila	101
9.1.3.	Analiza tokova srednjih teretnih vozila	102
9.1.4.	Analiza tokova teških teretnih vozila	104
9.1.5.	Analiza tokova auto vozova	105
9.1.6.	Analiza tokova autobusa	107
9.2.	Analiza meteoroloških parametara i polutanata	108
9.2.1.	Analiza izmerenih vrednosti koncentracije hazardnog ugljen- monoksida	109
9.2.2.	Analiza izmerenih vrednosti temperature vazduha	112
9.2.3.	Analiza izmerenih vrednosti atmosferskog pritiska	114
9.2.4.	Analiza izmerenih vrednosti relativne vlažnosti vazduha	117
9.2.5.	Analiza izmerenih vrednosti intenziteta sunčevog zračenja	119
9.2.6.	Analiza izmerenih vrednosti koncentracije ozona	122
9.2.7.	Analiza izmerenih vrednosti napadnog ugla vetra	124
9.2.8.	Analiza izmerenih vrednosti brzine vetra	127
10.	DEFINISANJE MODELA	131
10.1.	Proračun koncentracije ugljen- monoksida generisne iz saobraćaja	131
10.2.	Formiranje modela	138
10.3.	Testiranje modela	144
11.	DISKUSIJA I ZAKLJUČAK	149
	LITERATURA	155
	SPISAK SLIKA	I
	SPISAK TABELA	V
	SPISAK SKRAĆENICA	VII
	PRILOZI	XI

1. UVOD

Degradacija životne sredine prouzrokovana ljudskom aktivnošću sve više postaje dominantan problem savremenog društva. Zagađenje, odnosno smanjenje kvaliteta vazduha, vode i zemljišta, predstavljaju samo neke od vidova degradacije životne sredine. Primarne zagađujuće materije direktno se emituju u atmosferu i na taj način utiču na stanje i kvalitet životne sredine. Negativno utičući na životnu sredinu, klimu, biljni i životinjski svet, kulturno nasleđe i dr., zagađujuće materije imaju isti negativan uticaj i na zdravlje ljudi.

Zagađenje vazduha u novije vreme poprima razmere koje zahtevaju posebnu pažnju u smislu preduzimanja mera i aktivnosti na zaštiti i unapređenju stanja i kvaliteta vazduha. Potreba zaštite vazduha od zagađenja, obezbeđenje kvaliteta života i očuvanje ekološkog potencijala životne sredine postaje jedan od imperativa razvoja savremenog društva. Sprečavanje zagađenja, saniranje već zagađenog vazduha, a time i vraćanje životne sredine u njeno izvorno prirodno stanje zahteva preduzimanje i sprovođenje niza aktivnosti. U osnovi tih aktivnosti jeste svakako i poznavanje izvora emisija i njihovih specifičnosti.

Pored odgovarajućih saznanja o stanju životne sredine, emisiji polutanata, izvorima emisija, distribuciji polutanata u atmosferi, njihovim međusobnim reakcijama i uticaju klimatskih uslova na atmosferski prenos zagađenja, neophodno je uspostavljanje pravnih i institucionalnih okvira za zaštitu vazduha, te uspostavljanje odgovarajuću strategije zaštite kao polazne tačke u kreiranju dugoročne politike upravljanja kvalitetom vazduha. S razvojem globalne ekološke svesti početkom 70- tih godina prošlog veka, a nakon prepoznavanja problema pogoršanja stanja i kvaliteta vazduha, te sa tim povezanih klimatskih promena, vodeće ekonomske sile su počele preduzimati odlučnije korake u pokušajima smanjenja emisija polutanata. Prvi dokument koji je stvorio zakonsku obavezu ograničenja emisija pojedinih polutanata jeste Kjoto protokol (Kyoto protocol). Pojedine kompanije u kojima postoji visoko razvijena svest o potrebi zaustavljanja ili barem značajnog smanjenja emisija, započele su s uvođenjem politike smanjenja emisija čak i mnogo pre ratifikacije Kjoto protokola.

1.1. Obrazloženje teme, predmeta i okvira istraživanja

U današnje vreme smatra se da najveću odgovornost za nepovoljan uticaj na stanje i kvalitet vazduha kako na lokalnom tako i na regionalnom i globalnom nivou, ima čovek i njegove aktivnosti u oblasti industrije i transporta. U transportnom sektoru, naročit naglasak stavljen je na drumski saobraćaj, imajući u vidu njegov direktan uticaj na stanje i kvalitet vazduha, kao i potencijalnu izloženost populacije. Za razliku od industrijske emisije, emisije koje potiču iz drumskog transporta su veoma specifične. Dok se kod industrijskih postrojenja emisija polutanata odvija na velikim visinama, emisija polutanata kod drumskog saobraćaja odvija se na veoma malim visinama, u najvećem broju slučajeva do 1 m od nivelete

saobraćajnice. Samim tim, ograničena mogućnost disperzije polutanata utiče i na povećanje njihove koncentracije u neposrednoj blizini saobraćajnica.

Povećanje stepena motorizacije, mobilnosti i upotrebe putničkih motornih vozila, naročito u velikim urbanim sredinama, za direktnu posledicu ima povećanje emisije polutanata i pogoršanje stanja i kvaliteta vazduha. Dosadašnje analize polutanata koji nastaju kao produkt rada motora sa unutrašnjim sagorevanjem pokazuju postojanje oko 200 različitih komponenti od kojih je većina toksična za zdravlje ljudi, kao i za životnu sredinu. Za pojedine aeropolutante još uvek nisu dovoljno poznate zakonitosti kojim bi se moglo utvrditi i opisati njihovo nastajanje. U tom smislu se danas sve analize vezane za problematiku aerozagađenja temelje na nekoliko pokazatelja za koje se sa prihvatljivom tačnošću može doći do numeričkih podataka. Pored negativnog dejstva svakog od pojedinih polutanata, iskustva ukazuju da sinergizam dodatno pojačava negativne efekte.

Sagorevanjem fosilnog goriva u motorima SUS dolazi do emisije niza štetnih polutanata (ugljen- dioksida (CO_2), ugljen- monoksida (CO), ugljovodonika (C_xH_y), azotnih oksida (NO_x), sumpor- dioksida (SO_2), suspendovanih čestica- prašine, čađi, dima, zatim teških metala kao što je olovo (Pb) i dr.), u atmosferu, u količinama koje se prirodnim putem ne mogu razgraditi. Koliki uticaj ima drumski motorni saobraćaja govori i činjenica da će do 2050. godine u velikim urbanim sredinama, 90 % CO voditi poreklo upravo iz drumskog motornog saobraćaja [63].

Pored niza mera i aktivnosti koje se preduzimaju na polju ograničavanja sadržaja štetnih materija u gorivu, primene savremene tehnologije u auto industriji, te promociji i finansijskim olakšicama za korišćenje ekoloških automobila, emisije polutanata koje utiču na stanje i kvalitet ambijentalnog vazduha su sve veće. Razlog tome svakako jeste stalno povećanje ljudske populacije, urbanizacija i zauzimanje prostora, povećanje stepena motorizacije, mobilnost i dr. Osim toga, kod zemalja u tranziciji, među kojima je i Bosna i Hercegovina, veoma veliku ulogu na emisije polutanata ima i starosna struktura voznog parka, loš kvalitet goriva, neadekvatno održavanje vozila, nerazvijena putna mreža, kao i loše održavanje iste.

Od svih polutanata, koncentracija CO u ambijentalnom vazduhu do sad je najmanje istraživana. Poznata je prirodna prisutnost CO u vazduhu (vulkanske erupcije, močvare, raspad organskih materija, šumski i stepski požari, hemijske reakcije u višoj atmosferi), a takođe su potvrđeni i antropogeni izvori CO, pre svega industrija i saobraćaj. Zbog svojih fizičkih i hemijskih osobina, koncentracija CO je pod velikim uticajem pojedinih meteoroloških parametara (temperatura, brzina vetra i dr.), pa ciklusi koncentracije CO ne zavise samo od karakteristika saobraćajnih tokova. Prisustvo drugih polutanata, uz postojanje odgovarajućih vremenskih uslova, takođe može uticati na koncentraciju CO. Švela i dr. [157] ukazuju na uticaj hazardnog ugljen- monoksida (CO) na bihevioralni, kardiovaskularni, perinatalni i fibrinolizni sistem čoveka. Jedan od načina smanjenja emisija polutanata nalazi se u efikasnom regulisanju saobraćajnih tokova i kreiranju saobraćajne politike.

Dobru polaznu osnovu za uspostavljanje ovih regulacionih sistema svakako bi predstavljao razvoj modela simulacije koncentracije pojedinih polutanata u funkciji intenziteta i strukture saobraćajnih tokova, kao i starosne strukture voznog parka. Osim toga, neophodno je uzeti u obzir uticaj meteoroloških parametara, reljefa, položaja reka i šuma, kao i izgrađenosti urbanog područja.

Formiranjem modela za utvrđivanje koncentracije pojedinih polutanata, u ovom slučaju CO, stvoriće se stvarna slika o stanju i kvalitetu vazduha, uticaju pojedinih kategorija vozila i meteoroloških parametara na koncentraciju CO u ambijentalnom vazduhu. Primena formiranog modela moguća je i u budućim istraživanjima u oblastima poput planiranja saobraćaja i životne sredine, odnosno zaštite vazduha.

1.2. Cilj istraživanja i očekivani rezultati

Osnovni cilj istraživanja jeste formiranje modela vrednovanja uticaja saobraćajnih tokova i meteoroloških parametara na koncentracione nivoe CO. Zbog fizičkih i hemijskih karakteristika vazduha, kao i meteoroloških parametara koji vladaju na posmatranom području, izmerene vrednosti koncentracije CO ne moraju biti u direktnoj proporciji sa saobraćajnim tokom. U kontekstu osnovnog cilja istraživanja definisan je niz specifičnih ciljeva :

- utvrđivanje intenziteta, strukture, te satne i dnevne neravnomernosti saobraćajnog toka;
- utvrđivanje satne i dnevne karakteristike meteoroloških parametara (temperatura, intenzitet i smer strujanja vazduha, vazdušni pritisak, vlažnost vazduha, intenzitet sunčevog zračenja i dr.);
- utvrđivanje koncentracije CO i ozona (O₃);
- utvrđivanje uticaja saobraćajnih tokova, meteoroloških parametara i koncentracije O₃ na koncentracione nivoe CO.

Sva istraživanja, kao i provera hipoteze obavljena su na teritoriji urbanog područja grada Brčko. Očekuje se da će rezultati istraživanja stvoriti uslove za unapređenje i osavremenjavanje postojeće prakse u oblasti primene metodologije prikupljanja podataka i istraživanja, kreiranja strategije upravljanja saobraćajem u urbanim sredinama, primene ekološki prihvatljivih transportnih sredstava sa propisanim emisionim standardima, poboljšanja procesa regulisanja saobraćajnih tokova, kao i u oblasti unapređenja postojećih i kreiranja novih saobraćajnih politika. Poseban značaj istraživanja očekuje se u dodatnom osvetljavanju prirode zavisnosti između CO, saobraćaja i meteoroloških uslova, pojašnjavanju kompleksnosti sistema i konačno u razvoju nove metode proračuna koncentracije CO.

Na području Bosne i Hercegovine, uticaj saobraćaja na koncentraciju polutanata u ambijentalnom vazduhu u gradovima, još uvek nije dovoljno istražen. U najvećem broju slučajeva, o uticaju saobraćaja na stanje i kvalitet ambijentalnog vazduh govori se u okviru ekološkog vrednovanja prilikom izgradnje ili rekonstrukcije putne infrastrukture, koje zahtevaju veća finansijska ulaganja. U BiH postoji i zakonska obaveza izrade studije procene uticaja na životnu sredinu, kojom se vrednuje direktan i indirektan uticaj infrastrukturnog projekta na pojedine elemente životne sredine, među kojima je i vazduh. Međutim, o uticaju saobraćaja na koncentraciju štetnih polutanata u ambijentalnom vazduhu na već izgrađenim saobraćajnicama, naročito gradskim, sprovodi se mali broj istraživanja. Osnovni nedostatak postojeće prakse nalazi se u nedostatku tačnih informacija o koncentraciji pojedinih polutanata u vazduhu, o uticaju saobraćaja i meteoroloških parametara na njihovu koncentraciju, o karakteristikama saobraćajnih tokova i dr. Naročito je značajno nepoznavanje štetnog uticaja polutanata na klimu, biljni i životinjski svet i u prvom redu, čoveka. Usled nedostatka informacija o štetnom uticaju saobraćaja na stanje i kvalitet vazduha, izostaje

sprovedenje određenih aktivnosti od strane nadležnih institucija na njegovom smanjenju. Upravo će takva analiza uticaja odvijanja saobraćaja, odnosno analiza karakteristika saobraćajnog toka i meteoroloških parametara na koncentracione nivoe CO u ambijentalnom vazduhu urbane sredine, biti sprovedena u okviru disertacije. Na taj način će se uvećati saznanja o uticaju saobraćaja, odnosno njegovih karakteristika, te meteoroloških parametara, kao i međudejstva ovih faktora, na koncentracione nivoe CO. Ako je poznato da postoji mali broj domaćih izvora o ovoj temi, tada je jasna autentičnost i naučno- istraživački doprinos disertacije.

1.3. Pregled sadržaja disertacije

Struktura disertacije određena je postavljenim ciljem i načinom rešavanja definisane problematike. Sam rad sastoji se od jedanaest logičkih, međusobno povezanih poglavlja.

U uvodnom delu disertacije, pored opštih razmatranja predmeta, okvira istraživanja, kao i obrazloženja same teme, definisan je i cilj istraživanja, očekivani rezultati, naučni doprinos i pregled sadržaja disertacije.

Drugo poglavlje disertacije posvećeno je pregledu stanja u oblasti istraživanja. U njemu je dat pregled i analiza relevantnih istraživanja koja se bave pitanjima odnosa koncentracije CO i saobraćaja. U okviru naučnih radova eminentnih istraživača analizirana je problematika uticaja različitih parametara na koncentraciju CO i modelovanja atmosferskog zagađenja.

Opisivanje periodičnih procesa pomoću Furijeovih redova prikazano je u trećem poglavlju.

U okviru četvrtog poglavlja disertacije predstavljene su osnovne karakteristike vazduha. U uvodnom delu poglavlja predstavljena je podela atmosfere sa različitih aspekata. Troposfera, odnosno njen prizemni deo posebno je analiziran u drugom delu ovog poglavlja. Analiza troposfere sprovedena je kroz analizu temperature vazduha, atmosferskog pritiska, vlažnosti i gustine i strujanja vazduha. Međusobna zavisnost između pojedinih karakteristika ovog dela atmosfere, takođe je obrađena u ovom poglavlju.

Zakonski propisi kojima je regulisna oblast zaštite životne sredine i vazduha, te uticaj odvijanja saobraćaja na iste, obrađeni su u petom poglavlju disertacije. Napori međunarodne zajednice da zakonski ograniči emisije pojedinih polutanata u razvijenim, nerazvijenim i zemljama u razvoju, prikazani su kroz analizu Kjoto protokola (Kyoto protocol) potpisanog 11. decembra 1997. godine. Evropski propisi predstavljeni su kroz pregled najznačajnijih uredbi i direktiva kojim je uređena ova oblast, dok je u okviru propisa BiH, analiziran Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH („Službeni glasnik BD BiH“, broj 24/04, 1/05, 19/07 i 9/09) i Pravilnik o graničnim i ciljanim vrednostima kvaliteta vazduha, pragovima informisanja i uzbune („Službeni glasnik Brčko distrikta BiH“, broj 18/11).

Šesto poglavlje posvećeno je utvrđivanju izvora i strukture emisije polutanata u drumskom transportu. Polazna osnova prilikom utvrđivanja izvora i strukture emisije polutanata bila je utvrđivanje specifičnosti nafte i prirodnog (zemnog) gasa kao i specifičnosti produkata koji nastaju njihovom preradom. Logički nastavak na predhodni deo disertacije predstavlja pregled kategorizacije vozila, opisivanje procesa sagorevanja u motorima SUS kao i analiza Evropskih propisa vezanih za ograničenja emisija istih za različite kategorije vozila-Evro standarda. U poslednjem delu poglavlja predstavljeni su osnovni produkti koji nastaju u procesu sagorevanja fosilnih goriva u motorima SUS, kao i njihove karakteristike.

Na osnovu iznesene problematike, analiziranog stanja i prikupljenih podataka u sedmom delu disertacije definisane su osnovna i pomoćne hipoteze rada.

Osnovne karakteristike regionalnih klimatskih uslova područja na kome je realizovano merenje, geografski, socio- ekonomski pokazatelji okruženja i struktura motornih vozila u Brčko distriktu BiH, kao i lokacije uzorkovanja predstavljene su u osmom poglavlju. U cilju dokazivanja hipoteze izvršeno je merenje koncentracije pojedinih polutanata i meteoroloških parametara. Navedena merenja obavljena su pomoću mobilne merne stanice. Način rada i pojedini elementi od kojih se sastoji mobilna merna stanica, takođe su opisani u ovom poglavlju. Opis pojedinih metoda za utvrđivanje koncentracije polutanata deo je opisa načina rada mobilne merne stanice. Istovremeno sa merenjem koncentracije pojedinih polutanata i meteoroloških parametara, obavljeno je snimanje intenziteta i strukture saobraćajnog toka.

U okviru devetog poglavlja izvršena je statistička i procesna analiza izmerenih vrednosti intenziteta i strukture saobraćajnog toka, po pojedinim kategorijama. Nakon toga izvršena je i statistička i procesna analiza meteoroloških parametara i polutanata. Analiza izmerenih vrednosti intenziteta i strukture saobraćajnih tokova, meteoroloških parametara i polutanata obuhvatala je analize varijanse po faktoru dana u nedelji i sata u danu. Sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda, vremenskim serijama izlaznih rezultata utvrđene su periodične karakteristike saobraćajnih tokova i meteoroloških parametara.

Rezultati sprovedene statističke i procesne analize upotrebljeni su u desetom poglavlju u cilju formiranja modela vrednovanja uticaja saobraćajnih tokova i meteoroloških parametara na koncentracione nivoe hazardnog CO. Koncentracije CO izmerene na drugoj automatskoj mernoj stanici udaljenoj od saobraćajnica, korišćene su kao dopunska osnova za formiranje modela i konačno testiranje validnosti dobijenih rezultata.

U poslednjem, jedanaestom poglavlju disertacije dat je kratak osvrt na rezultate istraživanja i značaj primene rezultata u praksi planiranja saobraćaja u gradovima. Takođe, u ovom poglavlju su izneseni su pravci daljih istraživanja u ovoj oblasti

2. STANJE U OBLASTI ISTRAŽIVANJA

Degradacija kvaliteta vazduha raste u poslednjih nekoliko decenija, sa povećanjem industrijskih, transportnih i drugih antropogenih aktivnosti. Vlade, regulatorne agencije i druge institucije na lokalnom, regionalnom i globalnom nivou preduzimaju brojne aktivnosti u cilju smanjenja zagađenja i poboljšanja kvaliteta vazduha. Kontrola i praćenje degradacije kvaliteta vazduha predstavlja veliki izazov za naučnike i istraživače zbog dinamičke i heterogene strukture životne sredine.

Radovi i istraživanja objavljeni od strane eminentnih institucija i časopisa usmereni su na praćenje i analizu koncentracije polutanata, opisivanje disperzije polutanata, modelovanje i prognozu emisija, uticaj emisija na zdravlje ljudi i stanje životne sredine i dr. Istraživanja vezana za emisije polutanata, ne samo iz saobraćaja, nego i iz stacionarnih izvora, u obzir uzimaju različite parametre kao što su meteorološki parametri, udaljenost od mesta emisije, lokacija uzorkovanja i dr. Zbog kompleksne prirode zakonitosti koje vladaju u okviru saobraćajnog sistema, istraživanja vezana za emisije polutanata znatno su otežana. Intenzitet, struktura, vremenska neravnomernost saobraćajnog toka, geometrija saobraćajnica, izgrađenost objekata, samo su neki od faktora koji utiču na koncentraciju polutanata.

2.1. Koncentracija hazardnog ugljen- monoksida u funkciji različitih parametara

Indijski naučnik Hariš [81] u okviru istraživanja sprovedenih u gradu Bangalore, Indija, u toku 1998. godine identifikovao je saobraćaj kao glavni izvor CO. Celokupni CO u ambijentalnom vazduhu u Bangaloru vodio je poreklo iz saobraćaja. Uticaj transportnih aktivnosti na degradaciju kvaliteta ambijentalnog vazduha iznosio je oko 70 %. Pored velikog uticaja saobraćaja na emisije štetnih polutanata, prema podacima iz 2010. godine, Bangalor je početkom XXI veka imao veliko povećanje broja motornih vozila, preko 18 % na godišnjem nivou. Vozila na dva točka činila su 72 % voznog parka Bangalora i u koncentraciji CO učestvovala su sa skoro 50 %.

U periodu od novembra 2006. godine do februara 2007. godine sprovedena su istraživanja u nigerijskom gradu Benin, koja su identifikovala saobraćaj kao glavni generator CO u gradu [187]. Saobraćajne gužve, loše održavanje putne infrastrukture, velika gustina saobraćaja, male brzine vetra i neadekvatna saobraćajna disciplina predstavljaju izvore emisija, akumulacije i disperzije CO. Merenje koncentracije CO realizovano je na više raskrsnica i parking prostora u užem gradskom jezgru. Osim koncentracije CO, mereni su temperatura, vlažnost vazduha i brzina vetra. Dnevne oscilacije bile su statistički značajne ($P < 0.05$), sa najvećim koncentracijama CO u jutarnjim satima. Prostorne oscilacije bile su takođe statistički značajne ($P < 0.05$). Merna stanica Sokponba Road predstavljala je mesto sa najvećom prosečnom koncentracijom CO od 28.3 ppm, sledila je merna stanica Ring Road,

gde je prosečna koncentracija iznosila 20.3 ppm, a najmanja prosečna koncentracija je izmerena na 2nd Junction mernoj stanici, i iznosila je 14.8 ppm. Na prostornu distribuciju CO najveći uticaj su imali emisijski faktori, uslovi emisije, atmosferski uslovi i dr.

Trendovi kretanja koncentracije CO prikazani su u rezultatima istraživanja sprovedenog u dva grada u Južnoj Koreji u periodu od 2004. godine do 2013. godine [3]. Osim merenja koncentracije CO, mereni su meteoroloških parametara (brzina vetra, temperatura, vlažnost vazduha, ultraljubičasto i sunčevo zračenje). Uticaj sezonskih varijacija na koncentraciju CO je izrazito naglašen, sa najvećom koncentracijom u zimskom periodu. Ovakvi rezultati upućuju na direktan uticaj povećanog sagorevanja goriva i biomase u zimskom periodu na koncentraciju CO. Osim toga, koncentracija CO ima tendenciju pada na godišnjem nivou, u oba grada. Rezultati istraživanja ukazuju na visok koeficijent korelacije između jedinjenja ugljenika (C) i NO_x (NO₂ i NO) što ukazuje na slične izvore emisija. Koncentracija CO bila je obrnuto proporcionalna temperaturi vazduha, sa koeficijentima korelacije $r=-0.341$ i $r=-0.454$.

Vremenske varijacije koncentracije CO bile su predmet istraživanja brazilskih naučnika Desoze i dr. [39], sprovedenih u brazilskom regionu South Mato Grosso u periodu od 2001. do 2012. godine. U toku dana vidljiva su dva perioda sa maksimalnim srednjim satnim koncentracijama CO. Prvi period je između 07.00 i 08.00 sati, a drugi između 19.00 i 20.00 sati. Minimalne vrednosti srednjih satnih koncentracija CO identifikovane su u dva perioda u toku dana, prvi period između 04.00 i 05.00 sati, a drugi između 16.00 i 17.00 sati.

Istraživanja sprovedena u Salmiyah, stambenom delu Kuvajta u periodu od marta 2008. godine do februara 2009. godine imala su za cilj da utvrde koncentraciju CO, NO₂, SO₂ i O₃, prostornu distribuciju i sezonske trendove [93]. Maksimalna vrednost srednje osmosatne koncentracije CO i maksimalna srednja satna koncentracija izmerene su u septembru i iznosile su 2.93 ppm, odnosno 3.83 ppm. Maksimalna izmerena koncentracija CO izmerena je u avgustu i iznosila je 19.22 ppm, dok je srednja godišnja osmosatna koncentracija iznosila 2.01 ppm. Maksimalne srednje satne koncentracije javljaju se između 07.00 i 08.00 sati, između 13.00 i 14.00 sati i između 19.00 i 22.00 sati, dok je minimalna vrednost srednje satne koncentracije između 05.00 i 06.00 sati. U periodu između 13.00 h i 14.00 h, maksimalna vrednost je malo izražena i veoma kratko traje. Saobraćaj na posmatranom području karakterišu tri vršna perioda u toku dana, jutarnji (od 07.00 do 08.00 sati), podnevni (od 13.00 do 14.00 sati) i večernji (od 19.00 do 22.00 sata).

2.2. Modelovanja atmosferskog zagađenja

Emisije polutanata javljaju se u planetarnom graničnom sloju, koji predstavlja najniži deo troposfere i koji je u direktnom kontaktu sa zemljinom površinom. U cilju otklanjanja negativnog uticaja emisija polutanata, neophodno je razviti sistem ranog upozoravanja koji će pomoći u upravljanju i regulaciji istih. Modelovanje atmosferskog zagađenja koristi se za opisivanje uzročnih veza između emisija, meteoroloških parametara, koncentracije polutanata, taloženja i dr. Proces modelovanja sastoji se iz četiri faze: unosa podataka, proračuna disperzije, proračuna izlaznih vrednosti i analize [18]. Geometrija ulice ima značajnu ulogu u formiranju modela atmosferskog zagađenja. Odnos visine izgrađenih objekata i širine ulice (H/B- aspect ratio), kao i odnos dužine ulice između dve raskrsnice i visine objekata (L/H) utiču na disperziju polutanata, vreme njihovog zadržavanja u donjim delovima atmosfere, a samim tim i na njihovu koncentraciju. Pored geometrijskih karakteristika ulice, uticaj brzine i

strujanja vazduha u odnosu na osu ulice može imati uticaj na koncentraciju polutanata. U tom slučaju, prilikom formiranja modela neophodno je razlikovati tri situacije: (I) brzina strujanja vazduha manja od 1.5 m/s; (II) brzina strujanja vazduha veća od 1,5 m/s, ugao strujanja je veći od 30° u odnosu na osu ulice; (III) brzina strujanja veća od 1.5 m/s, strujanje iz svih smerova [196].

Podela modela koji opisuju zagađenje vazduha može biti izvršena na više načina. Prema grčkom naučniku Karuzu [100] modele je moguće podeliti prema: prostoru (globalni, regionalno- kontinentalni, lokalno- regionalni ili lokalni) i vremenskoj skali (epizodni ili statistički, dugoročni), zatim prema transportnoj jednačini (Ojlerov, Lagranžov model i dr.) i procesima (hemijski, mokro i suho taloženje). Italijanski naučnik Zaneti [211] je klasifikovao modele na: Ojlerov (Eulerian), Gausov (Gaussian), Lagranžov (Lagrangian), polu- empirijske, stohastičke i model receptora. Modele je moguće podeliti i na disperzione, statističke i fizičke modele [2].

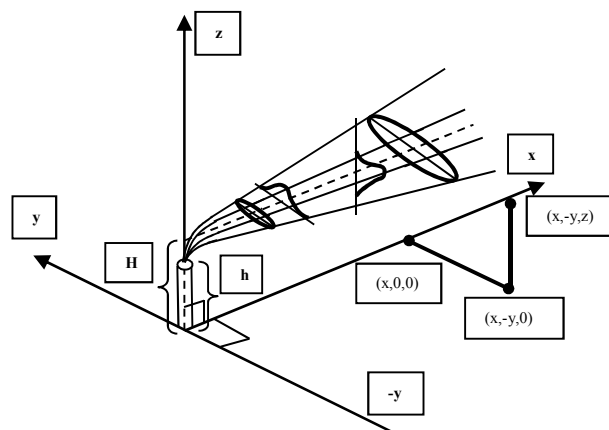
Gausov model koristi se za opisivanje disperzije polutanata na lokalnom nivou [205]. Pored određenih ograničenja, Gausov model ima veliku primenu zbog svoje jednostavnosti i razumljive prirode, kao i verodostojnosti u opisivanju prirode turbulencija koje se dešavaju u atmosferi. Gausova formula koristi se za proračun disperzije u uslovima kada je izvor emisije niz vetar, u advekcijским uslovima i sa definisanim pravcem vetra. Standardna Gausova formula može se napisati u obliku [101]:

$$C(x, y, z, H) = \frac{Q_1}{2\sqrt{2\pi}\sigma_z u \sin\theta} \left[\exp\left(-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \left\{ \left[\operatorname{erf}\left(\frac{\sin\theta(p-y) - x \cos\theta}{\sqrt{2}\sigma_y}\right) \right] + \left[\operatorname{erf}\left(\frac{\sin\theta(p+y) + x \cos\theta}{\sqrt{2}\sigma_y}\right) \right] \right\} \quad (2.1)$$

gde je C- koncentracija polutanta, Q_1 - emisioni faktor po jedinici dužine, u- prosečna brzina vetra, θ - ugao između ulice i smera vetra, x, y i z- prostorne koordinate, H- efektivna visina izvora, p- pola dužine od linije izvora, σ_z i σ_y - vertikalni i lateralni disperzioni parametri. Za kontinuiranu emisiju beskonačne linije izvora u prizemlju, kada je pravac vetra normalan liniju izvora, jednačinu (2.1) moguće je svesti na [2]:

$$C(x, z) = \frac{Q_1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z u} \left[\exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z+h_0)^2}{\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{1}{2} \frac{(z-h_0)^2}{\sigma_z^2}\right) \right] \quad (2.2)$$

Na slici 2.1. predstavljena je Gausova disperzija u vertikalnom i horizontalnom smeru.



Slika 2.1. Gausova disperzija u horizontalnom i vertikalnom smeru

Savremeni softverski alati poput AERMOD, CAL3QHCR i CALINE 4 su zasnovani na Gausovom modelu disperzije.

Istraživači Ko i drugi [102] su u okviru istraživanja sprovedenog u Kota Kinanbaluu, Malezija, koristili CAL3QHC softverski alat za prognozu koncentracije CO koji vodi poreklo iz saobraćaja, za 2004. i 2014. godinu. Koncentracija CO praćena je pomoću dvanaest stanica tokom januara 2004. godine. Osim toga, mereni su brzina i smer vetra, relativna vlažnost i temperatura. Identifikovane su i maksimalne satne vrednosti koncentracije CO tokom dana. Prognoziranje maksimalne satne vrednosti na dve lokacije u toku 2004. godine iznosile su 9.33 i 9.20 ppm, dok su izmerene vrednosti na datim lokacijama iznosile 8.55 i 8.40 ppm. Upotreba CAL3QHC softvera u istraživanju pokazala je visok koeficijent korelacije ($r=0.911$, $p<0.05$) između izmerenih i prognoziranih vrednosti koncentracije CO. Prognoza koncentracije CO u 2014. godini prema CAL3QHC softveru iznosi oko 15 ppm, što predstavlja povećanje koncentracije CO za više od 60 % u odnosu na 2004. godinu, ali koja je još uvek ispod dozvoljene vrednosti od 30 ppm.

Istraživanja sprovedena u indijskom gradu Kalkuti u toku 2004. godine imala su za cilj da izvrše poređenje prognoziranih koncentracija CO pomoću softverskog alata CALINE 4, IITLS (Indian Institute of Technology Line Source Model) i linearnog regresionog modela [9]. Podaci o saobraćajnom toku, meteorološkim parametrima i koncentraciji CO prikupljeni su na dvanaest ulica posmatranog grada. Maksimalna izmerena koncentracija na posmatranom području iznosila je 5.6 ppm. Rezultati istraživanja su pokazali da koncentracija CO raste sa povećanjem broja vozila i smanjenjem brzine saobraćajnog toka. Visoka vrednost koeficijenta determinacije (R^2) ukazuje na visoku korelaciju između koncentracije CO i broja vozila. Srednje satne koncentracije CO su propraćunate za svaku ulicu pojedinačno. U 7 slučajeva koncentracija je iznosila preko granice utvrđene u NAAQS-u (National Ambient Air Quality Standards) dok je 8 bilo ispod granice od 4.0 ppm. U konkretnom slučaju linearni regresioni model se pokazao mnogo boljim u prognozi koncentracije CO nego IITLS i softverski alat CALINE 4.

Istraživači Gupta i dr., [79] su u okviru istraživanja sprovedenog u Delhiju, Indija, vršili primenu modela CAL3QHC, CAL3QHCR i CALINE 4, u prognozi koncentracije CO koji potiče iz saobraćaja, kao i poređenje dobijenih rezultata sa empirijskim vrednostima

koncentracija. Prognoza je vršena za prosečne satne i osmosatne vrednosti koncentracije CO. Prognozirane srednje satne koncentracije bile su kod sva tri modela više od izmerenih vrednosti. Kod prosečnih osmosatnih koncentracija, modeli CALINE 4 i CAL3QHC su prognozirali više koncentracije od izmerenih, dok je model CAL3QHCE prognozirao promenjive koncentracije, nekada više, nekada niže u odnosu na izmerene vrednosti.

Za razliku od determinističkog modelovanja, statistički modeli za proračun koncentracije polutanata koriste statističke metode, čiju osnovu čine izmerene vrednosti meteoroloških parametara i saobraćajnih tokova. Metode regresije, višestruke regresije i vremenske- serije su neke od metoda u procesu statističkog modelovanja. Tipičan primer statističkog modelovanja predstavljaju veštačke neuronske mreže (Artificial Neural Network-ANN). Veštačke neuronske mreže se smatraju efikasnom i optimizovanom arhitekturom koja se koristi za snimanje nasleđenih tehnika i procesa, kao i za poređenje sa tradicionalnim statističkim modelima [126]. ANN su razvijene po uzoru na biološke neuronske mreže i pored saobraćaja svoju upotrebu našle su i u drugim naučnim oblastima.

Istraživanja sprovedena u Delhiju koristila su ANN za predviđanje prosečne osmočasovne koncentracije CO, na dve lokacije AQCR1 i AQCR2 [124]. Lokacija AQCR1 predstavljala je tipično saobraćajno čvorište, dok je lokacija AQCR2 predstavljala magistralni put. Razvoj modela zasnovan je na upotrebi maksimalno 10 meteoroloških i 6 saobraćajnih promenljivih. U okviru istraživanja razmatrana su tri scenarija: (I) kada su kao ulazni podaci za ANN korišćeni i saobraćajni i meteorološki parametri; (II) kada su korišćeni samo meteorološki parametri i (III) kada su korišćeni samo saobraćajni parametri. Ulazni podaci za formiranje ANN-a predstavljali su osmočasovne vrednosti koncentracije CO i meteoroloških parametara (brzina i smer vetra, temperatura, pritisak, vlažnost vazduha i dr.) prikupljeni u periodu od januara 1997. godine do decembra 1999. godine. Pored meteoroloških parametara i koncentracije CO za ulazne podatke korišćene su i prosečne osmočasovne vrednosti intenziteta saobraćajnog toka. Vozila u saobraćajnom toku klasifikovana su u 4 grupe: motocikli, tricikli i četverotočkaši sa dizel i benzinskim motorom. Za svaku od 4 navedene grupe određeni su emisioni faktori. Tačnost rezultata dobijenih upotrebom ANN-a provereni su poređenjem indeksa saglasnosti (d), srednje vrednosti i devijacije, prosečnog odstupanja (MBE), srednje kvadratne greške (MSE), koeficijenta determinacije i dr., za izmerene i prognozirane koncentracije CO.

Rezultati dobijeni na osnovu ANN- a ukazuju da je srednja vrednost predviđane koncentracije CO za lokaciju AQCR1 ($P=5.56$ ppm), za scenario (I) viša od izmerene vrednosti (3.78 ppm), dok je za lokaciju AQCR2 i scenario (I), predviđana koncentracija ($P=3.39$ ppm) niža u odnosu na izmerenu (4.18 ppm). Prosečno odstupanje (mean bias error-MBE) za lokaciju AQCR1 je 1.78 ppm, a za lokaciju AQCR2 je -0.79 ppm. Standardna devijacija za scenario (I) iznosi 2.35 ppm, a za scenario (II) 2.10 ppm. Standardna devijacija za lokaciju AQCR1 predviđene koncentracije CO odgovara standardnoj devijaciji izmerene koncentracije CO. Za lokaciju AQCR2 razlika u standardnoj devijaciji između predviđane i izmerene koncentracije CO iznosi 1.25 ppm. Ovakvi rezultati pokazuju da model ANN za scenario (I) reprodukuje varijante u skupu podataka sa velikom tačnošću, dok za scenario (II) model pokazuje umerene varijacije u skupu podataka.

Vrednost srednje koncentracije CO na lokaciji AQCR1 za scenario (II) je viša od srednje izmerene koncentracije, dok je na lokaciji AQCR2 za scenario (II) neznatno niža od

srednje izmerene koncentracije. MBE za lokaciju AQCR1 iznosi 1.45 ppm, a za lokaciju AQCR2, MBE je -0.71 ppm. Standardna devijacija za scenario (I) za lokaciju AQCR1 za ANN odgovara standardnoj devijaciji izmerene koncentracije CO. Za lokaciju AQCR2 razlike između standardnih devijacija izmerenih i predviđenih vrednosti veoma su visoke. Indeks saglasnosti (d) za lokaciju AQCR1 za scenario (I) iznosi $d=0.78$, a za lokaciju AQCR2 $d=0.69$, za scenario (II) za lokaciju AQCR1, indeks saglasnosti ima vrednost $d=0.77$, a za lokaciju AQCR2, vrednost $d=0.67$.

U procesima fizičkog modelovanja, dolazi do simulacije realnih stanja u laboratorijskim uslovima. Najčešće se fizičko modelovanje vazdušnog zagađenja, odnosno disperzije polutanata nastalih iz procesa odvijanja saobraćaja odvija u vazдушnim tunelima.

Povećanje emisija polutanata i smanjenje prirodne ventilacije osnovni su uzrok povećanja nivoa koncentracije štetnih polutanata na gradskim ulicama i raskrsnicama. Disperzija polutanata u gradskim ulicama zavisi od nivoa razmene vazduha vertikalno, sa prizemnim delovima atmosfere iznad krovova i horizontalno, preko saobraćajnih čvorišta sa drugim gradskim ulicama. Karakteristike saobraćajnog toka (intenzitet, brzina, struktura, gustina, neravnomernost i dr.), površinski mikrometeorološki parametri (brzina i smer vetra, pritisak i dr.) utiču na disperziju polutanata iz drumskih motornih vozila. Položaj i visina zgrada, vegetacija, žbunje, zaštitni zidovi, još više komplikuju proces disperzije polutanata. Fizičko modelovanje u vazдушnim tunelima predstavlja polaznu osnovu za razumevanje složenih procesa kao što je disperzija polutanata. Glavna prednost upotrebe vazдушnih tunela zasniva se na mogućnosti kontrole svakog parametra pojedinačno u procesu modelovanja disperzije. Nedostaci primene vazдушnih tunela ogledaju se u nemogućnosti istovremene primene svih odlučujućih parametara koji utiču na disperziju. Osim toga, veoma je teško odrediti značaj pojedinih parametara i njihov uticaj na samu disperziju. Nezavisni uticaji geometrije zgrada (visina, širina, oblik krova), dimenzija ulica, vegetacije, uređenja i hrapavosti površine, strukture i brzine saobraćajnog toka, mogu se istražiti korišćenjem vazдушnih tunela, kontrolišući pri tome svaki parametar pojedinačno [3].

U okviru istraživanja sprovedenih u vazдушnom tunelu Univerziteta u Karlsruheu, Njemačka (University of Karlsruhe- UniKa) izvršena je simulacija turbulencije vazdušnog strujanja u tri slučaja [99]. U prvom slučaju izvršena je simulacija u uslovima bez saobraćaja, u drugom slučaju simulirani su uslovi za dvosmerni saobraćaj pri brzini saobraćajnog toka od 30 km/h i u trećem slučaju izvršena je simulacija za jednosmeran saobraćajni tok iste brzine i gustine. Simulacija je izvršena na maketi gradske ulice koja je formirana od zgrada visine 12 cm i dužine 120 cm. Razmak između zgrada iznosio je 12 cm. Izvor vetra je bio normalan na osu ulice. Rezultati simulacije turbulencije u uslovima bez saobraćaja odgovaraju turbulenciji vazduha u realnim uslovima. Vrednost podužnog protoka ostaje nepromenjena u zavisnosti od saobraćaja. Sa druge strane, bočni protok u direktnoj je zavisnosti od vrste saobraćaja (jednosmeran ili dvosmeran). Za dvosmerni saobraćaj, indukovana komponenta kretanja vazduha duž ulice je bila veoma mala i ograničena u blizini zgrada. U isto vreme, intenzitet turbulencije unutar ulice za dvosmerni saobraćaj bio je znatno veći nego u uslovima bez saobraćaja ili za jednosmerni saobraćaj. U okviru sprovedenog istraživanja, posmatran je odnos između protoka vazduha i koncentracije uzorka. Kod kvazi- izotropne turbulencije koja odgovara uslovima dvosmernog saobraćaja, disperzija uzorka u ulici približno je simetrična u

odnosu na centralnu poprečnu ravan ulice. Za jednosmeran saobraćaj, disperzija uzorka je iskrivljena i sa povećanom vrednosti koncentracije u pravcu odvijanja saobraćaja.

Istraživači Čeng i drugi [28] sprovedli su istraživanje disperzije polutanata u vazдушnom tunelu Univerziteta u tajvanskom gradu Tamkangu (University Tamkang). Dimenzije tunela su 3.5 x 18.0 x 2.0 m sa mogućnošću generisanja vetra brzine do 16 m/s. Dimenzija ulice iznosila je 75 x 8 cm, dok su visine zgrada sa leve na desnu stranu ulice iznosile 4, 8, 12 i 16 cm. Rezultati simulacije za ulicu sa odnosom B/H=1 (visina zgrade/širina ulice) i različitim brzinama vetra (od 0.5 do 5.0 m/s) daju male promene u koncentracijama polutanata. U ulicama sa promenljivim visinama zgrada, koncentracija i akumulacija polutanata u neposrednoj blizini ulice bila je visoka što se može negativno odraziti na zdravlje stanovnika ili pešaka.

Egipatski istraživači Elkafuri i dr. [62] su sprovedli istraživanja u egipatskom gradu New Borg El Arab City (NBC), Alexandria, koja su imala za cilj mogućnost ocene HBEFA (Swiss-German Handbook of Emission Factors for Road Transport) u procesu prognoze emisije CO iz vozila, kao i razvoj modela za procenu koncentracije CO nastalog u procesu odvijanja saobraćaja. Snimanje saobraćaja i merenje koncentracije CO realizovano je 26. septembra u periodu od 07.06 do 09.42 sati u dvominutnim vremenskim intervalima. U periodu istraživanja, srednja temperatura iznosila je 22.75 °C, a brzina vetra 16 m/s. Saobraćajni tokovi su klasifikovani u dve kategorije, LDV (light duty vehicles) i HDV (heavy duty vehicles). Maksimalan intenzitet saobraćajnih tokova registrovan je u periodu od 08.10 do 08.46 sati i iznosio je 1740 voz/h. Minimalan intenzitet je iznosio 390 voz/h i registrovan je u 07.44 sati. Maksimalna brzina saobraćajnog toka iznosila je 53.6 km/h i odgovarala je intenzitetu toka od 990 voz/h, dok je minimalna brzina iznosila 40 km/h i odgovarala je intenzitetu toka od 1140 voz/h. HBEFA služi za određivanje emisionih faktora vozila u različitim saobraćajnim uslovima. Emisioni faktori zavise od kategorije vozila, vrste saobraćajnice, nivoa usluge i saobraćajne brzine. Razlika između srednje izmerene koncentracije CO i proračunate koncentracije pomoću HBEFA je velika i iznosi 0.76 mg/m³, geometrijska sredina iznosila je 1.2. Koeficijent determinacije je bio veoma nizak i iznosio je R²=0.15, dok je koren srednje kvadratne greške iznosio 2.5 mg/m³. Na osnovu odnosa između promenljivih (saobraćajnog toka, srednje saobraćajne brzine, srednje gustine i procenta putničkih automobila) i koncentracije CO formiran je dinamički emisioni model. Srednja greška kod proračuna koncentracije CO pomoću HBEFA bila je 159 % veća nego kod dinamičkog modela. Srednja apsolutna greška kod upotrebe HBEFA je za 72.73 % veća od srednje apsolutne greške dinamičkog modela u odnosu na izmerene vrednosti koncentracije CO, dok je koren srednje kvadratne greške 66.67 % veći kod HBEFA nego kod dinamičkog modela. Procenat relativne greške je 174.55 % veći kod upotrebe HBEFA nego kod dinamičkog modela, a u odnosu na izmerene vrednosti CO. Iz navedenih razloga, u okviru rada, za emisije pojedinih saobraćajnih tokova će se koristiti vrednosti do kojih se došlo sopstvenim istraživanjem.

3. FURIJE OVI REDOVI

Mnogi procesi u prirodi su periodičnog karaktera. Ovi procesi se javljaju u pravilnim vremenskim intervalima i moguće ih je opisati periodičnim funkcijama. Prema Dimitrijeviću [40], osnovne karakteristike periodičnih funkcija opisane su na način:

Definicija 1. Funkcija $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ je periodična ako postoji realan broj $T \neq 0$ tako da je $f(x+T)=f(x)$ za svako $x \in \mathbb{R}$. Broj T je perioda funkcije. Ako je T perioda funkcije f , tada je nT , za $n \in \mathbb{Z}$, takođe perioda te funkcije. Zamenjujući x sa $x+T$ (odnosno $x-T$), moguće je dokazati da za svako $n \in \mathbb{N}$ važi jednakost $f(x)=f(x+nT)$, odnosno $f(x)=f(x-nT)$. Osim toga, ako su T_1 i T_2 dve periode funkcije f , tada je i $T_1 \pm T_2$, perioda funkcije f . Prema tome, svaka periodična funkcija ima beskonačno mnogo perioda.

Teorema 1. Svaka neprekidna periodična funkcija $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ je ravnomerno neprekidna na \mathbb{R} . Ako je T perioda funkcije f i ako je funkcija f neprekidna na \mathbb{R} , ona je prema Kantorovoj teoremi ravnomerno neprekidna na intervalu $[-T, 2T]$. Stoga za svako $\varepsilon > 0$ postoji $T > \delta > 0$, tako da za svako x_1 i $x_2 \in [-T, 2T]$ iz $|x_1 - x_2| < \delta$ sledi nejednakost $|f(x_1) - f(x_2)| < \varepsilon$. Neka su y_1 i y_2 realni brojevi koji zadovoljavaju uslove $|y_1 - y_2| < \delta$ i neka je $k = [y_1/T]$. Tada je $t_1 = y_1 - kT$ i $t_2 = y_2 - kT \in [-T, 2T]$, $|t_1 - t_2| = |y_1 - y_2| < \delta$ tada je

$$|f(y_1) - f(y_2)| = |f(t_1 + kT) - f(t_2 + kT)| = |f(t_1) - f(t_2)| < \varepsilon, \quad (3.1)$$

čime je dokazana ravnomerna neprekidnost funkcije f na \mathbb{R} .

Teorema 2. Ako je neprekidna periodična funkcija $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$, različita od konstantne funkcije, tada ona ima najmanju periodu. Kako je neprekidna, periodična funkcija f različita od konstantne funkcije, postoje realni brojevi x_1 i x_2 za koje je $f(x_1) \neq f(x_2)$. Neka je $|f(x_1) - f(x_2)| = d$. Funkcija f je prema Teoremi 1 ravnomerno neprekidna, stoga za svako $\varepsilon > 0$ i za $\varepsilon < d$ postoji $\delta > 0$ tako da za svaki par realnih brojeva y_1 i y_2 koji zadovoljavaju uslov $|y_1 - y_2| < \delta$ važi nejednakost

$$|f(y_1) - f(y_2)| < \varepsilon. \quad (3.2)$$

Ako funkcija f ne bi imala najmanju periodu, postojala bi perioda T_δ funkcije f koja zadovoljava uslov $T_\delta < \delta$. Ako je $k = [(x_2 - x_1)/T_\delta]$ tada je

$$\frac{x_2 - x_1}{T_\delta} = k + \frac{h}{T_\delta}, \quad (3.3)$$

gde je $0 < h < T_\delta < \delta$. Zbog toga je

$$d = |f(x_1) - f(x_2)| = |f(x_1) - f(x_1 + h + kT_\delta)| = |f(x_1) - f(x_1 + h)| < \varepsilon, \quad (3.4)$$

što je suprotno načinu izbora broja ε . Dobijena kontradikcija dokazuje da funkcija f ima osnovnu periodu.

Definicija 2. Neka je f periodična funkcija. Ako postoji najmanja pozitivna perioda T , funkcije f , onda je T osnovna perioda funkcije f .

Teorema 3. Neka je funkcija $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ periodična sa osnovnom periodom T . Ako je funkcija f integrabilna u svojstvenom ili nesvojstvenom smislu na intervalu $[0, T]$, tada je ona integrabilna na svakom konačnom intervalu realne prave. Pri tome za svako $a \in \mathbb{R}$ važi

$$\int_a^{a+T} f(x) dx = \int_0^T f(x) dx . \quad (3.5)$$

Neka je $[a, b] \subset \mathbb{R}$ proizvoljan interval. Tada postoje celi brojevi m i n , tako da je $mT \leq a < b \leq nT$. Kako je

$$\int_0^T f(x) dx = \int_{kT}^{(k+1)T} f(t - kT) dt = \int_{kT}^{(k+1)T} f(t) dt , \quad (3.6)$$

funkcija f je integrabilna na $[kT, (k+1)T]$. Na osnovu aditivnosti integrala sledi integrabilnost funkcije f na svakom intervalu $[mT, nT]$, a samim tim i intervalu $[a, b]$. Time je i dokazano da integral na levoj strani jednakosti (3.5) postoji. Ako je

$$\int_a^{a+T} f(x) dx = \int_a^T f(x) dx + \int_T^{a+T} f(x) dx , \quad (3.7)$$

uvođenjem smene $x=y+T$ dobija se sledeća jednakost

$$\int_T^{a+T} f(x) dx = \int_0^a f(y) dy \quad (3.8)$$

$$\int_0^T f(x-t) dx = \int_0^T f(x) , \text{ gde } t \in \mathbb{R}. \quad (3.9)$$

Uvođenjem smene $x-t=z$, dobija se

$$\int_0^T f(x-t) dx = \int_{-t}^{T-t} f(z) dz = \int_0^T f(x) dx . \quad (3.10)$$

Furijeova analiza proizlazi iz glavne ideje da se svaka periodična funkcija može zapisati kao suma sinusa različitih amplituda.

Za aproksimaciju periodičnih funkcija najčešće se koriste trigonometrijski redovi. Trigonometrijski redovi su redovi funkcija oblika $\sum_{i=0}^{+\infty} (A_i f_i(x) + B_i g_i(x))$. Nulti član reda je konstantna funkcija, dok su ostali članovi reda periodične funkcije [24]. Funkcionalni red je oblika

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos ix + b_i \sin ix , \quad (3.11)$$

pri čemu su a_i i b_i , $i \in \{1, 2, \dots\}$ realni brojevi, a x realna promenljiva, naziva se trigonometrijski red [108].

Teorema 4. Ako red (3.11) ravnomerno konvergira na intervalu $-\pi \leq x \leq \pi$ ka funkciji $f(x)$, onda važe formule:

$$a_0 = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx , \quad a_i = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos ix dx \quad i \quad (3.12)$$

$$b_i = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin ix dx , \quad i=1, 2, \dots \quad (3.13)$$

Dokaz. Pošto red ravnomerno konvergira na intervalu $-\pi \leq x \leq \pi$ ka funkciji $f(x)$, tada je moguće izvršiti integraciju svakog člana pojedinačno i dobija se:

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) dx = \frac{a_0}{2} \int_{-\pi}^{\pi} dx + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \int_{-\pi}^{\pi} \cos ix dx + b_i \int_{-\pi}^{\pi} \sin ix dx = a_0 \pi . \quad (3.14)$$

Množenje reda sa $\cos nx$, odnosno sa $\sin nx$, ne utiče na uniformnu konvergenciju reda, jer je $|\cos ix| \leq 1$, odnosno $|\sin ix| \leq 1$. To znači da se može izvršiti integracija svakog člana reda pojedinačno:

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos ix dx = \frac{a_0}{2} \int_{-\pi}^{\pi} \cos nx dx + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \int_{-\pi}^{\pi} \cos ix \cos ix dx + b_i \int_{-\pi}^{\pi} \sin ix \cos ix dx = a_i \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 ix dx = a_i \pi$$

Analogno prethodnom izrazu:

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin ix dx = \frac{a_0}{2} \int_{-\pi}^{\pi} \sin ix dx + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \int_{-\pi}^{\pi} \sin ix \cos ix dx + b_i \int_{-\pi}^{\pi} \sin ix \sin ix dx = b_i \int_{-\pi}^{\pi} \sin^2 ix dx = b_i \pi$$

Zbog 2π -periodičnosti funkcija $\cos x$ i $\sin x$ pod navedenim uslovima u prethodnoj teoremi je 2π -periodična i funkcija $f(x)$. Teorema 4 je ograničena na red koji uniformno konvergira ka funkciji $f(x)$ na intervalu $[-\pi, \pi]$. Kod intervala $[-L, L]$ dobija se red

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos ix + b_i \sin ix . \quad (3.15)$$

Uvođenjem smene $x = \frac{\pi}{L} t$ dobija se:

$$\varphi(t) = f\left(\frac{\pi}{L} t\right) = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos \frac{i\pi t}{L} + b_i \sin \frac{i\pi t}{L} . \quad (3.16)$$

Period funkcije $\varphi(t)$ je $2L$, jer vredi:

$$\varphi(t + 2L) = f\left(\frac{\pi}{L}(t + 2L)\right) = f\left(\frac{\pi}{L} t + 2\pi\right) = f\left(\frac{\pi}{L} t\right) = \varphi(t) . \quad (3.17)$$

Za koeficijente a_i i b_i važi:

$$a_i = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos ix dx . \quad (3.18)$$

Na osnovu date smene sledi

$$a_i = \frac{1}{\pi} \int_{-L}^L f\left(\frac{\pi}{L} t\right) \cos \frac{i\pi t}{L} \cdot \frac{\pi}{L} dt = \frac{1}{L} \int_{-L}^L \varphi(t) \cos \frac{i\pi t}{L} dt . \quad (3.19)$$

Analogno za koeficijent b_i se dobija:

$$b_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L \varphi(t) \sin \frac{i\pi t}{L} dt . \quad (3.20)$$

Ako red (3.16) ravnomerno konvergira, tada za a_i ($i=0, 1, 2, \dots$) i b_i ($i=0, 1, 2, \dots$) vrede formule :

$$a_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L \varphi(t) \cos \frac{i\pi t}{L} dt \quad i \quad (3.21)$$

$$b_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L \varphi(t) \sin \frac{i\pi t}{L} dt . \quad (3.22)$$

Koeficijenti a_i (3.21) i b_i (3.22) mogu se formirati od svake apsolutno integrabilne funkcije $\varphi(x)$ na intervalu $[-L, L]$, koja je van tog intervala produžena s periodom $2L$. Na taj način funkciji $\varphi(x)$ je pridružen red:

$$\varphi(x) \sim \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos \frac{i\pi x}{L} + b_i \sin \frac{i\pi x}{L}. \quad (3.23)$$

Definicija 3. Red (3.21), s koeficijentima (3.21 i 3.22) naziva se Furijeov red na intervalu $[-L, L]$ funkcije $\varphi(x)$, a koeficijenti (3.21 i 3.22) nazivaju se Furijeovi koeficijenti funkcije $\varphi(x)$.

Neka je funkcija f neprekidna i ima po delovima neprekidan prvi izvod na intervalu $[-L, L]$. Ako je f parna funkcija, tada je za sve $i \in N_0$

$$f(x) = \cos \frac{i\pi x}{L} \text{ parna funkcija, a}$$

$$f(x) = \sin \frac{i\pi x}{L} \text{ neparna funkcija}$$

na intervalu $[-L, L]$.

Furijeovi koeficijenti parne funkcije f su [178]:

$$a_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{i\pi x}{L} dx = \frac{2}{L} \int_0^L f(x) \cos \frac{i\pi x}{L} dx, \quad i \in N_0 \quad (3.24)$$

$$b_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \sin \frac{i\pi x}{L} dx = 0, \quad i \in N_0 \quad (3.25)$$

Ako je funkcija f neprekidna, ima po delovima neprekidan prvi izvod i parna je na intervalu $[-L, L]$, tada je njen Furijeov red oblika:

$$f(x) = \frac{A_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} a_i \cos \frac{i\pi x}{L}, \quad x \in [-L, L], \quad (3.26)$$

i zove se kosinusni red.

Ako je f neparna funkcija, tada je za sve $i \in N_0$

proizvod $f(x) = \cos ix$ neparna funkcija, a

proizvod $f(x) = \sin ix$ parna funkcija

na intervalu $[-L, L]$.

Furijeovi koeficijenti neparne funkcije f su:

$$a_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{i\pi x}{L} dx = 0, \quad i \in N_0, \quad (3.27)$$

$$b_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \sin \frac{i\pi x}{L} dx = \frac{2}{L} \int_0^L f(x) \sin \frac{i\pi x}{L} dx, \quad i \in N_0. \quad (3.28)$$

Ako je funkcija f neprekidna, ima po delovima neprekidan prvi izvod i neparna je na intervalu $[-L, L]$, tada je njen Furijeov red:

$$f(x) = \sum_{i=1}^{\infty} b_i \sin \frac{i\pi x}{L}, \quad x \in [-L, L], \quad (3.29)$$

i zove se sinusni red.

4. VAZDUH I NJEGOVE KARAKTERISTIKE

Atmosfera je složen dinamički sistem u kome se neprestano odigravaju fizičke i hemijske reakcije. U stalnoj interakciji sa drugim delovima životne sredine, omogućava opstanak i razvoj života na Zemlji. Najznačajnija funkcija atmosfere bez koje se ne bi mogao zamisliti život na Zemlji, jeste njena zaštitna funkcija. Zemljina atmosfera štiti Zemlju od prekomernog zagrevanja danju i hlađenja noću. Većina energije pristigle od sunčevog zračenja pretvara se u toplotnu energiju atmosfere, a fluktuacije unutar kompleksnog atmosferskog sistema odražavaju se kao vremenske i klimatske promene.

Donja granica atmosfere je tačno određena, i to je Zemljina površina. Određivanje vanjske granice atmosfere je mnogo teže, iz razloga što ne postoji tačna granica između atmosfere i svemira. Atmosfera postepeno postaje ređa i nestaje u svemiru. Često se kao granica atmosfere i svemira uzima Karmanova linija na udaljenosti od 100 km od površine Zemlje [25]. Glavne karakteristike atmosfere su njena hipotetska vertikalna raspodela i eksponencijalno smanjenje gustine sa povećavanjem udaljenosti od Zemljine površine, te velika pokretljivost čestica. Od ukupne mase atmosfere, 90 % je na visini do 16 km, na visini do 10 km smešteno je oko 75 % mase, a 50 % ukupne mase nalazi se na visini od 5 km [169].

4.1. Struktura atmosfere

Struktura atmosfere je vrlo kompleksna, iz čega proizilazi njena podela u zavisnosti od različitih kriterijuma. Prema Bedekoviću i Salopeku [10] atmosferu je moguće podeliti u zavisnosti od:

- sastava vazduha i pojava naelektrisanih čestica;
- međusobnog uticaja atmosfere i Zemljine površine;
- promene temperature sa visinom;
- uticaja atmosfere na letelice.

U zavisnosti od sastava vazduha, atmosfera se može podeliti na homosferu i heterosferu [195]. Homosfera je deo atmosfere gde se odnos osnovnih gasova, odnosno kiseonika (O_2), azota (N_2), argona (Ar) i dr. ne menja. Visina homosfere je do 100 km iznad Zemljine površine, nakon čega nastaje heterosfera u kojoj dolazi do promene koncentracije osnovnih gasova. Deo atmosfere koji razdvaja homosferu i heterosferu naziva se turbopauza.

Zemljina atmosfera se u zavisnosti od međusobnog uticaja atmosfere i Zemljine površine može podeliti na sloj trenja ili granični sloj i slobodnu atmosferu [138]. Kod sloja trenja na kretanje vazduha najveći uticaj ima turbulentno trenje i Zemljina površina. Ovaj sloj se može podeliti na prizemni granični sloj i prelazni sloj. Prizemni granični sloj je do visine od 100 m i na kretanje vazduha u ovom sloju najveći uticaj ima Zemljina površina i vertikalni temperaturni gradijent. Prelazni sloj se nalazi na visini od 100 do 1000 m. Kretanje vazduha u ovom delu uslovljeno je površinskim trenjem, gradijentom gustine i Zemljinom rotacijom.

Posebno značajna je podela atmosfere prema promeni temperature. Vertikalna struktura atmosfere utvrđena je dugotrajnim merenjima temperature na različitim visinama. Merenja su ukazivala na činjenicu da do prvih 10 km visine temperatura vazduha opada sa visinom u proseku za 6.5 °C na svaki kilometar. Ovaj tzv. temperaturni gradijent značajno varira od mesta do mesta ali nikada ne prelazi 10 °C izuzev u blizini tla kada može da ima i veću vrednost.

U zavisnosti od promene temperature s visinom, atmosferu je moguće podeliti na troposferu, stratosferu, mezosferu, termosferu i egzosferu. Između pojedinih slojeva (sfera) nalaze se međuslojevi: tropopauza, stratopauza, mezopauza, termopauza. Posmatrajući podelu atmosfere s aspekta stanja i kvaliteta vazduha, najznačajniji delovi atmosfere svakako su troposfera i stratosfera, mada i ostali slojevi imaju svoje specifičnosti.

Najniži i najgušći sloj atmosfere jeste troposfera. Visina troposfere varira od 5 do 6 km iznad polova, odnosno od 15 do 16 km iznad ekvatora. Jedna od osnovnih karakteristika troposfere jeste smanjenje temperature sa povećanjem nadmorske visine. Navedena karakteristika troposfere naziva se vertikalni temperaturni gradijent ili termički gradijent i ima vrednost približno 6.5 °C/km [41].

U okviru troposfere moguća je pojava tzv. temperaturne inverzije, kod koje se temperatura povećava sa povećanjem visine. Ovakve pojave javljaju se obično na visinama od 1 do 2 km, kada se toplija i ređa vazдушna masa pomera iznad hladnije i gušće vazdušne mase. Na značaj troposfere ukazuje činjenica da se skoro 85 % mase atmosfere i „vremena“ nalazi u troposferi. Osim toga, troposferu odlikuje prisustvo velike količine vodene pare i reaktivnih organskih jedinjenja, kao što je CO, koji vode poreklo iz prirodnih ili antropogenih izvora [74]. U troposferi se javljaju sve vremenske pojave kao što su grmljavina, munje, kiša, sneg, i dr. Podela troposfere izvršena je na [76]:

- prizemni sloj- do 2 m;
- planetarni granični sloj- od 2 m do 1.5 km;
- slobodna troposfera- od 1.5 do 11 km.

Prelaz iz troposfere u stratosferu obično je praćen naglom promenom koncentracije komponenti koje se u atmosferi nalaze u tragovima. Osim toga ovaj deo atmosfere karakteriše i izuzetno veliko horizontalno pomeranje vazduha, dok je vertikalno pomeranje zanemarivo. Promena temperature vazduha sa povećanjem visine je vrlo slaba.

Sadržaj vodene pare na prelazu iz troposfere u stratosferu brzo opada, dok se koncentracija O₃ povećava. Za razliku od troposfere, stratosfera je izrazito suva, sa prosečnom koncentracijom vodene pare od 3 do 5 ppb, ali je veoma bogata O₃ [74]. Prisustvo jakog gradijenta u ovom delu atmosfere posledica je slabog mešanja stratosferskog suvog i O₃ bogatog vazduha i relativno vlažanog i O₃ siromašanog troposferskog vazduha. Koncentracija čestica iz vulkanskih erupcija je mnogo veća u stratosferskom nego u troposferskom delu atmosfere, što takođe ukazuje na slabo mešanje troposfere i stratosfere.

Stratosfera je sloj koji se vertikalno proteže od tropopauze do visina od oko 55 km. U ovom delu atmosfere nalazi se 90 % atmosferskog O₃ [156]. Unutar stratosfere nalazi se tanak sloj aerosola koji se duže zadržava na određenoj visini. Zadržavanje čestica u stratosferi je moguće i po nekoliko godina nakon što su dospele u nju. Zbog izuzetno dugog boravka čestica u njoj, stratosfera predstavlja neku vrstu rezervoara za mnoge vrste atmosferskog zagađenja.

4.2. Sastav i karakteristike vazduha

Vazduh predstavlja smešu gasova, gasovitih jedinjenja, suspendovanih čestica i vodene pare. Sastav i odnos pojedinih komponenti vazduha uslovljen je raznim faktorima kao što su: nadmorska visina, geografski i klimatski uslovi, intenzitet emisija antropogenog porekla i dr. Vazduh bez primesa naziva se suhi vazduh i sastoji se od azota (N_2), kiseonika (O_2), ozona (O_3), argona (Ar), ugljen- dioksida (CO_2), neona (Ne), helijuma (He) i dr. [156]. Primeše kao što su prašina, vulkanski pepeo, čađ i druge čestice, vodena para i razni drugi gasovi, nalaze se na svakom mestu u manjim ili većim količinama.

Dve osnovne funkcije vazduha su biološka (primarna) i proizvodna (sekundarna) funkcija. Biološka funkcija vazduha ogleda se u obezbeđenju i održanju života na Zemlji. Vazduh u sebi sadrži O_2 , koji je neophodan za disanje, CO_2 , neophodan za proces fotosinteze, kao i N_2 koji je neophodan za sintezu biljnih belančevina. Sekundarna funkcija vazduha je proizvodna, i ona se ogleda u omogućavanju procesa sagorevanja neophodnog za proizvodnju energije. Sastav vazduha određen je prisustvom komponenti u njemu, a to su [116]:

- glavni gasovi- N_2 , O_2 , Ar i vodena para;
- sporedni gasovi- CO_2 , CO, CH_4 i O_3 ;
- nezasićeni i nestabilni molekuli, a koji su još poznati i kao slobodni radikali;
- aerosoli- čestice u čvrstom ili tečnom stanju.

U tabeli 4.1. dat je pregled sastava vazduha u zavisnosti od sadržaja i karakteristika pojedinih elemenata i jedinjenja [12].

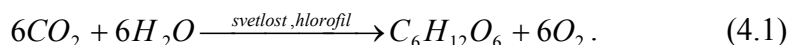
Tabele 4.1. Sastav vazduha u zavisnosti od sadržaja i karakteristika pojedinih elemenata i jedinjenja

Gas	Molekularna masa	Sadržaj (%)	Maseni udeo (%)	Vreme boravka	
O_2	kiseonik	32	20.946	23.1	$5 \cdot 10^3$ godina
N_2	azot	28.01	78.084	75.5	10^6 godina
Ar	argon	39.95	0.934	1.3	
Ne	neon	20.18	$1.8 \cdot 10^{-3}$	$1.3 \cdot 10^{-3}$	
He	helijum	4.01	$5.2 \cdot 10^{-4}$	$7.2 \cdot 10^{-5}$	10^7 godina
Kr	kripton	83.8	$1.1 \cdot 10^{-4}$	$3.3 \cdot 10^{-4}$	
Xe	ksenon	131.3	$8.6 \cdot 10^{-6}$	$3.9 \cdot 10^{-5}$	
Rn	radon	222	$6.0 \cdot 10^{-18}$		
CO_2	ugljen- dioksid	44.01	$3.6 \cdot 10^{-2}$	$4.6 \cdot 10^{-2}$	5-6 godina
CH_4	metan	16.04	$1.4 \cdot 10^{-4}$	$7.8 \cdot 10^{-5}$	4-7 godina
H_2	vodonik	2.01	$5.0 \cdot 10^{-5}$	$3.5 \cdot 10^{-6}$	6-8 godina
N_2O	azot- suboksid	44.01	$1.0 \cdot 10^{-7}$	$3.1 \cdot 10^{-7}$	25 godina
O_3	ozon	48	$2.0 \cdot 10^{-6}$	$6.0 \cdot 10^{-6}$	10 godina
H_2O	vodena para	18.02	≤ 4.0		10 dana
CO	ugljen- monoksid	28.01	$1.0 \cdot 10^{-5}$	$2.0 \cdot 10^{-5}$	0.2-0.5 godina
NO_2	azot- dioksid	46.01	$2.3-3.5 \cdot 10^{-5}$		8-10 dana
NH_3	amonijak	17.03	$1.0 \cdot 10^{-6}$	$1.0 \cdot 10^{-6}$	5 dana
SO_2	sumpor- dioksid	64.06	$2.0 \cdot 10^{-8}$	$9.0 \cdot 10^{-8}$	2 dana
H_2S	vodonik- sulfid	34.08	$\leq 0.6 \cdot 10^{-7}$		0.5 dana
	organski ugljenik				2 dana

Najvažniji element koji se nalazi u vazduhu jeste O₂. Kiseonik je 1772. godine otkrio nemačko- švedski hemičar Karl Viliem Šele (Karl Wilhelm Scheele). Francuski hemičar Antoan Lavoazijea (Antoine Lavoisier) dao je otkrivenom gasu ime oksigen po grčkim rečima *oxys* (ὀξύς) što u prevodu znači oštar ili kiseo i *genes* (γενής) što znači graditi.

Današnja atmosfera sadrži $1.2 \cdot 10^{18}$ kg kiseonika O₂ [156]. Pod normalnim uslovima, O₂ se nalazi u gasovitom agregatnom stanju. Na temperaturi od -183 °C kiseonik O₂ iz gasovitog prelazi u tečno agregatno stanje, a na -219 °C u čvrsto. To je gas bez boje i mirisa, nije otrovan i ekstremno je reaktivan. Sa svim ostalim elementima izuzev plemenitim gasovima gradi okside. Kiseonik (O₂) je nezapaljivi gas, ali je gas koji podržava gorenje. Specifina težina mu je manja od specifične težine vazduha. Javlja se u dve alotropske modifikacije, kao dvoatomni (O₂) i kao troatomni- ozon (O₃).

Kiseonik (O₂) u atmosferu dospeva procesom fotosinteze, koji se odvija u zelenim delovima biljaka. Zeleni delovi biljke apsorbuju sunčevo ultraljubičasto (UV) zračenje i koriste ga za proizvodnju ugljikohidrata pri čemu dolazi do oslobađanja O₂.



U današnje vreme postoji globalna opasnost od smanjenja količine kiseonika (O₂) u atmosferi, naročito usled velike seče šuma. Osim toga, sagorevanja fosilnih i drugih goriva u velikoj meri utiču na koncentraciju O₂ u vazduhu. Civilizacija u današnje vreme, potroši onoliko O₂ u toku godine koliko se procesom fotosinteze oslobodi za sto godina.

Za normalno funkcionisanje ljudskog organizma minimalna koncentracija O₂ u vazduhu treba da iznosi 20 % [198]. Prvi simptomi nedostatka O₂ koji utiču na koordinaciju pokreta javljaju se pri koncentraciji od 16 do 19 %. Ubrzano i duboko disanje nastaje pri koncentracijama O₂ od 10 do 12 %, a pri koncentraciji O₂ ispod 6 % dolazi do smrti u roku od 1 minuta.

Azot (N₂) je gas sa najvećim procentualnim učešćem u sastavu vazduha. Kao sastavni deo vazduha, N₂ je otkrio škotski lekar Raderford (D. Rutherford) 1772. godine. Francuski hemičar Lavoazje (A. Lavoisier) ga je bliže opisao i dao mu ime N₂ po grčkoj reči *asos* što u prevodu znači „bez života“. Na predlog francuskog hemičara Šaptala (Chaptal de Chanteloup) 1790. godine dobio je ime *nitrogen*, po latinskim rečima *nitros* (šalitra) i *genes* (stvarati, graditi). Izuzetno je značajan u biosferi, jer utiče na starenje ćelija i tkiva, kao i prinos biljaka.

Azot (N₂) je gas bez boje, ukusa i mirisa, nije otrovan i teško se otapa u vodi [94]. Specifična težina mu je manja od specifične težine vazduha, ne gori i ne potpomaže gorenje. Pri temperaturi od -195.78 °C prelazi u tečno stanje, a na -209.96 °C N₂ prelazi u čvrsto stanje stvarajući beta- modifikaciju koja ima heksagonsku kristalnu rešetku. Ova modifikacija pri temperaturi -237.48 °C prelazi u alfa- modifikaciju.

Pri električnom pražnjenju, N₂ uz prisustvo O₂ i H₂ gradi amonijak (NH₃) i šalitrenu kiselinu (NH₄OH) [34]. Na većim temperaturama, N₂ se brzo veže za O₂ i formira NO_x. Azotni oksidi (NO_x) u velikoj meri utiču na kvalitet vazduha i njegovo zagađenje. Azot (N₂) se nalazi u sastavu mnogih jedinjenja koja su neophodna funkcionisanje života, kao što su NH₃, azotna kiselina (HNO₃), aminokiseline, nukleinske kiseline i dr.

Neki od najznačajnijih faktora koji u velikoj meri utiču na sastav i kvalitet vazduha su:

- temperatura vazduha;
- atmosferski pritisak;

- vlažnost i gustina vazduha;
- strujanje vazduha i dr.

4.2.1. Temperatura vazduha

Sunce je jedini izvor toplote koji utiče na temperaturu vazduha. Od ukupne toplotne energije koje Sunce oslobađa, do Zemlje godišnje dolazi samo $1.556 \cdot 10^{18}$ kWh [117]. Budući da se energija koju Sunce zrači radijalno rasprostire u vidu elektromagnetnih talasa, ovaj vid energije najčešće se naziva sunčevo zračenje ili sunčeva radijacija. Intenzitet sunčevog zračenja zavisi od niza faktora poput geografskog položaja, sata u danu, godišnjeg doba, položaja zemljine površine, sastava vazduha [19]. Osim toga, intenzitet sunčevog zračenja značajno varira u vremenu i prostoru. Smena dana i noći usled rotacije Zemlje oko sopstvene ose utiče na intenzitet sunčevog zračenja. Revolucija Zemlje oko Sunca ima za posledicu promenu ugla zemljine ose, samim tim i sezonsku fluktuaciju dužine dana [112].

Sunčevo zračenje koje dolazi do zemljine atmosfere raspoređuje se u više pravaca. Oko 30 % zračenja se reflektuje ponovo u svemir i to 4 % od Zemljine površine, 20 % od oblaka i 6 % od atmosfere. Najveći deo sunčevog zračenja koji dopire do Zemlje, apsorbuje zemljina površina (51 %), dok je manji deo, oko 19 %, apsorbovan od strane oblaka [5]. Apsorbovano sunčevo zračenje od strane Zemljine površine troši se najvećim delom na zemljino zračenje, zagrevanje vode i njeno isparavanje, kao i zagrevanje donjih delova atmosfere, a samo mali deo apsorbovanog sunčevog zračenja se troši na zagrevanje površine i unutrašnosti Zemlje.

Temperatura zemljine površine se neprestano menja, pravilno i nepravilno, u toku dana i godine. Direktna posledica menjanja temperature Zemljine površine je i promena temperature vazduha. Promena temperature vazduha može biti pravilna, uzrokovana insolacijom i Zemljinom radijacijom i nepravilna, koja nastaje usled kiše, vetrova i drugih vremenskih pojava. Temperatura vazduha dostiže svoj dnevni maksimum tek dva sata nakon zenita, kada podloga intenzivno greje donji sloj vazduha. Uzrok ovakve pojave je vremenski period koji je potreban da se toplota sa podloge prenese na prizemni vazduh. Ovakav temperaturni hod je karakterističan za letnji period, dok je zimi vreme maksimuma i minimuma pomereno.

Jedna od bitnih karakteristika temperature vazduha jeste njeno opadanje sa porastom nadmorske visine. Kako je Zemljina površina glavni izvor toplote vazduha, pri udaljavanju od tog izvora, temperatura vazduha postaje sve niža. Termički gradijent vazduha u slobodnoj atmosferi je različit za različita godišnja doba. Opadanje temperature sa porastom visine naročito je izraženo leti i u toku dana kada je vreme vedro i tiho. U takvim vremenskim uslovima insolacija je jača nego radijacija, te za posledicu ima smanjenje temperature sa porastom visine. Pored vertikalnog postoji i horizontalni gradijent temperature. Temperatura prizemnog sloja vazduha pada prosečno 0.5 °C za svaki stepen geografske širine. Razlika u temperaturi na rastojanju od 60 milja (111 km) naziva se horizontalni termički gradijent.

Postoje situacije kada temperatura vazduha ne opada s visinom nego, naprotiv, raste. Ovakvo stanje atmosfere najčešće je uzrokovano hlađenjem zemljine površine ili horizontalnim kretanjem vazdušnih masa od toplije ka hladnijoj površini [159]. Pojava kada se temperatura ne menja s visinom, nego ostaje konstantna, naziva se izotermija [35].

4.2.2. Atmosferski pritisak

Jedan od važnijih elemenata koji opisuje stanje vazduha jeste atmosferski pritisak. Osnovna karakteristika atmosferskog pritiska jeste njegovo opadanje sa povećanjem nadmorske visine. Vertikalno rastojanje na kome se vazdušni pritisak promeni za 1 mb, zove se barometarska stepenica ili barometarska stopa. Uzrok ove pojave jeste smanjenje temperature, specifične gustine, mase, težine, a time i sile vazduha koja pritiska posmatranu površinu. Zbog smanjenja gustine vazduha, atmosferski pritisak neravnomerno pada sa porastom visine i to u početku brže, a zatim, što je nadmorska visina veća, sve sporije, jer se skoro 50 % mase vazduha iz atmosfere nalazi u prizemnom sloju, odnosno u donjih 5 km.

Atmosferski pritisak u bilo kojoj tački na zemljinoj površini predstavlja promenljivu veličinu. U osnovi, promene pritiska su neperiodične i one potiču iz termičkih ili dinamičkih izvora. Razlika, odnosno kretanje pritiska prema višoj ili nižoj vrednosti u određenom vremenskom intervalu naziva se tendencija atmosferskog pritiska. Najizraženije promene pritiska ogledaju se u dnevnim i godišnjim promenama. Osim njih, promene mogu biti i satne, sezonske i druge. Dnevni hod atmosferskog pritiska pokazuje dva maksimuma [172]. Dnevni maksimumi se javljaju oko 10.00 i 22.00 časa po lokalnom vremenu. Minimalna dnevna vrednost atmosferskog pritiska javlja se oko 16.00 časova i posledica je prelaska Sunca preko Atlanske geomagnetne anomalije.

4.2.3. Vlažnost i gustina vazduha

Ambijentalni vazduh, pored O₂, N₂, H₂, CO₂ i plemenitih gasova, može sadržati i promenljivu količinu vodene pare. Kondenzacijom vodene pare dolazi do formiranja oblaka i padavina bez kojih se život na Zemlji teško može zamisliti. Procesi kondenzacije i isparavanja su praćeni oslobađanjem ili apsorpcijom velikih količina toplote što se vidno odražava na energetski bilans atmosfere.

Vodena para predstavlja promenljivu komponentu atmosfere, čija koncentracija se kreće od 0 do 4 % [5]. Količina vodene pare u vazduhu predstavlja vlažnost vazduha. Vodene površine, koje zauzimaju oko 70 % površine Zemlje, predstavljaju glavni izvori vodene pare. Količina vodene pare koja isparava uslovljena je temperaturom površine, strujanjem vazduha, atmosferskim pritiskom, geografskom širinom, nadmorskom visinom i dr. Osim toga, vodene površine, sneg i led nisu jednako raspoređene na površini Zemlje, pa je samim tim i vlažnost vazduha iznad pojedinih oblasti različita.

Najvažnije svojstvo vodene pare jeste mogućnost prelaza iz jednog u drugo agregatno stanje i ono može da bude: prelaz u tečno stanje (kondenzacija) i prelaz iz čvrstog stanja u gasovito (sublimacija). Osnovni uzrok tome je hlađenje vazduha koji je zasićen vodenom parom. U zavisnosti od toga u kom obliku se vodena para nalazi u vlažnom vazduhu, razlikuju se suva, mokra (vlažna) i pregrejana para [130]. Za kvantitativno izražavanje sadržaja vodene pare u atmosferi koristi se izraz [5]:

Apsolutna vlažnost (AH) predstavlja masu vodene pare (m) u zapremini vazduha (V):

$$AH = \frac{m}{V} . \quad (4.2)$$

Apsolutna vlažnost vazduha uslovljena je površinom iznad koje se vazduh nalazi. Iznad velikih vodenih površina, dnevna promena apsolutne vlažnosti identična je promeni temperature.

U zimskim mesecima, iznad kopna ova promena je identična kao i kada je reč o vodenim površinama. Tokom leta u kontinentalnim predelima, apsolutna vlažnost ima dva maksimuma i dva minimuma koji se javljaju kao posledica konvektivnih strujanja. Najmanja apsolutna vlažnost vazduha je u najhladnijim mesecima u godini, dok je najveća vrednost u najtoplijim mesecima.

Relativna vlažnost (RH) je odnos stvarne količine vodene pare (e), koja se nalazi u vazduhu i količine koja odgovara zasićenom vazduhu (E), pri postojećoj temperaturi vazduha:

$$RH = \frac{e}{E} \cdot 100\% . \quad (4.3)$$

Promena relativne vlažnosti vazduha u toku dana suprotna je promenama temperature vazduha. Maksimalna vlažnost vazduha javlja se oko 05.00 sati kada je temperatura vazduha minimalna. Najmanja relativna vlažnost vazduha je u poslepodnevnim satima, kada je temperatura vazduha maksimalna. Kada je reč o promeni relativne vlažnosti vazduha u toku godine, stanje je identično kao i sa promenom u toku dana. Najveća relativna vlažnost je tokom zime, a najmanja u toku leta. Najveća relativna vlažnost se javlja u tropskim oblastima i iznosi oko 90 % u proseku, dok je njena najmanja vrednost u pustinjskim oblastima i iznosi oko 30 % u proseku [165].

Specifična vlažnost (SH) predstavlja odnos mase vodene pare (m) i ukupne mase vazduha (M):

$$SH = \frac{m}{M} . \quad (4.4)$$

Gustina vazduha u direktnoj je zavisnosti od temperature vazduha i pritiska. Sa povećanjem temperature dolazi do smanjenja gustine vazduha i obrnuto [114]. U tabeli 4.2. prikazan je pregled zavisnost gustine vazduha i specifične težine od temperature.

Tabela 4.2. Zavisnost gustine vazduha od temperature¹

Temperatura- T (°C)	Gustina- ρ (kg/m ³)	Specifična težina- σ (N/m ³)
-40	1.514	14.85
-20	1.395	13.68
0	1.293	12.67
10	1.247	12.23
30	1.165	11.43
50	1.109	10.88
100	0.946	9.28
300	0.616	6.04
500	0.456	4.48
1000	0.277	2.72

4.2.4. Strujanje vazduha

Zbog nejednakog zagrevanja Zemljine površine dolazi i do pojave različitih temperatura i atmosferskog pritiska. U cilju uspostavljanja ravnoteže dolazi do strujanja vazdušnih masa iz područja sa višim pritiskom/gustinom prema području sa nižim pritiskom/gustinom ili iz područja sa nižom temperaturom ka području sa višom temperaturom [73]. Stujanjem

¹ <http://www.engineeringtoolbox.com> (16.7.2015.)

vazduha nastoji se izjednačiti razlika u atmosferskim pritiscima nad nekim područjem, te uspostaviti ravnotežno stanje atmosfere. Stalne promene utiču na nejednaku raspodelu atmosferskog pritiska iznad Zemljine površine, usled čega dolazi do pojave zatvorenih vazdušnih strujanja koja se zovu kružna vazdušna strujanja ili cirkulacija vazduha [23].

Kako se pritisak menja i u vertikalnom i u horizontalnom pravcu, vazduh se obično kreće pod nekim uglom u odnosu na Zemljinu površinu. Pošto je taj ugao dosta mali, do izražaja dolazi samo njegova horizontalna komponenta, tako da se pod vetrom smatra horizontalno kretanje vazduha u odnosu na Zemljinu površinu, odnosno adveksijsko strujanje. Usled pojava orografskih prepreka ili jake konvekcije, dolazi do slabljenja horizontalne i jačanja vertikalne komponente.

