



Identifikacija izvora buke primjenom akustične kamere

Marko Serdar

Autor: Marko Serdar, građ.teh., Energonova d.o.o. Zagreb

Koautori: Doris Moravac, mag.ing.aedif., Energonova d.o.o. Zagreb

Tonći Stecca, bacc.ing.aedif., Energonova d.o.o. Zagreb

Martin Pavić, univ.bacc.ing.mech., Energonova d.o.o. Zagreb

BUKA

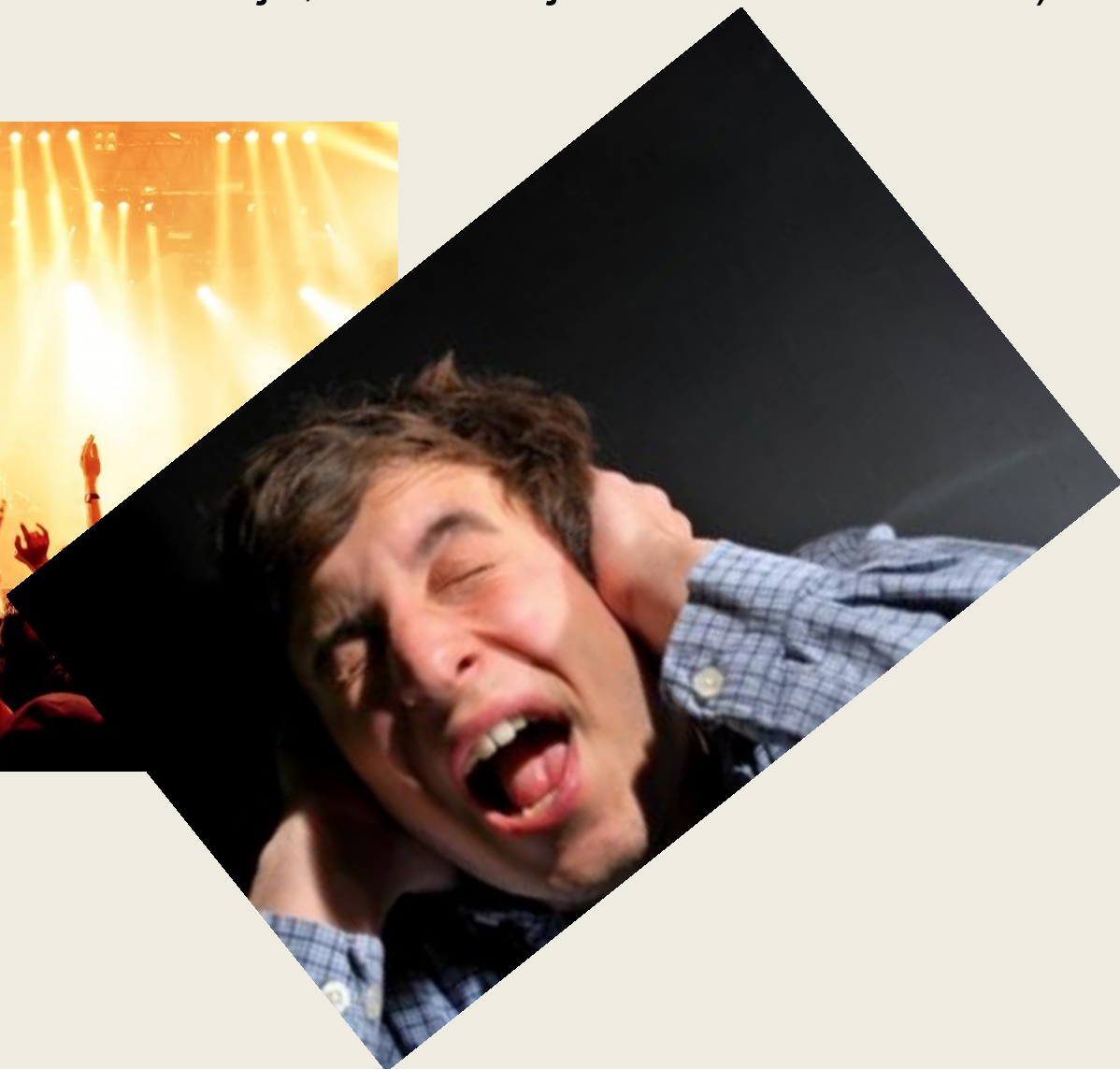
je svaki neželjeni zvuk ili zbir zvukova u čujnom frekvencijskom spektru (20 Hz do 20 kHz) koji svojim:

- intenzitetom [dB(A)],
- sadržajem [bušenje betona građevinskom bušilicom, lom stakla...]
- kakvoćom [dodatni šumovi]
- visinom [frekvencijsko područje]
- trajanjem [5 min ili 8 radnih h]
- kontinuitetom / isprekidanošću

... **izaziva neugodan osjećaj ili nepovoljno utječe na zdravlje!**

Stupanj koliko određena buka smeta u velikoj mjeri ovisi o psihološkim čimbenicima (vrsta zvučne informacije, očekivanje ili nenadanost itd.)

Pa tako:





Zakon:

- Zakon o zaštiti od buke (NN [30/09](#), [55/13](#), [153/13](#), [41/16](#), [114/18](#))

Pravilnici:

- Pravilnik o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN [145/04](#))
- Pravilnik o djelatnostima za koje je potrebno utvrditi provedbu mjera za zaštitu od buke (NN [91/07](#))
- Pravilnik o uvjetima glede prostora, opreme i zaposlenika pravnih osoba koje obavljaju stručne poslove zaštite od buke (NN [91/07](#), [117/18](#))
- Pravilnik o mjerama zaštite od buke izvora na otvorenom prostoru (NN [156/08](#))
- Pravilnik o načinu izrade i sadržaju karata buke i akcijskih planova te o načinu izračuna dopuštenih indikatora buke (NN [75/09](#), [60/16](#))

Obzirom na zakonsku pokrivenost tematike buke i razvijena znanja primjene zaštite od buke na prvu bi se dalo pomisliti da problema nema.

