



nauka + praksa

Centar za građevinarstvo i arhitekturu Niš

27 | 2024



nauka + praksa

Centar za građevinarstvo i arhitekturu Niš

27 | 2024

Nauka+Praksa

Broj 27/2024.

www.gaf.ni.ac.rs/nip/nauka/

nauka+praksa@gaf.ni.ac.rs

+381 18 588 200

Izdavač

Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

Aleksandra Medvedeva 14, 18000 Niš, Srbija

www.gaf.ni.ac.rs

Za izdavača

Dr Slaviša Trajković, redovni profesor, dekan Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu

Glavni i odgovorni urednik

Dr Miomir Vasov, redovni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

Urednici

Dr Vuk Milošević, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

Dr Dušan Randelović, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

Dr Emina Hadžić, redovni profesor, Građevinski fakultet Univerziteta u Sarajevu

Dr Milorad Jovanovski, redovni profesor, Građevinski fakultet Univerziteta Sveti Ćirilo i Metodije u Skoplju

Dr Bojan Milošević, vanredni profesor, Fakultet za mašinstvo i građevinarstvo u Kraljevu, Univerziteta u Kragujevcu

Dr Jelena Milošević, docent, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu

Dr Igor Bjelić, naučni saradnik, Arheološki institut u Beogradu

Dr Nikola Velimirović, docent, Državni univerzitet u Novom Pazaru

Tehnički urednik

Dr Milica Igić, asistent sa doktoratom, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

Tehnička podrška

Dejan Stanojević, diplomirani inženjer elektronike

Lektor za engleski jezik

Goran Stevanović, diplomirani filolog-anglista

Saradnik za UDK i CIP

Ana Mitrović, diplomirani filolog za knjizevnost i srpski jezik, diplomirani bibliotekar

Naslovna strana

Dizajn naslovne strane: dr Vladan Nikolić, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

Adaptacija i rekonstrukcija hotela Srbija u Surdulici - Enterijer hola, 2023.

Projektanti: dr Vladan Nikolić, dr Vojislav Nikolić

Radovi su recenzirani, ali svu odgovornost za tačnost, originalnost, kvalitet i obezbeđivanje autorskih prava prikazanih i korišćenih dela i podataka preuzimaju autori.

ISSN 1451-8341

ISSN 3009-4682 (Online)

UDK 624+72

Učestalost objavljivanja: jednom godišnje

Štampa: Grafika Galeb Niš

Tiraž: 100

UVODNA REČ

Poštovani čitaoci, sa zadovoljstvom Vam predstavljamo novi broj časopisa Nauka+Praksa. Ovo je 27. izdanje časopisa koji je počeo da izlazi još 1993. godine. Kao i do sada, časopis objavljuje radove u oblasti graditeljstva i predstavlja jedinstvenu priliku za publikovanje naučnih istraživanja primenjenih u graditeljskoj praksi. Sa ponosom ističemo da je časopis sada referisan u indeksnoj bazi CrossRef i da su svi publikovani radovi dobili DOI brojeve. Ovo je važan korak u promociji časopisa i povećanju vidljivosti objavljenih naučnih rezultata. Radimo na tome da novi broj časopisa dočekamo sa novom internet stranicom, koja će olakšati predaju i recenziranje radova.

U ovom broju časopisa publikovano je 10 recenziranih radova. Zadovoljstvo nam je da procenat autora van Građevinsko-arhitektonskog fakulteta i dalje premašuje 40% od ukupnog broja autora. Broj autora iz inostranstva sada je veći od 20%. Recenzenti dolaze iz 5 zemalja, što se takođe može smatrati uspehom, s obzirom na jezik publikacije. Prostor za poboljšanje u ovom segmentu može se dobiti uključivanjem naših naučnika iz dijaspore u proces recenziranja i publikovanja. Trenutno je skoro 90% recenzenata van institucije koja izdaje časopis. Uredništvo duguje podjednaku zahvalnost i autorima i recenzentima radova.

Apelujemo na istraživače da kontinuirano sprovode istraživanja, detaljno dokumentuju dobijene rezultate i njihovu primenu u praksi, te ih prijavljuju za objavljivanje u časopisu Nauka+Praksa. Časopis je bio i biće posebno otvoren za istraživače u ranim fazama karijere, kao i za istraživače sa neakademsom karijerom, koji svoja istraživanja obavljaju u privredi. Takođe, pozivamo potencijalne sponzore i donatore koji žele da podrže rad našeg časopisa da nas kontaktiraju. Čitaocima izražavamo zahvalnost na praćenju naše publikacije. Radićemo na tome da i dalje publikujemo kvalitetna i praktično primenljiva istraživanja.

Glavni i odgovorni urednik,
Prof. dr Miomir Vasov, dipl. inž. arh.