Vetar je kao meteorološki elemenat određen smerom, pravcem i brzinom, odnosno jačinom. Smer strujanja vazduha može da bude divergentan i konvergentan, a samo određivanje smera se obavlja se pomoću ruže vetrova, odnosno pomoću kompasne ruže. Smer vetra zavisi od smera barometarskog gradijenta, tj. vetar se kreće od mesta višeg atmosferskog pritiska ka mestu nižeg atmosferskog pritiska. Često se u prirodi dešavaju situacije kada ova zakonitost ne važi, odnosno kada dolazi do skretanja vetra u odnosu na barometarski gradijent. Promena pravca i brzine vetra u dve tačke na malom rastojanju naziva se smicanje vetra. Glavni uzroci skretanja vetra od smera barometarskog gradijenta su rotacija Zemlje, Koriolisova sila (sila devijacije) centrifugalna sila i sila trenja [165].

Neravnine i objekti na površini zemlje mogu da prouzrokuju poremećaje u vazdušnom strujanju. Izmena režima vazdušnog strujanja u uslovima približavanja prepreci zavisi od veličine, oblika i pravca pružanja prepreke, brzine vetra kao i stanja atmosfere. Prepreke koje se prostiru u horizontalnom pravcu dovode do pojave vrtloga na navetrenoj strani. Pri nailasku na ovakvu prepreku vazduh se podiže i prelazi preko prepreke pri čemu će se strujne linije približavati jedna drugoj, tako da se brzina vetra iznad prepreke povećava. Na zavetrenoj strani prepreke strujne linije se postepeno spuštaju i tek na izvesnom rastojanju od prepreke počinju da se približavaju površni zemlje. Neposredno iza prepreke obrazuje se oblast u kojoj se brzina vetra smanjuje, ova oblast je poznata pod imenom senka vetra i u njoj se formira vrtlog sa horizontalnom osom, koja je paralelna s preprekom. Pojedinačne prepreke (izolovani bregovi ili zgrade), vetar nastoji da zaobiđe, pri čemu dolazi do povećanja brzine na bočnim stranama i pojave vrtloga sa vertikalnom osom iza same prepreke.

Analizu dnevnih promena smera i brzine vetra moguće je izvršiti samo pri stabilnom vremenu. Smer vetra u toku dana uglavnom se manja u zavisnosti od kretanju Sunca. Noću i u večernjim satima, usled nejednakog zagrevanja Zemljine površine, dolazi do nastanka severnih vetrova. Brzina vetra se menja usled promene atmosferskog pritiska. Tokom noći dolazi do uravnoteženja atmosferskog pritiska i smanjenja brzine vetra, odnosno potpunog nestanka. Nakon izlaska Sunca, dolazi do ponovnog narušavanja ravnoteže atmosferskog pritiska i nastanka vetra. Vetar se javlja na početku dana, a smiruje, odnosno nestaje noću. Promene smera i brzine vetra u toku godine nemaju određenu zakonitost po kojoj se menjaju, nego su u najvećoj meri uslovljene lokalnim prilikama [5].

5. ZAKONODAVNI OKVIR

Negativan uticaj polutanata na stanje i kvalitet vazduha ima za posledice niz promena kako na lokalnom tako i na regionalnom i na globalnom području. Najznačajniji međunarodni dogovor kojim je ograničena emisija polutanata predstavlja Kjoto protokol (Kyoto protocol). Za razliku od prethodno usvojenih dokumenata, Kjoto protokol ima zakonsku važnost. Zemlje koje ne ispune obaveze preuzete usvajanjem i potpisivanjem Kjoto protokola snose odgovarajuće zakonske posledice.

Prvi propisi kojim je regulisana emisija izduvnih gasova iz motora SUS na teritoriji Evropske ekonomske zajednice usvojeni su početkom 70- tih godina prošlog veka. Od tada zaštita i poboljšanje kvaliteta ambijentalnog vazduha postaje područje stalnog interesovanja i rada na unapređenju propisa na teritoriji Evropske unije. Države članice EU imaju za obavezu da svoje nacionalne propise usklade i prilagode propisima EU. Osim toga, države potencijane kandidati za ulazak u EU, među kojim je i Bosna i Hercegovina, koriste propise EU kao osnovu za donošenje i usvajanje svojih nacionalnih zakonodavstava kojima je definisana ova oblast. Jedan od takvih propisa je i Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH.

5.1. Kjoto protokol

Kjoto protokol (Kyoto Protocol) je međunarodni dogovor koji je proizašao iz UNFCCC-a (United Nations Climate Change Conference), a kojim su definisane zakonske obaveze smanjenja emisija gasova sa efektom staklene bašte (greenhouse gas- GHG) za zemlje iz Aneksa I UNFCCC-a. Dokument je potpisan na trećem sastanku zemalja ugovornih strana UNFCCC-a, 11. decembra 1997. godine u japanskom gradu Kjotu (Kyoto) [123]. Osnovni cilj, načela i institucije definisani Kjoto protokolom su identični kao i u UNFCCC-u, međutim, Kjoto protokol ima veću težinu od UNFCCC-a, jer su njime zakonski propisana smanjenja emisija GHG. Stupanje na snagu Kjoto protokola zavisilo je od ispunjenja određenih uslova predviđenih članom 25, a koji su podrazumevali [209]:

- da najmanje 55 članica Konvencije ratifikuju Kjoto protokol;
- da zemlje iz Aneksa I, UNFCCC-a i razvijene zemlje koje su ratifikovale Kjoto protokol imaju udeo od najmanje 55 % ukupne emisije CO₂, te grupe zemalja u 1990. godini.

Prvi uslov za stupanje na snagu Protokola, odnosno ratifikacija od strane 55 zemalja ispunjen je 23. maja 2002. godine kada je Island ratifikovao Kjoto protokol, dok je drugi uslov ispunjen 18. novembra 2004. godine kada je Kjoto protokol ratifikovan od strane Rusija [7]. Nakon ispunjena oba osnovna uslova, 16. februara 2005. godine, Kjoto protokol je postao zakonska obaveza svih članica, koje su ga potpisale i ratifikovale. Dokument je ratifikovala

191 zemlja i 1 organizacija regionalne ekonomske integracije (stanje na datum 28. jun 2015. godine)².

Države sa najvećim emisijama GHG u 1990. godini, bile su: SAD, sa 16 % učešća u ukupnim svetskim emisijama GHG, zatim Kina sa 10.1 %, Rusija sa 9.4 %, Brazil sa 4.2 %, Indija 3.6 % učešća, i dr. [68]. Srbija je članica Kjoto protokola od 17. januara 2008. godine [123]. Srbija ne pripada grupi velikih zagađivača, odnosno emitera GHG. U ukupnoj emisiji GHG, ova zemlja učestvuje sa oko 0.13 %, međutim posmatrajući količinu CO₂ koja se emituje po stanovniku, Srbija je u samom svetskom vrhu. Količina GHG *per capita* (po stanovniku) pretvorenih CO₂ koja se emitovala u 2012. godini u Srbiji iznosila je 7.08 m³CO₂/per capita, za BiH iznosila je 7.07 m³CO₂/per capita, a za Hrvatsku 7.06 m³CO₂/per capita [68]. Bosna i Hercegovina je ratifikovala Kjoto protokol 16. aprila 2007. godine [174], a Hrvatska 27. aprila 2007. godine [98].

Kjoto protokol se sastoji od 28 članova i dva aneksa (Aneks A i Aneks B). Pet principa na kojima se zasniva Kjoto protokol su [209]:

- obaveza smanjenja emisija GHG koji su legalno obavezujući za zemlje Aneksa I;
- priprema politika i mera koje smanjuju emisije GHG, kao i korišćenje svih dostupnih mehanizama, kao što su zajednička implementacija, mehanizam čistog razvoja i trgovina emisijama, koji će biti nagrađeni kreditima koji dozvoljavaju više emisija;
- minimiziranje uticaja na zemlje u razvoju, ustanovljavanjem fonda za adaptaciju;
- računovodstvo, izveštavanje i revizija, u cilju osiguranja integriteta Protokola;
- saglasnost, uspostavljanjem Komiteta koji će osiguravati integritet Protokola.

Protokol ima za cilj da kvantifikuje obaveze i utvrdi dinamiku smanjenja nacionalnih emisija GHG za svaku državu članicu Konvencije koja se nalazi u Aneksu I UNFCCC-a. Prema Kjoto protokolu (član. 3) zemlje iz Aneksa I UNFCCC-a su se obavezale da u petogodišnjem periodu, od 2008. do 2012. godine, smanje emisiju CO₂, N₂O i CH₄, za 5.0 % u odnosu na emisije istih iz 1990. godine. Takođe su prihvatile obavezu da u istom vremenskom periodu smanje emisije per- fluoro- ugljenika (PFC), hidro- fluoro- ugljenika (HFC) i sumpor- heksafluorida (SF₆) za 5.0 %, ali u odnosu na emisiju istih iz 1995. godine. Navedeno smanjenje ne predstavlja jedinstven cilj za sve zemlje, nego su uzimajući u obzir emisije pojedinih zemalja iz 1990. godine, zemljama iz Aneksa I UNFCCC-a, postavljeni samostalni ciljevi smanjenja emisija GHG [209].

Propisivanje zakonski obaveza smanjenja emisija GHG (CO₂, CH₄, N₂O, PFC, HFC i SF₆), zasniva se na činjenici da su upravo ti gasovi, prema delovanju antropogenih emisija i izvora iz kojih se pojavljuju, najznačajniji gasovi koji utiču na povećanje efekta staklene bašte. Pošto su hloro- fluoro- ugljenici (CFC) obuhvaćeni Montrealskim protokolom o materijama koje oštećuju ozonski omotač, koji je donesen 1987. godine, ova jedinjenja nisu obuhvaćena Kjoto protokolom.

Prema članu 3. tačka 5. Kjoto protokola, za zemlje navedene u Aneksu I UNFCCC-a, koje su u trenutku donošenja Kjoto protokola bile u procesu prelaska na tržišnu ekonomiju, referentna godina na osnovu koje se donose zakonski propisana smanjenja emisija GHG, može biti, prema Odluci 9. donesenoj na COP- 12/ MOP- 2 (Conference of the Parties- COP/ Meeting of the Parties- MOP), neka od godina u periodu od 1985. do 1990. godine.

² http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php

Zemlje koje nisu navedene u Aneksu I UNFCCC-a, odnosno nerazvijene zemlje i zemlje u razvoju, podstiču se na učešće u provođenju ciljeva Kjoto protokola, iako se one nisu direktno obavezale nivoom smanjenja emisija GHG. Međutim, zemlje u razvoju i nerazvijene zemlje su se obavezale na [36]:

- izrade i periodično dostavljanje katastra emisije GHG organima UNFCCC-a;
- saradnju u pripremi mera za ublažavanje posledica;
- saradnju u oblasti transfera tehnologija, istraživanja, sistematskih osmatranja i razmene podataka;
- racionalno korišćenje apsorbera i rezervoara GHG;
- saradnju u pripremi mera adaptacije i zaštite područja izloženih suši, poplavama, kao i zaštite vodnih resursa;
- uključivanje procene posledica klimatskih promena u odgovarajuće nacionalne strategije;
- saradnju u oblasti obrazovanja, obuke i jačanja svesti;
- pravo na finansijsku podršku.

Za provođenje odredaba Kjoto protokola, zadužena su određena tela definisana članom 13. Kjoto protokola. Vrhovno telo UNFCCC-a- COP- ujedno predstavlja i sastanak ugovornih strana Kjoto protokola, odnosno od trenutka stupanja na snagu Kjoto protokola govori se o COP/ MOP sastancima. Zemljama koje nisu ratifikovale, odnosno koje nisu potpisale Kjoto protokol, a potpisale su UNFCCC, omogućeno je prisustvovanje sastancima MOP-a, ali nemaju mogućnost učešća u donošenju odluka.

Svaka zemlja potpisnica Kjoto protokola dužna je prema nadležnim telima Ujedinjenih nacija, održavati redovnu komunikaciju i podnositi godišnje izveštaje o emisijama gasova obuhvaćenim Kjoto protokolom. Dostavljeni izveštaji podležu reviziji specijalnih timova, čiji je zadatak da prate ispunjenje obaveza zemalja članica i da zemlju koja je podnela izvještaj upozore na eventualnu nemogućnost ispunjenja njenih obaveza. Osim toga, zemlje članice su takođe dužne osnovati i voditi nacionalne registre za praćenje i evidenciju svih transakcija dozvolama za emisije koje se odvijaju u sklopu primene fleksibilnih mehanizama Kjoto protokola. Kao dodatno sredstvo kontrole transakcija dozvola za emisije ostvarenih putem Kjoto protokol mehanizama, Komitet za nadgledanje poštovanja odredaba Kjoto protokola nezavisno prati sve transakcije dozvolama i podnosi godišnje izveštaje za zemlju članicu.

Provođenje obaveza proizašlih iz Kjoto protokola na nacionalnom nivou svake zemlje potpisnice, najčešće se zasniva na raspodeli zadanih kvota sniženja emisija GHG na industrijske grane i pogone navedene u Aneksu A, Kjoto protokola. Osim toga, kako bi se smanjili globalni ekonomski troškovi postizanja zadanih smanjenja, Kjoto protokolom su predviđena i tri fleksibilna mehanizma pomoću kojih je moguće postizanje zadanih kvota smanjenja emisija, uz minimiziranje troškova. Fleksibilni mehanizmi Kjoto protokola su [105]:

- Mehanizma zajedničke implementacije (Joint Implementation - JI);
- Mehanizma čistog razvoja (Clean Development Mechanism - CDM);
- Trgovina emisijama (Emission Trading - ET).

Kao i UNFCCC-om, tako su i Kjoto protokolom za sve njegove potpisnice, propisane obaveze preuzimanja odgovarajućih koraka u cilju razvoja naučnog istraživanja klimatskog sistema i emisija GHG u zemlji, obaveze na razvoju nacionalnih i regionalnih centara za

unapređenje, promociju i transfer ekološki prihvatljivih tehnologija, nastavak vođenja nacionalnih katastarsa za emisije GHG, razvoj nacionalnih i regionalnih programa, koji će sadržavati mere za smanjenje uticaja na klimatske promene, te obaveza da će, ukoliko se radi o zemljama iz Aneksa I UNFCCC, omogućiti transfer znanja i tehnologije zemljama u razvoju. Sve obaveze navedene u članu 10. Kjoto protokola sprovode se na dobrovoljnoj bazi. Osim toga, svaka zemlja članica je potpisivanjem i ratifikacijom Kjoto protokola, takođe preuzela i obavezu da najkasnije do 2007. godine uspostaviti nacionalni sistem za procenu antropogenih emisija GHG i procenu uklanjanja ugljenika iz atmosfere putem ponora (član. 5, tačka 1).

Sistem kazni za nepoštovanje odredaba Kjoto protokola, stupio je na snagu tek pred kraj prvog perioda, kada je već postalo jasno da neke od članica neće moći ispuniti svoje obaveze. Osim novčanih kazni, članice koje ne ispune ciljeve definisane Kjoto protokolom, odnosno ne postignu predviđena smanjenja, ista smanjenja će morati nadoknaditi u narednom periodu. Ukoliko neka od zemalja, koja je potpisala i ratifikovala Kjoto protokol, u prvom periodu važenja Kjoto protokola ne ispuni zadana smanjenja emisija, razliku do ostvarenja istih, uvećanu za 30 %, mora ostvariti u sledećem periodu važenja. Osim takve kazne, takođe je dogovoreno da će ta zemlja nakon prvog perioda izgubiti pravo na učešće u trgovini emisijama, te da će morati izraditi plan akcija za poštovanje obaveza proizašlih iz Kjoto protokola. Za praćenje ispunjenja obaveza, prema odluci donesenoj na COP-7, zadužen je Komitet za nadgledanje poštovanja odredaba Kjoto protokola sa svoje dve filijale [72].

Tri godine nakon stupanja na snagu Kjoto protokola, zemlja članica Kjoto protokola može istupiti iz dogovora. Istupanje će uslediti godinu dana nakon podnošenja pismenog zahteva za istupanje. Za svaku zemlja koja istupi iz UNFCCC-a, podrazumevaće se da je istupila i iz Kjoto protokola (član 27. Kjoto protokola).

U Aneksu A Kjoto protokola navedeni su gasovi koji utiču pojavu i povećanje efekata staklene bašte, a na koje se odnosi zakonsko smanjenje emisija, kao i njihovi izvori, koji će u prvom periodu biti opterećeni smanjenjem emisije. Izvori GHG obuhvaćeni Kjoto protokolom su:

- sagorevanje goriva- energetska industrija, industrijska proizvodnja i građevinarstvo, saobraćaj i ostali sektori;
- fugitivne emisije iz goriva- čvrsta goriva, nafta i prirodni gas;
- industrijski procesi- proizvodnja minerala, hemijska industrija, metalurgija, proizvodnja i potrošnja halogenougijovodonika i sumpor- heksafluorida;
- upotreba rastvarača i ostalih proizvoda;
- poljoprivredna proizvodnja- intestinalna fermentacija, korišćenje prirodnog đubriva, uzgajanje pirinča, upravljanje poljoprivrednim zemljištem, kontrolisano paljenje savana, sagorevanje poljoprivrednog otpada u poljima;
- otpad- površinsko odlaganje čvrstog otpada, upravljanje otpadnim vodama, spaljivanje otpada.

Prema Kjoto protokolu (Aneks B), SAD bi trebale smanjiti emisije GHG za 7 % u odnosu na emisije iz 1990. godine, Kanada, Mađarska, Japan i Poljska za 6 %, a nekim zemljama, poput Norveške ili Islanda, je dopušteno i povećanje emisija. Norveška zbog velikog učešća obnovljivih izvora energije u proizvodnji primarne energije može povećati

svoje emisije za 1 %, dok je Islandu omogućeno povećanje emisija za čak 10 %. Ove emisije ne uključuju emisije koje su prouzrokovane odvijanjem avio i brodskog saobraćajem [209].

U Aneksu B, navedene su zemlje iz Aneksa I UNFCCC-a koje su preuzele obavezu smanjenja emisija GHG. Iako su navedene u Aneksu I, Belorusija i Turska se ne nalaze u Aneksu B Kjoto protokola, iz razloga što u vreme kada je bio dogovaran Kjoto protokol, navedene zemlje nisu bile članice Konvencije. U Belorusiji je Kjoto protokol stupio na snagu 24. novembra 2005. godine, a u Turskoj 26. avgusta 2009. godine [191].

Iako se u mnogim zemljama sveta sve više koriste obnovljivi izvori energije i nuklearna energija, a uvedene su i mere za uštedu energije, emisije CO₂ u svetu povećale su se za 45 % u periodu između 1990. i 2010. godine i dostigle rekordnih 33·10⁹ t. Najveći porast je zabeležen je u zemljama čije se ekonomije ubrzano razvijaju, poput Kine i Indije, ali i u razvijenim zemljama. U Evropskoj uniji emisije CO₂ su i dalje niže u odnosu na vreme pre izbijanja ekonomske krize 2008. godine ali se približavaju tom nivou. Rast emisija nije usporen, između 1990. godine i 2010. godine zabeleženo je povećanje od 45 %, isto kao i između 1970. godine i 1990. godine. Naime, u svetu je 1990. godine emitovano 22.7·10⁹ tCO₂, a 1970. godine 15.5·10⁹ t. Emisije GHG u 2010. godini bile 30 % veće nego 2000. godine [66].

Na 8. sastanku zemalja COP-a održanog u Dohi u Kataru, u skladu sa članovima 20. i 21. Kjoto protokola, dana 8. decembra 2012. godine usvojeni su amandmani na Kjoto protokol. Uslov za stupanje na snagu usvojenih amandmana jeste prihvatanje istih od strane 75 % zemalja potpisnica Kjoto protokola. Zemlje potpisnice Kjoto protokola, koje su prihvatile amandmane mogu ih privremeno primenjivati i pre isteka roka od 90 dana (član 20. i član 21. Kjoto protokola). Osim toga potvrđeno je i istupanje Kanade iz Kjoto protokola sa danom 15. decembrom 2012. godine.³

Zemlje koje se nalaze u Aneksu I, obavezale su se da ukupne emisije GHG neće preći dodeljenje vrednosti navedene u Aneksu B, Kjoto protokola za period od 2013. do 2020. godine. To podrazumeva smanjenje emisija GHG za 18 % u periodu od 2013. do 2020. godine u odnosu na referentnu godinu, odnosno na 1990. godinu. Osim toga, zemljama iz Aneksa I, ostavljen je mogućnost korekcije dodeljenih kvantifikovanih količina emisija. Amandman na Aneks A odnosi se na dodavanje NH₃ na listu GHG. Obaveza primene Aneksa A sa dopunom, odnosno sa amandmanom koji se odnosi na NH₃ počinje sa drugim periodom. U Prilogu I prikazani su amandmani na Aneks B Kjoto protokola, u skladu sa članovima 20 i 21.

5.2. Evropsko zakonodavstvo

Saobraćaj i životna sredina u okviru Evropske unije pripadaju grupi podeljenih nadležnosti između EU i država članica, definisanih Ugovorom o Evropskoj uniji [186] i Ugovorom o funkcionisanju Evropske unije [32]. Dok su pojedina pitanja vezana za funkcionisanje saobraćaja definisana još Ugovorom iz Rima [185] problematika i pitanja vezana za životnu sredinu postaju aktuelna tek početkom 70- tih godina prošlog veka. Zakonski okvir koji se odnosi na oblast saobraćaja na nivou Evropske unije reguliše pristup tržištu saobraćajnih usluga, društvene aspekte saobraćaja, bezbednost saobraćaja i zaštitu

³ <http://unfccc.int/2860.php> (28.9.2015.)

životne sredine, te horizontalnu pravnu regulativu u odnosu na saobraćajnu infrastrukturu transevropske mreže [92]. Osim toga, saobraćajna politika Evropske unije ima takvu strukturu da omogućava razvoj i saradnju u oblasti saobraćaja i sa drugim zemljama koje nisu u njenom sastavu.

5.2.1. Zajednička saobraćajna politika

Saobraćaj je jedna od prvih zajedničkih politika Evropske unije. Potpisivanjem Rimskog ugovora 1957. godine, predviđeno je uspostavljanje zajedničke saobraćajne politike (Common Transport Policy- CTP) na nivou zemalja potpisnica (član 3. stav 2 tačka e)). Članom 59. definisana je sloboda pružanja usluga, a odnosi se pre svega na usluge komercijalne prirode. Posebno poglavlje Rimskog ugovora (od 74. do 85. člana), reguliše saobraćaj kao deo zajedničke politike tadašnje Evropske ekonomske zajednice (European Economic Community– EEC). Članom 75. definisane su nadležnosti institucija EEC- a za provođenje CTP- a, kao i sami ciljevi politike. Zabrana diskriminacije po osnovu zemlje porekla ili odredišta prevozne usluge, posebno je definisana u okviru Ugovora (član 75.).

Zajedničko tržište saobraćajnih usluga trebalo je da bude organizovano prema opštim principima tržišne ekonomije, slobodne konkurencije, slobodnog izbora prevoznog sredstva od strane korisnika, jednakog poreskog tretmana i jednakih socijalnih tereta i subvencija za različite vidove saobraćaja i za prevoznike, finansijske i poslovne nezavisnosti prevoznika i koordinacije saobraćajnih infrastruktura.

Proširenjem EEC- a 1973. godine, predstavljena je nova verzija CTP- a, zasnovana na:

- ulaganjima u infrastrukturu;
- energetske politici;
- regionalnoj politici i planiranju;
- zaštiti životne sredine.

Međutim, ni nova saobraćajna politika nije ispunila ciljeve predviđene Rimskim ugovorom, a oblast saobraćaja je i dalje ostala pod kontrolom nacionalnih institucija zemalja članica. Glavni razlog za neuspeh u uspostavljanju CTP- a, proizilazio je iz različitih shvatanja izgleda CTP- a. Pojedine zemlje na čelu sa Francuskom i Nemačkom, smatrale su da saobraćaj treba da daje doprinos širokim socijalnim i regionalnim ciljevima politike. S druge strane, Velika Britanija je smatrala da se oblast saobraćaja ne razlikuje od ostalih uslužnih delatnosti, te ga je shodno tome neophodno tako i tretirati.

Jedinstvenim evropskim aktom (Single European Act- SEA) potpisanim u decembru 1985. godine, a koji je stupio je na snagu 1. jula 1987. godine utvrđeni su novi pravci politike EEC- a, a tiču se [16]:

- preuzimanja niza političkih oblasti, a kojim pripada politika zaštite životne sredine, istraživačka i tehnološka politika, kao i regionalna politika;
- preuzimanja ostvarenja slobodnog, povezanog tržišta kao posebnog cilja i njegovo definisanje Ugovorom;
- modifikacije i dopuna postojećih modela odlučivanja;
- donošenja ugovornih pravila za spoljnopolitičku saradnju država članica.

SEA predviđa značajne programe za uklanjanje kontrole kapitala, dalju mobilnost tržišta rada, liberalizaciju drumskog transporta, harmonizaciju tehničkih standarda i smanjenje carinskih formalnosti. Iako su potpisivanjem SEA-a otvorene granice za slobodno kretanje

ljudi i kapitala, nisu uklonjene sve prepreke u međusobnoj komunikaciji između zemalja. U toj se situaciji uspostavljanje i razvoj adekvatne saobraćajne infrastrukture javlja kao jedna od ključnih mera u obezbeđenju fizičkih uslova za jačanje ekonomske i socijalne kohezije. Zahvaljujući ukidanju granica, te većoj liberalizaciji i usklađivanju propisa, stvaranje jedinstvenog tržišta označilo je prekretnicu u razvoju CTP- a [166].

Posebno poglavlje SEA- a posvećeno je pitanju životne sredine kojim je definisana pravna osnova za politiku EEC- a u oblasti životne sredine. Od posebnog značaja bilo je i usvajanje principa integracije, a što je podrazumevalo integraciju svih zahteva iz oblasti životne sredine u druge politike EEC- a. Poslovi EEC- a vezani za oblast životne sredine bili su usmereni na ostvarenje ciljeva vezanih za očuvanje, zaštitu i unapređenje životne sredine; zaštitu zdravlja ljudi i obezbeđenje razumnog i racionalnog korišćenja prirodnih resursa [166].

Uspostavljanjem Evropske unije, potpisivanjem Ugovora u Mاستrihtu u Holandiji, 7. februara 1992. godine, formira se zajednička spoljna i bezbedonosna politika i saradnja u oblasti pravosuđa i unutrašnjih poslova, uvodi se pojam državljanstva, osim toga zajednička ekonomska politika proširuje se i na zajedničku saobraćajnu politiku. Pravni osnov za primenu mera i instrumenata Evropske unije koji se stvorio 1992. godine imao je za cilj sprovođenje aktivnosti koje se odnose na [32]:

- formiranje unutrašnjeg tržišta koje se karakteriše ukidanjem prepreka za slobodno kretanje lica i protok robe, usluga i kapitala između država članica;
- usklađivanje nacionalnih zakonodavstava za potrebe nesmetanog funkcionisanja zajedničkog tržišta;
- zabranu uvođenja svih carinskih dažbina i kvantitativnih ograničenja na uvoz i izvoz robe između država članica;
- uvođenje zajedničke trgovinske politike;
- uvođenje zajedničke politike u oblasti poljoprivrede i ribarstva;
- uvođenje zajedničke politike u oblasti saobraćaja;
- uvođenje zajedničke politike u oblasti zaštite životne sredine;
- ustanovljavanje sistema koji obezbeđuje da se ne krše pravila konkurencije na unutrašnjem tržištu;
- jačanje konkurentnosti u oblasti industrije;
- unapređenje naučno- istraživačkog rada i tehnološkog razvoja;
- formulisanje politike u oblasti saradnje za razvoj;
- podsticaje razvoju transevropskih mreža;
- jačanje ekonomske i socijalne kohezije;
- podsticanje koordinacije politike zaposlenosti i razvoja koordiniranog zapošljavanja;
- ostvarivanje visokog nivoa zdravstvene zaštite;
- vaspitanje i obrazovanje i razvoj kulture država članica;
- poboljšanje zaštite potrošača;
- donošenje mera u oblasti energetike, civilne zaštite i turizma.

Krajem 1992. godine, Evropska komisija je usvojila „Belu knjigu”: budući razvoj zajedničke politike u saobraćaju- globalni pristup stvaranju okvira Unije za održivu mobilnost [180]. U okviru nje definisani su elementi novog transportnog sistema Evropske unije zasnovanog na principu „Tri P” – povezanost mreža, međugranska povezanost i unutargranska i međugranska povezanost usluga („Three P” – interconnectivity, intermodality,

interoperability). Osnovno načelo Bele knjige iz 1992. godine bilo je kompletiranje internog tržišta eliminacijom veštačkih regulatornih barijera pružanju usluga, prema jedinstvenijoj politici namenjenoj obezbeđenju pravilnog funkcionisanja transportnih sistema EU, na bazi internog tržišta u kome je trebalo što je to pre bilo moguće eliminisati restrikcije i razmimoilaženja, uzimajući u obzir nove izazove koji bi mogli uticati na transportnu politiku nakon 1992. godine. Belom knjigom iz 1992. godine identifikovani su brojni problemi s kojima se bilo potrebno suočiti, analizirani faktori koji na njih utiču i predloženi novi pristupi rešavanju identifikovanih problema. Problematika i rešavanje pitanja predstavljenih u Beloj knjizi iz 1992. godine, odnosili su se pre svega na:

- jačanje i funkcionisanje unutrašnjeg tržišta;
- elimisanje prepreka ka efikasnijem integrisanom sistemu, a odnosi se na:
 - neravnoteže i neefikasnost;
 - saobraćajnu potražnju, intermodalnu konkurenciju i komplementarnost;
 - razvoj sistema i mreža;
 - zaštitu i očuvanje životne sredine;
 - bezbenost saobraćaja;
 - socijalnu politiku i transport;
- jačanje spoljne dimenzije CTP- a.

Svrha Bijele knjige bila je u uspostavljanju globalnog pristupa problemima, a koji bi omogućio svim zainteresovanim, posebno političkim institucijama Evropske unije da ih razmotri u celini, pre usvajanja pojedinačnih inicijativa, što je trebalo započeti 1993. godine. Osim toga, u Beloj knjizi ističe se sve veći značaj usluga i društveno- ekonomskih promena koje su doprinele znatnoj ekspanziji saobraćajnog sektora.

Krajem 2001. godine izdata je nova „Bela knjiga”, Politika transporta u Evropi do 2010. godine: vreme za odluku [67]. Paketom mera bila je predviđena reorganizacija postojeće saobraćajne politike kako bi ona bila održiva i kako bi se izbegli veliki ekonomski gubici zbog zagušenja, zagađenja životne sredine i saobraćajnih nezgoda. Konačni strateški cilj bio je postizanje ravnoteže između različitih oblika transporta do 2010. godine i to aktivnom politikom koja bi trebala revitalizovati željeznički saobraćaj, te podsticati morski saobraćaj i saobraćaj na unutrašnjim plovnim putevima.

Posebna pažnja u okviru Bele knjige iz 2011. godine, posvećena je pitanju životne sredine, odnosno emisijama gasova sa efektom staklene bašte [151]. U okviru Bele knjige, definisano je deset ciljeva čije ostvarenje će dovesti do strukturnih promena u saobraćajnom sistemu Evropske unije do 2050. godine, sa privremenim ciljevima do 2030. godine. Definisani ciljevi su u skladu sa ciljevima za smanjenje emisija GHG za 20 % do 2030. godine i za 70 % do 2050. godine u odnosu na nivo istih u 2008. godini. Ostvarenje planiranih ciljeva podrazumeva preusmeravanje dela drumskog saobraćaja na druge vidove transporta, te zamenu putničkih automobila koji kao pogonsko gorivo koriste naftu i naftne prerađevine, hibridnim i električnim vozilima. Prema Beloj knjizi iz 2011. godine, pravce delovanja CTP- a Evropske unije u cilju smanjenja emisija GHG neophodno je usmeriti ka:

- razvoju i upotrebi novih održivih goriva i pogonskih sistema;
- dovođenju efikasnosti multimodalnih logističkih lanaca na najviši mogući nivo, između ostalog i većim korištenjem energetski efikasnijih grana saobraćaja;

- povećanju efikasnosti saobraćaja i infrastrukture pomoću informacionih sistema i tržišno usmerenih inicijativa.

5.2.2. Horizontalno zakonodavstvo i atmosferski monitoring

U cilju promocije efikasnog transporta roba i putnika, te uspostavljanja pozitivnog ambijenta između fizičkih i pravnih lica koja se bave transportom, Evropska unija reguliše različite socijalne, tehničke, fiskalne, bezbednosne i zahteve za zaštitu životne sredine. Sprovođenje politika Evropske unije u oblasti životne sredine doprinosi ostvarenju ciljeva vezanih za:

- očuvanje, zaštitu i poboljšanje kvaliteta životne sredine;
- zaštitu zdravlja ljudi;
- mudro i racionalno korišćenje prirodnih resursa;
- podsticanje mera na međunarodnom nivou za rešavanje regionalnih i globalnih problema životne sredine, a naročito u borbi protiv klimatskih promena.

Sekundarno zakonodavstvo Evropske unije detaljno uređuje oblast životne sredine i klimatskih promena.⁴ U ovom delu definisana su pitanja koja se odnose na borbu protiv klimatskih promena, održivi razvoj, onečišćenje vazduha i drugo.

5.2.2.1. Horizontalno zakonodavstvo

Horizontalno zakonodavstvo Evropske unije u oblasti životne sredine i saobraćaja obuhvata različita pitanja i propise koji imaju međusektorski značaj, za razliku od propisa koji se odnose na određene konkretne oblasti ili elemente kao što su vazduh, vodni resursi, otpad, itd. Značaj ovog dela politike i prava Evropske unije proizilazi i iz činjenice da se propisi iz ove grupe uglavnom odnose na proceduralne aspekte pojedinih pitanja od značaja za druge oblasti. Na taj način se obezbeđuju mehanizmi i instrumenti potrebni za unapređenje odlučivanja, razvoj i provođenje politike i propisa u različitim konkretnim oblastima. Jasna granica između horizontalnog i vertikalnog (sektorskog) zakonodavstva Evropske unije ne postoji. Pojedini propisi Evropske unije regulišu i uređuju pitanja u jednom sektoru, s druge strane isti propisi mogu istovremeno imati indirektan uticaj i na drugi sektor ili na više njih.

Na nivou Evropske unije definisano je uspostavljanje registra ispuštanja i prenosa zagađujućih materija u obliku elektronske baze podataka dostupne javnosti, kao i pravila funkcionisanja registra [140]. Pravila funkcionisanja su uspostavljena u cilju stvaranja neophodnih uslova za primenu Protokola o registrima ispuštanja i prenosa zagađujućih materija Komisije za privredu UN- a za Evropu, kao i omogućavanja učešća javnosti u donošenju odluka vezanih za životnu sredinu, doprinosa u sprečavanju i smanjenju zagađenja životne sredine. Evropski registar ispuštanja i prenosa zagađujućih materija koristi podatke nacionalnih registara, internet stranica i drugih merodavnih baza podataka dostupnih javnosti. Podaci koje dostavljaju države članice moraju biti kvalitetni, posebno u pogledu njihove potpunosti, doslednosti i verodostojnosti. Samo pouzdani i uporedivi podaci omogućavaju ostvarenje predviđenog cilja.

Izmena i jačanje zakonskih okvira Evropske unije za praćenje i izveštavanje o gasovima sa efektom staklene bašte u cilju obezbeđenja platforme za delovanje Evropske unije u borbi

⁴ <http://eur-lex.europa.eu/browse/summaries.html> (25.2.2016.)

protiv klimatskih promena definisana je u okviru Uredbe broj 525/2013 [145]. Naglasak je dat na Mehanizam za praćenje gasova sa efektom staklene bašte koji je uspostavljen 1993. godine u cilju praćenja napretka smanjenja emisija koje su direktna posledica delovanja čoveka, a koje utiču na klimatske promene. U okviru Mehanizma uključena je i obaveza smanjenja emisija u Evropi za 20 % do 2020. godine. Glavni cilj revidiranog Mehanizma jeste poboljšanje kvaliteta podataka, provođenje Klimatsko- energetske paketa Evropske unije iz 2009. godine i korišćenje najnovijih međunarodnih smernica koje se odnose na mere i metodologiju vezane za emisije gasova sa efektom staklene bašte.

Uredbom broj 401/2009 formirana je Evropska agencija za zaštitu životne sredine čiji je osnovni cilj uspostavljanje Evropske informacione i posmatračke mreže za životnu sredinu. Glavna područja rada Evropske agencije, uključuju sve elemente koji omogućavaju prikupljanje podataka za opisivanje sadašnjeg i predviđivog stanja životne sredine sa aspekta kvaliteta životne sredine, uticaja i osetljivosti životne sredine [142]. Prioriteti u radu Agencije su: kvalitet vazduha i emisije u vazduhu, kvalitet vode, zagađujuće materije i vodni resursi, stanje zemljišta, flore i faune, te biotopa, korišćenje zemljišta i prirodnih resursa, upravljanje otpadom, emisijama buke, hemijskim materijama opasnim po životnu sredinu, obalna i morska zaštita.

Uspostavom programa Kopernikus (Copernicus), nadograđuju se postojeći nacionalni i evropski kapaciteti, te osigurava nastavak aktivnosti koje su postignute u sklopu Globalnog praćenja životne sredine i bezbednosti [141]. Program se sastoji od tri komponente:

- uslužne komponente, koja osigurava dostavu informacija u području praćenja atmosfere, morske sredine, kopna, klimatskih promena, bezbednosti i upravljanje u kriznim situacijama;
- svemirske komponente, koja osigurava održivo posmatranje iz vazduha;
- „in situ“ komponente, koja osigurava koordinisani pristup posmatranju pomoću opreme u vazduhu, na moru i na kopnu.

Kopernikus doprinosi opštim ciljevima poput praćenja Zemlje, maksimiziranja društveno- privredne koristi, osiguranja autonomnog pristupa znanju o životnoj sredini i ključnim tehnologijama za usluge posmatranja Zemlje i usluge geografskih informacija, podrške evropskim politikama i globalnim inicijativama.

Programa LIFE ima za cilj pomoć održivom razvoju i ostvarenju svrhe i ciljeva Strategije Evropa 2020, Sedmog akcionog programa Evropske unije za životnu sredinu i drugih merodavnih inicijativa Evropske unije vezanih za životnu sredinu i klimatske promene [147]. Program za životnu sredinu i Program za klimatske promene su dva podprograma od kojih se sastoji program LIFE. U okviru programa postoje dva inovativna finansijska instrumenta za finansiranje projekata zajmovima i vlasničkim kapitalom (PF4EE i NCFE), koje sufinansira Komisija i Evropska investiciona banka na nivou pilot projekta. Cilj programa LIFE jeste delovanje u vidu katalizatora za promene u donošenju politika o životnoj sredini i klimatskim promenama, promocija provođenja i integracije ciljeva vezanih za klimu i životnu sredinu, bolje upravljanje i dr.

Uredbom broj 1692/2006 uspostavljen je drugi program- „Marko Polo” za dodelu finansijske pomoći Evropske unije za poboljšanje ekološke efikasnosti sistema prevoza tereta. Realizacija programa „Marko Polo” podrazumeva povećanje intermodalnosti, smanjenje saobraćajnih gužvi i poboljšanje ekološke efikasnosti sistema prevoza tereta u okviru

Evropske unije. Uredba predviđa preduzimanje novih mera u prevozu tereta, logistici i drugim bitnim područjima transporta. Finansijska pomoć Evropske unije na osnovu preusmerenog prevoza, odnosno na osnovu izbegnute tone/kilometru ili izbegnutog vozila/kilometru je takva da nagrađuje visoko kvalitetne projekte ili projekte koji donose korist za životnu sredinu [148].

Cilj Direktive 2001/42/EC jeste da osigura visokog stepen zaštite životne sredine i doprinese uključivanju pitanja životne sredine u izradu i usvajanje planova i programa s ciljem podsticanja održivog razvoja, osiguravajući da se za određene planove i programe koji bi mogli imati značajne efekte na životnu sredinu sprovede procena uticaja na životnu sredinu [44]. Neophodnost izrade procene uticaja na životnu sredinu odnosi se na planove i programe iz oblasti poljoprivrede, šumarstva, ribarstva, energetike, industrije, saobraćaja, upravljanja otpadom, upravljanja vodama, telekomunikacije, turizma, prostornog planiranja ili upotrebe zemljišta. Direktiva takođe predviđa i učešće drugih država u savetovanju, javnom informisanju i izražavanju mišljenja u situacijama kada provođenje planova i programa može imati značajne efekte po životnu sredinu druge ili drugih država.

Direktivom broj 2011/92/EU uređena je oblast procene uticaja javnih i privatnih projekata na životnu sredinu [53]. Primena Direktive vezana je za javne i privatne projekte čija realizacija će imati određene efekte na životnu sredinu. Projekti se odnose na građevinske radove, radove na polaganju instalacija, intervencije u prirodnom ambijentu i pejzažu kao i eksploataciju mineralnih resursa. Države članice će izvršiti analizu za svaki projekat pojedinačno, na osnovu određenih pragova ili kriterijuma koji važe u državi ili se u obzir uzimaju oba ograničenja. Procena direktnih i indirektnih uticaja projekata odnosi se na ljude, floru, faunu, zemljište, vazduh, vodu, klimu, pejzaž, materijalna dobra, kulturna nasleđa kao i međusobnu interakciju svih prethodno navedenih delova životne sredine.

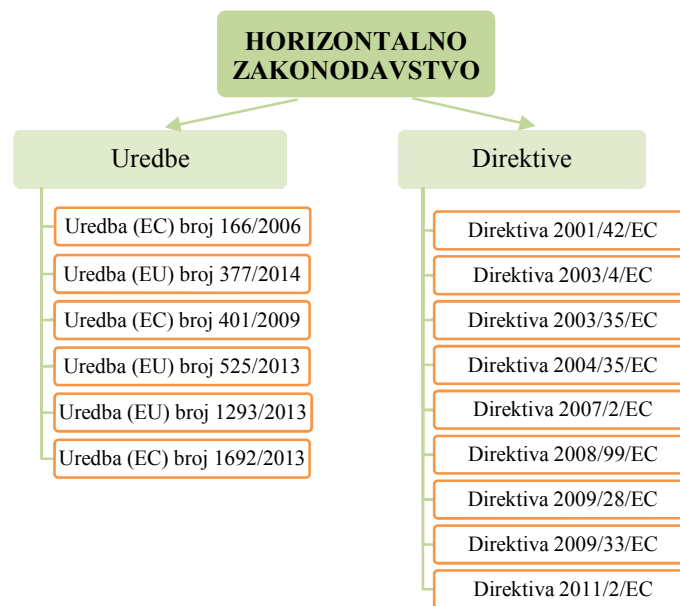
Infrastruktura za prostorne podatke u okviru Evropske unije (INSPIRE) treba da podrži kreiranje politike vezane za aktivnosti koje mogu direktno ili indirektno uticati na stanje životne sredine [48]. Države članice imaju obavezu, da ustanove i obezbede funkcionisanje određenih mreža za setove prostornih podataka kao i da oni budu na raspolaganju korisnicima tako da mogu da traže, vide i preuzmu prostorne informacije. Pored toga, definisane su i obaveze država članica po pitanju stvaranja metapodataka, mogućnosti kombinovanja seta podataka i usluga, mreža, razmene podataka, monitoringa, koordinacije i dopunskih mera, kao i donošenja propisa.

Direktivama 2003/35/EC i 2003/4/EC definisan je javni pristup podacima o životnoj sredini i učešće javnosti u izradi nacrtu određenih planova i programa u vezi sa životnom sredinom [47], [46]. Provođenje direktiva ima za cilj obezbeđenje prava pristupa podacima o životnoj sredini koji se nalaze kod javnih vlasti ili drugoj instituciji, te veću raširenost i dostupnost ovih podataka u javnosti. Podaci vezani za životnu sredinu kojima se omogućava nesmetan pristup odnose se na elemente životne sredine, faktore koji mogu uticati na stanje elemenata životne sredine, mere koje mogu uticati na elemente i faktore životne sredine, izveštaje vezane za primenu zakonodavstva koje se odnosi na životnu sredinu kao i stanje zdravlja ljudi i bezbednost. Osim toga, primena direktiva doprinosi provođenju obaveza iz Arhuske konvencije, posebno u oblasti učešća javnosti u izradi planova i programa koji se odnose na životnu sredinu, kao i obezbeđenja prava na zaštitu.

Odgovornosti za životnu sredinu u pogledu prevencije i popravka štete na životnoj sredini definisana je Direktivom broj 2004/35/EC. Svrha Direktive jeste utvrđivanje okvira odgovornosti za životnu sredinu, a zasniva se na principu „zagađivač plaća”, radi sprečavanja i otklanjanja štete u životnoj sredini. Prema odredbama Direktive, šteta je definisana tako da obuhvata štete koje se odnose na tri elementa životne sredine: zaštićene vrste i prirodna staništa, štete na vodama i štete na zemljištu. Posebnim odredbama definisane su štete u životnoj sredini i razlozi njihovog nastanka, na koje se ne odnosi Direktiva. Krivičnim zakonom definisana je i zaštita životne sredine kroz krivični zakon [50]. Državama članicama nametnuta je obaveza da u svojim zakonodavstvima predvide sankcije za ozbiljno kršenje odredaba prava Evropske unije o zaštiti životne sredine.

Direktivom broj 2009/28/EC uređena je oblast podsticaja upotrebe energije iz obnovljivih izvora [51]. Osnovni cilj Direktive jeste utvrđivanje zajedničkog okvira za podsticanje upotrebe energije iz obnovljivih izvora. Direktiva postavlja nacionalne ciljeve za ukupan udeo energije iz obnovljivih izvora u konačnoj bruto potrošnji energije i za udeo energije iz obnovljivih izvora u transportu. Kako bi se ostvarili predviđeni ciljevi, države članice mogu *inter alia* predvideti programe podsticaja ili razvijati saradnju sa drugim državama članicama ili sa trećim državama. Svaka država članica osigurava da udeo energije iz obnovljivih izvora u svim oblicima transporta do 2020. godine bude minimalno 10 % ukupne potrošnje energije u transportu. Državama je omogućeno sklapanje sporazuma o statističkom prenosu određene količine energije iz obnovljivih izvora iz jedne države članice u drugu. Međutim, statistički prenos ne utiče na ostvarenje nacionalnog cilja države članice koja obavlja prenos. Nadalje, Direktivom su utvrđeni kriterijumi održivosti za pogonska biogoriva i druga tečna biogoriva.

Horizontalnim zakonodavstvom predviđena je i uređena promocija čistih i energetski efikasnih vozila drumskog saobraćaja. Javne vlasti, privatna lica i određeni operateri, prilikom kupovine drumskih motornih vozila uzimaju u obzir uzimaju energetske efekte i efekte po životnu sredinu. Osim toga neophodno je obratiti pažnju i na potrošnju energije, emisije CO₂ i drugih polutanata, s ciljem promocije tržišta energetski efikasnih vozila i povećanjem doprinosa sektora saobraćaja politikama Evropske unije koje se odnose na zaštitu životne sredine, klimu i energetiku. Energetski efekti i efekti po životnu sredinu koje je neophodno uzeti u obzir uključuju potrošnju energije, emisije CO₂, NO_x, NMHC i PM. Kupovina čistih i energetski efikasnih vozila za drumski prevoz nudi gradovima mogućnost da se brendiraju kao ekološki savesne i energetske odgovorne sredine [52]. Na slici 5.1. dat je pregled najznačajnijih uredbi i direktiva horizontalnog zakonodavstva Evropske unije.



Slika 5.1. Pregled najznačajnijih uredbi i direktiva horizontalnog zakonodavstva

5.2.2.2. Atmosferski monitoring

Pitanje čistog vazduha je jedno od pitanja koje izaziva najviše pažnje značajnog dela javnosti Evropske unije i predstavlja oblast gde je Evropska unija najaktivnija. Prvi propisi koji se odnose na emisije štetnih materija usvojeni su još početkom 70-ih godina prošlog veka. Problemi atmosferskog zagađenja imaju značajnu ulogu u politici i legislativi Evropske unije od osamdesetih godina XX veka i to kao izvesna reakcija na pitanja inicirana donošenjem i ratifikacijom Konvencije o prekograničnom zagađenju vazduha na velikim udaljenostima. Evropska unija je usvojila niz zakonskih propisa koji za cilj imaju poboljšanje kvaliteta vazduha kontrolom emisija polutanata, poboljšanje kvaliteta goriva, kao i propisa kojim se vrši integracija uslova zaštite životne sredine u oblasti saobraćaja i energetike.

Provođenjem i primenom zakonodavstva Evropske unije postignut je značajan napredak u smanjenju emisija SO₂, Pb, NO_x, CO, benzena (C₆H₆) i dr. Međutim, uprkos smanjenju emisija, kvalitet vazduha i dalje nije na zadovoljavajućem nivou. Iz tih razloga vrši se stalni monitoring atmosferskog zagađenja i preduzimanje mera i aktivnosti u cilju očuvanja i poboljšanja stanja i kvaliteta vazduha.

Utvrđivanje standardnih vrednosti emisija za nove putničke automobile u okviru integrisanog pristupa Evropske unije smanjenju emisija CO₂ iz lakih vozila definisano je Uredbom broj 443/2009 [143]. Ciljne vrednosti definisane na ovaj način pružaju proizvođačima više sigurnosti kod planiranja i veću fleksibilnost u ispunjavanju zahteva u pogledu smanjenja emisija CO₂, nego što bi im to pružali pojedinačni nacionalni ciljevi. Vrednosti emisija mogu uticati na tržište i samu konkurentnost proizvođača, direktne i indirektno troškove, kao i na smanjenje potrošnje goriva i određene tehnološke inovacije. Prosečna emisija CO₂ koju treba ostvariti poboljšanjem tehnologije u automobilskim motorima iznosi 130 gCO₂/km, dok ciljna vrednost prosečne emisije nakon 2020. godine iznosi 95 gCO₂/km. U okviru Uredbe definisane su i ciljne vrednosti specifičnih emisija za automobile

koji koriste alternativna goriva. Uredba takođe predviđa da se od 1. januara 2012. godine, vrši naplata premija u slučajevima kada je prosečna specifična emisija CO₂ jednog proizvođača veća od njegove ciljne vrednosti specifičnih emisija u toj godini. Premija za prekoračenje emisija zavisi od visine prekoračenja, broja vozila i perioda u kome se prekoračenje desilo.

Uredbom broj 443/2009 predviđena je mogućnost alternativnog smanjenja specifičnih emisija CO₂ kod malih i usko specijalizovanih proizvođača vozila. Prilikom određivanja potencijala smanjenja specifičnih emisija, potrebno je u obzir uzeti privredni i tehnološki potencijal proizvođača. Proizvođači automobila čiji broj registrovanih automobila u Evropskoj uniji ne prelazi broj od 10.000 automobila mogu podneti zahtev za izuzeće od primene Uredbe. Iz tih razloga proizvođač, odnosno podnosilac zahteva, dužan je dostaviti detaljne podatke o svojim privrednim aktivnostima i tehnologijama za smanjenje emisija CO₂ koje koristi u vozilima. Osim navedenih podataka, podnosilac zahteva dostavlja i program smanjenja specifičnih emisija CO₂ za novi vozni park, a koji se sastoji od rasporeda uvođenja novih tehnologija, očekivane prosečne specifične emisije CO₂ i prosečne mase, kao i godišnjeg poboljšanja specifičnih emisija CO₂ za verzije vozila za koje se uvode tehnologije za smanjenje [30].

Podaci o registraciji novih putničkih automobila koji su prethodne godine bili registrovani na području države članice u skladu s Uredbom broj 443/2009 moraju se beležiti i dostavljati Komisiji Evropske unije svake godine. Dostavljeni podaci koriste se za određivanje ciljnih vrednosti specifičnih emisija za proizvođače novih putničkih automobila, kao i za ocenu ostvarenja ciljeva od strane proizvođača. Osim toga, Komisiji se dostavljaju i podaci o novim registrovanim automobilima koji su konstruisani za korišćenje alternativnih vrsta goriva, kao i podaci o udelu benzinskih pumpi na teritoriji države članice na kojoj se prodaje gorivo s etanolom (E85).

Definisanje ciljnih vrednosti emisija CO₂ za nova laka komercijalna vozila kao deo integrisanog pristupa Unije za smanjenje emisija CO₂ iz putničkih automobila i lakih komercijalnih vozila, regulisano je Uredbom broj 510/2011 [144]. Ciljna vrednost emisija iznosi 175 gCO₂/km, mereno u skladu sa Uredbom broj 715/2007, a od 2020. godine ciljna vrednost emisija CO₂ iznosi 147 gCO₂/km. U okviru Uredbe definisane su i ciljne vrednosti emisija lakih komercijalnih vozila koja kao pogonsko gorivo koriste alternativne vrste goriva. Uredba predviđa da se nakon 1. januara 2014. godine, vrši naplata premija proizvođačima za prekomerne emisije ili odgovornoj osobi preduzeća, ako su prosečne specifične emisije CO₂ proizvođača veće od njegove ciljne vrednosti specifične emisije. Iznos premije koji će se naplaćivati zavisi od prekoračenja emisija, broja vozila kao i vremena kada je nastalo prekoračenje. Osim toga, Uredbom je predviđeno i to da proizvođači lakih komercijalnih vozila čija godišnja proizvodnja ne prelazi 22.000 novih lakih komercijalnih vozila mogu podneti zahtev za izuzeće od primene Uredbe.

Uredbom broj 595/2009 utvrđena su pravila za usklađivanje upotrebe vozila i motora, trajnost uređaja za kontrolu emisije, sistemi ugrađene dijagnostike (On-Board Diagnostics-OBD), merenje potrošnje goriva i emisija CO₂ i pristup OBD- u sistemu vozila i informacijama za popravak i održavanje vozila [146]. U Aneksu I Uredbe definisane su granične vrednosti emisija za EURO VI motore koji se odnose na CO₂, THC, NMHC, CH₄, NO_x i NH₃, masu PM i broj PM. Države članice Evropske unije mogu predvideti finansijske podsticaje za sva nova serijski proizvedena vozila koja se stavljaju u funkciju na teritoriji

države članice i koja ispunjavaju uslove predviđene Uredbom. Finansiranje novih serijski proizvedenih vozila koja se stavljaju u funkciju vrši se do 31.12.2013. godine.

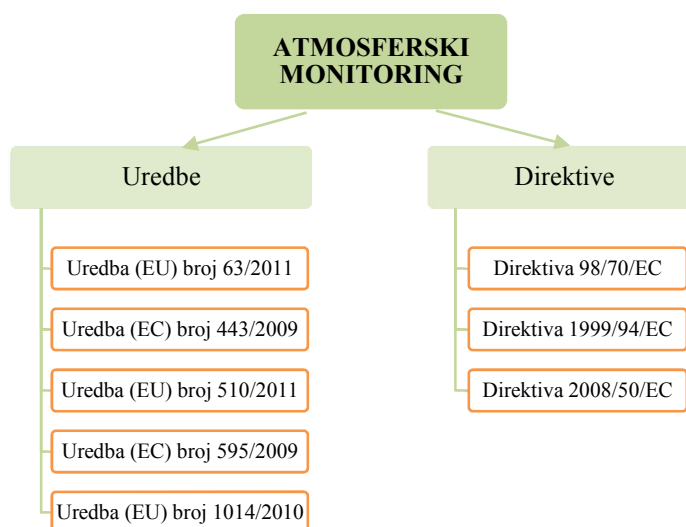
Direktivom 98/70/EC definisan je kvalitet benzinskog i dizel goriva [42]. Osim toga, utvrđene su tehničke specifikacije u vezi sa zaštitom zdravlja i zaštitom životne sredine koje se odnose na goriva koja koriste u vozilima sa benzinskim i dizel motorima. Direktivom je uređena prodaja bezolovnog benzina na teritoriji Evropske unije, kao i zabrana prodaje olovnog benzina od 1. januara 2000. godine, osim u određenim slučajevima, a najkasnije do 1. januara 2005. godine. U Aneksima II i IV Direktive date su specifikacije dizel goriva čija je prodaja dozvoljena do 1. januara 2000. godine, odnosno do 1. januara 2005. godine. U posebnim slučajevima dizel goriva sa sadržajem sumpora (S) koja ne zadovoljavaju specifikacije predviđene Aneksom II, mogu se prodavati najkasnije do 1. januara 2003. godine. Dok se dizel goriva sa sadržajem S koja ne zadovoljavaju specifikacije predviđene Aneksom IV, ali zadovoljavaju specifikacije predviđene Aneksom II, mogu prodavati na tržištu Evropske unije najkasnije do 1. januara 2007. godine.

Direktivom 1999/94/EC uređeno je informisanje kupaca o ekonomičnosti potrošnje goriva i emisijama CO₂ novih putničkih automobila koja se prodaju ili daju preko lizing finansiranja u Evropskoj uniji, a sve u cilju omogućavanja boljeg izbora na osnovu bolje informisanosti [43]. Svaki model novog putničkog automobila na prodajnom mestu, mora imati ili se u njegovoj blizini mora izložiti oznaka o ekonomičnosti potrošnje goriva i o emisijama CO₂. Svaka država članica, zajedno sa proizvođačem, dužna je najmanje jednom godišnje izraditi vodič o ekonomičnoj potrošnji goriva i emisijama CO₂, (Aneks II, Direktive). U Aneksu I Direktive predstavljen je izgled oznake koja predstavlja ekonomičnost potrošnje i emisije CO₂, sa svim njenim karakteristikama.

Direktivom 2008/50/EC utvrđene su mere koje za cilj imaju [49]:

- definisanje i utvrđivanje ciljeva za kvalitet ambijentalnog vazduha, kako bi se izbegli, sprečili ili smanjili štetni uticaji na ljudsko zdravlje i životnu sredinu;
- procenu kvaliteta ambijentalnog vazduha u državama članicama na osnovu zajedničkih metoda i kriterijuma;
- prikupljanje informacija o kvalitetu ambijentalnog vazduha kako bi se pomoglo u borbi protiv zagađenja vazduha i štetnih uticaja, te radi nadzora dugoročnih trendova i poboljšanja koja su rezultat nacionalnih mera i mera Unije;
- omogućavanje da takve informacije o kvalitetu vazduha budu dostupne javnosti;
- održavanje kvaliteta vazduha tamo gde je dobar, i poboljšavanje u ostalim slučajevima;
- unapređenje saradnje između država članica u smanjenju onečišćenja vazduha.

U Poglavlju II Direktive, predstavljeni su načini na koje se vrši procena, kriterijumi, uzorkovanje i referentne metode merenja. Procene kvaliteta ambijentalnog vazduha vrše se u odnosu na SO₂, NO₂ i NO_x, PM, Pb, C₆H₆, CO i O₃. Direktivom je definisano i upravljanje kvalitetom ambijentalnog vazduha, planovi vezani za vazduh, kao i omogućavanje pristupa javnosti i organizacija podacima o kvalitetu vazduha. Na slici 5.2. dat je pregled najznačajnijih uredbi i direktiva vezanih za atmosferski monitoring.



Slika 5.2. Pregled najznačajnijih uredbi i direktiva vezanih za atmosferski monitoring

5.3. Zakonodavstvo Brčko distrikta BiH

Bosna i Hercegovina je definisana kao suverena država s decentralizovanom politikom i administrativnom strukturom, sa više nivoa političkog upravljanja. Najviši zakonski akt Brčko distrikta BiH je Statut Brčko distrikta BiH, koji je zasnovan na Opštem okvirnom sporazumu o miru, Konačnoj odluci Arbitražnog suda za spor oko međuentitetske linije razgraničenja na području Brčko distrikta BiH i Ustavu Bosne i Hercegovine. U okviru Statuta (član 8.) definisana je životna sredina kao jedna od nadležnosti javnih vlasti u Distriktu. Osim ovog navoda, pitanje životne sredine u okviru Statuta Brčko distrikta BiH nije dalje razrađeno [170]. Zakonski propisi Brčko distrikta BiH kojima je regulisana zaštita životne sredine i njenih elemenata su⁵:

- Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH („Službeni glasnik BD BiH“, broj 24/04, 1/05, 19/07 i 9/09);
- Zakon o zaštiti voda („Službeni glasnik BD BiH“, broj 25/04, 1/05, 19/07);
- Zakon o zaštiti vazduha („Službeni glasnik BD BiH“, broj 25/04, 1/05, 19/07 i 9/09);
- Zakon o zaštiti prirode („Službeni glasnik BD BiH“, broj 24/04, 1/05, 19/07 i 9/09);

5.3.1. Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH

Najznačajniji propis kojim je regulisana i uređena oblast zaštite i očuvanja životne sredine jeste Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH [210]. Ovim zakonom uređuje se očuvanje, zaštita, obnova i poboljšanje ekološkog kvaliteta i kapaciteta životne sredine, kao i kvaliteta života, mere i uslovi za upravljanje, očuvanje i racionalno korišćenje prirodnih resursa, okviri pravnih mera i institucije za očuvanje, zaštitu i poboljšanje životne sredine, kao i finansiranje aktivnosti vezanih za životnu sredinu. Osnovni ciljevi ovog zakona jesu:

⁵ <http://skupstinabd.ba/sr/zakon.html>

- smanjeno korištenje, sprečavanje opterećenja i zagađenja životne sredine, sprečavanje narušavanja, kao i poboljšanje i obnova oštećene životne sredine;
- zaštita ljudskog zdravlja i poboljšanje uslova životne sredine za kvalitet života;
- očuvanje i zaštita prirodnih resursa, racionalno korišćenje resursa i takav način privrede kojim se osigurava obnova resursa;
- usklađenost drugih interesa sa zahtevima za zaštitu životne sredine;
- međunarodna saradnja u zaštiti životne sredine;
- inicijative od strane javnosti i učešće javnosti u delatnostima koje imaju za cilj zaštitu životne sredine;
- koordinacija privrede i integrisanje socijalnog i ekonomskog razvoja u skladu sa zahtevima zaštite životne sredine;
- uspostavljanje i razvoj institucija za zaštitu životne sredine.

Elemente životne sredine obuhvaćene zakonima čine: zemljište, voda, vazduh, biosfera, izgrađena životna sredina, jedinjenja i tehnologije, otpad, buka i vibracije i radijacija. Zaštita elemenata životne sredine podrazumeva zaštitu kvaliteta, kvantiteta i njihovih zaliha, kao i očuvanje prirodnih procesa unutar elemenata i njihove prirodne ravnoteže. Za sve elemente u okviru zaštite životne sredine predviđena je pojedinačna zaštita, kao i zaštita u sklopu ostalih elemenata životne sredine, pri tome uzevši u obzir sve njihove međuzavisne odnose.

Zakonom je predviđeno donošenje podzakonskog akta kojim će se uspostaviti sistem informisanja o životnoj sredini i kojim će se omogućiti provođenje monitoringa stanja životne sredine, kao i aktivnosti merenja, prikupljanja, obrade i evidentiranja podataka o korišćenju i opterećenju životne sredine. Sistem informisanja se uspostavlja i organizuje na osnovu teritorijalne gustine naseljenosti. Takođe je predviđena i izrada registra postrojenja i zagađivača koji u sebi sadrži podatke o delatnosti i postrojenjima koja ugrožavaju ili na određen način mogu ugroziti životnu sredinu.

Odredbama ovog zakona daje se mogućnost pristupa javnosti informacijama, mogućnost učestvovanja u odlučivanju i mogućnost pristupa pravdi po pitanjima vezanim za zaštitu životne sredine bez obzira na državljanstvo, nacionalnost ili mesto prebivališta, a za pravna lica bez obzira na sedište. Informacije o stanju životne sredine moraju biti dostupne javnosti, kao i kopije dokumenata koji sadrže takve informacije. U slučajevima kada informacije o životnoj sredini mogu ugroziti međunarodne odnose, odbranu, bezbednost, tok pravde, prava intelektualne svojine, poverljivost, interese trećeg lica i dr., takve informacije neće moći biti dostupne javnosti.

Zakonom je predviđena je i izrada strateškog plana zaštite životne sredine. Mere zaštite životne sredine utvrđene planskom dokumentacijom o zaštiti životne sredine moraju biti usklađene sa ekonomskim, socijalnim, prostorno- planskim i drugim dokumentima o razvoju Brčko distrikta BiH, kao i sa ostalim planovima razvoja svih sektora privrede. Svi planski dokumenti koji se odnose na zaštitu životne sredine donose se na period od šest godina, dok se izveštaj o provođenju planske dokumentacije podnosi Skupštini Brčko distrikta BiH svake dve godine. Prilikom izrade i usvajanja propisa i dokumenata koji mogu imati štetan uticaja na kvalitet životne sredine i ljudsko zdravlje, predviđena je izrada strateške procene uticaja na životnu sredinu .

Procena uticaja na životnu sredinu, predviđena zakonima, radi se u cilju identifikacije, utvrđivanja, analize i ocene direktnih i indirektnih uticaja projekta na ljude, floru, faunu,

zemljište, vodu, vazduh, klimu, pejzaž, materijalna dobra, kulturno nasleđe kao i međudelovanje navedenih elemenata. Projekti kojima je predviđen prestanak rada postrojenja, rušenje objekta, projekti za nove pogone, kao i projekti kojima se vrši znatna izmena postojećih pogona i postrojenja, zahtevaju izradu procene uticaja na životnu sredinu.

U cilju podsticanja izrade, proizvodnje, marketinga, kao i upotrebe proizvoda sa smanjenim uticajem na životnu sredinu u toku ukupnog perioda trajanja tog proizvoda, te radi bolje informisanosti potrošača o uticaju proizvoda na životnu sredinu, zakonom je predviđeno uvođenje tzv. eko- oznaka. Eko- oznaka se dodeljuje na period od tri godine, na osnovu zahteva proizvođača, uvoznika, snabdevača i trgovca, a za proizvode i usluge koji su u skladu sa postojećim i novonastalim zdravstvenim, bezbednosnim i ekološkim zahtevima. U okviru zakona predviđena je i uspostava sistema upravljanja životnom sredinom koji ima za cilj vršenje procene i unapređenje delatnosti u okviru zaštite životne sredine, informisanje javnosti, kao i stalno unapređenje operacionih delatnosti u okviru zaštite životne sredine.

Finansiranje zaštite životne sredine vrši se budžetskim sredstvima Brčko distrikta BiH, kao i iz Fonda za zaštitu životne sredine. U okviru zajedničkih ciljeva i interesa zaštite životne sredine planirano je osnivanje Međuentitetskog tela za zaštitu životne sredine. Međuentitetsko telo bavi se pitanjima koja zahtevaju usaglašen pristup entiteta i Distrikta, kao i drugim pitanjima koja su prenesena na Međuentitetsko telo za životnu sredinu od strane entiteta i Distrikta. U nadležnosti Međuentitetskog tela za zaštitu životne sredine je i usvajanje međuentitetskog programa zaštite životne sredine. Programom su obuhvaćena pitanja koja zahtevaju usaglašen pristup Brčko distrikta BiH i entiteta, a naročito pitanja koja se odnose na međunarodnu saradnju i međunarodne obaveze.

5.3.2. Pravilnik o graničnim i ciljanim vrednostima kvaliteta vazduha, pragovima informisanja i uzbune

Zakon o zaštiti vazduha osnov je za donošenje i usvajanje Pravilnika o graničnim i ciljanim vrednostima kvaliteta vazduha, pragovima informisanja i uzbune [132]. Osnovni cilj pravilnika jeste utvrđivanje vrednosti kvaliteta vazduha, odnosno količine pojedinih zagađujućih materija definisanih u okviru Pravilnika, a sve to kako bi se izbegle, sprečile ili smanjile štetne posledice po ljudsko zdravlje, kvalitet življenja i životnu sredinu.

Kvalitet vazduha se određuje uzorkovanjem, koje se vrši u periodu od 30 minuta, jedan sat, 8 sati, 24 sata ili mesec dana, a sve u zavisnosti od vrste zagađujuće materije i korišćene metode uzorkovanja. U okviru Pravilnika definisane su zagađujuće materije čija masa u 1 m³ vazduha, svedena na stanje temperature od 293 °K i pritisak od 101.3 kPa predstavlja kvalitet vazduha. U tabeli 5.1. dat je pregled graničnih i maksimalnih dozvoljenih vrednosti pojedinih zagađujućih materija sa dopuštenim prekoračenjima. Zagađujuće materije na osnovu čije koncentracije se vrši utvrđivanje kvaliteta vazduha su :

- SO₂, CO, O₃, C₆H₆, H₂S, NH₃ i NO_x izraženi kao NO₂;
- PM₁₀ i PM_{2.5}, dim i čađ;
- sadržaj Pb, Cd, Mn, SO₄, As i Ni u PM₁₀;
- sadržaj Pb, Cd, As, Ni i Tl u ukupnoj taložnoj materiji (UTT).

Tabela 5.1. Granične i maksimalne dozvoljene vrednosti pojedinih zagađujućih materija sa dopuštenim prekoračenjima

Zagađujuća materija	Period uzorkovanja	Granična vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Maksimalna dozvoljena vrednost ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Prekoračenje
SO ₂	1 sat	350	500	>24 u kalendarskoj godini
SO ₂	24 sata	125	-	>3 u kalendarskoj godini
NO ₂	1 sat	200	300	>18 u kalendarskoj godini
NO ₂	24 sata	80	120	>7 u kalendarskoj godini
NO ₂	Kalend. god.	40	60	-
C ₆ H ₆	Kalend. god.	5	10	-
PM ₁₀	24 sata	50	75	>35 u kalendarskoj godini
Dim	Kalend. god.	50	75	-
CO	8 sati	10000	16000	-
O ₃	8 sati	120	-	>21 u kalendarskoj godini
Pb u PM ₁₀	Kalend. god.	0.5	1	-
Cd u PM ₁₀	Kalend. god.	0.005	-	-
Mn u PM ₁₀	Kalend. god.	0.15	-	-
SO ₄ u PM ₁₀	24 sata	30	-	>7 u kalendarskoj godini
SO ₄ u PM ₁₀	Kalend. god.	20	-	-
As u PM ₁₀	Kalend. god.	0.006	-	-
Ni u PM ₁₀	Kalend. god.	0.02	-	-
H ₂ S	1 sat	7	10	>7 u kalendarskoj godini
H ₂ S	24 sata	5	-	>7 u kalendarskoj godini
H ₂ S	Kalend. god.	2	-	-
NH ₃	24 sata	100	-	>7 u kalendarskoj godini
NH ₃	Kalend. god.	30	-	-
PM _{2,5}	Kalend. god.	25	30	-

Razlika između maksimalno dozvoljenih i graničnih vrednosti zagađujućih materija umanjuje se srazmerno svake kalendarske godine, kako bi u vremenskom periodu od 10 godina dostigla vrednost 0. U tabeli 5.2. dat je pregled graničnih i maksimalnih dozvoljenih vrednosti vazduha za sedimente, odnosno taložni prah za pojedine zagađujuće materije, dok je u tabeli 5.3. dat je pregled pragova za informisanje i uzbunu

Tabela 5.2. Granične i maksimalne dozvoljene vrednosti vazduha za sedimente, odnosno taložni prah za pojedine zagađujuće materije

Zagađujuća materija	Period uzorkovanja	Granična vrednost ($\text{mg}/\text{m}^2\text{dan}$)	Maksimalna dozvoljena vrednost ($\text{mg}/\text{m}^2\text{dan}$)
UTT	Kalendarska god.	350	-
Pb u UTT	Kalendarska god.	0.1	-
Cd u UTT	Kalendarska god.	0.02	-
As u UTT	Kalendarska god.	0.04	-
Ni u UTT	Kalendarska god.	0.015	-
Tl u UTT	Kalendarska god.	0.002	-

Gde je UTT ukupna taložna materija.

Tabela 5.3. Pragovi informisanja i uzbune

Zagađujuća materija	Period uzorkovanja	Prag informisanja ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vrednost uzbune ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
SO ₂	1 sat	-	500
NO ₂	1 sat	-	400
O ₃	1 sat	180	240

6. IZVOR I STRUKTURA EMISIJE POLUTANATA U DRUMSKOM TRANSPORTU

Saobraćaj predstavlja jedan od najvećih izvora polutanata u velikim urbanim sredinama. Izvor i struktura polutanata nastalih u procesu odvijanja saobraćaja uslovljeni su nizom faktora. Kao najznačajniji faktor ističe se vrsta motora, odnosno vrsta fosilnog goriva koje se koristi u motorima SUS, zatim brzina, intezitet i struktura saobraćajnog toka, nagib nivelete saobraćajnice, vremenski uslovi na posmatranom području, reljef i dr. Prisustvo određenih hemijskih jedinjenja u vazduhu može uticati na nastanak pojedinih polutanata, odnosno na povećanje ili smanjenje njihove koncentracije.

6.1. Nafta

Osnova skoro svih tečnih goriva je sirova nafta. Naziv nafta potiče od staropersijske reči *nafata*, što znači znojiti se [27]. Veoma često se u literaturi koriste i engleske reči crude oil i petroleum koje takođe označavaju naftu. Za frakciju nafte koja se naziva laki benzin, a koji služi kao sirovina za proizvodnju petrohemijskih jedinjenja takođe se koristi izraz nafta. Nafta je tamno- zelena ili crno- smeđa, fluorescentna, manje ili više viskozna tečnost, koja se može javiti i u čvrstom stanju. Izgled i boja nafte uslovljene su sadržajem i građom smolastih jedinjenja. Poznate su tamne (mrke, crne), svetle, pa čak i bezbojne nafte. Miris nafte potiče od lako isparljivih sastojaka, tj. od njihove vrste i količine u nafti.

Sirova nafta je kompleksna i nehomogena smeša koja se sastoji od parafinskih, aromatičnih i naftenskih ugljovodonika sa različitim brojem atoma ugljenika (C) koji se kreće od C₄ do > C₆₀ [194]. Olefinski ugljovodonici se ne nalaze u sastavu sirove nafte, međutim oni nastaju u toku procesa prerade [94]. Pored toga u nafti se nalaze: S, O₂, V, jedinjenja azota, organometalna jedinjenja, rastvoreni gasovi i dr. U zavisnosti od izvora iz koga dolaze, sirove nafte se znatno razlikuju po svom hemijskom sastavu. „Prosečna“ sirova nafta u sebi sadrži 84 % C, 14 % H₂, od 1 do 3 % S, 1 % N₂ i O₂ i 0.1 % minerala i soli [194]. U tabeli 6.1. dat je pregled sastava nafte u zavisnosti od nalazišta [94].

Tabela 6.1. Sastav sirove nafte u zavisnosti od nalazišta

(%)	Parafin	Olefin	Naften	Aromati
Arapska laka	69.5	-	18.2	12.3
Arapska teška	70.3	-	21.4	30.0
Iranska laka	54.0	-	30.0	16.0
Iranska teška	50.0	-	35.0	15.0
Iračka	69.0	265 ppm	21.0	9.8
Kuvajtska	67.9	-	22.1	10.0
Alžirska	56.5	-	32.9	10.6
Libijska	53.0	20 ppm	39.3	7.7
Nigerijska	27.5	1.5	57.0	14.0
Severnomorska	56.5	-	29.5	14.0
Južnoamerička	27.6	-	58.5	13.9

Neugljovodonična jedinjenja javljaju se u izuzetno malim količinama, ali su veoma važna za ukupne osobine sirove nafte. Ova jedinjenja u nafti čine S, O₂, N₂, metali, a povremeno se pojavljuju i male količine materije organskog porekla [204].

Jedinjenja S su pored ugljovodonika najvažniji sastavni deo sirove nafte. Sadržaj S u sirovoj nafti kreće se od 0.04 do 5 % w/w i zavisi od mesta eksploatacije, odnosno od geološkog nalazišta. Slobodni, elementarni S se veoma retko javlja u sirovoj nafti, najčešće je suspendovan i rastvoren u njoj [59]. Najznačajnije neorgansko jedinjenje S koje se nalazi u nafti jeste H₂S. Vodonik- sulfid (H₂S) nastaje u procesu prerade sirove nafte, veoma otrovana i može izazivati koroziju na opremi za transport i preradu nafte. Pored H₂S, u nafti se nalaze i druga jedinjenja S kao što su merkaptani, sulfidi, disulfidi i tiofeni [115]. Jedinjenja S u nafti su nepoželjna iz više razloga [88]:

- u procesu prerade sirove nafte mogu uticati na rad katalizatora, izazivati koroziju i dovesti do emisije sumpornih jedinjenja u ambijentalni vazduh;
- u pogonskim gorivima, S dovodi do neželjenih emisija sumpornih jedinjenja koja utiču na normalan rad uređaja za smanjenje emisija PM, NO_x i VOC.

Sadržaj O₂ u sirovoj nafti kreće se od 0.06 do 0.4 %. Najveći broj jedinjenja O₂ u sirovoj nafti čine alkanske i cikloalkanske kiseline. Pored ovih jedinjenja, u manjem sadržaju prisutni su i ketoni i fenoli [204]. Najnepoželjnija jedinjenja O₂ su naftenske kiseline, koje sa metalima obrazuju soli i koje u prisustvu vode izazivaju koroziju procesne opreme.

Sirova nafta u sebi sadrži veliki broj jedinjenja N₂. U zavisnosti od vrste i geografskog porekla, sadržaj N₂ kreće se od 0.02 do 1.5 %. Azot (N₂) se u sirovoj nafti javlja najčešće u vidu jedinjenja kao što su piridin, hinolin, indol, anilin i karbazol [163]. Jedinjenja N₂ baznog karaktera, nepoželjna su u sirovinama za katalitičke procese. U frakcijama koje su lakše od petroleja (benzini), jedinjenja N₂ su prisutna u tragovima, dok je njihov sadržaj najveći u ostacima iz destilacije. Ukoliko se jedinjenja N₂ ne uklone u procesu rafinacije, prilikom sagorevanja oslobađaju neprijatan miris. Kod goriva sa velikim udelom jedinjenja N₂, ova jedinjenja predstavljaju balast, nepovoljno utiču na toplotnu moć i doprinose nestabilnosti proizvoda tokom skladištenja.

Pojedini metali takođe ulaze u sastavu sirove nafte. Od svih metala koji ulaze u sastav sirove nafte, najveći udeo pripada Ni i V. Osim Ni i V u sirovoj nafti moguće je pronaći i jone bakra (Cu), olova (Pb), gvožđa (Fe), molibdena (Mo), cinka (Zn), kadmijuma (Cd), titanijuma (Ti), kobalta (Co), aluminijuma (Al), uranijuma (U) i dr. [110]. U tabeli 6.2. prikazan je udeo pojedinih metala u sastavu sirove nafte [194].

Tabela 6.2. Udeo pojedinih metala u sastavu sirove nafte

Metal	Koncentracija (ppm)	Metal	Koncentracija (ppm)
bakar	0.01-0.24	kalaj	0.04-9.66
srebro	0.01-0.30	olovo	0.005-0.15
arsen	0.08-0.57	vanadijum	0.13-370
barijum	0.001-0.37	željezo	0.2-48.2
admijum	0.002-0.11	kobalt	0.003-1.33
cink	0.58-10.9	nikl	0.05-93.0
molibden	0.31-4.01	selen	0.02-0.52
antimon	0.001-0.06	talijum	0.001-0.003

Klasifikaciju sirove nafte moguće je izvršiti na osnovu različitih kriterijuma. Glavni kriterijumi su gustina, sadržaj sumpora i geografsko poreklo sirove nafte. Sirova nafta se u zavisnosti od gustine i sadržaja S može podeliti na [176]:

- laku- slatku (30- 40° API, <0.5 wt % S);
- laku- kiselu (30- 40° API, 0.5- 1.5 wt % S);
- tešku- slatku (15- 30° API, 1.5- 3.1 wt % S);
- extra tešku (<15° API, >3.0 wt % S).

Prerada nafte uključuje proces konverzije sirove nafte u veliki broj njenih derivata. Pri tome su specifičnosti postupaka prerade bitno vezane za sastav nafte, kao kompleksne smeše različitih tipova jedinjenja ugljovodonika, s manjim ili većim sadržajem neugljovodonika (S, N, O₂). Značaj prerade nafte ne nalazi samo u dobijanju naftnih derivata koji se koriste kao goriva za pogon motora, maziva ili ulja za loženje, već i u hemijskoj preradi nafte pri kojoj nastaju različiti proizvodi male mase, kao što su metan (CH₄), etilen (C₂H₄) i dr., koji služe kao polazne sirovine za sintezu alifatskih i aromatskih baznih hemikalija kao i raznih finalnih proizvoda. Količina i kvalitet proizvoda nastalih preradom nafte u velikoj meri zavise od koncentracije navedenih vrsta jedinjenja u sirovoj nafti.

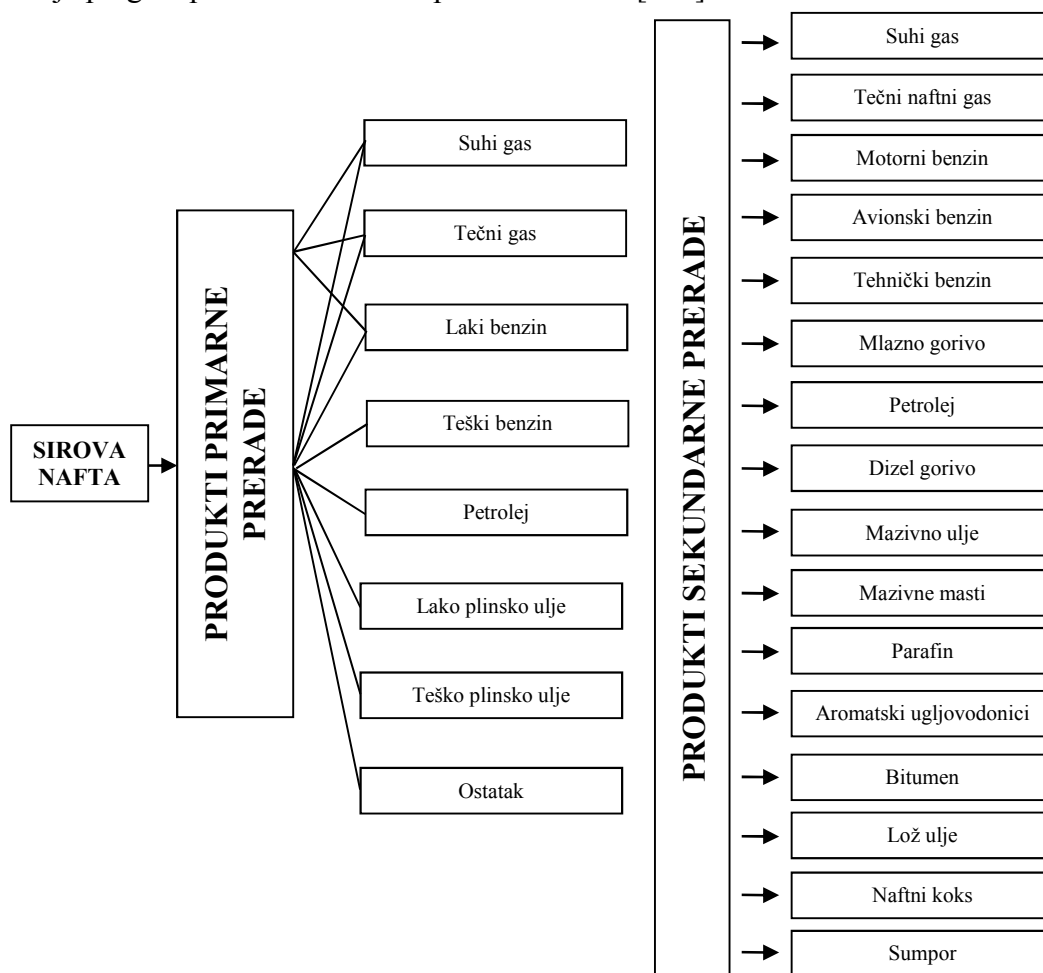
Prerada nafte podrazumeva sveukupnost fizikalnih i hemijskih postupaka kojima se iz sirovine dobijaju određeni proizvodi određenog kvaliteta. Prerada se obavlja s ciljem uklanjanja mehaničkih i drugih primesa, izdvajanja pojedinih frakcija i prerađevina tih frakcija, tzv. rafinata i dorade rafinata u komercijalne proizvode [217]. Najčešće podela procesa prerade nafte obuhvata primarnu i sekundarnu preradu [219].

U procesu primarne prerade nafte ne dolazi do promene veličine ni strukture ugljovodonika od kojih se sastoji sirova nafta. Proces primarne prerade nafte obuhvata razdvajanje sirove nafte atmosferskom i vakuum destilacijom na više frakcija. Pre početka destilacije, neophodno je izvršiti određene pripreme radnje kako bi sirova nafta bila sprema za preradu. Pripreme radnje obuhvataju uklanjanje gasova, odvodnjavanje i odsoljavanje. Prerada nafte započinje frakcionom destilacijom nafte pri atmosferskom pritisku pri čemu se dobijaju primarni produkti koji se koriste kao sirovine u sekundarnoj preradi [17]:

- gasne frakcije;
- laki i teški benzin;
- lako i teško plinsko ulje;
- vakuumski destilati i ostatak.