Ali upravo suprotno:

**PROBLEMI SA BUKOM SU PRISUTNI U SVIM PODRUČJIMA
LJUDSKOG DJELOVANJA.**

INDUSTRIJA:

- Djelovanje na okolinu
- Dijelovi postrojenja
- Strojevi i uređaji



GRAĐEVINARSTVO:

- Izgradnja (prolazno)
- Građevine stambeno/poslovna zona
- Kvaliteta izgrađenog



PROMET:

- Cestovni
- Zračni
- Željeznički



Nakon što se klasičnim mjerenjem intenziteta buke [dB(A)], od strane za to ovlaštenih tvrtki/osoba utvrde razine buke koje su izvan dozvoljenih granica najčešće se pristupa sanaciji nastalog problema.

Rješenje je u većini slučajeva dodatno zatvoriti odnosno zagraditi izvor zvuka i time izvršiti smanjenje intenziteta buke i dovesti je na prihvatljivu razinu propisanu *Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredini u kojoj ljudi rade i borave (NN [145/04](#))* ili prema posebnom zahtjevu.

Da bi primjenili adekvatno tehničko rješenje uz što manji financijski izdatak potrebno je što točnije definirati IZVOR nastale buke i time spriječiti nepotrebne radove i smanjiti troškove.

Identifikacija izvora buke vrši se primjenom AKUSTIČNE KAMERE.

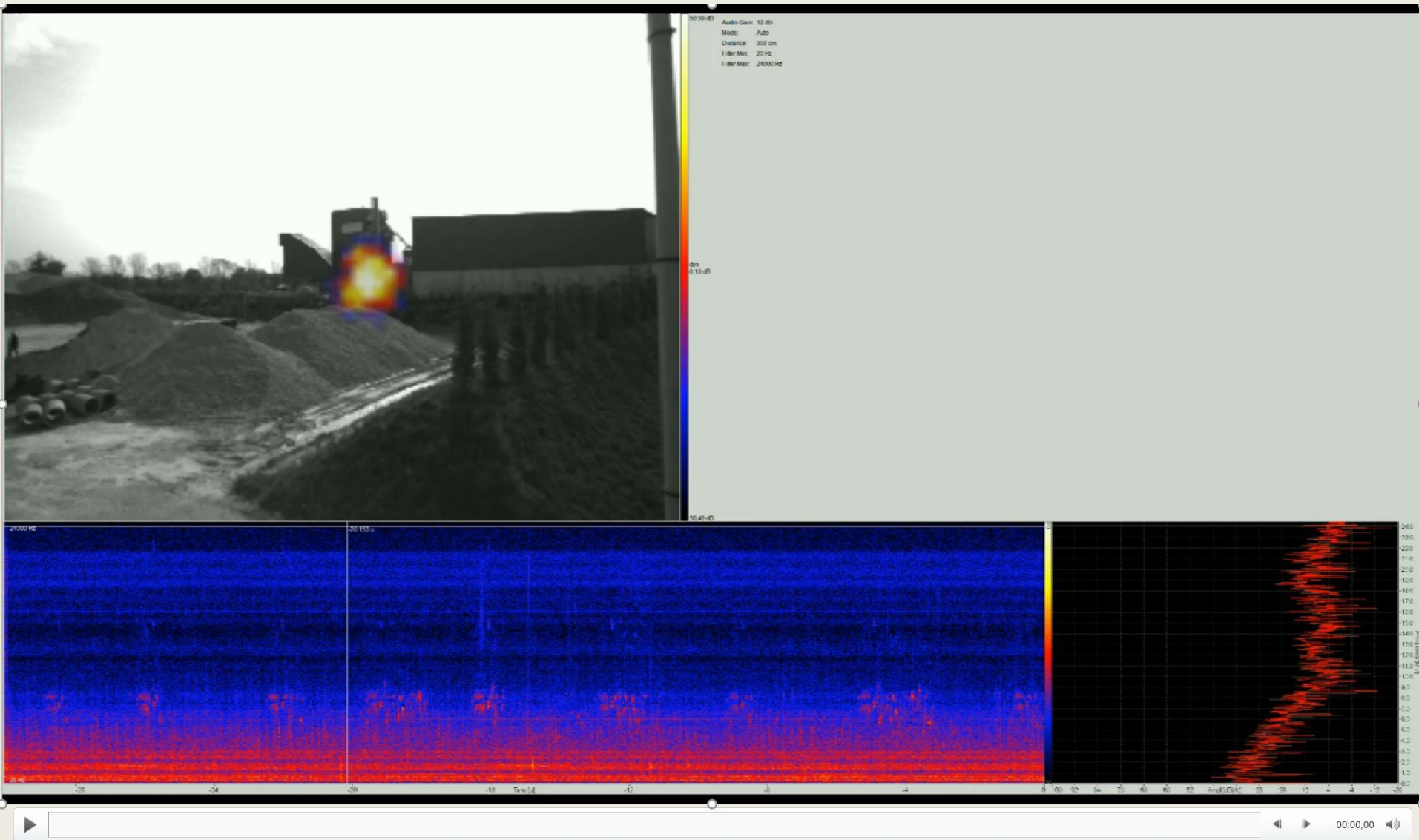
Ova metoda znatno olakšava detekciju izvora buke najvišeg intenziteta [dB(A)] u čujnom području uz mogućnost podešavanja frekvencijskog raspona [Hz].

Na taj način ukoliko postoji potreba može se pronaći izvor nekog zvuka unutar specifičnog frekvencijskog raspona [Hz].

