

NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

**MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA
NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR**

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetrova (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

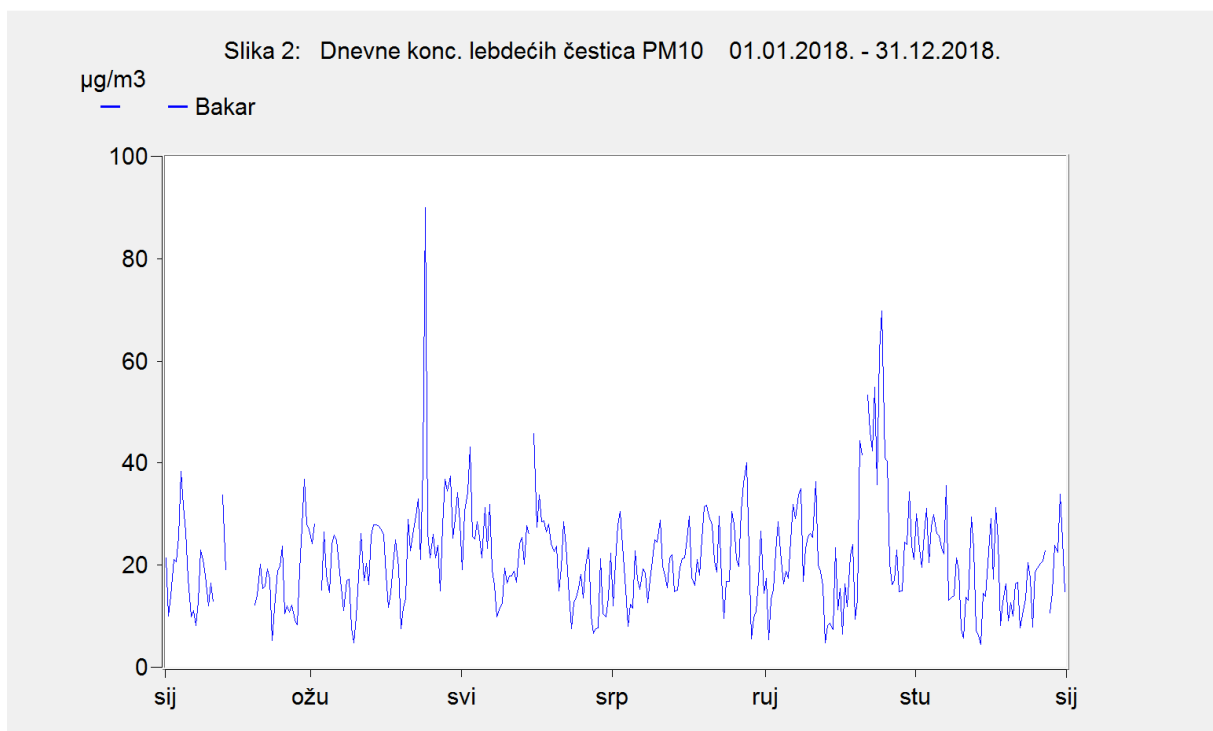
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

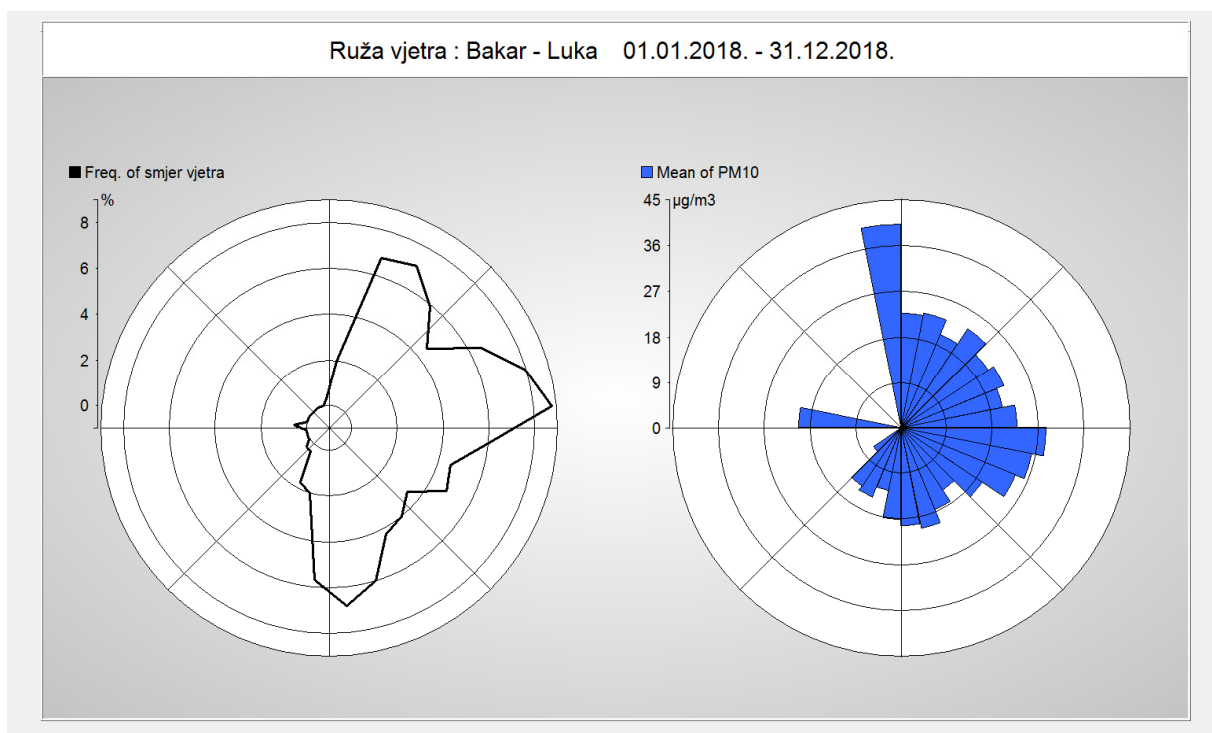
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

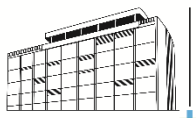
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Miroslaw Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetrova
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

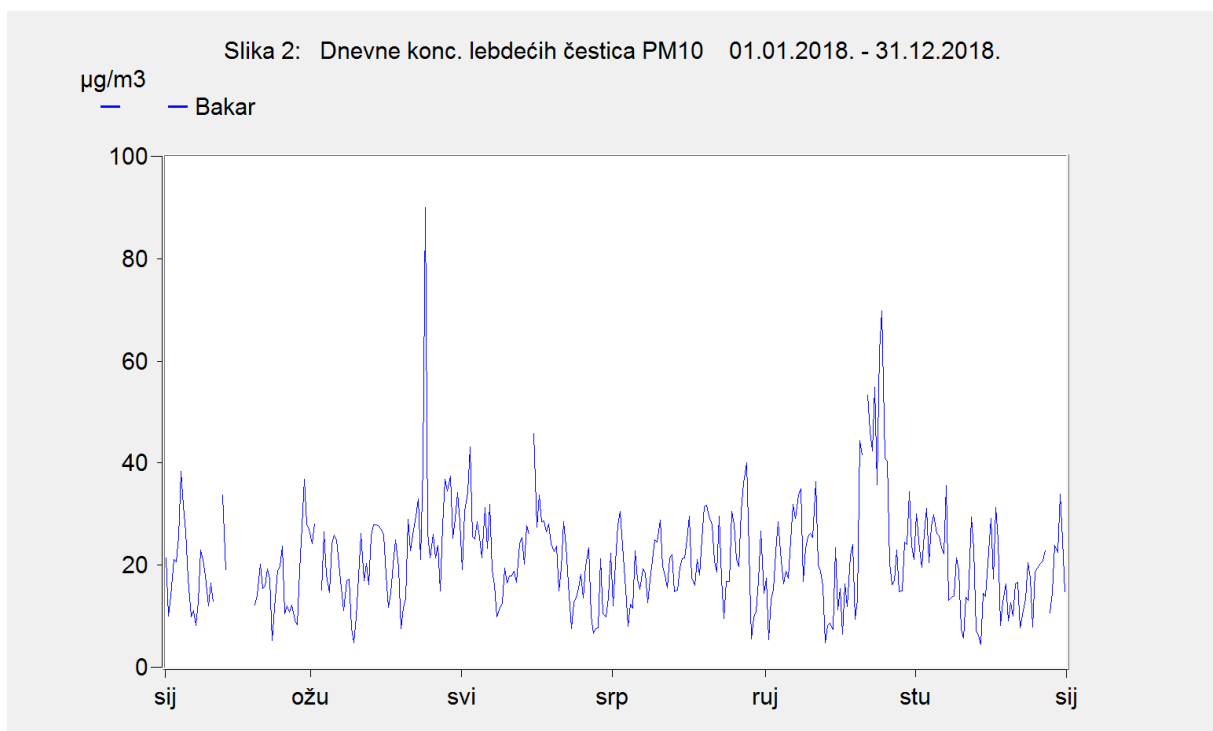
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