Sekundarna prerada nafte obuhvata procese i operacije kojima se podvrgavaju frakcije ugljovodonika nastale primarnom preradom. Hemijski sastav i relativni udeo proizvedenih primarnih destilata uslovljeni su hemijskim sastavom polazne nafte. Sekundarni procesi prerade nafte obuhvataju hemijske procese u kojima se menja veličina i tip molekula jedinjenja. Procesii sekundarne prerade naftnih derivata su podeljeni u faze, a obuhvataju proces destrukcije, pregrađivanje molekula jedinjenja i reakciju izgradnje. Poseban deo sekundarnih procesa jeste obrada H_2 , a najčešći procesi kojima se vrši obrada su hidrodesulfuriranje i zasićenje dvostrukih veza, ređe hidrokrekiranje.

Derivati nafte proizvedeni primarnim i sekundarnim procesima nisu u svakom slučaju i proizvodi koji su spremni za upotrebu. Oni se moraju doraditi, tj. rafinisati. Svrha dorade jeste uklanjanje štetnih primesa i/ili podešavanje hemijske strukture derivata u cilju postizanja određenog kvaliteta. Metode koje se koriste u svrhu dorade podrazumevaju hemijsku, katalitičku i rafinaciju razređivačima [103]. Ovim vrstama prerade dobija se širok dijapazon proizvoda koji kvalitativno i kvantitativno odgovaraju uslovima savremene potrošnje. Na slici 6.1. dat je pregled proizvoda nastalih preradom nafte [103].



Slika 6.1. Pregled proizvoda prerade nafte

Motorni benzin predstavlja smešu tečnih ugljovodonika, njih preko 500, čiji se broj atoma ugljenika kreće od 4 do 14 (C_4 - C_{14}) i određenih aditiva. Područje destilacije na kojem se izdvaja motorni benzin je od 40 °C do 200 °C. U temperaturnom intervalu od 40 °C do 150 °C destiliše se laki benzin, a od 140 °C do 200 °C destiliše se teški benzin, koji se

upotrebljava kao komponenta u proizvodnji petrolejskih i dizel frakcija, mlaznih goriva, kao i naftnih rastvarača i rastvarača masnoće. Tačke ključanja pojedinih jedinjenja koja ulaze u sastav motornog benzina mogu biti i van granice od 200 °C ali većina jedinjenja ima tačke ključanja između 10 °C i 230 °C. Gustina benzina je 739 kg/m³ pri temperaturi od 60 °F.⁶

Jedinjenja ugljovodonika od kojih se sastoji motorni benzin mogu se podeliti u četiri velike grupe: parafine (alkani), olefine (alkeni), cikloparafine (nafteni) i aromate (areni). Motorni benzin se koristi kao pogonsko gorivo u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, odnosno oto motorima. Savremeni motori sa unutrašnjim sagorevanjem moraju ispunjavati stroge propise vezane za emisije gasova koji nastaju u procesu sagorevanja tečnih goriva, tj. motornog benzina. U cilju postizanja odgovarajućeg kvaliteta, a ujedno i zadovoljenja strogih propisa vezanih za emisije štetnih gasova, u motorni benzin se vrši dodavanje određenih aditiva. Ovi aditivi znatno poboljšavaju karakteristike motornog benzina u pogledu zahteva, a bez uticaja na ostale kvalitativne karakteristike. Poboljšanje kvalitativnih karakteristika motornog benzina vrši se dodavanjem aditiva [22]:

- protiv lupanja, zaleđivanja, ulegnuća ventila;
- antioksidanasa;
- inhibitora korozije;
- deaktivatora metala
- kontrole taloga;
- poboljšanja podmazivanja i uštede goriva;
- deemulgatora
- katalizatora.

Podela motornog benzina je izvršena na osnovu različitih kriterijuma kao što su mesto korišćenja, vrste motora u kojima se koriste i dr. Najčešća podela koja se koristi je ona po kojoj se motorni benzin svrstava u određene grupe u zavisnosti od oktanskog broja i sadržaja Pb.

Najvažnija karakteristika motornog benzina je njegov oktanski broj, a koji predstavlja meru za antidetonatorsko svojstvo benzina. Što je oktanski broj veći to je manja mogućnost nekontrolisanog paljenja i sagorevanja. Posledice nekontrolisanog paljenja i sagorevanja motornog benzina su pregrevanje motora, gubitak snage i povećanje potrošnje goriva. Oktanski broj je merilo kvaliteta benzina i jednak je procentualnom udelu izo- oktana (C₈H₁₈) u etalonskoj smeši sa n- heptanom (C₇H₁₆, 2,2,4- trimetil pentan), kada je otpornost prema lupanju takve referentne smeše jednaka otpornosti prema lupanju ispitivanog benzina u istim uslovima ispitivanja na standardnom jednocilindričnom laboratorijskom motoru [134]. Prema definiciji, izo- oktan (C₈H₁₈) ima oktanski broj 100, jer ima dobru otpornost prema detonacionom sagorevanju, dok n- heptan (C₇H₁₆) ima slabu otpornost prema detonacionom sagorevanju. Međutim, postoje jedinjenja ugljovodonika koja imaju oktanski broj veći od 100, kao što su benzen (C₆H₆), toluen (C₇H₈), ksileni (C₈H₁₀), oksigenati i dr. Oktanski broj utvrđen na osnovu ove metode se još naziva istraživački oktanski broj- IOB (Research octane number- RON, ASTM D 2699). Rad motora prilikom utvrđivanja IOB- a odgovara uslovima gradske vožnje.

⁶ <http://www.engineeringtoolbox.com> (18.11.2015)

Pored IOB- a, postoji i motorni oktanski broj- MOB (ASTM D 2700). Uslovi pod kojim se vrši određivanje MOB- a odgovaraju uslovima rada motora pri brznoj vožnji na auto- putu. Određivanje MOB- a je znatno složenije nego određivanje IOB- a. Sam postupak podrazumeva i predgrejavanje smeše benzina i vazduha na 150 °C. Vrednost MOB- a u odnosu na IOB za isti motorni benzin je po pravilu niži, u nekim slučajevima i do 10 %. Razlika u vrednosti oktanskih brojeva određenih prema istraživačkoj i motornoj metodi naziva se osetljivošću goriva. MOB se može prikazati i u obliku izraza [6]:

$$MOB = 22.5 + 0.83RON - 20SG \quad (6.1)$$

gde je RON- Research octane number, a SG- specifična težina goriva na 15.5 °C .

U SAD- u se za određivanje oktanskog broja koristi motor CFR (Cooperative Fuel Research Committee) i istraživačka metoda (Research Method), dok se u Nemačkoj koristi motor BASF (Badische Anilin und Soda Fabrik) i motorna metoda [119].

U cilju postizanja odgovarajućeg kvaliteta, odnosno oktanskog broja, motornom benzinu se dodaju odgovarajući antidetonatorski aditivi. Kao antidetonatorski aditivi koristili su se tetra- etil olovo- TEO ($Pb(C_2H_5)_4$) ili tetra- metil olovo- TMO ($Pb(CH_3)_4$). U cilju sprečavanja nastajanja taloga u procesu sagorevanja motornog benzina u kome se nalaze ovi aditivi, neophodno je izvršiti dodavanje etilen- dibromida ($C_2H_4Br_2$) i etilen- dihlorida ($C_2H_4Cl_2$). Primena ovih aditiva izaziva niz štetnih posledica po čoveka i okolinu, tako da je njihova upotreba u proizvodnji motornog benzina zabranjena. Danas se proizvode bezolovni motorni benzini, a kao aditiv za povećanje oktanskog broja upotrebljava se metil-tercbutileter- MTBE ($C_5H_{12}O$). Glavni pokazatelj kvaliteta motornog benzina, nakon zabrane upotrebe jedinjenja Pb, jeste sadržaj S. U tabeli 6.3. prikazani su osnovni zahtevi za kvalitetom benzina u Evropskoj uniji [214].

Tabela 6.3. Osnovni zahtevi za kvalitetom benzina u Evropskoj uniji

SVOJSTVA	JEDINICA	LIMIT	
		min	max
91 RON - istraživački oktanski broj - motorni oktanski broj	-	91	
		82.5	
95 RON - istraživački oktanski broj - motorni oktanski broj	-	95	
		85	
98 RON - istraživački oktanski broj - motorni oktanski broj	-	98	
		88	
Stabilnost oksidacije	min	360	
Sadržaj sumpora	mg/kg (ppm)		150
Sadržaj metala (Fe, Mn, Pb, . . .)	mg/l	nije merljivo	
Sadržaj fosfora	mg/l	nije merljivo	
Sadržaj silicijuma	mg/kg	nije merljivo	
Sadržaj oksida	%		2.7
Sadržaj olefina	%		18
Sadržaj aromata	%		42
Sadržaj benzena	%		1
Talog	mg/l		5
Gustina	kg/m ³	715	720-755

Dizel gorivo je jedan od glavnih proizvoda koji se dobija preradom sirove nafte. Oko 94 % tereta koji se isporučuje transportnim sredstvima (brodovima, vozovima, kamionima i dr.), kao pogonsko gorivo koriste dizel gorivo. Sastav dizel goriva čini smeša tečnih ugljovodonika, čiji se broj atoma C kreće od 12 do 25 (C₁₂- C₂₅) kao i određeni aditiva. Područje destilacije na kojem se izdvaja dizel gorivo kreće se od 170 °C do 360 °C. Za pripremu dizel goriva koristi se frakcija petroleja i lakog plinskog ulja. Plinsko ulje koje se dobija procesom krekiranja, ne može se koristiti u pripremi dizel goriva bez njegovog prethodnog obrađivanja pomoću H₂. Gustina dizel goriva kreće se od 820 do 950 kg/m³ pri temperaturi od 15 °C.⁷ Toplotna moć dizel goriva kreće od 42 MJ/kg do 44 MJ/kg i za oko 18 % je veća nego kod motornog benzina.

Najvažnije karakteristike dizel goriva su sklonost ka samozapaljenju, temperatura samozapaljenja, viskoznost, sposobnost stvaranja koksa, temperatura stinjanja, sadržaj S i nečistoća u gorivu i dr. Kako bi dizel gorivo ispunjavalo zahteve potrošača i korisnika, vrši se dodavanje određenih aditiva. Vrsta i količina aditiva koji se dodaju uslovljeni su vrstom i načinom prerade sirove nafte, mestom i vrstom motora gde se dizel gorivo upotrebljava i dr. Aditivi koji se najčešće dodaju dizel gorivu služe za [134]:

- poboljšanje karakteristika paljenja;
- poboljšanje niskotemperaturnih karakteristika;
- deterdženti;
- poboljšanje paljenja i smanjenje emisije dima i čađi;
- poboljšanje hemijske stabilnosti.

⁷ <http://www.engineeringtoolbox.com> (14.11.2015.)

Pored ovih aditiva, moguće je izvršiti i dodavanje sredstava koja se koriste za odstranjenje taloga i čišćenje brizgaljki (dizni), povećanje cetanskog broja i mazivosti goriva, smanjenje penušanja goriva, zaštitu sistema za gorivo od korozije i dr.

Motor u kome sagoreva dizel goriva značajno se razlikuje od oto motora. Kod oto motora gorivo i vazduh obrazuju smešu čije se paljenje vrši pomoću električne varnice, dok se kod dizel motora paljenje vrši ubrizgavanjem dizel goriva u vazduh koji se nalazi pod pritiskom od 40 do 60 bara (kompresija u cilindru je od 14:1 do 18:1) i koji je prethodno zagrejan na temperaturu od 800 °C do 950 °C. Dizel gorivo mora sagorevati pravilnom, jednoličnom brzinom u trenutku kad je ubrizgano u kompresioni prostor cilindra. Ukoliko se sagorevanje ne odvija po navedenom pravilu, pare iz ulja mogu da prodru u zonu sagorevanja, naknadno se zapale, te na taj način izazovu više centara eksplozije. Rezultat nepravilnog sagorevanja dizel goriva može dovesti do nesimetričnog lupanja i pregrevavanja.

Osnovna mera za određivanje kvaliteta dizel goriva jeste cetanski broj ili dizel indeks. Cetanski broj je merilo sklonosti dizel goriva prema samozapaljenju, odnosno on predstavlja onaj vremenski period koji protekne od ubrizgavanja goriva u cilindar pa do njegovog samozapaljenja. ASTM D613 test metoda definiše cetanski broj dizel goriva kao procentualni udeo n- cetana ($C_{16}H_{34}$) u smeši sa 2,2,4,4,6,8,8, heptametilnonanom ($C_{16}H_{34}$), poznat kao HMN ili izocetan, što odgovara oceni kvaliteta paljenja dizel goriva pod odgovarajućim uslovima ispitivanja. Ranije se umesto HMN- a koristio α -metil-naftalen ($C_{11}H_{10}$) koji je veoma skup, nestabilan i lošije se ponaša u CFR motoru. N- cetan ($C_{16}H_{34}$) ima dugu, lančastu strukturu, koja se lako cepa i pali. Izocetan ($C_{16}H_{34}$) je razgranati parafin, iste formule kao i n- cetan ($C_{16}H_{34}$).

Sastav dizel goriva u velikoj meri utiče na vrednost cetanskog broja. Dizel gorivo koje u svom sastavu ima veći sadržaj parafina i olefina, ima i veći cetanski broj, dok dizel goriva u čijem sastavu dominiraju aromati i nafteni imaju manji cetanski broj. Goriva s visokim cetanskim brojem imaju niski oktanski broj i lako detoniraju u benzinskom motoru i obrnuto, gorivo visokog oktanskog broja ima nizak cetanski broj i teško detonira u dizel motoru. Manji cetanski broj zahteva niže temperature za pokretanje motora, ali to dovodi do bržeg grejanja motora. Visoki cetanski broj prouzrokuje prebrzo sagorevanje i stvaranje dimnih gasova. Aditivi koji se dodaju u dizel gorivo radi povećanja cetanskog broja su alkil nitrati ($R-NO_2$) i ditercbutil- peroksid ($C_8H_{18}O_2$).

Postoje mnogi načini za izračunavanje cetanskog broja, a na osnovu nekih fizikalnih i hemijskih konstanti goriva, kao što su anilinska tačka, gustina, viskozitet, srednja tačka ključanja, sadržaj H_2 i dr. Proces određivanja cetanskog broja dizel goriva je veoma skup i složen, iz tih razloga kao alternativa za određivanje cetanskog broja, koristi se cetanski indeks. Cetanski indeks je procena stvarnog cetanskog broja goriva uz korišćenje različitih karakteristika goriva kao što su: gustina goriva na 15 °C i temperatura pri kojoj se destiliše 50 % goriva ili gustina goriva na 15 °C i njegova anilinska tačka [21].

Ako se određivanje cetanskog indeksa dizel goriva vrši pomoću gustine goriva na 15 °C i anilinske tačke, tada se on može predstaviti u obliku izraza [27]:

$$CI = A(^{\circ}F)^0 API / 100 \quad (6.2)$$

gde je A– anilinska tačka.

Anilinska tačka se definiše kao temperatura pri kojoj se dve jednake količine ispitivane ugljovodonične tečnosti i anilina u potpunosti mešaju [200]. Anilinska tačka pokazuje količinu aromata ($C_nH_{2n+2-6R_a-2R_{as}}$) u dizel gorivu. Niža anilinska tačka ukazuje na veći sadržaj aromata ($C_nH_{2n+2-6R_a-2R_{as}}$) u dizel gorivu i obrnuto. Određivanje anilinske tačke vrši se prema ISO 2977 (ASTM D611) metodi i predstavlja bitnu karakteristiku goriva.

Pored cetanskog broja, važna karakteristika dizel goriva je i ponašanje na hladnoći, odnosno filtrabilnost. Filtrabilnost predstavlja donju temperaturnu granicu do koje se odvija nesmetan protok unutar sistema za dovod goriva. Kod niskih temperatura u dizel gorivu dolazi do taloženja kristala parafina, koje za posledicu ima začapljenje pojedinih delova sistema za dovod goriva. Ova pojava kod nepovoljnog sastava goriva nastupa već kod temperatura od $-5\text{ }^\circ\text{C}$ do $-9\text{ }^\circ\text{C}$ u zimskom periodu, dok je ona u toku leta znatno viša.

Dizel gorivo na evropskom tržištu mora da odgovara zahtevima EN590 objavljenom od strane Evropskog odbora za standardizaciju CEN (European Committee for Standardization), a koji je u skladu s Direktivom 2003/17/EC. U tabeli 6.4. prikazani su osnovni zahtevi za kvalitetom dizel goriva u Evropskoj uniji [214].

Tabela 6.4. Osnovni zahtevi za kvalitetom dizel goriva u Evropskoj uniji

SVOJSTVA	JEDINICA	LIMIT	
		min	max
Cetanski broj	-	51	-
Cetanski indeks	-	46	-
Gustina na $15\text{ }^\circ\text{C}$	kg/m ³	820	840
Viskozitet na $40\text{ }^\circ\text{C}$	mm ² /s	2	4.5
Sadržaj sumpora	mg/kg	-	50
Sadržaj PAH (di+, tri+)	%	-	11
T95	°C	-	360
Krajnja tačka ključanja	°C	-	350
Tačka paljenja	°C	55	-
Ostatak ugljenika	%	-	0.3
Sadržaj vode	mg/kg	-	200
Oksidaciona stabilnost	g/m ²	-	25
Zapremina pene	ml	-	10
Vreme nastanka pene	s	-	15
Sadržaj masnih metil estera	%	5	
Sadržaj pepela	%	-	0.01
Sadržaj čestica u gorivu	mg/kg	-	24
Mazivost	mikron	-	460

Tečni naftni gas- TNG, (Liquefied Petroleum Gas- LPG) je gorivo koje se dobija prevođenjem u tečno stanje smeše gasova, propana (C_3H_8) i butana (C_4H_{10}), izdvojenih iz prirodnog gasa u postrojenjima za degazolinažu na samom nalazištu nafte. Ovaj gas se dobija i iz rafinerijskih gasova dobijenih u postupcima primarne prerade. Prevođenje se vrši smanjenjem temperature, povećanjem pritiska ili kombinacijom oba postupka. Pored C_3H_8 i C_4H_{10} u TNG- u se mogu naći i druga jedinjenja, kao što su propilen, butilen, izobuten i izobutilen. Odnos C_3H_8 i C_4H_{10} u smeši znatno varira, a samim tim znatno utiče i na

karakteristike sagorevanja. Sadržaj C_4H_{10} u smeši TNG- a kreće se od 60 do 70 %, dok je C_3H_8 zastupljen sa udelom od 30 do 40 % [82].

Skladištenje gasa se vrši na povišenom pritisku tako da se nalazi u tečnom agregatnom stanju, čime mu se smanjuje zapremina za 250 puta. Pritisak na kome gas prelazi iz gasovitog u tečno stanje naziva se napon pare i zavisi od sastava i temperature gasa. Za C_4H_{10} napon pare iznosi 2.2 bara na temperaturi od 20 °C, dok je za C_3H_8 napon pare 22 bara na temperaturi od 55 °C [82]. Neposredno pre upotrebe, TNG prelazi u gasovito agregatno stanje. Toplotna moć mu je nešto niža u odnosu na benzin što uzrokuje nešto veću potrošnju.

TNG je bezbojan, veoma zapaljiv i eksplozivan gas, karakterističnog mirisa. Tačka ključanja zavisi od odnosa jedinjenja u smeši i varira od -42 do 0 °C na normalnom atmosferskom pritisku. Pošto je teži od vazduha, zadržava se na najnižim mestima, gde svojim prisustvom istiskuje O_2 . Zato spada u grupu zagušljivaca. Nije otrovan već samo u veoma velikim koncentracijama ima lako narkotično dejstvo. Sagoreva burno, oslobađajući veliku količinu toplote, a produkti sagorevanja su CO_2 i vodena para. Sa vazduhom stvara eksplozivne smeše koje se lako mogu zapaliti u prisustvu otvorenog plamena.

Emisija polutanata prilikom sagorevanja TNG- a je znatno niža u odnosu na emisije prilikom sagorevanja u benzinskim motorima [111]. Emisije hidrokarbonata (HC) su niže za 40 %, CO za 60 %, a i emisije CO_2 i NO_x su znatno manje. Suspendovane čestice (PM) se ne javljaju u izduvnim gasovima motora SUS koji koriste TNG. Ovakve emisije posledica su prvenstveno visokog oktanskog broja (105), čime je sprečena pojava detonantnog sagorevanja kod visokog stepena kompresije.

Tečni naftni gas se primenjuje u motorima SUS kod teških teretnih vozila, građevinskih mašina, traktora i dr. Sastav smeše koja se koristi znatno varira od vremenskog perioda [91]. Smeša sa većim udelom C_3H_8 se koristi zimi, jer je propan lakši od butana (C_4H_{10}). U letnjem periodu, udeo C_4H_{10} u smeši je veći jer ima veći pritisak pare i nižu tačku ključanja.

6.2. Prirodni gas

Prirodni (zemni) gas je gas bez boje, ukusa i mirisa, gori plavim plamenom. Nije otrovan, ali svojom koncentracijom smanjuje količinu O_2 . Lako se meša sa vazduhom, što mu omogućava dobro i potpuno sagorevanje. Sagoreva u potpunosti bez štetnih produkata, kao što su čađ, pepeo, CO i SO_2 . Prirodni gas se zbog svojih karakteristika smatra ekološkim gorivom.

Sastav prirodnog gasa u velikoj meri uslovljen je mestom njegovog nalazišta. Prirodni gas se ponekad javlja zajedno sa naftom, i tada najčešće sadrži veći udeo gasova sa više atoma ugljenika (sa 2, 3 i 4 atoma ugljenika: etana (C_2H_6), propana (C_3H_8) i butana (C_4H_{10})). Pored njega, postoji i takozvani suvi prirodni gas. Ova vrsta gasa javlja se samostalno i tada je učešće metana (CH_4) oko 98 %, pa i do 100 %.

Prirodni gas se sastoji uglavnom od CH_4 od 70 do 90 %, i u manjim količinama od C_2H_6 , C_3H_8 i C_4H_{10} [127]. Primeše koje se javljaju u prirodnom gasu su: H_2 , CO, CO_2 , O_2 , a u nekim nalazištima javljaju se i jedinjenja N_2 i S. U tabeli 6.5. dat je pregled sastava prirodnog gasa [121].

Tabela 6.5. Sastav prirodnog gasa

Vrsta jedinjenja	Formula	Zapremina (%)
Metan	CH ₄	>85
Etan	C ₂ H ₆	3-8
Propan	C ₃ H ₈	1-2
Butan	C ₄ H ₁₀	<1
Pentan	C ₅ H ₁₂	<1
Ugljen- dioksid	CO ₂	1-2
Hidrogen- sulfid	H ₂ S	<1
Azot	N ₂	1-5
Helijum	He	<0.5

Toplotna vrednost prirodnog gasa se menja u zavisnosti od sastava: ukoliko je veći udeo gasovitih ugljovodonika sa većim brojem atoma ugljenika, raste i toplotna vrednost prirodnog gasa. Toplotna vrednost prirodnog gasa iznosi od 29.5- 49 MJ/m³ [160]. Pregled nekih od osnovnih karakteristika prirodnog gasa dat je u tabeli 6.6. [121].

Tabela 6.6. Osnovne karakteristike prirodnog gasa

Karakteristika	Vrednost
Relativna molarna masa	17- 20
Relativna gustina na 15 °C	0.72- 0.81
Tačka ključanja, °C	-162
Temperatura samozapaljenja, °C	540- 560
Oktanski broj	120- 130
Metanski broj	69- 99

Upotreba prirodnog gasa se može podeliti na njegovu upotrebu kao goriva (za grejanje u industriji i u domaćinstvima ili pokretanje motora sa unutrašnjim sagorevanjem) i u hemijskoj industriji. Prirodni gas sadrži različite primese (kiseli gasovi, voda, teški metali, viši ugljovodonici) koje predstavljaju onečišćenje i potrebno ih je ukloniti. U tu svrhu provode se i različiti postupci obrade [200]:

- uklanjanje kiselih gasova (CO₂, H₂S i dr.) i tragova žive (Hg);
- pretvaranje H₂S u elementarni sumpor (S);
- uklanjanje vlage (H₂O);
- odvajanje metana od viših ugljovodonika.

U poslednje vreme prirodni gas se koristi za pokretanje vozila kao alternativno gorivo pre svega benzinima ali i dizel gorivu i to u komprimovanom obliku, kao komprimovani prirodni gas (KPG). Kada se prirodni gas koristi kao pogonsko gorivo, Društvo američkih automobilskih inženjera (SAE) ustanovilo je minimalan sadržaj CH₄ od 95 %, SAE J1616.

Upotreba prirodnog gasa moguća je i kod dizel i kod benzinskih motora. Kod tzv. mono- fuel verzije motora izvršeno je prilagođavanje rada motora isključivo na prirodni gas. U ovom slučaju fizičko- hemijske karakteristike prirodnog gasa dolaze do punog izražaja i njegova primena daje najpotpuniji efekat. Primena prirodnog gasa u motorima SUS moguća je još u dve verzije: "bi- fuel" i "dual- fuel". Ove verzije primene prirodnog gasa zahtevaju manji stepen rekonstrukcije motora, ali prirodni gas u tom slučaju ne može u potpunosti da iskaže svoje prednosti u odnosu na tečna goriva. Bi- fuel verzija predstavlja varijantu primene prirodnog gasa u oto motorima, kada motor može da koristi obe vrste goriva, ali ne istovremeno [184]. Stepenn sabijanja motora ostaje na nivou stepena sabijanja koji je

pogodan za rad motora sa benzinom. U ovakvoj varijanti karakteristike prirodnog gasa kao goriva za motore SUS ne ispoljavaju se u potpunosti. Dual- fuel verzija motora najčešće se primenjuje kod teških teretnih vozila [70]. Kod ove verzije motora, paljenje prirodnog gasa se vrši pomoću dizel goriva. Sistem ubrizgavanja prirodnog gasa je elektronski kontrolisan. Takođe postoji i elektronska kontrolna jedinica koja nadzire performanse motora i ubrizgavanje goriva.

Komprimovani prirodni gas KPG (Compressed Natural Gas- CNG) je oblik u kome se radi lakšeg manipulisanja (manje zapremine rezervoara) koristi prirodni gas pod pritiskom, kao alternativno gorivo za pokretanje automobila. Kako bi se prirodni gas koristio u komprimovanom obliku neophodno je izvršiti njegovo sabijanje pod pritiskom od 200 do 270 bara [77]. KPG je neotrovan, nekancerogen i nekoroziivan gas, lakši od vazduha. Neke od osnovnih karakteristika KPG- a date su u tabeli 6.7. [152].

Tabela 6.7. Osnovne karakteristike KPG- a

Karakteristika	Jedinica	Vrednost
Gustina	g/m ³	0.72
Temperatura paljenja	°C	723
Min. energija paljenja	mJ	0.28
Tačka ključanja	°C	-162
Oktanski broj	-	130
Donja toplotna moć	MJ/kg	45.8
Toplota sagorevanja	MJ/kg	2.9
Sagorevanje u odnosu sa vazduhom	%	4- 14%

Ova vrsta goriva je identifikovana kao glavni kandidat za zamenu benzina i dizel goriva u motorima SUS. Upotrebom prirodnog gasa, odnosno KPG-a u motorima SUS ostvaruju se višestruke prednosti u odnosu na upotrebu tečnih goriva, a neke od osnovnih prednosti ogledaju se u [37]:

- mogućnosti formiranja homogene smeše;
- ravnomernom sagorevanju;
- ravnomernom radu motora;
- visoka zapaljivost u odnosu na benzin smanjuje troškove goriva i emisije polutanata;
- činjenici da je KPG lakši, sigurniji, sagoreva čistije;
- brzom paljenju, pri udelu KPG- a od 5-15 % u vazduhu;
- smanjenoj potrošnja ulja;
- smanjenim troškovima održavanja i produžavanju radnog veka motora.

Sadržaj izduvnih gasova nastalih u procesu sagorevanja KPG- a je takav da se i bez njihovog prečišćavanja postižu norme tražene po standardu Euro 5. U procesu sagorevanja prirodnog gasa u motorima SUS dolazi do značajne redukcije polutanata. Najveća redukcija dolazi upravo u pogledu emisije CO i kreće se od 70 do 95 %, zatim NO_x od 50 do 87 %, NMHC- a oko 50 % i CO₂ od 20 do 30 %. Suspendovane čestice (PM) se ne nalaze u izduvnim gasovima nastalim sagorevanjem KPG -a [152]. Imajući u vidu navedene emisije, KPG predstavlja najpoželjnije alternativno gorivo današnjice.

6.3. Kategorizacija vozila

Današnji stepen razvoja motornih vozila karakteriše se proizvodnjom vrlo širokog spektra različitih vrsta, tipova i kategorija vozila. Savremena vozila karakterišu velika kompleksnost elemenata i sklopova od kojih se sastoje. Posebno treba istaći automatizaciju i elektronsku kontrolu pojedinih procesa na vozilu u cilju ostvarenja boljih performansi. U budućnosti se očekuje dalji intenzivni razvoj motornih vozila uz maksimalno angažovanje stručnjaka različitog profila. Borba za opstanak vozila na tržištu traži stalno poboljšanje pojedinih karakteristika, a među kojima je jedna od najvažnijih emisija polutanata.

Prema Stefanoviću [171], pod opštim pojmom vozila podrazumevaju se kopnena mobilna sredstva, sposobna da se kreću:

- drumovima (drumska vozila);
- šinama (šinska vozila);
- terenom (građevinske samohodne mašine, mašine unutrašnjeg transporta), zatim
- poljoprivredna vozila i mašine (traktori, kombajni i slična);
- borbena vozila (samohodni topovi, tenkovi, oklopni transporter i slična).

Ova definicija istovremeno klasifikuje vozila prema svojim tehničkim i eksploatacionim karakteristikama. Uopšte, svrha drumskih vozila definiše njihovu konstrukciju, opremu i uređaje, te se shodno tome i unutar gore navedenih grupa i podgrupa mogu izvršiti dalje podele. Prema nameni, vozila je moguće podeliti na drumska i terenska vozila [71]. Svako od vozila iz ove dve grupe može biti transportno, radno i specijalno vozilo. Pored ovih klasifikacija, moguće je izvršiti i druge klasifikacije u zavisnosti od različitih kriterijuma, kao što je vrsta pogona, način ostvarenja kretanja i dr.

Ekonomska komisija Ujedinjenih nacija za Evropu (United Nations Economic Commission for Europe- ECE) je izdala dva dokumenta koja se odnose na klasifikaciju i definiciju vozila: TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.2, 1999; Annex 7/Rev.2 - Classification and definition of power- driven vehicles and trailers i njegovu dopunu TRANS/WP.29/78/Rev.1/Amend.4 iz 2005. godine. Evropska Unija je donela Direktivu 2001/116/EC koja se odnosi na odobravanje tipa vozila u Evropskoj uniji i koja je u celosti prihvatila pomenutu ECE klasifikaciju. S obzirom da Bosna i Hercegovina nastoji da svoje zakonodavstvo uskladi sa zakonodavstvom Evropske unije, kao osnova za klasifikaciju vozila su uzete ECE klasifikacije vozila, koje su komparativne sa međunarodnim standardom ISO 3833, koji je BiH usvojila pod nazivom BAS ISO 3833:2003. Na osnovu navedene dokumentacije usvojen je Pravilnik o homologaciji vozila, dijelova uređaja i opreme vozila prema kome je izvršena klasifikaciju vozila na [133]:

- kategorija L- mopedi, motocikli, tricikli, četverocikli;
 - kategorija L1: motorna vozila na dva točka s toplotnim motorom radne zapremine koja nije veća od 50 cm³ i konstrukcijske brzine koja nije veća od 50 km/h (mopedi), bez obzira na način pogona.
 - kategorija L2: motorna vozila na tri točka s toplotnim motorom radne zapremine koja nije veća od 50 cm³ i konstrukcijske brzine koja nije veća od 50 km/h (mopedi), bez obzira na način pogona.

- kategorija L3: motorna vozila na dva točka s toplotnim motorom radne zapremine koja je veća od 50 cm³ ili konstrukcijske brzine koja je veća od 50 km/h (motocikli), bez obzira na način pogona (motocikli).
- kategorija L4: motorna vozila na tri točka asimetrično postavljena u odnosu na srednju uzdužnu osu, s toplotnim motorom radne zapremine koja je veća od 50 cm³ ili konstrukcijske brzine koja je veća od 50 km/h (motocikli s bočnom prikolicom), bez obzira na način pogona.
- kategorija L5: motorna vozila na tri točka simetrično postavljena u odnosu na srednju uzdužnu osu, s toplotnim motorom radne zapremine koja je veća od 50 cm³ ili konstrukcijske brzine koja je veća od 50 km/h (motorni tricikli), bez obzira na način pogona.
- kategorija L6: motorna vozila na četiri točka s masom neopterećenog vozila manjom od 0.35 t, bez mase akumulatora kod električnih vozila, čija najveća konstrukcijska brzina nije veća od 45 km/h (laki četverocikli) i čija radna zapremina motora nije veća od 50 cm³, kod motora s prinudnim paljenjem ili čija najveća neto snaga nije veća od 4 kW, kod ostalih motora s unutrašnjim sagorevanjem, ili čija najveća trajna snaga nije veća od 4 kW, kod elektromotora.
- kategorija L7: motorna vozila na četiri točka osim navedenih u kategoriji L6, s masom neopterećenog vozila manjom od 0.4 t (0.55 t za vozila za prevoz robe), bez mase akumulatora kod električnih vozila i čija najveća neto snaga motora ne prelazi 15 kW (četverocikli).
- kategorija M: drumska motorna vozila koja služe za prevoz putnika i koja imaju najmanje 4 točka
 - kategorija M1: motorna vozila za prevoz putnika koja osim sedišta vozača imaju još najviše 8 sedišta.
 - kategorija M2: motorna vozila za prevoz putnika koja osim sedišta vozača imaju više od 8 sedišta i čija najveća dopuštena masa nije veća od 5 t.
 - kategorija M3: motorna vozila za prevoz putnika koja osim sedišta vozača imaju više od 8 sedišta i čija je najveća dopuštena masa veća od 5 t.
- kategorija N: drumska vozila koja služe za prevoz tereta i koja imaju najmanje 4 točka
 - kategorija N1: motorna vozila za prevoz tereta čija najveća dopuštena masa nije veća od 3.5 t.
 - kategorija N2: motorna vozila za prevoz tereta čija je najveća dopuštena masa veća od 3.5 t, ali nije veća od 12 t.
 - kategorija N3: motorna vozila za prevoz tereta čija je najveća dopuštena masa veća od 12 t.
- kategorija O: priključna vozila tj. prikolice i poluprikolice koje se priključuju na drumska motorna vozila.
 - kategorija O1: prikolice s jednom osovinom, osim poluprikolica, čija najveća dopuštena masa nije veća od 0.75 t.
 - kategorija O2: prikolice čija je najveća dopuštena masa manja od 3.5 t, osim prikolica kategorije O1.

- kategorija O3: prikolice čija je najveća masa veća od 3.5 t ali nije veća od 10 t.
- kategorija O4: prikolice čija je najveća dopuštena masa veća od 10 t.

Ekonomska komisija Ujedinjenih nacija za Europu (ECE) u junu 2011. godine donela je rezoluciju (TRANS/WP.29/78/Rev.2- Classification of power- driven vehicles and trailers) koja se odnosi na konstrukciju vozila. U okviru rezolucije razrađene su kategorije M2 i M3 :

- vozila s kapacitetom od preko 22 putnika pored vozača- postoje tri klase vozila (klasa I, klasa II i klasa III);
- vozila čiji kapacitet ne prelazi 22 putnika pored vozača- postoje dve klase vozila (klasa A i klasa B)

Osim toga, definisana je i kategorija G – terenska vozila (off- road vehicles). Ovom kategorijom obuhvaćena su vozila iz kategorija M i N. Takođe je definisana i kategorija T- poljoprivredni i šumski traktori.

Prema Zakonu o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini motorna i priključna vozila razvrstana su u kategorije A, B, BE, C, CE, D i DE, te podkategorije A1, B1, C1, D1, C1E i D1E [208].

- kategorija A obuhvata sve motocikle s bočnom prikolicom ili bez nje, čija zapremina motora prelazi 125 cm³, a snaga prelazi 11 kW;
- kategorija B obuhvata motorna vozila, osim vozila kategorije A, čija najveća dozvoljena masa nije veća od 3.5 t i koja nemaju više od osam sedišta, ne računajući sedišta za vozača;
- kategorija BE obuhvata skupove vozila čija se vučna vozila ubrajaju u kategoriju B, a priključna vozila imaju najveću dozvoljenu masu preko 0.75 t, koja nije veća od mase vučnog, vozila bez tereta, a ukupna dozvoljena masa vučnog i priključnog vozila nije veća od 3.5 t;
- kategorija C obuhvata motorna vozila za prevoz tereta čija je najveća dozvoljena masa veća od 7.5 t;
- kategorija CE obuhvata skupove vozila čija se vučna vozila ubrajaju u kategoriju C, a priključna vozila imaju najveću dozvoljenu masu veću od 0.75 t;
- kategorija D obuhvata motorna vozila za prevoz lica koja, osim sedišta za vozača, imaju više od osam sedišta;
- kategorija DE obuhvata skupove vozila čija se vučna vozila ubrajaju u kategoriju D, a priključna vozila imaju najveću dozvoljenu masu veću od 0.75 t i priključno vozilo se ne koristi za prevoz lica.

6.4. Motori SUS i Evro standardi

Sagorevanje goriva je kompleksan hemijski proces, okarakterisan naglim promenama temperature, pritiska i koncentracije reaktivnih supstanci. Prilikom sagorevanja goriva, oslobađa se unutrašnja hemijska energija koja se prenosi na molekule povećavajući njihovu kinetičku energiju. Sa povećanjem kinetičke energije povećava se i unutrašnja energija radne materije, a samim tim i njena temperatura. Deo hemijske energije oslobođene u vidu toplotne energije prevodi se u snagu, a deo se gubi u procesu hlađenja ili kroz izduvne gasove.

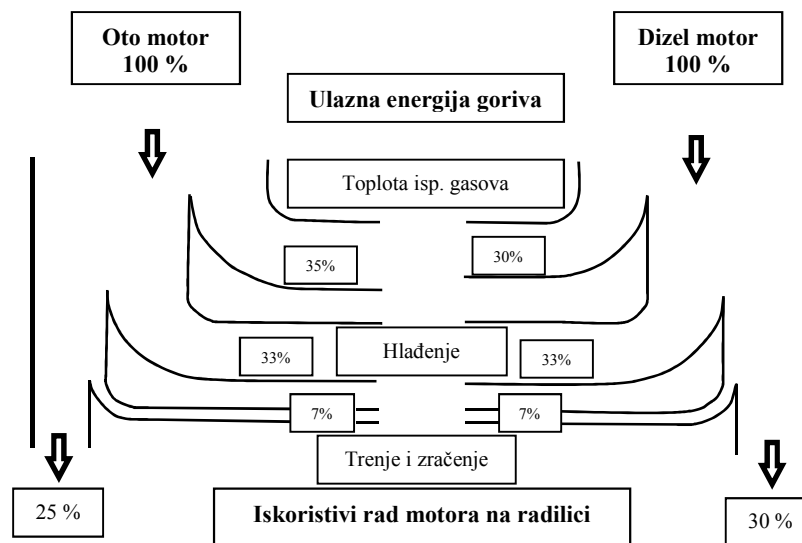
Goriva koja se koriste za rad motora sa unutrašnjim sagorevanjem moraju da ispunjavaju sledeće zahteve [153]:

- da imaju visoku toplotnu moć;

- da su lako isparljiva;
- da ne sadrže elemente koji omogućavaju koroziju pri skladištenju, odnosno da prilikom sagorevanja ne stvaraju štetne produkte, a ni čvrste ostatke;
- da su postojana pri transportu i skladištenju, naročito pri niskim temperaturama;
- da imaju veliku brzinu sagorevanja, ali bez usputnih detonantnih efekata;
- da su postojana i otporna na detonaciju, odnosno sklona ka samozapaljenju;
- da se može vršiti pogodno snabdevanje potrošača, pri svim temperaturama.

Pored goriva, neophodan preduslov za odvijanje procesa sagorevanja jeste i prisustvo O_2 . Kiseonik (O_2) se gorivu po pravilu dovodi sa vazduhom u kojem ga ima oko 21 %. Uz gorivo i O_2 , za početak procesa sagorevanja neophodna je i temperatura.

Od ukupne energije koja se oslobađa procesom sagorevanja, oko 42 % se koristi za pokretanje vozila, dok preostalih 58 % predstavlja gubitke. Razvoj i upotreba novih tehnologija, a u cilju smanjenja emisija gasova, doveli su do takvih naprednih rešenja koja su štetne emisije gasova smanjile za više od 95 % [120]. Prilikom razvoja i izrade motora, proizvođači se drže načela da što je motor efikasniji, to su manje emisije polutanata. Današnji oto (benzinski) motori poseduju stepen iskorišćenja od oko 25 %, dok dizel konstrukcije imaju oko 30 % iskorišćenja. Aproksimativno 35 % energije kod oto motora i 30 % energije kod dizel motora odlazi kroz izduvne gasove i oko 33 % energije kod obe verzije odlazi na hlađenje ovih motora. Ostalih 7 % se nepovratno odvodi kroz frikciju i radijaciju [57]. Na slici 6.2. prikazani su energetske tokovi kod oto i dizel motora (Sankijev dijagram).



Slika 6.2. Energetske tokovi kod oto i dizel motora (Sankijev dijagram)

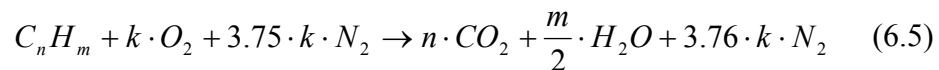
Prilikom detaljnih analiza procesa sagorevanja neophodno je razlikovati potpun, nepotpun i stvaran proces sagorevanja [38]. Potpuno sagorevanje je onaj vid sagorevanja kod koga svi gorivi sastojci u potpunosti sagore. U tabeli 6.8. prikazane su potrebne količine vazduha za teoretski potpuni proces sagorevanja pojedinih goriva. U procesu potpunog sagorevanja, C oksidira u CO_2 , a H_2 u H_2O .



Tabela 6.8. Potrebne količine vazduha za teoretski potpuni proces sagorevanja pojedinih goriva

GORIVO	VAZDUH/GORIVO	
	vazduh (kg)/gorivo (kg)	vazduh (l)/gorivo (l)
Ugljenik (C)	11.4	-
Vodonik (H)	34.3	2.4
Metan (CH ₄)	17.2	9.5
Benzin	< 15	< 9000
Plinsko ulje	< 14.5	< 9700
Motorni benzen	< 13	< 9000
Etanol (C ₂ H ₅ OH)	9	5500
Metanol (CH ₃ OH)	6.4	4000
Tečni gas	< 17	< 2.7

Za potpuno sagorevanje monokomponentnih goriva (C_nH_m) pri stehiometrijskim uslovima vredi formula [107]:



gde je $k = n + \frac{m}{4}$, kiseonik (O₂), azot (N₂), ugljen- dioksid (CO₂) i voda (H₂O)

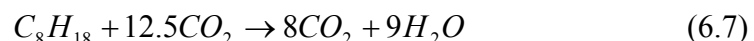
Nepotpuno sagorevanje predstavlja nepoželjan vid sagorevanja koji nastaje usled dejstva različitih faktora. U slučaju nedostatka O₂ za sagorevanje ili slabog mešanja goriva i vazduha, dolazi do nepotpunog sagorevanja. U takvom procesu, produkti sagorevanja mogu u svom sastavu sadržati materije ili gasove čijim sagorevanjem se može osloboditi određena količina energije. Osim nedostatka O₂ i slabog mešanja, nepotpuno sagorevanje može nastati i usled loše raspodele smeše u pojedinim delovima motora ili usled viška vazduha. Prilikom nepotpunog sagorevanja dolazi do gubitka energije, umanjena performansi motora, što za direktnu posledicu ima povećanje potrošnje goriva.

Stvarno sagorevanje se odvija u situacijama kada postoji višak vazduha, a gde se odnos količina vazduha može prikazati u obliku jednačine [119]:

$$\lambda = \frac{Z}{Z_0} \quad (6.6)$$

gde je Z stvarna i Z₀ stehiometrijska količina vazduha.

Oto motori rade sa smešama koje su veoma bliske teoretskim odnosima goriva i vazduha. Sagorevanje jednog mola oktana (C₈H₁₈) zahteva 12.5 molova O₂, a odvija se prema reakciji [212]:



U slučajevima kada postoji višak vazduha u smeši do 10 %, tada je smeša siromašna, potrošnja goriva je veoma mala, a vožnja ekonomična. Ako se u smeši javi nedostatak vazduha do 10 %, tada je smeša bogata i motor u takvim uslovima oslobađa najveću snagu. Najveća snaga motora prouzrokuje povećanu specifičnu potrošnju goriva i povećanu emisiju štetnih materija u izduvnim gasovima. U slučaju kada dođe do prekoračenja granice od ± 10 % u odnosu na optimalni odnos goriva i vazduha, dolazi do naglog pada snage motora.

Dizel motori rade od praznog hoda do punog opterećenja sa viškom vazduha. Kod praznog hoda, količina vazduha je od 6 do 10 puta veća od teoretski potrebne količine vazduha, dok se kod rada motora pod punim opterećenjem, višak vazduha kreće u rasponu od 30 do 50 %. Na ovaj način dolazi do potpunog sagorevanja dizel goriva.

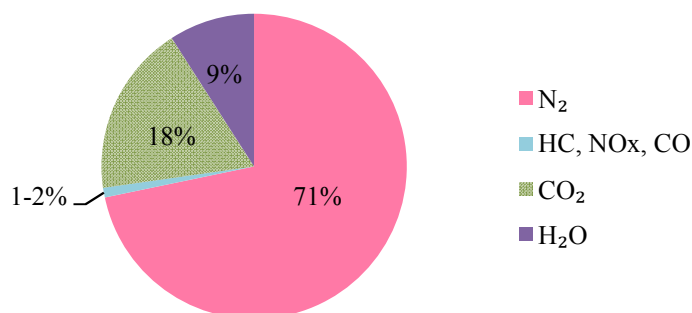
Polutanti iz saobraćaja u atmosferu dospevaju na različite načine [65]:

- isparavanjem pre sagorevanja;
- emisijom izduvnih gasova nakon procesa sagorevanja;
- reakcijom produkata sagorevanja sa jedinjenjima iz atmosfere;
- habanjem motora ili prisustva u gorivu, ulju i aditivima.

Vrsta motora i goriva, način sagorevanja i režim rada motora u najvećoj meri određuju sastav izduvnih gasova drumskih motornih vozila i njihovu koncentraciju u ambijentalnom vazduhu. Oko 60 % od ukupne količine svih zagađujućih materija vazduha u urbanim sredinama potiče od motora sa unutrašnjim sagorevanjem [212]. Karakteristike motora preko kojih se definiše odnos motora prema okolini (koncentracija CO, NO_x i dima u izduvnim gasovima, intezitet buke i toplota hlađenja motora) predstavljaju tzv. upotrebne veličine–karakteristike [109]. Najznačajnije zagađujuće materije koje nastaju u procesu sagorevanja fosilnih goriva u drumskim motornim vozilima su [128]:

- prekursori ozona (CO, NO_x, NMVOC);
- gasovi koji izazivaju efekat staklene bašte (CO₂, CH₄, N₂O);
- kisele supstance (NH₃, SO₂);
- suspendovane čestice (PM);
- kancerogena jedinjenja (POP i PAH);
- otrovne supstance (dioksini i furani);
- teški metali (Pb, Cd, Hg i dr.).

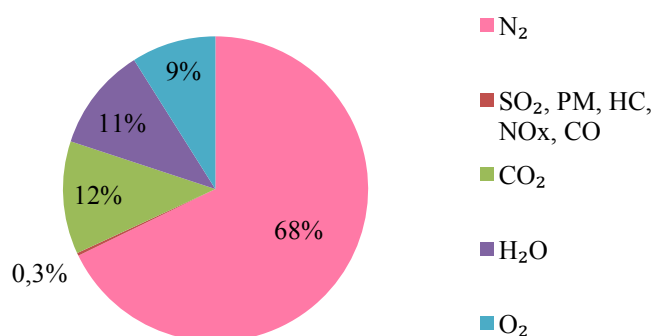
Procesom sagorevanja benzina u motorima sa unutrašnjim sagorevanjem oslobađa se veliki broj komponenti koje mogu imati negtivan uticaj na stanje i kvalitet vazduha, a neke od najznačajnijih su CO, HC, NO_x, Pb i C₆H₆. Na slici 6.3. dat je pregled prosečnog sastava neprečišćenih izduvnih gasova oto motora [119].



Slika 6.3. Pregled prosečnog sastava neprečišćenih izduvnih gasova oto motora

U produktima sagorevanja dizel goriva nalazi se preko 100 različitih komponenti, od kojih se većina smatra otrovnim. Osnovne komponente produkata sagorevanja u dizel motorima čine CO, HC, NO_x, oksidi sumpora (SO_x) i PM [183]. Za razliku od oto motora, u

produktima sagorevanja dizel goriva procenat CO i HC je značajno manji, ali je povećan procenat NO_x i PM [119]. Na slici 6.4. dat je pregled prosečnog sastava neprečišćenih izduvnih gasova dizel motora.



Slika 6.4. Pregled prosečnog sastava neprečišćenih izduvnih gasova dizel motora

Smanjenje negativnog uticaja vozila ostvaruje se brojnim konstruktivnim i tehnološkim novinama. Homologacijskim propisima (ECE– pravilnici 1 i EEC– smernice 2) definisane su granice emisija štetnih materija i propisane metode ispitivanja. Prvi propisi u Evropi vezani za ograničenje emisija polutanata iz motora putničkih vozila datiraju iz 1970. godine i odnosili su se na emisije CO i HC. Od 1977. godine definišu se i granične vrednosti za NO_x, a od 1988. godine uvode se i granične vrednosti za emisije PM iz dizel motora. Takođe, pojedini propisi ograničavaju i emisije NMHC, CH₄, kod vozila koja koriste KPG, kao i neprozirnost izduvnih gasova, a ograničena je i količina isparljivih materija koje vozila ispuštaju iz rezervoara i sistema za gorivo [119].

Direktivom 91/441/EEC zakonski je ograničena emisija pojedinih polutanata iz putničkih automobila na nivou EU. Od tada propisi koji određuju pojedine nivoe dopuštenih emisija polutanata nose naziv Euro [216]. U junu 1993. godine usvojena je Direktiva 93/59/EEC kojom su definisana ograničenja emisija polutanata iz lakih teretnih vozila. Ove dve direktive predstavljale su polaznu osnovu za usvajanje propisa kojim su definisana ograničenja (Evro standardi) emisija polutanata. U tabelama 6.9., 6.10., 6.11. i 6.12. dat je pregled Evropskih normi za emisije polutanata iz vozila M i N1 kategorije [207].

Tabela 6.9. Evropske norme za emisije polutanata za putničke automobile- kategorija M

	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Direktive	91/441/EEC, 93/59/EEC	94/12/EC, 96/69/EC	98/69/EC, 2002/80/EC i 2003/76/EC		Uredba 715/2007/EC	
Upotreba	jul 1992	januar 1996	januar 2000	januar 2005	sep. 2009/11	sep. 2014
Gorivo	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel
THC	-	-	0.2/-	0.1/-	0.1/-	0.1/-
NMHC	-	-	-	-	0.068/-	0.068/-
NO_x	-	-	0.15/0.5	0.08/0.25	0.18	0.08
HC+NO_x	0.97 (1.13)	0.5/0.7	-/0.56	-/0.3	-/0.23	-/0.17
CO	2.72 (3.16)	2.2/1.0	2.3/0.64	1.00/0.5	1.00/0.5	1.00/0.5
PM	-/0.14 (0.18)	-/0.08	-/0.05	-/0.025	0.005	0.005/0.0025

Tabela 6.10. Evropske norme za emisiju polutanata za kategoriju N1, klasa I

	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Direktive	93/59/EEC	93/116/EEC, 94/12/EC 96/44/EC	70/220/EEC, 98/69/EC, 2003/76/EC		Uredba 715/2007/EC	
Upotreba	oktobar 1993	januar 1997	januar 2000	januar 2005	sep. 2009	sep. 2014
Gorivo	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel
THC	-	-	0.2/-	0.1/-	0.1/-	0.1/-
NMHC	-	-	-	-	0.068/-	0.068/-
NO_x	-	-	0.15/0.5	0.08/0.25	0.06/0.18	0.08
HC+NO_x	0.97 (1.13)	0.5/0.7 (0.9)	-/0.56	-/0.3	-/0.23	-/0.17
CO	2.72 (3.16)	2.2/1.0	2.3/0.64	1.00/0.5	1.00/0.5	1.00/0.5
PM	0.14 (0.18)	-/0.08 (0.1)	-/0.05	-/0.025	0.005(0.0045)/0.0045	0.0045

Tabela 6.11. Evropske norme za emisiju polutanata za kategoriju N1, klasa II

	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Direktive	93/59/EEC	93/116/EEC, 94/12/EC 96/44/EC	70/220/EEC, 98/69/EC, 2003/76/EC		Uredba 715/2007/EC	
Upotreba	oktobar 1993	januar 1998	januar 2001	januar 2006	sep. 2010	sep. 2015
Gorivo	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel
THC	-	-	0.25/-	0.13/-	0.13/-	0.13/-
NMHC	-	-	-	-	0.09/-	0.09/-
NO_x	-	-	0.18/0.65	0.1/0.33	0.075/0.235	0.75/0.105
HC+NO_x	1.4 (1.6)	0.6/1.0 (1.3)	-/0.72	-/0.39	-/0.295	-/0.195
CO	5.17 (6.00)	4.0/1.25	4.17/0.8	1.81/0.63	1.81/0.63	1.81/0.63
PM	0.19 (0.22)	-/0.12 (0.14)	-/0.07	-/0.04	0.005(0.0045)/0.005	0.0045

Tabela 6.12. Evropske norme za kategoriju N1, klasa III i kategoriju N2

	EURO 1	EURO 2	EURO 3	EURO 4	EURO 5	EURO 6
Direktive	93/59/EEC	93/116/EEC, 94/12/EC 96/44/EC	70/220/EEC, 98/69/EC, 2003/76/EC		Uredba 715/2007/EC	
Upotreba	oktobar 1993	januar 1998	januar 2001	januar 2006	sep. 2010	sep. 2015
Gorivo	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel	benzin/dizel
THC	-	-	0.29/-	0.16/-	0.16/-	0.16/-
NMHC	-	-	-	-	0.108/-	0.108/-
NO_x	-	-	0.21/0.78	0.11/0.39	0.082/0.28	0.082/0.125
HC+NO_x	1.7 (2.0)	0.7/1.2 (1.6)	-/0.86	-/0.46	-/0.35	-/0.215
CO	6.9 (8.00)	5.0/1.5	5.22/0.95	2.27/0.74	2.27/0.74	2.27/0.74
PM	0.25 (0.29)	-/0.17 (0.2)	-/0.1	-/0.06	0.005(0.0045)/0.005	0.0045

U budućnosti je planirano donošenje novih propisa koji će u još većoj meri ograničiti emisije iz motora SUS. Novi propisi će biti usmereni na smanjenje emisija CO₂ sa sadašnjih 130 g/km na 95 g/km do 2020. godine. Osim toga, planirano je i smanjenje emisija NO_x na 0.04 g/km, te zadržavanje sadašnjeg nivoa emisija suspendovanih čestica na 0.0045 g/km.

Prvi propisi kojim je regulisana emisija polutanata na nivou Evropske unije iz vozila mase >3.5 t usvojeni su 1988. godine- Direktiva 88/77/EEC. Pre usvajanja Direktive, oblast emisija polutanata iz teških teretnih vozila bila je regulisana standardom ECE R49,

Ekonomске komisije Ujedinjenih nacija za Evropu. Direktiva 91/542/EC predstavlja prvi standard kojim su regulisane emisije polutanata iz teških teretnih vozila (Euro 1). Poslednji, Euro 6 standard, koji je trenutno na snazi, definisan je u okviru Uredbe 595/2009/EC od 18. juna 2009. godine. U tabelama 6.13., 6.14. i 6.15. dat je pregled normi Evropske komisije vezanih za emisije iz teških teretnih vozila [206]:

Kod teških teretnih vozila, za razliku od putničkih, gde se emisije iskazuju u g/km ili mg/km, emisije polutanata iskazuju se u g/kWh ili mg/kWh. Utvrđivanje emisija iz teških teretnih vozila sa dizel ili motorima na gas vrši se pomoću [14] :

- stacionarnog ispitnog ciklusa ECE R-49;
- stacionarnog ispitnog ciklusa ESC (European stationary cycle);
- ELR (European load response) testa.

Tabela 6.13. Evropske norme za emisije iz teških teretnih vozila sa dizel motorom

Norma	Primena	Test	Propis	Polutant	Snaga – P(kW)	
					P≤85	P>85
EURO 1	1992	ECE 49	Direktiva 88/77/EEC Direktiva 91/542/EEC	CO	4.50 (4.90)	4.50 (4.90)
				HC	1.10 (1.23)	1.10 (1.23)
				NO _x	8.0 (9.0)	8.0 (9.0)
				PM	0.612 (0.68)	0.36 (0.40)
EURO 2	oktobar 1995	ECE R49-02	Direktiva 88/77/EEC Direktiva 91/542/EEC Direktiva 96/1/EEC	CO	4.00	
				HC	1.10	
				NO _x	7.00	
				PM	0.15	

EEV (Enhanced Environmentally Friendly Vehicle) vozila su ekološki prihvatljiva vozila. U ovu grupu ubrajaju se vozila preko 3.5 t, odnosno vozila koja pripadaju kategorijama M2 i M3.

Tabela 6.14. Evropske norme za emisije iz teških teretnih vozila sa dizel i gasnim motorima

Norma	Primena	Test	Gorivo	Propis	CO	HC	NMHC	CH ₄	NO _x	PM	Dim
					g/kWh						m ⁻¹
EURO 3	oktobar 2000	ESC/ELR	Dizel	Direktiva 88/77/EEC	2.10	0.66	-	-	5.00	0.10 (0.13)	0.80
		ETC	Diz/gas		5.45	-	0.78	1.60	5.00	0.16 (0.21)	-
ESC/ELR		Dizel	Direktiva 1999/96/EC	1.50	0.25	-	-	2.00	0.02	0.15	
ETC		Diz/gas		3.00	-	0.4	0.65	2.00	0.02	-	
EURO 3 (EEV)				Direktiva 2001/27/EC							
EURO 4	oktobar 2005	ESC/ELR	Dizel	Direktiva 88/77/EEC	1.50	0.46	-	-	3.50	0.02	0.50
		ETC	Diz/gas		4.00	-	0.55	1.10	3.50	0.03	-
ESC/ELR		Dizel	Direktiva 2005/55/EC	1.50	0.25	-	-	2.00	0.02	0.15	
ETC		Diz/gas		3.00	-	0.44	0.65	2.00	0.02	-	
EURO 4 (EEV)				Direktiva 2006/51/EC							
EURO 5	oktobar 2008	ESC/ELR	Dizel	Direktiva 2005/55/EC	1.50	0.46	-	-	2.00	0.02	0.50
		ETC	Diz/gas		4.00	-	0.55	1.10	2.00	0.03	-
ESC/ELR		Dizel	Direktiva 2006/51/EC	1.50	0.25	-	-	2.00	0.02	0.15	
ETC		Diz/gas		3.00	-	0.40	0.65	2.00	0.02	-	
EURO 5 (EEV)				Direktiva 2008/74/EC							

Tabela 6.15. Euro 6 norme za polutanate kod WHTC i WHSC testa za vozila sa dizel i gasnim motorima

Norma	Primena	Test	Goriv	Propis	CO	THC	NMHC	CH ₄	NO _x	PM	PM	NH ₃
					g/kWh						broj	ppm
EURO 6	decembar 2012	WHSC	Dizel	Uredbe 595/2009	1.50	0.13	-	-	0.40	0.01	8·10 ¹¹	10
		WHTC	Dizel		58/2011	4.00	0.16	-	-	0.46	0.01	6·10 ¹¹
		WHTC	Gas	64/2012	4.00	-	0.16	0.50	0.46	0.01	-	10

Gde je WHSC – World Heavy Duty Steady State Cycle i WHTC – World Heavy Duty Transient Cycle.

6.5. Produkti emisije

Produkti emisije iz saobraćaja najviše su uslovljeni vrstom fosilnog goriva koje se koristi u motorima SUS. Najznačajniji produkti koji nastaju u procesu sagorevanja fosilnih goriva u motorima SUS su: CO, CO₂, NO_x, SO₂, PM, Pb i dr. Nastanak određenih polutanata u ambijentalnom vazduhu vezan je i za određene vremenske uslove, hemijske reakcije između elemenata i jedinjenja koja se već nalaze u vazduhu i produkata sagorevanja fosilnih goriva u motorima SUS, kao i uslove eksploatacije vozila.

6.5.1. Ugljen- monoksid

Posmatrajući koncentracije u apsolutnim iznosima, CO je polutant čija koncentracija je najviše uslovljena procesom sagorevanja fosilnih goriva. To je otrovan gas, bez boje, okusa, mirisa, lakši od vazduha. Koncentracija CO od 1% u vazduhu je smrtonosna [137]. Ugljen-monoksid teško prelazi u tekuće stanje i veoma teško se rastvara u vodi. U prisustvu O₂ sagoreva u CO₂ modrim plamenom. U smeši sa vazduhom, eksplozivan je u širokom rasponu koncentracija (od 12.5 % do 74.2 %). U reakciji sa vodom, od CO nastaju CO₂ i H₂. Može oksidirati sa oksidima željeza, bakra, olova, mangana, nikla, srebra, kositra, kobalta i molibdena, pri temperaturama između 300 i 1500 °C [94]. Ugljen- monoksid (CO) dospeva u atmosferu direktnim emisijam, ali i kao produkt hemijskih reakcija ostalih polutanata u vazduhu. Oko 90 % CO dolazi u atmosferu iz prirodnih izvora gde se CO javlja zajedno sa CH₄ u močvarnim i drugim gasovima koji nastaju pri raspadu organskih materija. Nastanak CO vezan je i za požare, erupcije vulkana, te hemijske reakcije u višoj atmosferi.

Ljudske delatnosti u ukupnoj količini CO koji dospeva u atmosferu, učestvuju približno sa 10 % i to najčešće kao rezultat nepotpunog sagorevanja fosilnih goriva [10]. Emisije CO koje nastaju kao rezultat ljudske aktivnosti u najvećoj meri potiču od fabrika i transporta. U Evropi se emituje oko 125 Mtona CO ili 11 % od ukupne svetske emisije ovog gasa [137]. S obzirom da se formiranje CO iz organskih materija odvija neprekidno u svim delovima atmosfere, prosečna globalna pozadinska koncentracija se kreće u rasponu od 0.06 do 0.17 mg/m³ [150].

Važeća regulativa Evropske unije, Direktiva 2008/50/EC, propisuje najvišu dnevnu osmosatnu srednju vrednost za CO od 10 mg/m³. Za osmosatni prosek, gornji prag procene iznosi 70 % od granične vrednosti (7 mg/m³), a donji 50 % od granične vrednosti (5 mg/m³). Prekoračenje gornjeg i donjeg praga procene određuju se na osnovu koncentracija tokom prethodnih pet godina. Smatra se da je prag procene prekoračen ako je prekoračen tokom najmanje tri odvojene godine, od prethodnih pet godina. U tabeli 6.16. dat je pregled emitera CO u EU- 27 u toku 2011. godine [61].

Tabela 6.16 Pregled najvećih emitera CO u EU 27 u toku 2011. godine

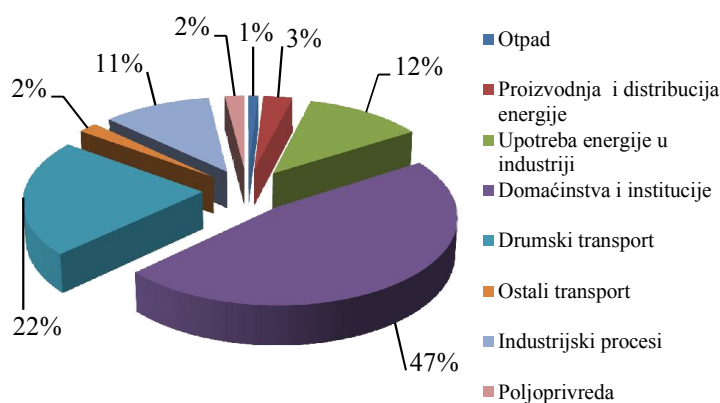
	Izvori emisija	(%)	(%) cum
1.	Stacionarne fabrike	33	33
2.	Putnički automobili	18	52
3.	Proizvodnja čelika i gvožđa	9	61
4.	Stacionarno sagorevanje u proizvodnji čelika i gvožđa	5	66
5.	Stacionarno sagorevanje u ostalim industrijama	5	71
6.	Mopedi i motocikli	4	75
7.	Proizvodnja električne energije i grejanje	2	78
8.	Teška teretna vozila	2	80

Dizel motori rade sa velikim viškom vazduha i u izduvnim gasovima su samo male količine CO ili ga uopšte nema, dok oto motori sadrže manje količine nesagorelog goriva u izduvnim gasovima za razliku od dizel motora. Ugljen- monoksid (CO), kao produkt nepotpunog sagorevanja, u najvećoj količini prisutan je u području bogate smeše, tj. što je smeša bogatija to je njegoa koncentracija veća. Minimalne vrednosti CO postižu se za faktor vazduha $\lambda=1$ [10].



gde je C ugljenik, O₂ kiseonik i CO ugljen- monoksid.

Iako se u atmosferu oslobađaju velike količine CO kao rezultat nepotpunog sagorevanja goriva koja u sebi sadrže C, u atmosferi je prisutan samo u tragovima, jer se brzo transformiše u C i CO₂. Na slici 6.5. prikazana je emisija CO po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine [60].



Slika 6.5. Emisije CO po sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine

Ugljen- monoksid (CO) dospeva u organizam i izlučuje se iz njega isključivo preko disajnih organa. Pripada grupi hemijskih zagušljivaca, koji uzrokuju nedostatak O₂ u organizmu (hipoksiju) zbog visokog afiniteta vezivanja CO za „krvnu boju” (hemoglobin) i „mišićnu boju” (mioglobin) [136]. Afinitet vezivanja CO za hemoglobin 250 puta je veći u odnosu na O₂ [10].

Ugljen- monoksid (CO) se brzo apsorbuje u organizmu, reaguje sa hemoglobinom i stvara karboksihemoglobin (COHb), te se otežava transport O₂ do pojedinih delova organizma. Trovanje nastaje kada se CO veže za 30 % hemoglobina u krvi, a smrt nakon

vezivanja sa 60 % do 80 % hemoglobina. Najugroženi organi su oni za čiji normalan rad su neophodne velike količine O₂, kao što su srce, centralni nervni sistem i fetus. Zdravstveni efekti vezani za izlaganje organizma CO mogu biti bihevioralni, kardiovaskularni, fibrinolizni i perinatalni [157].

Stepen trovanja CO zavisi od koncentracije CO u vazduhu koji se udiše, fizičkom opterećenju, trajanju izloženosti i osetljivosti organizma. Pri akutnom trovanju u trajanju od 50 minuta i koncentraciji CO od 200 ppm, simptomi su glavobolja praćena lakim smanjenjem mentalnih funkcija, pri izloženosti od 500 ppm, ovi simptomi javljaju se nakon 20 minuta, dok se kod koncentracije od 1000 do 10000 ppm javlja glavobolja, vrtogavica i mučnina nakon 10 minuta, a ako se izloženost nastavi javlja se nesvestica i smrt. Kod izloženosti CO u koncentraciji većoj od 10000 ppm, smrt nastupa nakon nekoliko minuta, a da se simptomi uopšte ne javljaju ili se javljaju skoro neprimetno [94].

Trećina osoba koje su izgubile svest usled trovanja CO imaju trajna neurološka oštećenja koja se javljaju 2- 3 sedmice nakon akutnog trovanja. Ova oštećenja mogu varirati od finih promena ličnosti i intelektualnih oštećenja do grubih neuroloških deficita kao što su gubitak vida, sluha i koordinacije i parkinsonizam. Umerena i ponavljana izloženost CO koja ne uzrokuje nesvesno stanje, može izazvati smrt pojedinih moždanih ćelija čije posledice izazivaju simptome kao što su glavobolja, vrtoglavica, oštećenje pamćenja, emocionalna preosetljivost, opšta slabost i promene ličnosti [94]. Kao prekursor CO₂ i O₃, CO indirektno doprinosi globalnom zagrevanju, a samim tim utiče na i vegetaciju.

6.5.2. Ugljen- dioksid, azotni oksidi, sumpor- dioksid i drugi polutanti

Ugljen- dioksid (CO₂) se kao i O₂ neprekidno troši i stvara. To je nezapaljivi bezbojni gas, slabo oštrog mirisa, teži od vazduha i prirodni deo atmosfere. Kako je CO₂ najveći stepen oksidacije C, sam ne gori, niti podržava gorenje. Pod pritiskom lako prelazi u tečno stanje, a pri visokim temperaturama (>1000 °C) raspada se na CO i O₂ [94]. U atmosferi ga približno ima oko 0.036 % [107]. Rastvoren u vodi ima karakteristike slabe kiseline. Osim neškodljive vodene pare, CO₂ je glavni produkt sagorevanja fosilnih goriva. Potpunim sagorevanjem goriva, pri dovoljnoj količini O₂ nastaje CO₂ [10]. Zbog apsorpcije Sunčevog zračenja talasnih dužina <0.1690 µm atmosferski CO₂ disocira u CO i atomski O₂ [107]:



Štetno delovanje CO₂ zasniva se prvenstveno na potiskivanju O₂ iz vazduha, odnosno pluća, što dovodi do gušenja ili asfiksije [94]. Ugljen- dioksid (CO₂) dospeva u organizam i izlučuje se iz njega isključivo preko disajnih organa. Pod trovanjem praktično se podrazumeva gušenje usled nedostatka O₂, koji biva istisnut iz normalne atmosfere velikom količinom CO₂. Postoji samo akutni oblik trovanja, odnosno gušenja CO₂, i osim kliničkog praćenja, nije poznata egzaktna laboratorijska metoda za praćenje profesionalne izloženosti CO₂ [136]. U koncentraciji od 1 % izaziva ubrzano disanje, pri 5 % izaziva glavobolju, ošamućenost i umor. Pri koncentraciji od 10 % može izazvati smrt gušenjem u pojedinim slučajevima, što se retko događa [10].

Globalno zagrevanje u najvećoj meri je izazvano povećanjem koncentracije CO₂ u atmosferi, ali i nekih drugih apsorbera. Usled apsorpcije infracrvenog zračenja od strane CO₂,

dolazi do zagrevanja atmosfere, a samim tim i atmosferskog CO₂, koji počinje da zrači, te tako doprinosi zagrevanju Zemljine površine. Zbog toga CO₂, pored O₃ i vodene pare, takođe utiče na promenu toplotne ravnoteže Zemlje. Koncentracija CO₂, najveća je u gradovima, a kako je CO₂ teži od vazduha, koncentracija mu je najveća pri tlu. U tabeli 6.17. dat je pregled emisija CO₂ koje nastaju procesom sagorevanja pojedinih goriva [107].

Tabela 6.17. Pregled emisija CO₂ koje nastaju procesom sagorevanja pojedinih goriva

Gorivo	Masa goriva[kg]	Masa CO ₂ [kg]	e _m	ρ _{goriva}	e _i
Metan CH ₄	16	44	2.75	0.72	1.97
Propan C ₃ H ₈	44	132	3	1.96	5.88
n- Butan C ₄ H ₁₀	58	476	3.03	2.67	8.08
Oktan C ₈ H ₁₈	114	352	3.09	0.75	2.32
Benzin	114.62	363.44	3.17	0.75	2.38
Dizel gorivo	148.3	475.2	3.20	0.83	2.66
Metanol CH ₃ OH	32	44	1.37	0.73	1
Etanol C ₂ H ₅ OH	46	88	1.91	0.79	1.5
Metilni ester repinog ulja	296	836	2.82	0.88	2.48
Motorni benzin	-	-	3.19	0.72-0.75	2.39
Motorni dizel	-	-	3.21	0.83-0.87	2.66

Jedinjenja N₂, koja su prisutna u atmosferi nalaze se u oksidovanom i u redukovanom obliku. Redukovana jedinjenja uključuju amonijak (NH₃) i amonijum jon (NH₄⁺), a u oksidovana jedinjenja ubrajaju se azot- monoksid (NO), azot- dioksid (NO₂), azotasta kiselina (HNO₂), azotna kiselina (HNO₃), peroksiacetil- nitrat (PAN) i nitratni jon [150]. Direktivom 2008/50/EC, NO_x označavaju zbir zapreminskog odnosa NO i NO₂, izražen u jedinicama masene koncentracije NO₂. Ova jedinjenja poseduju jak i karakterističan miris, žuto- crvene do tamno- crvene su boje, zavisno od koncentracije. Veoma su otrovna i opasna kod povećanih koncentracija. Najveća količina NO_x stvara se u prirodi delovanjem bakterija. U tabeli 6.18. dat je pregled najvećih emitera NO_x u EU- 27 u toku 2011. godine [61].

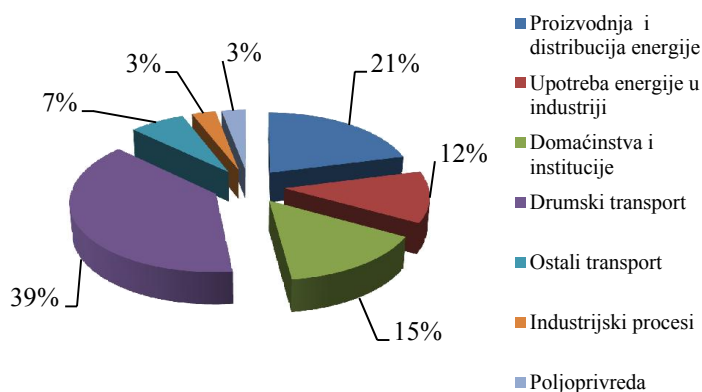
Tabela 6.18. Pregled najvećih emitera NO_x u EU- 27 u toku 2011. godine

	Izvori emisija	(%)	(%) cum
1.	Teška teretna vozila	19	19
2.	Proizvodnja električne energije i grejanje	18	37
3.	Putnički automobili	16	53
4.	Stacionarno sagorevanje u ostalim industrijama	7	60
5.	Poljoprivredne i druge mašine	5	66
6.	Laka teretna vozila	5	70
7.	Stacionarne fabrike	4	75
8.	Dostava	4	78
9.	Mobilno sagorevanje u prerađ. industriji i građevinarstvu	2	81

Azotni oksidi (NO_x) nastaju i sagorevanjem fosilnih goriva pri visokim temperaturama (>1000 °C) [10]. Koeficijent viška vazduha (λ) direktno utiče na koncentraciju NO_x u izduvnim gasovima motora sa unutrašnjim sagorevanjem. Najveća koncentracija je u području blago siromašne smeše (λ=1.05. . . 1.1). U području bogate smeše skoro sav O₂ iz vazduha učestvuje

u procesu sagorevanja, pa se samo mali deo veže za N_2 . U području bogate smeše opada koncentracija NO_x [202].

Poslednjih godina, NO_x su dospeli u centar pažnje, s obzirom da su identifikovani kao uzročnici mnogih štetnih pojava. Štetne pojave koje se vezuju za delovanje NO_x odnose se na zdravlje ljudi, prisustvo štetnih čestica, stvaranje efekta staklene bašte, razaranje O_3 u višim slojevima atmosfere, stvaranje prizemnog O_3 u nižim slojevima atmosfere i nastanak kiselih kiša. Na slici 6.6. dat je pregled emisija NO_x po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine [60].



Slika 6.6. Emisije NO_x po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine

Azotni oksidi (NO_x) pripadaju grupi gasova nadražljivaca donjih disajnih puteva, u čiji sastav ulaze: NO , NO_2 , N_2O , azot- trioksid (N_2O_3) i azot- pentoksid (N_2O_5) [94]. U zavisnosti od stepena izloženosti NO_x , spektar patoloških efekata kreće se od blage upale, pri niskim koncentracijama, do bronhitisa, bronhopneumonije i akutnog plućnog edema, pri visokim koncentracijama. Ako se izloženost prekine u ranoj fazi, kada se klinička slika očituje akutnim bronhospazmom i dispnejom, kašljem, te bolovima u prsima, simptomi se dalje ne razvijaju. Sem promena na disajnim organima, efekti delovanja NO_x mogu se javiti u vidu vegetativne disfunkcije sa padom krvnog pritiska, usporenjem rada i oštećenjem srčanog mišića. Osim toga, nisu retka ni oštećenja zuba, upale desni i kataralne promene želučano-crevnog aparata [136].

Preko 90 % NO_x emitovanih usled procesa sagorevanja fosilnih goriva čini NO , NO_2 čini 5 %, dok se preostali deo sastoji od N_2O , N_2O_3 , N_2O_5 i dr. [218]. Kako se NO u atmosferi konvertuje u NO_2 , većina propisa iz oblasti zaštite životne sredine tretira sve NO_x kao NO_2 .

Azot- monoksid (NO) je blago obojen i vrlo otrovan gas. Osim toga, NO je veoma nestabilan, reaguje sa O_2 i pod dejstvom sunca prelazi u NO_2 [10]:



Bakterijske aktivnosti u zemljištu uzrokuju prirodnu emisiju NO u atmosferu. Takođe, NO se emituje iz antropogenih izvora (npr. katalitički redukcioni procesi). Azot- monoksid (NO) pripada grupi gasova sa efektom staklene bašte. Međutim, NO nije povezan sa nastanom ukupnih NO_x i nema značajan uticaj na kvalitet vazduha.

Dejstvo NO na ljudski organizam je višestruko, a najveći uticaj manifestuje se na plućima, slezani i jetri. Prilikom apsorpcije u ljudskom organizmu, dovodi do stvaranja

methemoglobina (MetHb) koji otežava i sprečava transport O_2 i razgradnju masti i ugljenih hidrata u organizmu. Pri koncentracijama od 1 do 3 ppm oseti se prodoran miris, a ljudima smeta pri koncentraciji od 2.5 ppm i izloženosti od jednog sata [10].

Azot- dioksid (NO_2) je iritirajući gas tamno- crvene boje, čiji se otrovni uticaj zasniva na oksidativnim karakteristikama. Ujedno je i najotrovnije jedinjenje od svih NO_x . Pripada grupi fitotoksičnih materija, što znači da izaziva nepovoljne posledice po vegetaciju [10]. U procesu sagorevanja NO_2 se formira prvenstveno u zonama niže temperature, a na osnovu formiranog NO u zonama više temperature. Osnovne reakcije formiranja NO_2 mogu se opisati formulama [218]:



Nakon udisanja, 80- 90 % NO_2 može da se apsorbuje u organizmu, iako ovaj procenat može da varira u zavisnosti od načina unosa- oralnim putem ili udisanjem [157]. Delovanje na čoveka i životinje manifestuje se opažanjem mirisa, nadražavanjem čula mirisa, ometanjem normalnog disanja, osećajem jakog bola respiratornog trakta, pojavom plućnog edema i na kraju smrću [10]. Na nivou ćelija ljudskog organizma izaziva pad broja T- limfocita, pad imunoloških sposobnosti organizma, porast sklonosti oboljenjima od virusnih i bakterijskih infekcija. Kod dužeg delovanja razara tkivo pluća i dovodi do smrti. Azot- dioksid (NO_2) je četiri puta otrovni od NO [218].

Direktivom 2008/50/EC propisane su granične i kritične vrednost donje i gornje procene za NO_2 i NO_x . Prekoračenje gornjeg i donjeg praga procene određuju se na osnovu koncentracija tokom prethodnih pet godina [49]. Smatra se da je prag procene prekoračen ako je prekoračen tokom najmanje tri odvojene godine, od prethodnih pet godina. U tabeli 6.19. date su granične i kritična vrednost za gornji i donji prag procene za NO_2 i NO_x .

Tabela 6.19. Granične i kritična vrednost za gornji i donji prag procene za NO_2 i NO_x

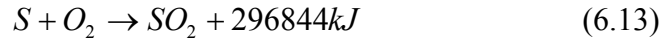
	Granična vrednost po satu za zaštitu zdravlja ljudi (NO_2)	Godišnja granična vrednost za zaštitu zdravlja ljudi (NO_2)	Godišnja kritična vrednost za zaštitu vegetacije i prirodnih ekosistema (NO_x)
Gornji prag procene	70 % od granične vrednosti ($140 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne sme se prekoračiti više od 18 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini)	80 % od granične vrednosti ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	80 % od kritične vrednosti ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
Donji prag procene	50 % od granične vrednosti ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ne sme se prekoračiti više od 18 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini)	65 % od granične vrednosti ($26 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	65 % od kritične vrednosti ($19.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$)

Sumpor- dioksid (SO_2) je bezbojan, nezapaljiv i neeksplozivni gas. Teži je od vazduha, karakterističnog oštrog mirisa, veoma otrovan, rastvara se u vodi i vrlo je reaktivan u malim koncentracijama [10]. Pri sniženoj temperaturi i normalnom pritisku iz gasovitog stanja prelazi u tečno. Može se zagrevati i do 2000°C bez značajne razgradnje. Sa vazduhom ne stvara zapaljivu i eksplozivnu smešu.

Prirodni izvori emisija SO_2 su vulkani i okeani, iako oni doprinose ukupnim globalnim emisijama u količini od oko 2 %. Antropogene emisije SO_2 uglavnom potiču od sagorevanja

fosilnih goriva koja sadrže S. Sumpor- dioksid (SO_2) je nusprodukt brojnih industrijskih procesa. Jedan od najznačajnijih izvora SO_2 jeste i saobraćaj [150]. Procenjuje se da emisija SO_2 u Evropi iznosi 39 m-tona godišnje. Emisija SO_2 drastično je veća u zimskom nego u letnjem periodu, zbog povećanog sagorevanja fosilnih goriva [137].

Sumpor- dioksid (SO_2) nastaje nepotpunim sagorevanjem sumpora (S) uz oslobađanje toplote [10]:

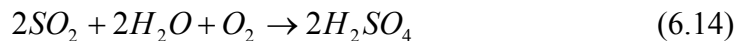


Koncentracija SO_2 u izduvnim gasovima dizel motora je deset puta veća nego u izduvnim gasovima oto motora

Sumpor- dioksid (SO_2) pripada grupi iritanasa, prodire u organizam uglavnom preko respiratornog trakta, dok kao rezultat rastvaranja u pljuvački može biti progutan i time dospeti u digestivni trakt u vidu sumporaste kiseline (H_2SO_3) [136]. Sumpor- dioksid (SO_2) može se osetiti u vrlo niskim koncentracijama, manjim od 1 ppm. U višim koncentracijama (4- 12 ppm) izaziva nadražaje u nosu i grlu, bolove u abdomenu i grlu, te akutni bronhitis [94]. Smatra se da pored iritirajućeg dejstva na sluzokožu očiju i disajnih organa, ima i opšte toksično dejstvo koje se manifestuje nastajanjem metaboličke acidoze (zakiseljavanjem organizma) i smanjenjem alkalne rezerve u krvi, poremećajem metabolizma proteina, ugljenih hidrata i dr. U zavisnosti od koncentracije, trovanje SO_2 može biti akutno i hronično. Dugoročna izloženost niskim koncentracijama SO_2 uzrokuje hronični bronhitis [94]. Astmatičari i hronični plućni bolesnici mogu biti izuzetno osetljivi na negativne uticaje jako visokih koncentracija SO_2 koje u ekstremnim slučajevima mogu izazvati astmatične napade..

Sumpor- dioksid (SO_2) direktno utiče na vegetaciju. U zavisnosti od količine SO_2 koju biljke apsorbuju svojim nadzemnim delovima u određenom vremenu, mogu se desiti različite biohemijske i fiziološke promene na biljnom tkivu, uključujući razgrađivanje hlorofila, smanjenje fotosinteze, povećanje respiracije i promene u metabolizmu proteina. Niže, prizemne biljne vrste naročito su osetljive na SO_2 zbog svoje strukture [150].

