

VERIFIKACIJA SOFTVERA KOŠAVA ZA MJERENJE I OBRADU PODATAKA O KVALITETU VAZDUHA

Srđan Damjanović, Predrag Katanić

Ključne reči: verifikacija, softver, merenje, kvalitet, poređenje

KRATAK SADRŽAJ

Zaštita životne sredine je oblast, kojoj se danas u Evropskoj uniji posvećuje velika pažnja. Kompanija Mizma Igbos je krenula u razvoj projekta za razvoj automatskih mernih stanica, koje kontinualno 24 sata mere više parametara vezanih za kontrolu kvaliteta vazduha. Kroz primenu najsavremenijih softverskih rešenja razvili smo sopstveni logger "Hrčak" za prikupljanje podataka, sistem za kompletnu obradu podataka "CAS Košava v5".

Verifikacija je skup aktivnosti kojima želimo utvrditi odgovara li softver specifikaciji i potrebama korisnika. Verifikacija softvera "CAS Košava v5" rađena je za podatke, koji su prikupljeni sa uređaja, čiji je korisnik Zavod za javno zdravlje Pančevo, kao i uređaja koji se nalaze na lokaciji Beofrad Vračar.

VERIFYING THE KOSAVA SOFTWARE FOR MEASUREMENT AND PROCESSING OF AIR QUALITY DATA

Keywords: verification, software, measurement, quality, comparison

ABSTRACT

Environmental protection is an area that receives significant attention in the European Union today. Mizma Igbos company has embarked on a project to develop automatic monitoring stations that continuously measure multiple parameters related to air quality control 24 hours a day. Through the implementation of state-of-the-art software solutions, we have developed our own data logger called "Hrcak" for data collection and a complete data processing system called "CAS Kosava v5".

Verification involves a set of activities through which we aim to determine whether the software meets the specification and user needs. Verification of the "CAS Kosava v5" software was carried out using data collected from devices operated by the Public Health Institute in Pancevo, and the devices located at the location Beofrad Vracar.

UVOD

Svi smo svedoci velikih klimatskih promena na zemlji. Preterano korišćenje prirodnih resursa je glavni uzrok klimatskih promena. Industrijalizacija je dovela do toga da se u atmosferu neprestano izbacuju ogromne količine gasova, koji izazivaju efekat staklene bašte. Ovo ima za direktnu posledicu povećanje prosečne temperature na zemlji. Zaštita životne sredine je oblast, kojoj se danas širom sveta posvećuje velika pažnja. Zemlje Evropske unije prednjače po pitanju ulaganja u zaštitu životne sredine. Sve zemlje koje žele da se u budućnosti priključe Evropskoj uniji moraju da preduzmu niz mera vezanih za zaštitu životne sredine. Da bi se mogli početi baviti sa ovim problemom, moramo prvo da vršimo merenje svih onih veličina, koji utiču na zdravlje ljudi, životinja i biljaka. Evropska unija od svih zemalja traži da se ova merenja ne rade samo u par gradova, već je potrebno da se ona rade na celom prostoru jedne zemlje. Imajući u vidu ovaj problem kompanija Mizma Igbo je krenula u razvoj projekta za razvoj automatskih mernih stanica, koje kontinualno 24 sata mere više parametara vezanih za kontrolu kvaliteta vazduha. Razvijene automatske stanice za praćenje kvaliteta vazduha u gradskim, industrijskim, saobraćajnim i drugim traženim zonama trenutno su postavljene na više lokacija u Srbiji. Kroz primenu najsavremenijih softverskih rešenja razvili smo sopstveni logger "Hrčak" za prikupljanje podataka, sistem za kompletnu obradu podataka "CAS Košava v5". Pristup izmerenim podacima o kvalitetu vazduha sa automatskih mernih stanica se vrši preko WEB orijentisane aplikacije, koja je nazvana "CAS Košava v5". Nakon prikupljanja podataka sa udaljenih datalogera, rade se dalje obrade, analize i prikazivanje izmerenih vrednosti.