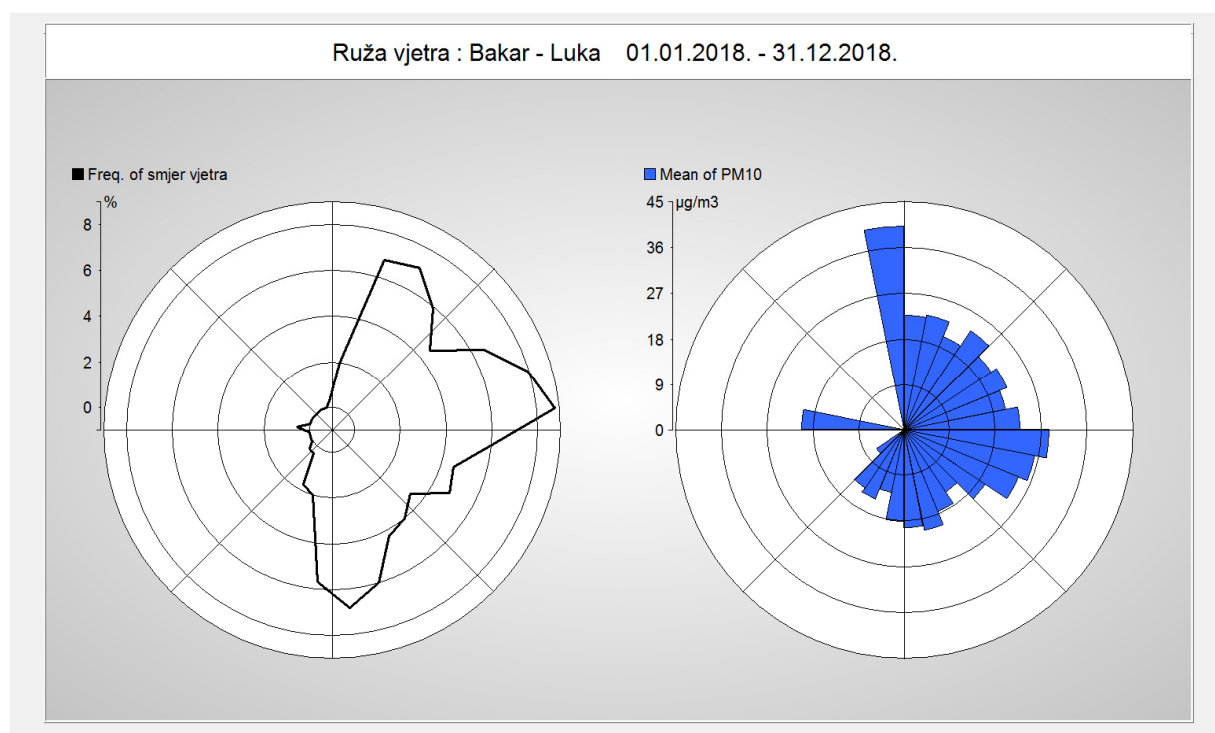
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

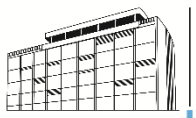
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Miroslaw Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetrova
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

**MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA
NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR**

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

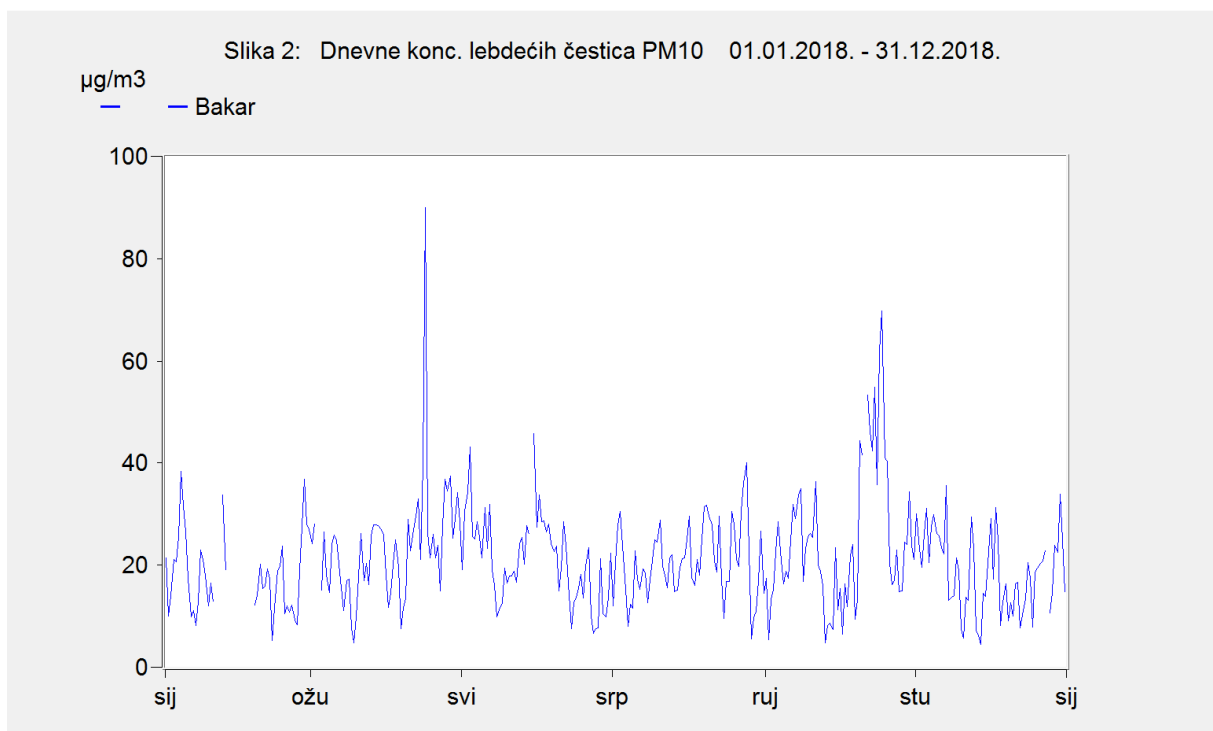
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

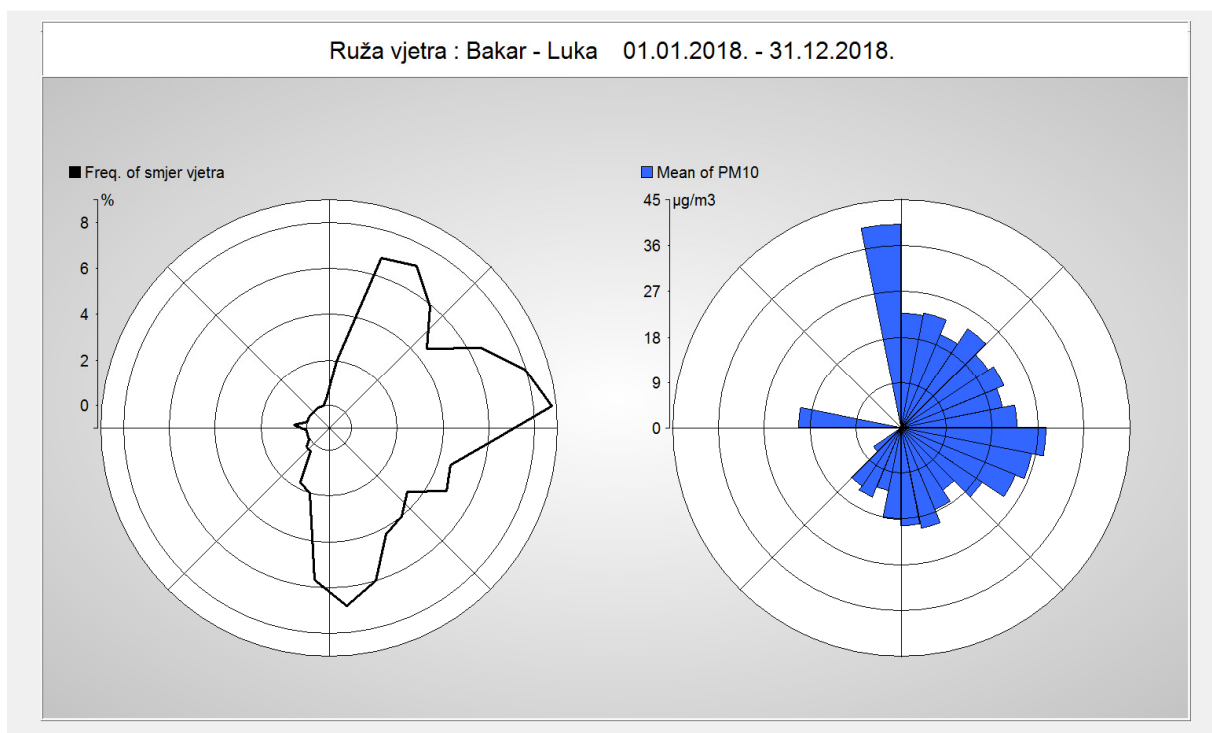
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