U prisustvu svetlosti, SO_2 reaguje sa O_2 , O_3 i H_2O koja se nalazi u vazduhu i pri tome gradi H_2SO_4 koja se javlja u kišnim kapima, uzrokujući na taj način efekat koji je poznat pod nazivom kisela kiša [34]:



Važeća regulativa Evropske unije, Direktiva 2008/50/EC, propisuje graničnu vrednost donjeg i gornjeg praga procene za SO_2 . Prekoračenja gornjeg i donjeg praga procene određuju se na osnovu koncentracija tokom prethodnih pet godina. Smatra se da je prag procene prekoračen ako je prekoračen tokom najmanje tri odvojene godine, od prethodnih pet godina. U tabeli 6.20. date su granične vrednosti za gornji i donji prag procene za SO_2 .

Tabela 6.20. Granične vrednosti za gornji i donji prag procene za SO₂

	Zaštita zdravlja	Zaštita vegetacije
Gornji prag procene	60 % od 24-satne granične vrednosti (75 µg/m ³ , ne sme se prekoračiti više od 3 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini)	60 % od zimske kritične vrednosti (12 µg/m ³)
Donji prag procene	40 % od 24-satne granične vrednosti (50 µg/m ³ , ne sme se prekoračiti više od 3 puta u bilo kojoj kalendarskoj godini)	40 % od zimske kritične vrednosti (8 µg/m ³)

Ugljovodonici (HC) su organska jedinjenja koja se sastoje samo od atoma H₂ i C, a takođe su produkti nepotpunog sagorevanja. Ova jedinjenja čine sastavne delove goriva, koji bi u potpunosti trebali izgoreti, ali se u realnim uslovima sagorevanja to nikada ne dogodi, pa se mogu u većoj ili manjoj količini naći u izduvnim gasovima motornih vozila. Takođe, mogu poticati i iz delova komore u kojima dolazi do gašenja plamena. To je područje u blizini relativno hladnih zidova komore- procep između klipa i cilindra, do prvog klipnog prstena. Najmanja koncentracija HC postiže se u području blago siromašne smeše, a što je smeša bogatija, to je njihova koncentracija veća. Takođe, i u području siromašne smeše njihova koncentracija se u izduvnim gasovima povećava [202]. Osim izduvnih gasova, HC mogu poticati i iz isparenja koja nastaju u rezervoaru za gorivo i iz sistema za podmazivanje.

Pod suspendovanim česticama (PM) smatraju se čestice bilo koje materije, osim čiste vode, koje se u tečnom ili čvrstom stanju nalaze u atmosferi pod normalnim uslovima i koje su mikroskopske ili submikroskopske veličine [10]. Njihova koncentracija u vazduhu izražava se kao masa po jedinici zapremine (µg/m³). Suspendovane čestice (PM) u atmosferi nisu ni u fizičkom ni u hemijskom pogledu homogene, odnosno mogu se sastojati kako od neorganskih, tako i od organskih jedinjenja. Glavne komponente od kojih se sastoje čestice su [164]:

- neorganski joni (nitrati (NO₃⁻), sulfati (SO₄²⁻)), metali kao što su Fe, Pb, Mn, Zn i V;
- organska jedinjenja (fenoli (Ar-OH), organske kiseline (R-COOH) i alkoholi (R-OH));
- elementarni i organski C.

Zbog velikog broja različitih izvora, hemijska i fizikalna svojstva čestica vrlo su različita i varijabilna, u prostoru i u vremenu. Čestice mogu biti prirodnog i antropogenog porekla, njihove veličine su veoma različite, a sastav kompleksan. Pod prirodnim izvorima podrazumevaju se čestice nastale od zemlje, prašine, vulkankih reakcija, vegetacije i razaranja stena, u priobalnom području čestice soli, kao i čestice nastale fotooksidacijskim reakcijama između O₃ i HC, te međusobnim reakcijama SO₂, H₂S, NH₃, O₂, pri čemu nastaje čvrst proizvod ili se hemijski menja već postojeća čestica u vazduhu [10]. Čestice poreklom iz antropogenih izvora nastaju procesom sagorevanja, a najčešće su to čađ, nastao u procesu sagorevanja dizel goriva, ili leteći pepeo iz termoelektrana, čestice nastale tokom fotohemijjskih reakcija, čestice od resuspendovane prašine, iz industrijskih objekata gde se odvijaju procesi na visokim temperaturama, termoelektrana na ugalj, livnica i čeličana, postrojenja za spaljivanje smeća, itd.

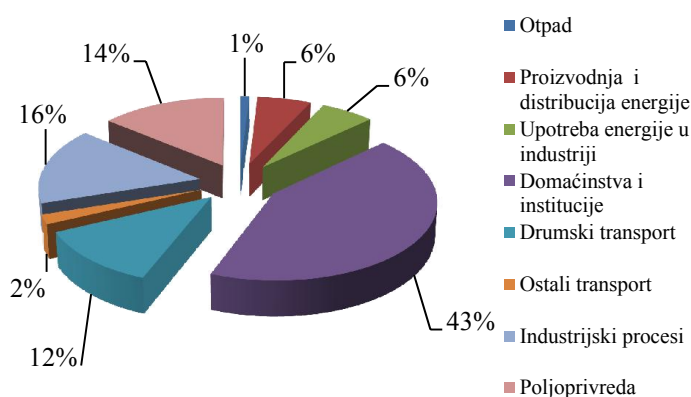
Kod oto motora, pri normalnom radu, ne dolazi do pojave čestica u izduvnim gasovima. Suspendovane čestice uglavnom se javljaju kod dizel motora kao produkt pirolitičkih reakcija sagorevanja goriva na visokim temperaturama pri nedostatku O₂. Tada dolazi do izdvajanja viših ugljenika (od C₁₂ do C₂₅) koji formiraju kristalne strukture čestica čađi različitih veličina

(od 0.1 do 2-3 μm). Inicijalne čestice čađi se međusobno vezuju u veće čestice (10-50 μm) koje upijaju organske i neorganske kiseline i tako postaju veoma otrovne [202].

Suspendovane čestice (PM) se sastoje od čvrstih i tečnih delova, a međusobno se razlikuju kako po fizičkim karakteristikama, tako i po hemijskom sastavu. Najznačajnija karakteristika PM jeste njihova veličina, jer od nje zavisi kretanje u atmosferi i mogućnost inhalacije. Veličina PM kreće se u rasponu od ~ 1 nm do 100 μm [104]. U zavisnosti od veličine, PM je moguće podeliti na [56]:

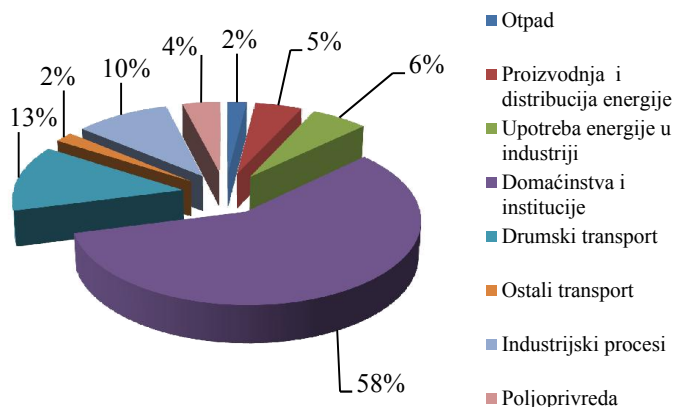
- grube- aerodinamički prečnik manji od 10 μm (PM_{10});
- fine- aerodinamički prečnik manji od 2.5 μm ($\text{PM}_{2.5}$)

Grube čestice (PM_{10}) su obično smeša koja obuhvata dim, čađ, prašinu, soli, kiseline, metale i dr. Na slici 6.7. dat je pregled emisija PM_{10} po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine [60].



Slika 6.7. Emisije PM_{10} po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine

Fine čestice ($\text{PM}_{2.5}$) često se sastoje od čvrstih i tečnih komponenti kao što su aerosoli, dim, zagušljiva isparenja, pepeo, polen itd. Po hemijskom sastavu mogu biti soli sulfata ili nitrata, organska jedinjenja ili minerali iz zemljišta [150]. Posebnu podgrupu finih čestica predstavljaju ultrafine čestice ($\text{PM}_{0.1}$). Ultrafine čestice su one čestice čiji je aerodinamički prečnik manji od <0.1 μm . Učešće ove vrste čestica u ukupnoj masi suspendovanih čestica koje se nalaze u atmosferi je izuzetno mali, ali je sa druge strane njihova koncentracija u atmosferi izuzetno velika. Na slici 6.8. dat je pregled emisija $\text{PM}_{2.5}$ po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine [60].



Slika 6.8. Emisije $PM_{2.5}$ po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine

U zavisnosti od mehanizma formiranja, čestice se mogu klasifikovati na primarne i sekundarne [164]. Primarne čestice su one čestice koje su direktno emitovane u atmosferu kroz prirodne i antropogene procese. Sekundarne čestične materije se formiraju u hemijskim reakcijama između gasovitih polutanata koji su produkt atmosferskih transformacija. Jedan od primera jesu NO_x , koji dominantno potiču iz saobraćaja, oksiduju se do azotne kiseline (HNO_3), a potom se u reakciji neutralizacije sa NH_3 , stvara amonijum nitrat (NH_4NO_3).

Opasnim po disajne organe čoveka smatraju se one čestice čiji je aerodinamički prečnik manji od $10 \mu m$. Oko 99 % čestica u vazduhu koje se udahnu eliminišu se iz organizma momentalno tokom izdaha, jer se uglavnom zadrže u gornjim delovima respiratornog trakta. Preostalih 1 % čestica se zadržava u organizmu i one putem dušnika dospevaju do pluća. Tako male čestice imaju tendenciju da se deponuju u alveolama. Ukoliko dospeju do pluća, čestice usporavaju razmenu O_2 i CO_2 , te na taj način dovode do skraćanja daha. Kao posledica javlja se veće naprezanje srca, kako bi se kompenzovao smanjeni unos O_2 . Ljudi koji su najosetljiviji na otežane uslove obično obolevaju od respiratornih bolesti kao što su enfizem, bronhitis, astma i dr. [164].

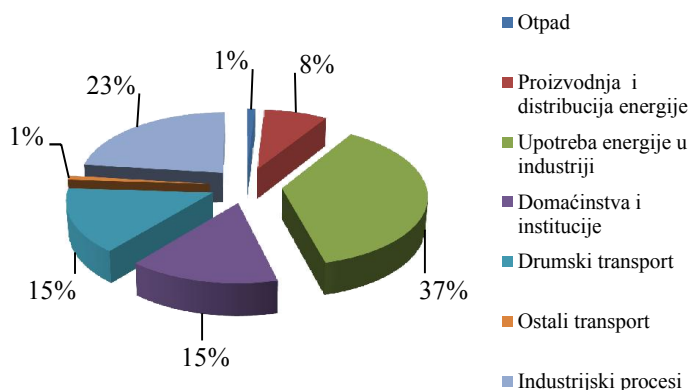
Epidemiološke studije su pokazale ne samo povezanost ovih čestica sa pojavom i pogoršanjem postojećih bolesti disajnih organa izloženih ljudi, posebno ljudi koji imaju HOBP, već i porast broja umrlih od kardiovaskularnih i respiratornih bolesti. Ovakav razvoj bolesti se pretežno vezuje za sposobnost čestica da izazovu zapaljenja plućnih vrećica, što uz oslobađanje tkivnih medijatora može kod osetljivih pojedinaca i/ili kod starijih ljudi, da izazove pogoršanje plućnih oboljenja, kao i da dovede do pojačanog zgrušavanja krvi, čime se objašnjava porast kardiovaskularnih oboljenja i smrti [136]. Hronična i akutna izloženost PM prouzrokuje značajne negativne efektne na čovekovo zdravlje [164]

Uticao PM na životnu sredinu ostvaruje se kroz njihovo direktno taloženje na biljni pokrivač. Čestice prašine, pepela, gari i čađi se talože na nadzemnim delovima biljke, izazivajući akutna oboljenja biljaka koja imaju za rezultat sušenje i odumiranje njihovih pojedinih delova ili celih biljaka [150]. Suspendovane čestice (PM) su važan deo atmosfere, budući da utiču na nastanak oblaka i radijacijsko-apsorpcijska svojstva atmosfere, na radijacijsku ravnotežu sistema Zemlja- atmosfera, a u skladu sa tim i na samu klimu. Dodatno, pri visokim koncentracijama, čestice utiču i na vidljivost [103].

U zemljama Evropske unije masena koncentracija čestica PM_{10} se prati u okviru redovnog monitoringa. Direktiva 2008/50/EC propisuje srednju dnevnu vrednost za PM_{10} od $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ koja ne sme biti prekoračena više od 35 dana godišnje, dok propisana srednja godišnja vrednost za PM_{10} iznosi $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Direktivom je propisan monitoring čestica od 2.5 mikrona ($PM_{2.5}$), koji se sastoji iz dva koraka. U prvom koraku propisana je srednja godišnja granična vrednost $PM_{2.5}$ od $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ počevši od 01.01.2015. godine, da bi u drugom koraku, od 01.01.2020. godine koncentracija $PM_{2.5}$ bila ograničena na godišnjem nivou od $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

U cilju smanjenja detonacije prilikom sagorevanja goriva u oto motorima, gorivu se dodaje organsko jedinjenje, tetraetilolovo (TEO- $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$). Tetraetilolovo (TEO- $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) je vrlo otrovno jedinjenje, veoma štetno, rastvara se u svim organskim rastvaračima, a ne rastvara se u vodi, razblaženim kiselinama i alkalijama [182]. Produkti raspada tetraetilolova (TEO- $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$), koji nastaju u procesu sagorevanja u motorima, putem izduvnih gasova dospevaju u atmosferu. Najveća količina Pb emitovanog u vazduh, taloži se u neposrednoj blizini izvora, ali određena količina u obliku čestica dospeva i na velike udaljenosti.

Koncentracija Pb u atmosferi konstantno se smanjuje usled primene bezolovih benzina ili nekih alternativnih goriva. Međutim, još uvek u nekim oblastima nije u potpunosti regulisana upotreba goriva koja u sebi sadrže jedinjenja Pb, kao što su avionsko gorivo i gorivo koje se koristi u auto- moto sportu. U zemljama u kojim nije regulisana upotreba bezolovnog benzina, od 80 do 90 % Pb u atmosferi vodi poreklo od saobraćaja. Procenat sadržaja Pb u atmosferi zavisi od niza faktora, a najznačajni su svakako sastav voznog parka, kao i nastojanje zemlje da smanji emisije izduvnih gasova koji u sebi sadrže Pb [157]. Na slici 6.9. prikazane su emisije Pb po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine [60].



Slika 6.9. Emisije Pb po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine

Olovo (Pb) je vrlo otrovan metal, naročito opasan zbog svog kumulativnog efekta. Štetne efekte izaziva samo Pb u cirkulaciji, koje je u jonskom stanju, dok je deponovano Pb neškodljivo ili u nekim stanjima dolazi do njegove redistribucije. Ljudi dolaze u dodir sa Pb i jedinjenjima Pb na razne načine: udisanjem, preko hrane ili vode kontaminirane Pb, u kontaktu sa zemljom odnosno prašinom u kojoj je nataloženo Pb. Čestice Pb manje od $2.5 \mu\text{m}$ prodiru duboko u plućno tkivo odakle se Pb resorbuje u krvotok u vrlo visokom procentu.

Krupnije čestice, čestice od 2.5 do 10 μm obično se zadržavaju u gornjim disajnim putevima, ne stižu do krvotoka i ne predstavljaju tako ozbiljnu pretnju za zdravlje [150].

Štetni efekti Pb na zdravlje ljudi posle duže izloženosti manjim dozama su hematološki, neurološki, endokrini efekti, efekti na bubrege, na reprodukciju i rast, efekti na krvni pritisak, mutageni i kancerogeni efekti. Izlaganje Pb može dovesti do osteoporoze, reproduktivnih poremećaja, povišenog krvnog pritiska i povećanog rizika od oboljenja srca, naročito kod muškaraca [120]. Prekomerno izlaganje Pb može izazvati mentalnu retardaciju, poremećaje ponašanja, probleme sa pamćenjem kao i promene raspoloženja. Niska koncentracija Pb oštećuje mozak i nerve fetusa i male dece, a rezultuje smanjenjem inteligencije i sposobnosti učenja.

Zagađenje Pb dovodi do širokog spektra poremećaja u ekosistemima. Kod mikroorganizama dovodi do smanjenja sposobnosti heterotrofne razgradnje, kod biljaka negativan uticaj zavisi od biljne vrste, fiziološkog stanja i spoljašnjih uslova sredine, kao i od koncentracije i vremenske izloženosti. Izlaganje relativno visokom sadržaju Pb dovodi do morfo- fizioloških poremećaja [150].

Važeća regulativa Evropske unije propisuje graničnu vrednost donjeg i gornjeg praga procene za Pb, koji se određuju na osnovu koncentracija tokom prethodnih pet godina. Smatra se da je prag procene prekoračen ako je prekoračen tokom najmanje tri odvojene godine, od prethodnih pet godina. U tabeli 6.21. date su granične vrednosti za gornji i donji prag procene.

Tabela 6.21. Granične vrednosti za gornji i donji prag procene za Pb

	Godišnji prosek
Gornji prag procene	70 % od granične vrednosti (0.35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Donji prag procene	50 % od granične vrednosti (0.25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

7. DEFINISANJE HIPOTEZE

Svakodnevna degradacija životne sredine, naročito vazduha, prateća je pojava savremenog načina života, naročito kada je reč o velikim urbanim sredinama. Na osnovu istraživanja i konstatacija prikazanih u drugom poglavlju nedvosmisleno se može konstatovati da je drumski motorni saobraćaj jedan od glavnih generatora CO koji utiče na stanje i kvalitet ambijentalnog vazduha. Meteorološki parametri koji vladaju u većoj ili manjoj meri mogu uticati na promene koncentracije CO u vazduhu.

Na osnovu svetskih iskustava, preporuka i rezultata istraživanja eminentnih istraživača iz oblasti prikazanih u drugom poglavlju, izvedena je osnovna hipoteza disertacije na kojoj je zasnovano istraživanje:

H0: Zavisnost koncentracionih nivoa hazardnog ugljen- monoksida (CO) od karakteristika saobraćajnog toka i meteoroloških parametara omogućava formiranje matematičkog modela koji bi sa dovoljnom pouzdanošću omogućio simulaciju i vrednovanje uticaja saobraćajnih tokova na koncentracione nivoe CO u funkciji meteoroloških parametara.

U cilju dokazivanja osnovne hipoteze, formulisane su sledeće pomoćne hipoteze:

H1: Periodične pojave, među kojim je i proces odvijanja saobraćaja, moguće je opisati periodičnim funkcijama. Varijacijama sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda, moguće je utvrditi koncentraciju CO u ambijentalnom vazduhu nastale kao direktna posledica odvijanja saobraćaja, odnosno realizacije pojedinih saobraćajnih tokova.

H2: Postoje značajne korelacije između koncentracionih nivoa CO, karakteristika saobraćajnog toka i meteoroloških parametara.

H3: Postoji mogućnost diferencijacije koncentracije CO iz ukupnih saobraćajnih tokova svih vozila.

U cilju dokazivanja hipoteze neophodno je izvršiti merenje koncentracije CO, meteoroloških parametara i drugih polutanata, kao i evidentiranje i snimanje pojedinih saobraćajnih tokova na lokaciji u neposrednoj blizini gradske saobraćajnice. Istovremeno, sa merenjem koncentracije CO na lokaciji u neposrednoj blizini gradske saobraćajnice, neophodno je izvršiti merenje pozadinske koncentracije CO. Pozadinska koncentracija CO predstavlja koncentraciju koja nije opterećena emisijama iz saobraćajnih tokova. Razlika između dve vrednosti koncentracija CO predstavlja koncentraciju CO generisanu iz procesa odvijanja saobraćaja. U okviru analize rezultata, posebno će biti ispitana zavisnost koncentracije CO od pojedinih meteoroloških parametara i drugih polutanata. Pojedini meteorološki parametri (temperatura, brzina vetra) i polutanti, mogu uticati na povećanje, odnosno smanjenje koncentracije CO. Posebno će biti ispitana zavisnost koncentracije O₃ od koncentracije CO. Upravo je CO, pored NO_x i VOCs, jedan od glavnih prekursora O₃.

Na osnovu poznavanja intenziteta pojedinih saobraćajnih tokova, vremena faznog pomeranja, empirijskih vrednosti meteoroloških parametara, moguće je formirati matematički model koji bi sa dovoljnom pouzdanošću omogućio simulaciju i vrednovanje uticaja saobraćajnih tokova i meteoroloških parametara na koncentracione nivoe CO.

Rezultati dobijeni na osnovu sprovedenog istraživanja u okviru disertacije predstavljaju osnovu za preduzimanje određenih aktivnosti, kako na polju unapređenja kvaliteta ambijentalnog vazduha, tako i na polju planiranja i regulisanja saobraćaja. U okviru unapređenja kvaliteta ambijentalnog vazduha, rezultati će predstavljati polaznu osnovu za izradu akcionih planova smanjenja zagađenja ambijentalnog vazduha. S druge strane, dobijeni rezultati će omogućiti testiranje efekata različitih saobraćajnih politika u cilju pronalaženja optimalnog saobraćajnog rešenja.

Osim toga, rezultati će imati za cilj i podizanje svesti kod nosioca izvršne i zakonodavne vlasti, kao i stručnih lica i javnosti, u cilju definisanja i realizacije mera i aktivnosti na zaštiti i unapređenju stanja i kvaliteta ambijentalnog vazduha. Realizacijom postavljene hipoteze, ostvario bi se značajan naučni doprinos u utvrđivanju modela vrednovanja, ne samo za emisije CO, nego i za druge polutante čiji primarni izvor predstavljaju drumska motorna vozila.

8. PODRUČJE I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

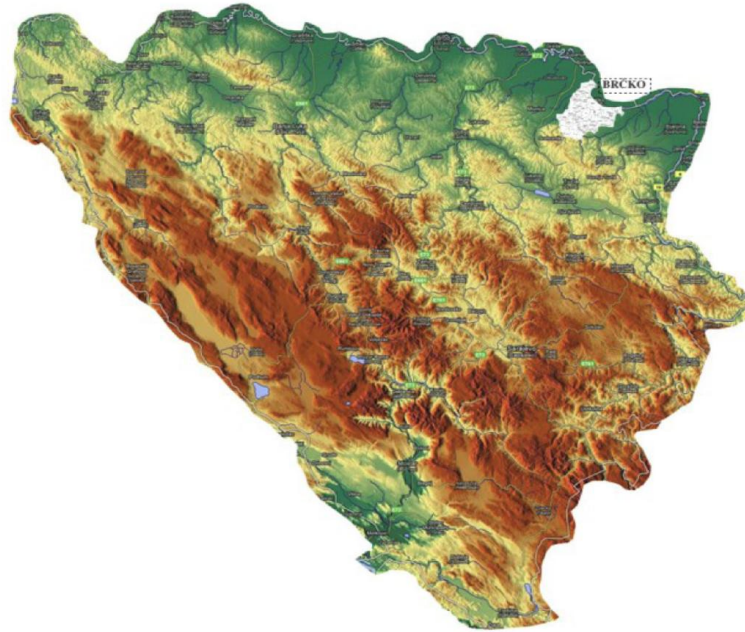
U cilju dokazivanja polazne hipoteze sprovedena su istraživanja koja su realizovana na dve lokacije u urbanom području grada Brčko distrikta BiH. Na lokaciji JU Peta osnovna škola evidentirane su pojedine vrste saobraćajnih tokova, njihovi intenziteti i vremenske neravnomernosti. Pored saobraćajnih tokova, na predmetnoj lokaciji mereni su osnovni meteorološki parametri (temperatura, atmosferski pritisak, intenzitet sunčevog zračenja, vlažnost vazduha, brzina i smer vetra i dr.) i koncentracija pojedinih polutanata (CO, NO_x, O₃, SO₂ i PM). Pozadinsko merenje realizovano je u ulici Ciglana bb i obuhvatalo je merenje meteoroloških parametara (temperatura, atmosferski pritisak, intenzitet sunčevog zračenja, vlažnost vazduha, brzina i smer vetra i dr.) i koncentracije polutanata (CO, NO_x, SO₂ i PM).

8.1. Definisane područja istraživanja

Osnovne karakteristike klime Bosne i Hercegovine određuje više geografskih faktora. Klima BiH varira od umereno kontinentalne u severnom delu Panonske nizije duž reke Save, do alpske klime u planinskim regionima i mediteranske klime u priobalnom području i u području niske Hercegovine na jugu i jugoistoku [58].

Veliki uticaj na klimu BiH imaju Atlanski okean na zapadu, Sredozemno, Jadransko more i Afrika na jugu, te prostrane kontinentalne mase Evrope na severu i Azije na severoistoku i istoku. Sa Atlantskog okeana i Sredozemnog mora vetrovi donose tople i vlažne vazdušne mase. Dolaskom do Dinarske vjenačne planine, vazdušne mase se uzdižu uz planinske padine, rashlađuju, kondenzuju, te dovode do pojave padavina. Strujanje toplog i suvog vazduha iz Afrike, tokom leta uzrokuje visoke temperature u slučaju niskog vazdušnog pritiska iznad Evrope. U hladnijem periodu godine, kad se iznad severoistočne Evrope obrazuje visoki vazdušni pritisak, dolazi do cirkulacije hladnog arktičkog vazduha. Sredozemni klimatski uticaji su značajno umanjeni, pa samo primorje i niska Hercegovina imaju mediteransku klimu. Dinarska planinska oblast modifikuje sredozemne vazdušne mase s juga, a s druge strane štiti Mediteran od prodora hladnih vazdušnih masa sa severa. Značajan prodor mediteranskih klimatskih uticaja oseća se samo duž doline reke Neretve.

Na nadmorskim visinama preko 1000 m, prosečna temperatura varira od -4 do -7 °C u januaru, odnosno od 9 do 14 °C u julu. Na jadranskom primorju i u niskoj Hercegovini, temperatura vazduha varira od 3 do 9 °C u januaru i od 22 do 25 °C u julu. Na području BiH evidentirana je i ekstremno niska temperatura od -41.8 °C, kao i ekstremno visoka temperatura koja je iznosila 42.2 °C. Nizijski delovi BiH na severu imaju srednju godišnju temperaturu između 10 i 12 °C, a u oblastima preko 500 m nadmorske visine, temperatura je ispod 10 °C. Srednja godišnja temperatura u priobalnom području iznosi između 12 i 17 °C. Na slici 8.1. prikazan je izgled reljefa Bosne i Hercegovine sa pložajem Brčko distrikta BiH.



Slika 8.1. Reljef Bosne i Hercegovine sa položajem Brčko distrikta BiH

Godišnje količine padavina variraju od 800 mm na severu duž reke Save, do 2000 mm u centralnim i jugoistočnim planinskim regionima. U kontinentalnom delu BiH koji pripada slivu reke Dunav, glavni deo godišnjih padavina javlja se u toplijoj polovini godine, dostižući maksimum u junu mesecu. Centralni i južni deo, sa brojnim planinama i uskim obalnim područjima nalazi se pod uticajem Jadranskog mora, tako da su mesečne maksimalne količine padavina kasno u jesen i početkom zime, većinom u novembru i decembru.

Trajanje sunčanih perioda smanjuje se od primorja prema unutrašnjosti i ka višim nadmorskim visinama. Godišnja suma trajanja sunčanih sati u centralnoj planinskoj oblasti iznosi od 1700 do 1900 sati, što je posledica velike oblačnosti koja se kreće od 60 do 70 % ukupnog vremena. Zbog čestih magli tokom hladnog perioda godine, sunčevo zračenje u unutrašnjosti je manje nego na istoj nadmorskoj visini u primorju. U južnim regionima broj sunčanih sati iznosi od 1800 do 2000, više u istočnom delu nego na zapadu. Uzrok tome jeste smanjenje oblačnosti od zapada ka istoku.

U hidrografskom smislu, BiH pripada crnomorskom i jadranskom slivu. Vododelnica između slivova je orografsko razvođe koje prolazi preko planina Plješevica, Šator, Cincar, Raduša, Bitovnja, Bjelašnica, Treskavica, Zelengora i Volujak. Crnomorskom slivu pripada 70 % ukupnog prostora Bosne i Hercegovine, Jadranski sliv zahvata 24 %, a sa teritorije od 6 %, površinske vode gube se u kraškom podzemlju.

Godišnja količina padavina u Bosni i Hercegovini je nejednako raspoređena. Količina padavina povećava se od juga prema Dinarskom gorju, a zatim ponovo opada prema Peripanonskom obodu. Sneg je redovna zimska pojava koja se na planinskim vrhovima zadržava i do 6 meseci godišnje. Prosečna godišnja količina padavina u BiH je oko 1250 mm, što, uzimajući u obzir površinu BiH, iznosi $64 \cdot 10^9 \text{ m}^3$ vode, odnosno 2030 m^3/s . Oticanje vode sa teritorije BiH je 1155 m^3/s ili 57 % ukupne količine padavina. Međutim ove količine vode nisu ravnomerno raspoređene, ni prostorno ni vremenski. Oticanje vode iz sliva reke Save iznosi 722 m^3/s , odnosno 62.5 %, dok je oticanje vode iz Jadranskog sliva 433 m^3/s ili 37.5 % ukupne količine vode.

Brčko distrikt BiH nalazi se u severoistočnom, ravničarskom delu Bosne i Hercegovine. Na jugozapadu se graniči sa opštinom Srebrenik, na jugoistoku sa opštinama Lopare i Čelić, na zapadu sa opštinom Gradačac, a na severozapadu sa opštinom Orašje. Severnu granicu Brčko distrikta BiH, prema Republici Hrvatskoj, čini reka Sava. Sa istočne strane graniči se sa opštinom Bijeljina.

Na području Brčko distrikta BiH zastupljena je umereno- kontinentalna klima sa maksimumom padavina u toplijem delu godine i minimumom krajem hladnog perioda. Padavine su neravnomerno raspoređene tokom godine i iznose od 700 do 800 mm. Prosečna temperatura je iznad 10 °C. Najhladniji mesec u godini je januar sa prosečnom temperaturom od oko 1 °C, a najtopliji juli sa prosečnom temperaturom od oko 21 °C. Nadmorska visina se kreće od 85 do 200 m, samo su obronci planine Majevice od 200 do 400 m nadmorske visine. Dominantan vetar je severac, slabog intenziteta [175].

8.2. Saobraćajni položaj i socioekonomski pokazatelji Brčko distrikta BiH

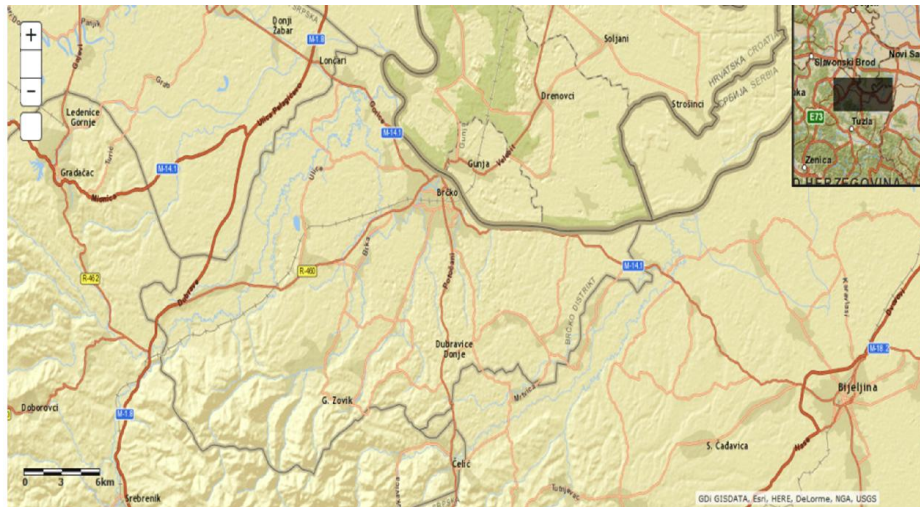
Administrativni centar Distrikta je grad Brčko (44°53'0"N, 18°49'0"E), smešten u severnom delu Distrikta na desnoj obali reke Save, površine 183 km². Grad se nalazi na ušću reke Brke u Savu, na nadmorskoj visini od 96 m i predstavlja izuzetno važan tranzitni centar. Brčko povezuje zapadni i istočni deo Republike Srpske, a osim toga predstavlja važnu vezu između Bosne i Hercegovine i Hrvatske, odnosno Evropske unije. Na teritoriji Brčko distrikta BiH registrovano je 79 mesnih zajednica. Na slici 8.2. dat je izgled Brčko distrikta BiH sa naseljenim mestima.



Slika 8.2. Brčko distrikta BiH sa naseljenim mestima

Najveća prednost Brčko distrikta BiH je izuzetno povoljan geografski položaj koji omogućava komunikaciju sa evropskim zemljama. Distrikt je skoro podjednako udaljen od velikih industrijskih i ekonomskih centara Beograda (200 km), Zagreba (270 km) i Sarajeva (210 km). Osim toga, u Brčkom se na reci Savi nalazi luka koja je ujedno i najveća

međunarodna rečna luka u BiH. Ova luka povezuje plovni put Crno- Severno- Baltičko more. Na slici 8.3. prikazan je saobraćajni položaj Brčko distrikta BiH.



Slika 8.3. Saobraćajni položaj Brčko distrikta BiH

Kroz Brčko distrikt BiH pružaju se dva magistralna puta: M–14.1, dužine 31.75 km i M–1.8, dužine 5.3 km. Magistralni put M–14.1 prolazi kroz grad Brčko u dužini od 9 km. Kroz područje Brčko distrikta BiH prolaze i dva regionalna puta: R–460, dužine 23.2 km i R–458, dužine 13.6 km. Oba regionalna puta prolaze kroz grad i to: put R–460 u dužini od oko 3.3 km, a regionalni put R–458 u dužini od oko 3.6 km.

Kroz Brčko distrikt BiH prolazi i važna železnička veza koja povezuje tuzlanski basen, preko čvora u Vinkovcima sa zemljama Srednje i Zapadne Evrope. Železnička pruga je neelektrifikovana i omogućava razvijanje brzina do maksimalno 50 km/h.

Jedan krak pruge u samom gradu, odvaja se za rečnu luku koja se nalazi na reci Savi. Luka u Brčkom je najveća međunarodna rečna luka u Bosni i Hercegovini. Reka Sava je glavna plovna reka Bosne i Hercegovine, povezana sa rekam Dunav, koji se smatra Trans-evropskim transportnim koridorom VII.

Prema preliminarnim rezultatima popisa stanovništva, domaćinstava i stanova u BiH iz 2013. godine, ukupan broj stanovnika na teritoriji Brčko distrikta BiH je 93028. Ukupno je registrovano 27341 domaćinstvo. Prosečno domaćinstvo u Brčko distriktu BiH broji 3.4 člana [89]. U samom gradu živi 43859 stanovnika. Prema podacima Agencije za statistiku BiH prosečna starost stanovništva Brčko distrikta BiH u 2014. godini je iznosila 38.80 godina (muškarci 37.83 i žene 39.76 godina).⁸ Stopa prirodnog priraštaja je negativna i u 2014. godini je iznosila -1.07 na 1000 stanovnika.

Bruto domaći proizvod u 2013. godini je iznosio $633747 \cdot 10^3$ KM, što je oko 8380 KM/stanovniku. Broj zaposlenih u aprilu mesecu 2015. godine je bio 16503, a nezaposlenih 12391. Prosečna visina neto plate u istom mesecu je iznosila 822.32 KM, a bruto 1275.38 KM. Najviše neto plate bile su u oblasti proizvodnje i snabdevanja električnom energijom, plinom, parom i klimatizacijom (1359.96 KM), dok su najniže plate u delatnosti pružanja smeštaja, te pripreme i usluživanja hrane (425.96 KM).

⁸ <http://www.bhas.ba> (6.12.2015.)

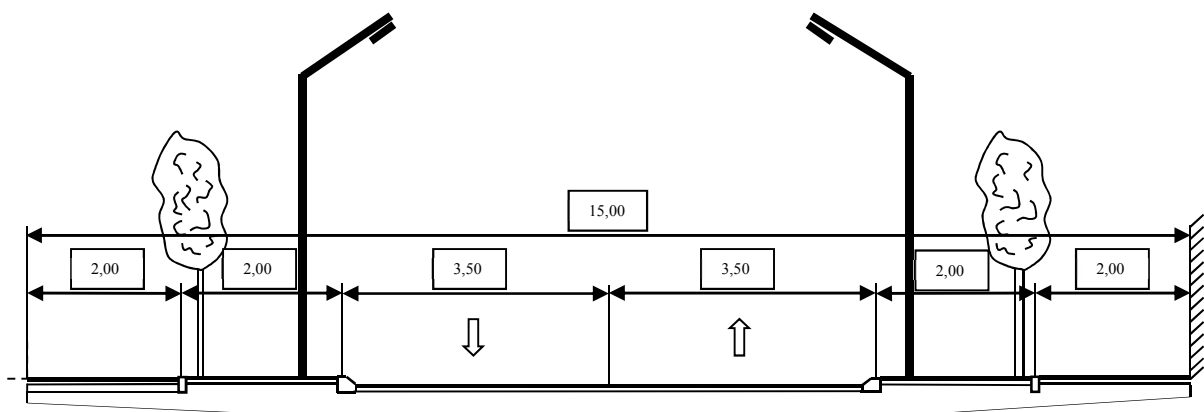
8.3. Ulična mreža grada

Grad Brčko je monocentrično organizovan, tako da se gotovo svi administrativni, trgovački i drugi objekti veće atrakcije nalaze u centru grada, koji se razvijao uz reku Savu. Ulična mreža je nepravilna i uglavnom profila koji ne omogućava izgradnju visoko kapacitivnih saobraćajnica. Položaj graničnog prelaza sa Republikom Hrvatskom i carinskog terminala, koji se nalaze u neposrednoj blizini centra grada, kao i luke i željezničke pruge koja se nalazi u široj centralnoj zoni, usložnjava saobraćajnu situaciju. U okviru postojeće ulične mreže u gradu Brčko, saobraćaj se uglavnom odvija dvosmerno. Jednosmeran saobraćaj odvija se u 14 ulica u ukupnoj dužini od 2.78 km. Pregled ulične mreže grada Brčko dat je na slici 8.4.



Slika 8.4. Pregled ulične mreže grada Brčko

Najveći broj ulica ima standardni profil (Slika 8.5.) koji se sastoji od kolovoza, ivične razdelne trake sa obe strane kolovoza i pešačkih staza. Na području grada postoji samo jedna ulica kod koje je kolovoz fizički podeljen na dve kolovozne trake, a to je ulica Bulevar mira.



Slika 8.5. Standardni profil ulice u naselju

8.4. Motorna vozila Brčko distrikta BiH

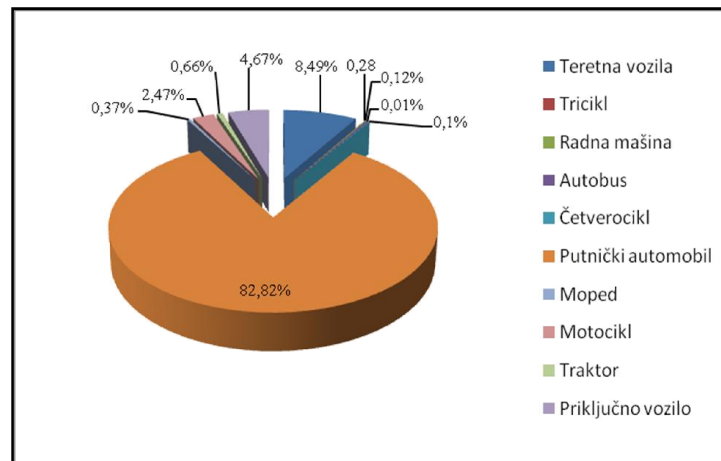
Poslednjih nekoliko godina Brčko distrikt BiH je imao veoma dinamičan privredni i ekonomski razvoj, o čemu najbolje govori povećanje BDP- a sa $492438 \cdot 10^3$ KM koliko je iznosio u 2006 godini na $633747 \cdot 10^3$ KM u 2013. godini. Ovakav rast u velikoj meri je imao pozitivan uticaj na stanje saobraćajnog sistema, prvenstveno na drumski saobraćaj, kao najvažniji i najfleksibilniji saobraćajni podsistem. Prema podacima Agencije za identifikaciona dokumenta, evidenciju i razmjenu podataka BiH, početak XXI veka karakteriše veliko povećanje stepena motorizacije, koje iznosi preko 6 % na godišnjem nivou.

U Brčko distriktu BiH u 2014. godini registrovana su ukupno 39982 drumska vozila, što u odnosu na 2013. godinu predstavlja povećanje od 3054 vozila odnosno 8.27 %, a u odnosu na 2010. godinu predstavlja povećanje od 9368 vozila, odnosno 30.60 %.⁹ U tabeli 8.1. dati su podaci o ukupnom broju registrovanih drumskih vozila u Brčko distriktu BiH za 2010, 2011, 2012, 2013 i 2014. godinu.

Tabela 8.1. Podaci o ukupnom broju registrovanih drumskih motornih vozila

	2010. god.	2011. god.	2012. god.	2013. god.	2014.god.
Reg. voz.	30614	32920	34749	36928	39982

Od ukupnog broja registrovanih drumskih vozila u 2014. godini, putničkih automobila je bilo 82.82 %, teretnih vozila 8.49 %, motocikala 2.47 %, dok je ostalih vozila (moped, radne mašine, traktor, tricikl, četverocikl, priključna vozila) bilo 6.22 %. Struktura voznog parka Brčko distrikta BiH po kategorijama vozila predstavljena je na slici 8.6.

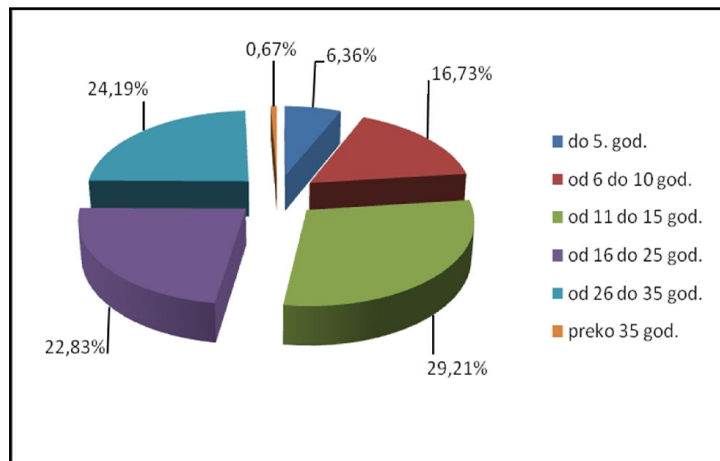


Slika 8.6. Struktura voznog parka Brčko distrikta BiH po kategorijama vozila

Starosna struktura voznog parka Brčko distrikta BiH je izuzetno nepovoljna. U voznom parku Brčko distrikta BiH u 2014. godini preovladavala su vozila starija od 10 godina, sa učešćem od 29.21 % u ukupnom broju vozila. Nakon ovih vozila, slede vozila čija je starost više od 25 godina, odnosno vozila starosti između 26 i 35 godina, takvih je bilo ukupno 24.19 %. Vozila starosti do 10 godina, odnosno između 0 i 5 godina i vozila od 6 do 10 godina čine

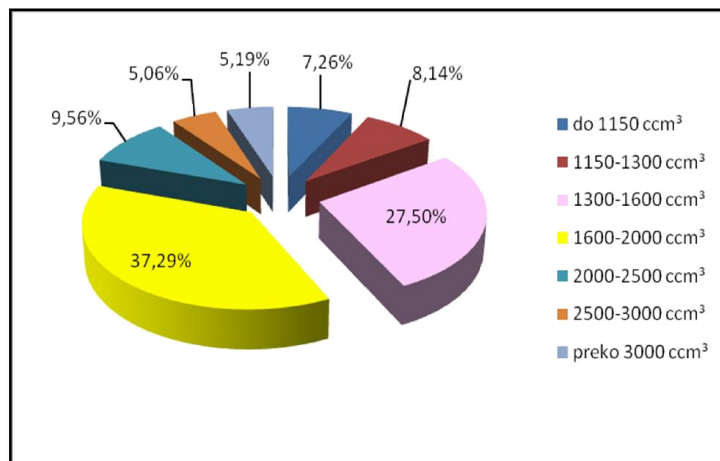
⁹ <http://www.iddeea.gov.ba/>, 17.12.2015. godine

svoga 23.09 % voznog parka Brčko distrikta BiH. Na slici 8.7. dat je grafički prikaz starosne strukture voznog parka Brčko distrikta BiH u 2014. godini.



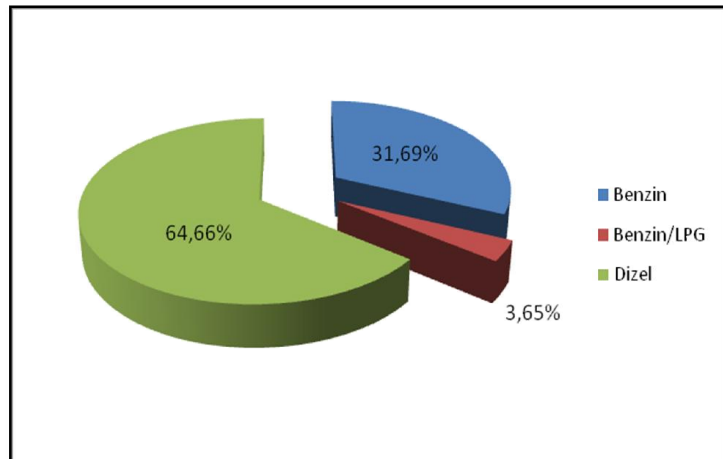
Slika 8.7. Starosna struktura voznog parka Brčko distrikta BiH

U strukturi voznog parka prema zapremini motora, preovladavala su vozila sa zapreminom motora od 1300 do 2000 ccm³ i takvih vozila je bilo 64.79 %. Vozila sa zapreminom motora između 1600 i 2000 ccm³ bilo je 37.29 %, dok je vozila sa zapreminom motora između 1300 i 1600 ccm³ bilo 27.50 %. Vozila sa zapreminom motora do 1150 ccm³ činila su tek 7.26 % voznog parka i većina njih bili su motocikli, mopedi i dr. vozila čija je upotreba sezonskog karaktera. Na slici 8.8. predstavljena je struktura voznog parka Brčko distrikta BiH u zavisnosti od zapremine motora.



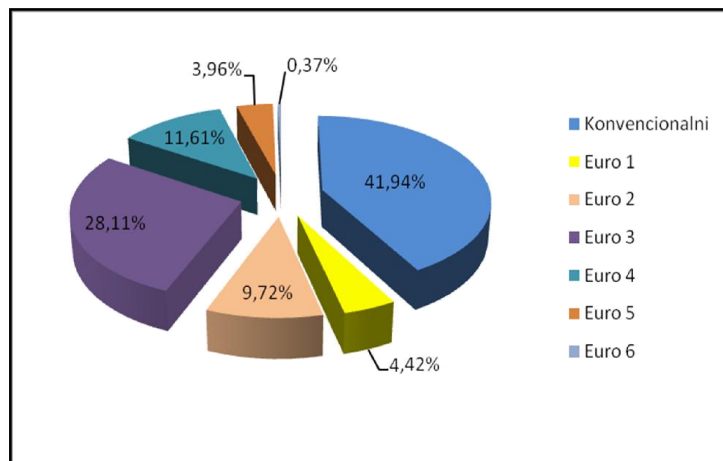
Slika 8.8. Struktura voznog parka u zavisnosti od zapremine motora

Od ukupnog broja registrovanih vozila u 2014. godini, skoro 2/3 vozila, odnosno njih 64.66 % imalo je pogonske agregate na dizel gorivo, 31.69 % koristilo je benzin, dok je samo 3.65 % vozila koja su koristila benzin i TNG. Struktura voznog parka Brčko distrikta BiH u zavisnosti od vrste pogonskog goriva koje se koristi predstavljena je na slici 8.9.



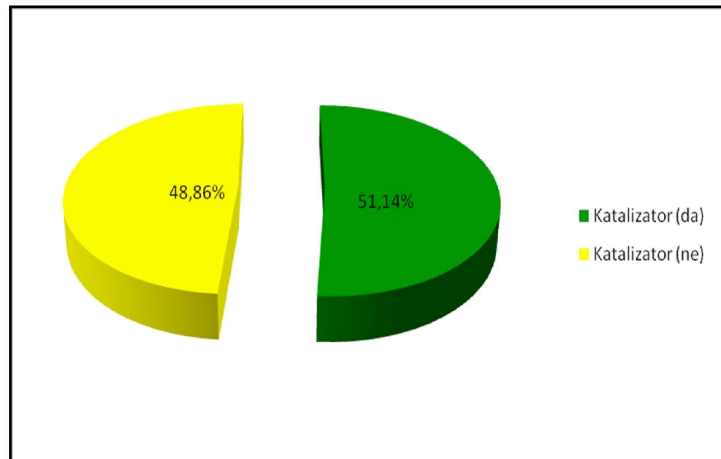
Slika 8.9. Struktura voznog parka u zavisnosti od vrste pogonskog goriva

Direktna posledica starosne strukture voznog parka Brčko distrikta BiH, jeste upotreba savremenih motora. Najsavremeniji motori, koji ispunjavaju Euro 5 i Euro 6 standarde nalazili su se kod svega 4.33 % vozila, dok je najveći broj vozila posedovao konvencionalne motore, čak njih 41.94 %. Na slici 8.10. dat je prikaz strukture voznog parka Brčko distrikta BiH u zavisnosti od ekoloških karakteristika motora.



Slika 8.10. Struktura voznog parka u zavisnosti od ekoloških karakteristika motora

Vozila sa ugrađenim katalizatorom bilo je 51.14 %, dok je bez katalizatora bilo 48.86 % vozila. Na slici 8.11. predstavljena je struktura voznog parka Brčko distrikta BiH u zavisnosti od prisustva katalizatora u vozilima.



Slika 8.11. Struktura voznog parka u zavisnosti od prisustva katalizatora

8.5. Merne lokacije i metodologija istraživanja

Lokacije uzorkovanja odabrane su u skladu sa izvorom emisije, bezbednosti, pristupom, dostupnosti električne energije, vidljivosti mernog mesta u odnosu na okolinu, mogućnostima određivanja mesta za uzimanje uzoraka za različite polutante na istoj lokaciji i zahtevima prostornog planiranja. Merenje meteoroloških parametara i polutanata obavljeno je pomoću mobilne merne stanice, koja se nalazi u vlasništvu Vlade Brčko distrikta BiH, Odeljenja za prostorno planiranje i imovinsko pravne poslove (Prilog II). Mobilna merna stanica se sastoji od analizatora (APMA- 370, APNA- 370, APSA- 370, APOA- 370 i F- 701- 20) i pomoćnih jedinica. Ovi uređajaji omogućavaju merenje meteoroloških parametara (temperatura i vlažnost vazduha, vazdušni pritisak, intenzitet sunčevog zračenja, brzina i smer vetra) i koncentracije polutanata (CO, SO₂, PM, NO_x, i O₃). Zavisnost koncentracije CO od pojedinih meteoroloških parametara i polutanata posebno će biti ispitana u devetom poglavlju. Promene meteoroloških parametara mogu dovesti do značajnih promena u vrednostima CO. Snimanje intenziteta i strukture saobraćajnog toka, kao i vremenske neravnomernosti toka, realizovano je pomoću digitalne kamere. Nakon snimanja, obavljena je validacija rezultata. U toku istraživanja evidentirani su tokovi putničkih automobila (PA), lakih teretnih vozila (LTV), srednjih teretnih vozila (STV), teških teretnih vozila (TTV), auto vozova (AV) i autobusa (BUS).

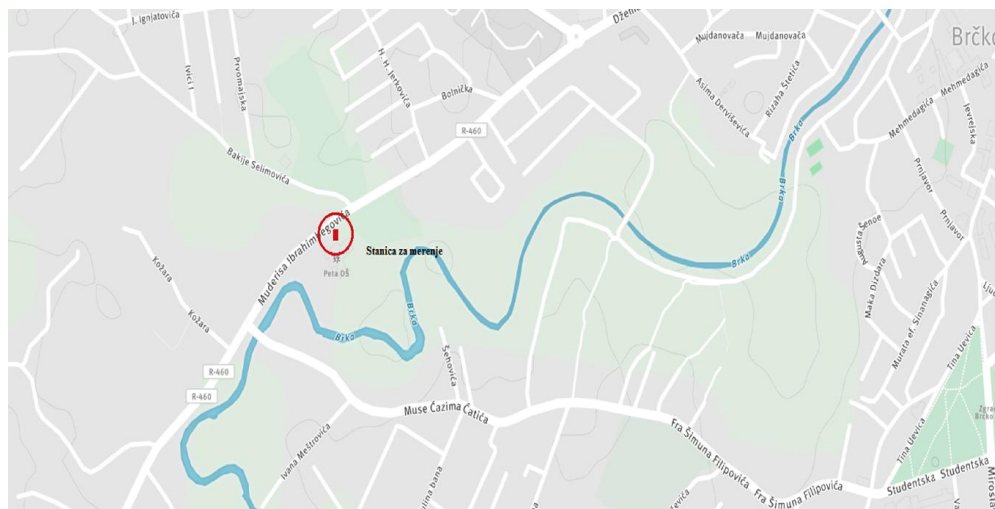
Merna lokacija (Peta osnovna škola, Muderisa Ibrahimbegovića, broj 75, 44°52'24.8"N, 18°47'26.3"E) pozicionirana je u stambenoj zoni grada, namenjenoj isključivo za individualno stanovanje (Slika 8.12.). Utvrđivanje nivoa koncentracije polutanata u ambijentalnom vazduhu, meteoroloških parametara i podataka o saobraćajnom toku realizovano je u periodu od 15. novembra, (od 18.00 sati) do 8. decembra 2014. godine (do 8.00 sati), u 784 satna intervala.

Prilikom izbora lokacije za merenje koncentracije polutanata u ambijentalnom vazduhu Brčko distrikta BiH, bilo je neophodno da lokacija ispunjava određene uslove [133]:

- uzorkovanje vazduha na otvorenom je takvo da omogućava slobodno strujanje vazduha (u luku od najmanje 270°) i bez prepreka koje bi mogle uticati na strujanje vazduha (udaljenost od nekoliko metara od zgrada, balkona, drveća i drugih prepreka);
- usisna cev za uzimanje uzoraka postavlja se na visini između 1.5 m i 4 m iznad tla;

- kako bi se izbegao direktan uticaj emisija polutanata koje nisu izmešane sa ambijentalnim vazduhom, uzorkovanje se ne sme obavljati u neposrednoj blizini izvora emisije;
- postavljanje ispusne cevi mora biti takvo da se izbegne ponovo usisavanje vazduha;
- neophodno je da mesto za uzimanje uzoraka vazduha u svrhu praćenja uticaja saobraćaja bude udaljeno najmanje 25 m od glavnih raskrsnica i najviše 10 m od ivičnjaka.

Podaci o izmerenim koncentracijama polutanata i meteorološkim parametrima su automatski evidentirani u digitalnom obliku, dok su podaci o intenzitetu i strukturi saobraćajnog toka snimani kamerom. Nakon merenja koncentracije polutanata, izvršena je kontrola vrednosti i validacija rezultata nakon čega je ustanovljeno da podaci o NO_x nisu validni zbog tehničkih problema sa pumpom merne stanice (pojava diskontinualne koncentracije). Takođe je utvrđeno da podaci o koncentraciji SO_2 imaju impulsne vrednosti u ponoćnim časovima (industrijska emisija), a podaci o CO imaju kontinualne i periodične vrednosti.



Slika 8.12. Mikrolokacija uzorkovanja polutanata

Pored merenja koja su obavljena u neposrednoj blizini tranzitne saobraćajnice, obavljeno je i pozadinsko merenje. Pozadinsko merenje obuhvatalo je merenje koncentracije CO i meteoroloških parametara. Lokacija pozadinskog merenja nalazila se u ulici Cigłana, bb (44°55'04.28"N, 18°47'22.03"E) u neposrednoj blizini reke Save. Navedena lokacija je u okviru urbanog područja grada Brčko namenjenog isključivo za individualno stanovanje, sa veoma malom gustinom naseljenosti. U neposrednoj blizini navedene lokacije ne postoje intenzivni saobraćajni tokovi. Udaljenost pozadinske lokacije od magistralnog puta M 14.1, koji se nalazi na jugozapadu, iznosi oko 300 m. Severno od pozadinske lokacije nalazi se reka Sava na udaljenosti od 250 m. Između reke Save i mobilne stanice nalazi se šumsko zemljište i zelene površine. Merenje koncentracije CO i meteoroloških parametara (lokacija „Sava“) pomoću mobilne stanice realizovano je u periodu od 05.11.2011. godine do 03.12.2011. godine. Ovaj period odgovara sezonskom periodu merenja koncentracije polutanata i snimanja saobraćajnih tokova na lokaciji JU Pete osnovne škole.

8.6. Stanica za merenje– elementi i način rada

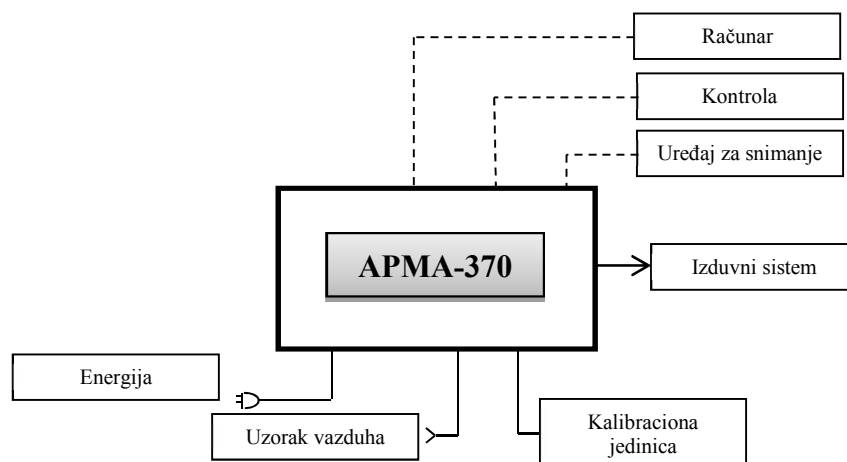
Praćenje koncentracije polutanata u vazduhu je veoma važno, kako bi se stekli neophodni uslovi za sagledavanje njihovog mogućeg uticaja na životnu sredinu i zdravlje ljudi. Moderan monitoring sistem praćenja emisije polutanata, uz primenu savremene metodologije i opreme, omogućava precizno i tačno određivanje sastava vazduha i koncentracije pojedinih polutanata.

Oprema koja služi za merenje treba da ima visoku osetljivost, selektivnost i pouzdanost, malo kašnjenje, te mogućnost dugotrajnog rada. Pod osetljivošću se podrazumeva najmanja koncentracija ili promena koncentracije materije koja se još može meriti. Merni uređaji za merenje rade selektivno, ako je kod mernog signala odstranjen uticaj drugih komponenti analizirane smeše. U slučaju jednog takvog uticaja, radi se o poprečnoj osetljivosti opreme za merenje. Pouzdanost obuhvata i druge osobine opreme kao što su reproduktivnost malih vrednosti, osetljivost i neosetljivost u odnosu na promene radnih uslova i uslova okoline.

Stanica za merenje stanja i kvaliteta vazduha smeštena je u mobilno transportno sredstvo. Sama stanica opremljena je automatskim monitorima, data logger-om, koji se koristi za prenos podataka i uređajima za određivanje osnovnih meteoroloških parametara. Sastavne delove stanice čine i analizatori za određivanje koncentracije pojedinih polutanata, kao i pomoćni uređaji neophodni za normalan i precizan rad istih. Analizatori koji se nalaze u mobilnoj stanici i koji se koriste za merenje koncentracije polutanata su: APMA-370, APNA-370, APSA-370, APOA-370 i analizator čestica F-701-20. Pomoćni uređaji koji se koriste u radu stanice su kalibraciona jedinica i generator nultog gasa. Kalibracija analizatora i pomoćnih uređaja obavljena je u decembru mesecu 2013. godine od strane firme „Theiss“ d.o.o. iz Sarajeva. U cilju dobijanja tačnih i pouzdanih rezultata merenja, kalibracija se obavlja svakih 12 meseci. U Prilogu III rada dati su izveštaji o izvršenim kalibracijama.

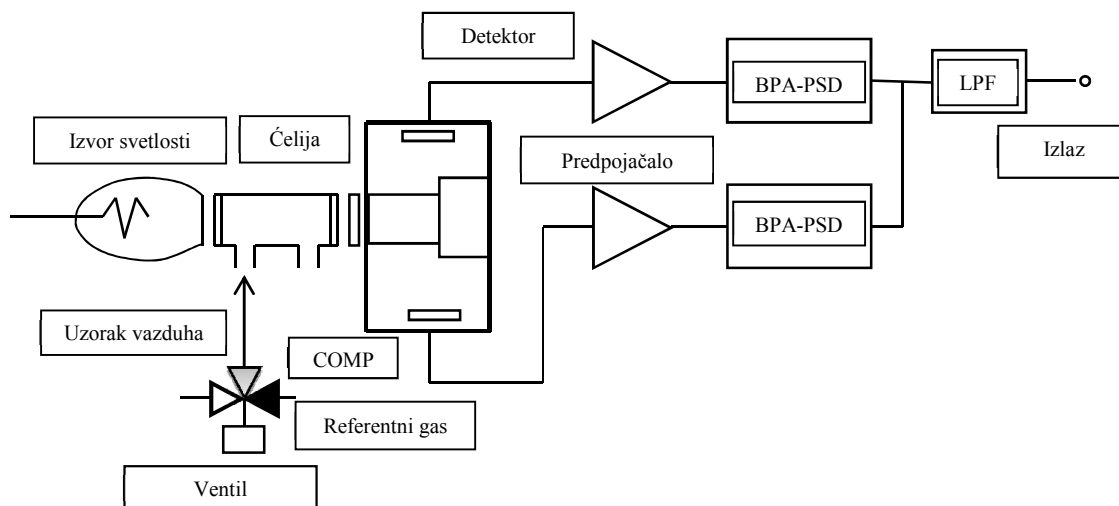
8.6.1. Analizator APMA-370

Analizator APMA-370 koristi se za merenje koncentracije CO u ambijentalnom vazduhu. Ova vrsta analizatora usaglašena je sa Direktivom 89/336/EEC. Merni opseg analizatora APMA-370 kreće se od 0 do 10/20/50/100 ppm, a osetljivost uređaja je na 0.05 ppm. Izgled sistema za merenje koncentracije CO u ambijentalnom vazduhu pomoću analizatora APMA-370 prikazan je na slici 8.13.



Slika 8.13. Sistem za merenje koncentracije CO u ambijentalnom vazduhu

Određivanje koncentracije CO u ambijentalnom vazduhu zasnovano je na metodi nedisperzivne infracrvene fotometrije (non-dispersive infrared technique- NDIR). Nedisperzivna infracrvena fotometrija zasniva se na principu propuštanja infracrvene svetlosti kroz mernu ćeliju i detektor. Ugljen- monoksid (CO), kao i dugi gasovi (CO₂ i CH₄), pokazuje karakteristične apsorpcione linije u infracrvenom rasponu spektra između 2 i 15 μm. Za CO maksimum je 4.66 μm. Poređenjem intenziteta svetla nultog i uzorka gasa određuje se koncentracija analiziranog vazduha. Ove promene registruje detektor, koji razliku pretvara u električni signal. Nakon toga vrši se obrada električnog signala i ispis podataka o koncentraciji CO. Uređaj za analizu ambijentalnog vazduha metodom NDIR prikazan je na slici 8.14.



Slika 8.14. Uređaj za analizu ambijentalnog vazduha metodom NDIR

8.6.2. Analizatori APNA-370, APSA-370, APOA-370, F-701-20 i drugi uređaji

Analizator APNA-370 služi za merenje koncentracije NO_x u ambijentalnom vazduhu. Ova vrsta analizatora usaglašena je sa Direktivom 89/336/EEC. Merni raspon analizatora APNA-370 kreće se od 0 do 0.1/0.2/0.5/1.0 ppm, a osetljivost uređaja je na 0.5 ppb. Izgled sistema za merenje NO_x u ambijentalnom vazduhu pomoću analizatora APNA-370 prikazan je na slici 1 (Prilog IV).

Merenje koncentracije NO_x u ambijentalnom vazduhu zasnovano je na metodi hemijske luminiscencije (chemoluminescence- CLD). Kod metoda hemijske luminiscencije, dolazi do reakcije O₃ i vazduha koji u sebi sadrži NO_x. Kada O₃ dođe u dodir sa uzorkom vazduha koji u sebi sadrži NO_x, deo NO koj se nalazi u uzorku vazduha oksidira u NO₂. Nastali NO₂ nalazi se u nestabilnom stanju i kao takav emituje fotone svetlosti sve do trenutka dok ne postane stabilan. Reakcija je izuzetno brza i uključuje samo NO. Kada je koncentracija NO niska, intenzitet svetlosti proporcionalan je koncentraciji NO. Merenje koncentracije NO i NO₂ u vazduhu zasnovano na ovakvoj vrsti reakcije naziva se hemijska luminiscencija.

U analizatoru pomoću koga se vrši određivanje koncentracije, uzorak vazduha je podeljen u dva toka. Jedan se koristi za merenje koncentracije NO_x-NO+NO₂ pretvaranjem NO₂ u NO pomoću azotnog pretvarača. Drugi tok vazduha se koristi za direktno merenje NO. Ovi uzorci vazduha se pomoću ventila propuštaju u reakcionu komoru svakih 0.5 sekundi.

Sa druge strane ambijentalni vazduh se usisava iz okoline, prolazi kroz vazdušni filter i filter napunjen silicijumovim gelom. U filteru se vazduh suši, a zatim odlazi u ozonizator gde se formira O₃. Filter za sušenje se sastoji od dva cilindra. Ciklus rada u jednom cilindru traje 180 minuta, nakon toga sa radom započinje proces u drugom. U vremenu od 135 minuta zagrejava se silicijumovog gela na 160 °C, kako bi se vazduh osušio. Nakon toga, gel se hladi u periodu od 45 minuta, a zatim proces započinje u drugom cilindru. U reakcionoj komori, uzorak vazduha i O₃ stupaju u reakciju. Tokom reakcije odvija se emisija fotona svetlosti koji se očitavaju pomoću fotodiode. Analizator izračunava koncentraciju NO, NO₂ i NO_x na osnovu izlaznih rezultata sa fotodiode, koji su proporcionalni koncentraciji NO_x i NO.

Analizator APSA-370 služi za merenje koncentracije SO₂ u ambijentalnom vazduhu. Ova vrsta analizatora usaglašena je sa Direktivom 89/336/EEC. Merni raspon analizatora APSA-370 kreće se od 0 do 0.05/0.1/0.2/0.5 ppm, a osetljivost uređaja je na 0.05 ppb. Izgled sistema za merenje SO₂ u ambijentalnom vazduhu pomoću analizatora APSA-370 prikazan je na slici 2. (Prilog IV).

Određivanje koncentracije SO₂ u ambijentalnom vazduhu ostvaruje se metodom ultraljubičaste fluorescencije (ultraviolet fluorescence- UVF). Kada se uzorak vazduha ozrači ultraljubičastim (UV) zrakom (talasne dužine 215 nm), SO₂ emituje svetlost različitih talasnih dužina (u intervalu od 240 do 420 nm). Ultraljubičasta svetlost (UV) služi za pobudu, odnosno za početak reakcija, dok se emitovana svetlost naziva fluorescencija. Iz tih razloga se metoda za određivanje koncentracije SO₂ u ambijentalnom vazduhu na ovaj način zove metoda ultraljubičaste fluorescencije.

Analizator APOA-370 služi za merenje koncentracije O₃ u ambijentalnom vazduhu. Ova vrsta analizatora usaglašena je sa Direktivom 2004/108/EC. Merni raspon analizatora APOA-370 kreće se od 0 do 0.05/0.1/0.2/0.5 ppm, a osetljivost uređaja je na 0.05 ppb. Izgled sistema za merenje O₃ u ambijentalnom vazduhu pomoću analizatora APOA-370 prikazan je na slici 3. (Prilog IV).

Rad analizatora APOA-370 zasnovan je na metodi nedisperzivne ultraljubičaste apsorpcije (non-dispersive ultra-violet- NDUV), odnosno principu unakrsne modulacije. Metoda ultraljubičaste apsorpcije zasniva se na apsorpciji ultraljubičastog zračenja u području od 254 nm. Uzorak ambijentalnog vazduha u kome se nalazi O₃ i referentni gas naizmenično dolaze do merne ćelije. Uporedni proračun automatski izjednačava sva kolebanja u živinom izvoru svetlosti i u detektoru. Uzorak vazduha oslobođen od O₃ koristi se kao referentni gas.

Analizator F-701-20 se koristi za konstantno merenje i snimanje koncentracije suspendovanih čestica koje se nalaze u ambijentalnom vazduhu. Sistem za uzimanje uzoraka vazduha, pomoću koga se realizuje merenje koncentracije suspendovanih čestica, u potpunosti je automatizovan. Veličina čestica koje se mere pomoću ovog uređaja kreću se od 0 do 100 µg/m³, odnosno od 0 do 10 mg/m³. Rezultati merenja koncentracije čestica najčešće se izražavaju u µg/m³. Donja granica osetljivosti uređaja je <2 µg/m³.

Za merenje koncentracije čestica u ambijentalnom vazduhu pomoću ove vrste analizatora primenjuje se radiometrijska metoda. Radiometrijska metoda zasniva se na principu utvrđivanja razlika u intenzitetu beta zračenja čistog vazduha i vazduha koji u sebi sadrži suspendovane čestice. Uzorak vazduha u kome se vrši merenje koncentracija čestica prolazi kroz filter traku koja zadržava čestice, a zatim i kroz staklenu posudu u kojoj se meri

protok vazduha. Nakon toga se vrši radiometrijsko merenje čestica zadržanih na filter papiru. Radiometrijsko merenje se vrši pomoću Beta- emitera i Gajger- Milerovog brojača.

Princip merenja koncentracije čestica zasnovan je na činjenici da beta zračenje slabi pri prolasku kroz određenu materiju. Prilikom određivanja koncentracije čestica pomoću ove metode, meri se intenzitet beta zračenja kroz čisti filter papir. Nakon uzimanja uzorka, obavlja se ponovno merenje beta zračenja kroz filter papir. Razlika u intenzitetima ova dva zračenja predstavlja masu čestica na filter papiru. Rezultati dobijeni na ovaj način su uslovno tačni, jer su dobijeni pod pretpostavkom da su čestice na filter papiru homogeno raspoređene. Ovi podaci predstavljaju apsolutnu masu čestica na konstantnom preseku filter papira. Koncentracija čestica u ambijentalnom vazduhu predstavlja količnik apsolutne mase čestica i zapremine uzorka vazduha. Navedena konstatacija može se izraziti u obliku formule:

$$c = \frac{m}{V} \quad (8.1)$$

gde je c – koncentracija čestica, m - masa čestica i V – zapremina vazduha.

Sistem za merenje koncentracije suspendovanih čestica u ambijentalnom vazduhu prikazan je na slici 4. (Prilog IV).

Prilikom merenja koncentracije SO_2 , NO/NO_2 , i CO u ambijentalnom vazduhu, neophodno je vršiti svakodnevnu kalibraciju mernih uređaja. Proces kalibracije sastoji se iz:

- kalibracije analizatora pomoću eksternih kalibracionih jedinica;
- merenja stvarne koncentracije raspona gasa pomoću AFCU-360;
- korišćenja izmerene vrednosti kao početne vrednosti u budućim kontrolama.

Generator nultog gasa koristi se za prečišćavanje ambijentalnog vazduha od polutanata čije se merenje realizuje. Osim toga, generator nultog gasa koristi se i za potrebe kalibracione jedinice. Generator nultog gasa sastoji se od kompresora i nekoliko filtera. Vazduh neophodan za rad kalibracione jedinice koja je povezana sa generatorom, kao i za rad samog generatora, reguliše se pomoću regulatora pritiska. Nakon podešavanja pritiska vazduha, isti se prečišćava propoštanjem kroz različite filtere.

Ambijentalni vazduh se prvo propušta kroz filter koji je napunjen silicijumovim gelom. Prolaskom vazduha kroz silicijumov gel, isti se oslobađa od molekula vode i na izlazu iz filtera dobija se suvi vazduh. Ovakav vazduh se zatim propušta kroz drugi filter koji je napunjen aktivnim ugljem. Iz suvog vazduha odstranjuje se SO_2 , NO_2 , H_2S i O_3 . Na kraju ciklusa prečišćavanja, vazduh prolazi kroz treći filter koji se sastoji od molekularnog sita i jedinjenja natrijuma i kalcijuma. Na ovaj način se iz ambijentalnog vazduha izdvaja NO . Za odstranjenje CO koriste se četkice koje se nalaze unutar samog generatora.

9. ANALIZA REZULTATA ISTRAŽIVANJA

Na osnovu evidentiranih saobraćajnih tokova, njihovih intenziteta i vremenskih neravnomernosti, kao i rezultata merenja meteoroloških parametara (temperatura, vlažnost vazduha, atmosferski pritisak, intenzitet sunčevog zračenja, brzina i smer vetra) i polutanata (CO i O₃) izvršena je analiza rezultata istraživanja. Analiza obuhvata trodimenzionalni prikaz rezultata u funkciji dana u nedelji i sata u danu, kao i analizu varijanse po faktoru dana u nedelji i sata u danu. Poseban deo analize obuhvata analiza periodičnosti tokova pomoću sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda.

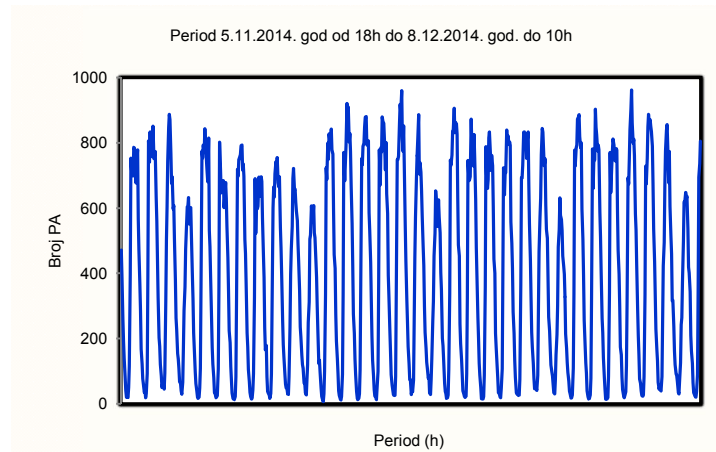
9.1. Analiza rezultata istraživanja intenziteta i strukture toka

U toku istraživanja evidentirani su tokovi putničkih automobila (PA), lakih teretnih vozila (LTV), srednjih teretnih vozila (STV), teških teretnih vozila (TTV), auto vozova (AV) i autobusa (BUS). Osnovna vremenska jedinica posmatranja je 1 sat. Kategorizacija evidentiranih vozila izvršena je u skladu sa Zakonom o osnovama bezbijednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini [208], tako da putničke automobile (PA) obuhvataju vozila B kategorije, laka teretna vozila (LTV) predstavljaju vozila kategorije BE, srednja teretna vozila (STV) su vozila podkategorije C1 i C1E, teška teretna vozila (TTV) su vozila kategorije C, auto vozovi (AV) su vozila kategorije CE, dok autobusi (BUS) odgovaraju kategorijama D i DE. Na osnovu rezultata brojanja vozila, dati su osnovni deskriptivni podaci o parametrima saobraćajnih tokova: vremenski period, minimalan i maksimalan broj vozila u toku, matematičko očekivanje i standardna devijacija tokova (Tabela 9.1.).

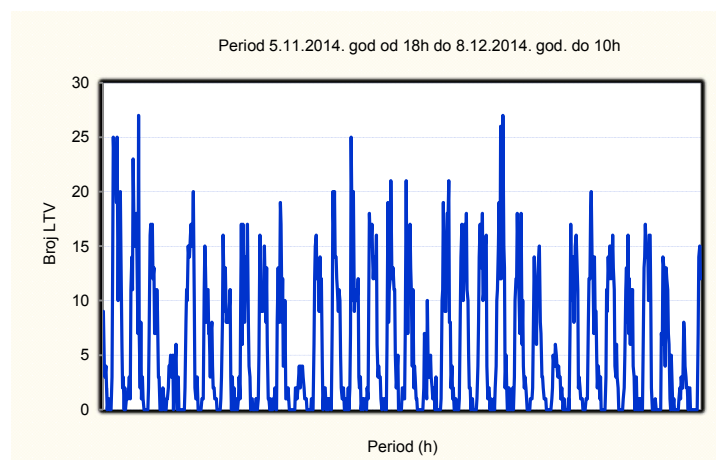
Tabela 9.1. Deskriptivne statističke metode intenziteta tokova po satu

Parametri	Period (h)	Minimum (voz/h)	Maksimum (voz/h)	Matematičko očekivanje (voz/h)	Standardna devijacija (voz/h)
PA	784	7.00	962.00	406.83	302.86
LTV	784	0.00	27.00	5.66	6.15
STV	783	0.00	21.00	2.51	3.08
TTV	784	0.00	28.00	5.97	6.74
AV	784	0.00	54.00	12.20	10.34
BUS	784	0.00	18.00	5.34	3.99

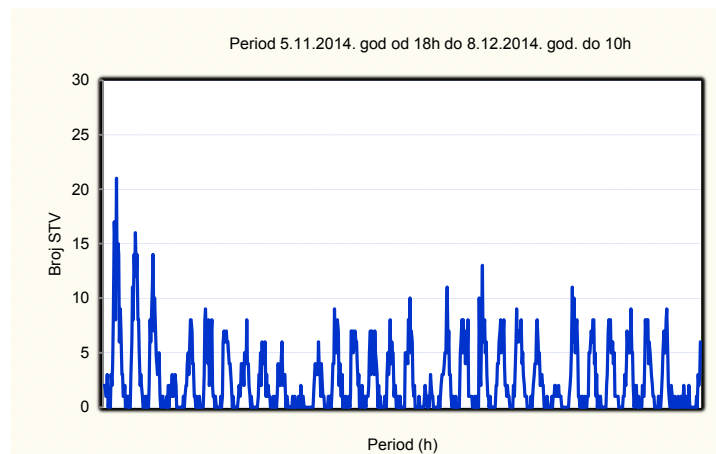
Na slikama od 9.1. do 9.6. dati su prikazi vremenskih serija tokova vozila. U svim vremenskim serijama tokova uočljiv je uticaj dnevnih i nedeljnih neravnomernosti. Posle šest perioda sa velikim intenzitetima saobraćajnog toka (od ponedeljka do subote), dolazi do pojave perioda sa malim intenzitetom saobraćajnog toka (nedelja). Ovakav vid neravnomernosti u toku sedmice očigledan je za PA, LTV, STV i TTV. Za AV i BUS neravnomernost saobraćajnih tokova u sedmici se razlikuje od ostalih tokova, posle pet velikih perioda (od ponedeljka do petka) dolazi do pojave dva manja (subota i nedelja).



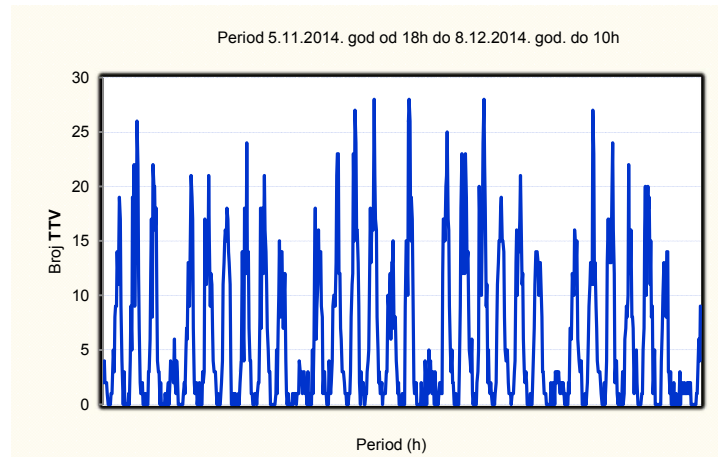
Slika 9.1. Periodična vremenska serija toka putničkih automobila



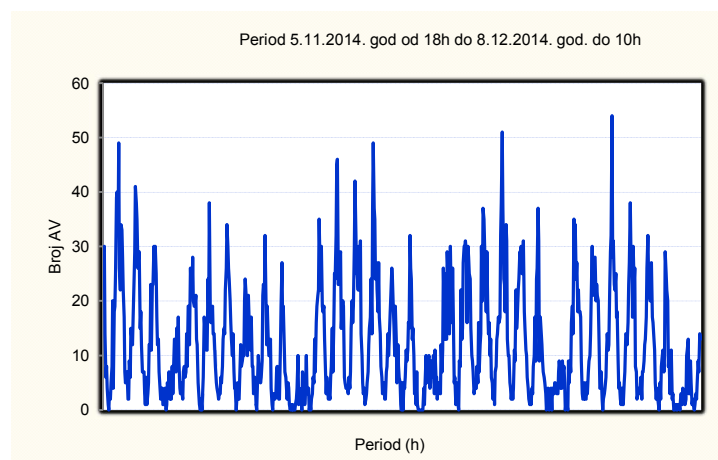
Slika 9.2. Periodična vremenska serija toka lakih teretnih vozila



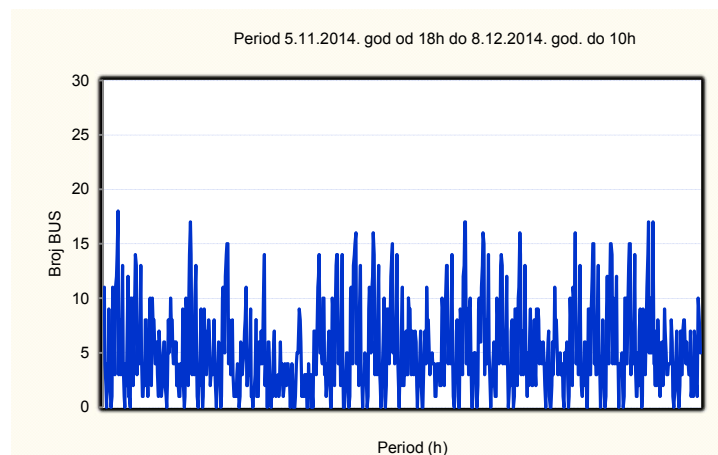
Slika 9.3. Periodična vremenska serija toka srednjih teretnih vozila



Slika 9.4. Periodična vremenska serija toka teških teretnih vozila



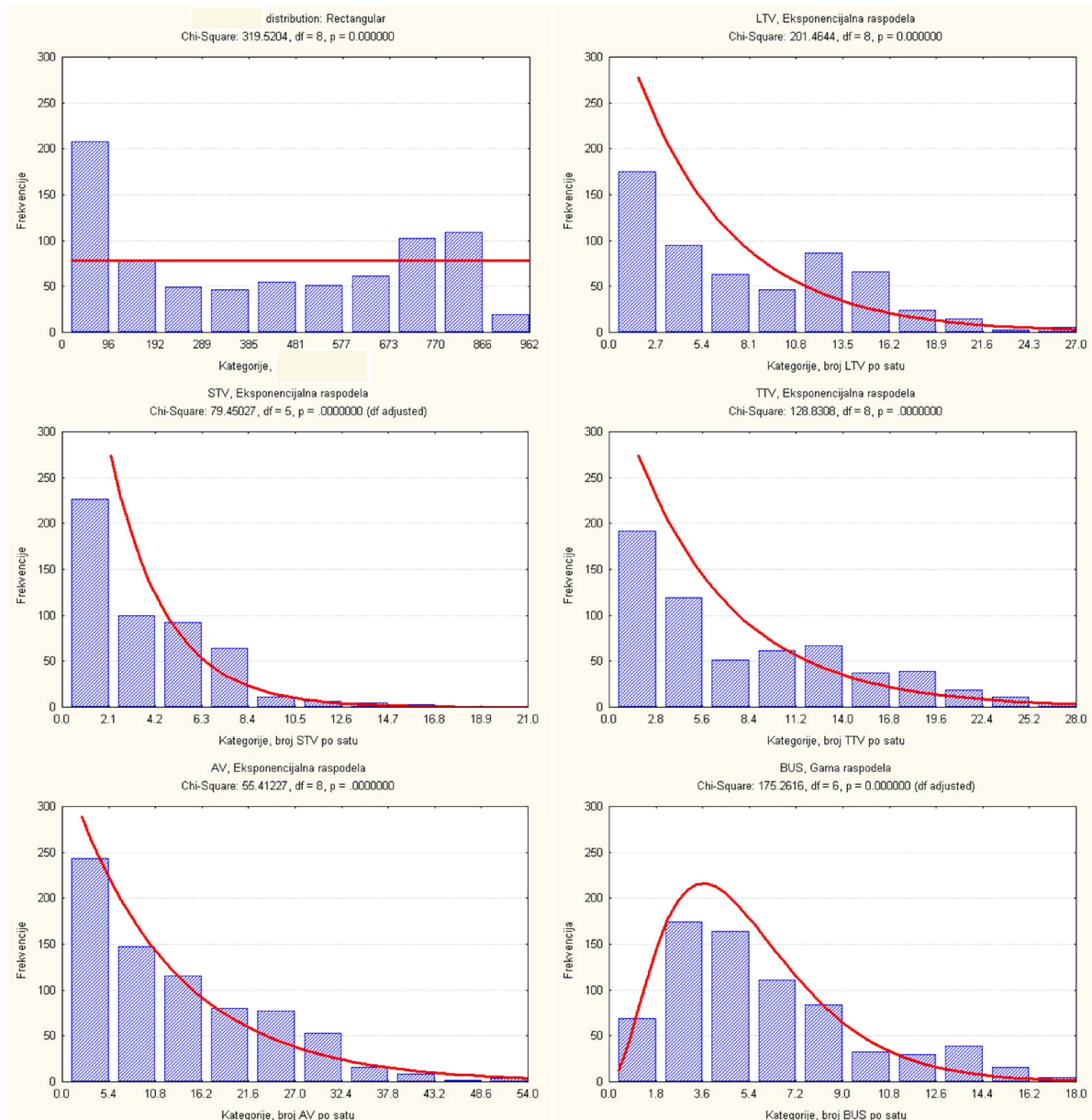
Slika 9.5. Periodična vremenska serija toka auto vozova



Slika 9.6. Periodična vremenska serija toka autobusa

Neparametarske karakteristike saobraćajnih tokova sa približnim raspodelama slučajnih promenljivih i verifikacijama raspodela prikazane su na slici 9.7. Za opis saobraćajnog toka putničkih automobila (PA) pretpostavljena je ravnomerna raspodela, za sve saobraćajne tokove teretnih vozila (LTV, STV, TTV i AV) pretpostavljena je eksponencijalna raspodela, a za saobraćajne tokove autobusa (BUS) pretpostavljena je Gama raspodela. Ni jedna od pretpostavljenih raspodela nije značajno verifikovana. U slučaju PA, veliki broj perioda sa

malim intenzitetom saobraćajnog toka (od 0 do 96 PA/h) je realizovan u noćnim satima (od 00.00 do 04.00 h), a saobraćajni tokovi sa preko 670 PA/h realizovani su u vršnim periodima radnih dana. Osim navedenih minimalnih i maksimalnih tokova (minimalno 7 PA/h, maksimalno 962 PA/h), u ostalim slučajevima intenzitet saobraćajnog toka je sa manjim oscilacijama, približno ravnomeran. Teretna vozila imaju približno eksponencijalnu raspodelu sa velikim brojem malih perioda i malim brojem velikih perioda protoka. S obzirom na prirodu eksponencijalne raspodele, režim teretnog saobraćaja je pod najvećim stohastičkim uticajem. Autobusi imaju približno Gama raspodelu. Ova distribucija je proistekla iz sistema reda vožnje koji ima direktan uticaj na tokove autobusa.