WEB aplikacija ne zahteva nikakve kompleksne procedure za korišćenje. Web browser je sve, što je potrebno za pristup. Podaci su sigurno smešteni na serverima, čime se eliminiše mogućnost slučajnog brisanja od strane korisnika. Smanjeni su ukupni troškovi IT održavanja. Pristup je moguć sa bilo koje lokacije. Kompletna nadogradnja programa se vrši na serveru i svi korisnici trenutno dobijaju novu verziju. Aplikacija ne zavisi od operativnog sistema korisnika niti od tipa računara.

Osnovne karakteristike koje opisuju pomenuti merni sistem i prateći program su:

- Mogućnost daljinskog pristupa i upravljanja datalogerom.
- Mogućnost daljinske konfiguracije analizatora u mernoj stanici.
- Omogućen pristup analizatoru upotrebom proizvođačkog softvera.
- Čuvanje podataka o merenjima minimalno 10 godina (svi parametri u minutnim merenjima).
- Kopija podataka o merenjima snima se na dva odvojena fizička medijuma, a jedna kopija na udaljenom serveru.
- Sistem automatski generiše srednje satne vrednosti i automatski obrađene srednje satne vrednosti, u kojima su izostavljena ekstremna merenja prema unapred definisanoj logici.
- Sve ostale prosečne vrednosti (8 sati, 24 sata, 1 mesec i 1 godina) preračunavaju se iz prosečnih satnih vrednosti u okviru centralnog sistema.
- Sistem samostalno uspostavlja konekciju sa udaljenim serverom i vrši prenos podataka po unapred definisanoj logici. Ukoliko postoji problem u prenosu, sistem će odgoditi prenos dok se ne uspostavi konekcija sa serverom.
- Sistem prikuplja sve podatke sa senzora i čuva ih zajedno sa merenjima.
- Alarmi dobijeni sa analizatora obrađuju se kroz unapred definisanu logiku i sistem samostalno obaveštava korisnika o grešci. Obaveštavanje se vrši kroz SMS & EMAIL centar. Takođe, svi alarmi se šalju u centralni sistem.
- Trenutna merenja analizatora se šalju u vremenskom intervalu od jednog minuta.
- Za određene tipove proizvođača moguće je definisati početak i trajanje zero/span kalibracije.

- Sistem dozvoljava korisniku preuzimanje podataka u zadatom vremenskom intervalu i u različitim formatima.
- Sistemu je moguće pristupiti u lokalnom okruženju koristeći prenosni računar ili mobilni uređaj.
- Sistem može samostalno da šalje trenutne podatke u izdvojeni modul DISPLAY, kojim se omogućava prikaz trenutnih merenja na eksternom uređaju (televizor, monitor, panoramski display, projektor ...).
- Sistem automatski vrši korekciju svih mernih jedinica u SI sitem. Ukoliko analizator meri vrednosti u ppb, sistem automatski vrši konverziju u $\mu\text{g}/\text{m}^3$ i takav podatak čuva.
- Sistem automatski sinhronizuje vreme sa centralnim serverom i sa NTP serverima na Internetu.
- U okviru sistema moguće je instalirati modul za grafički prikaz podataka, koji predstavlja pojednostavljenu verziju sistema Košava.

Verifikacija je skup aktivnosti kojima želimo utvrditi odgovara li softver specifikaciji i potrebama korisnika. Koristeći verifikaciju želimo se uveriti da naš softver odraduje posao za koji je namenjen. Ukoliko je naš softver verifikovan, to ne znači da on ne može imati grešku, već da je pouzdan i dobar za ono za što će biti korišćen. Budući da softver testiramo za ograničenim skupom podataka, niko ne može garantirati da ne možemo pronaći podatke na kojima će program "pucati". Step en tolerancije na greške zavisi o očekivanjima korisnika i samoj funkciji softvera.

