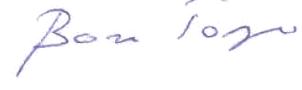
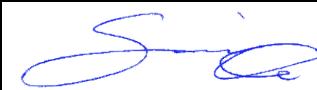
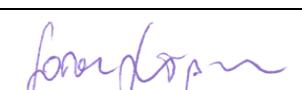
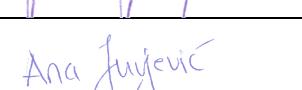


Izrada stručne podloge za uspostavu mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka na području utjecaja Zračne luke Dubrovnik

Zagreb, veljača 2016.

NARUČITELJ	Zračna luka Dubrovnik d.o.o. za usluge u zračnom prometu, 20 213 Čilipi	
IZVRŠITELJ	OIKON d.o.o., Trg senjskih uskoka 1-2, HR-10 020 Zagreb	
VRSTA DOKUMENTACIJE	Izrada stručne podloge za uspostavu mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka na području utjecaja Zračne luke Dubrovnik	
BROJ UGOVORA	1046-15	
VODITELJICA PROJEKTA	dr. sc. Božica Šorgić, mag. chem.	
OIKON d.o.o.	dr. sc. Božica Šorgić, mag. chem.	
GEKOM d.o.o.	Msc Sanja Grgurić, mag. phys. et geophys.	
	Goran Gašparac, mag. phys. et geophys.	
	Ana Jurjević, mag. math.	
DIREKTOR	dr. sc. Oleg Antonić	

Sadržaj

1.	Uvod	1
2.	Analiza podataka	1
2.1.	Analiza meteoroloških parametara.....	2
2.2.	Analiza rezultata numeričkog modeliranja	5
3.	Odabir lokacije mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka.....	8
3.1.	Uvjeti predloženih lokacija	11
3.2.	Značajnost lokacije	15
4.	Prijedlog tehničke specifikacije mjerne postaje kvalitete zraka	17
4.1.	Tehnički uvjeti mjernog mjesta	19
4.2.	Definiranje sadržaja redovitog godišnjeg izvještaja o praćenju kvalitete zraka koje će se objavljivati na web stranicama Zračne luke u skladu s važećim regulativama ...	19
4.3.	Sustav praćenja kvalitete zraka ZLDU	20
4.4.	Prijedlog funkcionalno-tehničke specifikacije potrebne mjerne opreme u svrhu nabave i instalacije mjerne postaje	21
5.	Literatura	23
6.	Dodatak.....	24
6.1.	Građevinski radovi.....	24
6.2.	Konstrukcija kontejnerske jedinice	24
6.3.	Meteorološki stup	25
6.4.	Napajanje električnih instalacija	25
6.5.	Zaštita od udara	26

1. Uvod

Predmet ovog Elaborata je utvrđivanje lokacije mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka u okolini Zračne luke Dubrovnik u skladu s Rješenjem o prihvatljivosti zahvata Zračna luka Dubrovnik, Općina Konavle na okoliš donesenim od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode (KLASA: UP/I 351-03/14-02/35, URBROJ: 517-06-2-1-2-14-20) 13. listopada 2014.

Sukladno Rješenju, prije rekonstrukcije i proširenja zračne luke te također tijekom korištenja potrebno je osigurati mjerjenje relevantnih meteoroloških parametara (temperatura zraka, brzina i smjer vjetra) te kontinuirano mjerjenje onečišćujućih tvari u zraku: dušikovih oksida (NO_x), sumporovih oksida (SO_x), benzena, lebdećih čestica (obje frakcije $\text{PM}_{2.5}$ i PM_{10}) i ozona (O_3).

Iako je u Rješenju navedena lokacija naselja Močići kao mjesto za postavljanje mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka, ovim Elaboratom također se nastojalo analizirati i druge potencijalne lokacije u skladu s *Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka* (NN 03/13) te uvažavajući slijedeće:

- rezultate analize meteoroloških mjerjenja s mjerne postaje Dubrovnik - Zračna luka
- analizu rezultata numeričkog modeliranja provedenog kroz Studiju utjecaja na okoliš razvoja Zračne luke Dubrovnik, općina Konavle (Dvokut Ecro, 2014.)
- analizu stanovništva (broj, gustoća, starosna dob) prema popisu stanovništva iz 2011 godine Državnog zavoda za statistiku
- analizu potencijalnih emisija i akcidentnih situacija kroz izgradnju/razvoj Zračne luke
- reprezentativnost mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka
- postojeću infrastrukturu te mogućnosti postavljanja nove za potrebe mjerne postaje
- informacije prikupljene obilaskom terena

U dalnjem tekstu - **kriteriji odabira postaje**.

2. Analiza podataka

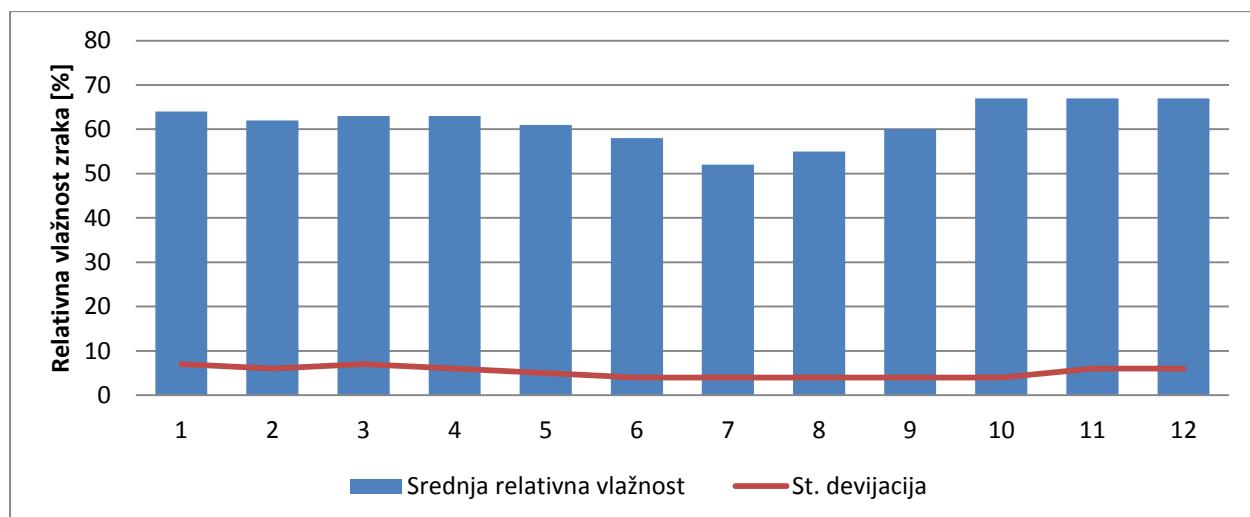
Planirana zona obuhvata Zračne luke Dubrovnik (ZLDU) nalazi se u Općini Konavle u Dubrovačko-neretvanskoj županiji te svojom veličinom zahvaća dijelove naselja Močići i Čilipi. Utjecaj na okolno stanovništvo razlikovat će se tijekom različitih planiranih aktivnosti. Tijekom izgradnje zahvata, utjecaj će zbog manipulativnih radova te kretanja strojeva unutar zahvata biti ograničen na lokalno stanovništvo. Ovaj utjecaj povremeno može bit jačeg intenziteta ovisno o meteorološkim uvjetima i trenutnim aktivnostima, međutim on nije dugotrajan i prestat će po završetku radova. Tijekom izgradnje zahvata, kontinuirani izvor predstavljat će također emisije iz cestovnog i zračnog prometa koje će se nastaviti i tijekom korištenja zahvata odnosno nakon završetka radova. On se može smatrati dugotrajnim te se zbog planiranog povećanja intenziteta zračnog prometa očekuje i njegov povećan utjecaj na kvalitetu zraka i lokalno stanovništvo.

Glavni izvor emisija na području ZLDU tijekom korištenja zahvata su:

- plinovi nastali sagorijevanjem goriva u motorima zrakoplova
- plinovi oslobođeni u atmosferu tijekom pretakanja goriva
- plinovi nastali sagorijevanjem goriva potrebnog za rad zemaljske opreme za održavanje, servisiranje i opsluživanje zrakoplova na zemlji
- emisije iz motornih vozila za prijevoz putnika, zaposlenika i posjetitelja ZLDU
- emisije iz dimnjaka središnje kotlovnice
- emisije nastale sagorijevanjem goriva vozila na državnoj cesti D8, a od kojih je određeni postotak vezan uz rad ZLDU