Slika 9.7. Ne- signifikante verifikacije neparametarskih raspodela tokova

Raspodele saobraćajnih tokova ne mogu se verifikovati uobičajenim raspodelama. Jedan od razloga nalazi se u očiglednoj periodičnoj prirodi saobraćajnih tokova. Zbog toga će se za istraživanja periodične prirode saobraćajnih tokova vozila i ostalih promenljivih

(koncentracije CO, temperature vazduha, atmosferskog pritiska, relativne vlažnosti vazduha, intenziteta sunčevog zračenja, koncentracije O₃, napadnog ugla vetra i brzine vetra) primeniti Furijeovi redovi. Funkcije svih tokova vozila i navedenih promenljivih, su neprekidne funkcije $f(x)$, pre svega u dnevnom periodu. Tokove vozila pored neravnomernosti u toku dana karakterišu i neravnomernosti u toku sedmice. Ako se periodi u kojima se javljaju neravnomernosti označe kao interval $[-L, L]$, tada se za svaki tok vozila ili periodičnu promenljivu mogu izračunati:

$$a_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{i\pi x}{L} dx \quad b_i = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \sin \frac{i\pi x}{L} dx, \text{ za } i=1, 2, 3, \dots \quad (9.1)$$

koji predstavljaju koeficijente u Furijeovom redu posmatrane funkcije $f(x)$ kojom su opisani tokovi vozila ili periodična promenljiva, a a_i i b_i predstavljaju realne brojeve, dok je x realna promenljiva.

$$F = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} \left(a_i \cos \frac{i\pi x}{L} + b_i \sin \frac{i\pi x}{L} \right) \quad (9.2)$$

Furijeov red tražene periodične funkcije tokova vozila ili drugih periodičnih promenljivih na intervalu $[-L, L]$ definisan je na celoj brojnoj pravoj, $-\infty < x < \infty$, tako da je njegova suma periodična funkcija sa periodom koje imaju funkcije $\cos(\pi x/L)$ i $\sin(\pi x/L)$:

$$T = \frac{2\pi}{\pi/L} = 2L \quad (9.3)$$

Furijeove koeficijente moguće je napisati preko periode T tako da je:

$$a_i = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \cos \frac{2i\pi x}{T} dx, \quad i=0, 1, 2, \dots \quad (9.4)$$

$$b_i = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(x) \sin \frac{2i\pi x}{T} dx, \quad i=1, 2, 3, \dots \quad (9.5)$$

a sam red:

$$F = \frac{a_0}{2} + \sum_{i=1}^{\infty} \left(a_i \cos \frac{2i\pi x}{T} + b_i \sin \frac{2i\pi x}{T} \right) \quad (9.6)$$

Jedna od osnovnih karakteristika Furijeovog reda jeste mogućnost periodičnog produženja funkcije $f(x)$ sa datog intervala $[-L, L]$, koji predstavlja jedan dan ili nedelju, na celu brojnu pravu $-\infty < x < \infty$, tj. vremesku seriju uzastopnih dana u kojima su izvršena merenja. Ako se funkcija nastala peridičnim produžavanjem funkcije $f(x)$ označi:

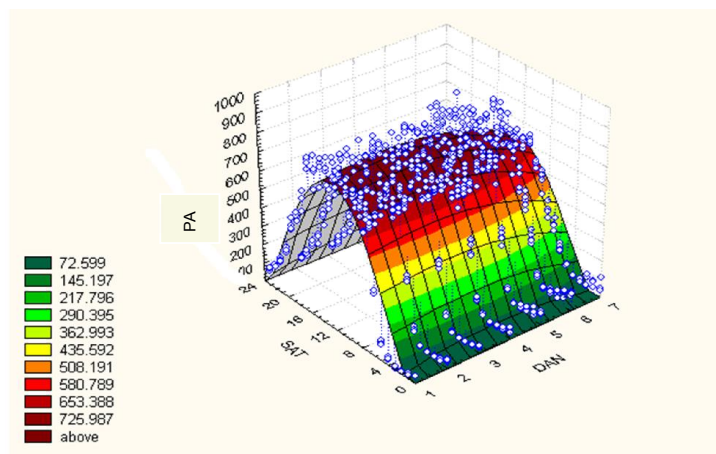
$$\phi(x + 2kL) = \phi(x + kt) = f(x), x \in [-L, L], k = 0, \pm 1, \pm 2, \pm 3 \dots \quad (9.7)$$

tada su čekivani periodi funkcija intenziteta tokova vozila i meteoroloških parametara 24 sata. Amplitude ovih tokova su stohastičke veličine. Proračunom koeficijenata Furijeovih redova realnih periodičnih fukcija, dobijaja se teorijska periodična funkcija intenziteta toka vozila ili nekog parametra. Razvoj teorijske funkcije u Furijeov red ima aproksimativni karakter zbog stohastičnih vrednosti amplituda i zbog nejednakog intenziteta toka. Zbog

moćnosti proračuna velikog broja koeficijenata (do $i=48$ i za sinusne i za kosinusne koeficijente) neće biti izvršena autovalidacija metode.

9.1.1. Analiza tokova putničkih automobila

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka PA u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu prikazana je na slici 9.8.



Slika 9.8. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka PA u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

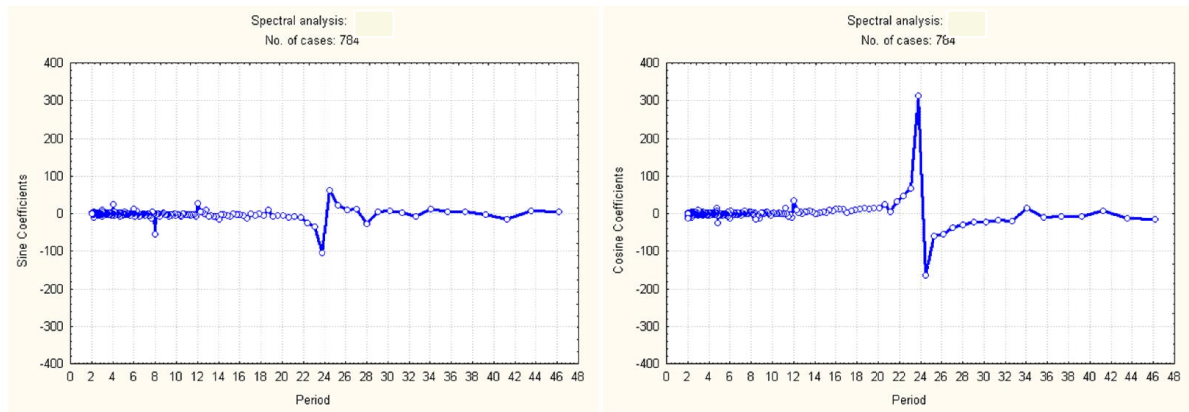
Analiza varijanse intenziteta toka PA po faktoru dana u nedelji data je u tabeli 9.2. Nedeljom je ustanovljena najmanja dnevna aritmetička sredina srednjeg satnog intenziteta toka od 297.33 PA/h, koja se značajno razlikuje od vrednosti tokova u ostalim danima. U ostalim danima, između dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih vrednosti intenziteta tokova PA, nema međusobno značajnih razlika.

Tabela 9.2. Analiza varijanse inteziteta toka PA po faktoru dana u nedelji

PA	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	445.15	428.41	421.59	414.50	451.90	401.03	297.33
Poned.		0.678	0.586	0.4962	0.867	0.339	0.001
Utorak	0.678		0.866	0.7479	0.587	0.544	0.002
Sreda	0.586	0.866		0.8603	0.501	0.634	0.004
Četvrt.	0.496	0.748	0.860		0.419	0.738	0.005
Petak	0.867	0.587	0.501	0.4190		0.279	0.000
Subota	0.3390	0.543	0.634	0.7380	0.279		0.010
Nedelja	0.001	0.002	0.004	0.005	0.000	0.010	

Analiza varijanse intenziteta toka PA po faktoru sata u danu data je u tabeli 1 (Priloga V). Iz tabele 1 je vidljivo da su srednji satni intenziteti tokova slični samo u noćnim satima (od 00.00 do 05.00 h). U svim ostalima satima, srednji satni intenziteti značajno se razlikuju, a eventualne sličnosti su sporadičnog, a ne sistemskog karaktera.

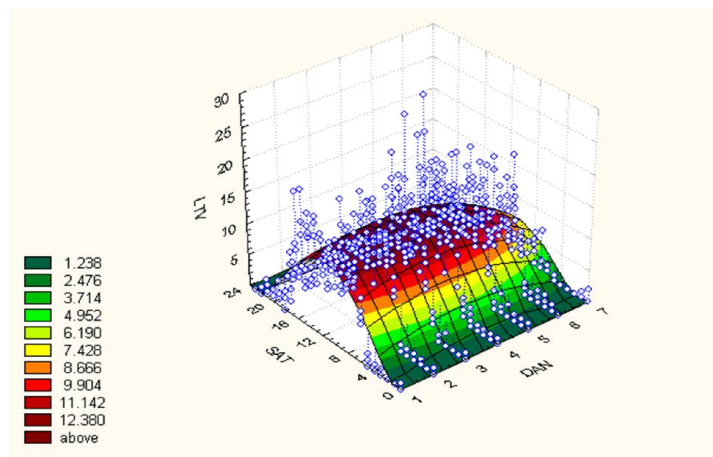
Očigledna periodičnost tokova koja je predstavljena na slici 9.1. je potvrđena vrednostima sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta saobraćajnih tokova PA. Dominanti koeficijenti su na 24- tom satu (Slika 9.9.).



Slika 9.9. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova PA

9.1.2. Analiza tokova lakih teretnih vozila

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka LTV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu prikazana je na slici 9.10.



Slika 9.10. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka LTV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

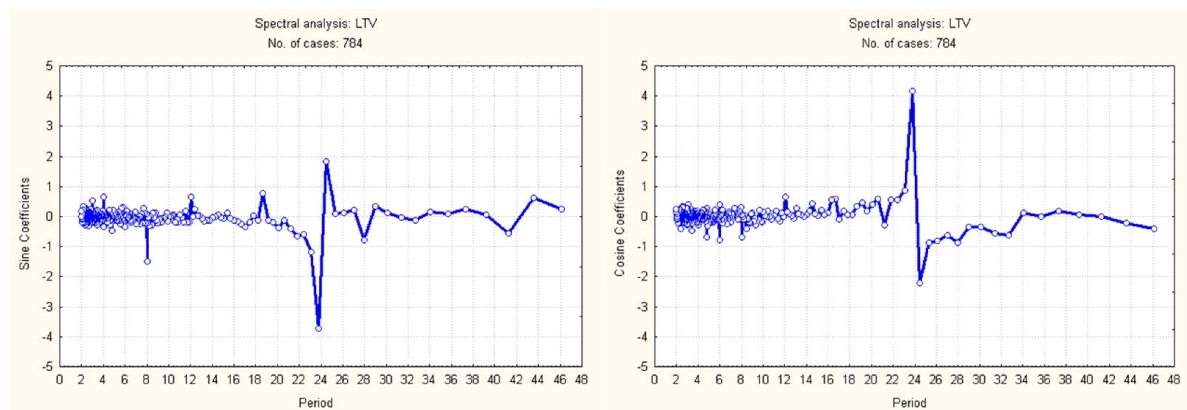
Analiza varijanse intenziteta toka LTV po faktoru dana u nedelji data je u tabeli 9.3. Nedeljom je ustanovljena značajno najmanja dnevna aritmetička sredina srednjeg satnog intenziteta toka od 1.92 LTV/h koja se značajno razlikuje od vrednosti intenziteta tokova u ostalim danima. U ostalim danima, između dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih vrednosti intenziteta toka LTV, nema međusobno značajnih razlika.

Tabela 9.3. Analiza varijanse intenziteta toka LTV po faktoru dana u nedelji

LTV	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	6.65	6.12	6.21	7.12	6.45	5.42	1.92
Poned.		0.559	0.608	0.554	0.805	0.175	0.000
Utorak	0.559		0.917	0.275	0.705	0.381	0.000
Sreda	0.608	0.917		0.304	0.762	0.359	0.000
Četvrt.	0.554	0.275	0.304		0.433	0.062	0.000
Petak	0.805	0.705	0.762	0.433		0.247	0.000
Subota	0.177	0.381	0.359	0.062	0.247		0.000
Nedelja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Analiza varijanse intenziteta toka LTV po faktoru sata u danu data je u tabeli 2 (Prilog V). Periodi od 06.00 do 07.00 h (7.21 LTV/h) i od 17.00 h do 18.00 h (4.37 LTV/h) predstavljaju tranzicione periode. U periodu od 06.00 h do 17.00 h vrednosti srednjih satnih intenziteta tokova LTV se ne razlikuju, a intenziteti tokova u ovom periodu su veći od 7 LTV/h. Maksimum srednjeg satnog intenziteta toka LTV realizovan je u periodu od 07.00 h do 08.00 h i iznosi 13.03 LTV/h. U periodu od 17.00 h do 06.00 h srednji satni intenziteti tokova LTV se međusobno ne razlikuju, a vrednosti u ovom periodu su do 4.3 LTV/h.

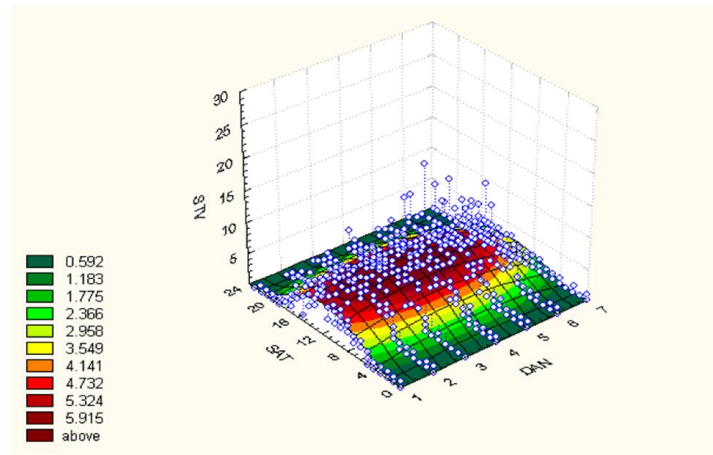
Očigledna periodičnost tokova LTV koja je predstavljena na slici 9.2. je potvrđena vrednostima sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta saobraćajnih tokova LTV. Dominanti koeficijenti su na 24- tom satu (Slika 9.11.).



Slika 9.11. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova LTV

9.1.3. Analiza tokova srednjih teretnih vozila

Aproksimativna trodimenzionalana funkcija raspodele toka STV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu prikazana je na slici 9.12.



Slika 9.12. Aproximativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka STV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

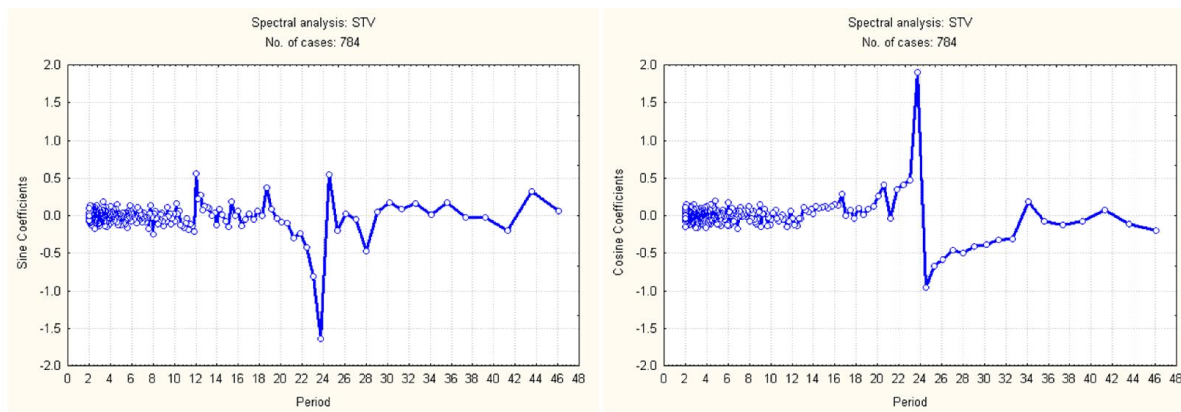
Analiza varijanse intenziteta toka STV po faktoru dana u nedelji data je u tabeli 9.4. Kao i u slučaju PA i LTV, nedeljom je ustanovljena značajno najmanja dnevna aritmetička sredina srednjeg satnog intenziteta toka od 0.56 STV/h, koja se značajno razlikuje od vrednosti intenziteta tokova u ostalim danima. U ostalim danima, između dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih vrednosti intenziteta, nema međusobno značajnih razlika.

Tabela 9.4. Analiza varijanse intenziteta toka STV po faktoru dana u nedelji

STV	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	2.51	2.87	2.73	3.28	3.09	2.62	0.56
Poned.		0.413	0.602	0.092	0.199	0.789	0.000
Utorak	0.413		0.724	0.340	0.585	0.548	0.000
Sreda	0.602	0.724		0.215	0.400	0.771	0.000
Četvrt.	0.092	0.340	0.215		0.637	0.141	0.000
Petak	0.199	0.585	0.400	0.637		0.284	0.000
Subota	0.789	0.548	0.771	0.141	0.284		0.000
Nedelja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Analiza varijanse intenziteta toka STV po faktoru sata u danu data je u tabeli 3 (Prilog V). Period od 06.00 do 08.00 h i period od 15.00 do 18.00 h su tranzicioni periodi. U periodu od 07.00 do 18.00 h vrednosti srednjih satnih intenziteta tokova STV se međusobno ne razlikuju, a vrednosti u ovom periodu su veće od 2.0 STV/h. Maksimalan srednji satni intenzitet toka STV je realizovan u periodu 11.00 do 12.00 h i iznosi 6.22 STV/h. U periodu od 18.00 do 07.00 h srednji satni intenziteti tokova STV međusobno se ne razlikuju i ne prelaze 2.0 STV/h.

Očigledna periodičnost tokova STV koja je predstavljena na slici 9.3. je potvrđena vrednostima sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta tokova STV. Dominanti koeficijenti su na 24- tom satu, mada se može uočiti i harmonik na 12- om satu sinusnog koeficijenta (Slika 9.13.).

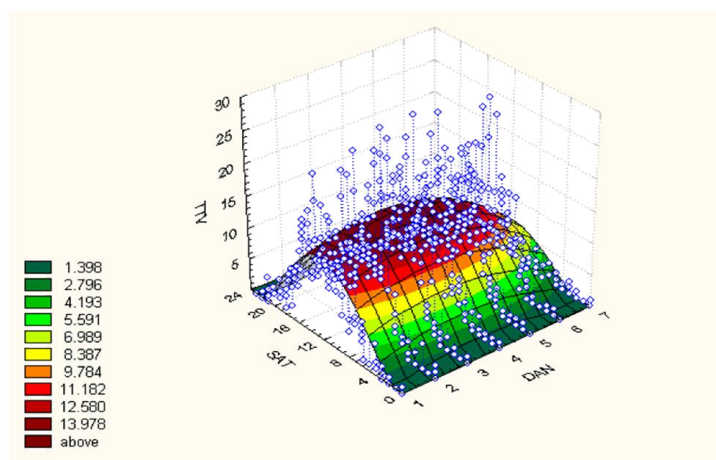


Slika 9.13. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova STV

Osim naglašanih vrednosti, ostale vrednosti koeficijenata Furijeovog reda su bliske vrednosti 0 i zbog toga ne daju veliki doprinos u sumi vrednosti Furijeovog reda. Posle 24-tog koeficijenta, vrednosti sinusnog koeficijenta su bliske nuli, dok vrednosti kosinusnih koeficijenata sporije konvergiraju ka 0. Slaba konvergencija ka vrednosti 0 jednog tipa koeficijenata će biti naglašena i kod drugih tokova, a nastaje zbog nedeljnih ciklusa (slabiji intenziteti tokova nedeljom ili subotom i nedeljom) i zadatak je matematičkog aparata Furijeovog reda da dosledno opiše i ovu periodičnost. Međutim, nedeljna periodičnost ima manji uticaj nego dnevna periodičnost. Kako su osnovne evidencije realizovane u satnim intervalima, za opis nedeljnih ciklusa je potrebno analizirati 168 koeficijenata oba skupa koeficijenata tj. dodatnih 336 koeficijenata. Zbog toga, u navedenom i u svim ostalim razmatranim slučajevima, analiza se odnosi samo na prvih 48 sinusnih i 48 kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda.

9.1.4. Analiza tokova teških teretnih vozila

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka TTV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu prikazana je na slici 9.14.



Slika 9.14. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka TTV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

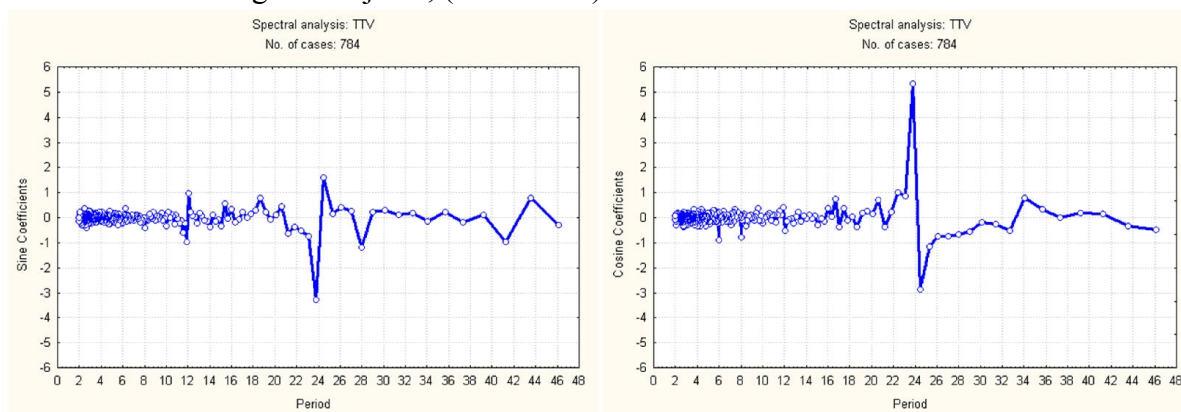
Analiza varijanse intenziteta toka TTV po faktoru dana u nedelji data je u tabeli 9.5. Kao i u slučaju PA, LTV i STV, nedeljom je ustanovljena značajno najmanja dnevna aritmetička sredina srednjeg satnog intenzitet toka od 1.35 TTV/h, koja se značajno razlikuje od vrednosti intenziteta tokova u ostalim danima. U ostalim danima između dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih intenziteta tokova, nema međusobno značajnih razlika.

Tabela 9.5. Analiza varijanse intenziteta toka TTV po faktoru dana u nedelji

TTV	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	6.45	7.55	7.46	6.49	7.02	6.11	1.35
Poned.		0.266	0.292	0.966	0.537	0.693	0.000
Utorak	0.266		0.920	0.269	0.571	0.149	0.000
Sreda	0.292	0.920		0.291	0.611	0.168	0.000
Četvrt.	0.966	0.269	0.291		0.536	0.683	0.000
Petak	0.537	0.571	0.611	0.536		0.342	0.000
Subota	0.693	0.149	0.167	0.683	0.342		0.000
Nedelja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Analiza varijanse intenziteta toka TTV faktora sata u danu data je u tabeli 4 (Prilog V). Za TTV nema tranzicionog perioda. Period sa velikim srednjim satnim intenzitetima tokova počinje u 06.00 i traje do 20.00 h. U ovom periodu je sporadična razlika između intenziteta tokova TTV. Maksimalan srednji satni intezitet tokova TTV je realizovan u periodu od 13.00 do 14.00 h i iznosi 15.40 TTV/h. Drugi period, period malih srednjih satnih intenziteta tokova TTV je od 20.00 do 06.00 h, u ovom periodu vrednosti srednjih satnih intenziteta tokova TTV se ne razlikuju značajno. Vrednosti srednjih satnih intenziteta tokova TTV u prvom i drugom periodu se međusobno sistemski značajno razlikuju.

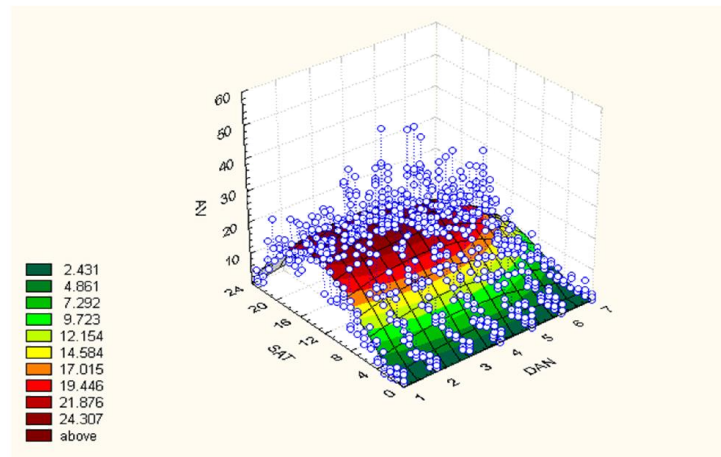
Očigledna periodičnost tokova TTV koja je predstavljena na slici 9.4. je potvrđena vrednostima sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta tokova TTV. Kao i u slučaju STV, dominantni koeficijenti su na 24- tom satu, mada se mora uočiti i harmonik na 12- om satu sinusnog koeficijenta, (Slika 9.15.).



Slika 9.15. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova TTV

9.1.5. Analiza tokova auto vozova

Apromksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka AV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu prikazana je na slici 9.16.



Slika 9.16. Aproximativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka AV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

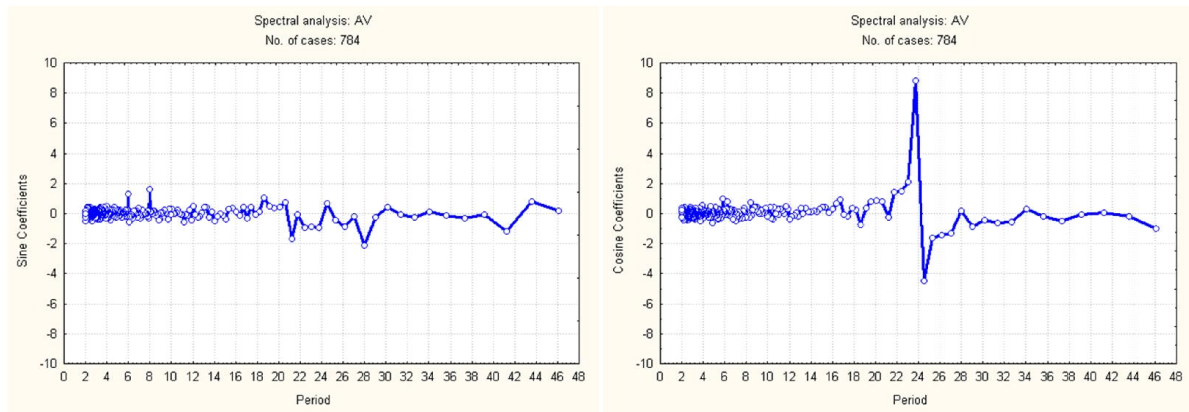
Analiza varijanse intenziteta toka AV po faktoru dana u nedelji data je u tabeli 9.6. U slučaju AV, subotom i nedeljom su ostvarene značajno manje dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih intenziteta tokova AV nego radnim danima. Pri tome, vrednosti intenziteta tokova realizovanih u subotu i nedelju, međusobno značajno razlikuju. Minimalna vrednost dnevne aritmetičke sredine srednjeg satnog intenzitet toka AV je realizovana u nedelju i iznosi 4.31 AV/h. Između vrednosti intenziteta tokova AV u radnim danima (od ponedeljka do petka) nema značajnih razlika.

Tabela 9.6. Analiza varijanse intenziteta toka AV po faktoru dana u nedelji

AV	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	13.58	14.86	15.52	15.50	13.32	9.47	4.31
Poned.		0.319	0.172	0.162	0.839	0.002	0.000
Utorak	0.319		0.634	0.625	0.261	0.000	0.000
Sreda	0.172	0.634		0.982	0.130	0.000	0.000
Četvrt.	0.162	0.625	0.982		0.125	0.000	0.000
Petak	0.839	0.261	0.130	0.125		0.003	0.000
Subota	0.002	0.000	0.000	0.000	0.003		0.000
Nedelja	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	

Analiza varijanse intenziteta toka AV po faktoru sata u danu data je u tabeli 5 (Prilog V). Kao i u slučaju TTV, nema tranzicionog perioda. Intenzivan saobraćajni tok AV počinje u 06.00 h, a završava u 22.00 h. Razlike u vrednostima srednjih satnih intenziteta tokova postoje samo sporadično, a minimalan srednji satni intenzitet je veći od 8.70 AV/h. Maksimalan srednji satni intenzitet je realizovan u periodu od 13.00 h do 14.00 h i iznosi 27.15 AV/h. U periodu od 22.00 h do 06.00 h srednji satni intenziteti tokova ne prelaze 5.6 AV/h i međusobno nemaju značajnih razlika.

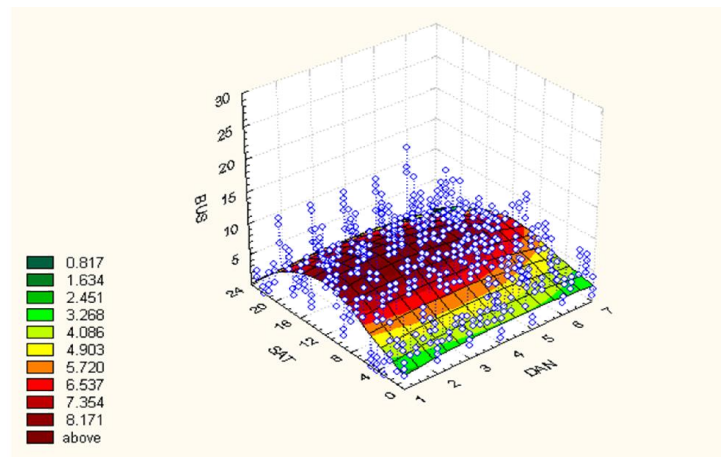
Periodičnost tokova AV predstavljena na slici 9.5. je donekle potvrđena vrednostima sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta tokova AV. Sinusni koeficijenti nemaju dominantni harmonik na 24- tom satu (koeficijenti su na 21.00 h i 28.00 h), dok kosinusni koeficijenti potvrđuju periodičnost (Slika 9.17.).



Slika 9.17. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova AV

9.1.6. Analiza tokova autobusa

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka BUS u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu, date je na slici 9.18.



Slika 9.18. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka BUS u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

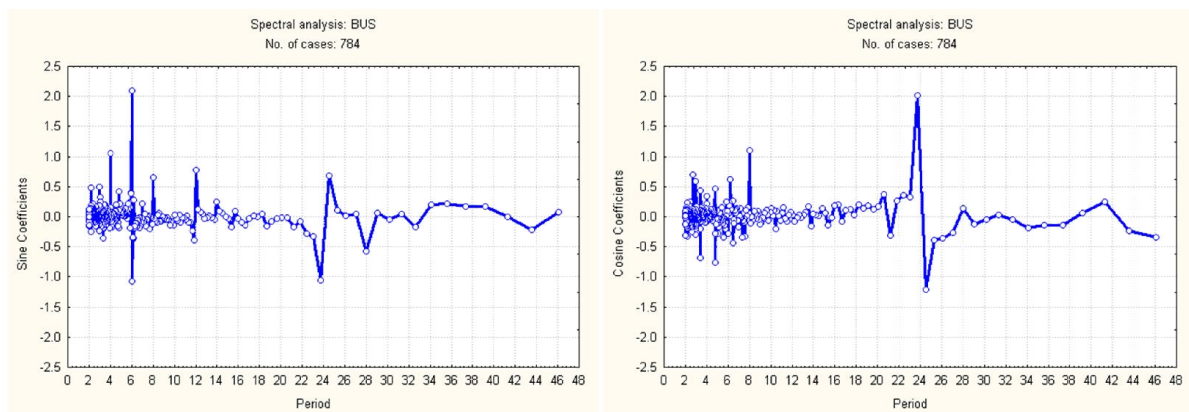
Analiza varijanse intenziteta tokova BUS po faktoru dana u nedelji, data je u tabeli 9.7. U slučaju BUS, subotom i nedeljom su ustanovljene značajno manje dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih vrednosti nego radnim danima. Dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih vrednosti intenziteta tokova BUS realizovane u subotu i nedelju, ne razlikuju se značajno. Minimalna vrednost dnevne aritmetičke sredine srednjeg satnog intenziteta toka BUS realizovna je u nedelju i iznosi 3.98 BUS/dan. Između vrednosti intenziteta tokova BUS radnim danima (od ponedeljka do petka) nema značajnih razlika.

Tabela 9.7. Analiza varijanse intenziteta tokova BUS po faktoru dana u nedelji

BUS	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petark	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	5.80	5.66	6.32	5.69	5.99	4.23	3.98
Poned.		0.794	0.362	0.826	0.721	0.005	0.001
Utorak	0.794		0.272	0.952	0.569	0.007	0.002
Sreda	0.362	0.272		0.282	0.537	0.000	0.000
Četvrt.	0.826	0.952	0.282		0.591	0.008	0.002
Petak	0.721	0.569	0.537	0.591		0.002	0.000
Subota	0.005	0.007	0.000	0.008	0.002		0.635
Nedelja	0.001	0.002	0.000	0.002	0.000	0.635	

Analiza varijanse intenziteta tokova BUS po faktoru sata u danu data je u tabeli 6 (Prilog V). U slučaju srednjeg satnog intenziteta tokova BUS, sve razlike su sporadične, a ne systemske. Raspodela autobusnog saobraćaja u toku dana se može smatrati ravnomernom. U noćnim satima, u periodu od 01.00 h do 03.00 h ostvareni su nadprosečno veliki srednji satni intenziteti od 5.54 BUS/h, odnosno 6.51 BUS/h, naspram prosečnih 5.34 BUS/h. Maksimalan srednji satni intenzitet je u periodu od 13.00 h do 14.00 h i iznosi 11.43 BUS/h, da bi već u sledećem satu, od 14.00 h do 15.00 h, srednji satni intenzitet toka iznosio 3.75 BUS/h.

Periodičnost intenziteta tokova BUS, obrazložena je sinusnim koeficijentima Furijeovog reda intenziteta tokova BUS. Dominantni koeficijent nije na 24- tom satu, nego na 6- tom satu. Kosinusni koeficijenti Furijeovog reda intenziteta tokova BUS imaju dominantni harmonik na 24- om satu, ali imaju i nekoliko harmonika na 8- om satu (Slika 9.19.).



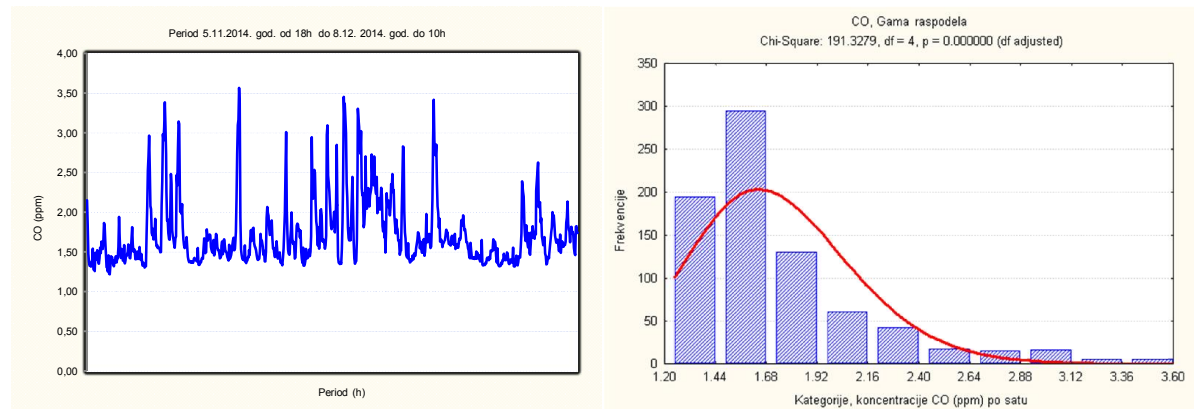
Slika 9.19. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova BUS

9.2. Analiza meteoroloških parametara i polutanata

Analiza meteoroloških parametara i polutanata obuhvata analizu temperature, vlažnosti vazduha, atmosferskog pritiska, intenziteta sunčevog zračenja, brzine i smera vetra, koncentracije CO i O₃. U okviru analize utvrđena je i odgovarajuća zavisnost između koncentracije CO i intenziteta saobraćajnih tokova, kao i između koncentracije CO, s jedne strane i koncentracije O₃ i brzine vetra, odnosno temperature, s druge strane.

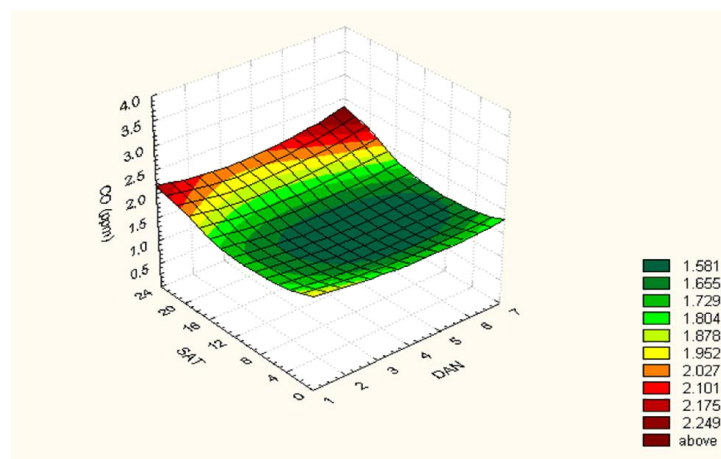
9.2.1. Analiza izmerenih vrednosti koncentracije hazardnog ugljen- monoksida

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. od 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h na mobilnoj mernoj stanici, izmerena je minimalna vrednost koncentracije CO od 1.217 ppm, maksimalna vrednost od 3.565 ppm; srednja vrednost vremenske serije je iznosila 1.727 ppm, a standardna devijacija 0.417 ppm. Na slici 9.20. su prikazane vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele koncentracije CO.



Slika 9.20. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele koncentracije CO

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije CO u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu je prikazana na slici 9.21. Konkavna karakteristika grafika funkcije sa minimumom koncentracije okvirno četvrtkom (4- ti dan u nedelji) oko 12.00 h, nije saglasna sa periodičnim karakteristikama saobraćajnih tokova i iz ovog proizilazi da su minimalne vrednosti koncentracije CO izmerene u vršnim periodima tokova vozila ($PA_{max}=11$ h, $STV_{max}=11$ h, $TTV_{max}=13$ h, $AV_{max}=13$ h, $BUS_{max}=13$ h). Najveća koncentracija je u periodu sa najnižim temperaturama vazduha, veće vlažnosti bez sunčevog zračenja i bez strujanja vazduha.



Slika 9.21. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije CO u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

Kako su u prethodnim analizama nedvosmileno utvrđene neravnomernosti tokova vozila po satima u danu i danima u sedmici, a pod pretpostavkom postojanja uticaja emisija izduvih gasova na koncentraciju CO, urađena je analiza varijanse koncentracije CO po danima u nedelji i satima u danu. Najmanje vrednosti dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih koncentracija CO su sredom (1.63 ppm) i četvrtkom (1.58 ppm). Ove vrednosti se međusobno ne razlikuju značajno ($p=0.358>0.05$), ali se značajno razlikuju od vrednosti koncentracija CO u svim ostalim danim u nedelji, tabela 9.8.

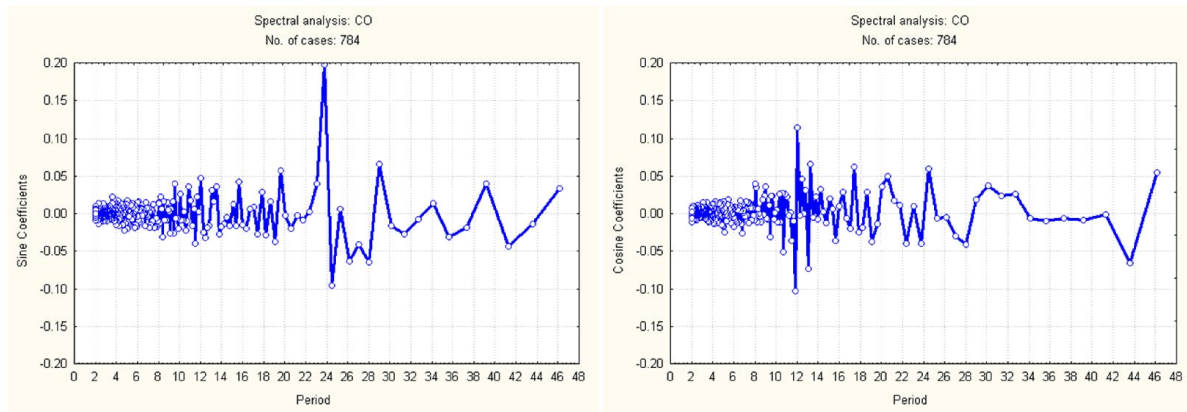
Tabela 9.8. Analiza varijanse koncentracije CO po faktoru dana u nedelji

CO (ppm)	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	1.83	1.80	1.63	1.58	1.76	1.77	1.75
Poned.		0.614	0.001	0.000	0.250	0.282	0.179
Utorak	0.614		0.0039	0.000	0.471	0.520	0.360
Sreda	0.001	0.004		0.358	0.025	0.022	0.036
Četvrt.	0.000	0.000	0.3581		0.002	0.001	0.004
Petak	0.250	0.471	0.0253	0.002		0.898	0.804
Subota	0.282	0.520	0.022	0.001	0.898		0.726
Nedelja	0.179	0.360	0.036	0.004	0.804	0.726	

Iz analiza varijanse koncentracije CO po faktoru sata u danu, prikazane u tabeli 7 (Prilog V), očigledna su dva perioda sa maksimalnim vrednostima srednje satne koncentracije. Prvi period je između 09.00 h i 10.00 h, a drugi između 20.00 h i 21.00 h. Maksimum srednje satne koncentracije CO je između 20.00 h i 21.00 h sa koncentracijom od $CO_{max}=2.10$ ppm. Minimalne srednje satne koncentracije imaju takođe dva perioda, prvi period je između 06.00 h i 07.00 h, a drugi između 14.00 h i 15.00 h, kada je i minimalna vrednost srednje satne koncentracije od $CO_{min}=1.51$ ppm.

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije CO u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu (Slika 9.21.) u potpunosti je saglasna sa analizom varijanse (Tabela 9.8.), a funkcija sata u danu je u potpunosti saglasna sa analizom varijanse iz tabele 7. (Prilog V). Može se zaključiti da su tokom nedelje najniže koncentracije sredom i četvrtkom. U toku dana, period sa maksimalnom srednjom satnom koncentracijom CO je između 20.00 h i 21.00 h, dok je period sa maksimalnim srednjim satnim intenzitetom saobraćajnog toka u periodu između 11.00 h i 12.00 h.

Periodične karakteristike su izražene sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije koncentracije CO. Periodičnost kod sinusnog koeficijenta najizraženija je na 24- tom satu, dok je kod kosinusnih koeficijenata periodičnost najizraženija na 12- om satu (Slika 9.22.). U slučaju CO, sinusne i kosinusne koeficijente karakteriše značajna varijacija do periode od 24.00 sata. Ova činjenica će imati poseban značaj pri razmatranju faktora koji utiču na emisiju i na izmerene koncentracije CO.



Slika 9.22. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije koncentracije CO

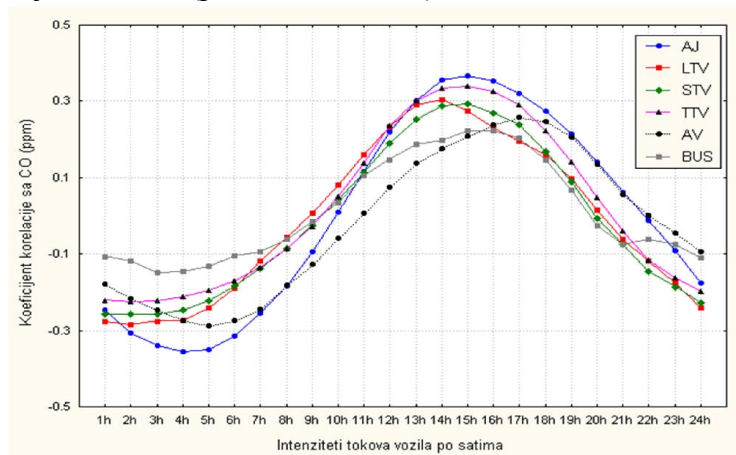
Da bi se ustanovila zavisnost između vremenskih serije intenziteta tokova vozila (PA, LTV, STV, TTV, AV i BUS) i vremenske serije koncentracije CO, proračunati su koeficijenti linearne korelacije između intenziteta tokova vozila za svaki sat sa faznim pomerajima od +1.00 h. Vremenska serija koncentracije CO je pomerana fazno. Rezultati proračunatih koeficijenata linearne korelacije su prikazani u tabeli 9.9., a grafički prikaz dat je na slici 9.23.

Tabela 9.9. Koeficijenti linearne korelacije saobraćajnih tokova PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i fazno pomerane (+Xh) vremenske serije koncentracije CO

X h	PA	LTV	STV	TTV	AV	BUS
00 h	-0.247	-0.276	-0.259	-0.221	-0.179	-0.106
01 h	-0.306	-0.284	-0.258	-0.225	-0.216	-0.120
02 h	-0.340	-0.275	-0.258	-0.223	-0.245	-0.148
03 h	-0.356	-0.274	-0.247	-0.211	-0.272	-0.146
04 h	-0.350	-0.242	-0.223	-0.195	-0.287	-0.133
05 h	-0.315	-0.190	-0.184	-0.170	-0.274	-0.105
06 h	-0.255	-0.119	-0.138	-0.134	-0.245	-0.093
07 h	-0.185	-0.055	-0.085	-0.086	-0.182	-0.062
08 h	-0.095	0.006	-0.024	-0.027	-0.128	-0.016
09 h	0.009	0.081	0.042	0.050	-0.058	0.034
10 h	0.115	0.160	0.112	0.139	0.008	0.105
11 h	0.220	0.232	0.189	0.235	0.076	0.147
12 h	0.302	0.291	0.252	0.302	0.139	0.186
13 h	0.355	0.305	0.289	0.335	0.176	0.199
14 h	0.366	0.274	0.293	0.339	0.209	0.222
15 h	0.354	0.231	0.268	0.325	0.240	0.223
16 h	0.321	0.195	0.237	0.291	0.257	0.203
17 h	0.275	0.160	0.168	0.222	0.246	0.147
18 h	0.214	0.096	0.088	0.141	0.205	0.067
19 h	0.141	0.015	-0.008	0.047	0.134	-0.025
20 h	0.063	-0.062	-0.074	-0.039	0.056	-0.075
21 h	-0.013	-0.119	-0.146	-0.115	0.002	-0.061
22 h	-0.092	-0.176	-0.185	-0.161	-0.046	-0.076
23 h	-0.176	-0.242	-0.227	-0.197	-0.095	-0.110

Maksimalan koeficijent linearne korelacije za tok PA je ustanovljen u periodu od 14.00 h do 15.00 h ($r=0.366$), za tok LTV je ustanovljen u periodu od 13.00 h do 14.00 h ($r=0.305$), za tok STV je ustanovljen u periodu od 14.00 h do 15.00 h ($r=0.293$), za tok TTV je ustanovljen u periodu od 14.00 h do 15.00 h ($r=0.339$), za tok AV je ustanovljen u periodu od

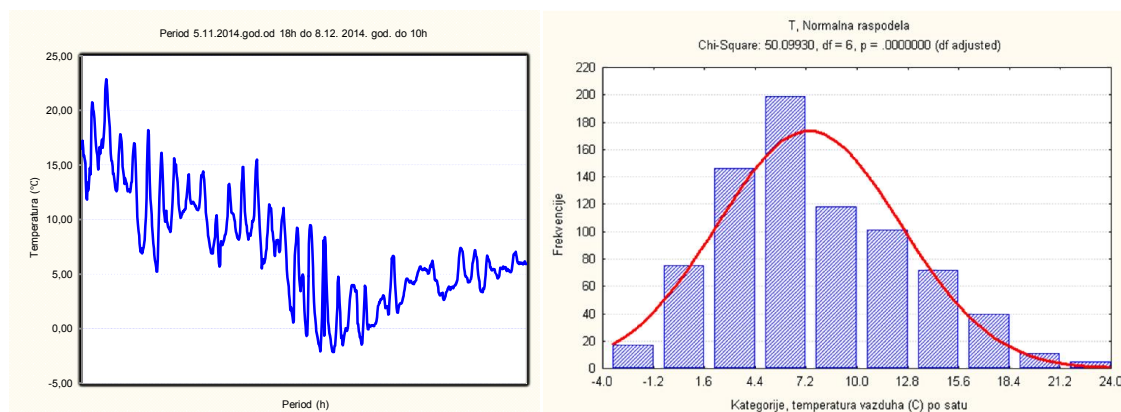
16.00 h do 17.00 h ($r=0.257$) i za tok BUS je ustanovljen u periodu od 15.00 h do 16.00 h ($r=0.223$). Maksimum koncentracije CO pojavljuju se za 14- 15 sati nakon početka intenzivnih saobraćajnih tokova (period od 06.00 h).



Slika 9.23. Koeficijenti linearne korelacije intenziteta saobraćajnih tokova vozila po satima i fazno pomerane vremenske serije koncentracije CO

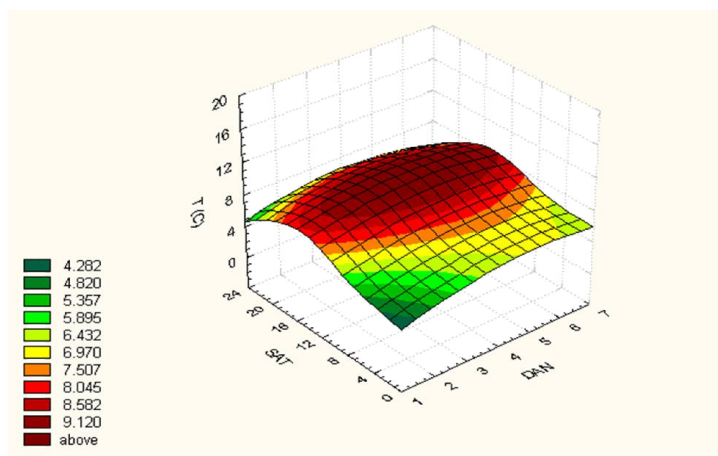
9.2.2. Analiza izmerenih vrednosti temperature vazduha

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h, na mernoj stanici izmerena je minimalna vrednost temperature od $-2.14\text{ }^{\circ}\text{C}$, maksimalna vrednost od $22.84\text{ }^{\circ}\text{C}$; srednja vrednost vremenske serije je iznosila $7.37\text{ }^{\circ}\text{C}$, a standardna devijacija $5.04\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na slici 9.24. prikazana je vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele temperature.



Slika 9.24. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele temperature vazduha

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele temperature vazduha ($^{\circ}\text{C}$) u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu je prikazana na slici 9.25. Konveksna karakteristika grafika funkcije prikazuje maksimum temperature četvrtkom i petkom u dnevnom periodu od 14.00 h do 16.00 h.



Slika 9.25. Aproximativna trodimenzionalna funkcija raspodele temperature vazduha u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

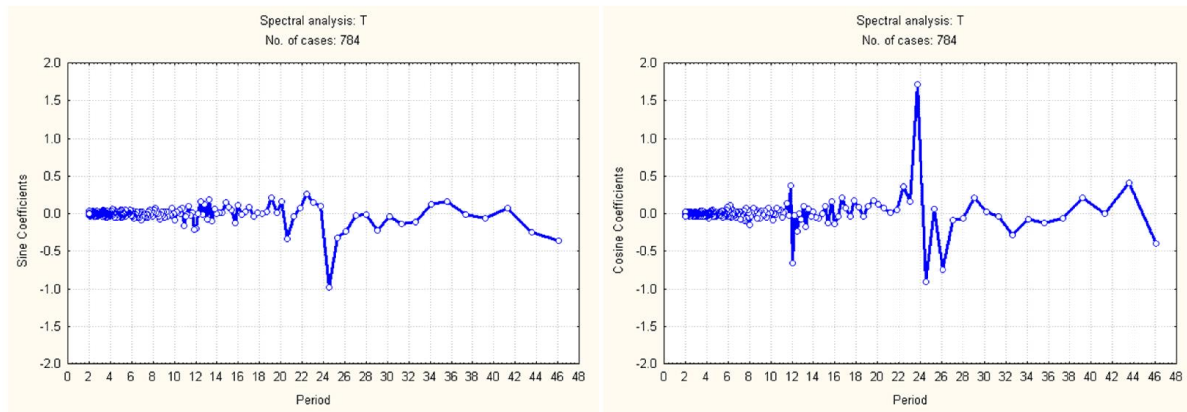
Iznenadujuća pojava maksimalnih vrednosti temperature vazduha na prethodnom grafiku, ima svoju statističku potvrdu. Analizom varijanse je potvrđena značajno veća temperatura vazduha koja četvrtkom iznosi 8.38 °C, a petkom 8.53 °C, dok ostalim danima dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih vrednosti temperatura vazduha ne prelaze vrednost od 7.2 °C (Tabela 9.10.). Maksimalne vrednosti dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih temperatura vazduha četvrtkom i petkom međusobno se ne razlikuju značajno ($p=0.828>0.05$), ali se značajno razlikuju od vrednosti svih ostalih dana u nedelji.

Tabela 9.10. Analiza varijanse temperature vazduha po faktoru dana u nedelji

T (°C)	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	6.37	6.48	6.00	8.38	8.53	6.97	7.19
Poned.		0.872	0.402	0.006	0.004	0.401	0.285
Utorak	0.872		0.470	0.009	0.005	0.462	0.341
Sreda	0.402	0.47		0.049	0.035	0.970	0.775
Četvrt.	0.006	0.009	0.049		0.828	0.053	0.074
Petak	0.004	0.005	0.035	0.828		0.036	0.057
Subota	0.401	0.462	0.970	0.053	0.036		0.763
Nedelja	0.285	0.341	0.775	0.074	0.057	0.763	

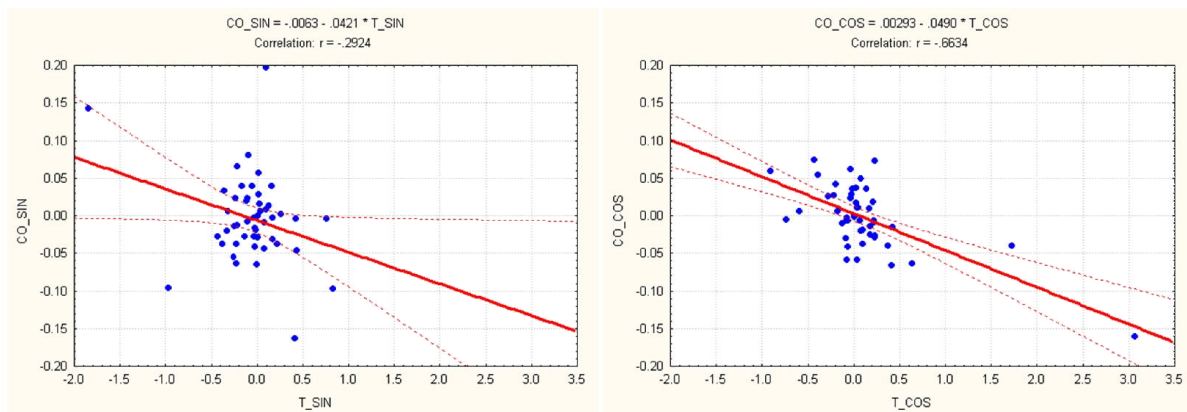
Analiza varijanse temperatura vazduha (°C) po faktoru sata u danu data u tabeli 8 (Prilog V), takođe pokazuje postojanje dva komplementarna perioda. Prvi period visoke srednje satne temperature počinje u 12.00 h i završava se u 18.00 h. U ovom periodu, sve temperature su preko 9 °C, a maksimum se nalazi u periodu od 15.00 h do 16.00 h i iznosi 10.28 °C. U ovom periodu nema međusobno značajnih razlika između srednjih satnih temperatura. Drugi komplementarni period počinje u 18.00 h i traje do 12.00 h. U ovom periodu takođe nema značajnih razlika između temperatura. Minimalna vrednost srednjih satnih temperatura vazduha od 5.64 °C je u periodu od 06.00 h do 08.00 h.

Periodične karakteristike su izražene sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije temperature vazduha. Periodičnost sinusnog koeficijenta je najizraženija na 24- tom satu, dok je preko kosinusnih koeficijenata periodičnost najizraženija na 24- om satu sa manjom izraženom periodom na 12- om satu (Slika 9.26.). Ostale vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata imaju male varijacije oko vrednosti 0.



Slika 9.26. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije temperature vazduha

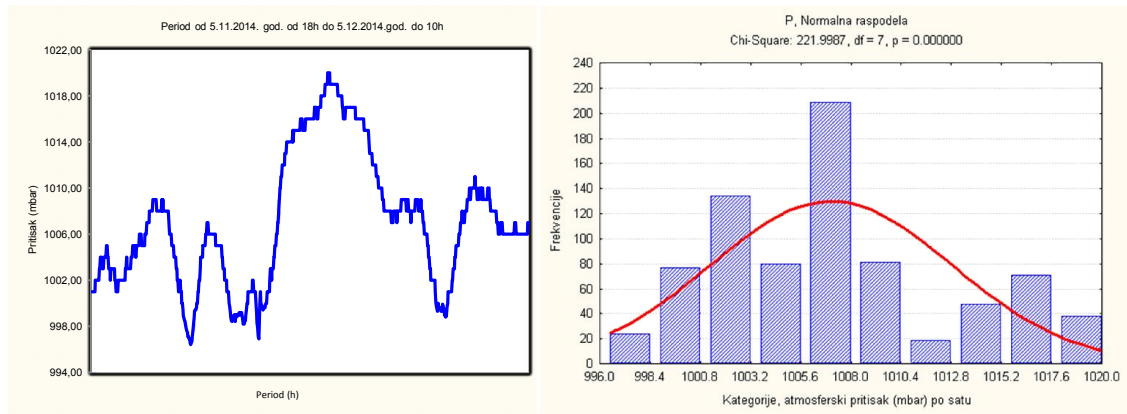
Lineare korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda temperature vazduha i koncentracije CO, prikazane su na slici 9.27. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije iznosi $r = -0.292$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r = -0.663$. Očekivana negativna vrednost koeficijenta korelacije ukazuje na obrnuto proporcionalan odnos temperature vazduha i koncentracije CO. Sa porastom temperature opada koncentracija CO i obrnuto. Ovakav odnos je očekivan. Sa porastom temperature smanjuje se gustina vazduha što utiče na vrednost izmerene koncentracije CO.



Slika 9.27. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda temperature vazduha i koncentracije CO

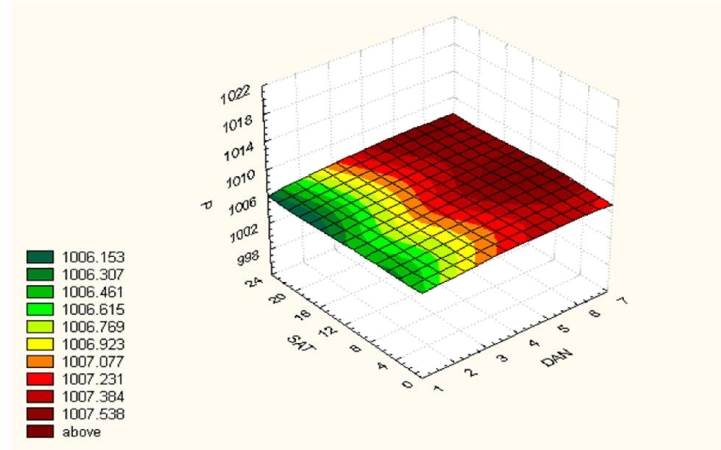
9.2.3. Analiza izmerenih vrednosti atmosferskog pritiska

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h na mobilnoj mernoj stanici izmerena je minimalna vrednost atmosferskog pritiska od 996.4 mbar, maksimalna vrednost od 1020.0 mbar; srednja vrednost vremenske serije je iznosila 1007.05 mbar, a standardna devijacija 5.78 mbar. Na slici 9.28. prikazana je vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele atmosferskog pritiska.



Slika 9.28. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele atmosferskog pritiska

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele atmosferskog pritiska (mbar) u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu je prikazana na slici 9.29. Na grafičkom prikazu rezultata istraživanja ne uočavaju se ekstremi ni po danima u nedelji, ni po satima u danu.



Slika 9.29. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele atmosferskog pritiska u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji nije dala statistički značajne razlike u vrednostima atmosferskog pritiska. Vrednost pritisaka u danima je ujednačena, sa izuzetkom utorka (minimum 1006.1 mbar) i petka (maksimum 1008.0 mbar). Vrednost između minimuma i maksimuma značajno je različita ($p=0.031 < 0.05$), kako je prikazano u tabeli 9.11.

Tabela 9.11. Analiza varijanse atmosferskog pritiska po faktoru dana u nedelji

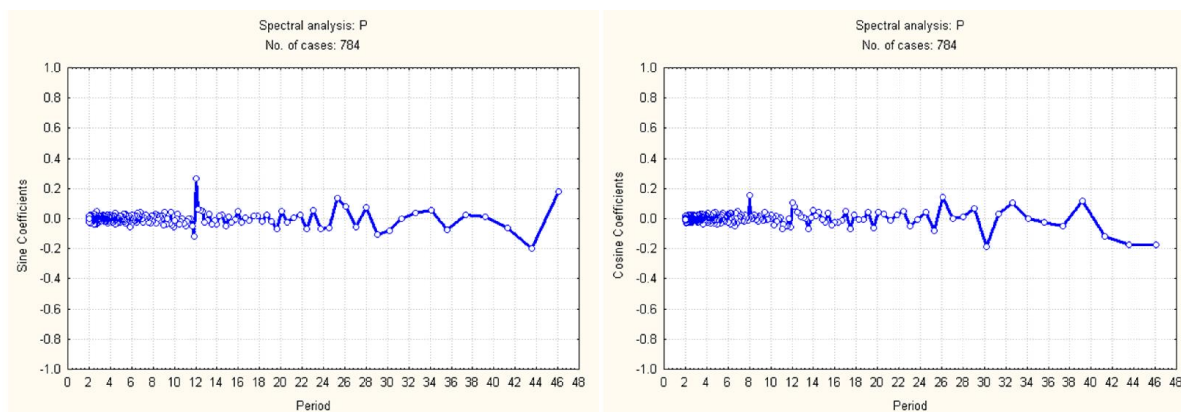
P (mbar)	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	1006.5	1006.1	1006.5	1007.0	1008.0	1007.6	1007.2
Poned.		0.617	0.992	0.513	0.086	0.212	0.394
Utorak	0.617		0.599	0.284	0.031	0.094	0.203
Sreda	0.992	0.599		0.535	0.090	0.222	0.409
Četvrt.	0.513	0.284	0.535		0.250	0.498	0.798
Petak	0.086	0.031	0.090	0.250		0.583	0.341
Subota	0.212	0.094	0.222	0.498	0.583		0.638
Nedelja	0.394	0.203	0.409	0.798	0.341	0.638	

Analiza varijanse vrednosti atmosferskog pritiska po faktoru sata u danu data je u tabeli 9. (Prilog V). Vrednosti atmosferskog pritiska za svaki satni interval su u potpunosti statistički saglasne i ne postoji niti jedna značajna razlika.

Po osnovnim meterološkim postulatima odnos između temperature vazduha i atmosferskog pritiska definisan je kao obrnuto proporcionalan. Međutim, u evidentiranim podacima je statistički potvrđena varijabilna priroda temperature: nedeljni ciklusi imaju značajan maksimum četvrtkom i petkom, a dnevni ciklusi imaju period značajnog maksimuma od 12.00 h do 18.00 h. Na osnovu varijacije temperature vazduha, očekivane varijacije obrnute proporcije atmosferskog pritiska su u potpunosti izostale. Štaviše, očekivani najniži atmosferski pritisci u nedeljnim ciklusima su očekivani četvrtkom i petkom, a u tim danima je izmerena maksimalna temperatura.

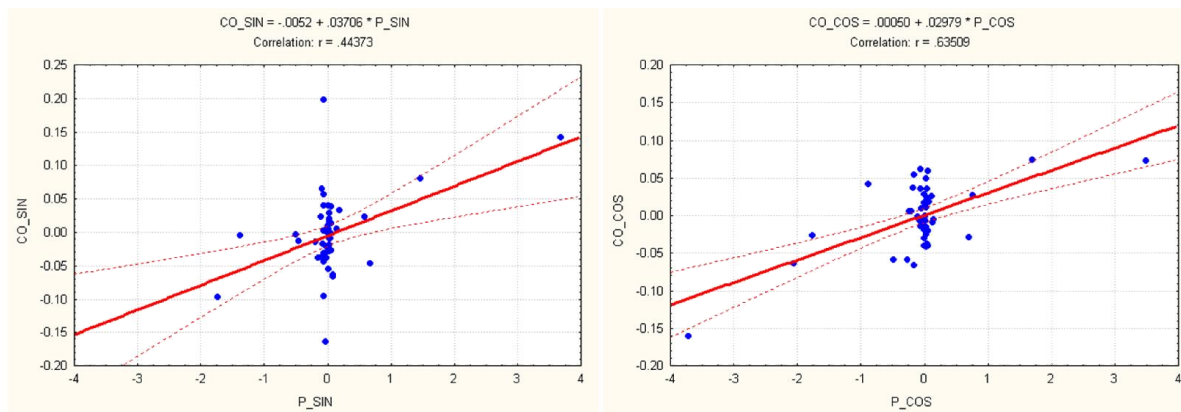
Na osnovu dobijenih rezultata, može se izneti pretpostavka da je temperatura vazduha pod uticajem jakog lokalnog faktora, koji ne utiče na vrednost atmosferskog pritiska. Za daljnju dopunu ovih pretpostavki, izvršena je analiza relativne vlažnosti vazduha.

Periodične karakteristike izražene su sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije atmosferskog pritiska. Periode na 24- tom satu nisu izražene, što znači da atmosferski pritisak nema uticaj dnevnog ciklusa (Slika 9.30.). Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata uglavnom variraju oko vrednosti 0, sa blagim vrhom sinusnog koeficijenta na periodu 12- og sata.



Slika 9.30. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije atmosferskog pritiska

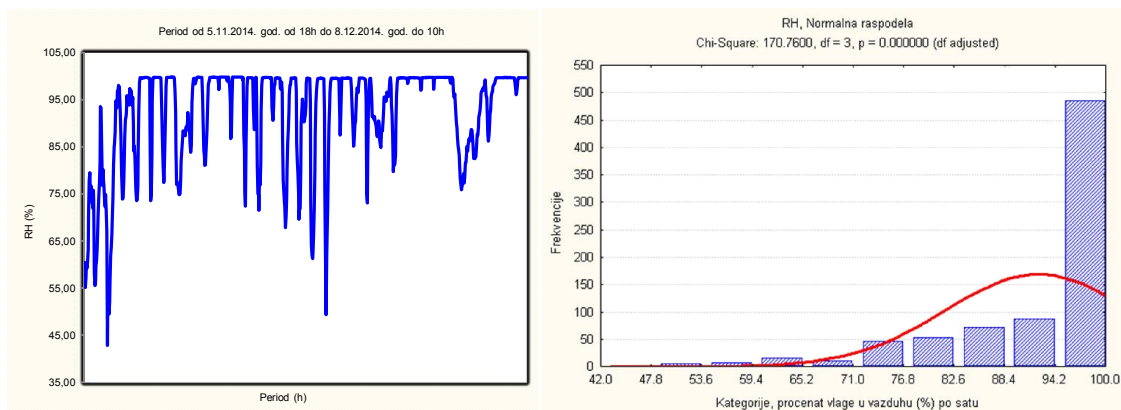
Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda atmosferskog pritiska i koncentracije CO, prikazane su na slici 9.31. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije iznosi $r=0.444$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=0.635$. Pozitivne vrednosti koeficijenta korelacije ukazuju na srazmerno proporcionalan odnos atmosferskog pritiska i koncentracije CO. Uzimajući u obzir činjenicu da su po osnovnim meterološkim postulatima temperatura vazduha i atmosferski pritisak obrnuto proporcionalni, srazmerna proporcija pritiska i koncentracije CO bila je i očekivana.



Slika 9.31. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda atmosferskog pritiska i koncentracije CO

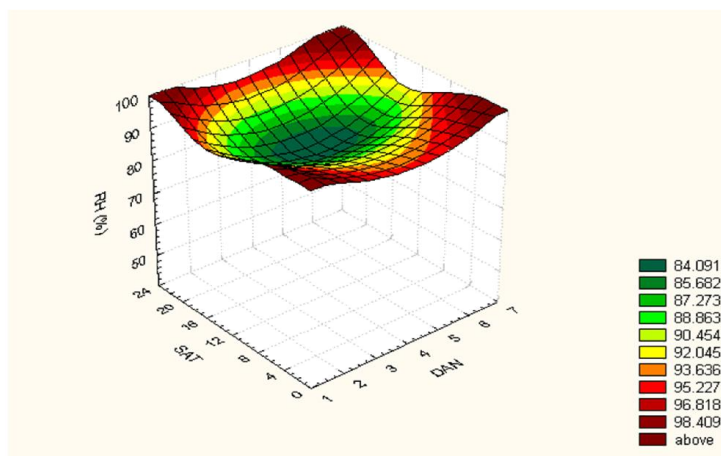
9.2.4. Analiza izmerenih vrednosti relativne vlažnosti vazduha

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h na mobilnoj mernoj stanici, izmerena je minimalna vrednost relativne vlažnosti vazduha od 42.85 %, maksimalna vrednost od 99.85 %; srednja vrednost vremenske serije je iznosila 92.28 %, a standardna devijacija 10.72 %. Na slici 9.32. prikazana je vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele relativne vlažnosti vazduha.



Slika 9.32. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele relativne vlažnosti vazduha

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele relativne vlažnosti (%) vazduha u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu je prikazana na slici 9.33. Konkavna karakteristika grafika funkcije sa minimumom relativne vlažnosti vazduha se nalazi od srede do petka u dnevnom intervalu od 14.00 h do 16.00 h. Moguće je uočiti da su vrednosti minimuma relativne vlažnosti vazduha inverzne maksimumu temperature vazduha.



Slika 9.33. Aproximativna trodimenzionalna funkcija raspodele relativne vlažnosti vazduha u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

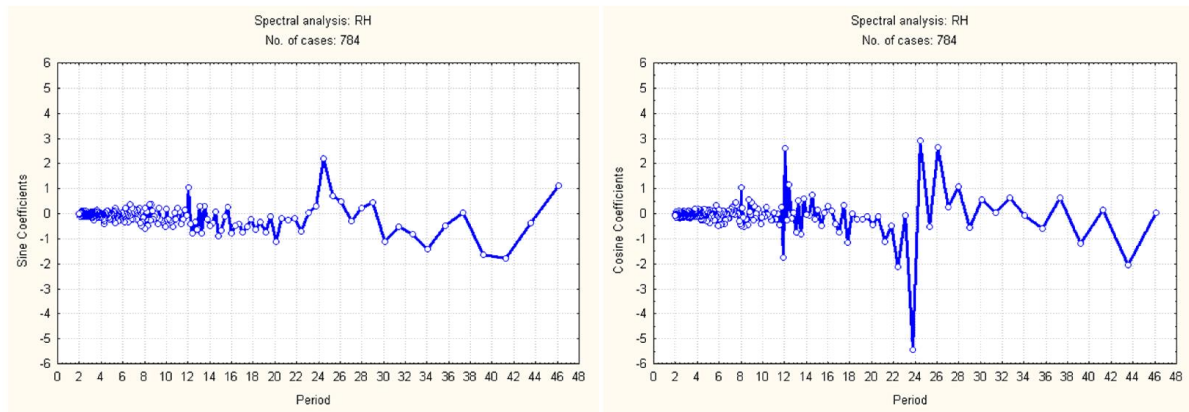
Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe period od srede do petka sa dnevnim aritmetičkim sredinama srednjih satnih vrednosti relativne vlažnosti vazduha ispod 90 %, sa izraženim minimumom četvrtkom, vrednosti od 86.24 %. Između vrednosti u ovom periodu nema značajnih razlika. Komplementarni period je od subote do utorka i ima značajno veće, međusobno statistički saglasne vrednosti relativne vlažnosti vazduha. U ovom periodu sve vrednosti su iznad 95 % (Tabela 9.12.).

Tabela 9.12. Analiza varijanse relativne vlažnosti vazduha po faktoru dana u nedelji

RH (%)	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	97.57	95.25	89.66	86.24	88.22	95.15	95.10
Poned.		0.083	0.000	0.000	0.000	0.087	0.093
Utorak	0.083		0.000	0.000	0.000	0.939	0.917
Sreda	0.000	0.000		0.014	0.285	0.000	0.000
Četvrt.	0.000	0.000	0.014		0.138	0.000	0.0000
Petak	0.000	0.000	0.285	0.138		0.000	0.0000
Subota	0.087	0.939	0.000	0.000	0.000		0.972
Nedelja	0.093	0.917	0.000	0.000	0.000	0.972	

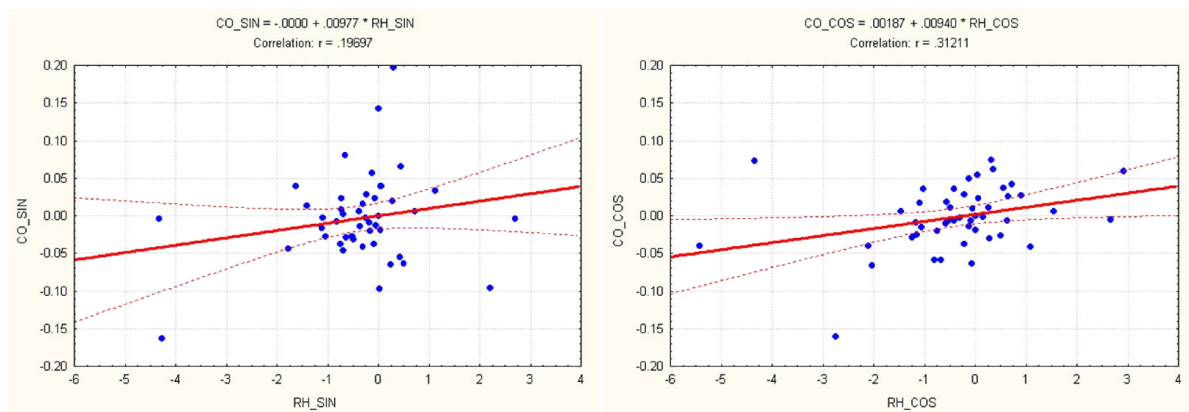
Analiza varijanse relativne vlažnosti vazduha po faktoru sata u danu data je u tabeli 10 (Prilog V). U skladu sa inverznim odnosom prema temperaturi, ostvarene vrednosti takođe pokazuju dva komplementarna perioda. Prvi period niske srednje satne relativne vlažnosti vazduha počinje u 12.00 h, a završava se u 19.00 h (minimum od 14.00 h do 15.00 h, vrednosti od 81.47 %), a drugi period visoke srednje satne relativne vlažnosti vazduha počinje u 19.00 h, a završava se 12.00 h (maksimum 03.00 h do 04.00 h, vrednosti od 96.72 %).

Periodične karakteristike izražene su sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije relativne vlažnosti vazduha. Kod sinusnih koeficijenata izražena je blaga perioda na 24- tom satu, a kod kosinusnih koeficijenata izražene su periode na 12- om i 24- tom satu (Slika 9.34.). Dnevni ciklusi imaju uticaj na vrednost relativne vlažnosti vazduha. Ostale vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata uglavnom variraju oko vrednosti 0.



Slika 9.34. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije relativne vlažnosti vazduha

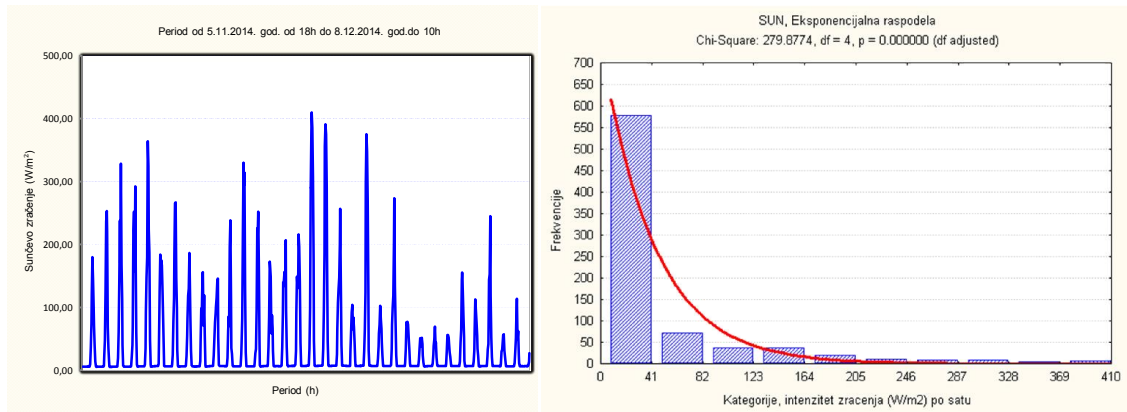
Lineare korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO, prikazane su na slici 9.35. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=0.197$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=0.312$. Pozitivne vrednosti koeficijenta korelacije ukazuju na srazmerno proporcionalan odnos relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO.



Slika 9.35. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO

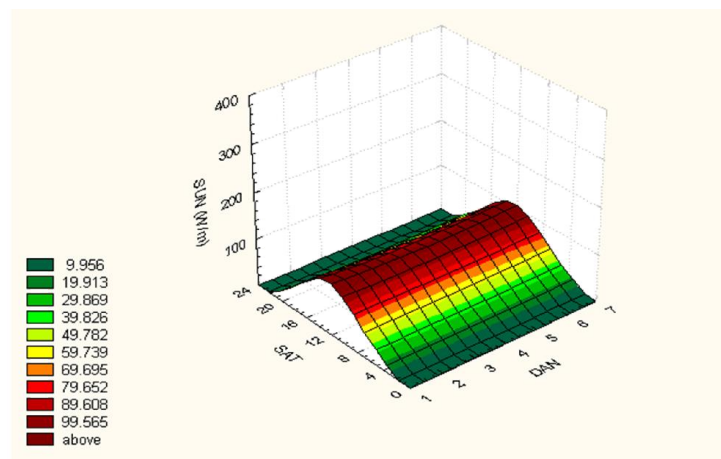
9.2.5. Analiza izmerenih vrednosti intenziteta sunčevog zračenja

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h na mobilnoj mernoj stanici, izmerena je minimalna vrednost intenziteta sunčevog zračenja od 5.19 W/m^2 , dok je maksimalna vrednost iznosila 409.90 W/m^2 ; srednja vrednost vremenske serije iznosila je 42.76 W/m^2 , a standardna devijacija 72.15 W/m^2 . Na slici 9.36. prikazana je vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele intenziteta sunčevog zračenja.



Slika 9.36. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele intenziteta sunčevog zračenja

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele intenziteta sunčevog zračenja u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu je prikazana na slici 9.37. Na datoj slici očigledan je uticaj dnevnog ciklusa sa maksimumom intenziteta sunčevog zračenja u periodu od 09.00 h do 16.00 h.



Slika 9.37. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele intenziteta sunčevog zračenja u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

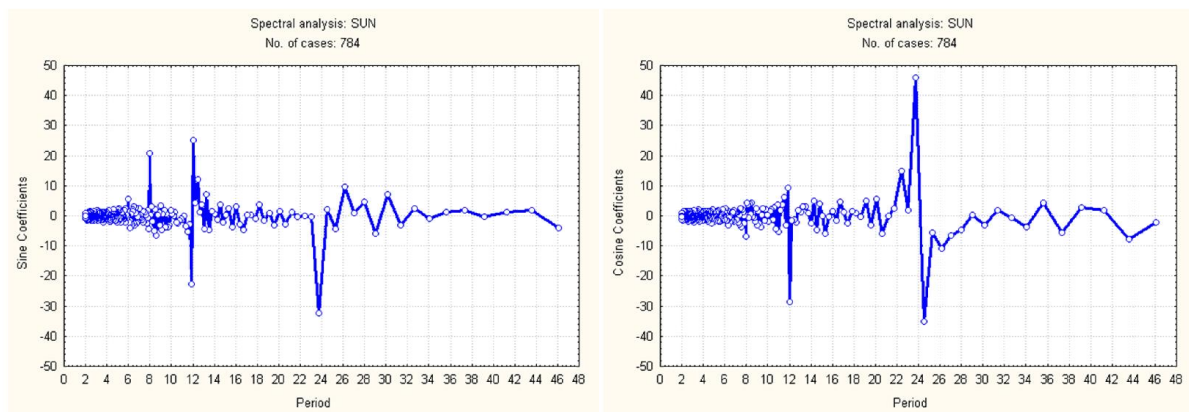
Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe značajno ujednačen intenzitet sunčevog zračenja, sa isključivo slučajnim razlikama u vrednostima (Tabela 9.13.). Zbog ravnomerne raspodele ovog globalnog faktora, isključuje se uticaj na ustanovljene razlike u visinama temperatura i vlažnosti vazduha tokom dana u nedelji.