Dekan,
Prof. dr Slaviša Trajković, dipl. inž. građ.

SADRŽAJ

<i>Branislava Stoiljković, Hristina Krstić, Vladana Petrović, Bogdan Krmpot</i> PRIKAZ IDEJNOG REŠENJA „PAČVORK“ STAMBENE GRUPACIJE	1
<i>Ekrem Bektašević, Hrvoje Antičević, Kemal Gutić, Denijal Sikira</i> ODREĐIVANJE DUBINE ZONE OŠTEĆENJA STIJENSKE MASE OKO PROFILA ISKOPA MINIRANJEM SEIZMIČKOM CROSS-HOLE TOMOGRAFIJOM U TUNELU „ŠUBIR“ NA AUTOCESTI ZAGREB-SPLIT	13
<i>Vladana Petrović, Boris Rančev, Branislava Stoiljković, Nataša Petković, Milica Živković</i> PRIKAZ IDEJNOG REŠENJA VIŠEPORODIČNOG STANOVANJA „RED BRICK COMMUNITY“	21
<i>Aleksandar Šutanovac, Denis Milenović, Predrag Blagojević, Darko Živković</i> UTICAJ ČELIČNIH VLAKANA NA MEHANIČKA SVOJSTVA SAMOZBIJAJUĆEG BETONA	27
<i>Ivana Bogdanović Protić, Milica Ljubenović, Magdalena Slavković</i> IDEJNO URBANISTIČKO REŠENJE KOMPLEKSA „7. JULI“ NA KARADORĐEVOM BRDU U PARAĆINU - PRIKAZ STUDENTSKIH KONKURSNIH REŠENJA	35
<i>Biljana Aranđelović</i> OSVRT NA NAUČNI, PEDAGOŠKI, URBANISTIČKI I ARHITEKTONSKI DOPRINOS DENIZ SKOT BRAUN	43
<i>Hristina Krstić, Milica Živković, Branislava Stoiljković, Aleksandar Keković</i> STANOVANJE 23: STANOVANJE NISKE SPRATNOSTI – VELIKE GUSTINE KAO MODEL SAVREMENOG NAČINA STANOVANJA	49
<i>Adam Avdić, Kemal Gutić, Ivan Mlakić Vuković, Sanel Alić</i> TEHNOLOGIJA ISKOPA CESTOVNOG TUNELA HRANJEN MEHANIZOVANIM KONCEPTOM	57
<i>Nataša Ćirović, Đorđe Đuričić, Aleksandar Jevđić</i> PRIMENA SAVREMENIH APSORPCIONIH MATERIJALA ZA POBOLJŠANJE ZVUČNE IZOLACIJE U ZGRADAMA	69
<i>Mirko Stanimirović, Ana Momčilović Petronijević, Ivana Cvetković, Đorđe Stošić</i> ARHITEKTONSKA RADIONICA - OČUVANJE GRADITELJSKOG NASLEĐA : STARA ČARŠIJA VLASOTINCA	77
Uputstvo za formatiranje rada	87
Lista recenzenata časopisa Nauka+Praksa za broj 27/2024.	93

primljen: 10.02.2024.
korigovan: 24.04.2024.
prihvaćen: 29.04.2024.

Pregledni rad

UDK : 728.3/31
<https://doi.org/10.62683/NiP27.1-11>

PRIKAZ IDEJNOG REŠENJA „PAČVORK“ STAMBENE GRUPACIJE

Branislava Stoilković¹, Hristina Krstić², Vladana Petrović³, Bogdan Krmpot⁴

Rezime: Rad daje prikaz idejnog rešenja stambene grupacije tzv. tepih stanovanja, kreirane kombinacijom odgovarajućih tipoloških oblika koji obezbeđuju karakteristike stanovanja niske spratnosti i velike gustine. Cilj ovakve stambene šeme je istovremeno ostvarivanje pogodnosti porodičnog stanovanja i stanovanja u grupi. Nakon objašnjenja osnovnih karakteristika ovog tipa stanovanja i pregleda nekih značajnih ostvarenja od njegovog nastanka do danas, rad analizira funkcionalno-prostorne i estetsko-oblikovne karakteristike projektovane stambene grupacije. Ona se sastoji od dva stambena tipa - poluatrijumskih kuća i kuća u nizu. Jedinice su grupisane tako da formiraju konfiguracije nalik pačvorku. Sistem pešačkih staza i zajedničkih otvorenih prostora obezbeđuju horizontalnu komunikaciju kroz čitav kompleks, pružajući mogućnost stanarima za uspostavljanje različitih oblika i nivoa socijalnih interakcija. Razvijeni projektantski modeli omogućuju kombinovanje jedinica na raznovrsne načine te se mogu dobiti diverzifikovani oblici, šeme i veličine složenih stambenih sklopova, što čini ovaj projektantski pristup pogodnim za različite lokacije.