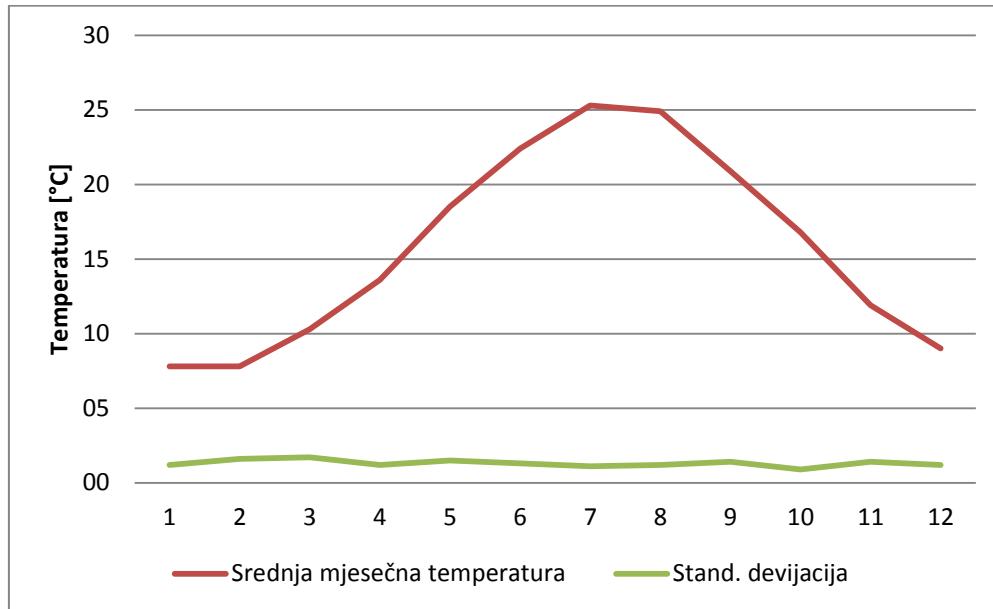
2.1. Analiza meteoroloških parametara

Najbliža meteorološka postaja nalazi se na lokaciji ZLDU s relativno dugim pokrivenim razdobljem mjerena od 1981. do 2012. godine. Disperzija onečišćujućih tvari pod direktnim je utjecajem polja vjetra, relativne vlažnosti i temperature zraka. Svi meteorološki parametri direktno ili indirektno ovise o dozračenom sunčevom zračenju koje je izraženije tijekom ljetnih mjeseci (mjesec kolovoz najsunčaniji je mjesec s 333,5 sunčevih sati), no s obzirom na položaj ZLDU, sunčeve zračenje je dominantan izvor energije i tijekom godine (mjesec prosinac je mjesec s najmanje sunčevih sati 117,7). U prosjeku, tijekom godine broj sunčevih sati iznosi visokih 2643,4. Zbog slabe varijabilnosti u insolaciji, tijekom razdoblja mjerena na ZLDU standardne devijacije srednjaka relativne vlažnosti pojedinog mjeseca ukazuju na vrlo male varijacije tijekom godine (2-7%) s time da je ona veća od studenog do svibnja dok se u preostalom dijelu godine smanjuje (Slika 2-1). Stoga su moguća dulja zadržavanja zračne mase tijekom zimskog dijela godine, no s obzirom na monoton godišnji hod relativne vlažnosti zraka, utjecaj relativne vlažnosti se ne smatra značajnim faktorom na promjenjivost imisijskih koncentracija na ZLDU.



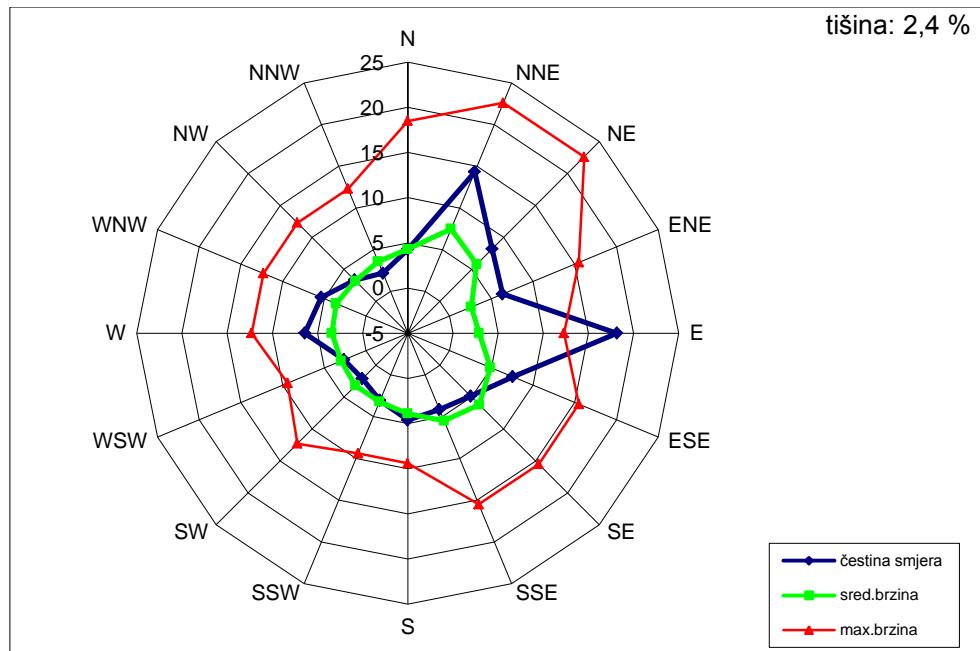
Slika 2-1. Srednja mjeseca relativna vlažnost zraka i pripadajuća standardna devijacija za razdoblje 1981. - 2012.

Srednji godišnji hod temperature zraka prati godišnji hod sunčevog zračenja te je očekivano srpanj najtoplji mjesec ($25,3^{\circ}\text{C}$), dok je siječanj najhladniji ($7,8^{\circ}\text{C}$). Srednja godišnja varijacija temperature izrazito je mala i kreće se u intervalu od $0,9$ do $1,7^{\circ}\text{C}$ što znači da temperatura tijekom godine ima vrlo mali potencijal utjecaja na kvalitetu zraka u smislu ekstremnih vrijednosti (Slika 2-2.).



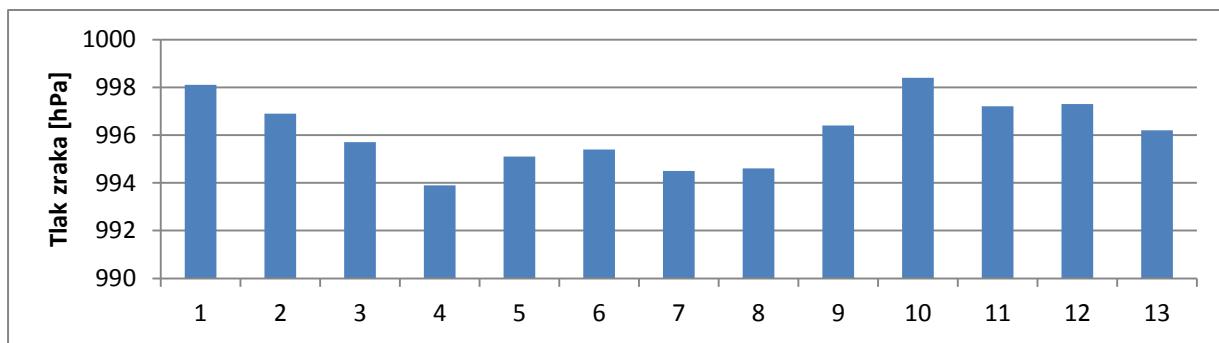
Slika 2-2. Srednja mješevna temperatura zraka i pripadajuća standardna devijacija za razdoblje 1981. - 2012.

Prizemno polje vjetra jedan je od najznačajnijih faktora u disperziji onečišćujućih tvari. Može se smatrati kao rezultat frontalnih poremećaja na većim skalama (ciklone i anticiklone) i lokalnih varijabilnosti (topografija, prijelaz kopno/more, tip tla, prizemno trenje i sl.) na manjim skalamama. Geografski položaj ZLDU na granici more/kopno rezultira kontinuiranom izmjenom lokalnih cirkulacija. Dominantno dnevno strujanje upravo je obalna cirkulacija koja se javlja uslijed neravnomjerno zagrijanih površina (kopno/more) te teži uravnotežiti sastav i temperaturu prevladavajućih zračnih masa u prvim slojevima atmosfere. Stoga je taj tip strujanja uglavnom povezan sa sunčevim zračenjem jer upravo ono stvara prostorne gradiente. Tu se još javljaju, ovisno o dobu godine, u različitim intenzitetima bura i juga kao prevladavajući dominantni vjetrovi na većoj skali. Oni su nerijetko povezani sa sinoptičkim poremećajima čime zahvaćaju veće područje. Glavna karakteristika juga je monotonost u intenzitetu, dok je bura mahovit vjetar u intenzitetu i trajanju. Tijekom zimskog dijela godine oba vjetra su dugotrajniji i jači u intenzitetu dok su tijekom ljetnih mjeseci najčešće manjih brzina i kraćeg trajanja. Prema Slici 2-3., godišnja ruža vjetra pokazuje da je upravo NNE vjetar dominantan na području ZLDU. Javlja se u 14,3% slučajeva i za njega su karakteristične veće brzine vjetra - srednja brzina $7,5 \text{ m/s}$ i maksimalna brzina $22,6 \text{ m/s}$. E je najučestaliji vjetar, međutim njegova brzina je bitno manja (srednja brzina od $2,9 \text{ m/s}$ i maksimalna brzina od $12,3 \text{ m/s}$). On se javlja upravo prilikom karakteristične obalne cirkulacije koja u principu ne pokazuje ekstremne brzine već je više stalan vjetar manjih brzina.



Slika 2-3. Godišnja ruža vjetra za meteorološku postaju Dubrovnik tijekom razdoblja analize (1981.-2008.).

