

ANALIZA AKUSTIČKOG AMBIJENTA U PROSTORIJAMA
NAUČNO-TEHNOLOŠKOG PARKA U NOVOM SADUVlado Delić¹, Milan Sečujski², Milan Narandžić³,
Dragana Konstantinović⁴, Srđan Kolaković⁵, Rade Doroslovački⁶
^{1,2,3,4,5,6}Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, Srbija¹vlado.delic@uns.ac.rs, ²secujski@uns.ac.rs, ³orange@uns.ac.rs,
⁴konstan_d@uns.ac.rs, ⁵kolak@uns.ac.rs, ⁶ftndean@uns.ac.rs

Kratak sadržaj: U novoj zgradi NT parka izvršeno je „multo-početno“ merenje osnovne tj. pozadinske buke – pre useljavanja ljudi i stavljanja u pogon brojnih uređaja koji će funkcionisati u tom prostoru i predstavljati dodatne izvore buke. Ovo merenje buke će poslužiti kao referentno, odnosno, kao osnova za dalje praćenje povećanja nivoa buke u prostorijama koje će neminovno uslediti sa početkom korišćenja zgrade. Merenje je izvršeno fonometrom klase 1, a rezultati merenja su detaljno analizirani u skladu sa standardima za dozvoljeni nivo buke u dB(A) koji su propisani za prostorije za vaspitno-obrazovni rad (učionice, slušaonice, kabineti i sl.) i interpretirani u smislu kvaliteta akustičkog ambijenta koji je kao i vizuelni ambijent staklenih pregradnih zidova bio izazovan i interesantan za analizu. Rad sadrži preko 300 merenja, njihovu analizu i interpretaciju. Kao osnovni rezultat utvrđena je i akustičkim merenjem potvrđena još jedna važna funkcija atrijuma – zvučna izolacija laboratorija NT parka, koje su sa tog aspekta idealne za naučno-istraživački i obrazovni rad. Konstatovano je da su nastavnički kabineti pravilno orijentisani ka dvorišnom delu zgrade, ali su kabineti bliži bulevaru ipak izloženi nešto većem uticaju buke od izvora izvan zgrade NTP. Najkritičnije su grupne kancelarije i učionice uz frontalni deo zgrade NTP. Iako je taj stakleni zid vrlo dobre izolacione moći, ispred zida je nivo saobraćajne buke često i po 10 dB iznad propisima dozvoljenih maksimuma ispred prozora za takav tip objekata.

Ključne reči: Ekvivalentni nivo zvuka (L_{eq}), pozadinska buka, merenje i analiza buke, NTP u Novom Sadu

THE ANALYSIS OF ACOUSTIC AMBIENT IN INTERIOR OF
THE SCIENCE TECHNOLOGY PARK IN NOVI SAD

Abstract: In the new building of the ST Park the initial measurements of background noise were performed - before staff moves in and any of the machines, which will represent additional noise sources, start functioning. These measurements will represent the reference for future monitoring of the increase in noise levels which will inevitably occur once the building becomes fully functional. The measurement was performed with a Class 1 sound-meter and the results were thoroughly analyzed in accordance with policies for the allowed noise level in dB(A) in rooms for educational purposes (classrooms, auditoria, cabinets etc.). The results were also interpreted as regards the quality of acoustic comfort, which, together with the visual impact of glass partition walls, was interesting and challenging for analysis. More than 300 measurements were presented and analyzed in the paper. One of the main contributions of the paper is the confirmation of additional functionality of the atrium – sound insulation of ST Park laboratories, which, from the acoustic standpoint, are ideal for research and educational activities. It has been proven that the professors' cabinets are correctly oriented towards the building's yard. However, cabinets near the boulevard are exposed to increased noise levels, from sources outside the building. The most problematic cabinets are those oriented towards the front part of the building. Although the glass walls in these cabinets have good sound insulation power, the traffic noise in front of the walls is often 10 dB over maximum allowed noise levels for this type of object.

Key Words: Equivalent noise levels (L_{eq}), background noise, noise measurements and analysis, STP Novi Sad