Verifikacija softvera "CAS Košava v5" rađena je kroz dva postupka. Prvi postupak verifikacije softvera je obuhvatio poređenje izmerenih podataka, koje prikuplja Dataloger Hrcak V3/5 i podataka koji su preneti u centralni akvizicioni sistem CAS Kosava V5. Drugi postupak verifikacije je obuhvatio poređenje podataka koji se nalaze bazi podataka centralnog akvizicionog sistema CAS Kosava V5 i podataka koji se prikazuju na WEB aplikaciji. Podaci prikazani na WEB aplikaciji su zaokruženi za neke parametre na dva a za neke parametre na jedno decimalno mesto. Postupak verifikacije je u ovom slučaju obuhvatao i postupak provere zaokruživanja izmerenih vrednosti.

PREGLED LITERATURE

Krunić (2019) je u svom radu pokazala da je validacija bitan element provere kvaliteta softvera na primeru validacije softvera za računanje zapremine položenih cilindričnih rezervoara. U suštini, validacija je proces kojim se proverava da li je softver isprogramiran tako da daje očekivane rezultate. Potpuno je jasno da bi šteta od softvera koji ne daje tačne rezultate bila ogromna. Ekonomija Sjedinjenih Američkih država godišnje trpi štetu od 59.5 miliona dolara zbog neispravnih softvera. Iz ovog razloga je od izuzetne važnosti da se pre puštanja u rad softvera potvrdi njegova ispravnost. U ovom radu je opisan matematički model za proveru softvera za računanje zapremine rezervoara.

Altaie je sa grupom autora (2020) je u svom radu dala pregled literature koja se bavi verifikacijom i validacijom softvera. Predstavljeno je da je pojava interneta ubrzala razvoj softvera, ali je i zakomplikovala ponekad testiranje softvera. Glavni cilj verifikacije i validacije je provera da li kreirani softver zadovoljava potrebe i specifikacije klijenata. Verifikacije i validacije softvera se takođe smatraju aktivnostima koje se odnose na testiranje kao aktivnosti analize tokom celog životnog ciklusa softvera. U savremenom svetu konkurencije u vezi sa proizvodnjom softvera je sve veća. Programeri softver moraju da isporučuju na vreme, a da pri tome programeri treba da provere da softver ispravno funkcioniše i da je validiran proizvod za svaki od zahteva klijenta. Istaknuto je da u razvoju softvera, vrlo bitno održavanje kvaliteta softvera. Bitan je pristup da se verifikacija i validacija softvera vrši u svim fazama životnog ciklusa razvoja sistema. U radu je predstavljena studija koja opisuje alate verifikacije i validacije softvera, koji se mogu koristiti u procesu razvoj softvera, kao način unapređenja kvaliteta softvera.

Janičić (2023) je u svojoj knjizi obradila tematiku validacije softvera. Prvo je detaljno opisala moguće načine razvoja softvera i načine kako se postiže kvalitet softvera. Predstavljene su i osnovne tehnike koje

se koriste dinamičku i statičku verifikaciju softvera. Opisani su postupci pravljenja modela za provjeru softvera, kao i načini provjeravanja modela. Ono što je posebno bitno u ovoj knjizi je isticanja kolika je cena greške ako se ona na vreme ne otkrije u programu. Takođe je istaknuto da se testiranje programa uvek radi na određenom setu podataka koji nikada ne mogu da pokriju sve moguće podatke sa kojima će program da radi u praksi.

U svom radu Bilić i Oros (2023) obrađuju i obradili su kontrolu kvaliteta softvera. Danas se ne može više nikako izbeći upotreba softvera na bilo koji način. Da bi softver mogao da se koristi, neko je taj softver morao razviti i iskontrolisati njegov kvalitet pre puštanja u upotrebu. Kroz istoriju razvoj softvera kontrola kvaliteta nije oduvek bila na istom nivou. Tehnološkom evolucijom i sve većom potrebom za softverskim uslugama, timovi koji su se bavili razvojem softvera počeli su primećivati sve veću potrebu za kontrolom kvaliteta njihovih proizvoda. Te potrebe su počele dobijati značaj kada je softver počeo dobijati na vrednosti, i kad su neke greške u softveru drastično uticale na finansije kompanija koje su ih proizvodile, ali i na kompanije koje ih koriste. Greške koje su se dešavale prilikom nedovoljno dobro ili neozbiljno shvaćenog procesa kontrole i obezbeđenja kvaliteta su često pravile velike finansijske gubitke, pa čak i dovodile do zatvaranja određenih kompanija. Zbog takvih situacija i neplaniranih troškova, osobe na vodećim pozicijama su primetile sve veću potrebu za kontrolom kvaliteta softvera. Kao i svaki proces, i kontrola kvaliteta softvera ima neke procedure i tehnike koje se moraju pratiti kako se proces ne bi obavljao nasumično kao u nekim ranijim periodima. U radu su autori su predstavili neke osnovne procese, procedure i tehnike koje su se vremenom usavršavale i dovele do današnjeg nivoa.