AKUSTIČNA KAMERA "*vidi*" izvor buke unutar definiranog frekvencijskog raspona [Hz], pokazuje njegov maksimalni intezitet [dB(A)] i dinamičko širenje buke od izvora.

(primjeri)

1. ASFALTNA BAZA



Nakon izvršenog mjerenja izrađen je zapisnik o otkrivanju izvora buke

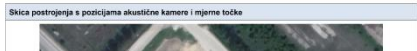
ENERGONOVA d.o.o.
 Novakova 133, ZAGREB
 www.energonova.hr

Zapisnik o otkrivanju izvora buke
 Određivanje izvora buke i mjerenje razine buke akustičnom kamerom

Zapisnik broj **EN-1904-051** Naručitelj: -

Ispitni uređaj			
Mjerilo izvora zvuka	Akustična kamera	Frekventijsko područje	30 Hz do 20 kHz
Tvornički broj	00035	Razina zvuka	30 do 130 dB

Predmet mjerenja		Asfaltna baza			
Datum mjerenja	Vrijeme mjerenja	Vjetar			Vremenski uvjeti
26.04.2019.	Početak: 09:30 Kraj: 11:30	Brzina [m/s]	Smjer		sunčano



ENERGONOVA d.o.o.
 Novakova 133, ZAGREB
 www.energonova.hr

Zapisnik o otkrivanju izvora buke
 Određivanje izvora buke i mjerenje razine buke akustičnom kamerom

POZICIJA KAMERE K1 **MJERNA TOČKA M2b**

K1/M2b
 Udarnac korpice radnog stroja za vrijeme rada u krugu postrojenja (reflektirano na sjevero-istočnu fasadu stambene građevine)

Udaljenost izvora [m]	23
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	52,53
Frekventijsko područje [Hz]	250 – 20.530

POZICIJA KAMERE K1 **MJERNA TOČKA M2c**

K1/M2c
 Cvikut plice sa dvmeta pokraj terase sa koje se vršilo osipanje (reflektirano na sjevero-istočnu fasadu stambene građevine)

Udaljenost izvora [m]	23
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	47,66
Frekventijsko područje [Hz]	250 – 20.530

ENERGONOVA d.o.o.
 Novakova 133, ZAGREB
 www.energonova.hr

Zapisnik o otkrivanju izvora buke
 Određivanje izvora buke i mjerenje razine buke akustičnom kamerom

Pozicija kamere, mjerna točka i izvori buke:

Pozicija kamere	Mjerna točka	Izvor buke	Udaljenost od izvora buke
K1 (Izvišna terasa kuće Strabag)	M1 (postrojenje za proizvodnju asfalta)	Središnja zona ispred sjevero-zapadnog pročelja postrojenja za proizvodnju asfalta	98 m
K1 (Izvišna terasa kuće Strabag)	M2 (refleksija na sjevero-istočnu fasadu stambene građevine)	a (Postrojenje za proizvodnju asfalta (reflektirano na sjevero-istočnu fasadu stambene građevine))	23 m
		b (Udarnac korpice radnog stroja za vrijeme rada u krugu postrojenja (reflektirano na sjevero-istočnu fasadu stambene građevine))	23 m
		c (Cvikut plice sa dvmeta pokraj terase sa koje se vršilo osipanje (reflektirano na sjevero-istočnu fasadu stambene građevine))	23 m

ENERGONOVA d.o.o.
 Novakova 133, ZAGREB
 www.energonova.hr

Zapisnik o otkrivanju izvora buke
 Određivanje izvora buke i mjerenje razine buke akustičnom kamerom

POZICIJA KAMERE K2 **MJERNA TOČKA M1**

K2/M1
 Rad postrojenja za proizvodnju asfalta

Udaljenost izvora [m]	42
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	64,15
Frekventijsko područje [Hz]	20 – 24.000

POZICIJA KAMERE K2 **MJERNA TOČKA M1**

K2/M1
 Prolazak radnog stroja ispred postrojenja

Udaljenost izvora [m]	38
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	70,54
Frekventijsko područje [Hz]	20 – 24.000

ENERGONOVA d.o.o.
 Novakova 133, ZAGREB
 www.energonova.hr

Zapisnik o otkrivanju izvora buke
 Određivanje izvora buke i mjerenje razine buke akustičnom kamerom

POZICIJA KAMERE K1 **MJERNA TOČKA M1**

K1/M1
 Središnja zona ispred sjevero-zapadnog pročelja postrojenja za proizvodnju asfalta

Udaljenost izvora [m]	96
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	51,83
Frekventijsko područje [Hz]	125 – 6.000

ENERGONOVA d.o.o.
 Novakova 133, ZAGREB
 www.energonova.hr

Zapisnik o otkrivanju izvora buke
 Određivanje izvora buke i mjerenje razine buke akustičnom kamerom

POZICIJA KAMERE K3 - gore **MJERNA TOČKA M1**

K3 gore M1
 Rad postrojenja za proizvodnju asfalta (iznad nalijsa animano)

Udaljenost izvora [m]	55
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	57,01
Frekventijsko područje [Hz]	200 – 5.078