Tlak zraka na meteorološkoj postaji Dubrovnik relativno je varijabilan tijekom godine. Generalno, može se smatrati da su za zimski dio godine karakteristični prolasci visokog polja zraka, dok je tijekom toplijeg dijela godine atmosfera uglavnom bila nižeg tlaka zraka (Slika 2-4.). Niži tlak zraka može se povezati s prolascima frontalnih poremećaja koje mogu uzrokovati ekstremnije vremenske prilike poput većih brzina vjetra, pljuskova, grmljavine i sl., dok anticiklone (polja visokog tlaka zraka) označavaju razdoblja lijepog vremena, te uglavnom slabijih brzina vjetra, stalne uglavnom niže naoblake.



Slika 2-4. Godišnji hod tlaka zraka za meteorološku postaju Dubrovnik tijekom razdoblja analize (1981.-2008.).

Atmosfera je kompleksan sustav koji u principu ima tendenciju izbalansirati uneravotežena područja. Stoga su sve promjene meteoroloških parametara povezane, primjerice promjena u polju vjetra svakako će utjecati na relativnu vlažnost i temperaturu i obrnuto. Ovdje treba napomenuti da je dan osvrta na samo nekoliko meteoroloških parametara koji će imati utjecaj na lokalnu kvalitetu zraka. Stoga nije bitno samo promatrati jedan izolirani parametar već njihovu kombinaciju koji daju realnu sliku stvarnog stanja atmosfere. Ovom analizom pokazano je da se područje ZLDU može opisati kao iznimno vjetrovito područje što svakako pozitivno utječe na kvalitetu zraka. Provjetravanje

područja pogoduje manjem zadržavanju i akumuliranju onečišćujućih tvari na području ZLDU te transportu na dalja područja. Manje brzine vjetra pogoduju transportu čestica na manje udaljenija područja te akumuliranju onečišćenja. Provjetravanjem područja svakako se smanjuje i relativna vlažnost. Tijekom zimskog dijela godine tlak zraka je relativno viši u odnosu na preostali dio godine kada se mogu javiti razdoblja s povećanim imisijskim vrijednostima, međutim za taj dio godine karakteristične su upravo i ekstremnije brzine vjetra tijekom epizoda bure i juga koji pogoduju upravo jačem provjetravanju područja.

2.2. Analiza rezultata numeričkog modeliranja

Kroz Studiju utjecaja na okoliš provedene su numeričke simulacije disperzije onečišćujućih tvari korištenjem Gaussovog modela AERMOD u slučaju izgradnje i korištenja zahvata. Kroz ovaj elaborat komentirani su samo rezultati numeričkih simulacija očekivanih onečišćujućih tvari za vrijeme korištenja zahvata. Tijekom izgradnje zahvata očekuju se dodatni pritisci na lokalnu kvalitetu zraka iz radnih strojeva te pojačanog prometa na dionici državne ceste D8, a i na samoj lokaciji ZLDU. Taj pritisak je konačan te će prestati nakon završavanja radova, dok će utjecaj kroz korištenje zahvata biti dugotrajan i smatra se relevantnim za određivanje lokacije mjerne postaje kvalitete zraka.

AERMOD model je standardni Gaussov model Američke Agencije za zaštitu okoliša koji računa vrijednosti koncentracije onečišćenja na svakom unaprijed definiranom mjestu, a prema unaprijed definiranim meteorološkim podacima. Time se omogućuje praćenje utjecaja svakog pojedinog izvora onečišćenja na koncentraciju onečišćenja na unaprijed definiranim čvorovima receptorske mreže. Formiranje dimne perjanice (podizanje, transport, difuzija i taloženje) pod izravnim je utjecajem satno definiranih meteoroloških podataka koji mogu biti rezultat mjerjenja ili procijenjeni. Bitna karakteristika modela je uniformno polje vjetra tijekom svakog vremenskog koraka čime često u rezultatima model daje precijenjene vrijednosti koncentracija na rubovima domene. U stvarnosti zbog disperzije i fotokemijskih reakcija u atmosferi, koncentracija onečišćenja se nakon određene udaljenosti od izvora smanjuje, dok se u modelu zbog neuvažavanja fotokemijskih reakcija ono smanjuju prema Gaussovoj krivulji koje u stvarnosti može biti točno na uglavnom manjim udaljenostima od izvora. Stoga se domene veće od 5x5km u principu ne preporučaju jer mogu dati krivu sliku o disperziji odnosno kretanju dimne perjanice. Također bitna karakteristika je da model ne pamti polje imisija iz prethodnog vremenskog koraka. Nizom konzervativnih prepostavki u modelu, model uvijek daje rezultat na strani sigurnosti, odnosno procjenjuje tzv. *worst case* scenarij. Time je rezultat proračuna modela procjena maksimalne koncentracije na receptorskoj mreži.

Kroz Studiju utjecaja na okoliš provedene su različite numeričke simulacije na horizontalnoj rezoluciji od 400 m za svaki pojedinačni izvor onečišćenja (promet, taksiranje zrakoplova, uzletno/sletni manevri zrakoplova - LTO ciklus) te za njihov kumulativni utjecaj. Kako mjerena postaja kvalitete zraka treba biti reprezentativna i obuhvatiti utjecaj svih planiranih onečišćujućih tvari, kroz ovaj su Elaborat uvaženi proračuni simulacija koje pretpostavljaju istovremen rad glavnih motora zrakoplova, 10 pomoćnih agregata zrakoplova i prolaska vozila odnosno proračuna koji obuhvaćaju sve

očekivane izvore onečišćenja. Ta simulacija predstavlja ujedno očekivanu stvarnu situaciju.

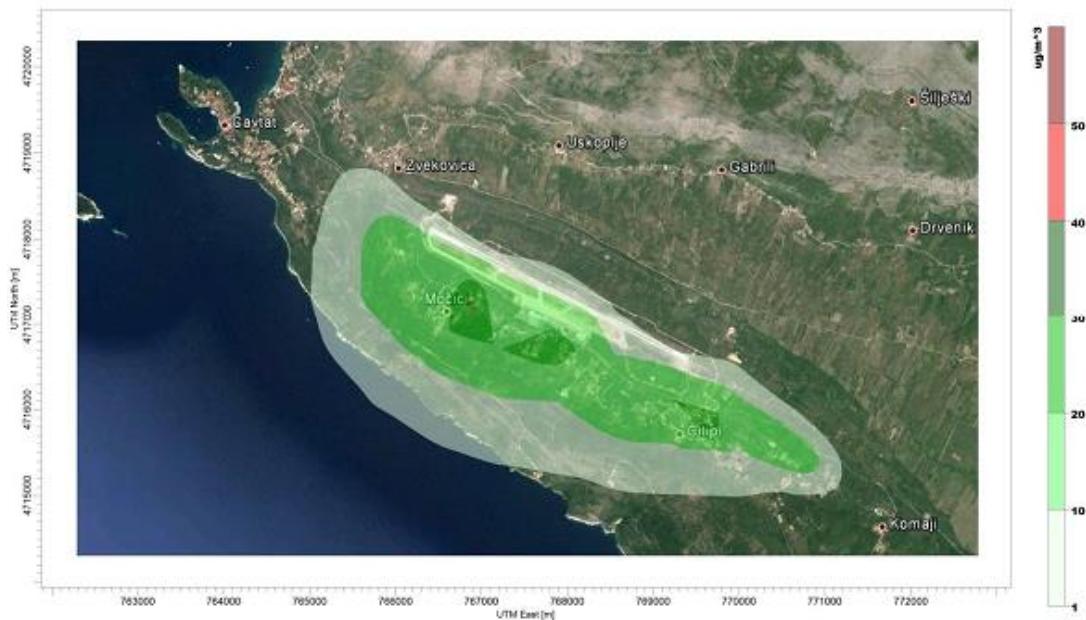
Proračun očekivane maksimalne satne koncentracije na temelju simulacije od jedne godine pokazuje povećane vrijednosti koncentracija NOx uglavnom u blizini piste. Povećane koncentracije nalaze se uz mesta Močići i Čilipi te su nešto manjeg iznosa na cijelom području južnije od piste od Cavtata do Čilipa (Slika 2-5.).

Proračun godišnjeg srednjaka NOx također na temelju simulacije od jedne godine pokazuje povećanje na južnoj strani piste, međutim u ovom slučaju prizemno polje onečišćenja je manje te su maksimalne vrijednosti postignute uz samu pistu i obuhvaćaju dijelove naselja Močići i Čilipi (Slika 2-6.).

Proračuni obje simulacije nisu pokazale prekoračenje graničnih vrijednosti prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) međutim u oba slučaja povišene koncentracije (ali ispod GV) su izračunate u blizini naseljenih objekata, a na nekim dijelovima i nad njima.



Slika 2-5. Imisijske koncentracije NOx nastale istovremenim radom glavnih motora zrakoplova (2 LTO ciklusa/sat), 10 pomoćnih agregata zrakoplova i prolaskom vozila (2400 vozila/sat) za vrijeme usrednjavanja od 1 sat. (Izvor: Studija o utjecaju na okoliš razvoja Zračne Luke Dubrovnik, Općina Konavle, Dvokut Ecro, 2014).