TEKST RADA

Verifikacija softvera "CAS Košava v5" vršena je kroz dva postupka. Prvi postupak verifikacije softvera vršen je za podatke, koji su prikupljeni sa uređaja, čiji je korisnik Zavod za javno zdravlje Pančevo. Podaci su prikupljeni sa dva uređaja:

- Naziv uređaja: Analizator azotnih oksida i amonijaka u ambijentalnim uslovima, tip: APNA 370, Serijski broj: TT5CHP76, Datum etaloniranja: 27.10.2023. godine
- Naziv uređaja: Automatski analizator za merenje koncentracije suspendovanih čestica (PM₁₀, PM_{2.5}, PM₁, tip: EDM 180, Serijski broj: 18A10072, Datum etaloniranja: 18.8.2023. godine

Sa ovih uređaja izmjerene podatke prikuplja Dataloger Hrcak V3/5, u kome su programi pisani pomoću sledećih programa: Python, Perl, PHP, JS, HTML. Dataloger kombinovano preuzima sa uređaja podatke specificirano za određenog vendara i protokol koji je vendor definisao. Za komunikaciju uređaja i datalogera se može koristiti interfejs Ethernet ili RS232/485. Razmejna podataka između Datalogera i softvera centralnog akvizicionog sistema CAS Kosava V5 je kroz RestAPI, a format podataka je json. Softver CAS Kosava V5 je napisan pomoću sledećih programa: Python, PHP, JS, HTML.

Prvi postupak verifikacije softvera "CAS Košava v5" se odvijao u sledećim koracima:

- 1) Preuzimanje minutnih podataka za parametar NOX i NH₃ direktno izmerenih na uređaju APNA 370 u periodu od 00:00:00 1.12.2023. godine do 23:59:00 31.12.2023. godine u Excel fajl.
- 2) Preuzimanje minutnih podataka za parametar PM_{2.5} i PM₁₀ direktno izmerenih na uređaju EDM 180 u periodu od 00:00:00 1.12.2023. godine do 23:59:00 31.12.2023. godine u Excel fajl.
- 3) Preuzimanje minutnih podataka za parametar PM_{2.5} i PM₁₀ koje je preuzeo i koristi za dalju obradu softver "CAS Košava v5" sa uređaju APNA 370 u periodu od 00:00:00 1.12.2023. godine do 23:59:00 31.12.2023. godine u Excel fajl.
- 4) Preuzimanje minutnih podataka za parametar PM_{2.5} i PM₁₀ koje je preuzeo i koristi za dalju obradu softver "CAS Košava v5" sa uređaju EDM 180 u periodu od 00:00:00 1.12.2023. godine do 23:59:00 31.12.2023. godine u Excel fajl.

- 5) Pravljenje formula u Excelu za poređenje izmerenih i preuzetih podataka.
- 6) Poređenje da li postoji razlika između izmerenih i preuzetih podataka i utvrđivanje broja podataka gde postoji razlika.
- 7) Utvrđivanje procenta poklapanja izmerenih i preuzetih podataka.
- 8) Donošenje zaključka o verifikaciji softvera "CAS Košava v5".