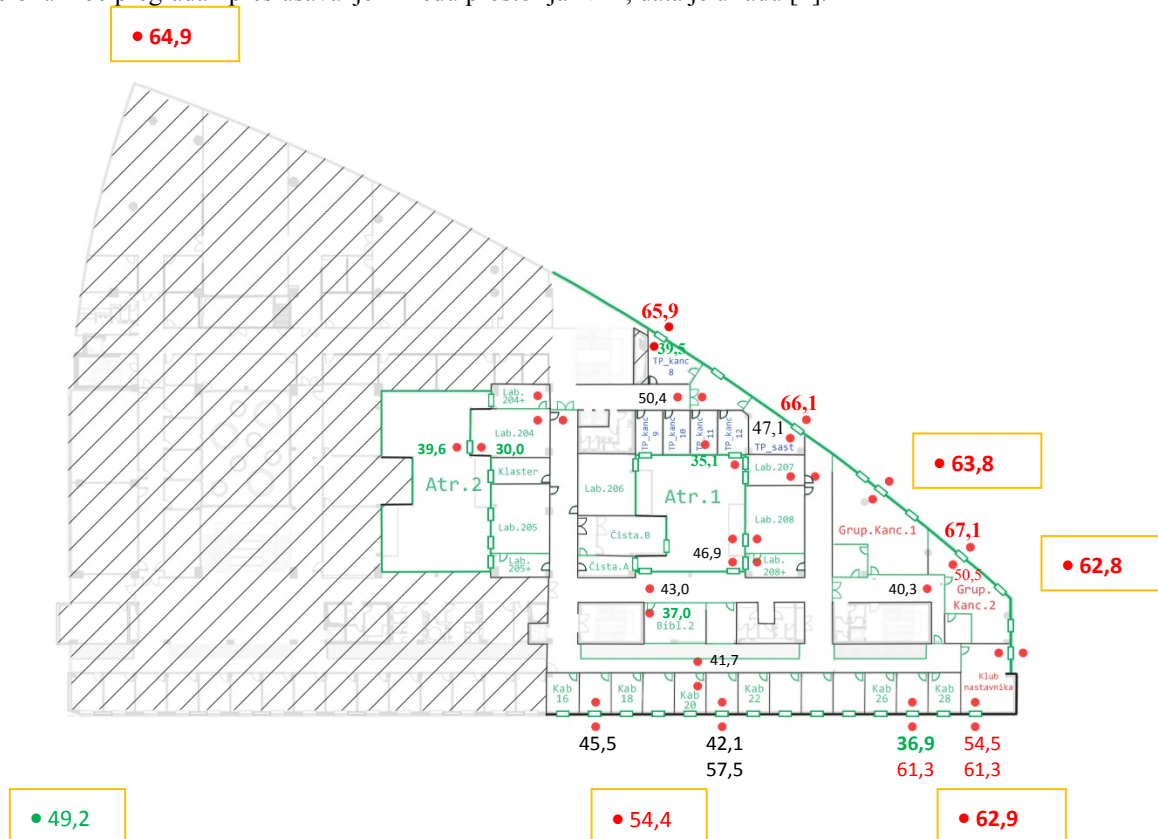
1. UVOD

Početkom 2020. godine počela je da se koristi novoizgrađena zgrada Naučno-tehnološkog parka (NTP) Univerziteta u Novom Sadu (UNS), deo na Fakultetu tehničkih nauka (Faza II). Naučni deo NT parka (NP) predviđen je za dva departmana koji predstavljaju odsek za elektrotehniku i računarstvo na Fakultetu tehničkih nauka (FTN), dok će unutrašnji deo izgradnje tehnološkog dela NT parka (TP), koji je predviđen za IT kompanije, biti nastavljen u narednom periodu sa idejom da se uspostavi sinergija NP i TP na platformi misije NTP. Prvobitno projektovana zgrada NTP [1] koncipirana je sledeći način: NP i TP susretali su se u zoni laboratorija, postavljenih oko 3 atrijuma u središtu zgrade. TP koji je projektovan za kancelarije i poslovni prostor IT kompanija, postavljen je u prostoru paralelno sa saobraćajnicom Fruškogorske ulice, u frontalni stakleni deo zgrade. Bilo je predviđeno da svi kabineti za nastavnike i asistente FTN budu okrenuti ka dvorišnom delu zgrade, odnosno ka kampusu UNS.

Posmatrano upravno na saobraćajnicu, prostor NTP organizovan je između naučnog i tehnološkog dela parka, tako da se iz zone nastavničkih kabineta kroz tri paralelna hodnika koja se pružaju po dubini zgrade od NP ka TP delu u NTP, levo i desno iz tih hodnika ulazi u naučno-istraživačke i nastavne laboratorije, koje se tako mogu

sagledati kao most saradnje kompanija i fakulteta-univerziteta. U nedostatku dvorišta za centralni deo zgrade, projektom je predviđeno da laboratorije u dubini NTP dobiju dnevnu svetlost i ostvare prirodnu ventilaciju kroz tri velika atrijuma [1]. U ovom radu je utvrđeno i akustičkim merenjima potvrđeno da atrijumi imaju još jednu značajnu funkciju – da obezbede izuzetnu zaštitu od gradske buke (neželjenog zvuka), koja je inače neizbežna u urbanom delu grada. To je projektantima bilo intuitivno jasno, ali nije nigde eksplicitno istaknuto, pa ni u proračunu zvučne zaštite za objekat NTP [2]. U ovom radu je merenjima nivoa buke definitivno potvrđeno da atrijumi obezbeđuju izvanredne akustičke uslove za naučno-istraživački rad i obrazovnu delatnost u laboratorijama NT parka sa minimalnom bukom od izvora izvan zgrade NTP – što je jedan od najvažnijih rezultata ovog rada. Međutim, u toku realizacije projekta izgradnje NT parka po fazama došlo je do promene u pogledu distribucije programa, te je sada zgrada podeljena na NP i TP deo na mestu dilatacione razdelnice, odnosno, upravno na Frušogorsku ulicu,. Ovakvom podelom je polovina kabineta u nizu koji su trebali da se nalaze u NP delu pripala TP delu i, uz to, NP je izgubio i trećinu projektovanih laboratorija. Tako se deo individualnog i grupnog kancelarijskog prostora uz frontalni deo zgrade, koji je projektovan za TP deo, našao u NP delu NTP, pa će mnoge od tih TP_kancelarija morati da se koriste kao kabineti nastavnika i asistenata, pa i za deo nastave. Dakle, ove prostorije su projektom bile namenjene za TP kancelarijski prostor i administrativno-poslovne aktivnosti T-parka, a sada će u okviru N-parka biti korišćene za naučno-istraživački i obrazovni rad. U prostorijama za ovakvu namenu potrebno je svesti uticaj buke kao neželjenog zvuka iz izvora koji su izvan zgrade na nivo do 40dB(A), kako je propisano standardima arhitekture u građevinarstvu SRPS U.J6.201:1990, [3], koji utvrđuju tehničke uslove za projektovanje i građenje zgrada (minimalne vrednosti zvučne izolacije zgrada i maksimalni dozvoljeni nivo zvuka udara koji moraju biti zadovoljeni pri projektovanju, građenju ili rekonstrukciji zgrada namenjenih boravku ljudi). S obzirom na mnoštvo staklenih fasadnih i pregradnih zidova tipičnih za savremenu gradnju kancelarijskog i kompanijskog poslovnog prostora, nametnulo se pitanje koliko će taj deo prostora biti adekvatan za naučno-istraživačku i obrazovnu delatnost departmana Fakulteta tehničkih nauka, a posebno sa aspekta zvučne izolacije staklenih pregrada – što je jedan od osnovnih motiva istraživanja u ovom radu.