Ključne reči: Stanovanje malih spratnosti i velikih gustina, Tepih stanovanje, Pačvork, Socijalne interakcije

OVERVIEW OF THE CONCEPTUAL DESIGN OF THE PATCHWORK HOUSING GROUP

Abstract: The paper describes the conceptual design of the housing group, so-called carpet housing, created by a combination of appropriate typological forms that provide the characteristics of low-rise and high-density housing. The goal of this housing scheme is to simultaneously achieve the convenience of single-family housing and group housing. After explaining the basic characteristics of this type of housing and reviewing some significant achievements from its inception until today, the paper analyzes the functional-spatial and aesthetic-formal characteristics of the designed housing group. It consists of two residential types - atrium houses and terraced houses. Units are grouped to form patchwork-like configurations. A system of pedestrian paths and common open spaces provide horizontal circulation throughout the complex, providing the opportunity for residents to establish different forms and levels of social interactions. The developed design models allow combining units in various ways, and it is possible to obtain diversified shapes, patterns and sizes of complex residential structures, which makes this design approach suitable for different locations.

Key words: Low-Rise High-Density Housing, Carpet Housing, Patchwork, Social Interactions

¹ Vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, brislava.stoilkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0002-1315-1970

² Docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, hristina.krstic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0001-6812-8826

³ Asistent sa doktoratom, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, vladana.petrovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0002-3775-0978

⁴ Student Integrisanih studija SPA, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, bog.krmpot@gmail.com
ORCID N/A

1 UVOD

Koncept stanovanja niskih spratnosti velikih gustina (eng. *low-rise high-density, LRHD*) [LRHD] je nastao pedesetih godina prošlog veka kao alternativa neplanskom i nekontrolisanom širenju predgrađa na račun poljoprivrednih i zelenih površina [1, 2]. Ovaj tip kombinuje prednosti jednorodnog i višerodnog stanovanja, prigradskog i gradskog života, života u porodičnoj kući i života u grupi. Za razliku od standardnih šema višerodnog stanovanja, svaka stambena jedinica u okviru stanovanja niskih spratnosti velikih gustina poseduje prostran, privatni otvoreni prostor, zaseban ulaz, najčešće sa kote terena, direktnu vezu između privatne i javne zone. Istovremeno, ovakvim šemama se ostvaruju velike gustine stanovanja i visok stepen zauzetosti zemljišta, a stanarima se obezbeđuje širok spektar zajedničkih otvorenih prostora, pogodnih za razvijanje međususedskih odnosa i jačanje socijalne kohezije.

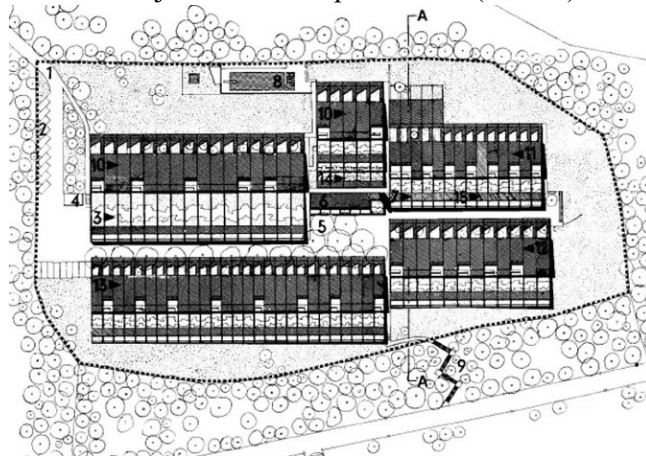
Povećane gustine kod ovog tipa stanovanja se ne postižu povećanjem visine objekata, već smanjivanjem neizgrađenih površina na minimum [3]. Stambeni sklopovi koji se primenjuju za ovakav oblik stanovanja variraju od klasičnih kuća u nizu, preko niskih grozdolikih struktura i udvojenih i preklapljenih nizova, do šema sastavljenih od atrijumskih kuća nalik pačvorku, tzv. „tepih“ grupacija i složenih, trodimenzionalno uklopljenih sklopova jedinica [3].

1.1 PREGLED ZNAČAJNIH OSTVARENJA LRHD STANOVANJA

Među nekim od važnijih projekata koji su odredili pojavu i razvoj LRHD stanovanja kao novog, alternativnog modela stanovanja u drugoj polovini XX veka, posebno treba izdvojiti *Halen Estate* (Švajcarska) iz 1961. i *Penn's Landing Square* (SAD) iz 1969.