Nakon prebacivanja podataka u Excel dokumente izvršeno je poređenje podataka. Sa uređaja APNA 370 je preuzeto i analizirano 44608 redova podataka. Poređenjem izmerenih i preuzetih podataka sa softverom "CAS Košava v5" utvrđeno je da nije postojala razlika ni u jednom redu posmatranih podataka. Dio izmjerenih, preuzetih i upoređenih podataka je prikazan na slici 1.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	APNA 370 - IZLAZ SA DATALOGERA HRC AK v3/5						Izlaz iz CAS Kosava v5							
2	time	NOX-9	alarm	NH3-35	alarm		Vreme	NH3	Vreme	NOX			NOX(DL-Kos)	NH3(DL-Kos)
3	2023-12-01 00:00:00	9.94708	0	-5.0197	0		2023-12-01 00:00:00	-5.0197	2023-12-01 00:00:00	9.94708			0	0
4	2023-12-01 00:01:00	8.41676	0	-4.3127	0		2023-12-01 00:01:00	-4.3127	2023-12-01 00:01:00	8.41676			0	0
5	2023-12-01 00:02:00	7.26902	0	-4.242	0		2023-12-01 00:02:00	-4.242	2023-12-01 00:02:00	7.26902			0	0
6	2023-12-01 00:03:00	7.26902	0	-4.1006	0		2023-12-01 00:03:00	-4.1006	2023-12-01 00:03:00	7.26902			0	0
7	2023-12-01 00:04:00	7.84289	0	-4.7369	0		2023-12-01 00:04:00	-4.7369	2023-12-01 00:04:00	7.84289			0	0
8	2023-12-01 00:05:00	6.31257	0	-4.3834	0		2023-12-01 00:05:00	-4.3834	2023-12-01 00:05:00	6.31257			0	0
9	2023-12-01 00:06:00	6.31257	0	-4.1006	0		2023-12-01 00:06:00	-4.1006	2023-12-01 00:06:00	6.31257			0	0
10	2023-12-01 00:07:00	18.55513	0	-3.8885	0		2023-12-01 00:07:00	-3.8885	2023-12-01 00:07:00	18.55513			0	0
44599	2023-12-31 23:48:00	7.84289	0	6.0095	0		2023-12-31 23:48:00	6.0095	2023-12-31 23:48:00	7.84289			0	0
44600	2023-12-31 23:49:00	8.99063	0	5.5853	0		2023-12-31 23:49:00	5.5853	2023-12-31 23:49:00	8.99063			0	0
44601	2023-12-31 23:50:00	8.79934	0	5.4439	0		2023-12-31 23:50:00	5.4439	2023-12-31 23:50:00	8.79934			0	0
44602	2023-12-31 23:51:00	8.03418	0	5.3025	0		2023-12-31 23:51:00	5.3025	2023-12-31 23:51:00	8.03418			0	0
44603	2023-12-31 23:52:00	7.46031	0	5.0197	0		2023-12-31 23:52:00	5.0197	2023-12-31 23:52:00	7.46031			0	0
44604	2023-12-31 23:53:00	7.26902	0	5.1611	0		2023-12-31 23:53:00	5.1611	2023-12-31 23:53:00	7.26902			0	0
44605	2023-12-31 23:54:00	8.03418	0	5.5853	0		2023-12-31 23:54:00	5.5853	2023-12-31 23:54:00	8.03418			0	0
44606	2023-12-31 23:55:00	8.03418	0	5.7267	0		2023-12-31 23:55:00	5.7267	2023-12-31 23:55:00	8.03418			0	0
44607	2023-12-31 23:56:00	8.60805	0	5.4439	0		2023-12-31 23:56:00	5.4439	2023-12-31 23:56:00	8.60805			0	0
44608	2023-12-31 23:57:00	8.22547	0	5.3025	0		2023-12-31 23:57:00	5.3025	2023-12-31 23:57:00	8.22547			0	0
44609	2023-12-31 23:58:00	8.22547	0	6.0095	0		2023-12-31 23:58:00	6.0095	2023-12-31 23:58:00	8.22547			0	0
44610	2023-12-31 23:59:00	7.07773	0	5.4439	0		2023-12-31 23:59:00	5.4439	2023-12-31 23:59:00	7.07773			0	0
44611														
44612														
44613		Alarm	0	Alarm	0								Broj redova	44608
													Razlika	0