Slika 2-6. Imisijske koncentracije NOx nastale istovremenim radom glavnih motora i pomoćnih agregata zrakoplova (2 LTO ciklusa/sat) i prolaskom vozila (1000 vozila/sat) za vrijeme usrednjavanja od jedne godine.(Izvor: Studija o utjecaju na okoliš razvoja Zračne Luke Dubrovnik, Općina Konavle, Dvokut Ecro, 2014).

Iz Tablice 2-1. i 2-2. slijedi da su maksimalne koncentracije na području domene modela za NOx, CO i HOS usrednjene na 24h izračunate za područje Čilipa dok su usrednjene na jednu godinu izračunate za područje Močića.

S obzirom na relativno grubu receptorsku mrežu na kojoj su provedeni proračuni te nedostatak diferencijacije u podnoj hrapavosti koja je u realnosti vrlo izražena na cijelom užem području oko ZLDU, u stvarnoj situaciji su moguća i odstupanja. Gruba horizontalna rezolucija modela u samoj okolini ZLDU gdje je teren izrazito varijabilne topografije s gustim niskim, a ponegdje i visokim raslinjem svakako će imati utjecaj na disperziju onečišćenja. Očekuje se kako bi se ono moglo više usporiti te u manjoj mjeri transportirati nad naseljene objekte.

Tablica 2-1. Vrijednosti koncentracija NOx u točkama receptorske mreže u blizini najbližih naseljenih područja. (Izvor: Studija o utjecaju na okoliš razvoja Zračne Luke Dubrovnik, Općina Konavle, Dvokut Ecro, 2014).

Receptori	Koncentracije NOx [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	
	Vrijeme usrednjavanja 1h [GV=200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Vrijeme usrednjavanja 1god [GV=40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]
Cavtat	88.9	1.68
Močići	143.19	32.12
Čilipi jug	177.81	26.81
Čilipi sjever	104.91	14.22
Komaji	73.32	1.51
Drvenik	11.8	0.11
Gabrili-Uskoplje	28.11	0.45
Zvekovica	67.78	2.41

Tablica 2-2. Vrijednosti koncentracija HOS i CO u točkma receptorske mreže u blizini najbližih naseljenih područja. (Izvor: Studija o utjecaju na okoliš razvoja Zračne Luke Dubrovnik, Općina Konavle, Dvokut Ecro, 2014).

Receptori	Koncentracije HOS [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]		Koncentracije CO [mg/m^3]	
	Vrijeme usrednjavanja 1h [GV=nema]	Vrijeme usrednjavanja 1god [GV(benzen)=5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Vrijeme usrednjavanja 1h [GV=nema]	Vrijeme usrednjavanja 8h [GV=10 mg/m^3]
Cavtat	11.75	0.21	0.3325	0.0418
Močići	22.77	2.95	1.7115	0.3225
Čilipi jug	26.42	1.48	1.9025	0.2197
Čilipi sjever	14.85	0.93	1.1032	0.435
Komaji	11.49	0.13	0.7813	0.1222
Drvenik	0.57	0.01	0.0235	0.0048
Gabrili-Uskoplje	3.06	0.07	0.1321	0.0197
Zvekovića	9.7	0.29	0.7509	0.1269

3. Odabir lokacije mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka

Uvažavanjem **kriterija odabira postaje** navedenih u uvodnom dijelu Elaborata, odabранo je pet potencijalnih lokacija mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka (Slika 3-1.).

Odabir je temeljen na slijedećim zaključcima prethodne diskusije (a-b) te na analizi drugih kriterija (c-f):

- a) *analiza meteoroloških mjerena s mjerne postaje Dubrovnik - Zračna luka*
Na lokaciji ZLDU postoji relativno stalno provjetravanje, te se vjetar može smatrati kao glavni meteorološki čimbenik na disperziju onečišćujućih tvari. Na lokalnim razmjerima značajna je obalna cirkulacija koja je ujedno dominantno strujanje zbog čega je istočni vjetar i nazučestaliji. Tijekom hladnijeg razdoblja javljaju se ekstremnije brzine vjetra kroz buru i jugo. Kako su nazučestaliji vjetrovi iz smjera prvog kvadranta, mjerne postaje svakako moraju biti smještene na južnoj strani piste.
- b) *analiza rezultata numeričkog modeliranja provedenog kroz Studiju utjecaja na okoliš razvoja Zračne luke Dubrovnik, općina Konavle*
Kumulativni utjecaj svih onečišćivača pokazao je povećane koncentracije u blizini naselja Močići i Čilipi, međutim na niti jednom dijelu nisu se javila prekoračenja graničnih vrijednosti prema važećoj Uredbi (NN 117/12). Zbog pojavljivanja većih koncentracija na tom dijelu područja ZLDU, postaja treba biti smještena na jednoj od te dvije lokacije. One su relativno udaljenije od samih izvora onečišćenja što je u svakom slučaju bolje za reprezentativnost mjerne postaje. Smještaj postaje u neposrednoj blizini izvora onečišćenja može precijeniti stvarnu sliku odnosno biti

pod prevelikim lokalnim utjecajem jedne aktivnosti (jednog izvora onečišćenja), što upravo nije svrha praćenja stanja okoliša.

c) analizu stanovništva (broj, gustoća, starosna dob) prema popisu stanovništva iz 2011 godine

Prema popisu stanovništva iz 2011 godine, na području naselja Čilipi registrirano je 1866 stanovnika dok je na području naselja Močići registrirano nešto manje, 894 stanovnika. Od ukupnog broja stanovnika, u skupinu osjetljivog stanovništva (<19 i 60> godina), u općini Čilipi registrirano je 440, a u općini Močići 200 stanovnika. S obzirom na veću populaciju na prostoru naselja Čilipi, smatra se da je postavljanje postaje u blizini naselja Čilipi više na strani sigurnosti.

d) analizu potencijalnih emisija i akcidentnih situacija kroz izgradnju/razvoj Zračne luke

Utjecaj zračnih luka na kvalitetu zraka naseljenih područja u blizini zračnih luka općenito ovisi o vrsti i rasponu operacija u zračnoj luci te udaljenosti naseljenih područja od zračne luke. Najveće emisije onečišćujućih tvari u pravilu nastaju kao produkt sagorijevanja goriva prilikom rada zrakoplova. Glavni izvori emisija na području ZLDU su:

- plinovi nastali sagorijevanjem goriva u motorima zrakoplova
- plinovi oslobođeni u atmosferu tijekom pretakanja goriva
- plinovi nastali sagorijevanjem goriva potrebnog za rad neophodne zemaljske opreme za održavanje, servisiranje i opsluživanje zrakoplova na zemlji
- emisije iz motornih vozila za prijevoz putnika, zaposlenika i posjetitelja zračne luke
- emisije iz dimnjaka središnje kotlovnice
- emisije nastale sagorijevanjem goriva vozila na državnoj cesti D8, a od kojih je određeni postotak vezan uz rad zračne luke.

Kako su provedene numeričke simulacije zbog niza pretpostavki i ograničenja modela na strani sigurnosti, smatra se da će u stvarnoj situaciji onečišćenje biti manje. Povećane trenutne koncentracije očekuju se jedino prilikom LTO ciklusa i taksiranja zrakoplova kada će biti povećan i intenzitet cestovnog prometa. To se može smatrati trenutnim povećanjem čiji će se utjecaj provjetravanjem u relativno kratkom vremenu smanjiti. Tijekom izgradnje/razvoja ZLDU nisu sasvim isključene akcidentne situacije u obliku požara i eksplozija radnih strojeva te spremnika s gorivom. Prilikom takvih slučaja neizbjježne su emisije onečišćujućih tvari većih od GV prema Uredbi. Lokacija mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka prilikom razdoblja povećanih emisija bez obzira na udaljenost od izvora bit će pod snažnim utjecajem dimne perjanice. Očekuje se da bi lokacija MP-1 (Slika 3-1.) zbog blizine ZLDU i planiranim spremnicima s gorivom mogla biti reprezentativnija u slučaju potencijalnih akcidentnih situacija.

e) reprezentativnost mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka

Postaja je reprezentativnija ako nije pod direktnim utjecajem samog izvora odnosno ako je dovoljno udaljena da može dati stvarniju sliku o utjecaju na kvalitetu zraka. Onečišćenje je najveće na samom izvoru te se može očekivati da

će u neposrednoj blizini izvora (zrakoplovi, promet, agregati) onečišćenje biti najveće. Kako se radi uglavnom o mobilnim izvorima onečišćenja potrebno je postaviti postaju na razmjerno veću udaljenost kako bi uhvatila utjecaj cijele putanje zrakoplova, a ujedno i točkastih izvora na području ZLDU. Time su lokacije mjerne postaja MP-2 i MP-4 (Slika 3-1, Slika 3-3, Slika 3-4) reprezentativnije od postaje MP-1 (Slika 3-1, Slika 3-2). Lokacije MP-2 i MP-4-6 mogu biti pod kratkotrajnim utjecajem LTO ciklusa, dok je MP-1 i pod direktnim utjecajem aktivnosti ZLDU od čega su najbliže spremnici goriva za zrakoplove.

f) *informacije prikupljene obilaskom terena/postojeća infrastruktura*

U okviru obilaska terena napravljen je obilazak nekoliko mogućih lokacija. Zbog potencijalnih problema s infrastrukturom, sve lokacije izvan područja ZLDU koje pripadaju privatnim posjedima su odbačene. Također, odbačene su sve potencijalne lokacije unutar naselja Močići zbog gusto naseljenog područja - obilaskom terena nije se mogla pronaći reprezentativna lokacija koja ne bi bila pod mogućim lokalnim utjecajem (ceste, domaćinstva i sl.). Teren naselja Močići gusto je naseljen na relativno malom području, iznimno je razvedene topografije s mjestimično visokom vegetacijom što teren čini nepogodnim za postavljanje mjerne postaje. Time je izbor sveden na lokacije uglavnom unutar područja ZLDU (MP-1 - MP-3, Slika 3-1.) te u neposrednoj blizini na relativno slabije naseljenjem području. Infrastrukturna mreža na svim predloženim lokacijama dostupna je te neće predstavljati problem.