Tabela 9.13. Analiza varijanse intenziteta sunčevog zračenja po faktoru dana u nedelji

W/m^2	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	48.29	35.58	48.12	33.66	44.51	45.27	44.52
Poned.		0.261	0.986	0.201	0.736	0.772	0.729
Utorak	0.261		0.258	0.843	0.358	0.370	0.389
Sreda	0.986	0.258		0.199	0.740	0.769	0.730
Četvrt.	0.201	0.843	0.199		0.295	0.295	0.314
Petak	0.736	0.358	0.740	0.295		0.942	0.999
Subota	0.772	0.370	0.769	0.295	0.942		0.938
Nedelja	0.729	0.389	0.730	0.314	0.999	0.938	

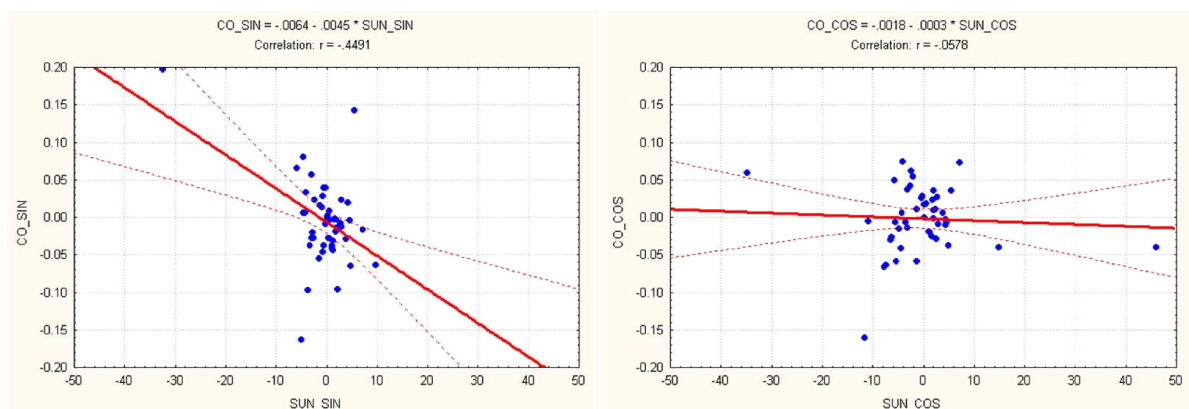
Analiza varijanse intenziteta sunčevog zračenja po faktoru sata u danu, data je u tabeli 11 (Prilog V). I ovde postoje dva komplementarna perioda. Period intenzivnog zračenja počinje u 09.00 h i završava se u 16.00 h, sa vrednošću srednjeg satnog intenziteta preko 50 W/m^2 , a maksimalan srednji satni intenzitet je ustanovljen u periodu od 13.00 h do 14.00 h i iznosi 177.20 W/m^2 . U periodu od 16.00 h do 09.00 h vrednost srednjeg satnog intenziteta sunčevog zračenja ne prelazi 30 W/m^2 , a u toku noći vrednost srednjeg satnog intenziteta je oko 6 W/m^2 . U navedenim periodima ne postoji značajna razlika u vrednostima intenziteta, a između perioda postoje izrazite razlike.

Periodične karakteristike izražene su sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije intenziteta sunčevog zračenja. I kod sinusnih koeficijenata i kod kosinusnih koeficijenata izražene su periode na 12- om i 24- tom satu (Slika 9.38.). Dnevni ciklusi imaju jasan i očekivan uticaj na vrednost intenziteta sunčevog zračenja



Slika 9.38. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta sunčevog zračenja

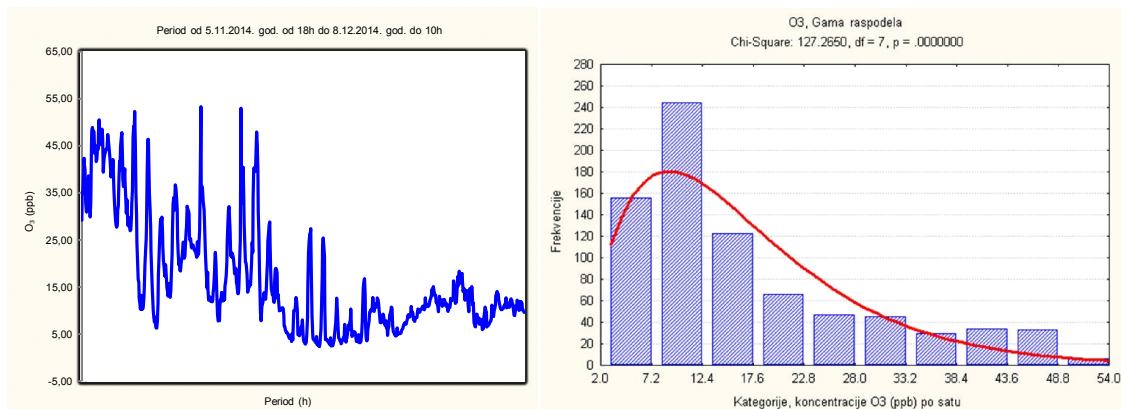
Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta sunčevog zračenja i koncentracije CO, prikazane su na slici 9.39. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r = -0.449$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r = -0.058$. Negativne vrednosti koeficijenta korelacije ukazuju na obrnutu srazmeru odnosa intenziteta sunčevog zračenja i koncentracije CO.



Slika 9.39. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta sunčevog zračenja i koncentracije CO

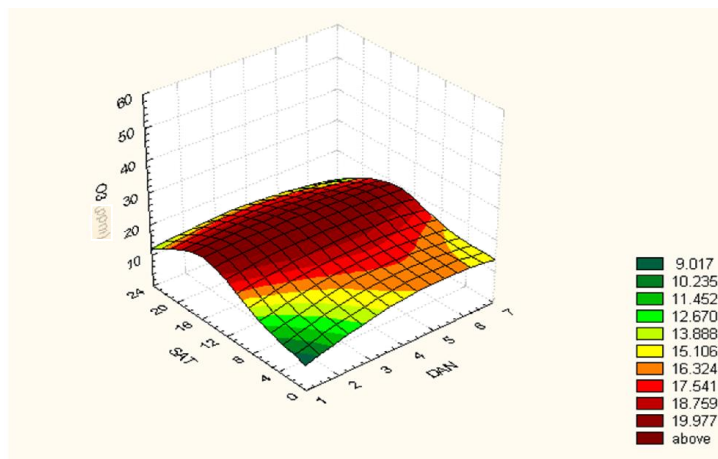
9.2.6. Analiza izmerenih vrednosti koncentracije ozona

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h na mobilnoj mernoj stanici izmerena je minimalna vrednost koncentracije O_3 od 2.39 ppb, maksimalna vrednost 53.27 ppb; srednja vrednost vremenske serije je iznosila 16.80 ppb, a standardna devijacija 12.07 ppb. Na slici 9.40. prikazana je vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele koncentracije O_3 .



Slika 9.40. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele koncentracije O_3

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije O_3 u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu je prikazana na slici 9.41. Konveksna karakteristika grafika funkcije sa maksimumom koncentracije O_3 se nalazi oko četvrtka, u periodu od 12.00 h do 18.00 h. Primećuje se visoka saglasnost sa aproksimativnom trodimenzionalnom funkcijom raspodele temperature vazduha prikazanom na slici 9.25.



Slika 9.41. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije O_3 u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe koncentraciju O_3 četvrtkom, sa značajnim maksimumom i dnevnim aritmetičkom sredinom srednje satne vrednosti koncentracije od 19.16 ppm. Vrednost koncentracije O_3 četvrtkom je značajno veća od vrednosti koncentracija izmerenih ponedeljkom ili utorkom, ali ne i preostalim danima.

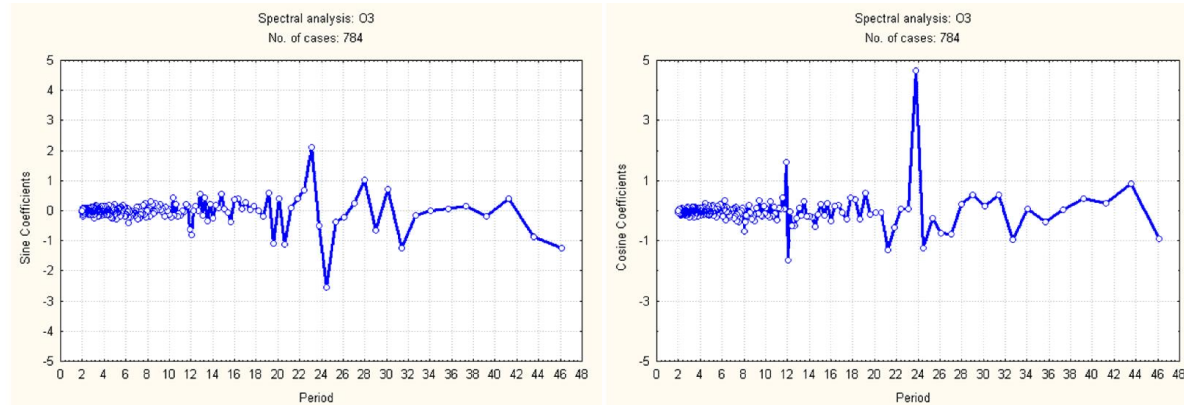
Između dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih vrednosti koncentracija O_3 izmerenih u ostalim danima nema značajnih razlika (Tabela 9.14.).

Tabela 9.14. Analiza varijanse koncentracije O_3 po faktoru dana u nedelji

O_3 (ppb)	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	15.50	15.18	16.43	19.16	18.69	15.76	16.23
Poned.		0.842	0.605	0.045	0.078	0.873	0.673
Utorak	0.842		0.499	0.031	0.056	0.738	0.560
Sreda	0.605	0.499		0.110	0.163	0.696	0.899
Četvrt.	0.045	0.031	0.110		0.767	0.059	0.097
Petak	0.078	0.056	0.163	0.767		0.098	0.152
Subota	0.873	0.738	0.696	0.059	0.098		0.770
Nedelja	0.673	0.560	0.899	0.097	0.152	0.770	

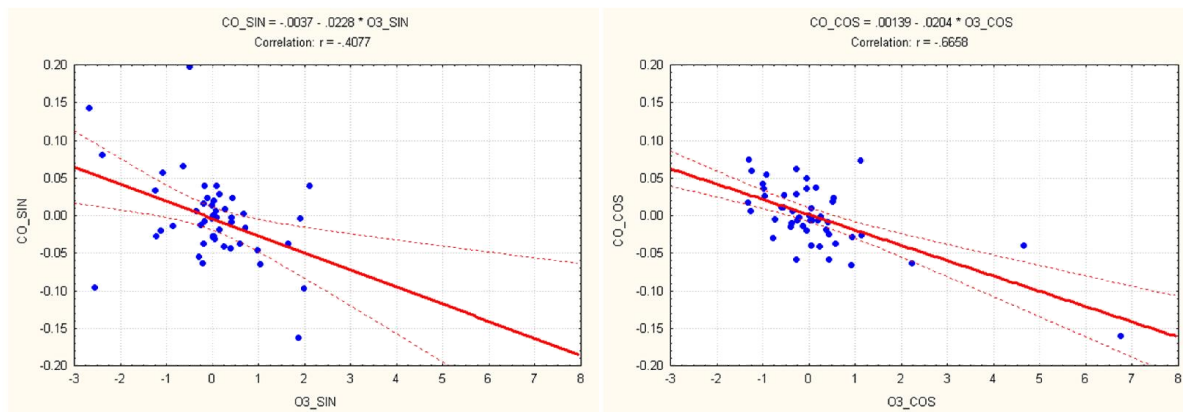
Analiza varijanse koncentracije O_3 po faktoru sata u danu, data je u tabeli 12 (Prilog V). Takođe i kod izmerenih vrednosti koncentracije O_3 , kao i kod većine izmerenih parametara postoje dva komplementarna perioda. Period sa visokom srednjom satnom koncentracijom počinje u 12.00 h i završava se u 18.00 h, vrednost u ovom periodu iznosi preko 20 ppb, sa maksimumom u intervalu između 15.00 h i 16.00 h i vrednošću od 23.79 ppb. U periodu od 18.00 h do 12.00 h, srednja satna vrednost koncentracije ne prelazi 20 ppb, a minimum je ustanovljen u jutarnjim satima u periodu od 08.00 h do 09.00 h i ima srednju satnu vrednost 12.98 ppb. U navedenim periodima ne postoje značajne razlike u srednjim satnim vrednostima, a između perioda postoje razlike.

Periodične karakteristike izražene su sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije koncentracije O_3 . I kod sinusnih koeficijenata i kod kosinusnih koeficijenata izražene periode na 24- tom satu, a kod kosinusnih koeficijenata i na 12- om satu (Slika 9.42.). Dnevni ciklusi imaju jasan i očekivan uticaj na vrednost koncentracije O_3 .



Slika 9.42. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije koncentracije O_3

Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda koncentracije O_3 i koncentracije CO prikazane su na slici 9.43. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=-0.438$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=-0.666$. Negativne vrednosti koeficijenta korelacije ukazuju na obrnutu srazmeru između koncentracija O_3 i CO. Visoke vrednosti koeficijenata korelacije upućuju na specifičan odnos i moguće hemijske reakcije O_3 u ambijentalnom vazduhu.



Slika 9.43. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda koncentracija O_3 i CO

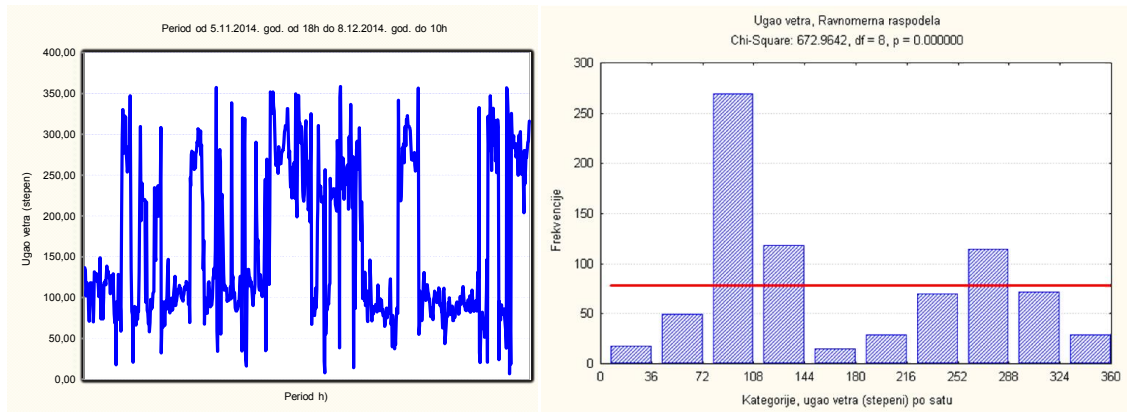
9.2.7. Analiza izmerenih vrednosti napadnog ugla vetra

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala na mernoj lokaciji JU Peta osnovna škola, u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h, na mobilnoj mernoj stanici, zbog radijalnih komponenti, minimalna, maksimalna srednja vrednost i standardna devijacija napadnog ugla vetra ima relativan značaj (Slika 9.44.).



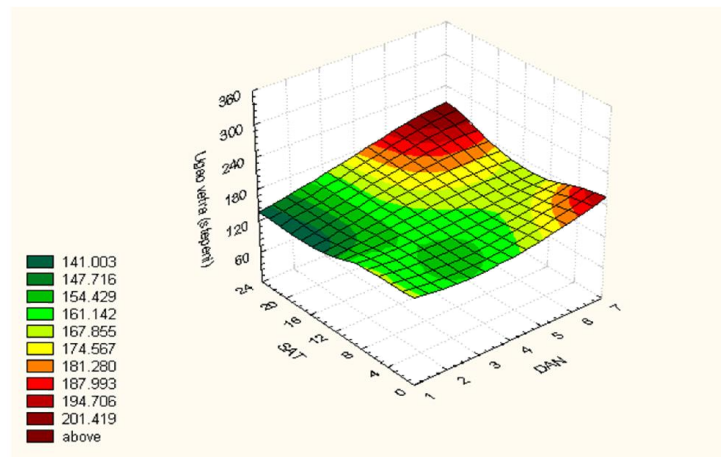
Slika 9.44. Merna lokacija naglašena crvenim pravougaonikom sa radijalnom frekvencijom napadnog ugla vetra

Na slici 9.45. prikazana je vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele napadnog ugla vetra. Najveće frekvencije ugla vetra su izmerene u intervalu od 72° do 108° i od 252° do 288° .



Slika 9.45. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele napadnog ugla vetra

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele napadnog ugla (degrees) pokazuje promene nedeljnih režima i stabilnost dnevnog režima (Slika 9.46.).



Slika 9.46. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele napadnog ugla vetra u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

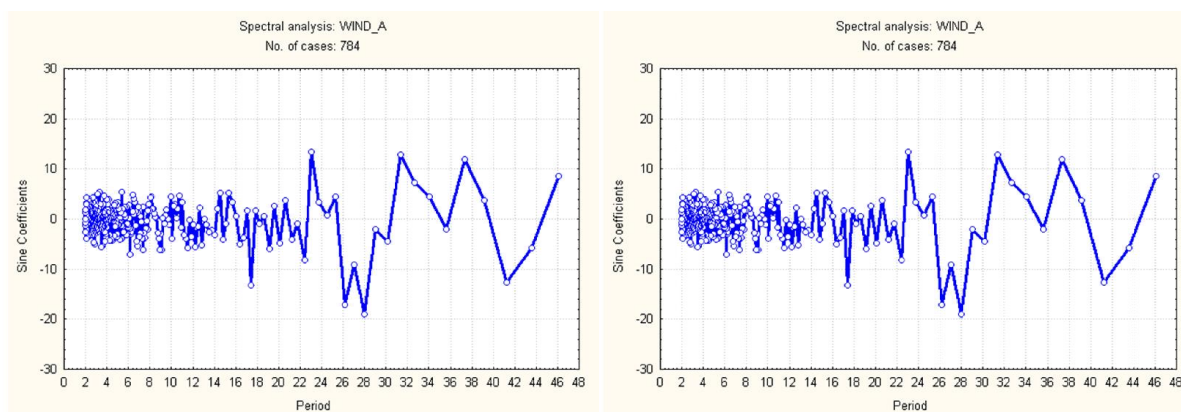
Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe značajan napadni ugao od oko 190° petkom i subotom (Tabela 9.15.). U slučaju napadnog ugla vetra, rezultate treba razmatrati sa određenom rezervom. Naime uglovi od 330° do 30° u primenjenom matematičkom aparatu formiraju najveće varijanse, a u realnim uslovima, radi se o bliskim napadnim uglovima. Međutim, ovi uslovi važe podjednako za sve dane. Zbog toga se može prihvatiti da su napadni uglovi vetra na mernoj lokaciji petkom i subotom značajno različiti od napadnih uglova u ostalim danima. Ovu pretpostavku podržavaju i prethodno izvedene analize, koje navode na posebne specifičnosti merne lokacije koje se odnose na temperaturu vazduha, atmosferski pritisak (upravo zato sto su izostale očekivane varijacije) i vlažnost vazduha.

Tabela 9.15. Analiza varijanse napadnog ugla vetra po faktoru dana u nedelji

degrees	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	160.23	148.48	138.80	150.76	190.40	191.95	164.83
Poned.		0.365	0.107	0.434	0.017	0.015	0.704
Utorak	0.365		0.424	0.851	0.001	0.001	0.223
Sreda	0.107	0.424		0.356	0.000	0.000	0.054
Četvrt.	0.434	0.851	0.356		0.002	0.001	0.276
Petak	0.017	0.001	0.000	0.002		0.898	0.035
Subota	0.015	0.001	0.000	0.001	0.898		0.033
Nedelja	0.704	0.223	0.054	0.276	0.035	0.033	

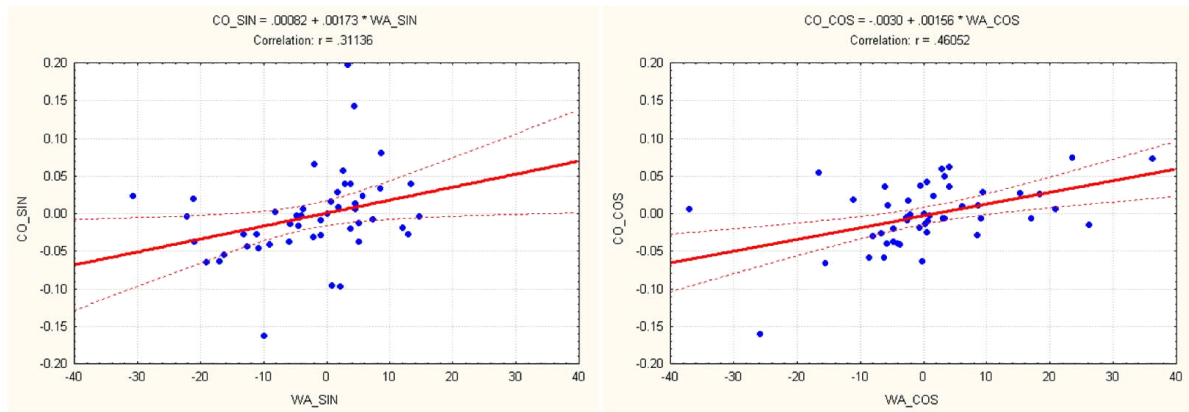
Analiza varijanse napadnog ugla vetra po faktoru sata u danu, data je u tabeli 13. (Prilog V). Na osnovu analize varijanse ugla vetra po faktoru sata u danu nisu ustanovljene razlike u satnim režimima napadnog ugla vetra.

Periodične karakteristike izražene su sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije napadnog ugla vetra. Kod sinusnih koeficijenata i kod kosinusnih koeficijenata naglašen je period na 24- tom satu i veliki intenzitet u vrednostima ostalih koeficijenata sinusnih i kosinusnih koeficijenata (Slika 9.47.). To znači da je periodična karakteristika slabo naglašena. Dnevni ciklusi nemaju jasan uticaj na napadni ugao vetra.



Slika 9.47. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije napadnog ugla vetra

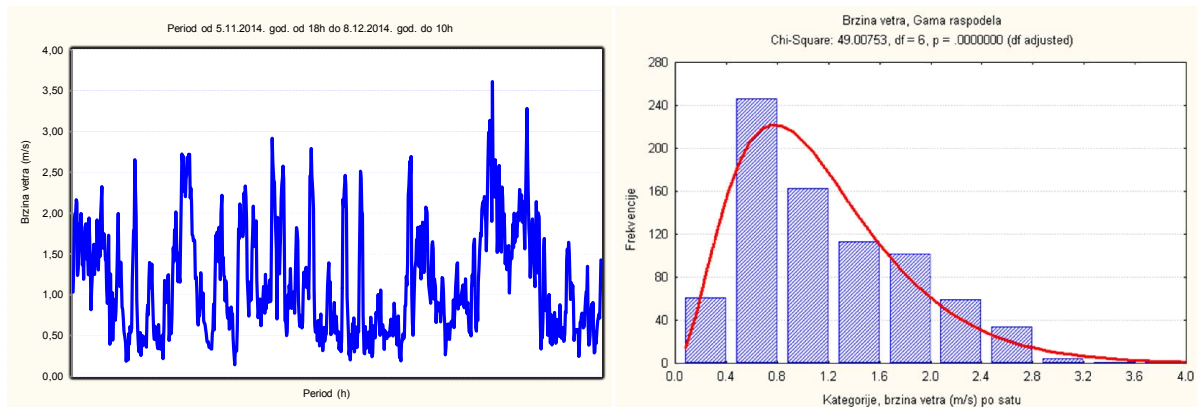
Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda koncentracije napadnog ugla vetra i koncentracije CO, prikazane su na slici 9.48. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=0.311$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=0.460$. Za razliku od svih prethodnih analiza, prikazani koeficijenti korelacije su nastali iz linearnog odnosa koncentracije CO i napadnog ugla vetra koji ima radijalnu (polarnu) karakteristiku. Prikazani odnos ide u prilog dominantnom napadnom uglu vetra ili uglu koji svojim strujanjem donosi najveće koncentracije polutanata na mernu stanicu.



Slika 9.48. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda napadnog ugla vetra i CO

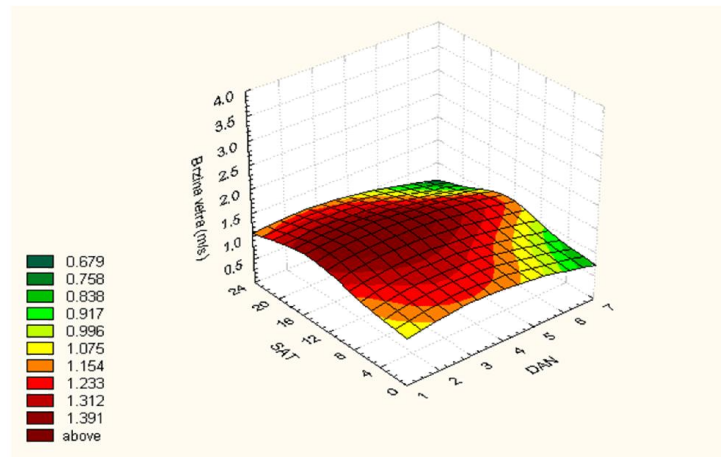
9.2.8. Analiza izmerenih vrednosti brzine vetra

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05. 11. 2014. god. u 18.00 h do 08. 12. 2015. god. u 10.00 h na mobilnoj mernoj stanici, izmerena je minimalna vrednost brzine vetra od 0.15 m/s, maksimalna vrednost od 3.16 m/s; srednja vrednost vremenske serije iznosila je 1.15 m/s, a standardna devijacija 0.66 m/s. Na slici 9.49. je prikazana vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele brzine vetra.



Slika 9.49. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele brzine vetra

Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele brzine vetra pokazuje promene nedeljnih režima i dnevnog režima (Slika 9.50.). Procenjeni maksimum brzina vetra je oko sredine nedelje, a dnevni ciklusi imju maksimum u periodu od 12.00 h do 16.00 h.



Slika 9.50. Aproximativna trodimenzionalna funkcija raspodele brzine vetra u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu

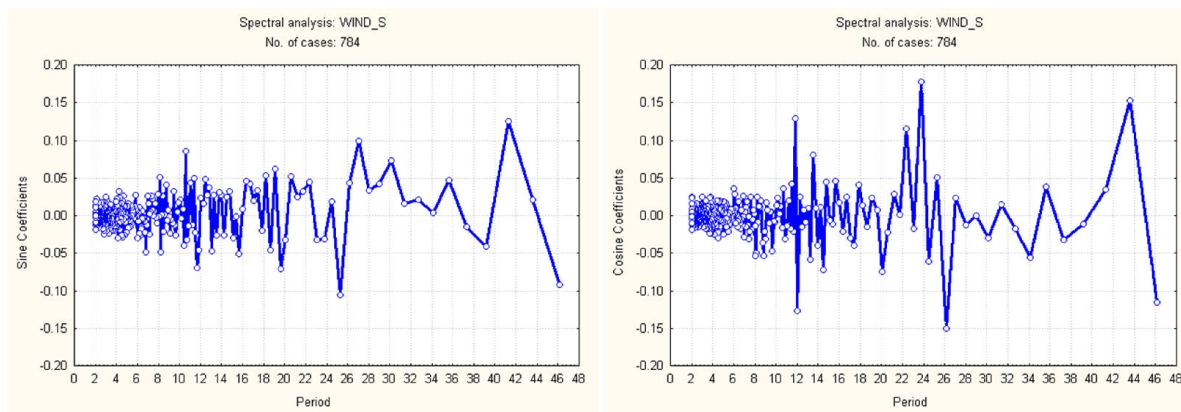
Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe brzinu vetra kao izrazito varijabilnu, sa velikim promenama režima tokom nedelje. Petak i subota imaju značajno najveće dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih brzina od 1.94 m/s i 1.90 m/s, respektivno i predstavljaju maksimume. Od nedelje do utorka dolazi do naglog pada brzina na oko 1.1 m/s, a sredi i četvrtak su tranzicioni period. Gotovo sve vrednosti brzina vetra po danima se značajno razlikuju. Prikaz analize varijanse brzine vetra po faktoru dana u nedelji dat je u tabeli 9.16.

Tabela 9.16. Analiza varijanse brzine vetra po faktoru dana u nedelji

m/s	Poned.	Utorak	Sreda	Četvrt.	Petak	Subota	Nedelja
Srednja vrednost	1.14	1.18	1.59	1.35	1.94	1.90	1.03
Poned.		0.620	0.000	0.015	0.022	0.008	0.212
Utorak	0.620		0.000	0.041	0.007	0.002	0.100
Sreda	0.000	0.000		0.004	0.000	0.0000	0.000
Četvrt.	0.015	0.041	0.004		0.000	0.0000	0.000
Petak	0.022	0.007	0.000	0.000		0.678	0.250
Subota	0.008	0.002	0.000	0.000	0.678		0.140
Nedelja	0.212	0.100	0.000	0.000	0.250	0.140	

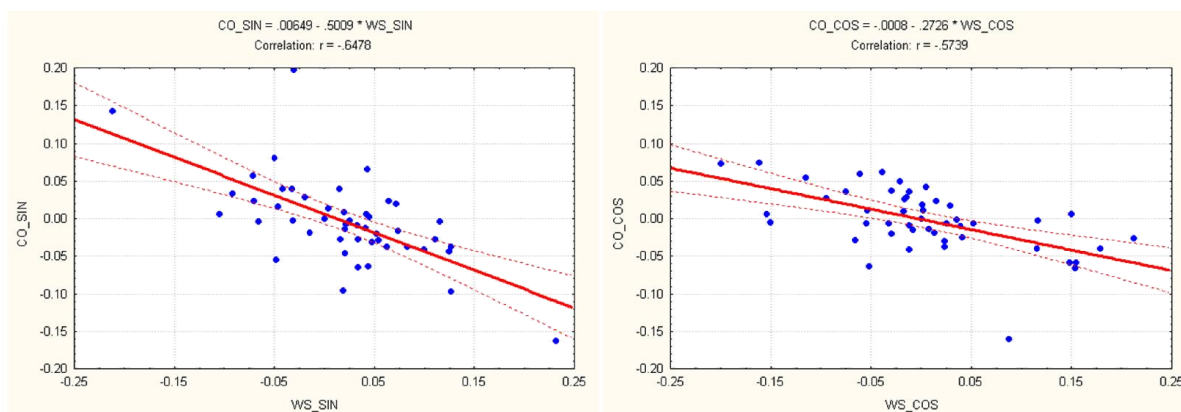
Analiza varijanse brzine vetra (m/s) po faktoru sata u danu data je u tabeli 14. (Prilog V). Takođe i kod brzine vetra postoje dva komplementarna perioda. Period sa velikom srednjom satnom brzinom počinje u 12.00 h i završava se u 17.00 h. Maksimum je upravo na kraju perioda (1.67 m/s), a potom dolazi do izrazitog smirivanja. Komplementarni period male srednje satne brzine vetra traje od 17.00 h do 12.00 h, a posebno je minimum od 08.00 h do 09.00 h sa srednjom satnom brzinom vetra od 0.97 m/s. Minimalna srednja koncentracija O_3 po faktoru sata u danu, takođe je ustanovljena u intervalu od 08.00 h do 09.00 h.

Periodične karakteristike izražene su sinusnim i kosinusnim koeficijentima Furijeovog reda vremenske serije brzine vetra. Kod sinusnih koeficijenata i kod kosinusnih koeficijenata naglašena je perioda na 24- tom satu, a kod kosinusnih koeficijenata i perioda na 12- om satu (Slika 9.51.). Takođe su evidentne i velike oscilacije u vrednostima ostalih sinusnih i kosinusnih koeficijenata. Dnevni ciklusi imaju delimičan uticaj na napadni ugao vetra.



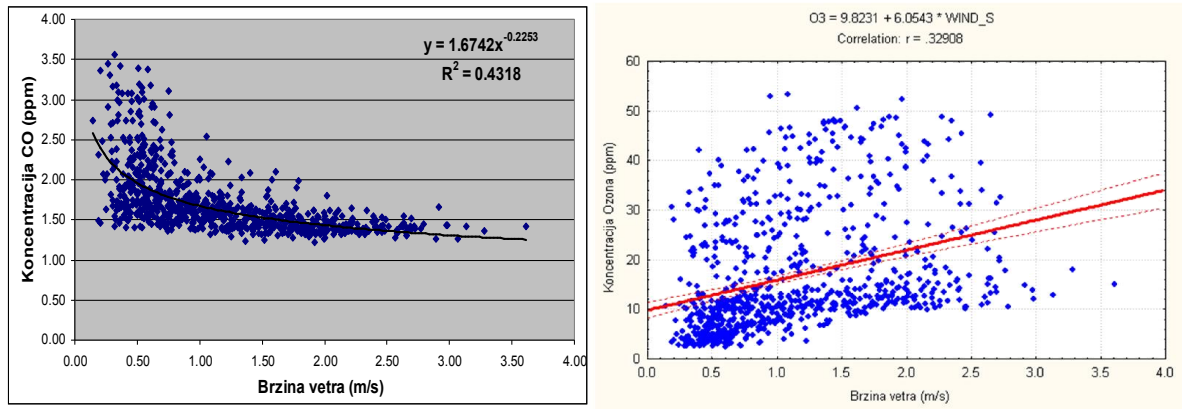
Slika 9.51. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije brzine vetra

Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda brzine vetra i koncentracije CO, prikazane su na slici 9.52. U slučaju sinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=-0.648$, a u slučaju kosinusnih koeficijenata, koeficijent korelacije je $r=-0.574$. Negativne vrednosti koeficijenta korelacije ukazuju na obrnutu srazmeru brzine vetra i koncentracije CO. Visoke vrednosti koeficijenata korelacije upućuju na specifičan odnos brzine vetra, kao što je evidentirano i kod O₃.



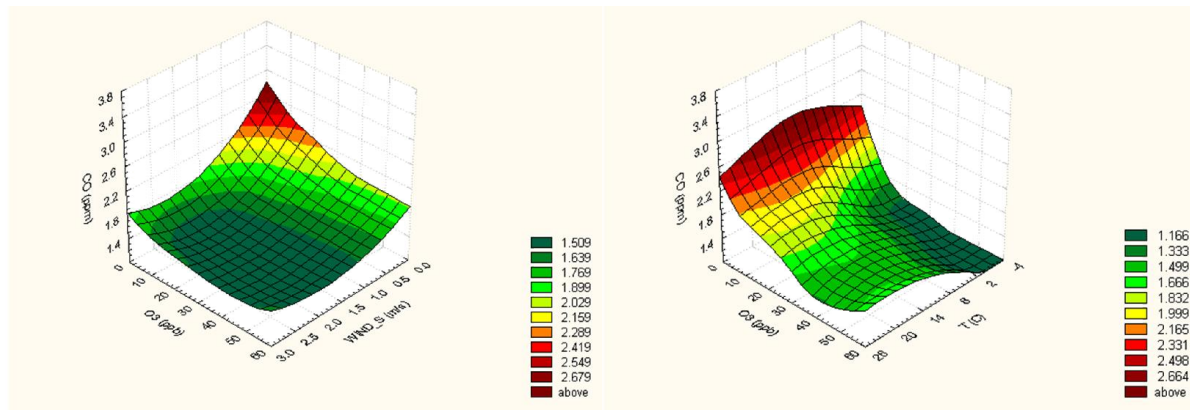
Slika 9.52. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda brzine vetra i koncentracije CO

Zbog ustanovljenih karakteristika, dodatno je ispitan uticaj brzine vetra na koncentraciju CO. Na slici 9.53. prikazana je ustanovljena funkcija koncentracije CO u zavisnosti od brzine vetra. Funkcija je stepena i ima visok koeficijent korelacije od $r=0.657$. Takođe, ustanovljena je i linearna funkcionalna zavisnost koncentracije O₃ u funkciji brzine vetra. Sa porastom brzine vetra, postoji jasna proporcija porasta količine O₃ od 6.045 ppbs/m. Koeficijent linearne korelacije nije veliki i iznosi 0.329, zbog velike disperzije O₃ koja je mogla nastati zbog različitih vrednosti temperature, vlažnosti vazduha ili hemijskih reakcija O₃ sa drugim polutantima.



Slika 9.53. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od brzine vetra i koncentracije O_3

Na slici 9.54. su date dve aproksimativne trodimenzionalne funkcije raspodele koncentracije CO. U prvom slučaju u zavisnosti od brzine vetra i koncentracije O_3 , a u drugom slučaju u zavisnosti od temperature i koncentracije O_3 .



Slika 9.54. Aproksimativne trodimenzionalne funkcije raspodele koncentracije CO u zavisnosti od brzine vetra i koncentracije O_3 i u funkciji temperature i koncentracije O_3

Jasan je eksponencijalni uticaj brzine vetra na koncentraciju CO za sve vrednosti O_3 , pri čemu je izrazito najveća koncentracija CO aproksimirana pri mirnom vazduhu i malim koncentracijama O_3 . Očekivan uticaj temperature koji je statistički dokazano obrnuto proporcionalan, u prisustvu O_3 nije održiva doktrina tj. uočljivo je da se pri visokim koncentracijama O_3 od preko 20 ppb, visoke koncentracije CO javljaju pri višim temperaturama. Ova činjenica je statistički potvrđena. Za graničnu temperaturu je izabrana $T=7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (srednja vrednost temperature iznosila je $7.33\text{ }^{\circ}\text{C}$).

U uslovima visoke koncentracije O_3 od preko 20 ppb, pri temperaturama višim od $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, izmerena je koncentracija CO od 1.714 ppm, a pri temperaturama manjim od $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ izmerena je koncentracija CO od 1.559 ppm. Po analizi varijanse, između navedenih vrednosti postoje značajne razlike, a prag značajnosti je $p=0.000111 < 0.05$. To znači da pri visokoj koncentraciji O_3 , temperatura nije dominantan parametar.

Visoke koncentracije O_3 javljaju se pri izuzetno vetrovitom vremenu, vetar se javlja kada postoje zone niskog pritiska, a nizak pritisak izaziva ciklon (kretanje vazдушnih masa u zoni niskog pritiska). Takođe, nizak pritisak može se pojaviti i zbog manje gustine vazduha, pri višim temperaturama.

10. DEFINISANJE MODELA

Varijacijama vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova opisuju se vremenske serije intenziteta tokova vozila, a istovremeno, u varijacijama vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda sadržan je opis vremeske serije varijabilnih vrednosti CO. Eventualne korelacije između sinusnih i kosinusnih koeficijenata pojedinačnih tokova i koncentracije CO, direktno opisuju relativan uticaj varijacije intenziteta tokova vozila na varijacije vrednosti CO.

Vrednosti koeficijenata Furijeovih redova tokova vozila su proračunate na osnovu intenziteta tokova vozila. Od vrste vozila zavisi i vrednost pojedinačne koncentracije CO, a varijacije intenziteta toka, uz pojedinačne koncentracije, utiču na varijacije koncentracije CO i u kvantitativnom smislu.

10.1. Proračun koncentracije ugljen- monoksida generisane iz saobraćaja

Na osnovu sprovedene analize može se zaključiti da pojedini parametri značajno utiču na varijacije vrednosti koncentracije CO. Povećanje temperature vazduha ima direktan i indirektan uticaj na smanjenje koncentracije CO. Sa rastom temperature dolazi do smanjenja gustine vazduha, a samim time i smanjenja koncentracije CO. Indirektan uticaj povećanja temperature na smanjenje koncentracije CO manifestuje se preko promene vazdušnog pritiska, odnosno rast temperature vazduha utiče na stvaranja polja niskog vazdušnog pritiska, te ciklonskog kretanja vazdušnih masa i povećanja koncentracije O₃. Pojedini parametri, kao što su vazdušni pritisak ili relativna vlažnost vazduha direktno utiču na povećanje koncentracije CO. Sunčevo zračenje utiče na temperaturu i dovodi do pojave kompleksnih procesa. U okviru sprovedenog istraživanja, uočena su dva ciklusa CO:

- nedeljni ciklus sa izraženim minimumima sredom i četvrtkom (Tabela 9.8.);
- dnevni ciklus sa minimumom od 14.00 h do 15.00 h i maksimumom od 20.00 h do 21.00 h (Tabela 7., Prilog V).

Statistički značaj meta- lokacijskih varijacija na nedeljnom nivou se ne može detaljno pojasniti bez daljnjih istraživanja. Parametri sa dokazanim direktnim ili indirektnim uticajem, upravo i obrnuto proporcionalnim odnosima, takođe imaju svoje satne varijacije:

- maksimum temperature je između 15.00 h i 16.00 h;
- minimum relativne vlažnosti vazduha je između 03.00 h i 04.00 h;
- maksimum koncentracije O₃ je između 15.00 h i 16.00 h;
- maksimalna brzina vetra je između 16.00 h i 17.00 h.

Parametri imaju svoje dnevne varijacije koje su u domenu očekivanog, ali postoje i iznenađujući izuzeci poput ravnomernog atmosferskog pritiska koji je zasigurno povezan sa periodom u kome su realizovana istraživanja. U ustanovljenim i statistički značajnim

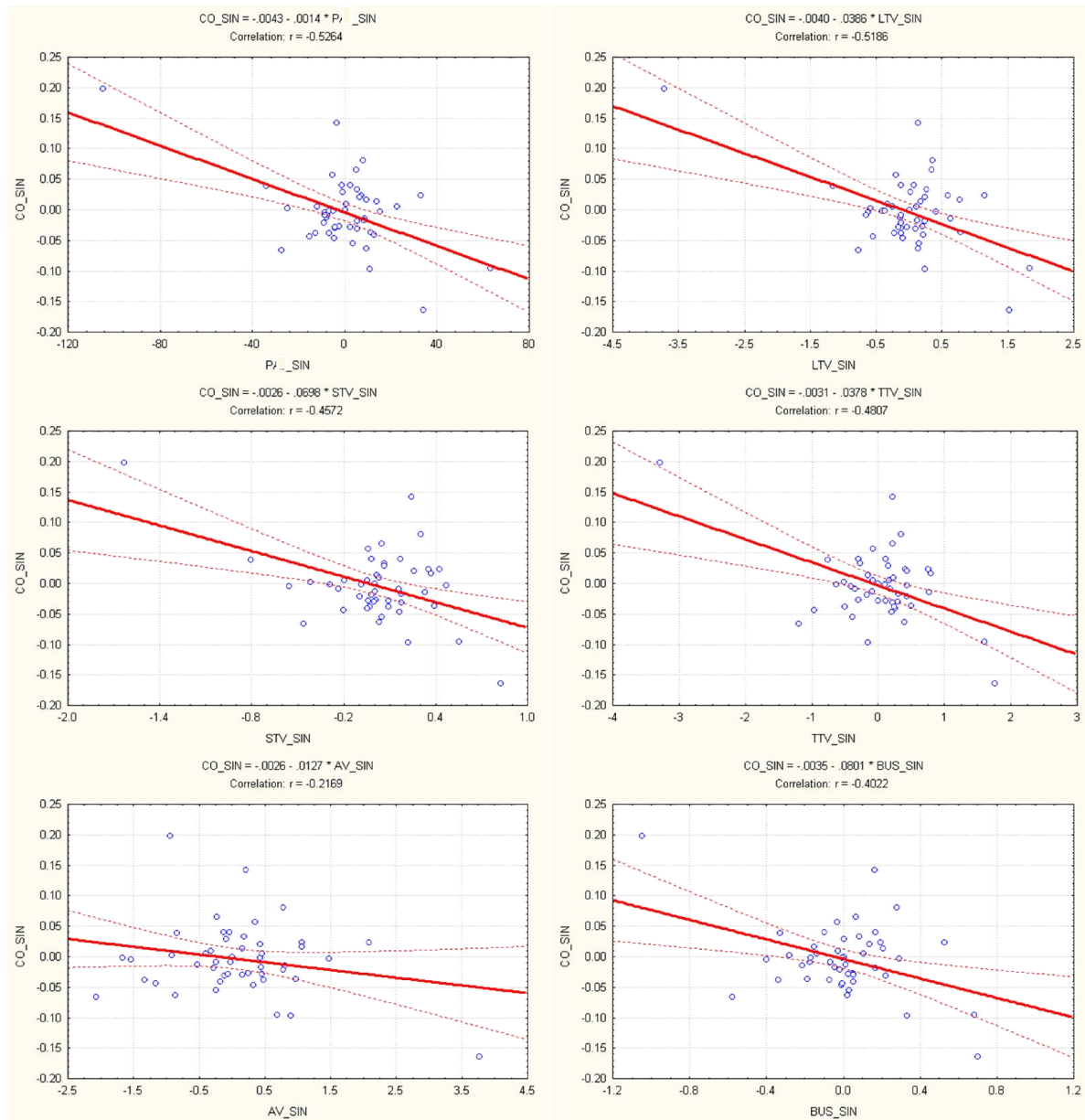
kompleksnim uticajima i varijacijama, pojavljuju se saobraćajni tokovi koji sigurno utiču na povećanje koncentracije polutanata, uključujući i koncentraciju CO. Isticanje bilo kojeg parametra kao funkcionalne promenljive koncentracije CO, zahtevalo bi punu analizu direktnih i indirektnih uticaja koji su, kako je već navedeno, često suprotnih proporcija. Daljnja analiza je usmerena na uspostavljanje odnosa između intenziteta saobraćajnih tokova i koncentracije CO.

Proračun prvih 48 sinusnih koeficijenata Furijeovih redova vremenskih serija intenziteta tokova PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i koncentracije CO, dat je u tabeli 10.1. Produženje njihove serije zbog periodičnosti ne doprinosi proračunu koeficijenata linearne korelacije, jer vrednosti koeficijenata osciluju oko nule, a time se značajno menja jednačina linearne regresije. U tim uslovima koeficijent pravca teži jedinici, a slobodan član teži nuli.

Tabela 10.1. Sinusni koeficijenti Furijeovih redova za vremenske serije PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i CO

	PA SIN	LTV SIN	STV SIN	TTV SIN	AV SIN	BUS SIN	CO SIN
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	-8.726	-0.627	-0.556	-0.412	-1.547	-0.403	-0.004
3	-3.717	0.137	0.241	0.212	0.209	0.162	0.143
4	10.712	0.241	0.216	-0.158	0.893	0.329	-0.096
5	-12.911	-0.233	-0.034	-0.501	-1.332	-0.339	-0.037
6	33.777	1.513	0.822	1.755	3.760	0.698	-0.163
7	15.236	0.409	0.465	0.437	1.475	0.292	-0.003
8	7.831	0.351	0.302	0.343	0.770	0.279	0.080
9	7.232	0.589	0.352	0.403	1.062	0.194	0.024
10	32.813	1.138	0.422	0.749	2.084	0.527	0.024
11	-8.202	-0.135	0.004	-0.093	-0.533	0.012	-0.012
12	-2.615	0.200	0.007	-0.296	0.238	0.047	-0.027
13	-4.825	-0.097	0.162	0.196	0.314	-0.013	-0.045
14	2.157	-0.131	0.169	-0.302	-0.134	-0.100	0.040
15	10.997	0.774	0.390	0.502	0.961	-0.188	-0.037
16	3.414	0.139	0.047	-0.397	-0.244	0.028	-0.054
17	6.387	0.241	0.256	0.430	0.428	0.134	0.021
18	5.409	0.262	0.061	-0.278	0.177	0.081	0.033
19	8.611	0.627	0.328	0.769	0.800	-0.215	-0.014
20	-15.534	-0.555	-0.201	-0.971	-1.168	-0.006	-0.043
21	-1.349	0.069	-0.018	0.113	-0.048	0.168	0.040
22	5.155	0.242	-0.023	-0.171	-0.293	0.168	-0.018
23	5.100	0.088	0.172	0.214	-0.114	0.221	-0.030
24	13.686	0.165	0.015	-0.159	0.156	0.206	0.014
25	-7.816	-0.128	0.156	0.179	-0.246	-0.176	-0.008
26	2.132	-0.036	0.092	0.109	-0.073	0.050	-0.027
27	8.196	0.114	0.176	0.298	0.437	-0.045	-0.016
28	4.728	0.336	0.046	0.209	-0.240	0.063	0.066
29	-27.518	-0.770	-0.466	-1.198	-2.077	-0.578	-0.065
30	12.444	0.207	-0.048	0.252	-0.181	0.052	-0.041
31	9.422	0.133	0.028	0.395	-0.868	0.020	-0.063
32	22.648	0.105	-0.196	0.158	-0.404	0.102	0.006
33	63.144	1.831	0.548	1.599	0.678	0.683	-0.096
34	-104.744	-3.721	-1.635	-3.290	-0.950	-1.048	0.198
35	-34.347	-1.165	-0.806	-0.757	-0.841	-0.329	0.039
36	-24.964	-0.596	-0.422	-0.523	-0.920	-0.283	0.002
37	-8.611	-0.662	-0.235	-0.357	-0.030	-0.070	-0.009
38	-7.093	-0.413	-0.294	-0.636	-1.666	-0.173	-0.002
39	-9.019	-0.131	-0.100	0.436	0.778	-0.020	-0.020
40	-5.055	-0.366	-0.086	0.096	0.419	-0.008	-0.002
41	-5.387	-0.200	-0.042	-0.083	0.350	-0.032	0.057
42	-6.886	-0.132	0.093	0.235	0.473	-0.074	-0.038
43	9.396	0.763	0.368	0.790	1.057	-0.152	0.016
44	-4.302	-0.128	-0.004	0.284	0.151	0.051	-0.029
45	-1.009	0.020	0.065	0.145	-0.087	0.001	0.029
46	-4.228	-0.170	-0.045	-0.004	0.451	0.023	-0.027
47	0.363	-0.339	0.027	0.229	-0.326	-0.027	0.009
48	-11.938	-0.261	-0.047	-0.085	0.444	-0.140	0.006

Na slici 10.1. su dati proračuni linearne korelacije sinusnih koeficijenata svih Furijeovih redova tokova vozila sa vrednostima sinusnih koeficijenata Furijeovog reda vremenske serije CO. Dobijeni koeficijenti korelacije su: $r=-0.526$ (PA), $r=-0.519$ (LTV), $r=-0.457$ (STV), $r=-0.480$ (TTV), $r=-0.217$ (AV), $r=-0.402$ (BUS).



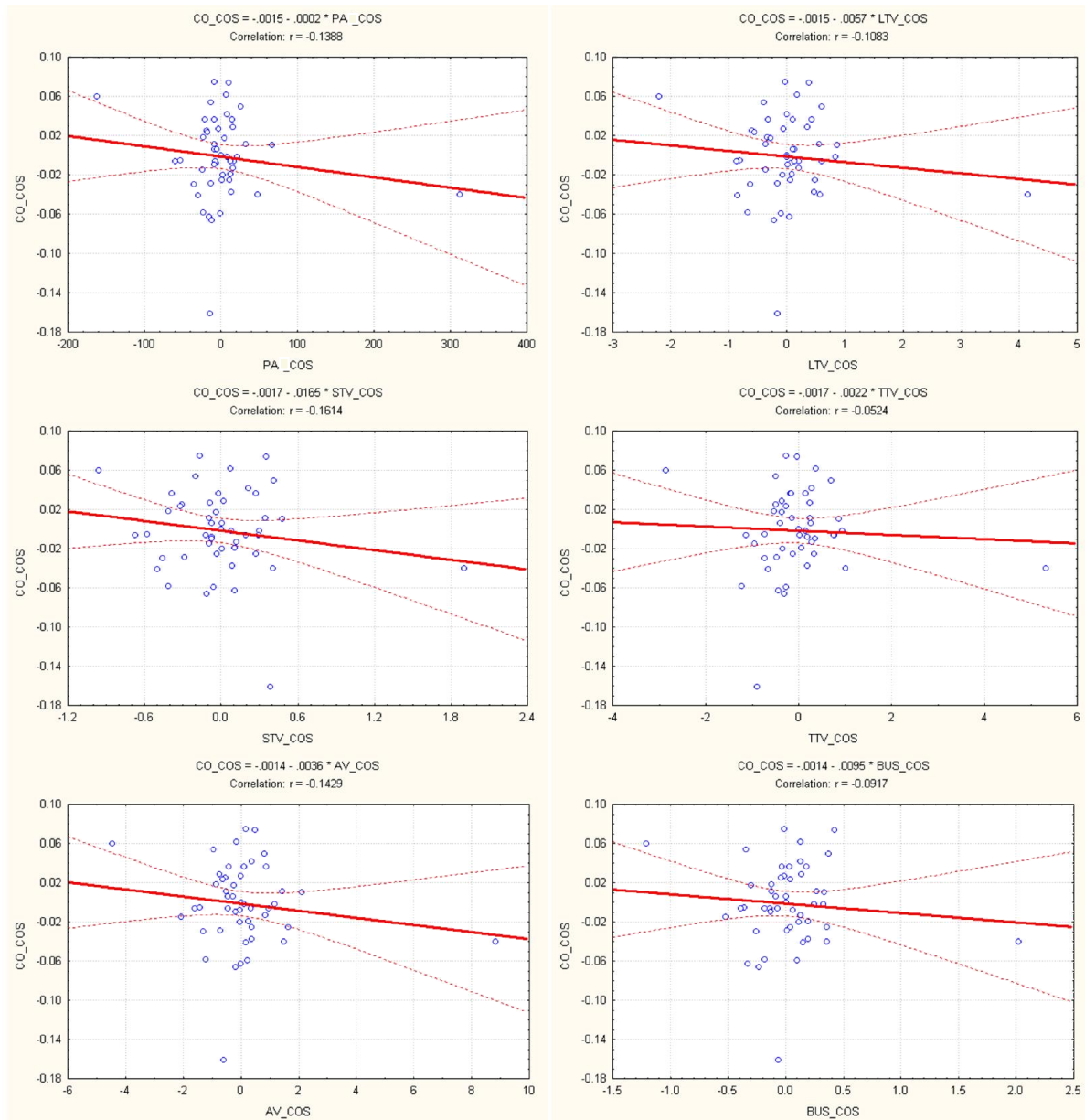
Slika 10.1. Korelacije sinusnih koeficijenata Furijeovog reda vremenske serije CO i vremenskih serija intenziteta tokova vozila (PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS)

U tabeli 10.2. sadržani su proračuni prvih 48 kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova vremenskih serija intenziteta tokova PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i koncentracije CO.

Tabela 10.2. Kosinusni koeficijenti Furijeovih redova za vremenske serije PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i CO

	PA COS	LTV COS	STV COS	TTV COS	AV COS	BUS COS	CO COS
1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	-14.333	-0.160	0.380	-0.897	-0.610	-0.065	-0.160
3	9.584	0.376	0.349	-0.031	0.482	0.423	0.073
4	-15.169	0.043	0.103	-0.432	-0.030	-0.335	-0.063
5	-24.375	-0.367	-0.098	-0.960	-2.089	-0.524	-0.015
6	0.636	0.486	0.269	0.328	1.642	0.360	-0.026
7	-8.944	0.121	-0.075	-0.396	-0.283	-0.000	0.006
8	-8.650	-0.032	-0.169	-0.278	0.150	-0.014	0.075
9	-13.4541	-0.161	-0.290	-0.480	-0.713	0.007	-0.029
10	-23.554	-0.677	-0.414	-1.227	-1.220	-0.183	-0.058
11	8.053	-0.005	0.208	0.268	0.378	0.130	0.042
12	-2.829	-0.071	-0.086	0.240	-0.018	-0.016	0.027
13	-5.729	0.104	0.005	0.263	-0.466	-0.086	0.006
14	-8.494	0.098	-0.022	-0.180	0.087	0.021	0.036
15	20.617	0.836	0.295	0.941	1.168	0.329	-0.002
16	-0.785	-0.110	-0.065	-0.280	0.217	0.095	-0.059
17	-8.576	-0.375	-0.098	-0.140	-0.513	-0.128	0.011
18	-13.647	-0.408	-0.202	-0.499	-0.960	-0.345	0.054
19	-11.812	-0.227	-0.116	-0.316	-0.201	-0.232	-0.066
20	7.852	-0.005	0.075	0.142	0.093	0.246	-0.001
21	-6.208	0.074	-0.074	0.187	-0.051	0.061	-0.008
22	-7.371	0.199	-0.123	0.019	-0.466	-0.137	-0.006
23	-8.572	0.013	-0.076	0.356	-0.189	-0.134	-0.010
24	16.291	0.123	0.189	0.775	0.344	-0.180	-0.006
25	-19.085	-0.614	-0.309	-0.504	-0.545	-0.047	0.026
26	-18.009	-0.566	-0.321	-0.275	-0.634	0.036	0.024
27	-21.276	-0.329	-0.387	-0.169	-0.436	-0.039	0.037
28	-23.249	-0.349	-0.412	-0.540	-0.866	-0.122	0.019
29	-29.565	-0.858	-0.502	-0.652	0.165	0.148	-0.041
30	-35.997	-0.632	-0.461	-0.737	-1.304	-0.255	-0.029
31	-53.772	-0.808	-0.583	-0.726	-1.420	-0.358	-0.005
32	-60.469	-0.877	-0.674	-1.137	-1.603	-0.394	-0.006
33	-162.723	-2.210	-0.959	-2.866	-4.476	-1.211	0.060
34	312.707	4.152	1.904	5.316	8.827	2.019	-0.040
35	66.373	0.860	0.474	0.871	2.094	0.331	0.011
36	47.402	0.570	0.407	1.009	1.484	0.356	-0.040
37	31.799	0.551	0.345	0.240	1.421	0.264	0.011
38	4.785	-0.290	-0.039	-0.372	-0.267	-0.303	0.017
39	24.996	0.600	0.410	0.700	0.815	0.372	0.049
40	14.222	0.419	0.267	0.145	0.855	0.176	0.036
41	15.918	0.193	0.119	0.275	0.838	0.127	-0.013
42	12.978	0.464	0.086	0.180	0.369	0.194	-0.037
43	16.074	0.349	0.019	-0.367	-0.753	0.137	0.028
44	12.164	0.077	0.102	0.055	0.246	0.196	-0.019
45	10.607	0.058	-0.034	-0.121	0.372	0.039	-0.025
46	7.104	0.174	0.070	0.363	-0.180	0.125	0.062
47	1.881	-0.079	0.004	-0.357	-0.063	0.115	-0.020
48	11.840	0.593	0.291	0.757	0.965	-0.074	-0.006

Na slici 10.2. dati su proračuni linearne korelacije kosinusnih koeficijenata svih Furijeovih redova tokova vozila sa vrednostima kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda vremenske serije CO. Korelacije imaju vrednost: $r=-0.139$ (PA), $r=-0.108$ (LTV), $r=-0.161$ (STV), $r=-0.052$ (TTV), $r=-0.143$ (AV), $r=-0.092$ (BUS).



Slika 10.2. Korelacije kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda vremenske serije CO i vremenskih serija intenziteta tokova vozila

Tabela 10.3. Sistematizacija jednačina linearnih regresija i koeficijenata korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova vremenskih serija tokova PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS sa vremenskom serijom CO

	Sinusni koeficijenti			Kosinusni koeficijenti		
	slobodan član	linearni koeficijent	koeficijent korelacije	slobodan član	linearni koeficijent	koeficijent korelacije
PA	-0.004	-0.001	-0.526	-0.001	0.000	-0.139
LTV	-0.004	-0.037	-0.519	-0.001	-0.006	-0.108
STV	-0.003	-0.070	-0.457	-0.002	-0.016	-0.161
TTV	-0.003	-0.038	-0.481	-0.002	-0.002	-0.052
AV	-0.003	-0.013	-0.220	-0.001	-0.005	-0.143
BUS	-0.003	-0.080	-0.402	-0.001	-0.009	-0.092

Svi linearni koeficijenti su negativni, takođe i svi koeficijenti korelacije su negativni (Tabela 10.3.). Zbog negativnih vrednosti svih linearnih koeficijenata, sa povećanjem broja vozila u toku dolazi do smanjenja koncentracije CO. Ovakav neočekivan ishod je nastao zbog uticaja temperature i egzistencije CO nastalog u drugim izvorima. Priroda uticaja temperature je ustanovljena i ona ima kvalitativan karakter, za CO iz drugih izvora neophodno je provesti posebnu kvantitativnu analizu.

Međutim, uz pretpostavku da je u ovom antagonističkom konceptu kroz koeficijente Furijeovog reda očuvana periodičnost uticaja intenziteta tokova vozila na koncentraciju CO, istraživanje koeficijenata može da rezultuje kvalitativnim proporcijama, tj. učešćem pojedinih tokova vozila u koncentraciji CO. Ova forma se može jednostavno dobiti ako se svi sinusni i kosinusni koeficijenti pomnože sa -1 . Tada svi koeficijenti korelacije invertuju predznak i dobijamo logiku koja se sigurno realizuje i koja je već pomenuta: sa povećanjem intenziteta tokova vozila povećava se i koncentracija CO.

Srednja vrednost slobodnih članova kod sinusnih koeficijenata je jednaka vrednosti od -0.0033 i u odnosu na srednju vrednost CO od 1.727 ppm, predstavlja 1.91 promila vrednosti, te se s te strane može zanemariti. Takođe, srednja vrednost slobodnih članova kod kosinusnih koeficijenata je jednaka -0.0013 i u odnosu na srednju vrednost hazardnog CO od 1.727 ppm predstavlja 0.75 promila vrednosti i može se takođe zanemariti.

Utica pojedinih vozila u toku na koncentraciju CO je proporcionalna linearnom koeficijentu, a zbir svih inverznih vrednosti linearnih koeficijenata predstavlja osnovu za proračun učešća tokova vozila na koncentraciju CO. Ovi proračuni mogu se izvesti kako za sinusne, tako i za kosinusne koeficijente Furijeovih redova periodičnih funkcija tokova vozila i koncentracije CO. Proračuni ovih vrednosti za sinusne koeficijente tokova vozila i koncentracije CO su prikazani u tabeli 10.4., a za kosinusne koeficijente tokova vozila i koncentracije CO u tabeli 10.5.

Tabela 10.4. Proračun uticaja tokova vozila na koncentraciju CO na osnovu sinusnih koeficijenata Furijeovih redova periodičnih funkcija tokova vozila i koncentracije CO

Tok vozila	Linearni koeficijent I_{sin}	Inverzna vrednost linearnog koeficijenta $L_{sin} = 1/I_{sin}$	Σ	Količnik L_{sin}/Σ
PA	0.001	714.286	873.46	0.818
LTV	0.037	27.173	873.46	0.031
STV	0.070	14.326	873.46	0.016
TTV	0.038	26.455	873.46	0.030
AV	0.013	78.740	873.46	0.091
BUS	0.080	12.484	873.46	0.014
		$\Sigma=873.46$		$\Sigma=1.00000$

Na osnovu sinusnih koeficijenata se dobija da:

- tok od prosečno dnevno 406.83 PA realizuje 81.76 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 5.66 LTV realizuje 3.11 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 2.51 STV realizuje 1.64 % koncentracije CO;

- tok od prosečno dnevno 5.97 TTV realizuje 3.03 % koncentracije CO,
- tok od prosečno dnevno 12.20 AV realizuje 9.01 % koncentracije CO,
- tok od prosečno dnevno 5.34 BUS realizuje 1.42 % koncentracije CO.

Tabela 10.5. Proračun uticaja tokova vozila na koncentraciju CO na osnovu kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova periodičnih funkcija tokova vozila i koncentracije CO

Tok vozila	Linearni koeficijent l_{cos}	Inverzna vrednost linearnog koeficijenta $L_{cos} = 1/l_{cos}$	Σ	Količnik L_{cos}/Σ
PA	0.0002	5000.000	6073.63	0.823
LTV	0.006	175.439	6073.63	0.029
STV	0.016	60.606	6073.63	0.010
TTV	0.002	454.545	6073.63	0.075
AV	0.004	277.778	6073.63	0.046
BUS	0.009	105.263	6073.63	0.017
		$\Sigma = 6073.63$		$\Sigma = 1.00000$

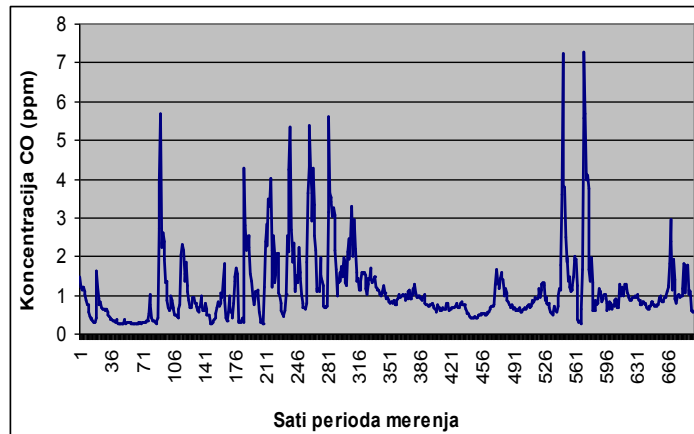
Na osnovu kosinusnih koeficijenata se dobija da:

- tok od prosečno dnevno 406.83 PA realizuje 82.32 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 5.66 LTV realizuje 2.88 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 2.51 STV realizuje 0.90 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 5.97 TTV realizuje 7.48 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 12.20 AV realizuje 4.57 % koncentracije CO;
- tok od prosečno dnevno 5.34 BUS realizuje 1.73 % koncentracije CO.

Navedeni količnici predstavljaju kvantitativan odnos tokova prema ukupnoj koncentraciji CO. Za proračun kvalitativne, pojedinačne koncentracije CO, nepodno je izdvojiti koncentraciju CO nastale u procesu odvijanja saobraćaja iz ukupne koncentracije CO.

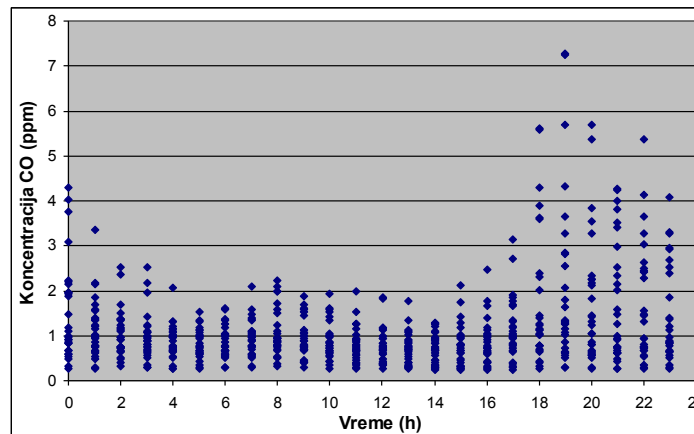
10.2. Formiranje modela

Pod pretpostavkom da lokacija pored reke Save nije opterećena CO iz saobraćajnih tokova, analizirana je vremenska serija izmerenih vrednosti koncentracije CO. Na lokacija „Sava“, izmerena je vrednost srednje satne koncentracije CO od 1.129 ppm i standardna devijacija od 0.931 ppm. Vremenska serija izmerenih koncentracija CO na lokaciji „Sava“ prikazana je na slici 10.3., sa koje su delimično uočljivi ciklični maksimumi na 24- tom satu.



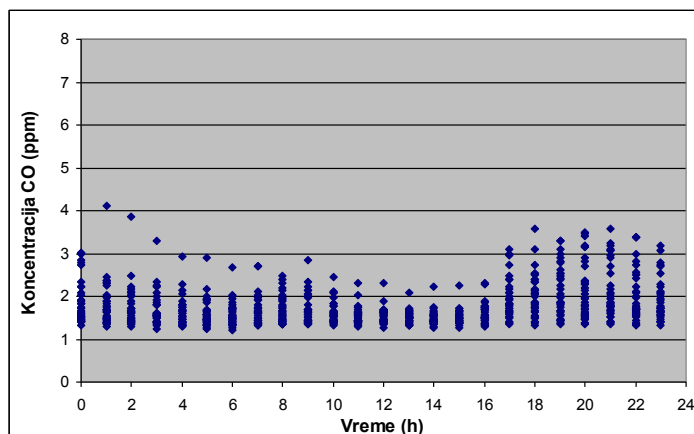
Slika 10.3. Vremenska serija izmerenih koncentracija CO na lokaciji „Sava“

Dnevna raspodela koncentracije CO na lokaciji „Sava“ prikazana je na slici 10.4. Uočljivi periodi sa minimalnim koncentracijama su u periodu od 12.00 do 14.00 sati, a periodi sa maksimalnim koncentracijama su od 18.00 do 22.00 sata.



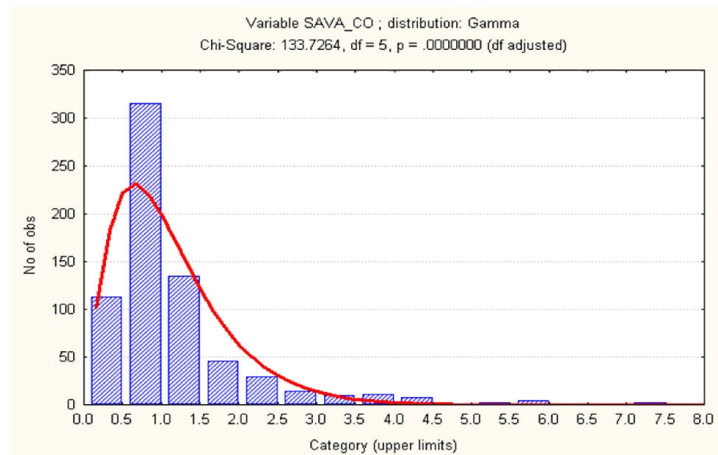
Slika 10.4. Dnevna raspodela koncentracije CO na lokaciji „Sava“

Dnevna raspodela koncentracije CO na lokaciji JU Peta osnovna škola prikazana je na slici 10.5. Periodi ekstrema su slični kao i na lokaciji „Sava“, ali je uočljiv nedostatak vrednosti na intervalu [0;1.1] ppm.



Slika 10.5. Dnevna raspodela koncentracije CO na lokaciji JU Peta osnovna škola

Histogram raspodele koncentracije CO u periodu 05. 11. 2011. godine do 03. 12. 2011. godine, na lokaciji „Sava“ prikazan je na slici 10.6. Raspodela se ne može verifikovati Normalnom, Gama ili nekom drugom raspodelom, što znači da je verovatno složena konvolucija nastala pod dejstvom većeg broja faktora.



Slika 10.6. Histogram raspodele koncentracije CO na lokaciji „Sava“

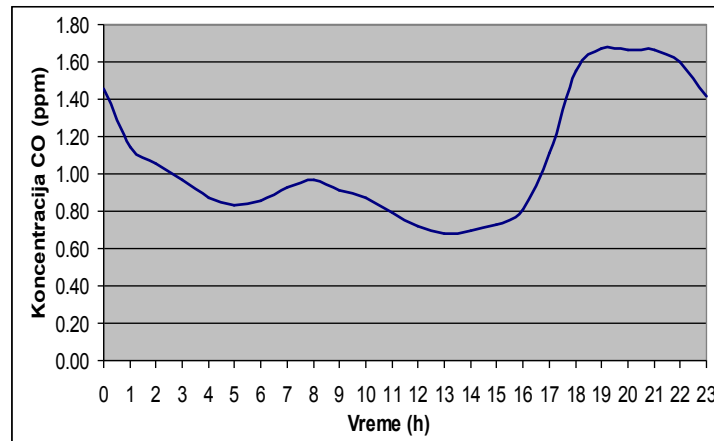
Pod pretpostavkom da se uticaj saobraćajnih tokova nije mogao odraziti na izmerene vrednosti CO na lokaciji „Sava“, što je i izvesno održivo zbog komplementarne prirode koncentracija (očigledno na slikama 10.3 i 10.4.), uticaj saobraćaja na koncentraciju CO ogleda se u razlici srednjih vrednosti koncentracija CO na mernoj lokaciji u okviru JU Peta osnovna škola i lokaciji „Sava“, što iznosi:

$$\Delta = 1.728 - 1.129 = 0.599 [\text{ppm}] \quad (10.1)$$

Na osnovu rezultata koncentracije CO dobijenih upotrebom Furijeovih redova, moguće je izvršiti proračun jedinične vrednosti CO po satu za pojedine saobraćajne tokove, tako da:

- tok od 406.83 PA realizuje prosečnu koncentraciju CO od 0.490 ppm/h;
- tok od 5.66 LTV realizuje prosečnu koncentraciju CO od 0.017 ppm/h;
- tok od 2.51 STV realizuje prosečnu koncentraciju CO od 0.005 ppm/h;
- tok od 5.97 TTV realizuje prosečnu koncentraciju CO od 0.045 ppm/h;
- tok od 12.20 AV realizuje prosečnu koncentraciju CO od 0.027 ppm/h;
- tok od 5.34 BUS realizuje prosečnu koncentraciju CO od 0.010 ppm/h.

Jedinične vrednosti imaju elementaran značaj za formiranje funkcije koncentracije CO. Bazičan značaj ima i raspodela koncentracije CO bez saobraćajnih tokova na lokaciji „Sava“. Za precizan proračun značajne su vrednosti srednjih satnih vrednosti koncentracije CO. Varijacije ovih koncentracija prikazane su na slici 10.7, a numeričke vrednosti ove funkcije izražene diskretno za satne intervale, prikazane su u tabeli 10.6.



Slika 10.7. Vrednosti srednjih koncentracija CO u toku sata na lokaciji „Sava“

Tabela 10.6. Numeričke vrednosti srednjih koncentracija CO na lokaciji „Sava“, funkcija H_a

Vreme	Koncentracija CO (ppm)	Vreme	Koncentracija CO (ppm)
od 00 do 01	1.456	od 12 do 13	0.719
od 01 do 02	1.146	od 13 do 14	0.678
od 02 do 03	1.054	od 14 do 15	0.698
od 03 do 04	0.967	od 15 do 16	0.731
od 04 do 05	0.870	od 16 do 17	0.805
od 05 do 06	0.806	od 17 do 18	1.108
od 06 do 07	0.854	od 18 do 19	1.697
od 07 do 08	0.929	od 19 do 20	2.002
od 08 do 09	1.035	od 20 do 21	1.667
od 09 do 10	0.912	od 21 do 22	1.665
od 10 do 11	0.871	od 22 do 23	1.601
od 11 do 12	0.792	od 23 do 00	1.418

Na osnovu rezultata proračuna koeficijenta linearne korelacije tokova vozila PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i faznog pomeraja (+Xh) vremenske serije koncentracije CO, datog u tabeli 9.9. i slici 9.23., očigledan je pomeraj za oko 14.00 sati. Funkciju faznog pomeraja moguće je prikazati kao:

$$f(t) = \sin\left(\frac{t+14}{12}\pi\right) \quad (10.2)$$

gde je:

t- trenutno vreme toka vozila.

Trenutna koncentracija CO nalazi se u funkciji vremena i saobraćajnih tokova. Koncentracija CO koja je posledica procesa odvijanja saobraćaja će biti numerički aktuelna po isteku vremena od oko 14.00 sati. Ako se sa n_{PA} , n_{LTV} , n_{STV} , n_{TTV} , n_{AV} , n_{BUS} označi broj putničkih automobila, lakih, srednjih i teških teretnih vozila, auto vozova i autobusa, respektivno, početna koncentracija ugljen- monoksida (C_{tok}) se računa na osnovu pojedinačnih prosečnih emisija:

$$C_{tok} = 0.00121n_{PA} + 0.00303n_{LTV} + 0.00213n_{STV} + 0.00746n_{TTV} + 0.00223n_{AV} + 0.00193n_{BUS} \quad (10.3)$$

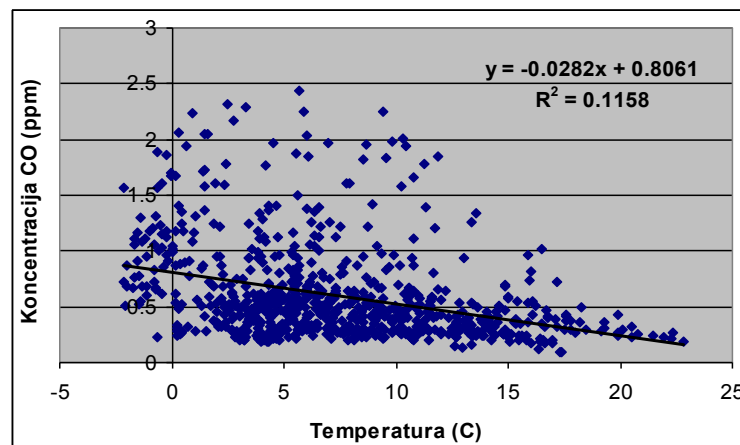
Vrednosti početnih koncentracija (C_{tok}) predstavljaju srednju vrednost. Prirast koncentracije ne može biti negativan. Kalibracija sinusne funkcije realizuje se oscilacijom sinusne funkcije oko vrednosti C_{tok} . Koncentracija CO za fazni pomeraj iznosi:

$$C_f = C_{tok} \cdot \left(1 - \sin\left(\frac{t+14}{12}\pi\right)\right) \quad (10.4)$$

C_f - koncentracija CO za fazni pomeraj;

C_{tok} - početna koncentracija.

Uticaj temperature i atmosferskog pritiska na komplementarni deo koncentracije prikazan je na slikama 10.8. i 10.9.



Slika 10.8. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od temperature

Koeficijent linearne korelacije između koncentracije CO i temperature iznosi $r=0.340$ (na slici 10.8 je prikazan kvadrat koeficijenta). Gradijent iznosi $g_T=-0.0282$ ppm/°C i determiniše proces obrnute proporcije sa vrednostima temperature: ako temperatura raste, koncentracija opada i obrnuto. Zavisnost se može napisati u obliku:

$$C_{f,T} = C_f - (T_f - T) \cdot g_T = C_f + (T_f - T) \cdot 0.0282 \quad (10.5)$$

gde je:

$C_{f,T}$ - koncentracija CO za fazni pomeraj u funkciji temperature;

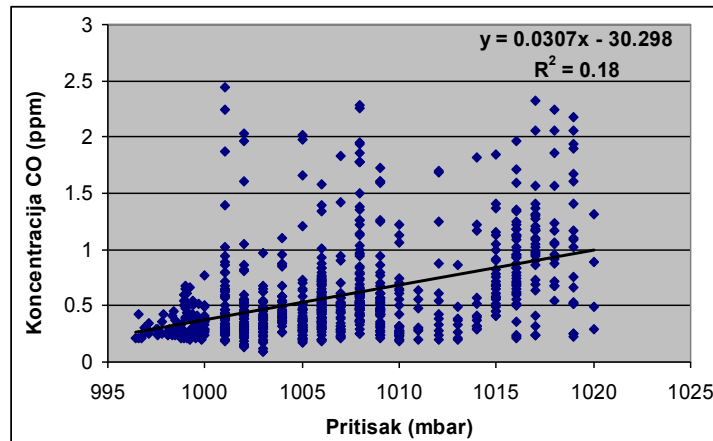
C_f - koncentracija CO za fazni pomeraj;

T_f - temperatura fazne razlike;

T - temperatura aktuelnog trenutka;

g_T - gradijent (-0.0282 ppm/°C).

Koeficijent linearne korelacije koncentracije CO i atmosferskog pritiska je $r=0.424$ (na slici 10.9. je prikazan kvadrat koeficijenta).



Slika 10.9. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od atmosferskog pritiska

Gradijent iz prethodnog izraza iznosi $g_p = 0.0307$ ppm/mbar i determiniše proces direktne proporcije sa vrednostima pritiska: sa porastom atmosferskog pritiska raste koncentracija CO. Formula za uvođenje pritiska ima oblik:

$$C_{f,T,P} = C_{f,T} - (P_f - P) \cdot g_p = C_{f,T} - (P_f - P) \cdot 0.0307, \quad (10.6)$$

gde je:

$C_{f,T,P}$ - koncentracija CO za fazni pomeraj t u funkciji temperature i pritiska;

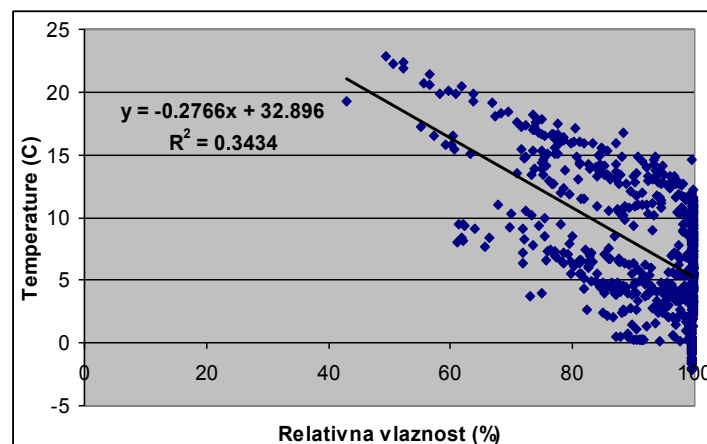
$C_{f,T}$ - koncentracija CO za fazni pomeraj t u funkciji temperature;

P_f - pritisak fazne razlike;

P - pritisak aktuelnog trenutka;

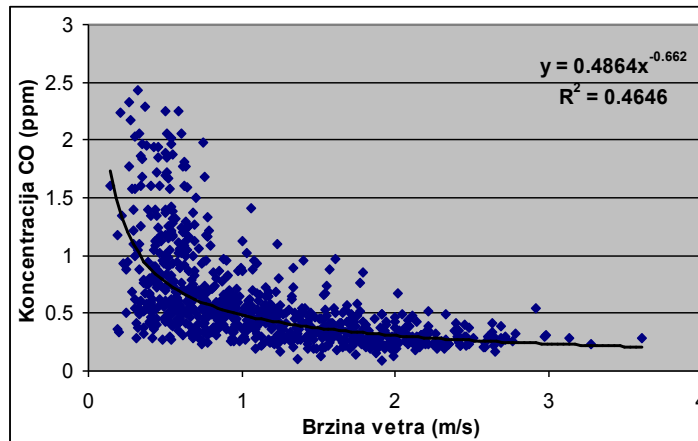
g_p - gradijent (0.307 ppm/mbar).

Između temperature i relativne vlažnosti vazduha postoji linearna korelacija i iznosi $r=0.586$ (slika 10.10). Uvođenjem relativne vlažnosti u proračun, indirektno se ponovo favorizuje uticaj temperature.



Slika 10.10. Funkcionalna zavisnost relativne vlažnosti i temperature

Isti odnos ustanovljen je i sa brzinom vetra i O_3 . Zbog njihovog koeficijenta korelacije, izabrana je samo jedna promenljiva, kako se uticaj ne bi kvadrirao. Uticaj vetra na komplementarne koncentracije CO ima visok koeficijent korelacije od $r=0.682$ (slika 10.11.).



Slika 10.11. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od brzine vetra

Zbog oblika funkcije, može se upotrebiti samo aktuelna vrednost brzine vetra V_v . Tokom realnih merenja nije ustanovljen stojeći vazduh ($V_v=0$) i koncentracije CO su u uslovima stojećeg vazduha empirijski nepoznate. Međutim, ovi podaci su definisali dobijenu funkciju. Zbog toga, vrednost funkcije koncentracije CO može da divergira pri izuzetno malim vrednostima brzine vetra. Minimalnu brzinu vetra je neophodno ograničiti na 0.2 m/s, a dobijenu funkciju unaprediti sa podacima o koncentraciji CO u uslovima stojećeg vazduha.

$$C_{f,T,P,V} = C_{f,T,P} \cdot V_v^{-0.662} \quad (10.7)$$

gde je:

$C_{f,T,P,V}$ - koncentracija CO za fazni pomeraj u funkciji temperature, pritiska i brzine vetra;

$C_{f,T,P}$ - koncentracija CO za fazni pomeraj t u funkciji temperature i pritiska;

V_v - trenutna brzina vetra.

Proračun aktuelne koncentracije CO dobija se dodavanjem komplementa iz tabele 10.6 za aktuelni trenutak $H_a(t)$:

$$C(t) = H_a(t) + C_{fTPV}(t) \quad (10.8)$$

gde je:

C- koncentracija CO;

$C_{f,T,P,V}$ - koncentracija CO za fazni pomeraj t u funkciji temperature, pritiska i brzine vetra;

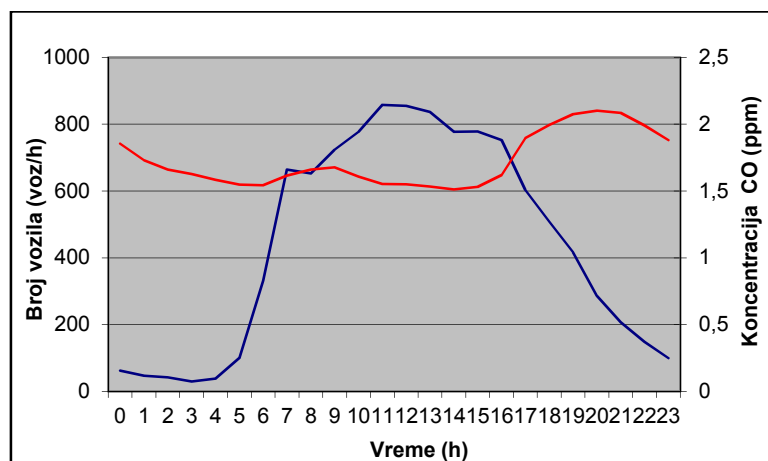
H_a - numerička vrednost srednje koncentracije CO na pozadinskoj lokaciji.