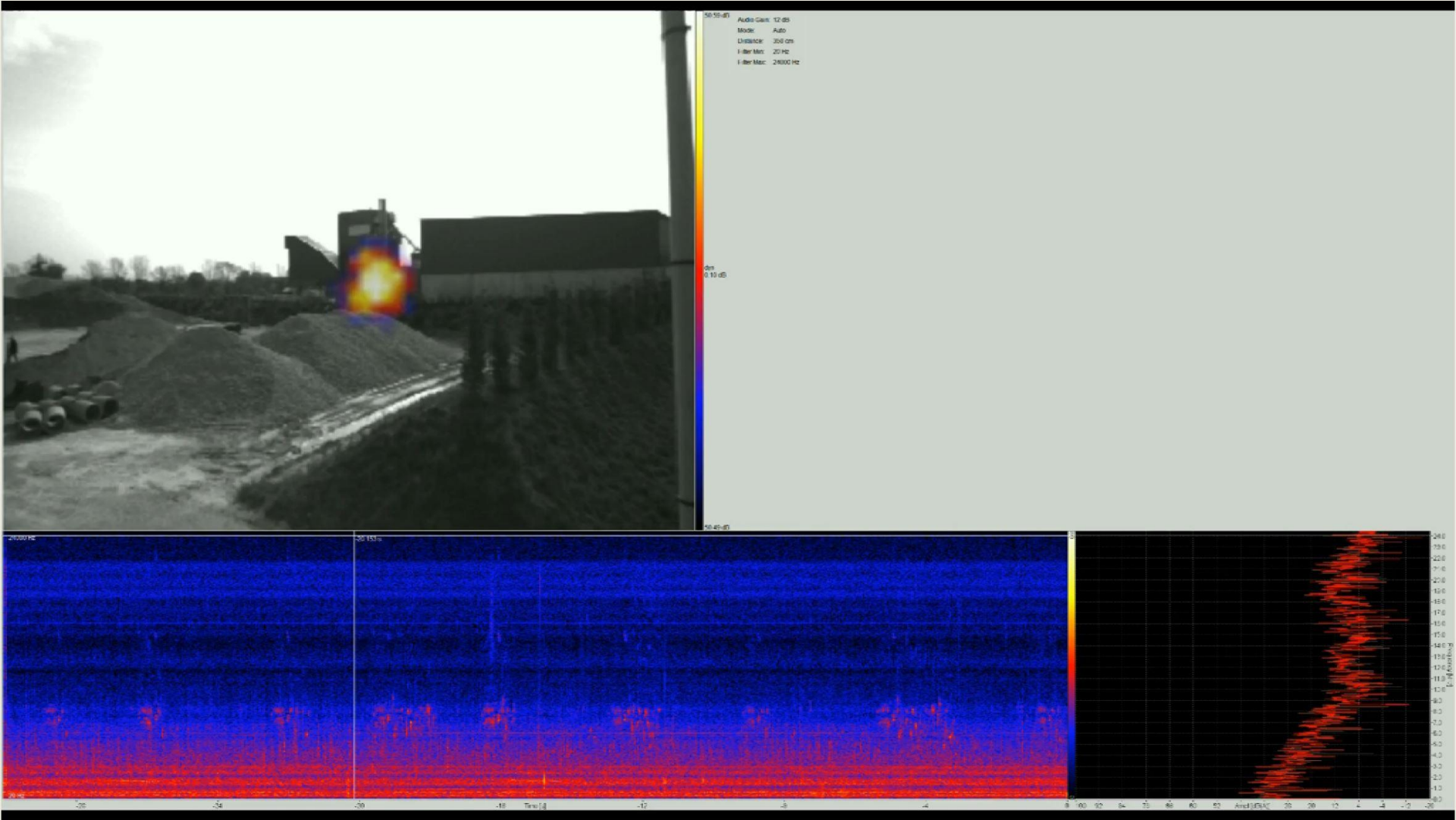
POZICIJA KAMERE K3 - dolje **MJERNA TOČKA M1**

K3 dolje M1
 Rad postrojenja za proizvodnju asfalta (ispod nalijsa animano)

Udaljenost izvora [m]	55
Razina buke L_{Aeq} [dB (A)]	53,61
Frekventijsko područje [Hz]	200 – 5.078

temeljem kojeg je napravljen prijedlog sanacije.

2. PLINSKE MJERNO REDUKCIJSKE STANICE



Nakon izvršenog mjerenja izrađen je zapisnik o otkrivanju izvora buke

ENERGONOVA d.o.o.
Novčaka 333, 10040 ZAG

Investor	Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina	PRIS Mažuranićev trg
Lokacija, k.k. i.o.	Mažuranićev trg, Zagreb k.z. 37402.2, k.o. Centar
Broj dokumenta	EN-1904-044
Datum	13.05.2019.

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

Datum ispitivanja:	13.05.2019.
Voditelj ispitivanja:	Marko Serdar, gra
Saradnik:	Tomislav Pašić, d
Vrijeme mjerenja:	08
Bojna vjesta (prek):	
Vremenski uvjeti:	

SADRŽAJ

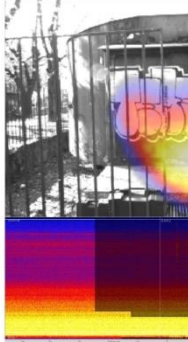
1. PODACI O GRADEVINI I ISPITNIM UREĐAJIMA
--	-------

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

3 REZULTATI MJ

3.1 Pozicija kamere MM2 – Mjerna točka

Tehnički podaci građevine		U	F	R
Protok u PRS [m³/h]	≈ 7.000	U	F	R
Radni tlak na izlazu iz regulatora [inbar]	43	U	F	R
DN izlazne cijevi [mm]	300	U	F	R



Slika 1 Izvor buke sjeverno pročelje

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

3.3 Pozicija kamere MM3 (ispred pro točka sjeverno pročelje)

Tehnički podaci građevine		U	F	R
Protok u PRS [m³/h]	≈ 7.000	U	F	R
Radni tlak na izlazu iz regulatora [inbar]	43	U	F	R
DN izlazne cijevi [mm]	300	U	F	R



Slika 3 Izvor buke sjeverno pročelje

NAPOMENA: Razina buke iz najbližijeg prozora zgrade Lada 2 najviše dopuštene razine buke ispred zgrade je 65 dB (slika 1) u ovisnosti buke na gornjoj dopuštenoj granici u zatvorenom prostoru.