U nastavku rada predstavljen je raspored prostorija u novom NP delu NTP koji obuhvata i niz kancelarija i grupnih kancelarija uz frontalni (fasada prema Frušogorskoj ulici) deo zgrade, a koje su prvobitno namenjene za TP. U stilizovanom-uprošćenom prikazu označene su prostorije NTP od interesa za istraživanja u ovom radu i obeležene crvene tačke u kojima je vršeno merenje nivoa zvuka i to pre svega buke kao neželjenog zvuka iz izvora izvan zgrade NTP, u kom dominira nestacionarna saobraćajna buka. Nakon niza akustičkih merenja u radu izvršena je analiza kvaliteta akustičkog ambijenta. Detaljnija analiza, koja pored analize pozadinske buke obuhvata i izolacionu moć pregrada i preslušavanje između prostorija NTP, data je u radu [4].



Slika 1. NT park: Drugi sprat (isti kao treći sprat) sa obeleženim prostorijama NP u kom su departmani FTN. Uokvirene su vrednosti nivoa buke u okruženju, a označene su merne tačke u NTP i izmeren nivo buke u dB(A).

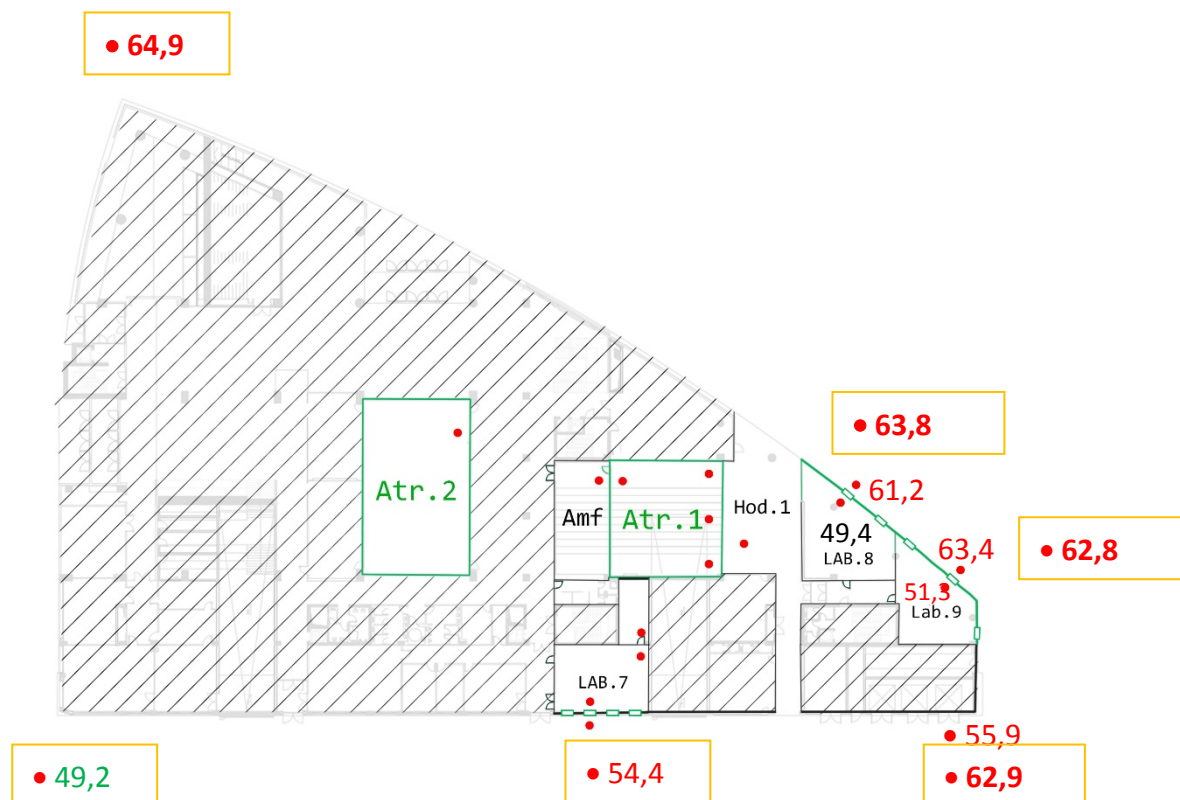
2. RASPORED LABORATORIJA, KABINETA I KANCELARIJA U NAUČNOM DELU NTP

Na slici 1. dat je stilizovan prikaz osnove 2. sprata, kao i okruženja NTP – pre svega kritičnih saobraćajnica uz frontalni deo NTP sa staklenom fasadom. Situacija je identična za 3. sprat, veoma slična za 1. i 4. sprat, dok su 5. sprat i prizemlje dosta drugačiji.