Slika 1. Poređenje podataka dva parametra kvaliteta vazduha snimljenih sa uređaja APNA 370

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	EDM 180 - IZLAZ SA DATALOGERA HRC AK v3/5						Izlaz iz CAS Kosava v5							
2	time	PM2.5-6001	alarm	PM10-5	alarm		Vreme	PM10	Vreme	PM2.5			PM2.5(DL-Kos)	PM10(DL-Kos)
3	2023-12-01 00:00:00	17.63	0	18.71	0		2023-12-01 00:00:00	18.71	2023-12-01 00:00:00	17.63			0	0
4	2023-12-01 00:01:00	16.85	0	17.13	0		2023-12-01 00:01:00	17.13	2023-12-01 00:01:00	16.85			0	0
5	2023-12-01 00:02:00	16.81	0	17.32	0		2023-12-01 00:02:00	17.32	2023-12-01 00:02:00	16.81			0	0
6	2023-12-01 00:03:00	15.91	0	16.07	0		2023-12-01 00:03:00	16.07	2023-12-01 00:03:00	15.91			0	0
7	2023-12-01 00:04:00	16.18	0	16.86	0		2023-12-01 00:04:00	16.86	2023-12-01 00:04:00	16.18			0	0
8	2023-12-01 00:05:00	15.89	0	16.23	0		2023-12-01 00:05:00	16.23	2023-12-01 00:05:00	15.89			0	0
9	2023-12-01 00:06:00	15.61	0	16.15	0		2023-12-01 00:06:00	16.15	2023-12-01 00:06:00	15.61			0	0
10	2023-12-01 00:07:00	14.76	0	14.91	0		2023-12-01 00:07:00	14.91	2023-12-01 00:07:00	14.76			0	0
44631	2023-12-31 23:48:00	44.39	0	46.07	0		2023-12-31 23:48:00	46.07	2023-12-31 23:48:00	44.39			0	0
44632	2023-12-31 23:49:00	44.59	0	44.69	0		2023-12-31 23:49:00	44.69	2023-12-31 23:49:00	44.59			0	0
44633	2023-12-31 23:50:00	45.02	0	45.59	0		2023-12-31 23:50:00	45.59	2023-12-31 23:50:00	45.02			0	0
44634	2023-12-31 23:51:00	45.67	0	46.27	0		2023-12-31 23:51:00	46.27	2023-12-31 23:51:00	45.67			0	0
44635	2023-12-31 23:52:00	45.36	0	45.83	0		2023-12-31 23:52:00	45.83	2023-12-31 23:52:00	45.36			0	0
44636	2023-12-31 23:53:00	45.42	0	45.91	0		2023-12-31 23:53:00	45.91	2023-12-31 23:53:00	45.42			0	0
44637	2023-12-31 23:54:00	45.69	0	46.76	0		2023-12-31 23:54:00	46.76	2023-12-31 23:54:00	45.69			0	0
44638	2023-12-31 23:55:00	45.54	0	45.99	0		2023-12-31 23:55:00	45.99	2023-12-31 23:55:00	45.54			0	0
44639	2023-12-31 23:56:00	46.15	0	46.63	0		2023-12-31 23:56:00	46.63	2023-12-31 23:56:00	46.15			0	0
44640	2023-12-31 23:57:00	45.79	0	45.99	0		2023-12-31 23:57:00	45.99	2023-12-31 23:57:00	45.79			0	0
44641	2023-12-31 23:58:00	47.39	0	48.31	0		2023-12-31 23:58:00	48.31	2023-12-31 23:58:00	47.39			0	0
44642	2023-12-31 23:59:00	47.22	0	48.64	0		2023-12-31 23:59:00	48.64	2023-12-31 23:59:00	47.22			0	0
44643														
44644													Broj redova	44640
44645		Alarm	1029	Alarm	1029								Razlika	0

Slika 2. Poređenje podataka dva parametra kvaliteta vazduha snimljenih sa uređaja EDM 180