10.3. Testiranje modela

Testiranje modela je izvršeno za vremenski period od 05.11.2014. godine (od 18.00 h) do 08.12.2014. godine (do 10.00 h). U navedenom vremenskom periodu evidentirani su saobraćajni tokovi PA, LTV, STV, TTV, AV i BUS. U strukturi tokova preovladavali su tokovi PA sa maksimalnim intenzitetom od $n_{PA_{max}}=962$ PA/h. Najmanje učešće u strukturi tokova imali su tokovi STV sa maksimalnim intenzitetom od $n_{STV_{max}}=13$ STV/h. Na osnovu snimljenih saobraćajnih tokova, izvršen je proračun srednjih satnih vrednosti. Maksimalan intenzitet srednjeg satnog toka realizovan je u periodu između 11.00 h i 12.00 h i iznosi 858

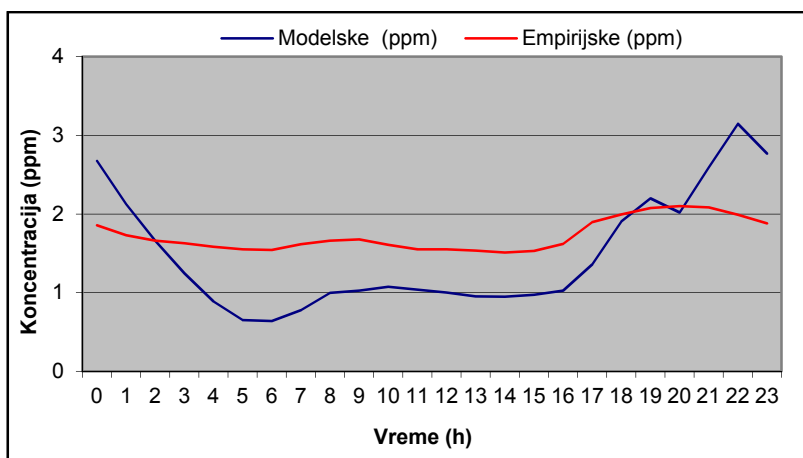
voz/h. Pored intenziteta i strukture saobraćajnog toka, za testiranje modela korišćene su izmerene satne vrednosti temperature, atmosferskog pritiska i brzine vetra.

U 784 izmerene vrednosti satnih intervala u periodu od 05.11.2014. godine (od 18.00 h) do 08.12.2015. god. (do 10.00 h) na mobilnoj mernoj stanici, izmerena je minimalna vrednost koncentracije CO od 1.217 ppm i maksimalna vrednost od 3.565 ppm. Na osnovu izmerenih vrednosti koncentracije CO, izvršen je proračun srednjih satnih vrednosti. Maksimalna srednja satna koncentracija iznosi $CO_{max}=2.101$ ppm i izmerena je u periodu između 20.00 i 21.00 sati. Minimalna srednja satna koncentracija iznosi $CO_{min}=1.511$ ppm i izmerena je u periodu između 14.00 i 15.00 sati. Na slici 10.12. predstavljen je odnos srednjih satnih vrednosti intenziteta saobraćajnog toka i koncentracije CO.



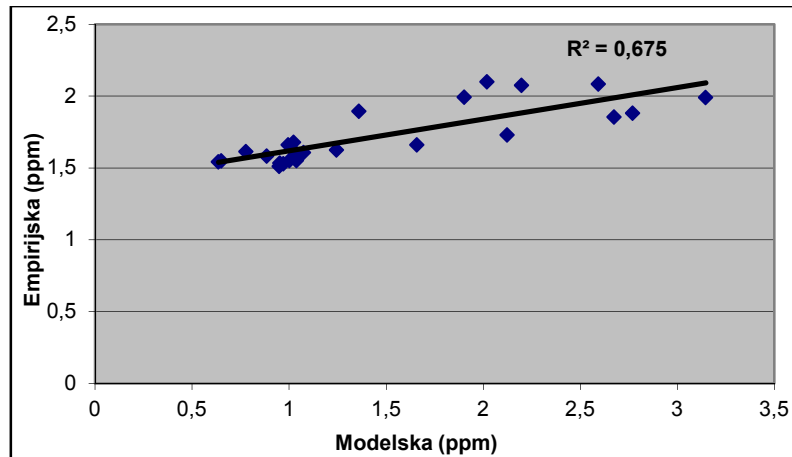
Slika 10.12. Odnos srednjih satnih vrednosti intenziteta saobraćajnog toka i koncentracije CO

Empirijske satne vrednosti intenziteta tokova PA, LTV, STV, TTV, AV i BUS, temperature, atmosferskog pritiska i brzine vetra iskorišćene su za proračun modelskih satnih vrednosti koncentracije CO. Na osnovu modelskih satnih vrednosti, proračunate su modelske srednje satne koncentracije CO. Maksimalna vrednost modelske srednje satne koncentracije je između 22.00 h i 23.00 h. Na slici 10.13. predstavljen je odnos srednjih satnih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO.



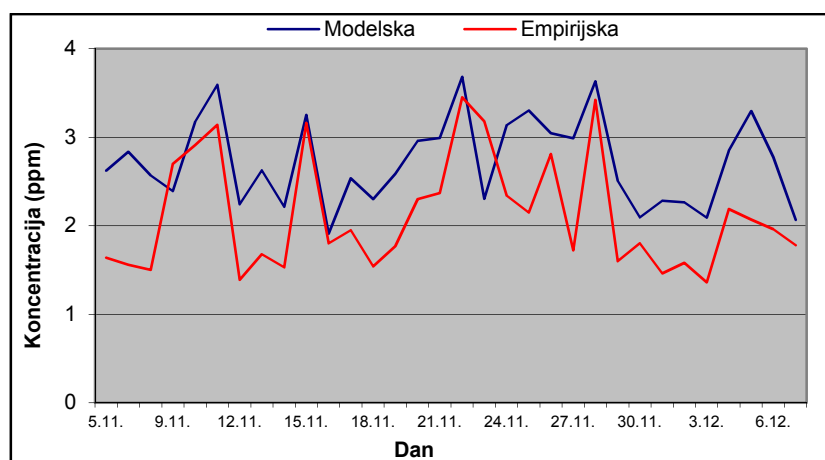
Slika 10.13. Odnos srednjih satnih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO

U vremenskom periodu od 18.00 h do 22.00. h uočljivo je najbolje podudaranje empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija, odnosno za srednje satne vrednosti koncentracije $CO \approx 2.1$ ppm. U periodu od 18.00 h do 22.00 h, odnosno od 20.00 h do 21.00 h, izmerana je maksimalna vrednost empirijske srednje satne koncentracije CO. Funkcionalan odnos srednjih satnih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO dat je na slici 10.14. Koeficijent determinacije je visok i iznosi $R^2=0.675$.



Slika 10.14. Funkcionalni odnos srednjih satnih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO

Kako je najbolje podudaranje između srednjih satnih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracije CO zabeleženo u periodu od 18.00 h i 22.00 h i vezano je za period sa maksimalnom empirijskom srednjom satnom koncentracijom CO od 20.00 h do 21.00 h, dodatno je ispitan odnos empirijskih i modelskih vrednosti koncentracije CO u ovom periodu (od 20.00 h do 21.00 h). Maksimalna empirijska vrednost koncentracije CO za vremenski period od 20.00 h do 21.00 h iznosila je 3.451 ppm, dok je maksimalna modelska vrednost iznosila 3.680 ppm. Minimalna empirijska vrednost koncentracije CO iznosila je 1.460 ppm, dok je minimalna modelska vrednost iznosila 1.910 ppm. Na slici 10.15. prikazan je odnos empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO za period od 20.00 h do 21.00 h, u vremenskom periodu od 05.11.2014. godine do 08.12.2014. godine.



Slika 10.15. Odnos empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO za period od 20.00 h do 21.00 h

Validacija modela predstavlja neophodan korak u razvoju svakog modela. Proces validacije moguće je sprovesti na osnovu grafičkog prikaza rezultata i primenom određenih statističkih metoda (regresiona analiza, bezdimenzionalna metoda i metoda indeks greške) [122]. U okviru validacije rezultata modelovanja izvršen je proračun:

- srednje apsolutne devijacije (mean absolute deviation- MAD);
- srednje kvadratne greške (mean squared error- MSE);
- koeficijenta korelacije (correlation coefficient- r);
- koeficijenta determinacije (determination coefficient- R^2);
- korena srednje kvadratne greške (root mean squared error- RMSE);
- srednje apsolutne procentualne greške (mean absolute percentage error- MAPE).

Srednja apsolutna devijacija (MAD) predstavlja srednju apsolutnu vrednost između empirijskih i modelskih vrednosti koncentracije CO. Formulu za izračunavanje srednje apsolutne devijacije moguće je napisati u obliku:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{i,emp} - y_{i,mod}| \quad (10.9)$$

gde je:

n- broj intervala merenja;

y_{mod} - modelske vrednosti;

y_{emp} - empirijske vrednosti.

Srednja kvadratna greška (MSE) može se predstaviti formulom:

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{i,emp} - y_{i,mod})^2 \quad (10.10)$$

Koeficijenti korelacije predstavljaju meru povezanosti između dve promenljive. Vrednost koeficijenta korelacije kreće se u intervalu [-1;1]. U slučaju kada je $r=0$, ne postoji korelacija; za vrednosti $r=1$ ili $r=-1$ postoji savršena pozitivna, odnosno savršena negativna korelacija. Koeficijent korelacije moguće je napisati u obliku formule:

$$r = \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n \frac{(y_{i,mod} - \bar{y}_{mod}) \cdot (y_{i,emp} - \bar{y}_{emp})}{S_{mod} \cdot S_{emp}} \quad (10.11)$$

Koeficijent determinacije (R^2) je relativna mera reprezentativnosti modela. Definiše se kao postotni udio modelom protumačenoga dela zbira kvadrata svih odstupanja u odnosu na ukupan zbir kvadrata svih odstupanja. Iznos koeficijenta determinacije (R^2) ima vrednost u intervalu [0;1] i računa se prema formuli:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (10.12)$$

Koren srednje kvadratne greške (RMSE) koristi se kao mera razlike između vrednosti modelske i empirijske koncentracije CO i definiše se kao:

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (y_{i,emp} - y_{i,mod})^2} \quad (10.13)$$

gde je:

n- broj intervala merenja;

y_{mod} - modelske vrednosti;

y_{emp} - empirijske vrednosti.

Srednja apsolutna procentualna greška (MAPE) predstavlja meru tačnosti modelske vrednosti u odnosu na empirijsku, izraženu u procentima.

$$MAPE = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|y_{i,emp} - y_{i,mod}|}{|y_{i,emp}|} \quad (10.14)$$

gde je:

n - broj intervala merenja;

y_{mod} - modelske vrednosti;

y_{emp} - empirijske vrednosti.

U tabeli 10.7. dat je pregled rezultata statističkih metoda validacije modela za srednje satne modelske i empirijske vrednosti koncentracije CO

Tabela 10.7. Pregled rezultata statističkih metoda validacije modela za srednje satne modelske i empirijske vrednosti koncentracije CO

	MAD	MSE	r	R²	RMSE	MAPE
Srednje satne vrednosti	0.564	0.397	0.821	0.675	0.630	33.53

Primenom statističkih metoda u procesu validacije ostvarene su prihvatljive vrednosti rezultata. Vrednosti srednje apsolutne devijacije, srednje kvadratne greške i korena srednje kvadratne greške su veoma niski. Srednja apsolutna procentualna greška ima vrednost $\approx 33\%$. Koeficijenta korelacije iznosi $r=0.821$, dok koeficijenti determinacije ima vrednost $R^2=0.675$.

11. DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Vazduh je jedna od najsloženijih i istovremeno najviše analiziranih tema, kako u oblasti zaštite životne sredine, tako i u oblasti saobraćaja. Utvrđivanje stanja i kvaliteta ambijentalnog vazduha u velikim urbanim sredinama predstavlja jednu od najkompleksnijih oblasti istraživanja. Različiti izvori degradacije vazduha ugrožavaju normalno funkcionisanje kako čoveka, tako i biljnog i životinjskog sveta. Saobraćaj je globalno jedan od najvećih izvora zagađenja vazduha i to u svim svojim oblicima. Negativan uticaj saobraćaja na vazduh manifestuje se kako na lokalnom, tako i na regionalnom i globalnom nivou.

Moderan monitoring sistem praćenja emisije polutanata, uz korišćenje savremene metodologije i moderne opreme, omogućava precizno i tačno određivanje sastava vazduha i koncentracije pojedinih polutanata u njemu. Osim određivanja sastava ambijentalnog vazduha i koncentracije pojedinih polutanata u vazduhu, veoma značajno je i utvrđivanje osnovnih meteoroloških parametara (temperature, vlažnosti, brzine i napadnog ugla vetra, atmosferskog pritiska, sunčevog zračenja i dr.). Oprema koja služi za merenje koncentracije pojedinih polutanata u vazduhu treba da ima visoku osetljivost, selektivnost i pouzdanost.

Sagorevanjem pogonskih goriva u motorima SUS dolazi do emisije polutanata u vazduh. Pored emisije iz izduvnih sistema motora sa unutrašnjim sagorevanjem, polutanti u ambijentalni vazduh mogu dospeti i isparavanjem pogonskog goriva, te određenim hemijskim reakcijama između produkata emisija i elemenata, odnosno jedinjenja koja se nalaze u ambijentalnom vazduhu. Evropska unija je direktivama 91/411/ECC i 93/59/ECC ograničila emisije THC, NMHC, NO_x, HC+ NO_x, CO i PM iz motornih vozila M, N1 (klase I, II i III) i N2 kategorija. Nakon toga usvojen je niz direktiva i uredbi koje su još drastičnije ograničile emisije navedenih polutanata. Osim ograničenja emisija za vozila kategorija M, N1 i N2, usvojena je i Direktiva 88/77/EEC kojom su definisana ograničenja emisija CO, HC, NO_x, i PM iz teških teretnih vozila sa dizel motorom. Krajem XX i početkom XXI veka usvojene su direktive i uredbi koje su još više ograničile emisije polutanata iz teških teretnih vozila. Uredbama 595/2009/EC, 58/2011/EC i 64/2012/EC definisano je ograničenje emisija CO, THC, NMHC, CH₄, NO_x, PM i NH₃ iz teških teretnih vozila na dizel i gasni pogon.

Razvoj modela vrednovanja uticaja pojedinih faktora na koncentracione nivoe CO predstavlja kompleksan zadatak. Najznačajniji faktori uticaja jesu saobraćajni tokovi, meteorološki parametri (temperatura, atmosferski pritisak, vlažnost i gustina vazduha, sunčevo zračenje, brzina i napadni ugao vetra), geometrijske karakteristike saobraćajnice, reljef, izgrađenost objekata i dr. Uzimajući u obzir lokaciju (JU Peta osnovna škola) na kojoj je realizovano merenje, dominantne faktore za razvoj modela vrednovanja predstavljaju saobraćajni tokovi i meteorološki parametri. Uticaj ostalih faktora je zanemarivo nizak ili uopšte ne postoji.

Snimljene saobraćajne tokove nije bilo moguće verifikovati uobičajenim raspodelama. Jedan od razloga leži u periodičnoj prirodi karakteristika saobraćajnih tokova. Zbog toga su se za istraživanja periodične prirode intenziteta i strukture saobraćajnih tokova i ostalih promenljivih (koncentracije CO, temperature vazduha, atmosferskog pritiska, relativne vlažnosti vazduha, intenziteta sunčevog zračenja, koncentracije O₃ napadnog ugla vetra i brzine vetra) koristili Furijeovi redovi. Funkcije svih tokova vozila i navedenih promenljivih su neprekidne funkcije $f(x)$, pre svega u dnevnom periodu, a tokovi vozila pored dnevnih ciklusa mogu imati i nedeljne cikluse zbog režima radnih dana.

Analizom varijanse intenziteta saobraćajnih tokova faktora dana u nedelji ustanovljeno je da:

- PA, LTV, STV i TTV imaju najmanju dnevnu aritmetičku sredinu srednjih satni vrednosti intenziteta nedeljom, koji se značajno razlikuje od vrednosti u ostalim danima tokom sedmice. U ostalim danima između vrednosti intenziteta tokova nema međusobno značajnih razlika;
- AV imaju najmanje dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih vrednosti intenziteta subotom i nedeljom, koje se međusobno značajno razlikuju. Osim toga, intenziteti subotom i nedeljom se značajno razlikuju od intenziteta u ostalim danima tokom sedmice. U ostalim danima između intenziteta tokova nema međusobno značajnih razlika;
- BUS najmanje dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih vrednosti intenziteta subotom i nedeljom, koji se međusobno značajno ne razlikuju. Osim toga, intenziteti subotom i nedeljom se značajno razlikuju od intenziteta u ostalim danima tokom sedmice. U ostalim danima između intenziteta tokova nema međusobno značajnih razlika.

Analizom varijanse intenziteta saobraćajnog toka faktora sata u danu ustanovljeno je da:

- PA imaju sličan srednji intenzitet samo u noćnim satima, ostalim satima intenziteti se značajno razlikuju, a eventualne sličnosti su sporadičnog, a ne sistemskog karaktera.
- Vrednosti srednjih intenziteta za tokove LTV u vremenskim periodima između 06.00 h i 17.00 h i 17.00 h i 06.00 h se značajno ne razlikuju.
- Vrednosti srednjih intenziteta za tokove STV u vremenskim periodima između 07.00 h i 18.00 h sati i 18.00 h i 07.00 h se značajno ne razlikuju.
- Vrednosti srednjih intenziteta za tokove TTV u vremenskim periodima između 06.00 h i 20.00 h i 20.00 h i 06.00 h se značajno ne razlikuju.
- Vrednosti srednjih inteziteta za tokove AV u vremenskim periodima između 06.00 h i 22.00 h i 22.00 h i 06.00 h se značajno ne razlikuju.
- Vrednosti srednjih intenziteta za tokove BUS u vremenskim periodima između 06.00 h i 21.00 h i 21.00 h i 06.00 h se značajno ne razlikuju; vrednost srednjeg intenziteta ne pada ispod 4.2 BUS/h (osim u periodima između 14.00 h i 15.00 hi i 17.00 h i 18.00 h).

Provedena analiza varijanse koncentracije CO po danima u nedelji ukazuje da su najmanje dnevne aritmetičke sredine srednjih satnih vrednosti koncentracije sredom (1.631 ppm) i četvrtkom (1.579 ppm). Ove dve vrednosti se među sobom ne razlikuju značajno ($p=0.358>0.05$), ali se značajno razlikuju od vrednosti koncentracija svih ostalih dana u nedelji. Iz analiza varijanse koncentracije CO po faktoru sata u danu očigledna su dva perioda

sa maksimalnim vrednostima srednje satne koncentracije. Prvi period je između 09.00 h i 10.00 h, a drugi između 20.00 h i 21.00 h. Maksimalum srednje satne koncentracije CO je između 20.00 h i 21.00 h, sa koncentracijom od $CO_{max}=2.10$ ppm. Minimalne srednje satne koncentracije imaju takođe dva perioda, prvi period je između 06.00 h i 07.00 h, a drugi između 14.00 h i 15.00 h, kada je i minimalna vrednost srednje koncentracije $CO_{min}=1.51$ ppm.

Da bi se ustanovila zavisnost između vremenskih serija intenziteta tokova vozila (PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS) i vremenske serije CO, sukcesivno su proračunavani koeficijenti linearne korelacije između intenziteta tokova za svaki sat, sa faznim pomeranjem od +1.00 h. Maksimalne vrednosti koeficijenta linearne korelacije za tok PA proračunat je za period od 14.00 h do 15.00 h ($r=0.366$), za tok LTV u periodu od 13.00 h do 14.00 h ($r=0.305$), za tok STV u periodu od 14.00 h do 15.00 h ($r=0.293$), za tok TTV u periodu od 14.00 h do 15.00 h ($r=0.339$), za tok AV u period od 16.00 h do 17.00 h ($r=0.257$) i za tok BUS u periodu od 15.00 h do 16.00 h ($r=0.223$). Maksimalum srednje satne koncentracije CO je između 20.00 h i 21.00 h. Ova vrednost javlja se 14 sati nakon početka intenzivnih saobraćajnih tokova (vrednost srednjeg satnog intenziteta toka između 06.00 h i 07.00 h je 332 voz/h), odnosno 9 sati nakon maksimalne vrednosti srednjeg satnog intenziteta toka. Nakon pojave maksimalne srednje satne koncentracije CO, dolazi do smanjenja intenziteta tokova (srednja satna vrednost intenziteta od 21.00 h do 22. 00 h je 207 voz/h), a istovremeno i smanjenja koncentracije CO.

Analizom varijanse po faktoru dana u nedelji potvrđene su značajno veće vrednosti dnevnih aritmetičkih sredina srednjih satnih temperatura vazduha četvrtkom (8.383 °C) i petkom (8.528 °C) u odnosu na vrednosti u ostalim danima, kada one ne prelaze 7.2 °C. Maksimalne vrednosti četvrtkom i petkom međusobno se ne razlikuju značajno ($p=0.8277>0.05$), ali se značajno razlikuju od vrednosti temperatura vazduha svih ostalih dana u nedelji. Analiza varijanse vrednosti srednjih temperatura vazduha po faktoru sata u danu ukazuje na postojanje dva komplementarna perioda. Prvi period visoke temperature počinje u 12.00 h i završava se u 18.00 h. U ovom periodu sve ustanovljene temperature su preko 9 °C. Osim toga, u ovom periodu nema međusobno značajnih razlika između vrednosti srednjih satnih temperatura. Drugi komplementarni period počinje u 18.00 h i traje do 12.00 h. U ovom periodu takođe nema značajnih razlika između vrednosti srednjih satnih temperatura. Minimum temperature vazduha od 5.64 °C je u intervalu od 06.00 h do 08.00 h.

Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji nije dala statistički značajne razlike u vrednostima atmosferskog pritiska. Vrednost pritiska u danima je ujednačena, sa izuzetkom utorka (1006.1 mbar- minimalna vrednost) i petka (1008.0 mbar- maksimalna vrednost). Jedino su vrednosti minimuma i maksimuma značajno različite ($p=0.0309<0.05$). Rezultati analize varijanse atmosferskog pritiska po faktoru sata u danu, za svaki satni interval su u potpunosti statistički saglasni i ne postoji niti jedna značajna razlika.

Sprovedena analiza varijanse po faktoru dana u nedelji za vrednosti relativne vlažnosti vazduha ističe period od srede do petka sa značajno manjim dnevnim aritmetičkim sredinama srednjih satnih vrednosti (ispod 90 %), sa izraženim minimumom u četvrtak (vrednosti 86.24 %). Između vrednosti ovog perioda nema značajnih razlika. Komplementarni period je od subote do utorka i ima značajno veće, međusobno statistički saglasne vrednosti relativne vlažnosti vazduha. U ovom periodu sve vrednosti su iznad 95 %. Analiza varijanse relativne

vlažnosti vazduha po faktoru sata u danu je u skladu sa inverznim odnosom prema temperaturi i takođe ima dva komplementarna perioda. Prvi period niske relativne vlažnosti vazduha počinje u 12.00 h, a završava se u 19.00 h (minimum od 14.00 h do 15.00 h - vrednosti 81.47 %), a drugi period visoke relativne vlažnosti vazduha počinje u 19.00 h, a završava se u 12.00 h (maksimum od 03.00 do 04.00 h, sa vrednošću od 96.72 %).

Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe značajno ujednačen intenzitet sunčevog zračenja, sa isključivo slučajnim razlikama u vrednostima. Analiza varijanse intenziteta sunčevog zračenja po faktoru sata u danu upućuje na postojanje dva komplementarna perioda. Period intenzivnog sunčevog zračenja počinje u 09.00 h i završava se u 16.00 h, sa intenzitetom preko 50 W/m^2 , a maksimalan srednji satni intenzitet je realizovan u intervalu od 13.00 h do 14.00 h i iznosi 177.20 W/m^2 . U periodu od 16.00 h do 09.00 h vrednost srednjeg satnog intenziteta sunčevog zračenja ne prelazi 30 W/m^2 , a u toku noći vrednost srednjeg satnog intenziteta je 6 W/m^2 . U navedenim periodima ne postoji značajna razlika u vrednostima srednjih satnih intenziteta, a između perioda postoje izrazite razlike.

Maksimum koncentracije O_3 na osnovu sprovedene analize varijanse po faktoru dana u nedelji ističe četvrtak kao dan sa koncentracijom od 19.16 ppm. Vrednost koncentracije O_3 četvrtkom je značajno veća od vrednosti koje su izmerene ponedeljkom ili utorkom, ali ne i preostalim danima. Između vrednosti koncentracija O_3 koje su izmerene svim ostalim danima nema značajnih razlika. Takođe, i kod O_3 , kao i kod većine izmerenih parametara postoje dva komplementarna perioda koja su uočena na osnovu analize varijanse po faktoru sata u danu. Period sa visokom srednjom satnom koncentracijom počinje u 12.00 h i završava se u 18.00 h; vrednosti u ovom periodu iznose preko 20 ppm sa maksimumom u intervalu između 15.00 h i 16.00 h, vrednosti od 23.79 ppm. U periodu od 18.00 h do 12.00 h vrednosti srednjih satnih koncentracija ne prelaze 20 ppm, a minimum je realizovan u intervalu od 08.00 h do 09.00 h, vrednosti 12.98 ppm. U navedenim periodima ne postoje značajne razlike u vrednostima srednjih satnih koncentracija, a između perioda postoje izrazite razlike.

Analiza varijanse po faktoru dana u nedelji ističe značajan napadni ugao od oko 190° petkom i subotom. Na osnovu analize varijanse ugla vetra po faktoru sata u danu nisu ustanovljene razlike u dnevnim režimima napadnog ugla vetra.

Brzina vetra na osnovu analize varijanse po faktoru dana u nedelji se ističe kao izrazito varijabilna, sa velikim promenama režima intenziteta tokom nedelje. Petak i subota imaju značajno najveću brzinu od 1.94 m/s i 1.90 m/s, respektivno i predstavljaju maksimume. Od nedelje do utorka dolazi do naglog pada brzine na oko 1.1 m/s, a sreda i četvrtak su tranzicioni period. Gotovo sve vrednosti brzine vetra po danima se značajno razlikuju. Takođe, kod brzine vetra postoje dva komplementarna perioda. Period sa velikom srednjom brzinom počinje u 12.00 h i završava se u 17.00 h. Maksimum je upravo na kraju perioda (1.67 m/s), a potom dolazi do izrazitog smirivanja. Komplementarni period male srednje satne brzine vetra traje od 17.00 h do 12.00 h, a posebno je karakterističan minimum od 08.00 h do 09.00 h sa srednjom satnom brzinom vetra 0.97 m/s. Minimalna srednja satna koncentracija O_3 po faktoru sata u danu takođe je u intervalu od 08.00 h do 09.00 h.

Zbog ustanovljenih karakteristika, dodatno je ispitan uticaj brzine vetra na koncentraciju CO, te je definisana funkcija zavisnosti koncentracije CO od brzine vetra. Funkcija je stepena, i ima visok koeficijent korelacije vrednosti $r=0.657$. Takođe, uočena je i linearna

funkcionalna zavisnost koncentracije O₃ u funkciji brzine vetra. Sa porastom brzine vetra, postoji jasna proporcija porasta količine O₃ od 6.045 ppm po 1 m/s. Koeficijent linearne korelacije iznosi $r=0.329$.

Brzina vetra ima eksponencijalni uticaj na koncentraciju CO za sve vrednosti O₃, pri čemu je izrazito najveća koncentracija CO aproksimirana pri mirnom vazduhu (bez vetra) i malim koncentracijama O₃. Očekivan uticaj temperature koji je statistički dokazano obrnuto proporcionalan, u prisustvu O₃ nije održiva doktrina tj. uočljivo je da se pri visokim koncentracijama O₃ od preko 20 ppb, visoke koncentracije CO javljaju pri višim temperaturama. Ova činjenica je statistički potvrđena. Za graničnu temperaturu je izabrana $T=7\text{ }^{\circ}\text{C}$ (srednja vrednost temperature u vremenskoj seriji iznosila je $7.33\text{ }^{\circ}\text{C}$).

U uslovima visoke koncentracije O₃ od preko 20 ppb, pri temperaturama višim od $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, izmerena je koncentracija CO od 1.714 ppm, a pri temperaturama manjim od $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ izmerena je koncentracija CO od 1.559 ppm. Po analizi varijanse, između navedenih vrednosti postoje značajne razlike, a prag značajnosti je $p=0.000111<0.05$. To znači da pri visokoj koncentraciji O₃ temperatura nije dominantan parametar. Visoke koncentracije O₃ javljaju se pri izuzetno vetrovitom vremenu.

Varijacijama vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova, opisani su varijabilni intenziteti saobraćajnih tokova, a istovremeno, u varijacijama vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda sadržan je opis vremenske serije varijabilnih vrednosti CO. Eventualne korelacije između sinusnih i kosinusnih koeficijenata pojedinačnih tokova i koncentracije CO, direktno opisuju relativan uticaj varijacije intenziteta tokova vozila na varijacije vrednosti CO. Vrednosti koeficijenata Furijeovih redova za tokove vozila su proračunate na osnovu intenziteta toka vozila. U zavisnosti od vrste vozila menja se i koncentracija CO, a varijacije intenziteta toka utiču na varijacije CO i u kvantitativnom smislu. Na osnovu sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova periodičnih funkcija tokova vozila proračunato je učešće pojedinih tokova vozila u ukupnom toku.

Navedeni količnici predstavljaju kvantitativan odnos tokova prema ukupnoj koncentraciji CO. Za proračun kvalitativne, pojedinačne koncentracije CO, neophodno je izdvojiti koncentraciju CO nastalog u procesu odvijanja saobraćaja iz ukupne koncentracije CO. Uzimajući u obzir lokaciju na kojoj je obavljeno uzorkovanje CO, slabo razvijenu industriju u Brčko distriktu BiH, udaljenost individualnih stambenih objekata i dr. objekata koji predstavljaju potencijalni izvor emisija CO, te vreme uzorkovanja, rezultati istraživanja ukazuju na saobraćajne tokove kao dominantan izvor CO.

Razlika između srednjih satnih koncentracija CO izmerenih na lokaciji JU Peta osnovna škola i na lokaciji „Sava“ predstavlja koncentraciju CO realizovane iz svih saobraćajnih tokova. Vrednost koncentracije iznosi $C=0.599\text{ ppm}$. Na osnovu već proračunatog učešća pojedinih saobraćajnih tokova u ukupnom saobraćajno toku, moguće je proračunati jedinične vrednosti koncentracije CO koje se vezuju za pojedine saobraćajne tokove.

Za formiranje modela procene koncentracije CO neophodno je poznavanje intenziteta pojedinih saobraćajnih tokova, aktuelnih vrednosti atmosferskog pritiska, temperature i brzine vetra, kao i atmosferskog pritiska i temperature faznog pomeraja od 14.00 sati. Uspostavljanjem veze između navedenih promenljivih moguće je utvrditi koncentraciju CO u funkciji intenziteta pojedinih saobraćajnih tokova i meteoroloških parametara. Na osnovu unapred poznatih srednjih satnih koncentracija CO utvrđenih na lokaciji „Sava“ i

koncentracije CO u funkciji intenziteta saobraćajnih tokova i meteoroloških parametara, formiran je model za procenu koncentracije CO na lokaciji JU Peta osnovna škola.

Na osnovu formiranog modela urađen je proračun srednjih satnih vrednosti koncentracije CO, kao i satnih vrednosti (period od 20.00 h do 21.00 h) u vremenskom intervalu od 05.11. (18.00 h) do 08.12. 2014. godine (10.00 h). Najbolje podudaranje modelskih i empirijskih vrednosti koncentracije CO vidljivo je u periodu od 18.00 h do 22.00 h. U navedenom intervalu koncentracija CO je ≈ 2.10 ppm. Validacija modela izvršena je za statističke pokazatelje: MAD, MSE, r , R^2 , RMSE i MAPE. Za modelske i empirijske vrednosti srednjih satnih koncentracija CO, statistički pokazatelji imaju vrednosti: MAD=0.564; MSE=0.397; $r=0.821$; $R^2=0.675$; RMSE=0.630 i MAPE=33.53 %.

Očekuje se da će rezultati istraživanja stvoriti uslove za unapređenje i osavremenjavanje postojeće domaće prakse u oblasti primene metodologije prikupljanja podataka i istraživanja, kreiranja strategije upravljanja saobraćajem u urbanim sredinama, primene ekološki prihvatljivih transportnih sredstava sa propisanim emisionim standardima, poboljšanja procesa regulisanja saobraćajnih tokova, kao i unapređenja postojećih i kreiranja novih saobraćajnih politika. Poseban značaj istraživanja očekuje se u oblasti razvoja nove metode prognoze koncentracije CO, u shvatanju razlike između empirijskih i modelskih vrednosti.

Pokretljivost ljudi, roba i usluga vodi savremeno društvo prema tzv. mobilnom društvu. Razvoj saobraćaja u takvoj situaciji mora biti usklađen s načelima održivog razvoja. Održivi saobraćaj je onaj saobraćaj koji ne ugrožava javno zdravlje ili eko- sistem i konstantno zadovoljava prevoznu potražnju kroz korišćenje obnovljivih vidova energije i racionalno korišćenje neobnovljivih izvora. U takvim situacijama, modelovanje atmosferskog zagađenja će imati značajnu ulogu u procesu planiranja saobraćaja i kreiranja saobraćajnih politika.

Pravce daljnjih istraživanja neophodno je usmeriti na više područja. Prvenstveno, snimanje saobraćajnih tokova potrebno je izvršiti u vremenskom periodu koji bi obuhvatio sva godišnja doba. Dokazana vremenska neravnomernost saobraćajnih tokova po mesecima u toku godine, identifikovala je mesece juli i avgust kao periode sa najvećim intenzitetima saobraćajnih tokova, dok je mesec novembar period sa srednjim intenzitetom, odnosno, mesec decembar je period sa najmanjim intenzitetom saobraćajnog toka. S obzirom na vremenski period u kome je vršeno merenje intenziteta saobraćajnih tokova, merenja sprovedena tokom cele godine, a naročito u toku jula i avgusta stvorit će realnu sliku o stanju i kavalitetu ambijentalnog vazduha u gradu i o uticaju saobraćaja na isti.

Utvrđivanje tačne pozadinske koncentracije CO ima presudnu ulogu u formiranju pouzdanog modela procene. Razlika između koncentracije CO u vazduhu opterećenog emisijom iz saobraćajnih tokova i pozadinske koncentracije CO predstavlja koncentraciju CO nastalu u procesu odvijanja saobraćaja. Merenje pozadinske koncentracije CO potrebno je izvršiti u urbanim sredinama, na mestima gde nema uticaja saobraćajnih tokova, industrije i dr. Samo na taj način će se dobiti tačne vrednosti pozadinskih koncentracija CO koje će predstavljati osnovu za formiranje pouzdanog modela procene.

LITERATURA

- [1] Agencija za statistiku BiH. URL: <http://www.bhas.ba>
- [2] Aggarwal, A., Haritash, Kumar, A., Kansal, G. (2014). Air pollution modelling-A review. *International Journal of Advanced Technology in Engineering and Science*. 2, 2014, str. 355-365.
- [3] Ahmad K., Khare, M., Chaudhry, K. K. (2005). Wind tunnel simulation studies on dispersion at urban street canyons and intersections—a review. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. 93, 2005, str. 697–717.
- [4] Ahmed, E., Kim, K-H., Jeon, E-C., Brown, J. C. R. (2015). Long term trends of methane, non methane hydrocarbons, and carbon monoxide in urban atmosphere. *Science of the Total Environment*. 518-519, 2015, str. 595-604.
- [5] Ahrens, C. D. (2013). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Belmont: Cengage Learning.
- [6] Albahri, T. A., Riazi, R. M., Alqattan, A. A. (2002). Octane number and aniline point of petroleum fuels. *Fuel Chemistry Division Preprints*. 47, 2002, 2, str. 710-712.
- [7] Aleksić, D. (2010). Međunarodni sporazumi u oblasti životne sredine. *Analitički instrumenti u oblasti životne sredine*. Sremska Kamenica: CIP. str. 20-32.
- [8] Andreić, Ž. (2012). *Temelji mehanike fluida*. Zagreb: Rudarsko-geološki-naftni fakultet.
- [9] Anjaneyulu M. V. L. R., Harikrishna, M., Chenchuobulu, S. (2008). Modeling ambient carbon monoxide pollutant due to road traffic. *International Journal of Environmental, Chemical, Ecological, Geological and Geophysical Engineering*. 2, 2008, 5, str. 43-47.
- [10] Bedeković, G., Salopek, B. (2010). *Zaštita zraka*. Zagreb: Rudarsko-geološki-naftni fakultet.
- [11] Belošević, S., Stanković, B., Sijerčić, M., Crnomarković, N. (2010). *Matematički model formiranja i destrukcije NOx u ložištu kotla sa sagorevanjem ugljenog praha*. Beograd: Institut za nuklearne nauke Vinča.
- [12] Bencetić-Klaić, Z. (2003). *Prodor stratosferskog ozona u donje slojeve atmosfere*. Zagreb: Prirodno-matematički fakultet, Geofizički odsjek.
- [13] Benito Müller, B. (2007). *The Nairobi Climate Change Conference: A breakthrough for adaptation funding*. Oxford Energy & Environment Comment.
- [14] Bibić, Dž., Filipović, I., Kegl, B., Pikula, B. (2009). Utjecaj biogoriva na sastav ispušnih plinova dizelovih motora. *Goriva i maziva*. 48, 2009, 3, str. 333-350.
- [15] BiHAMK. (2013). *Informacije o ukupnom broju registrovanih i prodatih novih motornih vozila u BiH u periodu januar-decembar 2012. godine*. Sarajevo: Bosanskohercegovački auto-moto klub.
- [16] Bijeković, S. (2008). *Evropske integracije, Priručnik za polaganje stručnog ispita*. Podgorica: Uprava za kadrove CG.
- [17] Bionda-Sertić, K. (2006). *Procesi prerade nafte - vježbe*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije, Zavod za tehnologiju nafte i petrokemiju.
- [18] Bluett, J., Gimson, N., Fisher, G., Heydenrych, C., Freeman, T., Godfrey, J. (2004). *Good Practice Guide for Atmospheric Dispersion Modelling*. Ministry for the Environment, Manatū Mō Te Taiao.

- [19] Boes, E. C. (1981). *Fundamentals of solar radiation*. New York: McGraw-Hill.
- [20] Bogdanović, S. (2011). Primena Kjoto protokola: Pravno regulisanje certifikovanih smanjenja emisija ugljen-dioksida. *Pravni život*. 9, 2011, str. 517-531.
- [21] Bogojević, S., Pavlović, J. P. (2001). Trend razvoja kvaliteta motornih benzina i dizel u svetu i kod nas. *Hemijska industrija*. 55, 2001, 2, str. 79-89.
- [22] Bratský, D., Stacho, D. (2005). Utjecaj aditivacije motornog benzina na ubrzanje, snagu i emisiju ispušnih plinova. *Goriva i maziva*. 44, 2005, 3, str. 195-215.
- [23] Brčić I., Orlandić R. (2010). *Nautički turizam i upravljanje marinama*, Tivat: FMS.
- [24] Brückler, M. F., Pažanin, I. (2012). *Matematika 2 za kemičare*. Zagreb: PMF-Matematički odjel.
- [25] Burić, T., Bojkić, L. (2007). *Studija izvedenosti svemirskog turizma u Hrvatskoj*. Trogir: SSŠ Blaž Jurjev Trogiraniin.
- [26] CEPOS. (2011). *Šuma i klimatske promjene*. Sarajevo: Centar za podršku održivom gazdovanju šumskim resursim.
- [27] Cerić, E. (2012). *Nafta, procesi i proizvodi*. Sarajevo: IBC.
- [28] Chang, C-H., Lin, J-S., Cheng, C-M., Honh, Y-S. (2013). Numerical simulations and wind tunnel studies of pollutant dispersion in the urban street canyons with different height arrangements. *Journal of Marine Science and Technology*. 21, 2013, 2, str. 119-126.
- [29] *Commission Directive 2004/33/EC of 22 March 2004 implementing Directive 2002/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards certain technical requirements for blood and blood components*. (Official Journal of the European Union, 30. March 2004). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [30] *Commission Regulation (EU) No 63/2011 of 26 January 2011 laying down detailed provisions for the application for a derogation from the specific CO₂ emission targets pursuant to Article 11 of Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council*. (Official Journal of the European Union, 27. January 2011). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [31] *Commission Regulation (EU) No 1014/2010 of 10 November 2010 on monitoring and reporting of data on the registration of new passenger cars pursuant to Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council*. (Official Journal of the European Union, 11. November 2010). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [32] *Consolidated version of the Treaty on European Union and Treaty on the Functioning of the European Union TEU and TFEU, Final Act, Declarations, Annexes, Charter of Fundamental Rights of the European Union*. (Official Journal of the European Union, 30. March 2010).
- [33] *Council Directive 70/157/EEC of 6 February 1970 on the approximation of the laws of the Member States relating to the permissible sound level and the exhaust system of motor vehicles*. (Official Journal of the European Communities, 23. February 1970). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [34] Crnogorac, B., Č. (2006). *Geografske osnove zaštite životne sredine*. Banja Luka: Prirodno-matematički fakultet.
- [35] Curić, Z., Curić, B. (1999). *Školski geografski leksikon*. Zagreb: Hrvatsko geografsko društvo.

- [36] Damnjanović, M., Tufegdžić, D. (2008). *Kyoto protokol*. URL: <http://www.knhem.net/archives/o3/kjoto/>
- [37] Darade, P. M., Dalu, S. R. (2013). Investigation of Performance and Emissions of CNG Fuelled VCR Engine. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 3, 2013, 1, str. 77-84.
- [38] Dedić, Dj. A. (2009). *Osnovi mašinstva I*. Beograd: Šumarski fakultet.
- [39] De Souza, A., Aristones, F., Becker Modesto Silva, G., Alves Fernandes, W., Braga, C. (2014). Temporal Variation of the Concentration of Carbon Monoxide in the Center West of Brazil. *Atmospheric and Climate Sciences*. 4, 2014, str. 563-568.
- [40] Dimitrijević, R. (2010). *Analiza realnih funkcija više promenljivih*. Niš
- [41] Dingman, S. L. (2014). *Physical Hydrology*. Waveland Press, Inc.
- [42] *Directive 98/70/EC of the European Parliament and of the Council of 13 October 1998 relating to the quality of petrol and diesel fuels and amending Council Directive 93/12/EEC*. (Official Journal of the European Communities, 28. December 1998). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [43] *Directive 1999/94/EC of the European Parliament and of the Council of 13 December 1999 relating to the availability of consumer information on fuel economy and CO₂ emissions in respect of the marketing of new passenger cars*. (Official Journal of the European Communities, 18. January 2000). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [44] *Directive 2001/42/EC of the European Parliament and of the Council of 27 June 2001 on the assessment of the effects of certain plans and programmes on the environment*. (Official Journal of the European Communities, 21. July 2001). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [45] *Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise - Declaration by the Commission in the Conciliation Committee on the Directive relating to the assessment and management of environmental noise*. (Official Journal of the European Communities, 18 July 2002). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [46] *Directive 2003/4/EC of the European Parliament and of the Council of 28 January 2003 on public access to environmental information and repealing Council Directive 90/313/EEC*. (Official Journal of the European Union, 14. February 2003). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [47] *Directive 2003/35/EC of the European Parliament and of the Council of 26 May 2003 providing for public participation in respect of the drawing up of certain plans and programmes relating to the environment and amending with regard to public participation and access to justice Council Directives 85/337/EEC and 96/61/EC*. (Official Journal of the European Union, 25. June 2003). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [48] *Directive 2007/2/EC of the European Parliament and of the Council of 14 March 2007 establishing an Infrastructure for Spatial Information in the European Community (INSPIRE)*. (Official Journal of the European Union, 25. April 2007). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

- [49] *Directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council of 21 May 2008 on ambient air quality and cleaner air for Europe.* (Official Journal of the European Union, 11. June 2008). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [50] *Directive 2008/99/EC of the European Parliament and of the Council of 19 November 2008 on the protection of the environment through criminal law.* (Official Journal of the European Union, 6. December 2008). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [51] *Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC.* (Official Journal of the European Union, 5. June 2009). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [52] *Directive 2009/33/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of clean and energy-efficient road transport vehicles.* (Official Journal of the European Union, 15. May 2009). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [53] *Directive 2011/92/EU of the European Parliament and of the Council of 13 December 2011 on the assessment of the effects of certain public and private projects on the environment.* (Official Journal of the European Union, 28. January 2012). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [54] Dobovišek, Ž., Samec, N., Kokalj, F. (2003). Razvoj motora sa unutarnjim izgaranjem i kvaliteta goriva. *Goriva i maziva*. 42, 2003, 1, str. 5-27.
- [55] Dominis, Ž. (2006). Posljedice stupanja na snagu Protokola iz Kyota. *Naše more*. 53, 2006, 3-4, str. 125-139.
- [56] Dora, C., Phillips, M. (2000). *Transport, environment and health*. World Health Organization, Regional Office for Europe.
- [57] Dorić, J., Klinar, I., Nikolić, N. (2010). Nekonvencionalni osmotaktni ciklus motora sa unutrašnjim sagorevanjem. *IMK-14 - Istraživanje i razvoj*. 16, 2010, 3, str. 35-42.
- [58] *Drugi nacionalni izještaj Bosne i Hercegovine u skladu s Okvirnom konvencijom Ujedinjenih nacija.* (2013). Savjet ministara BiH.
- [59] Duissenov, D. (2013). *Production and processing of sour crude and natural gas - challenges due to increasing stringent regulations*. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology.
- [60] EEA. (2015). *European Union emission inventory report 1990–2013 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP), EEA Technical report No 8/2015*. Luxembourg: Office of the European Union.
- [61] EEA. (2013). *European Union emission inventory report 1990–2011 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP)*. Luxembourg: Office of the European Union.
- [62] Elkafoury, A., Negm, M. A., Bady, F. M., Aly, H. M., Ichimura, T. (2015). Develop dynamic model for predicting traffic CO emissions in urban areas. *Environmental Science and Pollution Research*, str. 1-12.
- [63] Elkafoury, A., Negm, M. A., Bady, F. M., Aly, H. M. (2015). Modeling Vehicular CO Emissions for Time Headway-based Environmental Traffic Management System. *Procedia Technology*. 19, 2015, str. 341-348.

- [64] Ellis, J., Tirpak, D. (2006). *Linking GHG Emission Trading Schemes and Markets*, COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2006)6, Paris: Organisation de Coopération et de Développement Economiques.
- [65] EPA. (2000). *Technical Support Document: Control of Emissions of Hazardous Air Pollutants from Motor Vehicles and Motor Vehicle Fuels*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Transportation and Air Quality.
- [66] EurActiv. (2011). Emisije CO₂ povećane za 45% u protekle dve decenije. URL: <http://www.euractiv.rs/odrzivi-razvoj/2735-emisije-c02-poveane-za-45-u-protekle-dve-decenije->
- [67] *European Transport Policy for 2010: Time to Decide, White Paper*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 2001.
- [68] European Union. (2015). *GHG (CO₂, CH₄, N₂O, F-gases) emission time series 1990-2012 per region/country*. <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php?v=GHGts1990-2010>
- [69] Fenhann, J. (2005). *Overview of the general conditions and timeframes in the flexible Kyoto mechanisms: Clean Development Mechanism (CDM), Joint Implementation, and Emission Trading*. UNEP Collaborating Centre on Energy and Environment.
- [70] Fevre, L. C. (2014). *The Prospects for Natural Gas as a Transport Fuel in Europe*. Oxford Institute for Energy Studies
- [71] Filipović, I. (2006). *Motori i motorna vozila*. Tuzla: Univerzitet u Tuzli, Mašinski fakultet.
- [72] Flecher, N. S., Parker, L. (2007). *Climate Change: The Kyoto Protocol and International Actions*, CRS Report for Congress.
- [73] Fortune, P. (2013). *Basic Meteorology: A Short Course*. Florida.
- [74] Gerber, P. E. (2015). The Stratosphere and its Coupling to the Troposphere and Beyond. *Encyclopedia of Applied and Computational Mathematics*, Springer, in review.
- [75] Glavatović, B. (2005). *Osnovi geonauka*. Podgorica: Građevinski fakultet, Geodetski odsjek.
- [76] GLOBE (2003). *Meteorološka mjerenja, II dio*. The Global Learning and Observations to Benefit the Environment.
- [77] Gopal, G. M., Rajendra S. D. (2012). Compressed Natural Gas as an Alternative Fuel for Spark Ignition Engine: A Review. *International Journal of Engineering and Innovative Technology*. 2, 2012, 6, str. 92-97.
- [78] Gosh, K. T., Prelas, A. M. (2009). *Energy resources and systems. 1, Fundamentals and non-renewable resources*. Springer.
- [79] Gupta, C. N., Qutebha, T. M., Sambhi, S. S. (2011). Prediction of spatial concentration distribution of carbon monoxide on urban street in Delhi. A comparative study. *Journal of Environmental Research And Development*. 5, 2011, 3, str. 566-574.
- [80] Hanson, C., Son, V. V. (2003). *Renewable Energy Certificates: An Attractive Means For Corporate Customers To Purchase Renewable Energy*. Washington: World Resources Institute.
- [81] Harish, M. (2012). A study on air pollution by automobiles in Bangalore city. *Management research and practice*. 4, 2012, str. 25-36.

- [82] Hashim, B. N. (2008). *The study of combustion characteristics for different compositions of LPG*. Universiti Malaysia Pahang, Faculty of Chemical and Natural Resources Engineering
- [83] Hasselknappe, H., Røine, K. (2006). *Carbon 2006, Towards a truly global market*. Copenhagen: Ponit Carbon.
- [84] HEI. (2010). *Traffic-Related Air Pollution: A Critical Review of the Literature on Emission, Exposure, and Health Effects*. Boston: Health Effects Institute.
- [85] Hochadela, M., Heinrich, J., Gehring, U., Morgenstern, V., Kuhlbusch, T., Link, E., Wichmann, H-E., Krämer, U. (2006). Predicting long-term average concentrations of traffic-related air pollutants using GIS-based information. *Atmospheric Environment*. 40, (2006), str. 542–553.
- [86] Hublin, A., Delija-Ružić, V., Janeković, G., Vešligaj, D. (2007). *Hrvatska industrija cementa i klimatske promjene*. Zagreb: EKONERG.
- [87] Höök, M., Bardi, U., Feng, L., Pang, X. (2010). Development of oil formation theories and their importance for peak oil. *Marine and Petroleum Geology*. 27, 2010, str. 1995-2004.
- [88] ICCT. (2011). *An introduction to petroleum refining and the production of ultra low sulfur gasoline and diesel fuel*. Bethesda: The International council on clean transport (ICCT).
- [89] IDEEA. (2015). <http://www.iddeea.gov.ba/>
- [90] IEA. (2012). *Key World Energy Statistics*. Paris: International Energy Agency.
- [91] IGU. (2012). *Natural Gas Conversion Guide*. Oslo: International Gas Union.
- [92] *Integration of Transport Policy into TEN-T Planning-Final report of the expert group 2*. Brussels, 2010.
- [93] Jallad, N. K., Espada-Jallad, C. (2012). Characterization of Road Traffic Emissions in a Densely Populated Residential Area of Kuwait. *Environment and Natural Resources Research*. 2, 2012, 2, str. 1-16.
- [94] Janković, B. (2012). *Procjena izloženosti opasnim i štetnim tvarima pri podzemnim radovima*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološki-naftni fakultet, Doktorski rad.
- [95] *Joint Research Centre (JRC)/PBL Netherlands Environmental Assessment Agency*. Emission Database for Global Atmospheric Research (EDGAR), 2011. URL: <http://edgar.jrc.ec.europa.eu/overview.php>
- [96] Jones, G. (2004). *People and environment: A global approach*. New York: Pearson Prentice Hall.
- [97] Jones, S. D., Pujadó, R. P. (2006). *Handbook of Petroleum Processing*. Berlin: Springer, 1st. Edition.
- [98] Jurić, Ž., Tot, M. (2007). *Utjecaj protokola iz Kyota na razvoj Hrvatskog elektroenergetskog sektora*. Cavtat: 8. savjetovanje HRO CIGRE.
- [99] Kastner-Klein, P., Fedorovich, E., Rotach, M. W. (2001). A wind tunnel study of organised and turbulent air motions in urban street canyons. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. 89, 2001, str. 849–861.
- [100] Karousos, A. I. (2006). *Modeling of air quality in street canyons*. The University of Leeds, Institute for Transport Studies.

- [101] Karppinen, A., Kukkonen, J., Elolähde, T., Konttinen, M., Koskentalo, T., Rantakrans, E. (2000). A modelling system for predicting urban air pollution: model description and applications in the Helsinki metropolitan area. *Atmospheric Environment*. 34, 2000, str. 3723-3733.
- [102] Kho, F. W. L., Law, P. L., Ibrahim, S. H., Sentian, J. (2008). Carbon monoxide levels along roadway. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 4, 2007, 1, str. 27-34.
- [103] Kirkman, A., G., Seres, S., Haites, E., Spalding-Fecher, R. (2012). *Benefits of the Clean Development Mechanism 2012*. New York: United Nations Framework Convention on Climate Change.
- [104] Klarić, I. (2008). *Tehnološki procesi organske industrije, VI dio*. Split: Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet.
- [105] Kosor, M. (2012). Kyotski protokol s posebnim osvrtom na pregovore Republike Hrvatske o „baznoj“ godini. *Pravnik*. 46, 2012, 92, str. 91-103.
- [106] KPC. (2012). *Aspekti klimatskih promena u razvoju energetskog sektora u Srbiji, 4 deo – Finalni izveštaj*. Srbija: Kommunalkredit Public Consulting.
- [107] Kovačević, Z., Piršić, E., Dujmović, M., Franolić, L., Popeškić, B., Milovanović, D., Bolf, A., Jardas, M., Cvitan, N., Lalin, I. (2010). *Emisije ugljičnog dioksida i dušikovih oksida te utrošak kisika kod cestovnih motornih vozila*. Rijeka: Sveučilište u Rijeci, Građevinski fakultet.
- [108] Kostić, A. (2015). *Viša matematika za inženjere*. Sarajevo: Prirodno-matematički fakultet.
- [109] Krstić, V., Krstić, B., Vukić, L. (2010). Mogućnost izražavanja karakteristika kvaliteta motora sa unutrašnjim sagorevanjem. *Festival kvaliteta 2010., 37. Nacionalna konferencija o kvalitetu 5. Nacionalna konferencija o kvalitetu života*. Mašinski fakultet, str. D67-D72.
- [110] Khuhawar, M. Y., Aslam Mirza, M., Jahangir. M., T. (2012). Crude Oil Emulsions-Composition Stability and Characterization, *Determination of Metal Ions in Crude Oils*. InTech.
- [111] Lanje, S. A., Deshmukh, M. J. (2012). Performance and Emission Characteristics of SI Engine using LPG-Ethanol Blends: A Review. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*. 2, 2012, 10, str. 146-153.
- [112] Linacre, E., Geerts, B. (1997). *Climates and Weather Explained*. London: Routledge.
- [113] Malvić, T., Velić, J. (2008). *Geologija ležišta fluida*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zavod za geologiju i geološko inženjerstvo.
- [114] *Manual of Weighing Applications. Density*. (1999). Sartorius.
- [115] Matar, S., Hatch, F. L. (2000). *Chemistry of petrochemical processes*. Houston: Gulf Publishing Company, 2nd Edition.
- [116] Matejić, I. (2009). *Nastavna tema „Vazduh“ u integrisanoj nastavi prirodnih nauka*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet.
- [117] Marković, D. (2010). *Procesna i energetska efikasnost*. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- [118] McMichael, J. A., Woodruff, E. R., Simon Hales, S. (2006). Climate change and human health: present and future risks. *Lancet*. 367, 2006, str. 859-869.

- [119] Mahalec, I., Lulić, Z., Kozarac, D. (2010). *Motori s unutarnjim izgaranjem*. Zagreb: FSB.
- [120] Milosavljević, B., Pešić, R., Babić, S. (2009). Ekološki aspekti korišćenja motornih vozila. *Festival kvaliteta 2009.*, 36. *Nacionalna konferencija o kvalitetu 4. Nacionalna konferencija o kvalitetu života*. Mašinski fakultet, str. 9-15.
- [121] Mokhatab, S., Poe, W., Speight, G. J. (2006). *Handbook of Natural Gas Transmission and Processing*. Gulf Professional Publishing, Elsevier, Amsterdam.
- [122] Moriasi, D. N., Arnold, J. G., Van Liew M. W., Binger R. L., Harmel R. D., Veith T. L. (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transactions of the American Society of Agricultural and Biological Engineers*. 50, 2007. 3, str. 885-900.
- [123] *Nacionalna strategija za uključivanje Republike Srbije u Mehanizam čistog razvoja Kjoto protokola za sektore upravljanja otpadom, poljoprivrede i šumarstva*. (Službeni glasnik RS, broj 8/2010). URL: <http://www.gs.gov.rs/lat/strategije-vs.html>
- [124] Nagenda Shiva, M. S., Khare, M. (2005). Modelling urban air quality using artificial neural network. *Clean Technologies and Environmental Policy*. 7, 2005, 2, str. 116-126.
- [125] Nešić, LJ. (2013). *Atmosfera*. URL: <http://tesla.pmf.ni.ac.rs/people/nesiclj/>
- [126] Nigam, S., Nigam, R., Kapoor, S. (2013). Modelling and Simulation of Ambient Carbon Monoxide. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*. 3, 2013, 2, str. 405-410.
- [127] Nikolić, D., Vujadinović, R. (2007). *Primjena alternativnih goriva u motornim vozilima-svetski trend*. Simterm 2007, Sokobanja, Srbija.
- [128] *Određivanje količina emitovanih gasovitih zagađujućih materija poreklom od drumskog saobraćaja primenom COPERT IV modela Evropske agencije za zaštitu životne sredine*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Saobraćajni fakultet, Institut Saobraćajnog fakulteta, 2010.
- [129] Oliver, J. G. J., Janssens-Maenhout, G., Peters A. H. W. J., Wilson, J. (2011). *Long-term trend in global CO₂ emissions 2011, report*. European Union, The Hague: PBL Netherlands Environmental Assessment Agency.
- [130] Petrić, N., Vojnović, I., Martinac, V. (2007). *Tehnička termodinamika*. Split: Kemijsko-tehnološki fakultet.
- [131] Pope, C., A., Dockery, D., W. (2006). Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *J. Air Waste Manag. Assoc.* 56, 2006, 6, str. 709-742.
- [132] *Pravilnik o graničnim i ciljanim vrijednostima kvaliteta vazduha, pragovima informisanja i uzbune*, („Službeni glasnik Brčko distrikta BiH“, broj 18/11).
- [133] *Pravilnik o homologaciji vozila, dijelova uređaja i opreme vozila*, („Službeni glasnik BiH“, broj 41/08).
- [134] *Pravilnik o načinu vršenja monitoringa kvaliteta zraka i definiranju vrsta zagađujućih vrsta zagađujućih materija, graničnih vrijednosti i drugih standarda kvaliteta zraka*. („Službene novine Federacije BiH“, broj 1/12).
- [135] Predojević, Z., Sokolović, S. (2005). *Karakteristike tečnih goriva*. Novi Sad: Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.

- [136] Prokeš, B., Mačvanin, N., Furman, T., Španović, M. (2009). Emisija izduvnih gasova dizel motora prilikom sagorevanja biodizela-mogući efekti na zdravlje izloženih osoba i njihovo praćenje. *Traktori i pogonske mašine*. 14, 2009, 5, str. 84-91.
- [137] Puzović, L., Gajić, V. (2007). Uloga kombinovanog transporta u očuvanju životne sredine i povećanju energetske efikasnosti saobraćaja. *13 Simpozijum termičara, Energy, ecology, efficiency*. Soko Banja.
- [138] Rajković, B., Mesinger, F. (2002). *Mikrometeorologija*. Beograd: Univerzitet u Beogradu.
- [139] Raub, A. J., Mathieu-Nolf, M., Hampson, B. N., Thom, R. S. (2000). Carbon monoxide poisoning — a public health perspective. *Toxicology*. 145, 2000, str. 1–14.
- [140] *Regulation (EC) No 166/2006 of the European Parliament and of the Council of 18 January 2006 concerning the establishment of a European Pollutant Release and Transfer Register and amending Council Directives 91/689/EEC and 96/61/EC*. (Official Journal of the European Union, 4. February 2006). URL:<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [141] *Regulation (EU) No 377/2014 of the European Parliament and of the Council of 3 April 2014 establishing the Copernicus Programme and repealing Regulation (EU) No 911/2010*. (Official Journal of the European Union, 24. April 2014). URL:<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [142] *Regulation (EC) No 401/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the European Environment Agency and the European Environment Information and Observation Network*. (Official Journal of the European Union, 23. May 2009). URL:<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [143] *Regulation (EC) No 443/2009 of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 setting emission performance standards for new passenger cars as part of the Community's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles*. (Official Journal of the European Union, 5. June 2009). URL:<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [144] *Regulation (EU) No 510/2011 of the European Parliament and of the Council of 11 May 2011 setting emission performance standards for new light commercial vehicles as part of the Union's integrated approach to reduce CO₂ emissions from light-duty vehicles*. (Official Journal of the European Union, 31. May 2011). URL:<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [145] *Regulation (EU) No 525/2013 of the European Parliament and of the Council of 21 May 2013 on a mechanism for monitoring and reporting greenhouse gas emissions and for reporting other information at national and Union level relevant to climate change and repealing Decision No 280/2004/EC*. (Official Journal of the European Union, 18. June 2013). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [146] *Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on type-approval of motor vehicles and engines with respect to emissions from heavy duty vehicles (Euro VI) and on access to vehicle repair and maintenance information and amending Regulation (EC) No 715/2007 and Directive 2007/46/EC and repealing Directives 80/1269/EEC, 2005/55/EC and 2005/78/EC*. (Official Journal of the European Union, 18. July 2009). URL:<http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>

- [147] *Regulation (EU) No 1293/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on the establishment of a Programme for the Environment and Climate Action (LIFE) and repealing Regulation (EC) No 614/2007.* (Official Journal of the European Union, 20. December 2013). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [148] *Regulation (EC) No 1692/2006 of the European Parliament and of the Council of 24 October 2006 establishing the second Marco Polo programme for the granting of Community financial assistance to improve the environmental performance of the freight transport system (Marco Polo II) and repealing Regulation (EC) No 1382/2003.* (Official Journal of the European Union, 24. November 2006). URL: <http://eur-lex.europa.eu/homepage.html>
- [149] Reinaud, J., Philibert, C. (2007). *Emissions trading: Trends and Prospects COM/ENV/EPOC/IEA/SLT(2007)9.* Paris: Organisation de Coopération et de Développement Economiques.
- [150] *Rezime Nacionalne strategije upravljanja kvalitetom vazduha sa Akcionim planom za period 2013-2016 godine.* Podgorica: Vlada Crne Gore, Ministarstvo održivog razvoja i turizma (2013).
- [151] *Roadmap to a Single European Transport Area – Towards a competitive and resource efficient transport system, White Paper.* Brussels: COM(2011) 144 final, 2011.
- [152] Rosli, A. B. S. (2008). A Technical Review of Compressed Natural Gas as an Alternative Fuel for Internal Combustion Engines. *American J. of Engineering and Applied Sciences.* 1, 2008, str. 302-311.
- [153] *Rudarske mašine.* Beograd: Univerzitet u Beogradu, Rudarsko-geološki fakultet, Skripta. 2009.
- [154] Saksena, S., Quang. N. T., Nguyen, T., Dang, N. P., Flachsbar, P. (2008). Commuters' exposure to particulate matter and carbon monoxide in Hanoi, Vietnam. *Transportation Research.* Part D, 2008, 13, str. 206-211.
- [155] Samoli, E., Touloumi, G., Schwartz, J., Ross Anderson, R. H., Schindler, C., Forsberg, B., Vigotti, A. M., Vonk, J., Košnik, M., Skorkovsky, J., Katsouyanni, K. (2007). Short-Term Effects of Carbon Monoxide on Mortality: An Analysis within the APHEA Project. *Environmental Health Perspectives.* 115, 2007, 11, str. 1578-1583.
- [156] Schlatter, W. T. (2009). *Atmospheric Composition and Vertical Structure.* Boulder, CO: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).
- [157] Schwela, D., Zali, O., Schwela, P. (1997). *Motor Vehicle Air Pollution, Public Health Impact and Control Measures.* Geneva: World Health Organization (WHO) and the Service of Ecotoxicology (ECOTOX).
- [158] *Screening-level hazard characterization, Hazard Characterization Document.* (2011). U.S. EPA (U.S. Environmental Protection Agency).
- [159] Seinfeld, J. H., Pandis, N. S. (1998). *Atmospheric Chemistry and Physics – From Air Pollution to Climate Change.* New York: John Wiley & Sons, Inc
- [160] Senegačnik, A. (2005). *Osnovne značilnosti goriva.* Ljubljana: Fakulteta za strojništvo.
- [161] Shorshania, F. M., Seigneur, C., Rehn, P. L., Chanut, H., Pellan, Y., Jaffrezo, J-L., Charron, A., André, M. (2015). Atmospheric dispersion modeling near a roadway under calm meteorological conditions. *Transportation Research Part D.* 34, 2015, str. 137–154.

- [162] SHZ. (1994). *Klimatologija aerodroma Beograd-Surčin*. Beograd: Savezni hidrometeorološki zavod.
- [163] Simanzhenkov, V., Idem, R. (2005). *Crude Oil Chemistry*. New York: Marcel Dekker
- [164] Simendić, B., Jović, N. (2012). Praćenje suspendovanih i respirabilnih čestica na području grada Novog Sada. *Monitoring i ekspertiza u u bezbedonosnom inženjeringu*. Novi Sad: Visoka tehnička škola strukovnih studija, Sankt-Peterburg: Sank-Peterburskom universitete GPS MČS, str. 10-19.
- [165] Simović, I. A. (1970). *Meteorologija*. Zagreb: Školska knjiga.
- [166] *Single European Act*. Official Journal of the European Communities, 1987, L 169/1.
- [167] Solarić, M., Solarić, N. (2008). Povijesni pregled širenja znanja o magnetizmu i njegovim promjenama. *Geodetski list*. 62(85), 2008, 4, str. 211-233.
- [168] Soppi, P. (2009). *Emissions trading-flexibile mechanisms under the Kyoto Protocol*. Helsinki: National Audit Office of Finland.
- [169] Stalveski, M. (2004). *Zemlja*. URL: <http://static.astronomija.co.rs>
- [170] *Statut Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine*. (Službeni glasnik Brčko Distrikta BiH, broj: 1/00 i 24/05), URL: <http://www.msb.gov.ba>
- [171] Stefanović, A. (2010). *Drumska vozila*. Centar za motore i motorna vozila Mašinskog fakulteta u Nišu; Niš, Centar za bezbednost saobraćaja Mašinskog Fakulteta u Kragujevcu.
- [172] Stevančević, T. M. (2006). *Teorijske osnove heliocentrične elektromagnetne meteorologije*. Beograd: Naučna istraživanja.
- [173] Stopić, M., Dičić, N., Zorić, J. (2009). *Pravci zaštite životne sredine u Srbiji*. Beograd: Beogradski centar za ljudska prava.
- [174] *Strategija prilagođavanja na klimatske promjene i niskoemisionog razvoja za Bosnu i Hercegovinu*. (2013).
- [175] *Strategija razvoja Brčko distrikta BiH 2008-2012*. (2009). Ekonomski fakultet Univerziteta u Tuzli i Institut za ekonomiku poljoprivrede Beograd.
- [176] Stratiev, D., Dinkov, R., Petkov, K., Stanulov, K. (2010). Evaluation of crude oil quality. *Petroleum & Coal*. 52 (1), 2010, str. 35-43.
- [177] Sudarević, D., Kozić, A. (2005). Uticaj alternativnih goriva u motorima SUS na očuvanje životne sredine. *Festival kvaliteta 2005, 32 Nacionalna konferencija o kvalitetu*. Kragujevac: Mašinski fakultet. Str. H-202 – H-211.
- [178] Takači, Đ. (2009). Furijeovi redovi. *Development of computer-aided methods in teaching mathematics and science*. Novi Sad: Prirodno-matematički fakultet, School of intensive courses in Novi Sad, 4-9 april 2009.
- [179] Tatić, K. (2009). *Ekonomski poticaji za smanjenje efekata klimatskih promjena*. Sarajevo: Ekonomski fakultet.
- [180] *The future development of the Common Transport Policy – A global approach to the construction of a Community framework for sustainable mobility, White Paper*. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities, 1992.
- [181] Thomas, E. G., Olivero, J. (2001). Noctilucent clouds as possible indicators of global change in the mesosphere. *Advances in Space Research*. 28, 2001, 1, str. 937-946.
- [182] Tomljanović, M. (2004). *Anorganska kemija*. Zenica: Hijatus.

- [183] Torović, T., Klinar, I., Antičić, Ž., Nikolić, N. (2003). O poboljšanju izduvne emisije savremenih dizel motora. *Traktori i pogonske mašine*. 8, 2003, 3, str. 58-64.
- [184] Torović, T., Nikolić, N., Antičić, Ž., Klinar, I., Dorić, J. (2009). Analiza konstrukcionih i eksploatacionih svojstava aktuelnih sistema za napajanje motora prirodnim gasom. *Traktori i pogonske mašine*. 14, 2009, 2/3, str. 65-74.
- [185] *TRAITÉ instituant la Communauté Économique Européenne et documents annexes*. Bruxelles, Secrétariat du Comité intérimaire pour le Marché commun et l'Euratom, 1957.
- [186] *Treaty on European Union*. (Official Journal of the European Communities, 1992, C 191/1).
- [187] Ukpebor, E. E., Ukpebor, E. J., Eromomene, F., Odiase, I. J., Okoro, D. (2010). Spatial and Diurnal Variations of Carbon Monoxide (CO) Pollution from Motor Vehicles in an Urban Centre. *Polish Journal of Environmental Studies*. 19, 2010, 4, str. 817-823.
- [188] UN. (1998). *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York: United Nations.
- [189] UNFCCC. (2012). *Doha Amendment*. URL: http://unfccc.int/kyoto_protocol/doha_amendment/items/7362.php
- [190] UNFCCC. (2012). *Clean Development Mechanism, Executive Board Annual Report 2012*. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- [191] UNFCCC. (2005). *Status of Ratification of the Kyoto Protocol*. URL: http://unfccc.int/kyoto_protocol/status_of_ratification/items/2613.php
- [192] UNFCCC. (2008). *Kyoto Protocol Reference Manual*. United Nations Framework Convention on Climate Change.
- [193] UNFCCC. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. New York: United Nations, FCCC/INFORMAL/84, GE.05-62220 (E) 200705.
- [194] US EPA (2011). *Crude oil category, Category assessment document*.
- [195] Valpotić, R. (2002). *Industrija i okoliš*. Zagreb: Grafički fakultet.
- [196] Vardoulakis, S., Fisher, E. A. B., Pericleous, K., Gonzalez-Flesca, N. (2003). Modelling air quality in street canyons: a review. *Atmospheric Environment*, 37, 2003, 2, str. 155-182.
- [197] Vardoulakis, S., Valiantis, M., Milner, J., Apsimon, H. (2007). Operational air pollution modelling in the UK—Street canyon applications and challenges *Atmospheric Environment*. 41, 2007, str. 4622–4637.
- [198] Veasey, D. A., McCormick, L. C., Hilyer, B. M., Oldfield, K. W., Hansen, S., Krayner, T. H. (2005). *Confined Space Entry and Emergency Response*. John Wiley & Sons.
- [199] Venegas, E. L.; Mazzeo, A. N. (2010). Traffic pollution modelling in a complex urban street. *13th Conference on Harmonisation within Atmospheric Dispersion Modelling for Regulatory Purposes, Paris, France*. str. 770-775.
- [200] Vidović, E. (2012). *Zaštita okoliša u petrokemijskoj proizvodnji*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije.
- [201] Vukadinović, R., Jovanović, N., Međak, V., Todorić, V. (2004). *Kako usklađivati domaće propise sa pravnim tekovinama Evropske unije*. Beograd: Vlada Republike Srbije, Ministarstvo za ekonomske odnose sa inostranstvom.

- [202] Vukašinović, R., Jakšić, D. (2010). Redukcija izduvnih gasova motornih vozila. *Zbornik radova VTŠSS Uroševac*. Zvečan: Visoka tehnička škola strukovnih studija iz Uroševca. str. 126-138.
- [203] West, L. (2010). *What is the Kyoto Protocol?* URL: http://environment.about.com/od/kyotoprotocol/i/kyotoprotocol_2.htm
- [204] WHO. (1989). *IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans*. Lyon: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer.
- [205] WHO (1999) *Monitoring Ambient Air Quality for Health Impact Assessment*. Copenhagen: World Health Organization Regional Publications, European Series, No. 85.
- [206] *Worldwide Emissions Standards Heavy Duty and Off-Highway Vehicles*. (2014). Delphi.
- [207] *Worldwide Emissions Standards Passenger Cars and and Light Duty Vehicles*. (2015). Delphi.
- [208] *Zakon o osnovama bezbjednosti saobraćaja na putevima u Bosni i Hercegovini*. (Službeni glasnik BiH, broj: 6/06)
- [209] *Zakon o potvrđivanju Kjoto protokola uz Okvirnu konvenciju Ujedinjenih nacija o promeni klime*. (Službeni glasnik RS, broj: 088/07), URL: <http://www.cis.org.rs>
- [210] *Zakon o zaštiti životne sredine Brčko distrikta BiH*. (Službeni glasnik BD BiH, broj 24/04, 1/05, 19/07 i 9/09), URL: <http://skupstinabd.ba>
- [211] Zannetti, P. (1993). Numerical simulation modelling of air pollution: an overview. *Air pollution*. 1993, str. 3–14.
- [212] Zatežić, M., Mujić, Dž., Biočanin, I. (2009). *Saobraćaj i životne sredina u sistemu kvaliteta. 1st International Conference, „ECOLOGICAL SAFETY IN POST-MODERN ENVIRONMENT“* Banja Luka, Knjiga 2. str. 293-323.
- [213] Young, N. H. (1998). An Analysis of a Global CO₂ Emissions Trading Program. *Link: Journal of Land Use & Environmental Law*. URL: <http://www.law.fsu.edu/journals/landuse/>
- [214] Šagi, G., Tomić, R., Ilinčić, P. (2009). Razvoj propisa o dopuštenim emisijama štetnih tvari iz motora sa unutarnjim izgaranjem. *Goriva i maziva*. 48, 2009, 2, str. 159-188.
- [215] Šegan, S., Pejović, N. (2006). *Osnovi astronomije*. Beograd: VESTA Company.
- [216] Šilić, Đ. (2010). *Ispitivanje motornih vozila*. Velika Gorica: Veleučilište Velika Gorica
- [217] Šilić, Đ., Stojković, V., Mikulić, D. (2012). *Goriva i maziva*. Velika Gorica: Veleučilište Velika Gorica
- [218] Škifić, N. (2003). *Analiza utjecajnih parametara opreme na značajke dizelskog motora*. Rijeka.
- [219] Štrumberger, N. (2005). *Tehnologija materijala I*. Zagreb: Fakultet prometnih znanosti.