Na slici 1. jasno su označene merne tačke – spoljašenje merne tačke nalaze se 0.5 m ispred otvorenog prostora, dok se unutrašnje merne tačke nalaze 1.5 m od prozora. Ovakav položaj mernih tačaka je u skladu sa Pravilnikom [5] koji propisuje metode merenja buke, dozvoljeni nivo buke u sredini u kojoj čovek boravi itd. Najviši dozvoljeni nivo buke izražen A-ponderisanim nivoom u dB(A) za boravišne prostorije u zgradi, sa zatvorenim prozorima, iznosi 35 dB(A) iz izvora buke u zgradi i 40 dB(A) iz izvora buke izvan zgrade.

U tom stilizovanom prikazu jasno su izdvojene prostorije od interesa za istraživanja i akustička merenja prikazana u ovom radu: laboratorije, nastavnički kabineti u nizu, TP_kancelarije-kabineti i grupne kancelarije – računarske učionice, kao i atrijumi, hodnici i sl. Da bi se ukazalo na prisustvo različitih građevinskih materijala, zelenom bojom su prikazane staklene površine pregrada (stakleni zidovi, staklena vrata i prozori), dok su crnom bojom prikazani pregradni elementi – zidovi i vrata koji nisu od stakla. Zelenim slovima su date oznake onih prostorija (laboratorije, nastavnički kabineti i biblioteka) koje su se do kraja ovih istraživanja pokazale kao zadovoljavajuće u pogledu propisanog dozvoljenog nivoa buke iz izvora izvan NTP – po propisima za obrazovnu i naučno-istraživačku delatnost, dok su crvenom bojom označene prostorije koje su izložene većem nivou buke od onog koji je propisan kao maksimalno dozvoljen za navedene namene. U „crvenom“ su prostorije čiji se spoljašnji (fasadni) stakleni zid nalazi u neposrednoj blizini bučne saobraćajnice i buleva, što svakako ne predstavlja iznenađenje s obzirom na nivo spoljne buke od blizu 70 dB(A). Međutim, mora se napomenuti da je izolaciona moć staklenog fasadnog zida veoma dobra. To doprinosi izvanrednom subjektivnom utisku: iako se kroz stakleni zid potpuno transparentno vidi saobraćajnica u neposrednoj blizini, saobraćajna buka unutar objekta manja je od očekivane – kao da u smislu audio-percepcije nismo u neposrednoj blizini raskrsnice.

Naučni deo NT parka u prizemlju (slika 2) sadrži tri veće laboratorije (80-100 m²) koje su projektovane za tešku i/ili gabaritnu laboratorijsku opremu, kao što su električne mašine i elektro-energetski pretvarači ili tzv. optička klupa, koja ne može da se unese u zgradu kroz vrata standardnih dimenzija.