Uvažavanjem kriterija te kompleksnosti mikrolokacije s obzirom na vlasničke odnose ili pak planiranu namjenu zemljišta, predloženo je nekoliko lokacija (Slika 3-1).

Prednost lokacije **MP-1** je manja udaljenost od Upravne zgrade ZLDU, područja gdje će se odvijati manevri zrakoplova te spremišta goriva čime će svakako „uhvatiti“ više onečišćujućih tvari u zraku iz svih potencijalnih izvora na području ZLDU. Nedostaci su visoka okolna vegetacija te brežuljkasti predio što će onemogućavati izravan vizualni kontakt s izvorima onečišćenja. Takav predio upravo će i pozitivno utjecati na disperziju onečišćujućih tvari čime će onemogućavati direktni transport na područje naselja Močići. MP-1 nalazi se na dobroj lokaciji uvažavajući dominantne vjetrove prema ruži vjetra (Slika 2-3) čime će njezina lokacija biti pod direktnim utjecajem ZLDU s obzirom na najučestaliji vjetar iz smjera istoka.

Prednosti lokacije **MP-2** su relativno ravan teren, dobar vizualan kontakt sa ZLDU, blizina upravnih zgrada te razmjerna udaljenost od stajanki zrakoplova i planiranih spremišta za gorivo iz kojih će očekivano dolaziti veći pritisci na kvalitetu zraka. Time će postaja biti reprezentativnija u odnosu na primjerice MP-1 te neće biti pod direktnim utjecajem glavnih onečišćivača. Nedostaci lokacije uključuju više raslinje i mogućnost utjecaja ceste D8. S obzirom na rezultate modeliranja onečišćujućih tvari (Slike 2-5 - 2.6) očekuje se da će postaja biti reprezentativna za kumulativni utjecaj ZLDU na okoliš.

Prednosti lokacije **MP-3** su razmjerno ravan teren, dobar vizualan kontakt sa ZLDU i pistom te nešto manja gustoća visoke vegetacije (na predjelu prevladava uglavnom nisko raslinje). Prednost lokacije također je malo uzdignutiji teren s obzirom na okolni teren.

Malo veću udaljenost od ZLDU s obzirom na MP-1 nije nužno smatrati nedostatkom jer će biti manje izložena direktnom izvoru onečišćenja čime će bit reprezentativnija za ocjenu stanja kvalitete zraka. Nedostaci lokacije su blizina VOR uređaja koji ne dopušta blizinu mjerne postaje odnosno (metalnih) uzdignutih objekata u krugu od 400 m.

U odnosu na prethodno predložene mikrolokacije, lokacije **MP 4-6** se nalaze na razmjerno većoj udaljenosti od Upravne zgrade, predviđene stajanke zrakoplova, spremišta goriva te manevarskih prostora, međutim blizu su predviđene novo izgrađene piste te će svakako bilježiti utjecaj prolaska zrakoplova na okolno područje. Kako se lokacije nalaze bliže naseljenijem području u blizini ZLDU (Čilipi), usporedbom s koncentracijama onečišćujućih tvari provedene kroz SUO (Slike 2-5 - 2.6), može se smatrati da će one biti reprezentativne za kumulativni utjecaj ZLDU na Čilipe. Nedostaci su blizina naselju čime se može očekivati utjecaj lokalnog prometa i domaćinstva.



Slika 3-1. Prijedlog lokacija mjerne postaje za praćenje kvalitete zraka na području Zračne luke Dubrovnik.

3.1. Uvjeti predloženih lokacija

1. MP-1

Lokacija označena zelenom bojom (Slika 3-2 - MP-1) u neposrednoj blizini naselja Močići (blizu groblja/Crkve) nalazi se na katastarskoj čestici k.č. 1701/7 odnosno na k. č. 1707 (šifra KO: 306762, ime KO: Močići). Obilaskom terena, utvrđeno je da se lokacija MP-1 nalazi na povišenom dijelu terena u relativno gusto obrasloj vegetaciji. Na navedenim k.č. ona je djelomično rjeđa te bi se mikrolokacija svakako trebala definirati na tom dijelu. Uvjeti lokacije su slijedeći:

-
- a) Vizualne prepreke (visoka vegetacija) ukloniti tako da postoji vizualni kontakt mjernih instrumenata prema ZLDU.
 - b) Oko mjerne postaje potrebno je dodatno raščistiti teren u krugu od 5m od mjernih instrumenata.

2. MP-2

Lokacija označena narančastom bojom (Slika 3-3 - MP-2) nalazi se na katastarskoj čestici k.č. 3362 (šifra KO: 306274, ime KO: Čilipi). Kako je predložena lokacija na samoj granici sa k.č. 3361/2, u slučaju nepovoljnih uvjeta, moguće je i pomicanje mjerne postaje na tu katastarsku česticu. Uvjeti lokacije:

- a) Vizualne prepreke (visoka vegetacija) ukloniti tako da postoji vizualni kontakt mjernih instrumenata prema ZLDU.
- b) Oko mjerne postaje potrebno je dodatno raščistiti teren u krugu od 5m od mjernih instrumenata.
- c) Udaljenost od D8 ne smije biti manja od 100 m i udaljenost od obližnje lokalne ceste koja spaja D8 sa pistom ZLDU ne smije biti manja od 40 m. Pri postavljanju svakako treba imati u vidu udaljenost od VOR-a koja ne smije biti manja od 400 m.

3. MP-3

Lokacija označena plavom bojom (Slika 3-3 MP-3) nalazi se na katastarskoj čestici k.č. 5/2 (šifra KO: 306274, ime KO: Čilipi). Obilaskom terena pretpostavljeno je postavljanje u krugu (neposrednoj blizini) postojećih instrumenata (*VHF Omni Directional Radio Range - VOR*) koji se nalaze na maloj uzvisini s obzirom na okolni teren. Uvjeti lokacije:

- a) Vizualne prepreke ukloniti kako bi se omogućio vizualni kontakt mjernih instrumenata sa Zračnom lukom Dubrovnik. S obzirom na ovaj uvjet, obilaskom terena utvrđena je idealna lokacija za mjeru postaju jer je teren za potrebe rada VOR-a već ogoljen. Ukoliko postaja ne može iz nekih razloga biti u neposrednoj blizini VOR-a na ogoljenoj površini, iduća mikrolokacija na k.č. 5/2 također treba biti na relativno uzvišenom predjelu s obzirom na okolni teren te viša vegetacija mora biti uklonjena.
- b) Oko mjerne postaje potrebno je dodatno raščistiti/ogoliti teren u krugu od 5m (ukoliko već postojeće stanje nije takvo).



Slika 3-2. Prijedlog lokacije MP-1 mjerne postaje kvalitete zraka



ĆSlika 3-3. Prijedlog lokacija MP-2 i MP-3 mjerne postaje kvalitete zraka

4. MP-4

Lokacija označena svjetlo crvenom bojom (Slika 3-4- MP-4) u blizini naselja Čilipi nalazi se na katastarskoj čestici k.č. 46/2 (šifra KO:306274, ime KO: Čilipi). Uvjeti lokacije:

- a) Ukloniti vizualne prepreke (visoka vegetacija) kako bi se omogućio vizualni kontakt mjerih instrumenata sa Zračnom lukom Dubrovnik
- b) Oko mjerne postaje potrebno je dodatno raščistiti/ogoliti teren u krugu od 5 m (ukoliko već postojeće stanje nije takvo).
- c) Zadržati minimalnu udaljenost od obližnje lokalne ceste ZLDU s lijeve strane od 50m te minimalnu udaljenost od igrališta sa sjeverne strane od također 70 m.
- d) S obzirom da se lokacija nalazi u blizini naseljenog područja potrebno je ograditi mjeru postaju te onemogućiti pristup neovlaštenim osobama.

5. MP-5

Lokacija označena svjetlo-zelenom bojom (Slika 3-4- MP-5) u blizini naselja Čilipi nalazi se na katastarskoj čestici k.č. 51/1 (šifra KO:306274, ime KO: Čilipi). Uvjeti lokacije su

- a) Ukloniti vizualne prepreke (visoka vegetacija) kako bi se omogućio vizualni kontakt mjerih instrumenata sa Zračnom lukom Dubrovnik
- b) Oko mjerne postaje potrebno je dodatno raščistiti/ogoliti teren u krugu od 5 m (ukoliko već postojeće stanje nije takvo).
- c) Zadržati minimalnu udaljenost od obližnjih naseljenih objekata u krugu od 70 m od mjerne postaje.
- d) S obzirom da se lokacija nalazi u blizini naseljenog područja potrebno je ograditi mjeru postaju te onemogućiti pristup neovlaštenim osobama. Pripaziti da aktivnosti lokalnog stanovništva ne utječu na mjerena kvalitete zraka. Pod time se smatra izbjegavati neželjeno boravljenje neovlaštenih osoba u blizini postaje i/ili korištenje obližnje lokacije za parkiranje osobnih automobila i sl.