Sa uređaja EDM 180 je preuzeto i analizirano 44640 redova podataka. Poređenjem izmerenih i preuzetih podataka sa softverom "CAS Košava v5" utvrđeno je da nije postojala razlika ni u jednom redu posmatranih podataka. Dio izmjerenih, preuzetih i upoređenih podataka je prikazan na slici 2. Na osnovu izvršene analize izmjerenih i preuzetih podataka sa softverom "CAS Košava v5" možemo izvesti zaključak, da je izvršena validacija softvera "CAS Košava v5" na posmatranom uzorku podataka.

Drugi postupak verifikacije softvera vršen je za podatke, koji su prikupljeni sa uređaja, koji se nalaze na lokaciji Beograd Vračar. U ovom postupku verifikacije proveravano je poklapanje izmerenih podataka koji se nalaze u Bazi podataka i podataka koji se prikazuju na WEB sajtu aplikacije. Podaci su prikupljeni sa četiri uređaja i analizirani su podaci: gas SO₂, čestice PM10, gas O₃ i gas NO₂. Analiza je rađena za podatke koji su prikupljeni 15 dana svakoga sata i ukupno je analizirano 360 redova podataka. Originalni izmereni podaci koji se nalaze u bazi podataka imaju više decimalnih mesta nego kada se ti parametri prikazuju na WEB aplikaciji. Gas SO₂ se prikazuje sa dva decimalna mesta, a ostala tri parametra se prikazuju sa jednim decimalnim mestom. Nakon prebacivanja podataka u Excel dokumente izvršeno je poređenje podataka. Poređenjem podataka prikazanih na WEB aplikaciji, podataka koji se nalaze u bazi podataka aplikacije "CAS Košava v5" utvrđeno je da nije postojala razlika ni u jednom redu posmatranih podataka. Dio podataka prikazanih na WEB aplikaciji, podataka koji se nalaze u bazi podataka aplikacije i upoređenih podataka prikazan je na slici 3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Beograd Vračar	Podaci sa aplikacije				Podaci iz Baze				Zaokruženi Podaci u bazi	
2	Date Time	SO2 [µg.m-3]	PM10 [µg.m-3]	O3 [µg.m-3]	NO2 [µg.m-3]	SO2 [µg.m-3]	PM10 [µg.m-3]	O3 [µg.m-3]	NO2 [µg.m-3]	SO2 [µg.m-3]	PM10 [µg.m-3]
3	2024-05-01 0:00:00	5.29	17.1	84.5	6.2	5.288362933	17.1265	84.471625	6.242430333	5.29	17.1
4	2024-05-01 1:00:00	5.35	17.7	87.3	3.4	5.3465051	17.65316667	87.33445	3.427279167	5.35	17.7
5	2024-05-01 2:00:00	4.72	19.2	88.8	3.5	4.719412983	19.195	88.814075	3.484666167	4.72	19.2
6	2024-05-01 3:00:00	4.66	18.4	93.6	2.4	4.6594511	18.42266667	93.615375	2.391125	4.66	18.4
7	2024-05-01 4:00:00	5.03	14.2	93	2.1	5.02974125	14.162	92.957025	2.129695333	5.03	14.2
8	2024-05-01 5:00:00	4.86	13.8	89.4	3.9	4.8634369	13.752	89.432525	3.895939667	4.86	13.8
9	2024-05-01 6:00:00	4.67	14.2	86.5	3.8	4.666863117	14.23	86.506525	3.781165667	4.67	14.2
10	2024-05-01 7:00:00	5.8	16.7	85.7	4.8	5.797661683	16.74466667	85.668625	4.8300725	5.80	16.7
356	2024-05-15 17:00:00	4.4	11.6	64.5	12.6	4.401628317	11.55983333	64.495025	12.606011	4.40	11.6
357	2024-05-15 18:00:00	4.65	11.4	62.2	14.0	4.64760075	11.44866667	62.15755	14.00880433	4.65	11.4
358	2024-05-15 19:00:00	4.82	10.5	59.1	17.1	4.818387817	10.506	59.061975	17.06944433	4.82	10.5
359	2024-05-15 20:00:00	5.7	11.7	54.5	20.2	5.69788795	11.745	54.53	20.200224	5.70	11.7
360	2024-05-15 21:00:00	5.18	11.7	53.2	18.1	5.182109233	11.651	53.156775	18.10241033	5.18	11.7
361	2024-05-15 22:00:00	4.64	11.2	53.4	18.6	4.644227617	11.22383333	53.3596	18.5838235	4.64	11.2
362	2024-05-15 23:00:00	5.11	8.8	53.9	12.0	5.11495725	8.799666667	53.941475	12.04489367	5.11	8.8
363											