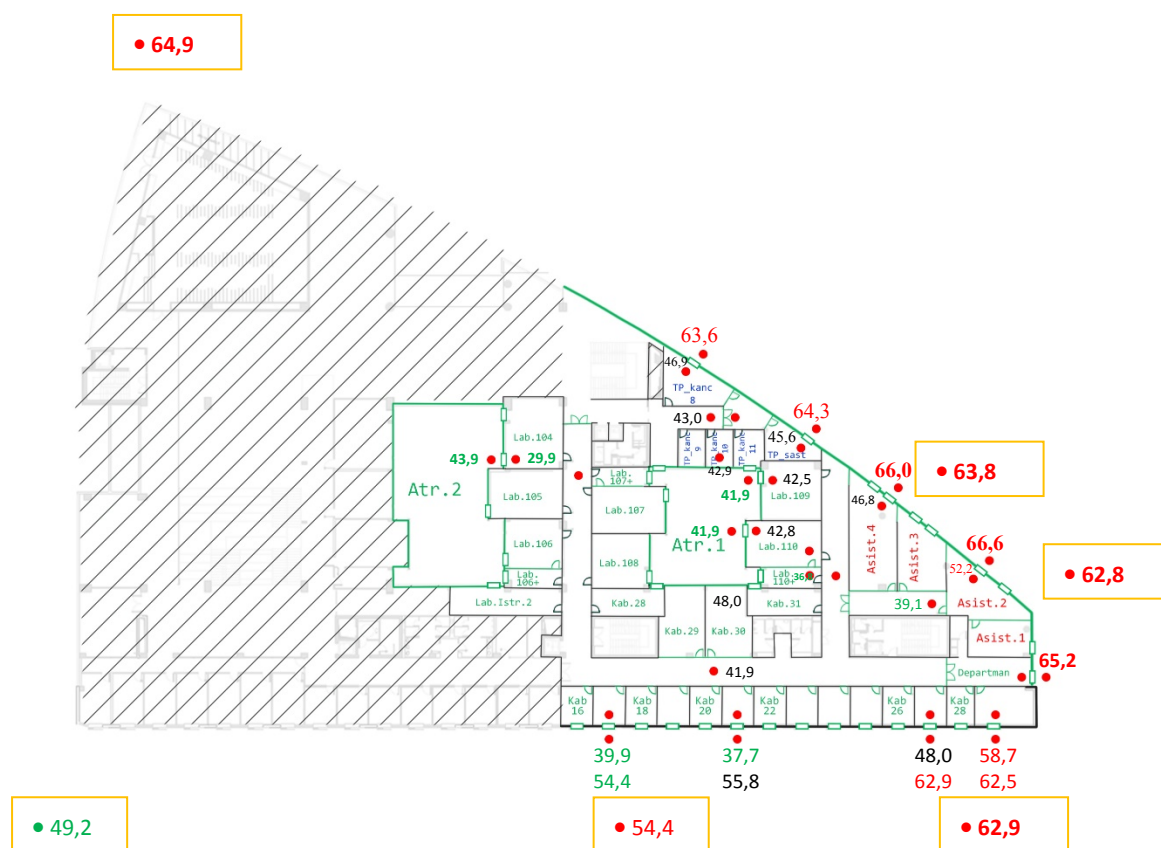


Slika 2. NT park: Prizemlje sa 3 laboratorije, 2 atrijuma, amfiteatrom i prolaznim hodnikom

Na spratovima od 1. do 4. nalazi se po sedam laboratorija dimenzija od približno 40 m² u proseku, od kojih svaka druga ima i sobu za laboranta od oko 15 m² odvojenu staklenim zidom – npr. Lab.110 i Lab.110+ na slici 3. Sve ove laboratorije su spoljnim staklenim zidom okrenute ka jednom od dva atrijuma, koji im obezbeđuju dnevnu svetlost i prirodnu ventilaciju, ali ih i štite od buke koja je neizbežna u gradskoj sredini, a posebno kada je objekat u

neposrednoj blizini bučne saobraćajnice kao što je Fruškogorska ulica, koja se pruža ispod staklene fasade zgrade NTP i uključuje na Bulevar cara Lazara (slika 1). Ova raskrsnica je jedna od najprometnijih raskrsnica u Novom Sadu, sa nivoom buke koji često prevazilazi maksimalni dozvoljeni nivo od 65 dB(A), koji je propisan za gradske sredine duž autoputeva, magistralnih i gradskih saobraćajnica [5], a često dostiže i 70 dB(A) – ugrožavajući bukom prostorije namenjene za obrazovni i naučno-istraživački rad.

Pored laboratorija na spratovima koje su locirane u dubini zgrade uz atrijume i tako zaštićene od saobraćajne buke, nastavni kabineti u nizu su pravilno okrenuti ka dvorišnom delu zgrade – suprotnom od bučne saobraćajnice uz frontalni deo zgrade. Za razliku od viših spratova, hodnik na 1. spratu (slika 3) ispred nastavničkih kabineta u nizu ima punu širinu i direktan pristup u veće – grupne kabinete 28-31, dok je na spratovima 2-4 polovina hodnika otvorena ka svetlarniku na 5. spratu. Zato na tim višim spratovima (slika 1) postoji paralelni hodnik pored manjeg atrijuma Atr. 1, iz kog se ulazi u biblioteku i salu za sastanke predviđenu za članove laboratorija sa date etaže [1]. Niz kabineta od po 15 m² u NP-delu NT parka završava se jednim duplo većim kabinetom, koji je po projektu na 1. i 4. spratu predviđen za direktore dva departmana FTN, a na 2. i 3. spratu i dodatno proširen obuhvatanjem dela hodnika ispred, ukupne površine 44 m² i položaja pogodnog za Klub nastavnika departmana – jednog iznad drugog na 2. i 3. spratu – tako da ta vertikala u zgradi omogućuje i tesnu saradnju i između dva departmana elektrotehnike i računarstva [1].



Slika 3. NT Park: Prvi sprat sa 7 laboratorija, kabinetima u nizu i grupnim i TP_kancelarijama

Period neposredno pre useljenja u NT park bio je poslednji trenutak da se snimi „multi-početni“ nivo pozadinske buke koja potiče iz izvora izvan zgrade NTP. Snimljen je nivo buke duž trotoara koji razdvaja zgradu od prometne ulice i raskrsnice (slika 1), kao i oko zgrade, a zatim po rubnim prostorijama svaki put na 0,5 m kroz otvoren prozor i unutar prostorije na 1,5 m od prozora. Analizirana je izolaciona moć staklenih frontalnih delova zgrade u kojima se nalaze grupne kancelarije, učionice i laboratorije (iako to nisu bile po projektu), kao i izolaciona moć prozora u kabinetima nastavnika, dok je u radu [4] merena i analizirana izolaciona moć pregrada, a posebno staklenih vrata i staklenih zidova između laboratorija tj. preslušavanje između laboratorija i soba za laborante odvojenih tim staklenim pregradama. Meren je nivo pozadinske buke u svim tim prostorijama, kao i u bibliotekama, salama za sastanke, amfiteatru, hodnicima i atrijumima. Na osnovu rezultata merenja buke u pojedinim mernim tačkama označenim na slikama 1-3 koji su detaljnije tabelarno prikazani u radu [4], u nastavku ovog rada izvršena je analiza akustičkog ambijenta u NT parku.