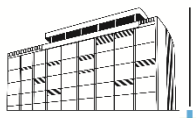
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Mirosław Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetrova
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

**MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA
NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR**

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

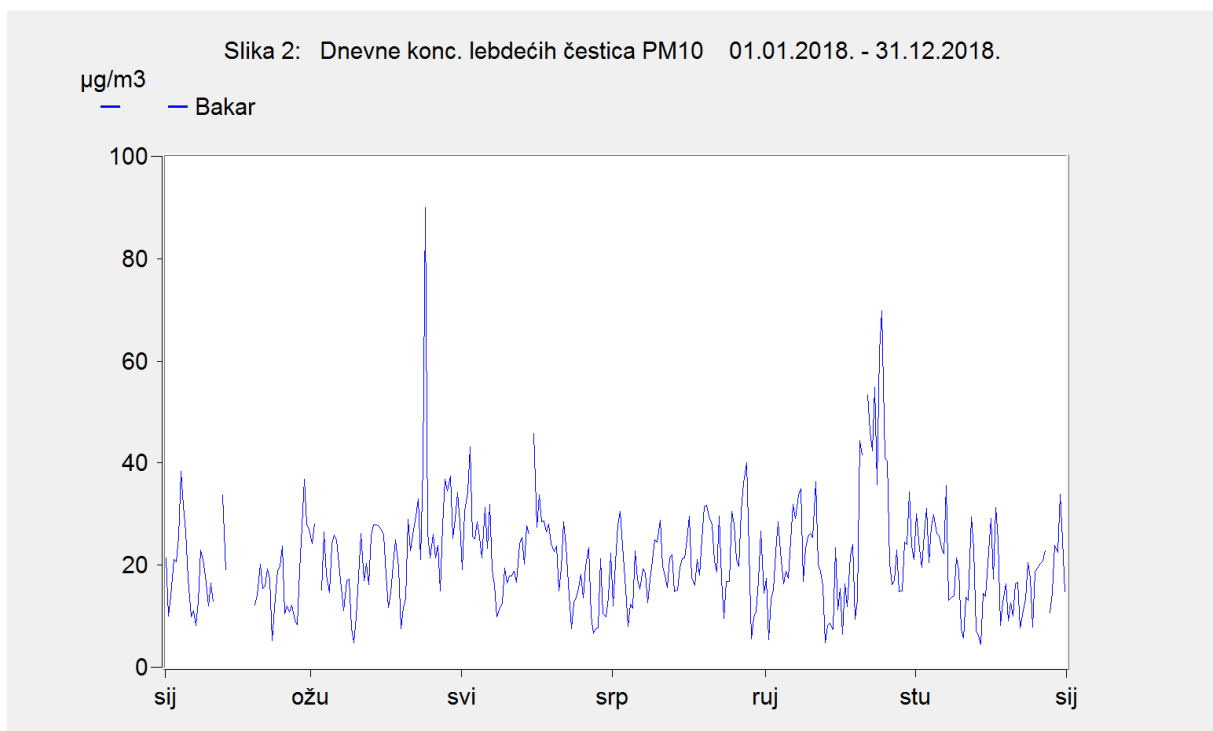
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

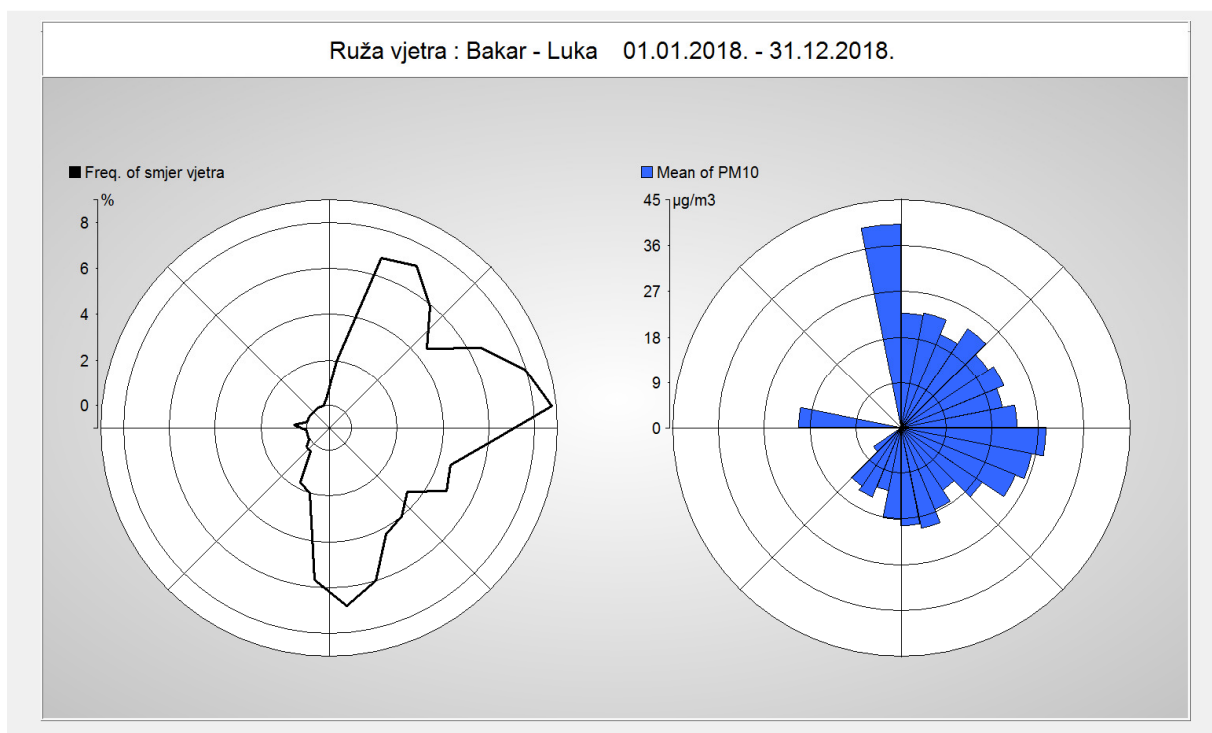
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

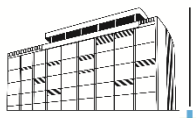
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Miroslaw Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetra
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

**MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA
NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR**

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

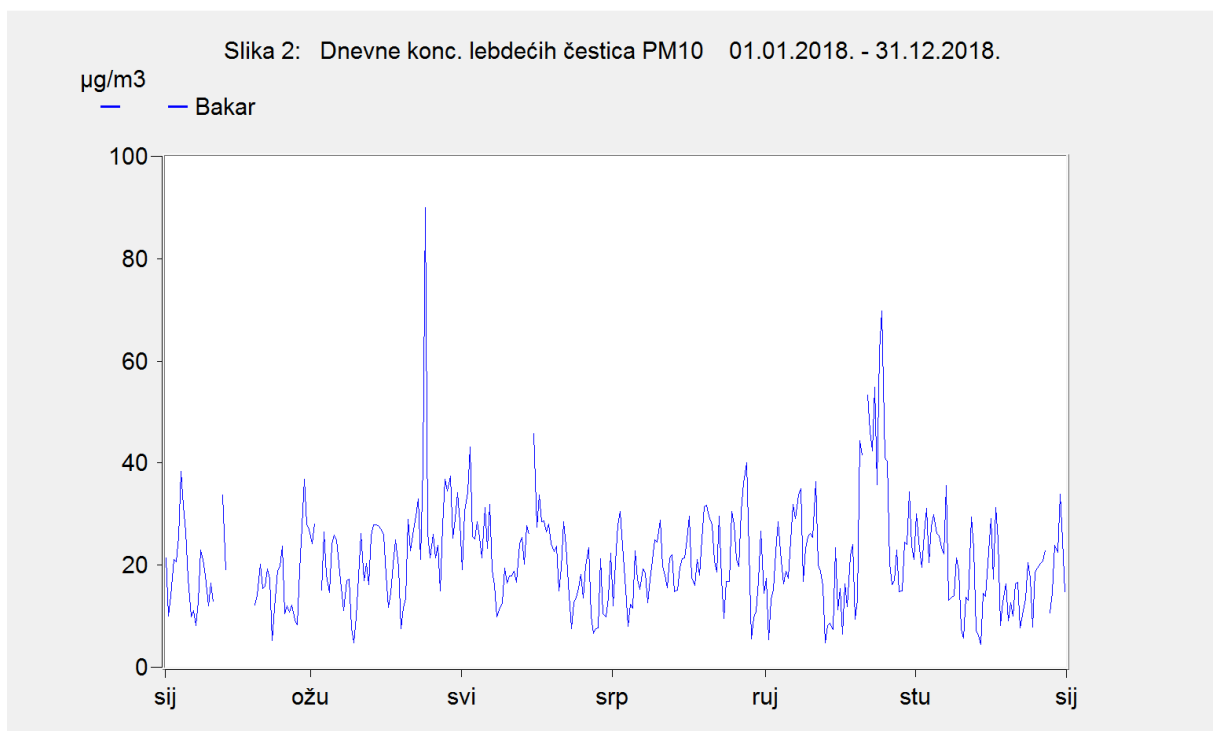
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