6. MP-6

Lokacija označena žutom bojom (Slika 3-4- MP-5) u blizini naselja Čilipi nalazi se na katastarskoj čestici k.č. 51/1 (šifra KO:306274, ime KO: Čilipi). Uvjeti lokacije:

- a) Oko mjerne postaje potrebno je dodatno raščistiti/ogoliti teren u krugu od 5 m (ukoliko već postojeće stanje nije takvo).
- b) Zadržati minimalnu udaljenost od 100 m od obližnjih naseljenih objekata te lokalne ceste.
- c) S obzirom da se lokacija nalazi u blizini naseljenog područja potrebno je ograditi mjeru postaju te onemogućiti pristup neovlaštenim osobama.
- d) Pripaziti da aktivnosti lokalnog stanovništva ne utječu na mjerena kvalitete zraka. Pod time se smatra neželjeno boravljenje u blizini postaje.



Slika 3-4. Prijedlog lokacija mjernih postaja kvalitete zraka: MP-4, MP-5, MP-6.

3.2. Značajnost lokacije

Sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13), lokacija treba biti reprezentativna i s obzirom na svojstva zračnih masa. Treba izbjegavati doline i druge lokacije gdje postoji potencijal zadržavanja zračnih masa i javljanja temperaturnih inverzija. Idealna pozicija za mjerne mjesto je u blago brdovitom terenu odnosno na obroncima iznad granice noćne temperaturne inverzije.

S obzirom da vegetacija predstavlja ponor za većinu onečišćujućih tvari u atmosferi, mjerne mjesto ne smije biti zaklonjeno drvećem jer će to rezultirati značajnim smanjenjem razina koncentracija. Osim toga mjerne mjesto ne bi smjelo biti izloženo jakim vjetrovima ili zaklonjeno visokim građevinama.

Od osobitog značaja je moguće onečišćenje uslijed taloženja čestica zemljane prašine iz neposredne okoline. Blizinu kamenih i seoskih putova i poljoprivrednih zemljišta, na udaljenosti od 100 m do 1 km, treba izbjegavati. Površina mjerne mjesto trebala bi biti travnata.

S obzirom na potrebne uvjete te uvažavanjem potencijalnih problema oko mikrolokacije lokacija MP-1, MP-3, ovim Elaboratom **preporuča se lokacija MP-2** kao mikrolokacija za mjerne postaje kvalitete zraka. Najveći problemi lokacije MP-1 vezani su uz prostorno raznoliku topografiju te razmjerno gustu visoku vegetaciju, zbog čega bi se trebalo bitno intervenirati na krajobraz u tom dijelu područja. To podrazumijeva uklanjanje značajne količine visoke vegetacije čime bi se omogućio veći potencijal disperziji onečišćujućih tvari na obližnje naselje Močići. Također, moguć je direktni utjecaj D8 (prema Pravilniku

o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13), minimalna udaljenost od prometnica s očekivanim prometnom od 500 vozila dnevno jest 500 m); nadalje, upitna je frekventnost prolazaka vozila na pristupnom makadamskom putu. Sukladno Pravilniku lokacija MP-3 nalazi se na „neprikladnoj“ mikrolokaciji koja ne odgovara postojećem uređaju (VOR) te se time odbacuje, dok se lokacije MP 4-6 nalaze u relativno naseljenijem području gdje je moguć lokalni utjecaj stanovništva i nekontroliranih aktivnosti (npr. lokacija MP-4 i MP-5 su smještene u blizini sportske zone i sl.).

4. Prijedlog tehničke specifikacije mjerne postaje kvalitete zraka

U skladu s Rješenjem o prihvatljivosti zahvata Zračna luka Dubrovnik, Općina Konavle na okoliš donesenim od strane Ministarstva zaštite okoliša i prirode (KLASA: UP/I 351-03/14-02/35, URBROJ: 517-06-2-1-2-14-20) mjerena na mjerenoj postaji kvalitete zraka moraju obuhvatiti kontinuirana mjerena meteoroloških parametara:

- temperature zraka
- smjera i brzine vjetra

te mjerena parametara kvalitete zraka:

- dušikovih oksida
- sumporovih oksida
- benzene
- lebdećih čestica (PM_{10} i $PM_{2.5}$)
- ozona

Mjerenja i mjerne metode moraju biti u skladu sa Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13). Također, sukladno s Pravilnikom sljedeće obaveze se moraju ispunjavati:

- mjerni instrumenti i druga oprema koji se koriste na teritoriju RH moraju biti u skladu s propisanim referentnim metodama prikazanima u Tablici 4-1. Mogu se također koristiti i druge mjerne metode, međutim rezultati mjerjenja moraju biti ekvivalentni rezultatima dobivenim primjenom referentnih metoda iz Tablice 4-1.
- mjerni instrumenti moraju biti ugađani, održavani i servisirani s dokazanom mjernom sljedivosti u skladu s referentnim metodama (Tablica 4-1).
- način provjere kvalitete mjerjenja i podataka, način obrade i prikaza rezultata te ocjena njihove kvalitete, mora se provoditi prema propisanim referentnim metodama mjerjenja i zahtjevu norme HRN EN ISO/IEC 17025.
- svi mjerni instrumenti moraju imati tipsko odobrenje, koje osigurava proizvođač opreme na temelju izvješća o provedenim testovima izdanom od laboratorijskoj jedinici koja je akreditiran prema normi EN ISO 17025 za izvođenje tih testova. Priznaju se tipska odobrenja i izvješća o testovima provedenim od laboratorijske jedinice koja je akreditiran prema normi EN ISO 17025 za izvođenje tih testova izdanih u državama članicama Europske unije.
- za plinovite onečišćujuće tvari volumen zraka mora biti standardiziran na temperaturu zraka od 293 K i tlak 101,3 kPa. Za lebdeće čestice volumen zraka odnosi se na atmosferske uvjete pri uzorkovanju.

Tablica 4-1. Referentne metode mjerena za određivanje koncentracije onečišćujućih tvari na području ZLDU sukladno *Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka* (NN 03/13)

Onečišćujuća tvar	Princip mjerne/analitičke metode	Metoda mjerena
SO ₂	UV fluorescencija	HRN EN 14212:2012 - Mjerenje koncentracije sumporovog dioksida u zraku ultraljubičastom fluorescencijom (EN 14212:2012)
NO ₂	Kemiluminiscencija	HRN EN 14211:2012 - Metoda za mjerenje koncentracije dušikova dioksida i dušikova monoksida u zraku kemiluminiscencijom (EN 14211:2012)
Benzen	GC-PID ili GC-FID	HRN EN 14662-1:2007 - Mjerenje koncentracije benzena - 1.dio: Uzorkovanje prosisavanjem uz termičku desorpciju i analizu plinskom kromatografijom (EN 14662-1:2005), HRN EN 14662-2:2007 - 2.dio: Uzorkovanje prosisavanjem uz desorpciju otapalom i analizu plinskom kromatografijom (EN 14662-1:2005), HRN EN 14662-3:2007 - 3.dio: Automatsko uzorkovanje prosisavanjem uz istovremenu analizu plinskom kromatografijom (EN 14662-1:2005)
PM ₁₀	Gravimetrijski	HRN EN 12341:2006 - Određivanje PM ₁₀ frakcije po veličini lebdećih čestica-Referentna metoda i terensko ispitivanje u svrhu dokazivanja jednakovaljanosti mjernih metoda (EN 12341:1998)
PM _{2,5}	Gravimetrijski	HRN EN 14907:2006 - Gravimetrijska metoda za određivanje PM _{2,5} masene frakcije lebdećih čestica (EN 14907:2005)
Ozon	UV apsorpcija	HRN EN 14625:2012 - Mjerenje koncentracije ozona ultraljubičastom fotometrijom (EN 14625:2012)

Ukoliko su pragovi upozorenja SO₂ i NO₂ te prag obavješćivanja i prag upozorenja za prizemni ozon prekoračeni, javnost se obavještava odnosno upozorava sukladno Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12). Pragovi upozorenja prikazani su u Tablici 4-2.

Tablica 4-2. Pragovi upozorenja i obavješćivanja javnosti za onečišćujuće tvari SO₂, NO₂ i O₃

Onečišćujuća tvar	Prag [µg/m ³]	Svrha	Vrijeme usrednjavanja
SO ₂	500	Upozorenje	Mjerenje tijekom tri uzastopna sata
NO ₂	400	Upozorenje	
O ₃	180	Obavješćivanje	1h

Sukladno Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13), i Zakonu o zaštiti zraka (NN 130/11, 47/14) ZLDU je dužna osigurati kontinuirani prijenos izvornih i validiranih podataka za mjerene onečišćujuće tvari u informacijski sustav kvalitete zraka koristeći protokole i formate koje definira Agencija za zaštitu okoliša.