Slika 3. Poređenje podataka četiri parametra kvaliteta vazduha snimljenih na stanici Beograd Vračar

Na osnovu izvršene analize izmjerenih i preuzetih podataka sa softverom "CAS Košava v5" možemo izvesti zaključak, da je izvršena validacija softvera "CAS Košava v5" na posmatranom uzorku podataka.

ZAKLJUČAK

Svi smo svedoci da se u našoj zemlji ali i širom sveta u zadnjoj deceniji dolazi do velikih klimatskih promena. Uzrok ovih promena je verovatno preterano čovekovo korišćenje prirodnih resursa. U atmosferu se svakodnevno izbacuje velika količina štetnih gasova i čestica, koje nepovoljno utiču na klimu ali i na zdravlje ljudi. Zaštita životne sredine je oblast, kojoj se danas u Srbiji treba posvetiti više pažnje. Jedna od aktivnosti za zaštitu životne sredine i zdravlja ljudi u Srbiji su i merne stanice za merenje kvaliteta vazduha, koje su postavljene na više lokacija u zemlji. Izmereni podaci sa mernih stanica se prikupljaju i obrađuju pomoću softvera "CAS Košava v5". Od korisnika ovog softvera smo dobili zadatak da izvršimo validaciju ovog softvera, kako bi se utvrdilo da li se izmereni podaci tačno prenose do Web stranice na kojoj se prikazuju za korisnike. Mi smo uradili validaciju u dva odvojena postupka, nad setom prikupljenih podataka sa stanice čiji je korisnik Zavod za javno zdravlje Pančevo i Beograd Vračar.

Na osnovu izvršene analize izmerenih, preuzetih i prikazanih podataka sa softverom "CAS Košava v5" možemo izvesti zaključak, da je izvršena validacija softvera "CAS Košava v5" na posmatranom uzorku

podataka. Napominjemo da je verifikacija softvera rađena i na većem uzorku podataka i za više mernih stanica ali ti rezultati nisu prikazani u ovom radu. Prilikom svih testiranja nije utvrđeno da dolazi do greške u prenosu ili prikazu izmerenih podataka.

LITERATURA

- [1] Predrag Katanić, Srđan Damjanović, Borislav Drakul, "*Model automatskog monitoringa kvaliteta vazduha baziran na inteligentnom datalogeru*," Zbornik radova sa Simpozijuma INFOTEH 2014, RSS-7-10, Jahorina 2014.
- [2] Srđan Damjanović, Predrag Katanić, Borislav Drakul, "*Sistem za mjerenje i obradu podataka o kvalitetu vazduha*," Zbornik radova sa Kongresa metrologa Srbije 2015.
- [3] Ivan Bilić, Aleksej Oros, "*Kontrola kvaliteta softvera*", 9. Konferencija sa međunarodnim učešćem upravljanje znanjem i informatika, Kopaonik 2023.
- [4] Tanja Krunić, "*Validacija kao bitan element provere kvaliteta softvera*", 18th International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 2019.
- [5] Milena Vujošević Jančić (2023): *Verifikacija softvera*, Matematički fakultet, Univerzitet u Beogradu.
- [6] Atica M. Altaie, Rasha Gh. Alsarraj, Asmaa H. Al-Bayati, "Verification and validation of a software: a review of the literature", Iraqi Journal for Computers and Informatics, 2020.