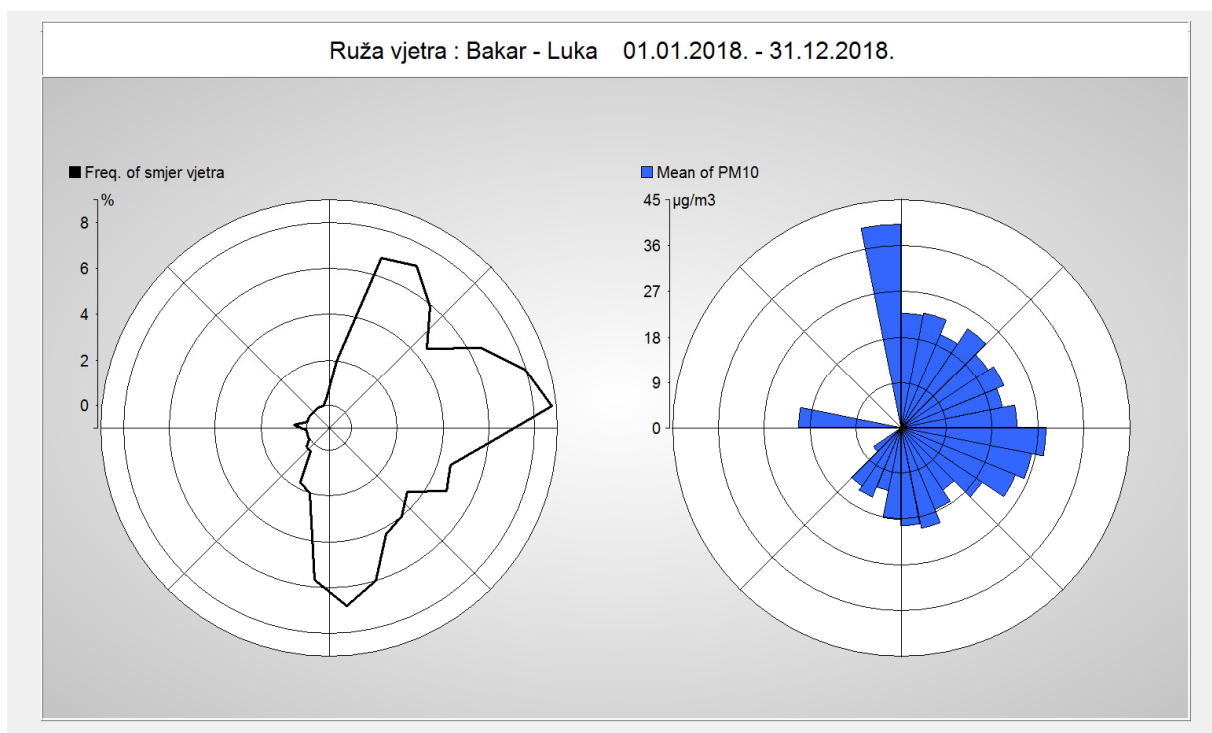
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

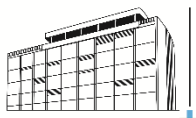
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Miroslaw Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetrova
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

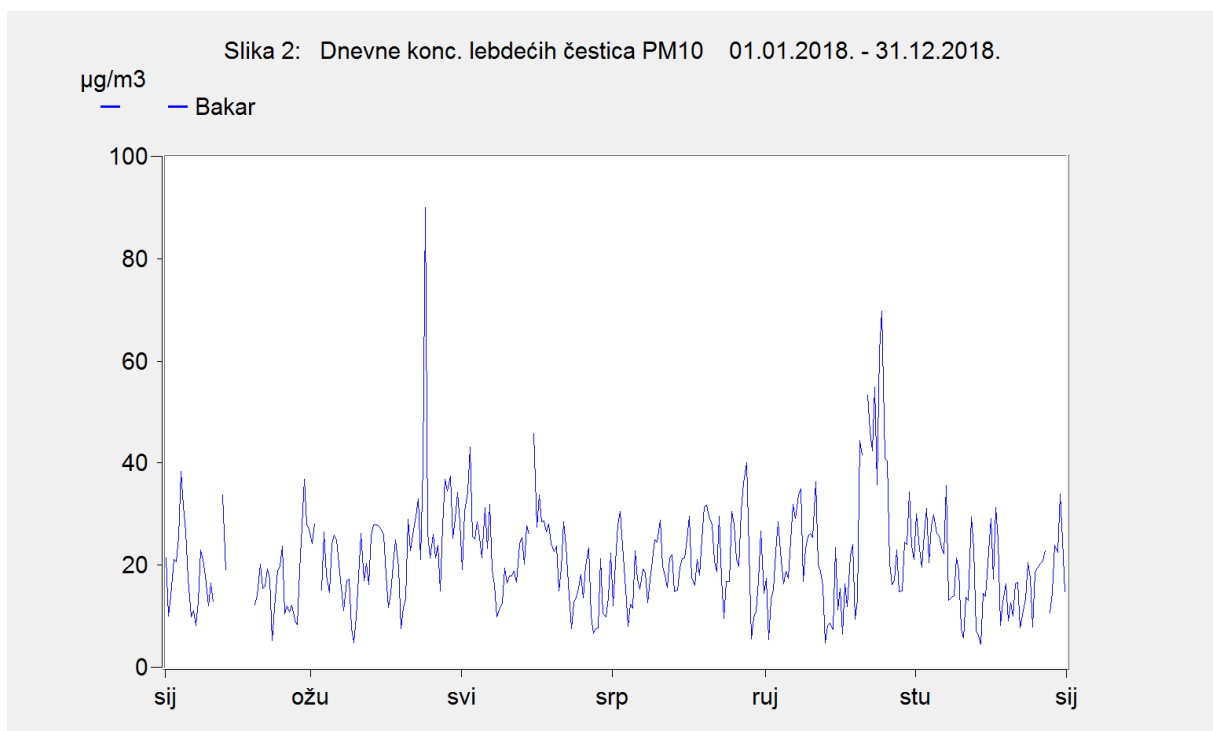
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

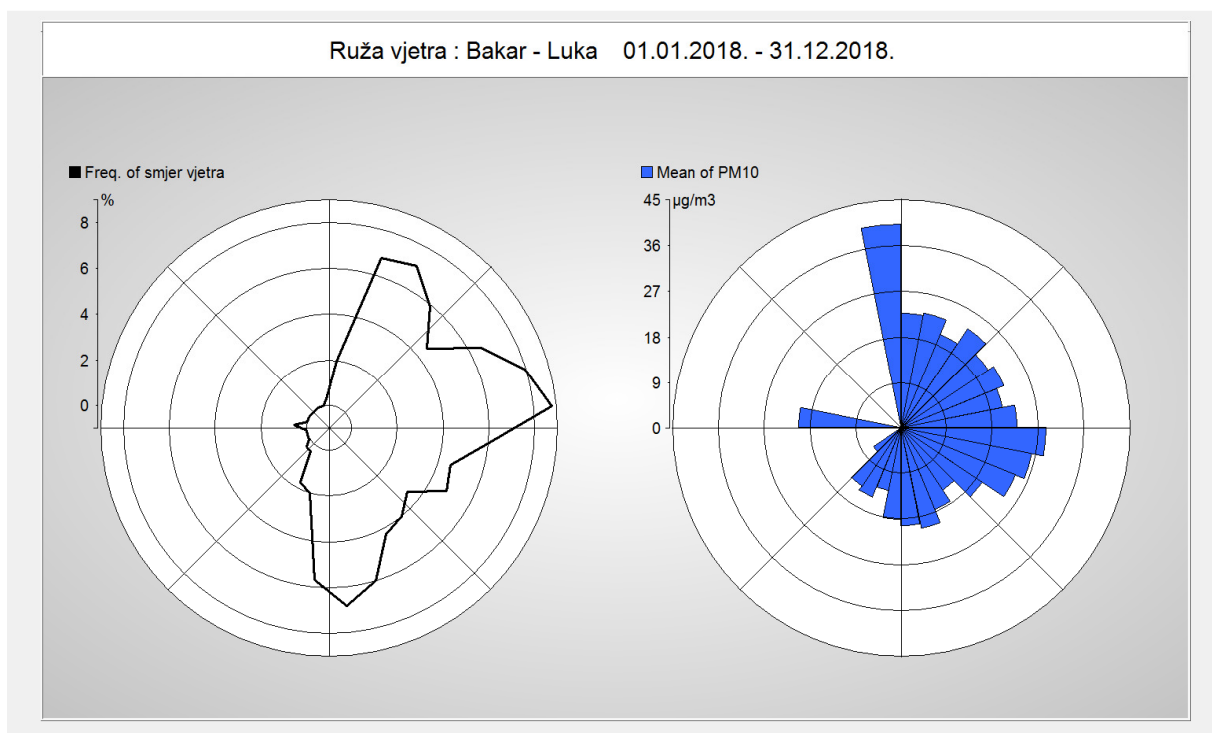
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