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

Broj dokumenta: EN-1904-044

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

1.1 PODOCI O GRADEVINI I IS

1.1 Pstrojenje za regulaciju tlaka plin

Pstrojenje za regulaciju	
Naziv	PRIS Ma
Lokacija	k.k.i.:
Vrsta plina	
Uženi tlak, VT [bar]	
A - NT Regulatorika linije	
Izlaz NT [inbar]	43
Protok max. [m³/h]	7.800
Regulatorika linija VT dio	DN250
Regulatorika linija NT dio	DN300
Regulator	DN100

Broj dokumenta: EN-1904-044

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

3.10 Pozicija kamere MM1 – A1 NT regu cijev

Tehnički podaci građevine		U	F	R
Protok u PRS [m³/h]	≈ 2.500	U	F	R
Radni tlak na izlazu iz regulatora [inbar]	43	U	F	R
DN izlazne cijevi [mm]	300	U	F	R



Slika 10 Izvor buke NT cijev

NAPOMENA: Otkrivanja izvora buke na regulatorskoj liniji na predviđenim mjestima (A1, A2, A3) prikazane su lokacije izvora 0 i luga je uočeno da se lokacije izvora buke ne mijenjaju, ali se u p (prilici).

Na dijagramu je prikazano opremljena okolišna razina buke iz DVGUV G 404 (prijamo slika br. 3) izmjerene razine buke akust

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

Broj dokumenta: EN-1904-044

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

2 MJERNE TOČI



Broj dokumenta: EN-1904-044

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

4 INFORMATIVNA OCJENA IZMJEI

NAPOMENA: Naha navodeno ne predstavlja službeni dokument o mjeri informativno.

4.1 Rezultati ispitivanja unutarnje buke

Mjerna mjesta - Opis	Izmjerena razina buke Lp [dB(A)]	Najviša dopuštena razina buke Lp [dB(A)]	Ocjena
MM1-A 1 NT regulatorika linija u PRS	65,3	65	Na 2
MM1-B ST regulatorika linija u PRS	79,1	85	Za 2

Razina buke	Ocjena
> 85 dB(A)	Na 1
80 - 85 dB(A)	Zadovoljavajuća
< 80 dB(A)	Za 2

4.2 Rezultati ispitivanja vanjske buke

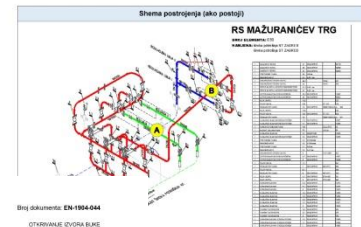
Mjerna mjesta / prostor	Izmjerena razina buke Lp [dB(A)]	Dopušteno stanje	Napomena
MM2 Prolazni prostor PRS - Ulica vrata	69	55-65	Za 2
MM3 Izlazni prostor zgrade LADA	64,8	65-70	Za 2
MM4 Izlazni prostor zgrade PRS	68,3	55-65	Za 2
MM5 Izlazni prostor stambene zgrade	69,1	55-65	Za 2
MM6 Izlazni prostor stambene zgrade PRS	65,3		

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

Broj dokumenta: EN-1904-044
OTKRIVANJE IZVORA BUKE

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU



Broj dokumenta: EN-1904-044
OTKRIVANJE IZVORA BUKE

ENERGONOVA d.o.o.
ENERGETSKA ISPIITIVANJA U
INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

4.3 Razina buke na radnom mjestu

Prima pravilna zaštita na radu najviše dopuštenu razinu buke na radnom mjestu ne smije iznositi više od 85 dB(A). Razina buke više od 85 dB(A) ne zadovoljava pravila zaštite na radu, ali razina buke manje od 85 dB(A) zadovoljava pravila zaštite na radu, no one su nepovoljne i upućuju poslodavca da na tom mjestima poslodavac usredi i provode program tehničkih i/ili organizacijskih mjera koje imaju za cilj smanjiti intenzitet buke.

Red. broj	OPIS POBLA	Najviša dopuštena razina buke Lp [dB(A)]	
		Od prosječnih izvora (slika, primjer. 1)	Od neprosječnih izvora (slika, primjer. 1)
1	Najbliži izvori unutar radne zone, velika odgovornost, najvažniji poslovi	45	40
2	Prostorni unosi rad, kvalitativno razmjerenje, ishačavanja, projektiranje	50	45
3	Zahtjevi unutar radne zone, specifične održavke, sustavni, duže	60	50
4	Mnogo zadržanih izvora rad, izvorni izvori rad	60	50
5	Mehanički izvori rad, predviđeni izvori rad	65	55
6	Upravljačke kabine, koncentrirani izvori rad, motor sklopovi	70	60
7	Mnogo zadržani izvori rad	75	65
8	Razni izvori rad	80	68

4.4 Razina buke na otvorenom i u zatvorenom prostoru

Razina buke koja se ne smije premasiti na otvorenom prostoru propisana je Pravilnikom o najvišim dopuštenim razinama buke u sredstvu u kojim ljudi rade i borave, NN 145/04. U tablici 2 navedene su maksimalne dopuštene razine buke ljudskom čula i tijekom noći na OTVORENIM i u ZATVORENIM prostorima.