4.1. Tehnički uvjeti mjernog mesta

Prema Pravilniku o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13), mjerni automatski instrumenti i instrumenti za uzorkovanje kvalitete zraka trebaju biti smješteni unutar manjeg objekta s osiguranim priključkom za električno napajanje. Uobičajeno se koriste tipski kontejneri dimenzija do 15 m^2 postavljeni na čvrstoj podlozi (betonskim temeljima). U prostoriji gdje se nalaze pumpe i kontrolni mjerni instrumenti treba održavati temperaturu od oko 20°C (odnosno radnu temperaturu uzorkivača). Za kratkotrajno čuvanje uzoraka unutar objekta potrebno je osigurati hladnjak. Zbog automatskog kontinuiranog mjerjenja prizemnog ozona potrebno je osigurati i telefonsku liniju radi prijenosa podataka i kontrole mjernog instrumenta. Pristup mjernom mjestu automobilom ili terenskim vozilom treba biti ograničen samo na osobe zadužene za nadzor i provođenje programa mjerjenja. Meteorološki senzori moraju se nalaziti na mjernom stupu visine do 10m - standardna visina za mjerjenje brzine i smjera vjetra je 10 m, dok se senzor za mjerjenje temperature postavlja na visinu od 2 m.

Uspostava tehničkih uvjeta za mjerjenje i/ili uzorkovanje koncentracija onečišćujućih tvari uključuje:

- postavljanje odgovarajućeg objekta za smještaj mjernih instrumenata,
- osiguranje zaštite od atmosferskog električnog pražnjenja,
- uspostavu strujnog priključka (220V/50Hz),
- osiguranje stabilnog napona,
- uspostavu telefonskog/GSM priključka,
- osiguranje sustava hlađenja/grijanja,
- uspostavu sustava za zaštitu instrumenata,
- opremanje stalnih mjernih mesta s opremom za sakupljanje, pohranjivanje, obradu i prijenos podataka.
- osiguranje dovoda zraka za potrebe uzorkovanja (ventilacijski uređaj)

4.2. Definiranje sadržaja redovitog godišnjeg izvještaja o praćenju kvalitete zraka koje će se objavljivati na web stranicama Zračne luke u skladu s važećim regulativama

Dokumentaciju mjernog mesta čine podaci o namjeni i korištenju zemljišta, topografiji područja i meteorološkim uvjetima (strujanje, klimatološki podaci), u obliku karti, tablica i dijagrama. Katastar emisija u području od oko 20 km od mjernog mesta je također potrebno osigurati i redovito obnavljati.

Referentni laboratorijski¹ moraju za svaku kalendarsku godinu izraditi izvješće o praćenju kvalitete zraka koje mora sadržavati podatke o:

- pravnoj osobi - ispitnom laboratoriju ili referentnom laboratoriju koji obavlja praćenje kvalitete zraka
- mjernim mjestima uzimanja uzoraka i opsegu mjerena
- vremenu i načinu uzimanja uzoraka
- korištenim metodama mjerena i mjerne opremi
- osiguravanju kvalitete podataka prema zahtjevu norme HRN EN ISO/IEC 17025
- ostalim podacima iz područja osiguravanja kvalitete, kao što su osiguravanje kontinuiteta, sudjelovanje u usporednim mjerjenjima, odstupanja od propisane metodologije i razlozi za to
- o razini onečišćenosti zraka te o datumima i razdobljima onečišćenosti zraka koje prekoračuju granične vrijednosti, ciljne vrijednosti i dugoročne ciljeve za prizemni ozon
- o prekoračenju praga obavješćivanja i pragova upozorenja te o datumima i razdobljima
- o izračunatim statističkim parametrima onečišćenosti zraka za onečišćujuće tvari prema mjerilima određenim kroz Pravilnik o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13) - aritmetičkoj sredini, medijanu, 98. percentilu i maksimalnoj vrijednosti, obuhvatu podataka - postotak od ukupno mogućeg broja podataka te broju podataka, za relevantna vremena usrednjavanja
- o razini onečišćenosti zraka u odnosu na gornji i donji prag procjene
- o kriterijima primjenjenim prilikom ocjenjivanja onečišćenosti zraka
- o uzrocima prekoračenja granične vrijednosti, ciljne vrijednosti i dugoročnog cilja za prizemni ozon

Godišnji izvještaji o praćenju kvalitete zraka moraju se objavljivati redovito na web stranicama ZLDU s ciljem obavještavanja javnosti.

4.3. Sustav praćenja kvalitete zraka ZLDU

Uspostava sustava za praćenje kvalitete zraka na području ZLDU mora obuhvatiti:

- pohranu mjerena na server vlasnika postaje ili nadležnog laboratorija koji će provoditi kontrolu i validaciju mjerena
- kontinuirani prijenos mjerena (meteoroloških parametara i parametara kvalitete zraka) na ovlašteni ured Uprave ZLDU koji će redovito kontrolirati parametre kvalitete zraka u uvjetima:
 - povećanog intenziteta prometa (cestovnog i zračnog)
 - uvjetima slabog vjetra (<1 m/s)
 - uvjetima pojave magle i/ili povećane relativne vlažnosti zraka

U uvjetima uobičajenih meteoroloških uvjeta te smanjenih aktivnosti na ZLDU, nije potrebno redovito provoditi provjeru mjerena. Radi lakše provjere kvalitete zraka,

¹Pravna osoba ili posebna organizacijska cjelina u pravnoj osobi koja je ishodila dozvolu Ministarstva zaštite okoliša i prirode za obavljanje djelatnosti osiguranja kvalitete mjerena i podataka kvalitete zraka na području RH.

potrebno je izvršiti spajanje postaje na lokalni sustav dojave kritične razine onečišćujućih tvari.

Praćenjem se trebaju utvrditi uzroci eventualnog povećanja koncentracije onečišćujućih tvari u zraku na način da se bilježe meteorološki uvjeti u kojima su se ona dogodila (a koji nisu obuhvaćeni mjerjenjima) te da li su njima prethodile aktivnosti na ZLDU (LTO ciklus, taksiranje zrakoplova, povećanje prometa i sl.). Sve informacije prikupljene u svrhu identifikacije prekoračenja graničnih vrijednosti prema Uredbi o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12) potrebno je priložiti referentnom laboratoriju odnosno tijelu koje će izraditi *Godišnji izvještaj o praćenju kvalitete zraka na području ZLDU*.

- Kontinuirano prikazivanje mjerjenja (meteoroloških parametara i parametara kvalitete zraka) na web-stranicama ZLDU s ciljem izvješćivanja javnosti o trenutnom stanju kvalitete zraka.

4.4. Prijedlog funkcionalno-tehničke specifikacije potrebne mjerne opreme u svrhu nabave i instalacije mjerne postaje

U skladu s prethodno opisanim mjernim metodama kroz Tablicu 4-1, te u skladu s Pravilnikom o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13) predlažu su tehničke specifikacije mjerne postaje kvalitete zraka prikazane u Tablici 4-3.

Tablica 4-3. Tehničke specifikacije instrumenata za mjerjenje parametra kvalitete zraka i meteoroloških parametara te opis potrebne opreme za sustav praćenja parametara kvalitete zraka

Stavka	Tehnička specifikacija / opis
Anemometar	Proizvođač: Gill, Vaisala
Senzor za temperature zraka	
Analizator NO ₂	Metoda mjerena: HRN EN 14211:2012
Analizator SO ₂	Metoda mjerena: HRN EN 14212:2012
Analizator benzen	Metoda mjerena: HRN EN 14662-1:2007
Analizator PM10	Metoda mjerena: HRN EN 12341:2006
Analizator PM2.5	Metoda mjerena: HRN EN 14907:2006
Analizator Ozona	Metoda mjerena: HRN EN 14625:2012
Sustav za kalibraciju onečišćujućih tvari	Jedinica s vanjskim upravljanjem
Rack	Kućište za instrumente
Sustav za uzorkovanje s razdjelnikom I ventilacijskim sustavom	
Nul plin	
Referentni plin (span plin)	
Računalni softver za upravljanje I izvješćivanje	Softver za prikazivanje, analize te optionalno izradu izvještaja
Datalogger	

Standardni proizvođači mjernih postaja na području Republike Hrvatske su Horiba, Chromatotec, Thermo ASM Andersen, EAS, Grimm, Umwelttechnik MCZ, Syntech te se

shodno tome oni preporučaju i za analizatore parametara kvalitete zraka. Svakako proizvođač mora zadovoljiti propisane norme iz Tablice 4-3. Softver za prikazivanje, upravljanje te optionalno za izrađivanje izvještaja i *datalogger*, preporučaju se od istog proizvođača kao i analizatori. S obzirom da je vjetar bitan čimbenik disperzije onečišćujućih tvari na području ZLDU, preporuča se visokofrekventno (sonično) mjerjenje komponenti vjetra kako bi se uhvatila turbulentna svojstva vjetra.