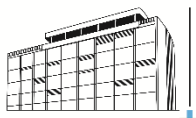
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Mirosław Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetrova
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

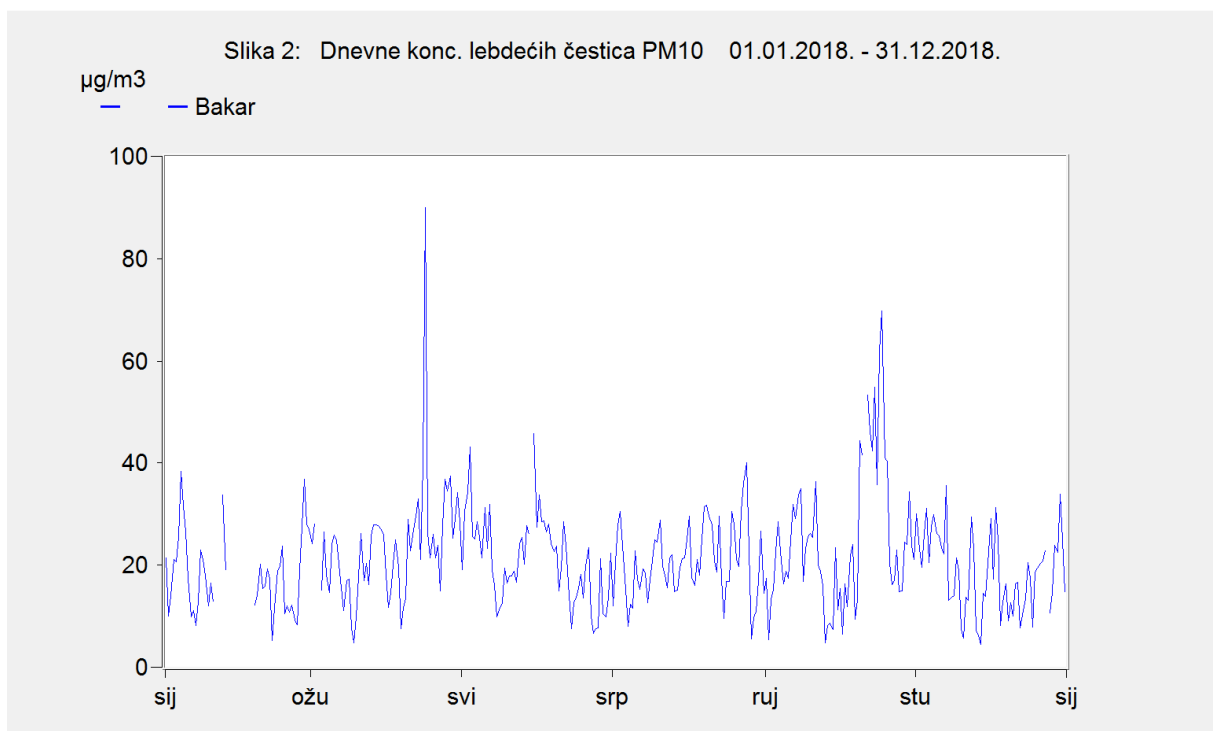
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

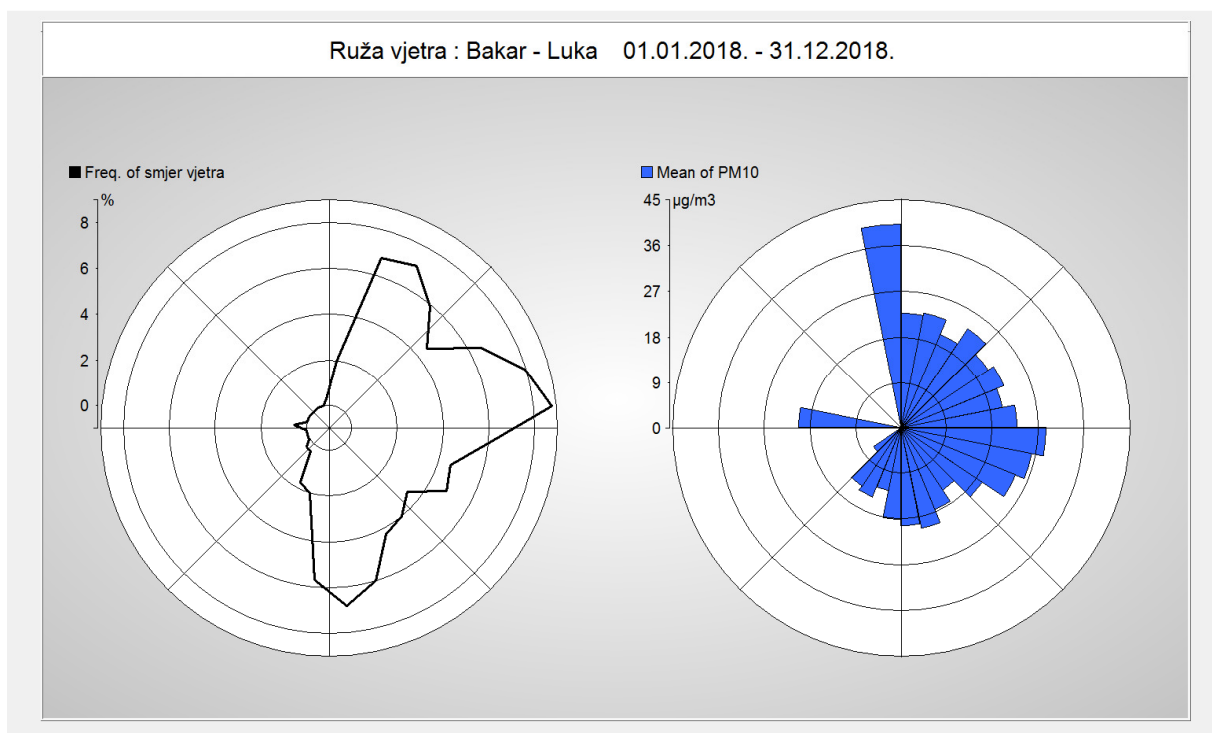
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

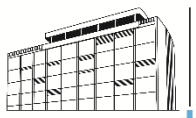
Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Miroslaw Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetrova
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -



NASTAVNI ZAVOD ZA
JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE**
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.



Rijeka, 2019.

**Nastavni ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVSTVO
PRIMORSKO-GORANSKE ŽUPANIJE
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka**

MJERENJE PM₁₀ FRAKCIJE LEBDEĆIH ČESTICA NA PODRUČJU TERMINALA BAKAR

Izvještaj za razdoblje 01.01. - 31.12.2018.

Rijeka, 2019.

Naslov: Mjerenje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica
na području Terminala Bakar

Izvršitelj: Nastavni Zavod za javno zdravstvo
Primorsko-goranske županije
Zdravstveno-ekološki odjel
Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka

Naručitelj: LUKA RIJEKA d.d.
Riva 1
HR- 51000 RIJEKA

Ugovor broj: 02-210-288/1-18 od 16.07.2018.

Izveštaj izradili: Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.
Velimir Zubak, struč.spec.ing.

Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka
v.d. Voditelja:

Zdravstveno-ekološki odjel
Voditelj:

Goran Crvelin, dipl.sanit.ing.

Doc.dr.sc. Željko Linšak, dipl.sanit.ing.

Ravnatelj:

Prof.dr.sc. Vladimir Mićović, dr.med.

SADRŽAJ:

	str.
Uvod	1
1. Propisi i granične vrijednosti	3
2. Metode rada i mjerna oprema	4
3. Rezultati i rasprava	5
4. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene	10
5. Zaključak	11
Literatura	12
Dodatak: METAPODACI	13
Podaci o mreži	
Podaci o postaji	
Podaci o mjernoj tehnici	
Potvrda o akreditaciji	

UVOD

Temeljem Akcijskog plana poboljšanja kvalitete zraka za Grad Bakar izrađenog od strane tvrtke Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju Zagreb (1), Luka Rijeka d.d. zadužena je po načelu onečišćivač plaća uspostaviti kontinuirano mjerenje frakcije lebdećih čestica PM₁₀ na lokaciji Terminala za rasute terete u Bakru.

Odabrana je lokacija na kojoj su provođena i prethodna mjerenja iz 2010. i 2011. godine kada je i utvrđena II kategorija kvalitete zraka obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ na ovom području (2). Radi se o prostoru između Terminala prema prvim stambenim naseljima, na uskom području omeđenim morem i cestom koja predstavlja istočni izlaz iz Grada Bakra, obzirom da se na predmetnoj lokaciji očekuje najveći mogući utjecaj sa područja terminala za rasute terete u Bakru.