Zona buke	Namjerna prostora	Najviša dopuštena razina buke u OTVORENIM PROSTORIMA (izvori buke u dB(A))			
		izl. (Lp) [dB(A)]	izl. (Lp) [dB(A)]	izl. (Lp) [dB(A)]	izl. (Lp) [dB(A)]
1.	Zona namjerna odmor, oporavak (baterija)	50	40	30	25
2.	Zona namjerna radno-stambeno (boravak)	55	40	35	28
3.	Zona namjerna, predviđeno radno namjerno	55	45	35	25
4.	Zona namjerna, predviđeno radno namjerno sa stacionarnim	65	50	40	30
5.	Zona namjerna, predviđeno radno namjerno sa stacionarnim	70	55	45	35

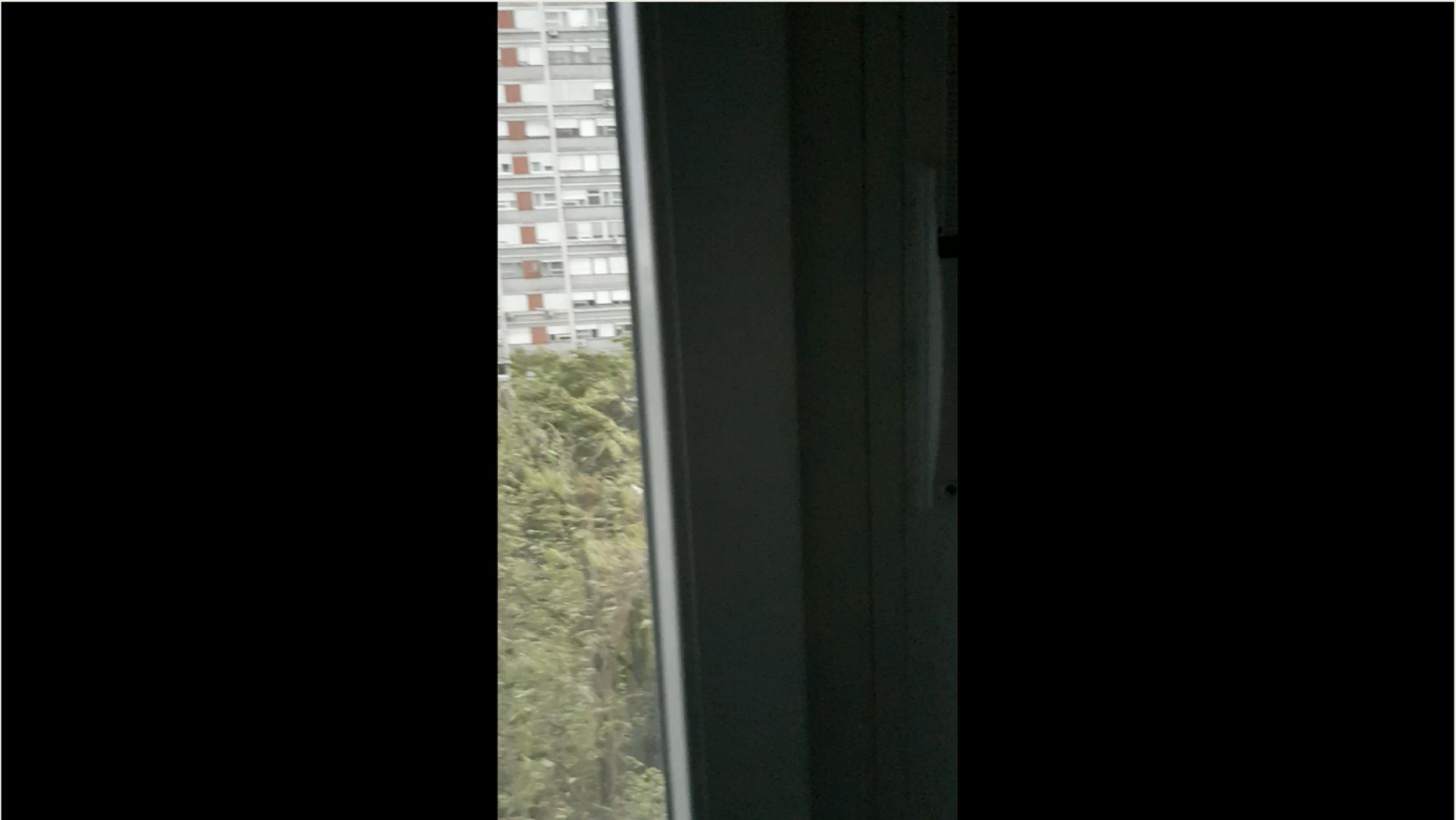
*Dan 05:00 - 22:00 h, Noć 22:00 - 05:00 h (Dan 10:00 - 19:00 h, VEČER: 19:00 - 23:00, Noć 23:00 - 05:00 h)

Investor: Gradsko planinsko Zagreb
Gradovina: PRIS Mažuranićev trg

Stranica 26/26

sa svim potrebnim analizama i prijedlozima mjera.

3. STAN U STAMBENOJ ZGRADI (loša ugradnja PVC stolarije)



Nakon izvršenog mjerenja izrađen je zapisnik o otkrivanju izvora buke

ENERGONOVA d.o.o.
 Novačka 333, 10040 ZAGREB - HRVATSKA

Investitor: **SENCON d.o.o.**, Buzinska cesta 52, Zagreb
 Građevina: **STAN na VIII katu u višestambenoj građevini, Ajaja pomoraca 9, Zagreb.**
 Izvještaj broj: **EN-1905-053**
 Datum: **23.05.2019.**

OTKRIVANJE IZVORA BUKE
 ODREĐIVANJE IZVORA I MJERENJE RAZINE BUKE
 AKUSTIČNOM KAMEROM

2 MJERNE TOČKE

Polozije kamere, mjerne točke i izvori buke:

Polozija kamere	Mjerna točka	Izvor buke	Udaljenost od izvora buke
K1	M1	Varjaska stolarija spavaće sobe (zajed)	1 m
K2	M2	Varjaska stolarija drevnog boravka (zajed)	1 m

Investitor: **SENCON d.o.o.**, Buzinska cesta 52, Zagreb
 Građevina: **STAN na VIII katu u višestambenoj građevini, Ajaja pomoraca 9, Zagreb.**