SPISAK SLIKA

Slika 2.1. Gausova disperzija u horizontalnom i vertikalnom smeru _____	9
Slika 5.1. Pregled najznačajnijih uredbi i direktiva horizontalnog zakonodavstva _____	37
Slika 5.2. Pregled najznačajnijih uredbi i direktiva vezanih za atmosferski monitoring _____	40
Slika 6.1. Pregled proizvoda prerade nafte _____	48
Slika 6.2. Energetski tokovi kod oto i dizel motora (Sankijev dijagram) _____	60
Slika 6.3. Pregled prosečnog sastava neprečišćenih izduvnih gasova oto motora _____	62
Slika 6.4. Pregled prosečnog sastava neprečišćenih izduvnih gasova dizel motora _____	63
Slika 6.5. Emisije CO po sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine _____	68
Slika 6.6. Emisije NO _x po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine _____	71
Slika 6.7. Emisije PM ₁₀ po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine _____	75
Slika 6.8. Emisije PM _{2,5} po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine _____	76
Slika 6.9. Emisije Pb po pojedinim sektorima u EU- 28 u toku 2013. godine _____	77
Slika 8.1. Reljef Bosne i Hercegovine sa položajem Brčko distrikta BiH _____	82
Slika 8.2. Brčko distrikta BiH sa naseljenim mestima _____	83
Slika 8.3. Saobraćajni položaj Brčko distrikta BiH _____	84
Slika 8.4. Pregled ulične mreže grada Brčko _____	85
Slika 8.5. Standardni profil ulice u naselju _____	85
Slika 8.6. Struktura voznog parka Brčko distrikta BiH po kategorijama vozila _____	86
Slika 8.7. Starosna struktura voznog parka Brčko distrikta BiH _____	87
Slika 8.8. Struktura voznog parka u zavisnosti od zapremine motora _____	87
Slika 8.9. Struktura voznog parka u zavisnosti od vrste pogonskog goriva _____	88
Slika 8.10. Struktura voznog parka u zavisnosti od ekoloških karakteristika motora _____	88
Slika 8.11. Struktura voznog parka u zavisnosti od prisustva katalizatora _____	89
Slika 8.12. Mikrolokacija uzorkovanja polutanata _____	90
Slika 8.13. Sistem za merenje koncentracije CO u ambijentalnom vazduhu _____	91
Slika 8.14. Uređaj za analizu ambijentalnog vazduha metodom NDIR _____	92
Slika 9.1. Periodična vremenska serija toka putničkih automobila _____	96
Slika 9.2. Periodična vremenska serija toka lakih teretnih vozila _____	96
Slika 9.3. Periodična vremenska serija toka srednjih teretnih vozila _____	96
Slika 9.4. Periodična vremenska serija toka teških teretnih vozila _____	97
Slika 9.5. Periodična vremenska serija toka auto vozova _____	97
Slika 9.6. Periodična vremenska serija toka autobusa _____	97
Slika 9.7. Ne- signifikante verifikacije neparametarskih raspodela tokova _____	98
Slika 9.8. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka PA u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	100
Slika 9.9. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova PA _____	101
Slika 9.10. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka LTV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	101

Slika 9.11. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova LTV _____	102
Slika 9.12. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka STV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	103
Slika 9.13. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova STV _____	104
Slika 9.14. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka TTV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	104
Slika 9.15. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova TTV _____	105
Slika 9.16. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka AV u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	106
Slika 9.17. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova AV _____	107
Slika 9.18. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele toka BUS u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	107
Slika 9.19. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta tokova BUS _____	108
Slika 9.20. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele koncentracije CO _____	109
Slika 9.21. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije CO u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	109
Slika 9.22. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije koncentracije CO _____	111
Slika 9.23. Koeficijenti linearne korelacije intenziteta saobraćajnih tokova vozila po satima i fazno pomerane vremenske serije koncentracije CO _____	112
Slika 9.24. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele temperature vazduha _____	112
Slika 9.25. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele temperature vazduha u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	113
Slika 9.26. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije temperature vazduha _____	114
Slika 9.27. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda temperature vazduha i koncentracije CO _____	114
Slika 9.28. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele atmosferskog pritiska _____	115
Slika 9.29. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele atmosferskog pritiska (mbar) u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	115
Slika 9.30. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije atmosferskog pritiska _____	116
Slika 9.31. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda atmosferskog pritiska i koncentracije CO _____	117
Slika 9.32. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele relativne vlažnosti vazduha _____	117

Slika 9.33. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele relativne vlažnosti vazduha u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	118
Slika 9.34. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije relativne vlažnosti vazduha _____	119
Slika 9.35. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda relativne vlažnosti vazduha i koncentracije CO _____	119
Slika 9.36. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele intenziteta sunčevog zračenja _____	120
Slika 9.37. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele intenziteta sunčevog zračenja u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	120
Slika 9.38. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije intenziteta sunčevog zračenja _____	121
Slika 9.39. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda intenziteta sunčevog zračenja i koncentracije CO _____	121
Slika 9.40. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele koncentracije O ₃ _____	122
Slika 9.41. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele koncentracije O ₃ u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	122
Slika 9.42. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije koncentracije O ₃ _____	123
Slika 9.43. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda koncentracija O ₃ i CO _____	124
Slika 9.44. Merna lokacija naglašena crvenim pravougaonikom sa radijalnom frekvencijom napadnog ugla vetra _____	124
Slika 9.45. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele napadnog ugla vetra _____	125
Slika 9.46. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele napadnog ugla vetra u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	125
Slika 9.47. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije napadnog ugla vetra _____	126
Slika 9.48. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda napadnog ugla vetra i CO _____	127
Slika 9.49. Vremenska serija izmerenih vrednosti i aproksimativne neparametarske karakteristike raspodele brzine vetra _____	127
Slika 9.50. Aproksimativna trodimenzionalna funkcija raspodele brzine vetra u zavisnosti od dana u nedelji i sata u danu _____	128
Slika 9.51. Vrednosti sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda periodične vremenske serije brzine vetra _____	129
Slika 9.52. Linearne korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda brzine vetra i koncentracije CO _____	129
Slika 9.53. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od brzine vetra i koncentracije O ₃ _____	130
Slika 9.54. Aproksimativne trodimenzionalne funkcije raspodele koncentracije CO u zavisnosti od brzine vetra i koncentracije O ₃ i u funkciji temperature i koncentracije O ₃ _____	130

Slika 10.1. Korelacije sinusnih koeficijenata Furijeovog reda vremenske serije CO i vremenskih serija intenziteta tokova vozila (PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS)	134
Slika 10.2. Korelacije kosinusnih koeficijenata Furijeovog reda vremenske serije CO i vremenskih serija intenziteta tokova vozila _____	136
Slika 10.3. Vremenska serija izmerenih koncentracija CO na lokaciji „Sava“ _____	139
Slika 10.4. Dnevna raspodela koncentracije CO na lokaciji „Sava“ _____	139
Slika 10.5. Dnevna raspodela koncentracije CO na lokaciji JU Peta osnovna škola _____	139
Slika 10.6. Histogram raspodele koncentracije CO na lokaciji „Sava“ _____	140
Slika 10.7. Vrednosti srednjih koncentracija CO u toku sata na lokaciji „Sava“ _____	141
Slika 10.8. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od temperature _____	142
Slika 10.9. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od atmosferskog pritiska _____	143
Slika 10.10. Funkcionalna zavisnost relativne vlažnosti i temperature _____	143
Slika 10.11. Funkcionalna zavisnost koncentracije CO od brzine vetra _____	144
Slika 10.12. Odnos srednjih satnih vrednosti intenziteta saobraćajnog toka i koncentracija CO _____	145
Slika 10.13. Odnos srednjih satnih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO __	145
Slika 10.14. Funkcionalni odnos srednjih stanih empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO _____	146
Slika 10.15. Odnos empirijskih i modelskih vrednosti koncentracija CO za period od 20.00 h do 21.00 h _____	146

SPISAK TABELA

Tabele 4.1. Sastav vazduha u zavisnosti od sadržaja i karakteristika pojedinih elemenata i jedinjenja _____	19
Tabela 4.2. Zavisnost gustine vazduha od temperature _____	23
Tabela 5.1. Granične i maksimalne dozvoljene vrednosti pojedinih zagađujućih materija sa dopuštenim prekoračenjima _____	43
Tabela 5.2. Granične i maksimalne dozvoljene vrednosti vazduha za sedimente, odnosno taložni prah za pojedine zagađujuće materije _____	43
Tabela 5.3. Pragovi informisanja i uzbune _____	44
Tabela 6.1. Sastav sirove nafte u zavisnosti od nalazišta _____	46
Tabela 6.2. Udeo pojedinih metala u sastavu sirove nafte _____	47
Tabela 6.3. Osnovni zahtevi za kvalitetom benzina u Evropskoj uniji _____	51
Tabela 6.4. Osnovni zahtevi za kvalitetom dizel goriva u Evropskoj uniji _____	53
Tabela 6.5. Sastav prirodnog gasa _____	55
Tabela 6.6. Osnovne karakteristike prirodnog gasa _____	55
Tabela 6.7. Osnovne karakteristike KPG- a _____	56
Tabela 6.8. Potrebne količine vazduha za teoretski potpuni proces sagorevanja pojedinih goriva _____	61
Tabela 6.9. Evropske norme za emisije polutanata za putničke automobile- kategorija M __	63
Tabela 6.10. Evropske norme za emisiju polutanata za kategoriju N1, klasa I _____	64
Tabela 6.11. Evropske norme za emisiju polutanata za kategoriju N1, klasa II _____	64
Tabela 6.12. Evropske norme za kategoriju N1, klasa III i kategoriju N2 _____	64
Tabela 6.13. Evropske norme za emisije iz teških teretnih vozila sa dizel motorom _____	65
Tabela 6.14. Evropske norme za emisije iz teških teretnih vozila sa dizel i gasnim motorima	66
Tabela 6.15. Euro 6 norme za polutanate kod WHTC i WHSC testa za vozila sa dizel i gasnim motorima _____	66
Tabela 6.16. Pregled najvećih emitera CO u EU 27 u toku 2011. godine _____	68
Tabela 6.17. Pregled emisija CO ₂ koje nastaju procesom sagorevanja pojedinih goriva ____	70
Tabela 6.18. Pregled najvećih emitera NO _x u EU- 27 u toku 2011. godine _____	70
Tabela 6.19. Granične i kritična vrednost za gornji i donji prag procene za NO ₂ i NO _x ____	72
Tabela 6.20. Granične vrednosti za gornji i donji prag procene za SO ₂ _____	74
Tabela 6.21. Granične vrednosti za gornji i donji prag procene za Pb _____	78
Tabela 8.1. Podaci o ukupnom broju registrovanih drumskih motornih vozila _____	86
Tabela 9.1. Deskriptivne statističke metode intenziteta tokova po satu _____	95
Tabela 9.2. Analiza varijanse intenziteta toka PA po faktoru dana u nedelji _____	100
Tabela 9.3. Analiza varijanse intenziteta toka LTV po faktoru dana u nedelji _____	102
Tabela 9.4. Analiza varijanse intenziteta toka STV po faktoru dana u nedelji _____	103
Tabela 9.5. Analiza varijanse intenziteta toka TTV po faktoru dana u nedelji _____	105
Tabela 9.6. Analiza varijanse intenziteta toka AV po faktoru dana u nedelji _____	106
Tabela 9.7. Analiza varijanse intenziteta tokova BUS po faktoru dana u nedelji _____	108
Tabela 9.8. Analiza varijanse koncentracije CO po faktoru dana u nedelji _____	110

Tabela 9.9. Koeficijenti linearne korelacije saobraćajnih tokova PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i fazno pomerane (+Xh) vremenske serije koncentracije CO _____	111
Tabela 9.10. Analiza varijanse temperature vazduha po faktoru dana u nedelji _____	113
Tabela 9.11. Analiza varijanse atmosferskog pritiska po faktoru dana u nedelji _____	115
Tabela 9.12. Analiza varijanse relativne vlažnosti vazduha po faktoru dana u nedelji _____	118
Tabela 9.13. Analiza varijanse intenziteta sunčevog zračenja po faktoru dana u nedelji _____	120
Tabela 9.14. Analiza varijanse koncentracije O ₃ po faktoru dana u nedelji _____	123
Tabela 9.15. Analiza varijanse napadnog ugla vetra po faktoru dana u nedelji _____	126
Tabela 9.16. Analiza varijanse brzine vetra po faktoru dana u nedelji _____	128
Tabela 10.1. Sinusni koeficijenti Furijeovih redova za vremenske serije PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i CO _____	133
Tabela 10.2. Kosinusni koeficijenti Furijeovih redova za vremenske serije PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS i CO _____	135
Tabela 10.3. Sistematizacija jednačina linearnih regresija i koeficijenata korelacije sinusnih i kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova vremenskih serija tokova PA, LTV, STV, TTV, AV, BUS sa vremenskom serijom CO _____	136
Tabela 10.4. Proračun uticaja tokova vozila na koncentraciju CO na osnovu sinusnih koeficijenata Furijeovih redova periodičnih funkcija tokova vozila i koncentracije CO _____	137
Tabela 10.5. Proračun uticaja tokova vozila na koncentraciju CO na osnovu kosinusnih koeficijenata Furijeovih redova periodičnih funkcija tokova vozila i koncentracije CO _____	138
Tabela 10.6. Numeričke vrednosti srednjih koncentracija CO na lokaciji „Sava“, funkcija H _a _____	141
Tabela 10.7. Pregled rezultata statističkih metoda validacije modela za srednje satne modelske i empirijske vrednosti koncentracije CO _____	148

SPISAK SKRAĆENICA

CO	ugljen- monoksid
SUS	sa unutrašnjim sagorevanje
CO ₂	ugljen- dioksid
C _x H _y	ugljovodonici
NO _x	azotni oksidi
SO ₂	sumpor- dioksid
Pb	olovo
O ₃	ozon
BiH	Bosna i Hercegovina
BD	Brčko distrikt
PA	putnički automobili
LTV	laka teretna vozila
STV	srednja teretna vozila
TTV	teška teretna vozila
AV	auto vozovi
BUS	autobus
C	ugljenik
NO ₂	azot- dioksid
NO	azot- monoksid
WHO	Svetska zdravstvena organizacija (eng. <i>World Health Organization</i>)
IITLS	eng. <i>Indian Institute of Technology Line Source Model</i>
NAAQS	eng. <i>National Ambient Air Quality Standards</i>
HBEFA	eng. <i>Swiss-German Handbook of Emission Factors for Road Transport</i>
LDV	eng. <i>light duty vehicles</i>
HDV	eng. <i>heavy duty vehicles</i>
ANN	eng. <i>artificial neural network</i>
MBE	eng. <i>mean bias error</i>
MSE	eng. <i>mean squared error</i>
O ₂	kiseonik
N ₂	azot
Ar	argon
Ne	neon
He	helijum
CH ₄	metan
Kr	kripton
Xe	ksenon
Rn	radon
H ₂	vodonik
N ₂ O	azot- suboksid

H ₂ O	voda
NH ₃	amonijak
H ₂ S	vodonik- sulfid
NH ₄ OH	šalitrena kiselina
HNO ₃	azotna kiselina
AH	apsolutna vlažnost (eng. <i>absolute humidity</i>)
M	masa
V	zapremina
RH	relativna vlažnost (eng. <i>relative humidity</i>)
e	stvarna količina vodene pare
E	količina zasićenog vazduha
SH	specifična vlažnost (eng. <i>specific humidity</i>)
EU	Evropska unija (eng. <i>European Union</i>)
UNFCCC	eng. <i>United Nations Framework Convention on Climate Change</i>
COP	eng. <i>Conferences of the Parties</i>
GHG	gasovi sa efektom staklene bašte (eng. <i>greenhouse gas</i>)
PFC	per- fluor- ugljenik
HFC	hidro- fluor- ugljenik
SF ₆	sumpor- heksafluorid
CFC	hloro- fluoro- ugljenik
MOP	eng. <i>Meeting of the Parties</i>
JI	zajednička implementacija (eng. <i>Joint Implementation</i>)
CDM	mehanizam čistog razvoja (eng. <i>Clean Development Mechanism</i>)
ET	trgovina emisijama (eng. <i>Emission Trading</i>)
CTP	Zajednička saobraćajna politika (eng. <i>Common Transport Policy</i>)
EEC	Evropska ekonomska zajednica (eng. <i>European Economic Community</i>)
SEA	Jedinstveni evropski akt (eng. <i>Single European Act</i>)
UN	Ujedinjene nacije (eng. <i>United Nations</i>)
EC	Evropska komisija (eng. <i>European Commission</i>)
THC	ukupni ugljovodonici
NMHC	nemetanski- ugljovodonici (eng. <i>non methane hydrocarbon</i>)
PM	suspendovane čestice (eng. <i>particulate matter</i>)
S	sumpor
C ₆ H ₆	benzen
OBD	sistem dijagnostike (eng. <i>on-board diagnostic</i>)
Cd	kadmijum
Mn	mangan
SO ₄	sulfat
As	arsen
Ni	nikl
Tl	talijum
UTT	ukupna taložna materija
C	ugljenik

V	vanadijum
VOC	isparljiva organska jedinjenja (eng. <i>volatile organic compounds</i>)
Cu	bakar
Fe	gvožđe
Mo	molibden
Zn	cink
Cd	kadmijum
Ti	titanijum
Co	kobalt
Al	aluminijum
U	uran
C ₂ H ₄	etilen
BMB	bezolovni motorni benzin
C ₈ H ₁₈	izo-oktan
C ₇ H ₁₆	n-heptan
C ₇ H ₈	toluen
C ₈ H ₁₀	ksilen
IOB	istraživački oktanski broj (eng. <i>research octane number</i>)
MOB	motorni oktanski broj (eng. <i>motor octane number</i>)
CFR	eng. <i>Cooperative Fuel Research Commitee</i>
BASF	nem. <i>Badische Anilin und Soda Fabrik</i>
TEO	tetra- etil olovo
TMO	tetra- metil olovo
C ₂ H ₄ Br ₂	etilen- dibromid
C ₂ H ₄ Cl ₂	etilen-dihlorid
MBTE	metil- tercbutileter
C ₁₆ H ₃₄	n-cetan
HMN	izocetan
C ₁₁ H ₁₀	α- metil- naftalen
R-NO ₂	alkil nitrat
C ₈ H ₁₈ O ₂	ditercbutil- peroksid
CI	cetanski indeks
CEN	eng. <i>European Committee for Standardization</i>
TNG	tečni naftni gas
LPG	eng. <i>liquid petroleum gas</i>
C ₃ H ₈	propan
C ₄ H ₁₀	butan
C ₂ H ₆	etan
C ₅ H ₁₂	pentan
KPG	komprimovani prirodni gas
SAE	Društvo američkih automobilskih inženjera (eng. <i>Society of Automotive</i>

	<i>Engineers)</i>
CNG	eng. <i>compressed natural gas</i>
ECE	eng. <i>United Nations Economic Commission for Europe</i>
ISO	eng. <i>International Organization for Standardization</i>
C _n H _m	monokomponentna goriva
NMVOOC	nemetanska isparljiva organska jedinjenja (eng. <i>non-methane volatile organic compounds</i>)
POP	dugotrajni organski zagađivači (eng. <i>persistent organic pollutants</i>)
PAH	policiklični aromatični ugljovodonici (eng. <i>polycyclic aromatic hydrocarbons</i>)
Hg	živa
HC	ugljovodonici
SO _x	oksidi sumpora
NMHC	nemetanski ugljovodonici
ESC	eng. <i>European stationary cycle</i>
ELR	eng. <i>European load response</i>
EEV	eng. <i>Enhanced Environmentally Friendly Vehicle</i>
WHSC	eng. <i>World Heavy Duty Steady State Cycle</i>
WHTC	eng. <i>World Heavy Duty Transient Cycle</i>
Ag	srebro
Sn	kositer
COHb	karboksihemoglobin
NH ₄ ⁺	amonijum jon
HNO ₂	azotasta kiselina
PAN	peroksiacetil- nitrat
N ₂ O ₃	azo- trioksid
N ₂ O ₅	azot- pentoksid
H ₂ SO ₃	sumporasta kiselina
MetHb	met- hemoglobin
NH ₄ NO ₃	amonijum nitrat
KM	konvertibilna marka
NDIR	nedisperzivna infracrvena fotometrija (eng. <i>non- dispersive infra- red technique</i>)
CLD	hemijske luminiscencije (eng. <i>chemo- luminescence</i>)
UVF	ultraljubičaste fluorescencije (eng. <i>ultra- violet fluorescence</i>)
NDUV	nedisperzivna ultraljubičasta (eng. <i>non- dispersive ultra- violet</i>)
MAD	srednja apsolutna devijacija (eng. <i>mean absolute deviation</i>)
MSE	srednja kvadratna greška (eng. <i>mean square error</i>)
r	koeficijent korelacije (eng. <i>correlation coefficient</i>)
R ²	koeficijent determinacije (eng. <i>determination coefficient</i>)
RMSE	koren srednje kvadratne greške (eng. <i>root mean squared error</i>)
MAPE	srednja apsolutna procentualna greška (eng. <i>mean absolute percentage error</i>)

PRILOZI

SADRŽAJ PRILOGA

PRILOG I: Amandmani na Anex B Kjoto protokola

PRILOG II: Slike merne stanice

PRILOG III: Izveštaji o kalibraciji

PRILOG IV: Izgled sistema za merenje pojedinih polutanata

PRILOG V: Analiza varijanse po faktoru sata u danu

PRILOG I: AMANDMANI NA ANEKS B KJOTO PROTOKOLA.

Zemlja	Ograničenje ili smanjenje 2008-2012	Ograničenje ili smanjenje 2013-2020	Referentna godina	Ograničenje ili smanjenje (% u odnosu na ref. godinu)	Obećanje smanjenja GHG do 2020 (% u odnosu na ref. godinu)
Australija	108	99,5	2000	98	-5%/-15% ili 20%
Austrija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Belorusija		88	1990	nije primenjivo	-8 %
Belgija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Bugarska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Hrvatska	95	80	nije primenjivo	nije primenjivo	-20%/-30%
Kipar		80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Češka	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Danska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Estonija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
EU	92	80	1990	nije primenjivo	-20%/-30%
Finska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Francuska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Nemačka	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Grčka	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Mađarska	94	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Island	110	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Irska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Italija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Kazahstan		95	1990	95	-7 %
Letonija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Lihtenštajn	92	84	1990	84	-20%/-30%
Litvanija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Luksemburg	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Malta		80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Monako	92	78	1990	78	-30 %
Holandija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Norveška	101	84	1990	84	-20%/-30%
Poljska	94	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Portugal	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Rumunija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Slovačka	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Slovenija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Španija	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Švedska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Švicarska	92	84,2	1990	nije primenjivo	-20%/-30%
Ukrajina	100	76	1990	nije primenjivo	-20 %
UK i S. Irska	92	80	nije primenjivo	nije primenjivo	
Kanada	94	-	-	-	-
Japan	94	-	-	-	-
Novi Zeland	100	-	-	-	-
Rusija	100	-	-	-	-

PRILOG II: SLIKE MERNE STANICE



Slika 1. Mobilna stanica



Slika 2. Unutrašnjost stanice (1)



Slika 3. Unutrašnjost stanice (2)



Slika 4. Unutrašnjost stanice (3)

PRILOG III: IZVEŠTAJI O KALIBRACIJI

Report of Calibration
Izveštaj o kalibraciji



THEISS d.o.o. Sarajevo
Jukićeva 51a,
71000 Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

Unit under test/Testirani instrument:	APMA-370 / CO	Test result/Testni rezultat:	Pass/Zadovoljava
Serijal number/Serijski broj:	WW1KR6K6	Performed on/Datum kalibracije:	12.2013.
Asset nr./Asset br.:	-	Date type/Tip kalibracije:	Umjeravanje CRM
Procedure name/Ime procedure:	Cal-008	Temperature/Temperatura:	21 degC
Procedure rev./Verzija procedure:	v1.1	Humidity/Vlažnost:	42 %
Calibrated by/Kalibraciju izveo:	Aldin Huskanović, dipl.ing.maš.	Certificate no./Broj sertifikata	CU-102/04/13
P.O. number/Broj narudžbe:	n/p	Suggested time interval for recalibration / Preporučeni interval rekalkibracije	12 months/12 mjeseci
Customer/Naručilac	Vlada Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine Odjel za prostorno planiranje i imovinsko pravne odnose		

THEISS d.o.o. certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated by the manufacturer unless, otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the International standards. This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the calibration organization issuing this report.

THEISS d.o.o. ovim certifikatom potvrđuje da su dole navedeni instrumenti u skladu sa specifikacijom proizvođača za navedene vrijednosti osim ako nije drugačije naglašeno. Kalibracija je izvedena mjernim standardima koji imaju sljedivost sa Internacionalnim standardima. Ovaj izvještaj se može umnožavati samo u cijelini. Umnožavanje je dozvoljeno samo uz pismeni pristanak izdavatelja sertifikata.

Note: Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the «TUR» heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

Napomena: Svaki test odnosa nesigurnosti (TUR) koji je manji od 4:1 pojavit će se u zaglavlju TUR na zapisu sa podacima. Ako je TUR preko 4:1, polje će ostati prazno.

Remarks/Napomena:

Uređaj je nakon servisa i zamjene potrošnog materijala uspješno kalibrisan.

Report of Calibration Izveštaj o kalibraciji



THEISS d.o.o. Sarajevo
Jukićeva 51a,
71000 Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

Unit under test/Testirani instrument:	APSA-370/SO2	Test result/Testni rezultat:	Pass/Zadovoljava
Serijal number/Serijski broj:	C9MFCW01	Performed on/Datum kalibracije:	12.2013.
Asset nr./Asset br.:	-	Date type/Tip kalibracije:	Umjeravanje CRM
Procedure name/Ime procedure:	Cal-008	Temperature/Temperatura:	21 degC
Procedure rev./Verzija procedure:	v1.1	Humidity/Vlažnost:	42 %
Calibrated by/Kalibraciju izveo:	Aldin Huskanović, dipl.ing.maš.	Certificate no./Broj certifikata	CU-104/04/13
P.O. number/Broj narudžbe:	n/p	Suggested time interval for recalibration / Preporučeni interval rekalkibracije	12 months/12 mjeseci
Customer/Naručilac	Vlada Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine Odjel za prostorno planiranje i imovinsko pravne odnose		

THEISS d.o.o. certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated by the manufacturer unless, otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the International standards. This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the calibration organization issuing this report.

THEISS d.o.o. ovim certifikatom potvrđuje da su dole navedeni instrumenti u skladu sa specifikacijom proizvođača za navedene vrijednosti osim ako nije drugačije naglašeno. Kalibracija je izvedena mjernim standardima koji imaju sljedivost sa Internacionalnim standardima.

Ovaj izvještaj se može umnožavati samo u cijelini. Umnožavanje je dozvoljeno samo uz pismeni pristanak izdatelja certifikata.

Note: Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the «TUR» heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

Napomena: Svaki test odnosa nesigurnosti (TUR) koji je manji od 4:1 pojavit će se u zaglavlju TUR na zapisu sa podacima. Ako je TUR preko 4:1, polje će ostati prazno.

Remarks/Napomena:

Uređaj je nakon servisa i zamjene potrošnog materijala uspješno kalibrisan.

Report of Calibration
Izveštaj o kalibraciji



THEISS d.o.o. Sarajevo
Jukićeva 51a,
71000 Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

Unit under test/Testirani instrument:	APNA-370/NO2	Test result/Testni rezultat:	Pass/Zadovoljava
Serijal number/Serijski broj:	UDC821E4	Performed on/Datum kalibracije:	12.2013.
Asset nr./Asset br.:	-	Date type/Tip kalibracije:	Umjeravanje CRM
Procedure name/Ime procedure:	Cal-008	Temperature/Temperatur:	21 degC
Procedure rev./Verzija procedure:	v1.1	Humidity/Vlažnost:	42 %
Calibrated by/Kalibraciju izveo:	Aldin Huskanović, dipl.ing.maš.	Certificate no./Broj sertifikata	CU-105/04/13
P.O. number/Broj narudžbe:	n/p	Suggested time interval for recalibration / Preporučeni interval rekalkibracije	12 months/12 mjeseci
Customer/Naručilac	Vlada Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine Odjel za prostorno planiranje i imovinsko pravne odnose		

THEISS d.o.o. certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated by the manufacturer unless, otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the International standards. This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the calibration organization issuing this report.

THEISS d.o.o. ovim certifikatom potvrđuje da su dole navedeni instrumenti u skladu sa specifikacijom proizvođača za navedene vrijednosti osim ako nije drugačije naglašeno. Kalibracija je izvedena mjernim standardima koji imaju sljedivost sa Internacionalnim standardima.

Ovaj izvještaj se može umnožavati samo u cijelini. Umnožavanje je dozvoljeno samo uz pismeni pristanak izdavalatelja certifikata.

Note: Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the «TUR» heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

Napomena: Svaki test odnosa nesigurnosti (TUR) koji je manji od 4:1 pojavit će se u zaglavlju TUR na zapisu sa podacima. Ako je TUR preko 4:1, polje će ostati prazno.

Remarks/Napomena:

Uređaj je nakon servisa i zamjene potrošnog materijala uspješno kalibrisan.

Report of functional control
Izveštaj o funkcionalnoj provjeri



THEISS d.o.o. Sarajevo
Jukićeva 51a,
71000 Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

Unit under test/Testirani instrument:	GRIMM 180 / PM	Test result/Testni rezultat:	Pass/Zadovoljava
Serijal number/Serijski broj:	18A09010	Performed on/Datum kalibracije:	12.2013.
Asset nr./Asset br.:	-	Date type/Tip kalibracije:	Umjeravanje CRM
Procedure name/Ime procedure:	Cal-002	Temperature/Temperatura:	21 degC
Procedure rev./Verzija procedure:	v1.1	Humidity/Vlažnost:	36 %
Calibrated by/Kalibraciju izveo:	Aldin Huskanović, dipl.ing.maš.	Certificate no./Broj certifikata	CU-107/04/13
P.O. number/Broj narudžbe:	n/p	Suggested time interval for recalibration / Preporučeni interval rekalkibracije	12 months/12 mjeseci
Customer/Naručilac	Vlada Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine Odjel za prostorno planiranje i imovinsko pravne odnose		

THEISS d.o.o. certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated by the manufacturer unless, otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the International standards. This report may not be reproduced, except in full, unless permission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the calibration organization issuing this report.

THEISS d.o.o. ovim certifikatom potvrđuje da su dole navedeni instrumenti u skladu sa specifikacijom proizvođača za navedene vrijednosti osim ako nije drugačije naglašeno. Kalibracija je izvedena mjernim standardima koji imaju sljedivost sa Internacionalnim standardima.

Ovaj izvještaj se može umnožavati samo u cijelini. Umnožavanje je dozvoljeno samo uz pismeni pristanak izdatelja certifikata.

Note: Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the «TUR» heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

Napomena: Svaki test odnosa nesigurnosti (TUR) koji je manji od 4:1 pojavit će se u zaglavlju TUR na zapisu sa podacima. Ako je TUR preko 4:1, polje će ostati prazno.

Remarks/Napomena:

Report of Calibration Izveštaj o kalibraciji



THEISS d.o.o. Sarajevo
Jukićeva 51a,
71000 Sarajevo,
Bosna i Hercegovina

Unit under test/Testirani instrument:	APOA-370/O3	Test result/Testni rezultat:	Pass/Zadovoljava
Serijal number/Serijski broj:	CRWJSC70	Performed on/Datum kalibracije:	12.2013.
Asset nr./Asset br.:	-	Date type/Tip kalibracije:	Umjeravanje CRM
Procedure name/Ime procedure:	Cal-008	Temperature/Temperatura:	21 degC
Procedure rev./Verzija procedure:	v1.1	Humidity/Vlažnost:	42 %
Calibrated by/Kalibraciju izveo:	Aldin Huskanović, dipl.ing.maš.	Certificate no./Broj certifikata	CU-103/04/13
P.O. number/Broj narudžbe:	n/p	Suggested time interval for recalibration / Preporučeni interval rekalkibracije	12 months/12 mjeseci
Customer/Naručilac	Vlada Brčko Distrikta Bosne i Hercegovine Odjel za prostorno planiranje i imovinsko pravne odnose		

THEISS d.o.o. certifies that the above listed instrument meets or exceeds all specifications as stated by the manufacturer unless, otherwise noted. It has been calibrated using measurement standards traceable to the International standards. This report may not be reproduced, except in full, unless premission for the publication of an approved abstract is obtained in writing from the calibration organization issuing this report.

THEISS d.o.o. ovim certifikatom potvrđuje da su dole navedeni instrumenti u skladu sa specifikacijom proizvođača za navedene vrijednosti osim ako nije drugačije naglašeno. Kalibracija je izvedena mjernim standardima koji imaju sljedivost sa Internacionalnim standardima.

Ovaj izvještaj se može umnožavati samo u cijelini. Umnožavanje je dozvoljeno samo uz pismeni pristanak izdavalatelja certifikata.

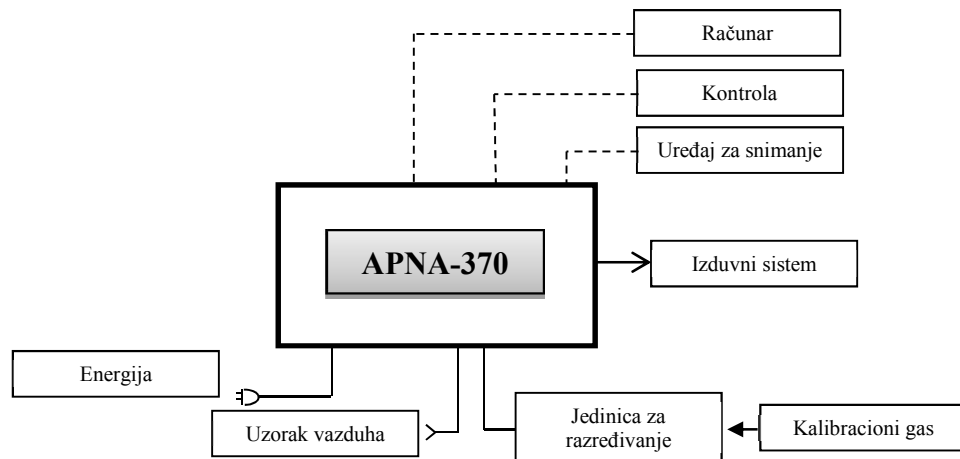
Note: Any Test Uncertainty Ratio (TUR) that is less than four to one will appear under the «TUR» heading on the data record. If the TUR meets or exceeds four to one, the field is left blank.

Napomena: Svaki test odnosa nesigurnosti (TUR) koji je manji od 4:1 pojavit će se u zaglavlju TUR na zapisu sa podacima. Ako je TUR preko 4:1, polje će ostati prazno.

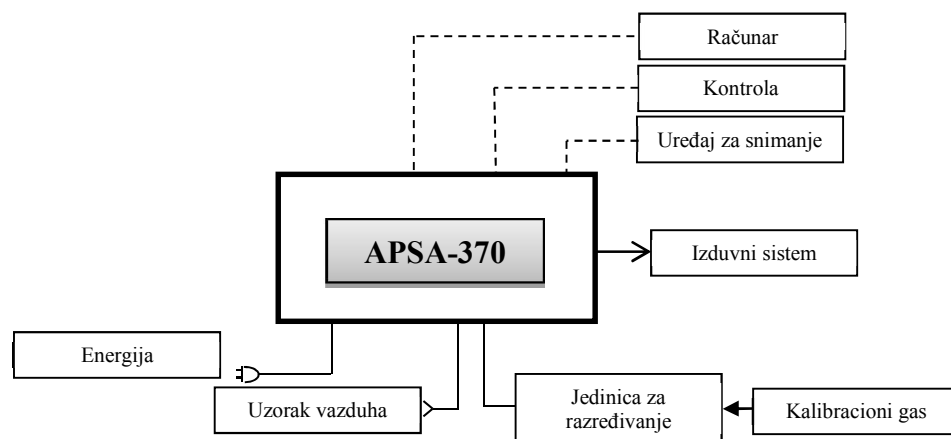
Remarks/Napomena:

Uređaj je nakon servisa i zamjene potrošnog materijala uspješno kalibrisan.

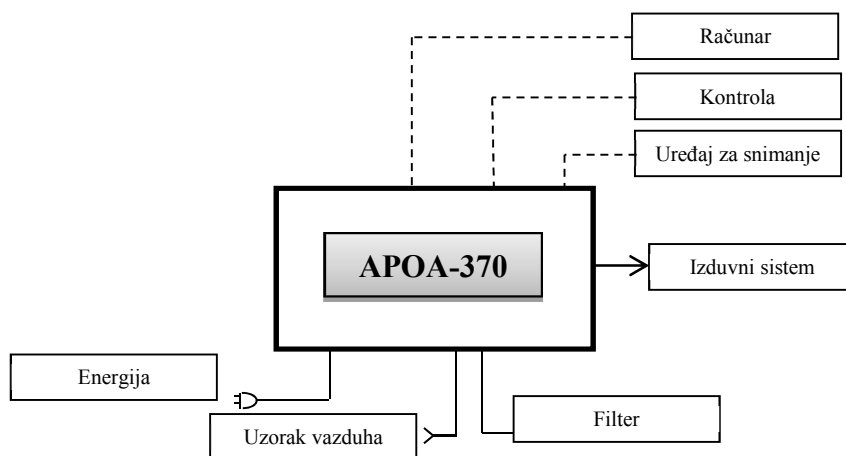
**PRILOG IV: IZGLED SISTEMA ZA MERENJE POJEDINI
POLUTANATA**



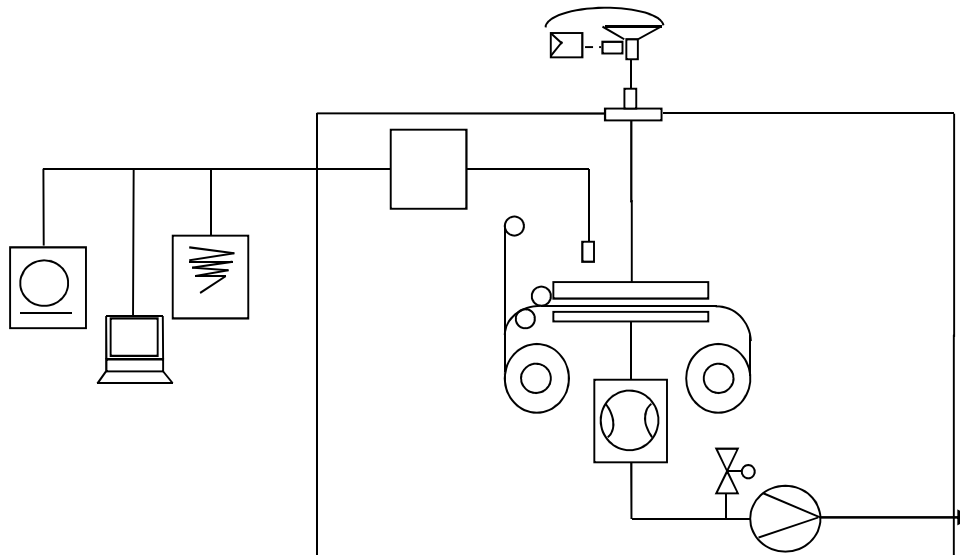
Slika 1. Sistem za merenje azotnih oksida (NO_x) u ambijentalnom vazduhu



Slika 2. Sistem za merenje sumpor- dioksida (SO_2) u ambijentalnom vazduhu



Slika 3. Sistem za merenje ozona (O_3) u ambijentalnom vazduhu



Slika 4. Sistem za merenje koncentracije čestica u ambijentalnom vazduhu

PRILOG V: ANALIZA VARIJANSE PO FAKTORU SATA U DANU

Tabela 1. Analiza varijanse intenziteta toka PA po faktoru sata u danu

A J	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	55.90	38.30	32.18	24.84	32.30	89.97	304.1	622.3	611.4	683.7	722.8	794.3	784.3	766.2	719.8	726.9	705.5	568.7	479.1	385.7	264.9	193.3	140.8	92.63	
0		0.396	0.304	0.188	0.286	0.101	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.094
1	0.396		0.784	0.562	0.772	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015
2	0.304	0.784		0.724	0.995	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
3	0.188	0.562	0.724		0.738	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003
4	0.286	0.772	0.995	0.738		0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008
5	0.101	0.017	0.011	0.004	0.009		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.898
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.602	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.602		0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.001		0.085	0.000	0.000	0.000	0.100	0.063	0.293	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.085		0.001	0.005	0.047	0.885	0.844	0.437	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001		0.630	0.204	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.630		0.384	0.004	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047	0.204	0.384		0.039	0.058	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.100	0.885	0.001	0.004	0.039		0.750	0.492	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.063	0.844	0.002	0.008	0.058	0.750		0.356	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.293	0.437	0.000	0.000	0.007	0.492	0.356		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.001	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001		0.011	0.000
22	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.011		0.020
23	0.094	0.015	0.008	0.003	0.008	0.898	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020		

Tabela 2. Analiza varijanse intenziteta toka LTV po faktoru sata u danu

L T V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	0.303	0.242	0.303	0.515	0.606	1.242	7.212	13.03	11.87	11.90	11.93	11.71	11.34	10.65	11.56	9.687	10.53	4.375	2.242	2.424	1.424	1.121	0.696	0.030	
0		0.948	1.000	0.807	0.746	0.357	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.038	0.277	0.413	0.686	0.780	
1	0.948		0.944	0.780	0.718	0.341	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.054	0.035	0.264	0.397	0.658	0.807	
2	1.000	0.944		0.821	0.756	0.365	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.059	0.039	0.284	0.423	0.695	0.770	
3	0.807	0.780	0.821		0.917	0.468	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.061	0.373	0.534	0.846	0.629	
4	0.746	0.718	0.756	0.917		0.513	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.102	0.072	0.413	0.581	0.917	0.574	
5	0.357	0.341	0.365	0.468	0.513		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.282	0.220	0.835	0.889	0.559	0.251	
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.233	0.227	0.209	0.185	0.096	0.017	0.144	0.001	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.233		0.972	0.950	0.854	0.583	0.217	0.735	0.027	0.182	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.227	0.972		0.974	0.839	0.573	0.216	0.723	0.027	0.179	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.209	0.950	0.974		0.823	0.562	0.213	0.709	0.026	0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.185	0.854	0.839	0.823		0.688	0.272	0.858	0.039	0.231	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.096	0.583	0.573	0.562	0.688		0.430	0.802	0.082	0.383	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.017	0.217	0.216	0.213	0.272	0.430		0.330	0.297	0.886	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.144	0.735	0.723	0.709	0.858	0.802	0.330		0.054	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.001	0.027	0.027	0.026	0.039	0.082	0.297	0.054		0.332	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.182	0.179	0.176	0.231	0.383	0.886	0.286	0.332		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.019	0.025	0.001	0.001	0.000	0.000	
18	0.057	0.054	0.059	0.088	0.102	0.282	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.019		0.835	0.835	0.347	0.246	0.116	
19	0.038	0.035	0.039	0.061	0.072	0.220	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.025	0.835		0.282	0.188	0.083	0.020	
20	0.277	0.264	0.284	0.373	0.413	0.835	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.347	0.282		0.746	0.454	0.189	
21	0.413	0.397	0.423	0.534	0.581	0.889	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.246	0.188	0.746		0.626	0.298	
22	0.686	0.658	0.695	0.846	0.917	0.559	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.116	0.083	0.454	0.626		0.522	
23	0.780	0.807	0.770	0.629	0.574	0.251	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.032	0.020	0.189	0.298	0.522		

Tabela 3. Analiza varijanse intenziteta toka STV po faktoru sata u danu

STV	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	0.272	0.242	0.121	0.250	0.545	0.575	1.969	4.000	4.939	5.181	5.531	6.218	6.156	5.468	5.718	3.968	3.812	2.062	1.181	1.030	0.636	0.545	0.212	0.151	
0		0.957	0.805	0.965	0.625	0.602	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.135	0.209	0.543	0.600	0.917	0.840	
1	0.957		0.835	0.988	0.613	0.586	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.132	0.205	0.526	0.602	0.953	0.871	
2	0.805	0.835		0.830	0.501	0.475	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.095	0.153	0.422	0.495	0.871	0.953	
3	0.965	0.988	0.830		0.612	0.587	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.131	0.203	0.527	0.596	0.946	0.866	
4	0.625	0.613	0.501	0.612		0.953	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.284	0.403	0.871	1.000	0.586	0.526	
5	0.602	0.586	0.475	0.587	0.953		0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.294	0.414	0.907	0.957	0.559	0.501	
6	0.003	0.003	0.002	0.003	0.014	0.014		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.858	0.129	0.087	0.017	0.015	0.003	0.002	
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.071	0.071	0.030	0.007	0.000	0.000	0.008	0.002	0.952	0.737	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.071		0.641	0.306	0.031	0.038	0.340	0.187	0.077	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.641		0.530	0.081	0.095	0.581	0.353	0.031	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.306	0.530		0.233	0.259	0.904	0.718	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031	0.081	0.233		0.904	0.204	0.368	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.038	0.095	0.259	0.904		0.233	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.340	0.581	0.904	0.204	0.233		0.654	0.008	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.187	0.353	0.718	0.368	0.400	0.654		0.002	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.952	0.077	0.031	0.006	0.000	0.000	0.008	0.002		0.764	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.737	0.046	0.016	0.003	0.000	0.000	0.004	0.001	0.764		0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17	0.002	0.002	0.001	0.002	0.009	0.010	0.858	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001		0.110	0.069	0.012	0.010	0.002	0.001	
18	0.135	0.132	0.095	0.131	0.284	0.294	0.129	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.110		0.771	0.326	0.294	0.123	0.103	
19	0.209	0.205	0.153	0.203	0.403	0.414	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.069	0.771		0.448	0.416	0.192	0.164	
20	0.543	0.526	0.422	0.527	0.871	0.907	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
21	0.600	0.602	0.495	0.596	1.000	0.957	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.294	0.416	0.876	0.578	0.519	0.907	
22	0.917	0.953	0.871	0.946	0.586	0.559	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.123	0.192	0.501	0.578		0.907	
23	0.840	0.871	0.953	0.866	0.526	0.501	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.103	0.164	0.446	0.519	0.907		

Tabela 4. Analiza varijanse intenziteta toka TTV po faktoru sata u danu

T T V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	0.272	0.121	0.515	0.545	0.969	1.757	4.121	8.333	11.03	10.75	11.50	13.03	14.90	15.40	14.46	12.06	9.406	5.437	3.121	2.454	1.818	1.757	0.818	0.303	
0		0.880	0.822	0.809	0.555	0.217	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.015	0.069	0.203	0.210	0.638	0.975	
1	0.880		0.726	0.714	0.480	0.176	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.053	0.164	0.172	0.555	0.866	
2	0.822	0.726		0.976	0.686	0.289	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.102	0.274	0.279	0.779	0.833	
3	0.809	0.714	0.976		0.694	0.291	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026	0.103	0.277	0.277	0.786	0.822	
4	0.555	0.480	0.686	0.694		0.464	0.005	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.060	0.193	0.449	0.433	0.880	
5	0.217	0.176	0.289	0.291	0.464		0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.220	0.517	0.952	1.000	0.401	0.220	
6	0.001	0.000	0.001	0.001	0.005	0.034		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.190	0.319	0.117	0.034	0.037	0.003	0.001	
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.012	0.021	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.285	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.012		0.786	0.640	0.068	0.000	0.000	0.001	0.336	0.127	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.786		0.490	0.042	0.000	0.000	0.001	0.241	0.178	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.640	0.490		0.151	0.002	0.000	0.005	0.575	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.068	0.042	0.151		0.077	0.029	0.152	0.335	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.077		0.618	0.663	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.029	0.618		0.383	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.005	0.152	0.663	0.383		0.022	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.336	0.241	0.575	0.335	0.008	0.002	0.022		0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.285	0.127	0.178	0.056	0.001	0.000	0.000	0.000	0.016		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.190	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.028	0.005	0.001	0.001	0.000	0.000	
18	0.015	0.011	0.026	0.026	0.060	0.220	0.319	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028		0.507	0.223	0.233	0.046	0.016	
19	0.069	0.053	0.102	0.103	0.193	0.517	0.117	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.507		0.526	0.535	0.159	0.071	
20	0.203	0.164	0.274	0.277	0.449	0.952	0.034	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.223	0.526		0.955	0.385	0.207	
21	0.210	0.172	0.279	0.277	0.433	1.000	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.233	0.535	0.955		0.382	0.212	
22	0.638	0.555	0.779	0.786	0.880	0.401	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.046	0.159	0.385	0.382		0.647	
23	0.976	0.866	0.833	0.822	0.564	0.220	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016	0.071	0.207	0.212	0.647		

Tabela 5. Analiza varijanse intenziteta toka AV po faktoru sata u danu

A V	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	2.242	2.303	2.575	1.909	3.818	5.575	8.757	10.09	12.06	12.66	16.18	22.43	26.56	27.15	22.62	19.81	18.06	19.25	15.84	15.12	12.30	8.878	5.090	3.848	
0		0.971	0.855	0.844	0.405	0.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.146	0.409	
1	0.971		0.872	0.829	0.404	0.092	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.146	0.414	
2	0.855	0.872		0.726	0.464	0.117	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.180	0.484	
3	0.844	0.829	0.726		0.326	0.065	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.108	0.328	
4	0.405	0.404	0.464	0.326		0.352	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.484	0.986	
5	0.091	0.092	0.117	0.065	0.352		0.061	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.065	0.775	0.341	
6	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.061		0.463	0.075	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.061	0.943	0.040	0.007	
7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.013	0.463		0.245	0.169	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.006	0.221	0.475	0.007	0.001	
8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.075	0.245		0.739	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.045	0.100	0.886	0.076	0.000	0.000	0.000	
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.042	0.169	0.739		0.057	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.000	0.076	0.148	0.830	0.045	0.000	0.000	0.000	
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.031	0.057		0.001	0.000	0.000	0.000	0.050	0.269	0.088	0.842	0.558	0.039	0.000	0.000	0.000	
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001		0.020	0.009	0.912	0.122	0.016	0.075	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.020	0.020		0.726	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.726		0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.912	0.020	0.010		0.118	0.014	0.068	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.122	0.000	0.000	0.118		0.334	0.740	0.035	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.003	0.269	0.016	0.000	0.000	0.014	0.334		0.484	0.220	0.115	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.088	0.075	0.000	0.000	0.068	0.740	0.484		0.066	0.028	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
18	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.045	0.076	0.842	0.000	0.000	0.000	0.000	0.035	0.220	0.066		0.668	0.055	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.100	0.148	0.558	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.115	0.028	0.668		0.117	0.001	0.000	0.000	0.000
20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.061	0.221	0.886	0.830	0.039	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.055	0.117		0.064	0.000	0.000	0.000
21	0.000	0.000	0.001	0.000	0.007	0.065	0.943	0.475	0.076	0.045	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.064	0.040	0.006	0.000
22	0.146	0.146	0.180	0.108	0.484	0.775	0.040	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.040		0.464	0.000
23	0.410	0.414	0.484	0.328	0.986	0.341	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.464		0.000

Tabela 6. Analiza varijanse intenziteta toka BUS po faktoru sata u danu

B U S	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	2.636	5.545	6.515	1.969	0.515	1.060	7.272	8.212	5.181	3.636	9.062	10.28	11.81	11.43	3.375	6.062	4.906	3.437	6.515	9.878	4.212	1.666	0.515	3.060
0	0.000	0.000	0.000	0.228	0.000	0.008	0.000	0.000	0.000	0.109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.210	0.000	0.000	0.190	0.000	0.000	0.010	0.097	0.000	0.442
1	0.000	0.000	0.097	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.511	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.350	0.279	0.000	0.110	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000
2	0.000	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.198	0.004	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.413	0.008	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	0.228	0.000	0.000	0.000	0.017	0.121	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.584	0.014	0.061
4	0.000	0.000	0.000	0.017	0.000	0.356	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056	1.000	0.000
5	0.008	0.000	0.000	0.121	0.356	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.273	0.324	0.001
6	0.000	0.004	0.198	0.000	0.000	0.000	0.000	0.089	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.000	0.000	0.171	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.089	0.000	0.000	0.124	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
8	0.000	0.511	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.133	0.618	0.003	0.029	0.000	0.097	0.000	0.000	0.000
9	0.109	0.001	0.000	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.660	0.000	0.029	0.719	0.000	0.000	0.298	0.001	0.000	0.350
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.124	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.140	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.036	0.000	0.008	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.467	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.008	0.000	0.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.037	0.498	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.210	0.000	0.000	0.018	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.660	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.910	0.000	0.000	0.170	0.004	0.000	0.000	0.570
15	0.000	0.350	0.413	0.000	0.000	0.000	0.044	0.000	0.133	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.055	0.055	0.000	0.444	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.279	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.618	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.011	0.055	0.000	0.013	0.009	0.000	0.209	0.000	0.000	0.002
17	0.190	0.000	0.000	0.016	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.719	0.000	0.000	0.000	0.000	0.910	0.000	0.013	0.000	0.000	0.188	0.003	0.000	0.000	0.525
18	0.000	0.110	1.000	0.000	0.000	0.000	0.171	0.003	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.444	0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
19	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.140	0.467	0.001	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20	0.010	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.097	0.298	0.000	0.000	0.000	0.000	0.170	0.002	0.209	0.188	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.062
21	0.097	0.000	0.000	0.584	0.056	0.273	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.019
22	0.000	0.000	0.000	0.014	1.000	0.324	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.048	0.000	0.000
23	0.443	0.000	0.000	0.061	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.350	0.000	0.000	0.000	0.000	0.570	0.000	0.002	0.525	0.000	0.000	0.062	0.019	0.000	0.000

Tabela 7. Analiza varijanse CO (ppm) po faktoru sata u danu

CO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	1.853	1.731	1.662	1.628	1.583	1.546	1.539	1.620	1.666	1.679	1.607	1.552	1.551	1.532	1.510	1.530	1.620	1.895	1.994	2.074	2.101	2.083	1.989	1.881
0		0.188	0.065	0.031	0.012	0.004	0.003	0.029	0.064	0.075	0.022	0.005	0.005	0.003	0.001	0.003	0.027	0.671	0.181	0.034	0.020	0.030	0.183	0.766
1	0.188		0.503	0.330	0.184	0.102	0.091	0.310	0.510	0.574	0.264	0.108	0.109	0.081	0.053	0.078	0.304	0.106	0.011	0.001	0.000	0.001	0.011	0.128
2	0.065	0.503		0.713	0.468	0.304	0.279	0.683	0.966	0.863	0.607	0.317	0.318	0.257	0.188	0.250	0.673	0.027	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.036
3	0.031	0.330	0.713		0.674	0.467	0.432	0.933	0.702	0.621	0.840	0.485	0.486	0.403	0.308	0.393	0.933	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.016
4	0.012	0.184	0.468	0.674		0.724	0.681	0.712	0.453	0.390	0.795	0.738	0.746	0.644	0.517	0.631	0.721	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005
5	0.004	0.102	0.304	0.467	0.724		0.937	0.501	0.292	0.245	0.569	0.955	0.962	0.890	0.736	0.873	0.505	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
6	0.003	0.091	0.279	0.432	0.681	0.937		0.466	0.267	0.222	0.533	0.901	0.906	0.944	0.782	0.925	0.470	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
7	0.029	0.310	0.683	0.933	0.712	0.501	0.466		0.664	0.585	0.892	0.513	0.518	0.437	0.337	0.427	0.996	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014
8	0.064	0.510	0.966	0.702	0.453	0.292	0.267	0.664		0.887	0.589	0.306	0.306	0.246	0.179	0.239	0.658	0.028	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.037
9	0.075	0.574	0.863	0.621	0.390	0.245	0.222	0.585	0.887		0.515	0.257	0.257	0.204	0.145	0.197	0.580	0.035	0.002	0.000	0.000	0.000	0.002	0.045
10	0.022	0.264	0.607	0.840	0.795	0.569	0.533	0.892	0.589	0.515		0.579	0.587	0.501	0.392	0.491	0.895	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010
11	0.005	0.108	0.317	0.485	0.738	0.955	0.901	0.513	0.306	0.257	0.579		0.990	0.856	0.707	0.839	0.523	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
12	0.005	0.109	0.318	0.486	0.746	0.962	0.906	0.518	0.306	0.257	0.587	0.990		0.861	0.711	0.844	0.524	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002
13	0.003	0.081	0.257	0.403	0.644	0.890	0.944	0.437	0.246	0.204	0.501	0.856	0.861		0.823	0.976	0.439	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
14	0.001	0.053	0.188	0.308	0.517	0.736	0.782	0.337	0.179	0.145	0.392	0.707	0.711	0.823		0.834	0.339	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.003	0.078	0.250	0.393	0.631	0.873	0.925	0.427	0.239	0.197	0.491	0.839	0.844	0.976	0.834		0.429	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001
16	0.027	0.304	0.673	0.933	0.721	0.505	0.470	0.996	0.658	0.580	0.895	0.523	0.524	0.439	0.339	0.429		0.009	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.014
17	0.671	0.106	0.027	0.011	0.003	0.001	0.001	0.010	0.028	0.035	0.007	0.001	0.001	0.001	0.000	0.001	0.009		0.319		0.078	0.051	0.070	0.875
18	0.181	0.011	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.319		0.386	0.300	0.367	0.960	0.271
19	0.034	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.386		0.790	0.922	0.392	0.062
20	0.020	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.051	0.300	0.790		0.852	0.293	0.038
21	0.030	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.367	0.922	0.852		0.362	0.054
22	0.183	0.011	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.310	0.960	0.392	0.293	0.362		0.272
23	0.766	0.128	0.036	0.016	0.005	0.002	0.001	0.014	0.037	0.045	0.010	0.002	0.002	0.001	0.000	0.001	0.014	0.875	0.271	0.062	0.038	0.054	0.272	

Tabela 8. Analiza varijanse temperature (°C) po faktoru sata u danu

T	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
0	6.34	6.18	5.94	5.81	5.77	5.69	5.64	5.64	5.83	6.37	6.58	8.19	9.11	9.86	9.96	10.28	9.83	9.05	8.52	7.94	7.41	7.01	6.77	6.58	
1	0.896	0.896	0.757	0.703	0.685	0.649	0.633	0.630	0.705	0.978	0.854	0.202	0.056	0.014	0.011	0.006	0.014	0.061	0.134	0.268	0.459	0.638	0.759	0.857	
2	0.757	0.840	0.840	0.783	0.763	0.725	0.708	0.705	0.785	0.883	0.770	0.169	0.044	0.010	0.008	0.004	0.010	0.048	0.109	0.228	0.401	0.567	0.681	0.773	
3	0.703	0.783	0.921	0.921	0.896	0.854	0.833	0.831	0.927	0.748	0.646	0.124	0.029	0.006	0.005	0.002	0.006	0.032	0.077	0.172	0.317	0.463	0.566	0.650	
4	0.685	0.763	0.921	0.969	0.969	0.922	0.947	0.924	0.897	0.988	0.692	0.595	0.108	0.024	0.005	0.004	0.001	0.005	0.026	0.066	0.151	0.284	0.420	0.518	0.597
5	0.649	0.725	0.854	0.922	0.947	0.947	0.924	0.924	0.959	0.673	0.577	0.102	0.022	0.004	0.003	0.001	0.004	0.025	0.062	0.144	0.273	0.406	0.501	0.579	
6	0.633	0.708	0.833	0.899	0.924	0.970	0.970	0.999	0.891	0.621	0.530	0.089	0.018	0.003	0.002	0.001	0.003	0.020	0.053	0.127	0.244	0.367	0.456	0.530	
7	0.630	0.705	0.831	0.897	0.921	0.968	0.999	0.999	0.889	0.618	0.527	0.088	0.018	0.003	0.002	0.001	0.003	0.020	0.052	0.125	0.242	0.365	0.454	0.528	
8	0.705	0.785	0.927	0.988	0.959	0.914	0.891	0.889	0.696	0.598	0.108	0.108	0.024	0.005	0.004	0.002	0.005	0.026	0.066	0.152	0.286	0.424	0.521	0.601	
9	0.978	0.883	0.748	0.692	0.673	0.637	0.621	0.618	0.696	0.696	0.865	0.205	0.058	0.014	0.012	0.006	0.015	0.063	0.136	0.272	0.466	0.648	0.771	0.870	
10	0.854	0.770	0.646	0.595	0.577	0.545	0.530	0.527	0.598	0.865	0.256	0.256	0.079	0.022	0.018	0.009	0.022	0.084	0.175	0.333	0.551	0.750	0.884	0.996	
11	0.202	0.169	0.124	0.108	0.102	0.093	0.089	0.088	0.108	0.205	0.108	0.205	0.256	0.495	0.235	0.214	0.145	0.233	0.509	0.784	0.831	0.540	0.376	0.299	0.250
12	0.056	0.044	0.029	0.024	0.022	0.019	0.018	0.018	0.024	0.058	0.079	0.495	0.495	0.564	0.528	0.399	0.550	0.957	0.649	0.395	0.222	0.135	0.098	0.077	
13	0.014	0.010	0.006	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.005	0.014	0.022	0.235	0.564	0.931	0.931	0.745	0.983	0.547	0.333	0.175	0.083	0.044	0.029	0.021	
14	0.011	0.008	0.005	0.004	0.003	0.003	0.002	0.002	0.004	0.012	0.018	0.214	0.528	0.931	0.931	0.792	0.920	0.509	0.307	0.158	0.073	0.038	0.025	0.018	
15	0.006	0.004	0.002	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.006	0.009	0.145	0.399	0.745	0.792	0.741	0.741	0.383	0.217	0.103	0.044	0.021	0.013	0.009	
16	0.014	0.010	0.006	0.005	0.004	0.004	0.003	0.003	0.005	0.015	0.022	0.233	0.550	0.983	0.920	0.741	0.741	0.543	0.664	0.664	0.409	0.231	0.142	0.104	0.082
17	0.061	0.048	0.032	0.026	0.025	0.021	0.020	0.020	0.026	0.063	0.084	0.509	0.957	0.547	0.509	0.383	0.543	0.664	0.664	0.664	0.409	0.231	0.142	0.104	0.082
18	0.134	0.109	0.077	0.066	0.062	0.056	0.053	0.052	0.066	0.136	0.175	0.062	0.784	0.649	0.333	0.307	0.217	0.329	0.664	0.650	0.404	0.269	0.208	0.170	
19	0.268	0.228	0.172	0.151	0.144	0.132	0.127	0.125	0.152	0.272	0.333	0.831	0.395	0.175	0.158	0.103	0.174	0.409	0.650	0.650	0.657	0.470	0.382	0.325	
20	0.459	0.401	0.317	0.284	0.273	0.253	0.244	0.242	0.286	0.466	0.551	0.540	0.222	0.083	0.073	0.044	0.082	0.231	0.404	0.657	0.742	0.742	0.621	0.542	
21	0.638	0.567	0.463	0.420	0.406	0.379	0.367	0.365	0.424	0.648	0.750	0.376	0.135	0.044	0.038	0.021	0.044	0.142	0.269	0.470	0.742	0.742	0.841	0.743	
22	0.759	0.681	0.566	0.518	0.501	0.471	0.456	0.454	0.521	0.771	0.884	0.299	0.098	0.029	0.025	0.013	0.029	0.104	0.208	0.382	0.621	0.841	0.841	0.880	
23	0.857	0.773	0.650	0.597	0.579	0.546	0.530	0.528	0.601	0.870	0.996	0.250	0.077	0.021	0.018	0.009	0.021	0.082	0.170	0.325	0.542	0.743	0.880	0.880	

Tabela 9. Analiza varijanse pritiska (mbar) po faktoru sata u danu

mbar	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	1007.3	1007.0	1007.0	1007.0	1006.8	1006.8	1006.8	1006.9	1007.2	1007.6	1007.7	1007.7	1007.2	1007.1	1006.8	1006.7	1006.8	1006.9	1006.8	1007.0	1007.0	1007.1	1007.2	1007.2
0		0.859	0.871	0.849	0.776	0.780	0.777	0.811	0.946	0.849	0.824	0.828	0.945	0.887	0.777	0.743	0.798	0.823	0.803	0.864	0.883	0.900	0.939	0.940
1	0.859		0.983	0.987	0.905	0.909	0.906	0.942	0.903	0.743	0.715	0.714	0.901	0.963	0.905	0.869	0.929	0.955	0.934	0.992	0.969	0.949	0.910	0.910
2	0.871	0.983		0.972	0.892	0.896	0.893	0.930	0.916	0.753	0.725	0.725	0.914	0.977	0.893	0.856	0.916	0.942	0.921	0.990	0.983	0.963	0.923	0.922
3	0.849	0.987	0.972		0.915	0.918	0.915	0.952	0.893	0.735	0.707	0.706	0.891	0.953	0.915	0.878	0.938	0.965	0.944	0.980	0.958	0.939	0.900	0.900
4	0.776	0.905	0.892	0.915		0.993	0.998	0.956	0.818	0.668	0.641	0.640	0.817	0.875	0.997	0.953	0.971	0.943	0.965	0.899	0.880	0.862	0.825	0.826
5	0.780	0.909	0.896	0.918	0.993		0.994	0.960	0.822	0.671	0.644	0.643	0.821	0.879	0.994	0.952	0.975	0.947	0.969	0.903	0.884	0.866	0.829	0.829
6	0.777	0.906	0.893	0.915	0.998	0.994		0.956	0.819	0.668	0.642	0.640	0.817	0.875	0.999	0.955	0.971	0.943	0.965	0.900	0.880	0.862	0.826	0.826
7	0.811	0.942	0.930	0.952	0.956	0.960	0.956		0.854	0.699	0.672	0.671	0.853	0.912	0.956	0.918	0.982	0.983	0.988	0.937	0.917	0.899	0.861	0.861
8	0.946	0.903	0.916	0.893	0.818	0.822	0.819	0.854		0.814	0.787	0.789	0.997	0.933	0.819	0.784	0.841	0.866	0.846	0.909	0.928	0.947	0.990	0.989
9	0.849	0.743	0.753	0.735	0.668	0.671	0.668	0.699	0.814		0.961	0.960	0.809	0.767	0.668	0.636	0.688	0.710	0.692	0.748	0.764	0.778	0.811	0.814
10	0.824	0.715	0.725	0.707	0.641	0.644	0.642	0.672	0.787	0.961		0.997	0.784	0.739	0.641	0.610	0.661	0.683	0.665	0.720	0.736	0.750	0.783	0.785
11	0.828	0.714	0.725	0.706	0.640	0.643	0.640	0.671	0.789	0.960	0.997		0.787	0.739	0.640	0.609	0.660	0.682	0.664	0.719	0.735	0.750	0.784	0.786
12	0.945	0.901	0.914	0.891	0.817	0.821	0.817	0.853	0.997	0.809	0.784	0.787		0.932	0.817	0.782	0.839	0.865	0.844	0.907	0.927	0.945	0.988	0.987
13	0.887	0.963	0.977	0.953	0.875	0.879	0.875	0.912	0.933	0.767	0.739	0.739	0.932		0.875	0.839	0.898	0.924	0.903	0.969	0.992	0.983	0.940	0.939
14	0.777	0.905	0.893	0.915	0.997	0.994	0.999	0.956	0.819	0.668	0.641	0.640	0.817	0.875		0.956	0.971	0.943	0.965	0.900	0.880	0.863	0.826	0.826
15	0.743	0.869	0.856	0.878	0.953	0.952	0.955	0.918	0.784	0.636	0.610	0.609	0.782	0.839	0.956		0.932	0.905	0.926	0.863	0.844	0.827	0.791	0.791
16	0.798	0.929	0.916	0.938	0.971	0.975	0.971	0.982	0.841	0.688	0.661	0.660	0.839	0.898	0.971	0.932		0.968	0.992	0.923	0.903	0.885	0.848	0.848
17	0.823	0.955	0.942	0.965	0.943	0.947	0.943	0.983	0.866	0.710	0.683	0.682	0.865	0.924	0.943	0.905	0.968		0.974	0.949	0.929	0.911	0.873	0.873
18	0.803	0.934	0.921	0.944	0.965	0.969	0.965	0.988	0.846	0.692	0.665	0.664	0.844	0.903	0.965	0.926	0.992	0.974		0.928	0.909	0.891	0.853	0.853
19	0.864	0.992	0.990	0.980	0.899	0.903	0.900	0.937	0.909	0.748	0.720	0.719	0.907	0.969	0.900	0.863	0.923	0.949	0.928		0.975	0.955	0.916	0.916
20	0.883	0.969	0.983	0.958	0.880	0.884	0.880	0.917	0.928	0.764	0.736	0.735	0.927	0.992	0.880	0.844	0.903	0.929	0.909	0.975		0.977	0.935	0.935
21	0.900	0.949	0.963	0.939	0.862	0.866	0.862	0.899	0.947	0.778	0.750	0.750	0.945	0.983	0.863	0.827	0.885	0.911	0.891	0.955	0.977		0.953	0.952
22	0.939	0.910	0.923	0.900	0.825	0.829	0.826	0.861	0.990	0.811	0.783	0.784	0.988	0.940	0.826	0.791	0.848	0.873	0.853	0.916	0.935	0.953		0.998
23	0.940	0.910	0.922	0.900	0.826	0.829	0.826	0.861	0.989	0.814	0.785	0.786	0.987	0.939	0.826	0.791	0.848	0.873	0.853	0.916	0.935	0.952	0.998	

Tabela 10. Analiza varijanse relativne vlažnosti vazduha (%) po faktoru sata u danu

W/m	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	95.79	96.08	96.62	96.72	96.59	96.23	96.07	96.13	96.06	95.26	92.81	90.42	86.92	84.16	81.47	81.51	84.37	87.64	90.04	91.97	93.70	95.10	95.69	95.77
0		0.914	0.775	0.751	0.781	0.877	0.914	0.902	0.911	0.843	0.292	0.056	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.041	0.179	0.455	0.802	0.969	0.992
1	0.914		0.844	0.820	0.849	0.953	0.996	0.983	0.993	0.775	0.263	0.049	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.035	0.159	0.414	0.736	0.891	0.910
2	0.775	0.844		0.967	0.989	0.878	0.844	0.854	0.844	0.649	0.202	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.023	0.117	0.329	0.612	0.754	0.772
3	0.751	0.820	0.967		0.959	0.854	0.819	0.830	0.819	0.627	0.192	0.031	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.021	0.111	0.315	0.591	0.730	0.748
4	0.781	0.849	0.989	0.959		0.880	0.850	0.858	0.850	0.654	0.203	0.033	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.023	0.118	0.332	0.617	0.760	0.778
5	0.877	0.953	0.878	0.854	0.880		0.952	0.967	0.950	0.742	0.248	0.045	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.032	0.149	0.393	0.703	0.853	0.872
6	0.914	0.996	0.844	0.819	0.850	0.952		0.980	0.996	0.775	0.260	0.048	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.034	0.157	0.411	0.735	0.892	0.911
7	0.902	0.983	0.854	0.830	0.858	0.967	0.980		0.978	0.765	0.259	0.048	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.035	0.157	0.408	0.725	0.879	0.898
8	0.911	0.993	0.844	0.819	0.850	0.950	0.996	0.978		0.773	0.256	0.046	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.033	0.154	0.407	0.734	0.892	0.910
9	0.843	0.775	0.649	0.627	0.654	0.742	0.775	0.765	0.773		0.355	0.075	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.057	0.225	0.540	0.946	0.857	0.843
10	0.292	0.263	0.202	0.192	0.203	0.248	0.260	0.259	0.256	0.355		0.348	0.028	0.001	0.000	0.000	0.001	0.052	0.295	0.724	0.709	0.369	0.290	0.287
11	0.056	0.049	0.033	0.031	0.033	0.045	0.048	0.048	0.046	0.075	0.348		0.184	0.019	0.001	0.001	0.021	0.273	0.871	0.516	0.214	0.080	0.055	0.055
12	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.001	0.001	0.001	0.001	0.002	0.028	0.184		0.276	0.039	0.036	0.284	0.764	0.220	0.058	0.011	0.002	0.001	0.001
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.019	0.276		0.290	0.267	0.928	0.186	0.025	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.039	0.290		0.985	0.272	0.021	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.036	0.267	0.985		0.261	0.019	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.021	0.284	0.928	0.272	0.261		0.197	0.028	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
17	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.004	0.052	0.273	0.764	0.186	0.021	0.019	0.197		0.314	0.097	0.448	0.023	0.005	0.003
18	0.041	0.035	0.023	0.021	0.023	0.032	0.034	0.035	0.033	0.057	0.295	0.871	0.220	0.025	0.001	0.001	0.028	0.314		0.448	0.176	0.062	0.041	0.040
19	0.179	0.159	0.117	0.111	0.118	0.149	0.157	0.157	0.154	0.225	0.724	0.516	0.058	0.003	0.000	0.000	0.004	0.097	0.448		0.498	0.236	0.177	0.176
20	0.455	0.414	0.329	0.315	0.332	0.393	0.411	0.408	0.407	0.540	0.709	0.214	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.176	0.498		0.557	0.454	0.450
21	0.802	0.736	0.612	0.591	0.617	0.703	0.735	0.725	0.734	0.946	0.369	0.080	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.062	0.236	0.557		0.817	0.802
22	0.969	0.891	0.754	0.730	0.760	0.853	0.892	0.879	0.892	0.857	0.290	0.055	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.041	0.177	0.454	0.817		0.975
23	0.992	0.910	0.772	0.748	0.778	0.872	0.911	0.898	0.910	0.843	0.287	0.055	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.040	0.176	0.450	0.802	0.975	

Tabela 11. Analiza varijanse sunčevog zračenja (W/m²) po faktoru sata u danu

W/m ²	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	6.45	6.48	6.49	6.50	6.50	6.50	6.52	7.53	23.18	56.63	101.7	147.6	78.71	177.2	141.9	87.10	29.41	7.386	6.273	6.320	6.365	6.407	6.428	6.438
0		0.998	0.997	0.997	0.997	0.997	0.996	0.934	0.195	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.072	0.943	0.989	0.991	0.994	0.997	0.998	0.999
1	0.998		0.999	0.998	0.998	0.998	0.997	0.935	0.192	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.070	0.943	0.987	0.990	0.993	0.995	0.996	0.997
2	0.997	0.999		0.999	0.999	0.999	0.998	0.935	0.187	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.068	0.943	0.987	0.989	0.992	0.995	0.996	0.996
3	0.997	0.998	0.999		1.000	1.000	0.999	0.931	0.165	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.057	0.938	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995	0.996
4	0.997	0.998	0.999	1.000		1.000	0.999	0.935	0.181	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.065	0.943	1.000	0.989	0.991	0.994	0.995	0.996
5	0.997	0.998	0.999	1.000	1.000		0.999	0.933	0.174	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.061	0.941	1.000	1.000	1.000	0.994	0.995	0.996
6	0.996	0.997	0.998	0.999	0.999	0.999		0.929	0.154	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.053	0.935	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.995
7	0.934	0.935	0.935	0.931	0.935	0.933	0.929		0.140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.050	0.989	0.927	0.929	0.931	0.933	0.934	0.934
8	0.195	0.192	0.187	0.165	0.181	0.174	0.154	0.140		0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.556	0.160	0.207	0.207	0.206	0.204	0.202	0.199
9	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
11	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.005	0.005	0.588	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
12	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005		0.893	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
13	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.893		0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
14	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.588	0.001	0.001		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
15	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.166	0.000	0.000	0.000	0.000		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
16	0.072	0.070	0.068	0.057	0.065	0.061	0.053	0.050	0.556	0.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		0.056	0.080	0.080	0.079	0.078	0.076	0.074
17	0.943	0.943	0.943	0.938	0.943	0.941	0.935	0.989	0.160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.056		0.934	0.937	0.939	0.941	0.942	0.942
18	0.989	0.987	0.987	1.000	1.000	1.000	1.000	0.927	0.207	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080	0.934		0.996	0.994	0.991	0.990	0.989
19	0.991	0.990	0.989	1.000	0.989	1.000	1.000	0.929	0.207	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.080	0.937	0.996		0.997	0.994	0.993	0.992
20	0.994	0.993	0.992	1.000	0.991	1.000	1.000	0.931	0.206	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.079	0.939	0.994	0.997		0.997	0.996	0.995
21	0.997	0.995	0.995	1.000	0.994	0.994	1.000	0.933	0.204	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.078	0.941	0.991	0.994	0.997		0.998	0.998
22	0.998	0.996	0.996	0.995	0.995	0.995	1.000	0.934	0.202	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.076	0.942	0.990	0.993	0.996	0.998		0.999
23	0.999	0.997	0.996	0.996	0.996	0.996	0.995	0.934	0.199	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.074	0.942	0.989	0.992	0.995	0.998	0.999	

Tabela 12. Analiza varijanse O₃ (ppm) po faktoru sata u danu

O3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	14.37	14.34	13.95	13.78	13.79	13.71	13.56	13.23	12.98	13.83	16.02	18.31	21.34	22.95	23.20	23.79	23.37	20.34	18.40	17.28	16.11	15.54	15.17	14.84
0		0.990	0.892	0.861	0.861	0.849	0.818	0.749	0.698	0.868	0.622	0.258	0.044	0.011	0.009	0.006	0.008	0.086	0.251	0.400	0.611	0.719	0.797	0.873
1	0.990		0.894	0.866	0.865	0.855	0.823	0.754	0.703	0.871	0.622	0.259	0.044	0.012	0.010	0.006	0.008	0.087	0.252	0.400	0.609	0.718	0.797	0.873
2	0.892	0.894		0.956	0.957	0.942	0.909	0.836	0.783	0.967	0.551	0.218	0.034	0.008	0.007	0.004	0.006	0.069	0.212	0.346	0.539	0.641	0.715	0.786
3	0.861	0.866	0.956		0.997	0.982	0.945	0.867	0.812	0.985	0.531	0.209	0.032	0.008	0.006	0.004	0.005	0.066	0.202	0.332	0.518	0.619	0.692	0.760
4	0.861	0.865	0.957	0.997		0.980	0.944	0.868	0.814	0.987	0.530	0.208	0.032	0.008	0.006	0.003	0.005	0.065	0.201	0.330	0.517	0.618	0.690	0.759
5	0.849	0.855	0.942	0.982	0.980		0.959	0.878	0.822	0.970	0.523	0.205	0.031	0.008	0.006	0.003	0.005	0.064	0.198	0.326	0.509	0.610	0.682	0.749
6	0.818	0.823	0.909	0.945	0.944	0.959		0.910	0.852	0.935	0.499	0.193	0.029	0.007	0.005	0.003	0.005	0.059	0.186	0.308	0.486	0.584	0.654	0.720
7	0.749	0.754	0.836	0.867	0.868	0.878	0.910		0.931	0.861	0.446	0.164	0.022	0.005	0.004	0.002	0.003	0.048	0.158	0.269	0.433	0.525	0.592	0.655
8	0.698	0.703	0.783	0.812	0.814	0.822	0.852	0.931		0.807	0.408	0.145	0.018	0.004	0.003	0.002	0.003	0.040	0.139	0.242	0.396	0.484	0.547	0.608
9	0.868	0.871	0.967	0.985	0.987	0.970	0.935	0.861	0.807		0.534	0.209	0.032	0.008	0.006	0.004	0.005	0.065	0.203	0.333	0.521	0.622	0.695	0.764
10	0.622	0.622	0.551	0.531	0.530	0.523	0.499	0.446	0.408	0.534		0.479	0.116	0.039	0.034	0.023	0.031	0.198	0.474	0.684	0.975	0.869	0.785	0.716
11	0.258	0.259	0.218	0.209	0.208	0.205	0.193	0.164	0.145	0.209	0.479		0.347	0.157	0.143	0.109	0.136	0.512	0.974	0.723	0.479	0.406	0.355	0.313
12	0.044	0.044	0.034	0.032	0.032	0.031	0.029	0.022	0.018	0.032	0.116	0.347		0.577	0.548	0.461	0.531	0.730	0.342	0.218	0.116	0.089	0.072	0.060
13	0.011	0.012	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.005	0.004	0.008	0.039	0.157	0.577		0.931	0.795	0.894	0.399	0.154	0.087	0.039	0.028	0.022	0.017
14	0.009	0.010	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.004	0.003	0.006	0.034	0.143	0.548	0.931		0.849	0.954	0.375	0.143	0.078	0.034	0.024	0.018	0.014
15	0.006	0.006	0.004	0.004	0.003	0.003	0.003	0.002	0.002	0.004	0.023	0.109	0.461	0.795	0.849		0.883	0.307	0.111	0.057	0.023	0.016	0.012	0.009
16	0.008	0.008	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.003	0.003	0.005	0.031	0.136	0.531	0.894	0.954	0.883		0.362	0.137	0.073	0.032	0.022	0.016	0.013
17	0.086	0.087	0.069	0.066	0.065	0.064	0.059	0.048	0.040	0.065	0.198	0.512	0.730	0.399	0.375	0.307	0.362		0.503	0.342	0.199	0.158	0.132	0.112
18	0.251	0.252	0.212	0.202	0.201	0.198	0.186	0.158	0.139	0.203	0.474	0.974	0.342	0.154	0.143	0.111	0.137	0.503		0.719	0.479	0.400	0.349	0.306
19	0.400	0.400	0.346	0.332	0.330	0.326	0.308	0.269	0.242	0.333	0.684	0.723	0.218	0.087	0.078	0.057	0.073	0.342	0.719		0.686	0.592	0.527	0.472
20	0.611	0.609	0.539	0.518	0.517	0.509	0.486	0.433	0.396	0.521	0.975	0.479	0.116	0.039	0.034	0.023	0.032	0.199	0.479	0.686		0.855	0.773	0.703
21	0.719	0.718	0.641	0.619	0.618	0.610	0.584	0.525	0.484	0.622	0.869	0.406	0.089	0.028	0.024	0.016	0.022	0.158	0.400	0.592	0.855		0.898	0.820
22	0.797	0.797	0.715	0.692	0.690	0.682	0.654	0.592	0.547	0.695	0.785	0.355	0.072	0.022	0.018	0.012	0.016	0.132	0.349	0.527	0.773	0.898		0.908
23	0.873	0.873	0.786	0.760	0.759	0.749	0.720	0.655	0.608	0.764	0.716	0.313	0.060	0.017	0.014	0.009	0.013	0.112	0.306	0.472	0.703	0.820	0.908	

Tabela 13. Analiza varijanse ugla vetra (degrees) po faktoru sata u danu

W d	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	167.9	157.6	173.2	175.3	161.7	156.5	168.5	156.0	161.5	166.9	163.5	149.7	156.7	165.0	151.5	153.5	165.5	171.2	162.9	175.1	174.9	176.8	175.5	163.5
1	0.719	0.719	0.837	0.789	0.827	0.696	0.978	0.684	0.823	0.965	0.871	0.539	0.699	0.911	0.578	0.625	0.923	0.893	0.858	0.790	0.792	0.751	0.786	0.873
2	0.837	0.593	0.593	0.936	0.692	0.572	0.850	0.561	0.688	0.812	0.731	0.431	0.575	0.767	0.465	0.508	0.777	0.931	0.720	0.938	0.940	0.893	0.931	0.733
3	0.789	0.550	0.936	0.645	0.529	0.804	0.519	0.642	0.765	0.684	0.395	0.532	0.719	0.427	0.468	0.730	0.879	0.672	0.994	0.988	0.949	0.992	0.686	
4	0.827	0.866	0.692	0.645	0.844	0.812	0.833	0.993	0.853	0.945	0.671	0.846	0.904	0.714	0.766	0.891	0.741	0.960	0.647	0.650	0.610	0.641	0.943	
5	0.696	0.966	0.572	0.529	0.844	0.682	0.982	0.846	0.720	0.803	0.798	0.993	0.766	0.845	0.904	0.754	0.617	0.814	0.531	0.534	0.497	0.525	0.800	
6	0.978	0.705	0.850	0.804	0.812	0.682	0.670	0.808	0.947	0.855	0.527	0.685	0.895	0.565	0.611	0.907	0.907	0.842	0.804	0.804	0.766	0.801	0.857	
7	0.684	0.952	0.561	0.519	0.833	0.982	0.670	0.835	0.708	0.791	0.808	0.977	0.754	0.855	0.915	0.742	0.606	0.803	0.521	0.524	0.487	0.515	0.789	
8	0.823	0.863	0.688	0.642	0.993	0.846	0.808	0.835	0.849	0.940	0.673	0.846	0.900	0.716	0.768	0.887	0.738	0.956	0.644	0.647	0.606	0.638	0.939	
9	0.965	0.743	0.812	0.765	0.853	0.720	0.947	0.708	0.849	0.897	0.897	0.561	0.723	0.939	0.600	0.648	0.952	0.867	0.885	0.766	0.767	0.727	0.761	0.900
10	0.871	0.827	0.731	0.684	0.945	0.803	0.855	0.791	0.940	0.897	0.634	0.634	0.806	0.950	0.676	0.727	0.937	0.782	0.980	0.686	0.688	0.648	0.680	1.000
11	0.539	0.777	0.431	0.395	0.671	0.798	0.527	0.808	0.673	0.561	0.634	0.797	0.797	0.601	0.940	0.878	0.591	0.470	0.645	0.397	0.399	0.368	0.392	0.632
12	0.699	0.971	0.575	0.532	0.846	0.993	0.685	0.977	0.846	0.723	0.806	0.797	0.769	0.844	0.902	0.757	0.620	0.816	0.534	0.537	0.500	0.529	0.803	
13	0.911	0.789	0.767	0.719	0.904	0.766	0.895	0.754	0.900	0.939	0.950	0.601	0.769	0.642	0.691	0.982	0.819	0.936	0.721	0.723	0.682	0.715	0.953	
14	0.578	0.823	0.465	0.427	0.714	0.845	0.565	0.855	0.716	0.600	0.676	0.940	0.844	0.642	0.929	0.631	0.506	0.686	0.429	0.432	0.399	0.424	0.674	
15	0.625	0.879	0.508	0.468	0.766	0.904	0.611	0.915	0.768	0.648	0.727	0.878	0.902	0.691	0.929	0.681	0.550	0.738	0.470	0.472	0.438	0.464	0.725	
16	0.923	0.778	0.777	0.730	0.891	0.754	0.907	0.742	0.887	0.952	0.937	0.591	0.757	0.982	0.631	0.681	0.830	0.923	0.731	0.733	0.693	0.726	0.939	
17	0.893	0.639	0.931	0.879	0.741	0.617	0.907	0.606	0.738	0.867	0.782	0.470	0.620	0.819	0.506	0.550	0.830	0.770	0.770	0.880	0.881	0.838	0.875	0.784
18	0.858	0.836	0.720	0.672	0.960	0.814	0.842	0.803	0.956	0.885	0.980	0.645	0.816	0.936	0.686	0.738	0.923	0.770	0.675	0.677	0.636	0.668	0.979	
19	0.790	0.552	0.938	0.994	0.647	0.531	0.804	0.521	0.644	0.766	0.686	0.397	0.534	0.721	0.429	0.470	0.731	0.880	0.675	0.993	0.946	0.987	0.688	
20	0.792	0.554	0.940	0.988	0.650	0.534	0.804	0.524	0.647	0.767	0.688	0.399	0.537	0.723	0.432	0.472	0.733	0.881	0.677	0.993	0.942	0.982	0.691	
21	0.751	0.517	0.893	0.949	0.610	0.497	0.766	0.487	0.606	0.727	0.648	0.368	0.500	0.682	0.399	0.438	0.693	0.838	0.636	0.946	0.942	0.953	0.650	
22	0.786	0.546	0.931	0.992	0.641	0.525	0.801	0.515	0.638	0.761	0.680	0.392	0.529	0.715	0.424	0.464	0.726	0.875	0.668	0.987	0.982	0.953	0.682	
23	0.873	0.823	0.733	0.686	0.943	0.800	0.857	0.789	0.939	0.900	1.000	0.632	0.803	0.953	0.674	0.725	0.939	0.784	0.979	0.688	0.691	0.650	0.682	

Tabela 14. Analiza varijanse brzine vetra (m/s) po faktoru sata u danu

W s	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
	1.008	1.070	1.103	1.082	1.039	1.028	1.002	1.027	0.967	1.065	1.250	1.377	1.441	1.545	1.576	1.448	1.665	1.089	0.985	1.013	1.030	1.020	1.085	1.097
0		0.749	0.637	0.705	0.868	0.912	0.972	0.914	0.819	0.767	0.225	0.060	0.025	0.004	0.002	0.023	0.067	0.685	0.895	0.972	0.906	0.945	0.698	0.658
1	0.749		0.861	0.939	0.857	0.819	0.730	0.818	0.606	0.974	0.339	0.104	0.048	0.010	0.006	0.045	0.113	0.917	0.669	0.769	0.821	0.791	0.932	0.885
2	0.637	0.861		0.910	0.741	0.703	0.619	0.701	0.505	0.842	0.353	0.115	0.055	0.013	0.008	0.054	0.116	0.933	0.563	0.655	0.708	0.676	0.918	0.968
3	0.705	0.939	0.910		0.809	0.772	0.687	0.771	0.566	0.919	0.366	0.115	0.054	0.012	0.007	0.051	0.125	0.970	0.627	0.724	0.775	0.745	0.988	0.936
4	0.868	0.857	0.741	0.809		0.947	0.848	0.944	0.714	0.871	0.273	0.077	0.033	0.006	0.004	0.031	0.085	0.792	0.782	0.890	0.952	0.914	0.804	0.764
5	0.912	0.819	0.703	0.772	0.947		0.890	0.994	0.752	0.836	0.256	0.071	0.030	0.006	0.003	0.028	0.079	0.753	0.822	0.934	0.991	0.960	0.766	0.725
6	0.972	0.730	0.619	0.687	0.848	0.890		0.893	0.836	0.748	0.217	0.057	0.024	0.004	0.002	0.022	0.064	0.667	0.915	0.948	0.885	0.922	0.680	0.640
7	0.914	0.818	0.701	0.771	0.944	0.994	0.893		0.753	0.835	0.257	0.072	0.031	0.006	0.003	0.028	0.080	0.752	0.824	0.936	0.986	0.963	0.764	0.723
8	0.819	0.606	0.505	0.566	0.714	0.752	0.836	0.753		0.621	0.160	0.037	0.014	0.002	0.001	0.013	0.042	0.548	0.908	0.801	0.748	0.779	0.560	0.524
9	0.767	0.974	0.842	0.919	0.871	0.836	0.748	0.835	0.621		0.332	0.101	0.046	0.010	0.006	0.044	0.111	0.897	0.686	0.786	0.837	0.808	0.912	0.866
10	0.225	0.339	0.353	0.366	0.273	0.256	0.217	0.257	0.160	0.332		0.453	0.275	0.104	0.075	0.271	0.461	0.360	0.188	0.234	0.256	0.244	0.362	0.365
11	0.060	0.104	0.115	0.115	0.077	0.071	0.057	0.072	0.037	0.101	0.453		0.683	0.340	0.268	0.672	0.947	0.113	0.047	0.063	0.071	0.067	0.114	0.116
12	0.025	0.048	0.055	0.054	0.033	0.030	0.024	0.031	0.014	0.046	0.275	0.683		0.542	0.444	0.964	0.657	0.053	0.019	0.027	0.030	0.028	0.053	0.055
13	0.004	0.010	0.013	0.012	0.006	0.006	0.004	0.006	0.002	0.010	0.104	0.340	0.542		0.840	0.543	0.324	0.012	0.003	0.005	0.006	0.005	0.012	0.013
14	0.002	0.006	0.008	0.007	0.004	0.003	0.002	0.003	0.001	0.006	0.075	0.268	0.444	0.840		0.450	0.253	0.007	0.002	0.003	0.003	0.003	0.003	0.008
15	0.023	0.045	0.054	0.051	0.031	0.028	0.022	0.028	0.013	0.044	0.271	0.672	0.964	0.543	0.450		0.642	0.051	0.017	0.024	0.028	0.026	0.051	0.053
16	0.067	0.113	0.116	0.125	0.085	0.079	0.064	0.080	0.042	0.111	0.461	0.947	0.657	0.324	0.253	0.642		0.120	0.053	0.071	0.078	0.075	0.122	0.121
17	0.685	0.917	0.933	0.970	0.792	0.753	0.667	0.752	0.548	0.897	0.360	0.113	0.053	0.012	0.007	0.051	0.120		0.609	0.704	0.757	0.726	0.980	0.960
18	0.895	0.669	0.563	0.627	0.782	0.822	0.915	0.824	0.908	0.686	0.188	0.047	0.019	0.003	0.002	0.017	0.053	0.609		0.875	0.817	0.852	0.621	0.583
19	0.972	0.769	0.655	0.724	0.890	0.934	0.948	0.936	0.801	0.786	0.234	0.063	0.027	0.005	0.003	0.024	0.071	0.704	0.875		0.928	0.969	0.717	0.677
20	0.906	0.821	0.708	0.775	0.952	0.991	0.885	0.986	0.748	0.837	0.256	0.071	0.030	0.006	0.003	0.028	0.078	0.757	0.817	0.928		0.954	0.770	0.729
21	0.945	0.791	0.676	0.745	0.914	0.960	0.922	0.963	0.779	0.808	0.244	0.067	0.028	0.005	0.003	0.026	0.075	0.726	0.852	0.969	0.954		0.738	0.698
22	0.698	0.932	0.918	0.988	0.804	0.766	0.680	0.764	0.560	0.912	0.362	0.114	0.053	0.012	0.007	0.051	0.122	0.980	0.621	0.717	0.770	0.738		0.944
23	0.658	0.885	0.968	0.936	0.764	0.725	0.640	0.723	0.524	0.866	0.365	0.116	0.055	0.013	0.008	0.053	0.121	0.960	0.583	0.677	0.729	0.698	0.944	