Ponuditelj je nužan:

- osigurati potrebne građevinarske, strojarske i električarske radove, montažu
- osigurati kontejner s protupožarnim i protuprovalnim sustavom i klimom
- osigurati svu potrebnu dokumentaciju na traženom jeziku ZLDU koja će sadržavati tehničke specifikacije uzorkivača, pumpi, radne upute za uzorkivač te upute za održavanje uzorkivača, softvera i pumpi
- osigurati redovno održavanje mjerne postaje kvalitete zraka kroz 24 mjeseca
- osigurati rezervne dijelove za razdoblje od godinu dana
- provesti školovanje o rukovanju instrumentima
- provesti školovanje o osnovnom održavanju (za minimalno 3 djelatnika) kako bi se omogućila dugotrajnost opreme
- izdati potvrdu o obuci djelatnika ZLDU
- omogućiti eventualno probno uzorkovanje/rad postaje prema zahtjevu ZLDU kako bi se utvrdile potencijalni problemi

Potrebna infrastruktura:

- računalni server za analizu i spremanje mjerenih podataka od svakog analizatora/uzorkivača/instrumenta:
 - o status
 - o datum i vrijeme početka/kraja uzorkovanja/mjerenja
 - o volumen uzorkovanog zraka
 - o srednji protok prilikom uzorkovanja
 - o srednja temperatura uzorkovanog volumena zraka
 - o eventualne greške

Server se može koristiti i kao bazni server za prikazivanje mjerjenja, provedenih analiza, grafičkih priloga na web stranicama ZLDU.

Zbog sigurnosti, preporuča se server u minimalnoj Rad-5 konfiguraciji.

- povezivost servera s mjernom postajom (uređajima) - moguće ethernet, wireless vezom, ovisno o mogućnostima. Zahtjeva se mogućnost upravljanja mjernom postajom iz ovlaštenog ureda ZLDU.
- memorijske kartice - prema potrebi, ovisno o tipu infrastrukture mjerne postaje
- eksterni hard disk za arhiviranje/spremanje podataka
- UPS baterija
- dodatna oprema (ekrani, tipkovnice, miševi, lan kablovi, adapteri za računala, USB HUB) - prema potrebi

5. Literatura

- Pravilnik o praćenju kvalitete zraka (NN 03/13)
- Zakon o zaštiti zraka (NN 130/11, NN 47/14)
- Studija o utjecaju na okoliš razvoja Zračne Luke Dubrovnik, Općina Konavle, Dvokut Ecro, 2014
- Uredba o Informacijskom sustavu zaštite okoliša (NN 68/08)
- Uredba o razinama onečišćujućih tvari u zraku (NN 117/12)

6. Dodatak

Mjerna postaja kvalitete zraka biti će kontejnerskog tipa s automatskim sustavom mjerjenja parametara kvalitete zraka te meteoroloških parametara čiji senzori će biti postavljeni na aluminijski stup visine 10m iznad tla. Kontejner sadrži mjeru i komunikacijsku opremu i biti će opremljen sustavom za neprekidno napajanje, automatskim sustavom za gašenje požara, protuprovalnim sustavom, radnim površinama te klima sustavom. Postaja će biti spojena na postojeću elektroenergetsku mrežu.

6.1. Građevinski radovi

S obzirom na potrebe odabrane lokacije, u okviru postavljanja mjerne postaje od strane izvođača moraju biti izvršeni **nužni građevinski radovi** kako bi se omogućila neometana funkcionalnost mjerne postaje. Radovi će uključivati:

- Izradu pristupnog puta - ovisno o odabranoj lokaciji, postaja mora imati pristup vozilima u slučaju akcidentnih situacija te pristup ovlaštenim osobama za potrebe održavanja.
- Konstrukciju temelja (kompleksnost ovisi o odabranoj lokaciji)
- Prilagodbu vanjskog izgleda postaje (ovisno o lokaciji, ukoliko će biti potrebno na duže strane kontejnera mogu se postaviti panoi nekomercijalnog tipa - npr. edukativni panoi i sl.). Na vanjskom dijelu postaje moraju biti ispisani podaci o vlasniku odnosno nadležnom tijelu postaje.
- Postavljanje ograde visine do 2m oko mjerne postaje sa vratima na zaključavanje kako bi se spriječio ulazak neovlaštenih osoba.
- Uređivanje okoliša te zbrinjavanje građevinskog otpada.

6.2. Konstrukcija kontejnerske jedinice

Konstrukcija kontejnerske jedinice trebala bi biti okvirne veličine 3x3x3m, uzemljena sa toplinskom (pod K (60) i zid K (60)- 0.45 W/m²K, strop K (100) - 0.30 W/m²K) i zvučnom (prema ISO 140/V indeks od 33 do 44 dB) izolacijom. Kako se radi o relativno vjetrovitom području gdje postoji mogućnost olujnih brzina vjetra, kontejner bi trebao biti od „težih“ materijala. Preporučaju se slijedeće specifikacije:

- Kostur kontejnera od čeličnih profila te dodatna pojačanja čeličnim profilima na mjestima gdje je to potrebno prema pravilu struke (npr. mjesta gdje će se montirati police za instrumente).
- Zidovi od kombiniranog materijala - npr. sendvič zid sa pocićanim limom sa vanjske strane
- Podna konstrukcija od vodoodbojne iverice minimalne debljine 22 - 25mm (kvalitete E1, V100) sa PVC oblogom na podnoj odnosno hodnoj površini (minimalna debljina 2mm) te pocićanim limom sa donje strane (minimalna debljina 0.6mm). Unutar podne konstrukcije nalazi se mineralna vuna debljine 60mm.

- Zidovi su također kao i podna konstrukcije u sendvič konstrukciji - poinčani lim s vanjske strane (debljine oko 60mm) te mineralna vuna s unutarnje strane (debljine do 60mm) zatvorena sa furniranom ivericom debljine oko 10mm (kvaliteta E1, V20).
- Stropna konstrukcija slične je konstrukcije - s vanjske strane poinčani lim (debljine 0.6mm), zatim mineralna vuna (debljine do 100m) obložena sa ivericom (E1, V20) debljine oko 10mm.
- Vrata kontejnera izrađena od poinčanih i obojenih profila (obostrano) s debljinom izolacije od minimalno 40mm. Ovisno o zahtjevima naručitelja prema odabranoj lokaciji, ukoliko će se postaja nalaziti na području gdje postoji mogućnost provale, preporuča se protuprovalna zaštita.

Kontejner mora biti opremljen sa:

- Radnim stolom nosivosti minimalno 50kg otpornim na vlagu i ogrebotine
- Ladičarom - s minimalno 3 ladice opskrbljenim bravicom za simultano zaključavanje svih ladica
- Uredskom stolicom
- Sklopivim aluminijskim ljestvama za pristup krovu kontejnera (do visine od 3m).
- Glavnom usisnom cijevi za uzorkovanje zraka radi analize mjerena koncentracija plinova i čestica.
- Klima uređajem za grijanje i hlađenje ukupne snage 3,5 kW energetske klase EER A.
- Sustavom za zaštitu od provale i požara.

6.3. Meteorološki stup

Meteorološki stup montiran na kontejnersku konstrukciju preporuča u teleskopskoj varijanti od nekoliko segmenata od aluminija (Al 99.5, tvrdi vučeni minimalne vlačne čvrstoće $\sigma_{vmin} = 130 \text{ N/mm}^2$). U svrhu standardizacije mjerena te uspoređivanjem sa postojećim mjeranjima na području ZLDU preporuča se postavljanje uređaja za mjerjenje brzine i smjera vjetra na visini od 10m te temperature na 2m. Stup treba biti postavljen na ugaoni dio kontejnera.

6.4. Napajanje električnih instalacija

Ukupna potrebna maksimalna električna snaga mjerne postaje za trofazni priključak iznosi 11040W. U snagu će biti uključeni svi uređaji za mjerjenje i umjeravanje, rasvjetu, klimu i druga potreba trošila. Glavni osigurači, brojilo mjerne stanice te razvodni ormari električne instalacije postaje mogu se napajati s niskonaponske mreže prema uvjetima priključenja Hrvatske elektroprivrede.

Strujni krugovi unutar kontejnera preporučaju se izvoditi u PP00 vodovima u plastičnim instalacijskim kanalima, a utičnice, sklopke i razvodne kutije izvesti u OG tipu montažom na zid. Na utičnice fiksne instalacije potrebno je priključiti utične letve sa 3-6 utičnica (po

potrebi) preko kojih se mogu napajati manja i veća povremena trošila (smještenima u konzoli s instrumentima ili na stolu).

Rasvjeta u kontejneru sastoji se od:

- svjetiljke na stropu za opću rasvjete
- radne rasvjete na stolu ili uz računalo (prijenosne stolne lampe)
- fluorescentne svjetiljke s električnim pokretačem i četiri cijevi sa 36W snage
- rasvjete u opasnosti - fluorescentna cijev snage do 15W smještena iznad vrata.

6.5. Zaštita od udara

Potrebno je predvidjeti:

- Zaštitu od opasnog dodirnog napona (npr. sustavom TN-S sa diferencijalnom zaštitnom sklopkom) koja u slučaju bilo kakvog kvara električnih instalacija prema masi, isključuje čitavu instalaciju kontejnera.
- Zaštitu strujnih krugova od prevelikog opterećenja i kratkih spojeva automatskim osiguračima.
- Prednaponsku zaštitu i odvodnike struje munja
- Zaštitu instrumenata od kolebanja napona
- Uzemljenje kontejnera te meteorološkog stupa
- Povezivanje vrata kontejnera s metalnom konstrukcijom kontejnera.

Svi elementi instalacije sustava zaštite od djelovanja munja moraju biti u skladu s važećim normama, a prije puštanja u rad mjerne postaje potrebno ih je ispitati.