ENERGONOVA d.o.o.
 ENERGETIKA ISPITIVANJA U INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

Brj dokumenta: **EN-1905-053**
 OTKRIVANJE IZVORA BUKE

Datum ispitivanja: **22.05.2019.**
 Ispitivanje obavio: **Marko Serdar, grad.teh., Martin Pavić, univ.bacc.ing.mech.**

SADRŽAJ

1. PODACI O ISPITNIM INSTRUMENTIMA, GRADEVINI I METODI ISPITIVANJA 3
2. MJERNE TOČKE 4
3. REZULTATI MJERENJA 5

3 REZULTATI MJERENJA

POZICIJA KAMERE K1	MJERNA TOČKA M1
	<p>K1/M1</p> <p>Spoj unutarnje ključice sa okvirom prozora spavaće sobe</p> <p>Udaljenost izvora [m] 1</p> <p>Razina buke L_{WA} [dB(A)] 54</p> <p>Frekvencijsko područje [Hz] 200 – 24.000</p>
POZICIJA KAMERE K2	MJERNA TOČKA M2
	<p>K2/M2</p> <p>Spoj unutarnje ključice sa okvirom prozora drevnog boravka</p> <p>Udaljenost izvora [m] 1</p> <p>Razina buke L_{WA} [dB(A)] 41,5</p> <p>Frekvencijsko područje [Hz] 2.400 – 6.700</p>

Investitor: **SENCON d.o.o.**, Buzinska cesta 52, Zagreb
 Građevina: **STAN na VIII katu u višestambenoj građevini, Ajaja pomoraca 9, Zagreb.**

ENERGONOVA d.o.o.
 ENERGETIKA ISPITIVANJA U INDUSTRIJI I ZGRADARSTVU

Brj dokumenta: **EN-1905-053**
 OTKRIVANJE IZVORA BUKE

1 PODACI O ISPITNIM INSTRUMENTIMA, GRADEVINI I METODI ISPITIVANJA

Redni broj	NAZIV	Tvornički broj
1	Akustična kamera (frekvencijsko područje: 30 Hz do 24 kHz, Intenzitet zvuka: 30 do 130 dB)	00035
2	Ventilator Retrotec 3000SR	P1600446
3	Upravljačka jedinica DM-32	409016
4	Generator drena Tm-CT	CK-211418
5	Laserski mjerač dubine, Leica Disto X4-1	1852341707
6	IC Kamera, TESTO 880-2	2410952
7	Digitalni fotoaparati	-

Predmet mjerenja: STAN na VIII katu u višestambenoj građevini

Datum mjerenja: **20.04.2019.** Problem pojave zvuka visokog intenziteta (dB(A)) na ugrađenoj PVC stolariji stana za vrijeme puhanja sparnog vjeha.

Vrijeme mjerenja: **09:00 – 12:00.** Ispitni ventilatorom inducirane su različite buke između varjaskog (zajednog) i unutarnjeg prozora stana čime se simulirao vjehni i sa time prozok zvuka kroz varjasku stolariju (prozor). Prilikom pojave zvuka akustičnom kamerom locirale su se pozicije stvaranja zvuka na stolariji.

Detalj mjesta prozora zraka i stvaranja buke

Na silikonskom spoju između okvira prozora i unutarnje ključice dolazi do stvaranja mirko pukotina kroz koje stigne zrak pri čemu se stvara zvuk visokog intenziteta.

Ispitivanje obavili: **Marko Serdar** (ENIG za projektiranje, izmjere i usluge Zagreb, Novačka 333) i **Martin Pavić** (univ.bacc.ing.mech.)

Voditelj ispitivanja: **Martin Pavić** (univ.bacc.ing.mech.)

Investitor: **SENCON d.o.o.**, Buzinska cesta 52, Zagreb
 Građevina: **STAN na VIII katu u višestambenoj građevini, Ajaja pomoraca 9, Zagreb.**

temeljem kojeg je napravljen prijedlog sanacije.

Iz predstavljenih primjera jasno je vidljivo da je primjena AKUSTIČNE KAMERE u području identifikacije izvora buke gotovo neograničena i iznimno je vrijedan i koristan alat.

Ovom metodom detektiranja izvora buke značajno se smanjuje vrijeme "istrage", podaci su jednoznačni i lako se interpretiraju, moguće su analize i obrade podataka u svrhu izrade izvještaja.

Primjena metode AKUSTIČNE KAMERE u konačnici
SMANJUJE TROŠKOVE
ispitivanja i sanacije nastalog problema.

U svrhu cjelovitog pristupa građevinskoj fizici i energetskej obnovi zgrada nužno je vršiti određena mjerenja.

Uz već spomenuto mjerenje razine buke (zaštita od buke) mjeri se:

- *zrakopropusnost ovojnice zgrade* (BDT),
 - *IC termografijom* kontrolira se kvaliteta izvedbe toplinske izolacije zgrade
 - *provjera karakteristika ostakljenja* ugrađene stolarije
- dokaz KVALITETE IZVEDBE/OBNOVE zgrade -

ZRAKOPROPUSNOST OVOJNICE ZGRADE (Blower door test)

- obvezan prema:

Tehničkom propisu o racionalnoj uporabi energije i toplinskoj zaštiti u zgradama (NN 128/15, 70/18, 73/18, 68/18)