Za potrebe ovog ispitivanja odabran je automatski analizator lebdećih čestica proizvođača Horiba, tip APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica. Oprema je smještena u klimatizirano kućište u kojem je Data logger za prikupljanje podataka i GSM modem za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka u Zavodu. Za potrebe povezivanja i uvođenja podataka u softverski paket Enviman (Opsis, Švedska) ishodovana je i dodatna licenca za novopostavljenu mjernu postaju Bakar Luka. Mjerna postaja opremljena je i stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra

Poslovi tehničkog upravljanja i interpretacije rezultata mjerenja u 2018. godini povjereni su Nastavnom zavodu za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, tj. Zdravstveno-ekološkom odjelu, Odsjek za kontrolu kvalitete vanjskog zraka prema ugovoru broj 02-210-288/1-18 od 16.07.2018. godine.

Položaj mjerne postaje u prostoru prikazan je na slici 1.



Slika 1: Položaj mjerne postaje Bakar Luka u prostoru, Izvor: Google Earth, 2018.

Popis skraćenica:

- N - broj podataka
- OP (%) - obuhvat podataka, razdoblje ispitivanja pokriveno izmjerenim pouzdanim podacima
- C_{sr} - prosječna mjesečna vrijednost
- C_M - maksimalna dnevna koncentracija
- C_{min} - minimalna dnevna/satna koncentracija
- $n > GV$ - broj uzoraka kojih je koncentracija iznad odgovarajuće granične vrijednosti
- C_{50} - medijan, vrijednost od koje je 50% podataka niže
- C_{98} - 98-percentil, vrijednost od koje je 98% podataka niže

1. PROPISI I GRANIČNE VRIJEDNOSTI

Prema Zakonu o zaštiti zraka (3), rezultati mjerenja uspoređuju se s odredbama Uredbe o razinama onečišćujućih tvari u zraku (4), a validacija i obrada podataka provodi se sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (5).

Prema definiciji iz Zakona (3):

- granična vrijednost (GV) je granična razina onečišćenosti ispod koje, na temelju znanstvenih spoznaja, ne postoji ili je najmanji mogući, rizik štetnih učinaka na ljudsko zdravlje i/ili okoliš u cjelini i jednom kad je postignuta ne smije se prekoračiti,

Prema članku 24. Zakona o zaštiti zraka kvaliteta zraka određenog područja svrstava se u dvije kategorije za svaki parametar koji se prati:

- I kategorija – čist ili neznatno onečišćen zrak ($C < GV$)
- II kategorija – onečišćen zrak ($C > GV$)

gdje je C izmjerena koncentracija, a GV granična vrijednost.

U tablici I navedene su granične vrijednosti prema navedenoj Uredbi (4) za PM₁₀ frakciju lebdećih čestica koja se ispituje u vanjskom zraku na području mogućeg utjecaja terminala za rasute terete u Bakru.

Svi validirani podaci uzeti su u obradu, što znači da neke prosječne mjesečne vrijednosti nisu relevantne, ukoliko je obuhvat podataka manji od 60%, odnosno 18 dana u pojedinom mjesecu. Dnevne koncentracije su preračunate samo ako je evidentirano više od 50% 1-satnih koncentracija za pojedini dan.

Kategorizacija kvalitete zraka provodi se za onečišćujuće tvari čiji je obuhvat podataka najmanje 90% kako je i propisano Pravilnikom (3). Kategorija kvalitete zraka može utvrditi i za parametre kod kojih je premašen broj dozvoljenih prekoračenja unutar godine dana, neovisno o obuhvatu podataka, ali to u 2018. godini na ovoj mjernoj postaji nije bio slučaj.

Tablica I: Granične vrijednosti koncentracija onečišćujućih tvari u zraku obzirom na zaštitu zdravlja ljudi

Onečišćujuća tvar	Vrijeme usrednjavanja	Granična vrijednost GV	Učestalost dozvoljenih prekoračenja (n>GV u 1 god)
Lebdeće čestice PM ₁₀	24 sata	50 µg/m ³	35 puta
	1 godina	40 µg/m ³	-

2. METODE MJERENJA I MJERNA OPREMA

Mjerna postaja Bakar Luka sa pripadajućom opremom isporučena je na lokaciju mjerenja u ožujku 2017. godine. Nakon instalacije, povezivanja sa serverom i kraćeg razdoblja probnog rada, mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ započela su početkom mjeseca travnja 2017. godine.

Referentna metoda za određivanje masene koncentracije PM₁₀ i PM_{2,5} frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku je standardna gravimetrijska mjerna metoda prema normi HRN EN 12341:2014. Za praćenje trenutnih (1-satnih) koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ korišten je automatski analizator Horiba APDA-371 sa pripadajućom ulaznom glavom (Inlet) za uzorkovanje PM₁₀ frakcije lebdećih čestica koji radi na principu atenuacije β -zračenja prilikom prolaska kroz eksponiranu filtersku traku, pri čemu se emitirani signal β -zračenja prigušuje proporcionalno masi čestica na filterskoj traci.

Oprema je smještena u za tu namjenu izrađeno klimatizirano kućište u kojem je smješten i Data logger (Horiba Mini I/O Expander) za prikupljanje podataka i GSM modem/router za bežičnu komunikaciju sa centralnim računalom za prikupljanje i obradu podataka softverskim paketom Enviman (Opsis, Švedska) smještenom u Zavodu.

Mjerna postaja opremljena je i teleskopskim stupom sa meteorološkim senzorima za mjerenja smjera i brzine vjetra (Gill Windsonic).

Postaja Bakar Luka uključena je u lokalnu mrežu za praćenje kvalitete zraka Primorsko-goranske županije, te su podaci o izmjeranim koncentracijama onečišćujućih tvari u zraku dostupni javnosti na internetskim stranicama Zavoda u realnom vremenu na satnoj razini (www.zzjzpgz.hr/zrak).

3. REZULTATI I RASPRAVA

Lebdeće čestice emitiraju se iz raznih izvora, od kojih su neki i prirodni. Sa stanovišta kvalitete zraka važniji antropogeni izvori su termoelektrane, industrijski procesi, promet i kućna ložišta. Lebdeće čestice predstavljaju kompleksnu smjesu organskih i anorganskih tvari različitih dimenzija čiji sastav značajno ovisi o lokalnim izvorima onečišćenja zraka. Lebdeće čestice PM₁₀ frakcija su ukupnih lebdećih čestica aerodinamičkog promjera manjeg od 10 µm i kao takve mogu prodrijeti u respiratorni sustav čovjeka. Zbirni rezultati mjerenja lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablici 3.2.1.

Tablica 3.1.: Zbirni rezultati određivanja lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) u zraku

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Razdoblje usrednjavanja	N	OP (%)	C _{sr}	C _M	n>GV	C ₅₀	C ₉₈
24-sata	346	95	21	90	n>50 5	20	44
1-sat	8157	93	21	265		18	57

N - broj analiziranih uzoraka

OP (%) - obuhvat podataka u promatranom razdoblju

C_{sr} - prosječna koncentracija

C_M - maksimalna dnevna koncentracija

C₅₀ - medijan, koncentracija od koje je 50% podataka niže

C₉₈ - koncentracija od koje je 98% podataka niže

n>50 - broj uzoraka većih od GV

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i u razini je vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije (6). Maksimalna mjesečna koncentracija izmjerena je u listopadu (29 µg/m³), dok je maksimalna dnevna koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ zabilježena 16.04. (90 µg/m³). Ukupno je kroz 2018. godinu zabilježeno pet prekoračenja 24-satne granične vrijednosti (GV= 50 µg/m³), što je ispod Uredbom dopuštenih 35 tijekom kalendarske godine.

Četiri prekoračenja zabilježena su u listopadu, temeljem čega je proveden inspekcijski nadzor kojim je utvrđeno da je uzrok povećanog prašenja pjeskarenje i antikorozivna zaštita silosa unutar radnog prostora tvrtke Cemex iz Kaštela u neposrednoj blizini Terminala Bakar u razdoblju od 12. do 19.10.2018. godine

Obzirom da se mjerenja ne provode referentnom gravimetrijskom metodom, postoji obaveza provođenja testova ekvivalencije od strane referentnog laboratorija za čestice najmanje jednom u pet godina kako bi mogli odrediti kategoriju kvalitete zraka. Određivanje stupnja ekvivalencije te posljedično korigiranje rezultata automatskog mjerenja na pojedinim mjernim mjestima nužni su iz razloga sastava i oblika lebdećih čestica karakterističnih za promatrano područje, utjecaj dizajna mjernog uređaja, temperature u uređaju (gubitak hlapivog dijela) i slično.

Prema navedenom, ovo područje bi se svrstalo u I kategoriju kvalitete zraka, odnosno zrak je čist ili neznatno onečišćen lebdećim česticama PM₁₀, ali sukladno hrvatskim propisima ovu ocjenu moguće je donijeti tek nakon odrađenih testova ekvivalencije.

Rezultati praćenja trenutnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ prikazani su u tablicama 3.1. i 3.2. Na slici 2 prikazan je hod 24-satnih koncentracija u 2018. godini.

Tablica 3.2.: Koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ po mjesecima (μg/m³)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Vrijeme usrednjavanja: 24 sata

Godina: 2018.