3. MERENJE I ANALIZA POZADINSKE BUKE U PROSTORIJAMA NT PARKA

U skladu sa definicijama pojmova u standardu za akustiku u građevinarstvu [3, p.1], pod pozadinskom bukom u ovom radu podrazumeva se osnovni nivo buke okoline – dok ne rade relevantni uređaji čiji će se doprinos buci u NTP ocenjivati kada budu u pogonu. Deo te pozadinske buke potiče iz izvora izvan NTP (po standardima se mora svesti na maksimalno 40 dB(A)), ali jedan deo potiče i od postrojenja i instalacija iz unutrašnjosti zgrade. Projektanti su u [2, p.246], pored usvojenih zahteva u pogledu zvučne zaštite odnosno izolacione moći pregrada (opisano sa više detalja u radu [4]), precizno naveli i opšte mere zvučne zaštite, posebno za elektroinstalacije, mašinske instalacije i instalaciju vodovoda i kanalizacije. Deo pozadinske buke iz unutrašnjosti objekta zavisi od toga koliko kvalitetno su ove preporuke ispoštovane, a po standardima ne bi smeo da bude veći od 35 dB(A), pa je cilj akustičkih merenja u ovom radu da se i to proveriti. Merenja su izvršena profesionalnim fonometrom klase 1, [6], a rezultati svih akustičkih merenja izvršenih u ovom istraživanju su prikazani detaljnije – tabelarno u radu [4], dok su ovde na slikama 1-3 uz određene merne tačke dati samo osnovni (uprosečeni) rezultati merenja i do kraja ovog rada izvedeni najvažniji zaključci tih merenja. U radu [4] su dati rezultati i drugih akustičkih merenja zvučne izolacije i preslušavanja kroz pregradne staklene zidove i staklena vrata, kao i kroz druge zidove i međuspratne konstrukcije.

Pozadinska buka iz atrijuma je daleko niža od one kojoj su izložene prostorije uz frontalni deo zgrade prema bučnoj saobraćajnici. Zahvaljujući takvom projektnom rešenju u sve laboratorije na spratovima dopire veoma mali nivo buke od izvora izvan zgrade NTP (kroz atrijum) pa je pozadinska buka u laboratorijama NTP na nivou od oko 30 dB(A) (Lab. 104, 204, 304, 404 – bez uključenog grejanja) odnosno 43-48 dB(A) (Lab. 110, 310, 410 – sa uključenim grejanjem različitog nivoa buke). Samo dve laboratorije u prizemlju, koje su uz frontalni stakleni zid duž prometne ulice, imaju nivo buke oko 50 dB(A) i to najviše na niskim frekvencijama, koje jedino prolaze kroz staklene zidove [7] (LAB.8 i LAB.9 – sa uključenim grejanjem), što je takođe prihvatljivo posebno zato što su to laboratorije projektovane za tešku opremu, koja će u toku lab. vežbi biti izvor buke za ostale prostorije u okruženju. Dakle, sve laboratorije NT parka na spratovima su izolovane od spoljne buke uobičajene u gradskoj sredini, koja je posebno izražena u neposrednoj blizini prometnih saobraćajnica, što je u ovom slučaju Fruškogorska ulica.

Sledeće najpovoljnije prostorije po pitanju buke jesu nastavnički kabineti u nizu, okrenuti „dvorišnom“ delu zgrade, odnosno strani suprotnoj od frontalne, koja se savija prateći ulivanje Fruškogorske ulice u Bulevar cara Lazara – jednu od najprometnijih raskrsnica u Novom Sadu na samom rubu kampusa Univerziteta u Novom Sadu. Do tih kabineta dospeva spoljna buka na nivou od 50 do 55 dB(A) sve do polovine zgrade („kabineti“ 1-15 koji su ostali u nedovršenom T-parku), zatim slede kabineti N-parka od 16-29. Približavanjem poslednjem kabinetu u nizu, koji je najbliže bulevaru, raste i nivo buke ispred prozora kabineta. Sve do Kabineta 25 nivo spoljne buke je do prihvatljivih 60 dB(A), ali je poslednjih nekoliko kabineta u nizu izloženo buci i nešto preko 60 dB(A), ne samo zbog toga što su bliže bulevaru nego i zato što se ta buka s bulevara dodatno reflektuje od zgrade studentskog doma naspram 4-5 poslednjih kabineta u nizu (nivo se podiže za oko 3 dB jer se jednom refleksijom nivo buke koji dolazi sa bulevara približno udvostručava. Između NTP i doma je drvo red listopadnog drveća, koje je u zimskom periodu ovog snimanja (januar 2020.) bez listova, pa će se videti da li se nešto menja sa olistavanjem drveća. Od kabineta u nizu, najizloženiji buci s bulevara je poslednji kabinet u nizu, koji je projektovan za direktora departmana (1. i 4. sprat), odnosno kao Grupna kancelarija 3, ili kako je na slici 1. označeno, Klub nastavnika (2. i 3. sprat). Buka od izvora izvan NTP (oko 62 dB(A)) u tim nešto većim kabinetima/kancelarijama iznosi 51-59 dB, što je znatno više u odnosu na većinu manjih kabineta u nizu koji su dalje od bulevara i imaju pozadinsku buku 42-45 dB(A) – takođe sa uključenim grejanjem.