- za razliku tlakova između unutarnjeg i vanjskog zraka od 50 Pa, izmjereni tok zraka, sveden na obujam grijanog zraka, ne smije biti veći od:
 - $n_{50}=3,0 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada bez mehaničkog uređaja za provjetravanje
 - $n_{50}=1,5 \text{ h}^{-1}$ kod zgrada sa mehaničkim uređajem za provjetravanje
- za višestambene zgrade zahtjevi moraju biti zadovoljeni za svaki stan
- za nestambene zgrade zahtjevi se odnose na omotač grijanog dijela zgrade
- za novo izgrađene/obnovljene zgrade s planiranim energetske razredom **A+**, **A** i **B** (Kontinentalna Hrvatska) obvezno je koristiti stvarno izmjerene vrijednosti zrakopropusnosti zgrade, nužne za izdavanje završnog energetskog certifikata
→ **što je bolji energetski razred, utjecaj zrakopropusnosti je veći!!!**

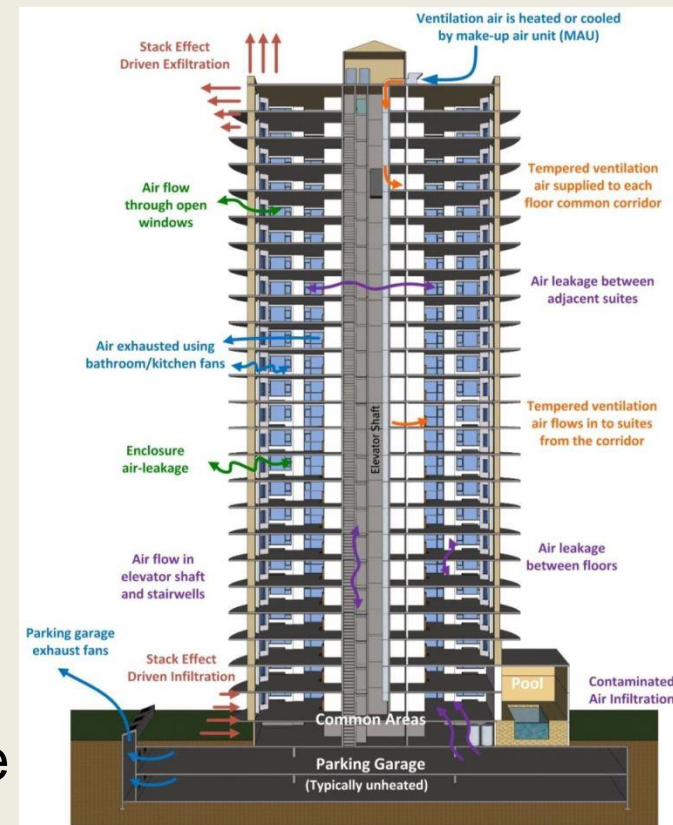
- vrši se prema normi:

Toplinske značajke zgrada – Određivanje propusnosti zraka kod zgrada – Metoda razlike tlakova (HRN EN ISO 9972, 2015)

- način provođenja ispitivanja definiran je karakteristikama zgrade koja se ispituje (tlocrtna površina, visina, volumen, broj etaža, ventilacijski sustavi itd.)
- od manjih obiteljskih građevina koje se ispituju već sa jednim ventilatorom i pripadajućom ispitnom opremom



- do velikih višestambenih građevina koje se ispituju sa tri ili više ventilatora po zonama, uz držanje protutlakova ispitnom na susjednim etažama u svrhu dobivanja stvarnih vrijednosti zrakopropusnosti ovojnice



Za kvalitetno ispitivanje zrakopropusnosti potrebno je:

- proučiti projektno-tehničku dokumentaciju zgrade
- izvršiti pregled zgrade, dogovoriti nužna brtvljenja i zatvaranja otvora te definirati manipulaciju mehaničkom ventilacijom
- donijeti plan izvršenja testiranja
- znati kako pristupiti pojedinoj zgradi ovisno o njenoj složenosti
- posjedovati opremu dovoljnog kapaciteta (broj ventilatora, upravljačkih jedinica i ostale opreme) – BITNO! (primjer)

Sve navedeno je nužno da bi rezultat ispitivanja zrakopropusnosti bio stvaran i odnosio se isključivo na vanjsku ovojnici grijanog dijela ispitivane zgrade.

**ZRAKOPROPUSNOST ZGRADE JEDAN JE OD NAJVAŽNIJIH
POKAZATELJA KVALITETE IZVEDBE I BUDUĆE POTROŠNJE
ENERGIJE ZA GRIJANJE/HLAĐENJE.**

IC TERMOGRAFIJA – identifikacija mjesta toplinskih gubitaka kroz vanjsku ovojnicu

- u svrhu određivanja kvalitete izvedbe toplinske izolacije (toplinski mostovi → vlaga → građevinska šteta)
- detektiranje pozicija infiltracije zraka kroz vanjsku ovojnicu u kombinaciji s BDT testom
- kontrola HVAC sustava, elektro sustava itd.

- vrši se strane ovlaštenih termografista (Ivl 1 i 2) prema normi:

Toplinske značajke zgrada – Kvalitativno otkrivanje toplinskih mostova u obodnim konstrukcijama zgrada – Metoda infracrvenog snimanja (HRN EN 13187, 2000)

PROVJERA KARAKTERISTIKA OSTAKLJENJA UGRAĐENE STOLARIJE

Tehnički propis za prozore i vrata (NN 69/06)

- propisuje tehnička svojstva i druge zahtjeve za prozore i vrata koji se ugrađuju u građevine → ispunjavanje bitnih zahtjeva za građevinu
- na ugrađenoj stolariji provjeravaju se karakteristike ostakljenja *In situ*:
 - vrsta ugrađenog stakla (kaljeno, lamelirano)
 - debljina i razmak između stakala
 - provjera toplinske zaštite (low-E premaz)

**OSTAKLJENJE UGRAĐENE STOLARIJE JE PRIJEMNIK
SUNČEVE ENERGIJE, ALI I ZAŠTITA OD GUBITKA TOPLINE IZ
GRIJANOG PROSTORA**

HVALA NA PAŽNJI!