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	n>50	Vrijeme C _{Max}
Siječanj	22	19	8,2	38	0	07.01.
Veljača	23	17	5,3	37	0	26.02.
Ožujak	29	20	4,7	28	0	02.03.
Travanj	30	27	7,6	90	1	16.04.
Svibanj	30	24	9,9	46	0	30.05.
Lipanj	30	18	6,6	34	0	01.06.
Srpanj	31	19	8,0	31	0	04.07.
Kolovoz	31	22	5,6	40	0	24.08.
Rujan	30	20	4,8	36	0	21.09.
Listopad	30	29	6,5	70	4	18.10.
Studen	30	19	4,4	36	0	13.11.
Prosinac	30	18	7,7	34	0	29.12.
Vrijednost za razdoblje	346	21	4,4	90	5	16.04.

Vrijeme usrednjavanja: 1 sat

Mjeseci	N	C _{Sr}	C _{Min}	C _{Max}	Vrijeme C _{Max}	
					dan	sat
Siječanj	493	19	0,0	97	01.01.	01:00
Veljača	539	17	0,5	47	26.02.	12:00
Ožujak	684	20	0,2	63	02.03.	14:00
Travanj	719	27	3,4	135	16.04.	16:00
Svibanj	688	23	4,5	77	10.05.	13:00
Lipanj	719	18	0,3	92	26.06.	11:00
Srpanj	744	19	2,4	97	20.07.	09:00
Kolovoz	744	22	2,0	111	23.08.	11:00
Rujan	718	20	0,0	218	15.09.	20:00
Listopad	687	29	0,0	265	18.10.	15:00
Studen	720	19	0,0	116	23.11.	15:00
Prosinac	702	18	0,0	112	29.12.	04:00
Vrijednost za razdoblje	8157	21	0,0	265	18.10.	15:00

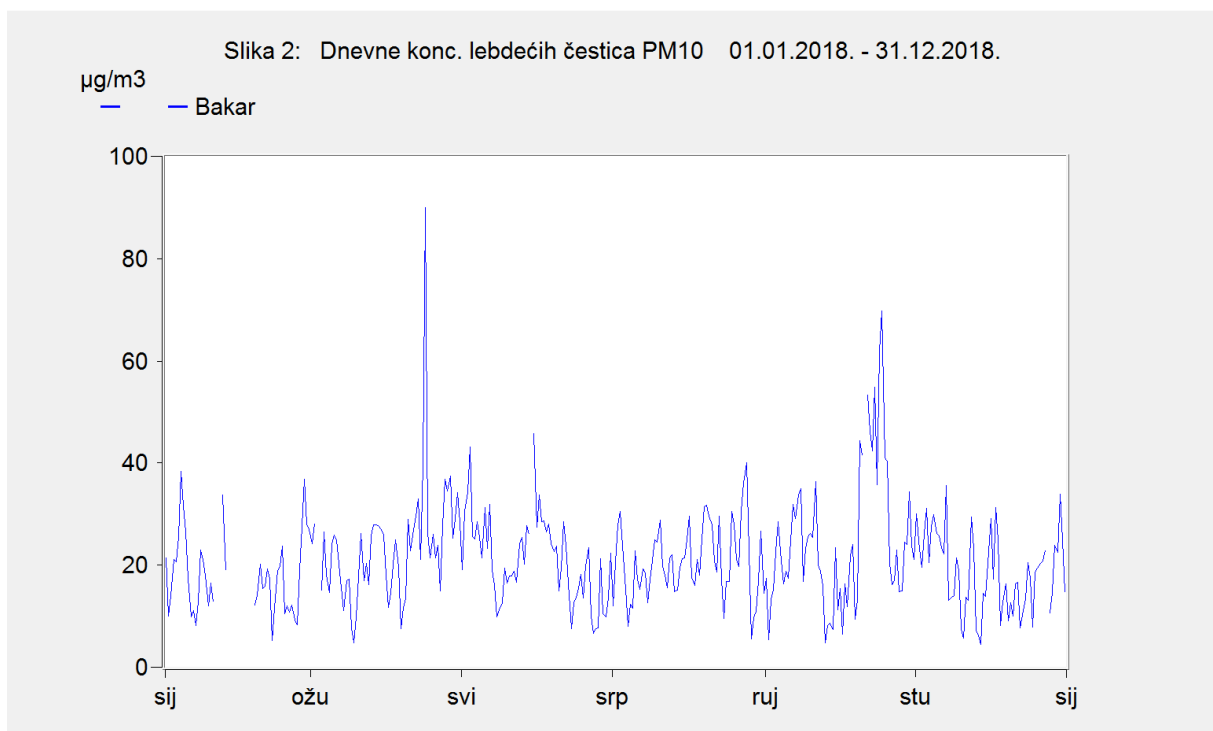
N- broj podataka

C_{Sr}- prosječna vrijednost koncentracija

C_{Min}- minimalna koncentracija

C_{Max}- maksimalna koncentracija

n>50 - broj uzoraka većih od GV



Slika 2: 24-satne koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ (µg/m³) na postaji Bakar Luka u 2018. godini

Osim mjerenja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ na postaji Bakar Luka pratili su se i meteorološki parametri smjer i brzina vjetra. Meteorološki podaci bitni su za povezivanje eventualnih onečišćenja zraka sa dominantnim smjerom vjetra u nekom razdoblju kako bi se utvrdilo sa kojeg prostora dolazi onečišćenje. Prema položaju postaje Bakar Luka u odnosu na Terminal Bakar, onečišćenja koja dolaze iz smjera istoka odnosno jugoistočnog kvadranta (45-135°) moguće je pripisati aktivnostima na terminalu.

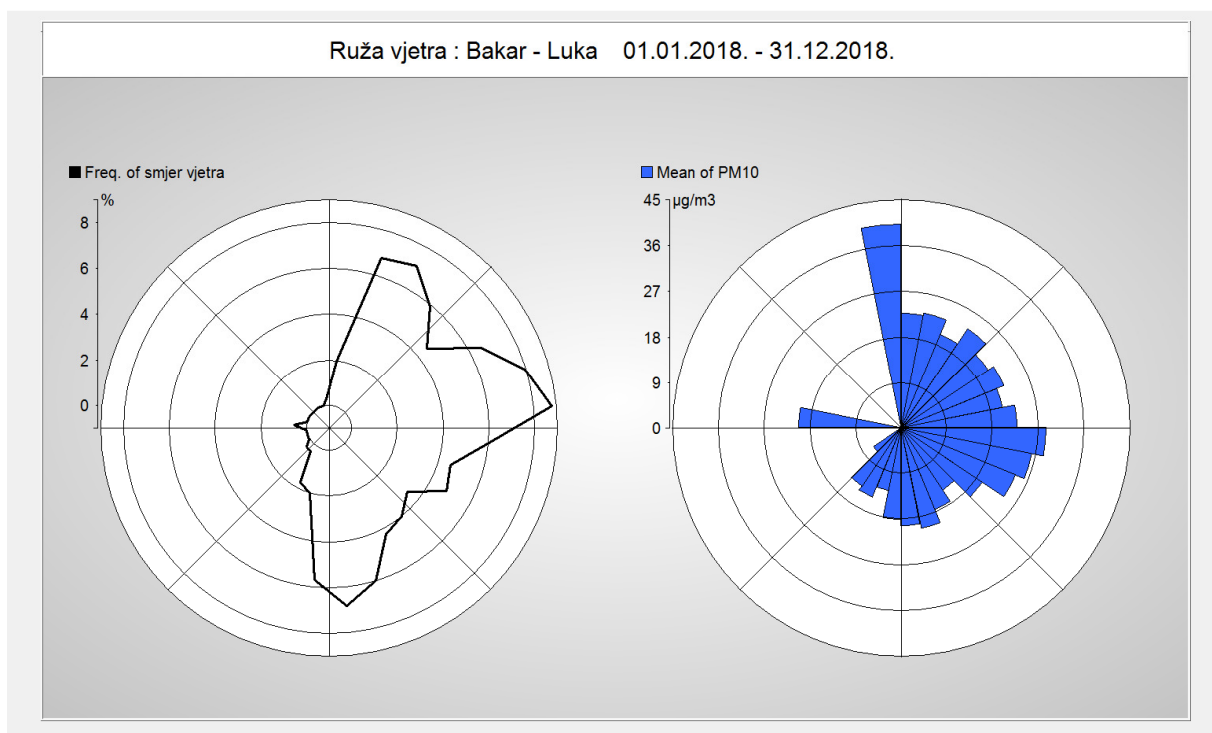
Meteorološki podaci ukazuju na dva dominantna smjera vjetra na području mjerne postaje, prevladavajući je iz pravca sjevera i sjeveroistoka (bura), a nešto manji po učestalost je vjetar iz južnog smjera (jugo). Kada se povežu prevladavajući smjerovi vjetra sa izmjerenim koncentracijama čestica, iz priložene slike vidljivo je da je glavnina izmjerenih lebdećih čestica PM₁₀ do mjerne postaje dospjela sa prostora Terminala Bakar, ali također postoji značajan utjecaj morskih aerosola kao i prometnice koja prolazi iznad mjerne postaje. Meteorološki parametri i ruža vjetrova prikazani su u tablici 3.3. i na slici 3.