Najjačoj spoljašnjoj buci (preko 65 dB(A)) izložene su teške laboratorije u prizemlju, LAB 8 i 9, i grupne kancelarije 1 i 2 na višim spratovima iznad tih teških laboratorija – frontalno su okrenute ka raskrsnici Fruškogorske ulice i Bul. cara Lazara kao najznačajnijem izvoru buke u okruženju NT parka. Taj frontalni zid zgrade NTP je sav od stakla i pruža otvoren pogled ka pomenutoj raskrsnici, Sportskom centru „Vojvodina“ (SPENS) i tržnom centru „Promenada“, kao i višespratnicama preko puta Fruškogorske, koje inače štite veći deo NTP od popodnevnog direktnog izlaganja suncu. Taj potpuno otvoren pogled ka saobraćajnici i raskrsnici koja je u neposrednoj blizini, navodi na očekivanje znatno većeg nivoa buke unutar tih frontalnih prostorija sa ulične strane. Međutim, saobraćajna buka koja se čuje u NTP je znatno niža od očekivane – od automobila koji prolaze dospeva samo buka niskih frekvencija jer su velike staklene površine zidova apsorberi niskih frekvencija, a reflektori visokih. To se jasno čuje u momentu kada se zatvori prozor. Dok je prozor otvoren – ima se osećaj kao da se nalazite nasred raskrsnice, a kad se zatvori prozor, ne samo da se dolazna buka značajno smanji nego se visoke frekvencije jasno eliminišu (ne čuju se škrice kočnica, kraće sirene i sl.), zato što je staklo reflektor visokih frekvencija, ali i dalje se čuje kad polaze vozila na semaforu, kad prolazi autobus buka se udvostruči i sl. (stakleni zid je apsorber niskih frekvencija). Niske frekvencije inače subjektivno daleko manje smetaju čoveku i ne zamaraju ga kao visoke [7].

Međutim, pored pozitivnog subjektivnog utiska o buci koja dolazi u NTP sa obližnje saobraćajnice, objektivni pokazatelji govore da je i nivo spoljne buke znatno veći od propisanih dozvoljenih 65 dB (na 0,5 m ispred prozora). Dalje, iako je izolaciona moć staklenih zidova velika, naročito na višim frekvencijama, pozadinski deo buke od izvora izvan NTP retko se spušta na blizu propisanih 40 dB(A). Ukupna pozadinska buka u tim rubnim prostorijama NTP od izvora izvan zgrade zajedno sa bukom centralnog grejanja retko kad se spušta na propisanih 40 dB(A) –

samo u kraćim periodima vremena kada centralni klima-uređaj u prostoriji zastane sa radom ili radi u veoma tihom režimu rada. Daleko češće se buka iz NTP instalacija klima-uređaja podiže na značajan nivo i dodaje na pozadinsku buku od izvora izvan NTP tako da u zbiru dostižu nivo u opsegu 45-50 dB(A). U frontalnim prostorijama NTP duž Fruškogorske ulice doprinos spoljne buke uz buku klima-uređaja podiže zbirni nivo i preko 50 dB(A). Projektant je tu pravilno postavio sale za sastanke, stepeništa, hodnike, ali nažalost i grupne kancelarije, koje su zbog promena u fazama izgradnje umesto da budu kancelarije za poslovanje u TP-delu NTP postale deo N-parka. Zbog nedovoljnog broja laboratorija za departmane elektrotehnike i računarstva sa FTN, koji su se u međuvremenu od projektovanja do useljenja zgrade udvostručili po broju zaposlenih i IT studijskih programa koje obrazuju, veći deo tih grupnih kancelarija prenamenjen je za dodatne laboratorije i računarske učionice. Nivo pozadinske buke u njima, makar u blizini frontalnog zida, viši je od propisanog za umni rad kao što je naučno-istraživački i obrazovni rad. Ipak, u većem delu tih prostorija dominantan je uticaj dela pozadinske buke od izvora iz unutrašnjosti zgrade, kao što je već sada buka sistema centralnog klima-uređaja, a u praksi će pozadinska buka postati još zanemarljivija kada unutrašnju buku budu stvarali brojni ljudi, uređaji i sistemi u pogonu. „Kompenzaciju“ za nešto veću buku od saobraćajnica u frontalnim prostorijama čini veoma lep pogled na dinamičan i moderan deo grada Novog Sada – SPENS, Promenadu, Dino-park i pogled niz Bulevar cara Lazara.

Nekoliko kancelarija u TP-delu imaju nivo pozadinske buke 35-40 dB(A), poput nastavničkih kabineta u nizu (bez centralnog klima uređaja), zato što pravilnim projektovanjem zgrade te kancelarije-kabineti nisu frontalno izloženi saobraćajnoj buci iz Fruškogorske ulice. One su zaklonjene salama za sastanke i prilaznim hodnicima. Dodatno koriste unutrašnja vrata koja nisu od stakla i koja obezbeđuju bolju zvučnu izolaciju. Radi se o kabinetima koji dobijaju dovoljno svetlosti kroz stakleni zid ka malom atrijumu gde je buka niskog nivoa (bar kada tu nema ljudi). Za razliku od TP_kancelarija-kabineta sa staklenim zidom ka malom atrijumu, svi ostali kabineti nastavnika nemaju stakleni zid, a zbog relativno male površine prozora koriste staklena vrata ka hodniku sa svetlarnikom. Ovakav pristup potencijalno doprinosi energetske efikasnosti zgrade, koju su takođe ispitivale kolege sa FTN.

4. ZAKLJUČAK

Tim iz Laboratorije za akustiku i govorne tehnologije sa Katedre za telekomunikacije i obradu signala na Departmanu za energetiku, elektroniku i telekomunikacije izvršio je merenje buke u NTP, u delu namenjenom za departmane FTN. Bilo je važno ustanoviti „nultu-početnu“ pozadinsku buku u prostorijama NTP – pre useljenja i stavljanja u pogon brojnih uređaja. Merenje je izvršeno fonometrom klase 1, po svim etažama i u raznim prostorijama: laboratorije, nastavnički kabineti i grupne kancelarije, hodnici, atrijumi, biblioteke, amfiteatar.