Tablica 3.3: Prosječni dnevni smjer (°) i brzina vjetra (m/s)

Mjerna postaja: Bakar Luka

Godina: 2018.

Mjeseci	Smjer vjetra (°)		brzina vjetra (m/s)			Vrijeme
	N	C _{sr}	C _{sr}	C _{Min}	C _{Max}	
Siječanj	25	68	0,9	0,4	1,8	19.01.
Veljača	23	133	2,1	0,6	4,2	26.02.
Ožujak	31	90	1,2	0,4	4,0	21.03.
Travanj	30	93	0,9	0,5	1,5	27.04.
Svibanj	31	106	0,9	0,6	2,0	20.05.
Lipanj	30	124	1,0	0,6	2,4	14.06.
Srpanj	31	96	0,8	0,4	1,6	01.07.
Kolovoz	31	127	1,0	0,6	2,2	26.08.
Rujan	30	102	0,8	0,4	2,1	24.09.
Listopad	31	121	1,0	0,3	2,3	02.10.
Studen	30	95	1,0	0,3	2,8	28.11.
Prosinac	30	59	0,9	0,3	3,0	14.12.
Vrijednost za razdoblje	353	101	1,0	0,3	4,2	26.02.



Slika 3: Dominantni smjer vjetra i raspodjela PM₁₀

3. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene

Uz analizu rezultata mjerenja, provedena je i interpretacija rezultata u odnosu na gornji i donji prag procjene. Pri tome je primijenjena je Tablica A iz Priloga 2. Uredbe (4) koja se odnosi na granice procjenjivanja s obzirom na zdravlje ljudi. Granice procjenjivanja dane su u tablici 5.1, a zbirni rezultati procjenjivanja u tablici 5.2.

Prema Zakonu o zaštiti zraka (1) definiraju se:

- *donji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti samo tehnika modeliranja ili tehnika objektivne procjene,
- *gornji prag procjene*: razina onečišćenosti ispod koje se za procjenu kvalitete okolnog zraka može koristiti kombinacija mjerenja na stalnom mjestu i tehnika modeliranja i /ili indikativnih mjerenja.

Tablica 4.: Gornji i donji pragovi procjene

Onečišćujuća tvar	Prag procjene	Razdoblje praćenja	Vrijeme usrednjavanja	Iznos praga procjene	Učestalost dozvoljenih prekoračenja
PM ₁₀	gornji	kalendarska godina	24 sata	35 µg/m ³ (70% GV)	35 puta
	donji			25 µg/m ³ (50% GV)	35 puta
	gornji	kalendarska godina	1 godina	28 µg/m ³ (70% GV)	
	donji			20 µg/m ³ (50% GV)	

Od 346 obrađenih 24-satnih koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ gornji prag procjene (35 µg/m³) prelaze 23 dnevna podataka (6%), dok donji prag procjene (25 µg/m³) prelaze 104 podatka (30%). Učestalost dozvoljenih prekoračenja je 35 puta u kalendarskoj godini, pa je prema navedenom, prekoračen donji prag procjene obzirom na lebdeće čestice PM₁₀ za vrijeme usrednjavanja od 24 sata.

Srednja godišnja koncentracija lebdećih čestica PM₁₀ u 2018. godini iznosi 21 µg/m³ i ispod je gornjeg ali prelazi donji prag procjene na godišnjoj razini (28 odnosno 20 µg/m³).

5. ZAKLJUČAK

Rezultati monitoringa PM₁₀ frakcije lebdećih čestica u vanjskom zraku na području terminala za rasute terete u Bakru u 2018. godini ukazuju:

1. Izmjerene koncentracije lebdećih čestica PM₁₀ kreću se u očekivanom rasponu i u razini su vrijednosti koje se bilježe na području Primorsko-goranske županije. U 2018. godini zabilježeno je pet prekoračenja dnevne granične vrijednosti za lebdeće čestice PM₁₀, što je ispod Uredbom dopuštenih 35 puta u kalendarskoj godini.
2. Interpretacija rezultata u odnosu na pragove procjene ukazuje da je prekoračen donji prag procjene, što potvrđuje dobivene rezultati mjerenja, ali i ukazuje na potrebu daljnjeg praćenja ovog parametra ispitivanja.
3. Iz prikupljenih podataka mjerenja vidljivo je da na utjecajnom području Terminala Bakar nema znatnijeg trajnog opterećenja vanjskog zraka lebdećim česticama, odnosno da je povremena pojava povišenih koncentracija uglavnom posljedica trenutnih aktivnosti na terminalu i nepovoljnih meteoroloških prilika.
4. Prema izmjerenim imisijskim koncentracijama PM₁₀ frakcije lebdećih čestica na području mjerne postaje Bakar Luka zrak je čist ili neznatno onečišćen obzirom na ovaj parametar ispitivanja, ali sukladno hrvatskim propisima kategorizaciju područja moguće je odrediti tek nakon provedenih testova stupnja ekvivalencije automatske mjerne metode i referentne gravimetrijske metode.

LITERATURA

- (1) Akcijski plan poboljšanja kvalitete zraka na području Grada Bakra, Oikon d.o.o. Institut za primijenjenu ekologiju, Zagreb, 2013.
- (2) Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka lebdećim česticama PM₁₀ u Gradu Bakru, Razdoblje uzorkovanja: 01.01.2010.–31.12.2011., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2012.
- (3) Zakon o zaštiti zraka, NN 130/11, 47/14, 61/17 118/18
- (4) Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku, NN 117/12 i 84/17
- (5) Pravilnik o praćenju kvalitete zraka, NN 79/17
- (6) "Izvještaj o praćenju onečišćenja zraka na području Primorsko-goranske županije, Izvještaj za razdoblje 01.01.-31.12.2018., Nastavni Zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije, Rijeka, 2019.

DODATAK:

- METAPODACI:

- Podaci o mreži
- Podaci o postaji
- Informacije o mjernoj tehnici

Potvrda o akreditaciji

I PODACI O MREŽI	
I.1. Naziv	Monitoring Terminala Bakar
I.2. Kratica	
I.3. Tip mreže	Lokalna, mjerenja posebne namjene
I.4. Tijelo odgovorno za upravljanje mrežom	
I.4.1. naziv	Luka Rijeka
I.4.2. ime odgovorne osobe	Jędrzej Mirosław Mierzewski
I.4.3. adresa	Riva 1, 51000 Rijeka
I.4.4. broj telefona i faksa	051/ 496 202; fax: 051/ 496 203
I.4.5. elektronska pošta	uprava@lukarijeka.hr
I.4.6. web adresa	www.lukarijeka.hr
I.5. Obavijest o vremenu	UTC +1 (CET)

II PODACI O POSTAJI	
II.1. Opći podaci	
II.1.1. Ime postaje	Bakar Luka
II.1.2. Ime grada-naselja	Bakar
II.1.3. Nacionalni ili lokalni broj ili oznaka	
II.1.4. Kod postaje	
II.1.5. Ime stručne institucije koja odgovara za postaju	Nastavni zavod za javno zdravstvo Primorsko-goranske županije
II.1.6. Tijelo ili programi kojima se dostavljaju podaci	Primorsko-goranska županija Luka Rijeka d.d., HAZOP
II. 1.7. Ciljevi mjerenja	zaštita zdravlja ljudi
II. 1.8. Geografske koordinate	N 45°18'21" E 14°32'32" 5 m/nm
II. 1.9. NUTS razina IV	
II. 1.10. Onečišćujuće tvari koje se mjere (ISO kod)	PM ₁₀ (24)
II. 1.11. Meteorološki parametri koji se mjere	Smjer i brzina vjetra
II. 1.12. Druge informacije	-
II. 2. Klasifikacija postaje	
II. 2.1. Tip područja	II 2.1.2. Gradsko
II. 2.2. Tip postaje u odnosu na izvor emisija	II 2.2.2. Industrijska (lučki terminal)
II. 2.3. Dodatne informacije o postaji	
II. 2.3.1. Reprezentativnost postaje	promjer: cca 500 m u svim smjerovima
II. 2.3.2. Gradske i prigradske postaje	broj stanovnika: 7800
II. 2.3.4. Industrijske postaje	
- tip industrije	Asocirane oznake: 128; SNAP oznaka: 08
-udaljenost od izvora/ područja izvora	20 m

III. INFORMACIJE O MJERNOJ TEHNICI PO ONEČIŠĆUJUĆIM TVARIMA	
III.1. Mjerna oprema	
III 1.1. Naziv parametra	III. 1.2. Analitička ili mjerna metoda
Lebdeće čestice PM ₁₀	Atenuacija β-zračenja
III.2 Značajke uzorkovanja	
III.2.1. Lokacija mjernog mjesta	Krov (Asocirana oznaka: 32)
III.2.2. visina mjesta uzorkovanja	4 m
III.2.3. učestalost integriranja podataka	1 h/ 1dan/ 1 god
III.2.4. vrijeme uzorkovanja	kontinuirano

- Kraj izvještaja o ispitivanju -