Projektant je kroz koncept atrijuma obezbedio kvalitetan prostor u zgradi po njenoj dubini – obezbedio je ne samo svetlost i prirodno provetranje za laboratorije koje svojim staklenim zidovima formiraju atrijume, nego i zaštitu od saobraćajne buke koja je kritična na ovako pozicioniranoj zgradi.

Iako je vizuelni utisak da je buka manja nego što se očekuje gledajući kroz stakleni zid u obližnju saobraćajnicu i raskrscnicu, kancelarije i „grupni kabineti“ za asistente i nastavnike sa frontalne strane imaju nivo buke preko 40 dB(A) od izvora izvan zgrade i kao takvi nisu savršeni za umni rad i koncentraciju – kako zbog nivoa buke, tako i zbog „lepog pogleda“, karakterističnog za moderne višespratnice i njihove poglede iz kancelarija.

U većini slučajeva izmeren je nivo pozadinske buke u prostoriji od preko 45 dB(A) i on dominantno potiče od centralnih klima-uređaja. Razlike koje se mogu zapaziti na određenim mernim tačkama potiču pre svega od različitog nivoa buke koje su klima-uređaji stvarali u toku merenja. Izmereni nivo buke na 0,5 m ispred otvorenog prozora pokazuje pre svega kolika buka će ulaziti u prostoriju kada je prozor otvoren. Taj nivo buke na prozodima mnogih prostorija NT parka daleko je veći (60-65 dB(A)) od onog koji postoji kod centralne zgrade FTN (50-55dB(A)), koja se nalazi u centru kampusa UNS – dovoljno daleko od buke prometnih saobraćajnica. Iako je u NT parku sve novo i lepo, nastavnici i saradnici departmana FTN koji se sele u NTP imaće period privikavanja na organizaciono novi, vizuelno lepši, ali i ambijent koji je u akustičkom smislu u većini prostorija lošiji od onog koji su imali u zgradi FTN, koja je daleko manje izložena saobraćajnoj buci.

Atrijumi su sjajno rešenje za izolaciju laboratorija i drugih prostorija u središtu zgrade od gradske saobraćajne buke, koja ozbiljno ugrožava namenu posebno grupnih kancelarija uz frontalni deo zgrade uz bučnu saobraćajnicu. Problem je donekle prevaziđen time što fasadni stakleni zid NT parka ima veliku izolacionu moć i omogućuje mnogo bolju subjektivnu ocenu zvučne izolacije nego što bi se moglo očekivati s obzirom na potpunu vidljivost prometne saobraćajnice u neposrednoj blizini. Detaljnija analiza izolacione moći staklenih i drugih pregrada data je u radu [4], kao i pravci daljih istraživanja koja se odnose na akustička merenja u zgradi NT parka.

Zahvalnica: Milanu Stojiljkoviću, master-inženjeru „Zaštite životne sredine“ koji nam je ustupio profesionalni fonometar, laborantima Katedre za telekomunikacije i obradu signala Dušanu Nikoliću i Dejanu Nemecu, koji su neposredno vršili merenja, kao i Tamari Delić, studentu master akademskih studija „Animacije u inženjerstvu“ na FTN, koja je napravila stilizovane prikaze poprečnih preseka zgrade i mernih tačaka za merenje buke.

5. LITERATURA

- [1] *Glavni arhitektonsko-građevinski projekat i glavni projekti instalacija za zgradu Naučno-tehnološkog parka Univerziteta u Novom Sadu – deo na Fakultetu tehničkih nauka*. Autorski tim idejnog rešenja: Dragana Konstantinović, Miljana Zeković, Radivoje Dinulović, Darko Reba, Departman za arhitekturu i urbanizam, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad; rukovodilac izrade projekta dr Radivoje Dinulović, dipl.inž.arh. 2009-2011.
- [2] *Proračun zvučne zaštite. Objekat: Naučno tehnološki park Univerziteta u Novom Sadu – deo na Fakultetu tehničkih nauka*. Odgovorni projektant Aran Teodorčević, Novi Sad, pp.181-247 (deo Glavnog projekta, [1])
- [3] SRPS U.J6.201:1990 - *Akustika u građevinarstvu - Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada*, "Službeni glasnik RS" 14/82, objavljen 03.02.1990. na 10 strana, izdanje 2 ED
- [4] Vlado Delić, Milan Sečujski, Nikša Jakovljević, Željko Trpovski, Siniša Suzić, Nina Maljković, Aleksandra Haška, *Merenje i analiza pozadinske buke i izolacione moći pregrada u prostorijama NT parka u Novom Sadu*, XXVI Skup Trendovi Razvoja - Položaj visokog obrazovanja i nauke u Srbiji, Kopaonik, 16-19. 02. 2017.
- [5] *Pravilnik o dozvoljenom nivou buke u životnoj sredini*, "Sl. glasnik RS", br. 54/92
- [6] *Rion Sound Level Meter and Octave Band Analyser NA-29E*, Instruction Manual, Rion Co. Ltd., Tokyo, Japan (1991)
- [6] *Osnovi akustike*, Dragan Drinčić, Petar Pravica, Dragan Novaković, VŠERSS, Beograd, 2018.