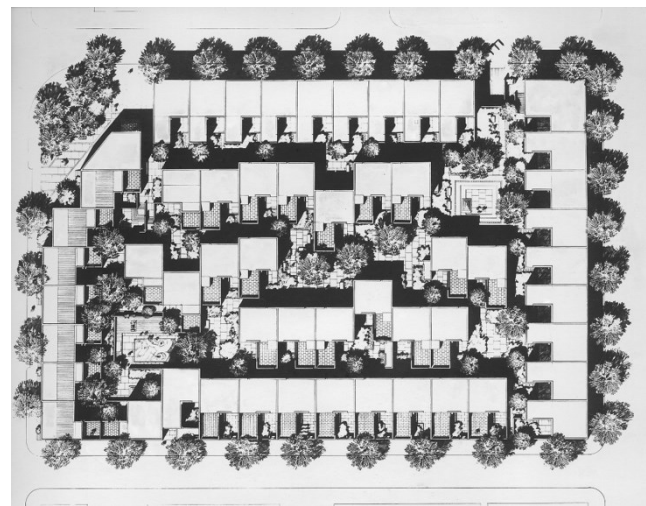
Halen Estate (Bern, Švajcarska, *Atelier 5*) je grupacija sastavljena od 79 troetažnih kuća u nizu, izgrađenih na šumovitoj padini sa južnom orijentacijom na periferiji Berna. Iako očigledno inspirisano Korbizjeovom arhitekturom, naselje se takođe referencira na Stari grad Bern i njegovu gustu strukturu, sa kontrastiranim privatnim dvorištima i javnim pešačkim uličicama te je i samo zasnovano na kombinaciji privatnih i javnih prostora. Osim nekoliko netipičnih jedinica, naselje se sastoji od dva tipa kuća

u nizu sa prostranim dvorištima, dok zajedničke prostore čine pešačke komunikacije, trg, prostor za rekreaciju, bazen. Teren u padu omogućuje nesmetano otvaranje vizura iz svake jedinice uz istovremeno obezbeđivanje maksimalne privatnosti. (Slika 1)



Slika 1 – Halen Estate; Izvor: https://en.wikiarquitectura.com/halen_1-2/

Penn's Landing Square (Filadelfija, SAD, *Louis Sauer*) predstavlja paradigmu za obnovu istorijskog centra grada savremenim jezikom – on se prilagođava postojećem tkivu, uz istovremeno stvaranje složene prostorne organizacije otvorenih polujavnih prostora između različitih stambenih tipologija. (Slika 2)



Slika 2 – Penn's Landing Square; Izvor: <https://www.bloomberg.com/news/features/2022-02-14/the-architect-who-mastered-low-rise-high-density-housing>

Po obodu bloka su postavljene troetažne kuće u nizu, dok su unutar bloka jedinice sa složenom trodimenzionalnom organizacijom; one se međusobno preklapaju i prepliću, poput prostornog tetrisa, ali je

svakoj obezbeđena potrebna privatnost, dovoljno prirodnog svetla i kvalitetna funkcionalna konfiguracija i skoro sve imaju zasebne ulaze sa kote terena. Otvoreni zajednički prostori između su zamišljeni kao fluidna bašta sa vijugavim stazama i povezuju sve elemente ove kompleksne strukture u celinu.

Ovaj model stanovanja je tokom druge polovine XX veka podjednako uspešno našao primenu u različitim krajevima sveta – *Hashatiah* (Izrael) iz 1960, *Villas en Bande* (Maroko) iz 1969, *Kasbah* (Holandija) iz 1974, *Galgebakken* (Danska) iz 1974, *Nexus* (Japan) iz 1991, a primeri poput *Cité Manifeste* (Francuska) iz 2005, *Seijo Townhouse* (Japan) iz 2007, *Rural Mat* (Hrvatska) iz 2008. ili *Kvistgård* (Danska) iz 2008. (Slika 3) pokazuju da LRHD stanovanje i u XXI veku nastavlja da nudi rešenja za brojne prostorne, društvene, ekonomske i ekološke probleme u gradovima [2].



Slika 3 – Kvistgård; Izvor:
<https://vandkunsten.com/en/projects/better-cheaper-housing>

1.2 TEPIH NASELJA

Za grupacije porodičnih kuća koje se nadovezuju u oba pravca, u tzv. mrežast način povezivanja, uobičajen je naziv „tepih“ naselja (eng. *Carpet housing* ili *Mat housing*) zbog sličnosti koje situacioni plan ovih grupacija ima sa tkanjem [4]. Sam termin „tepih izgradnja“ (eng. *Mat Building*) prvi put je upotrebila i pokušala da konceptualizuje Alison Smitson 1974. godine [5]. Međutim, iako je pojam skovan tek sedamdesetih godina prošlog veka, tepih naselja, kao vid LRHD stanovanja, niču još sredinom

veka, mada princip formiranja tepih grupacija nije ograničen samo za stambenu namenu, već se primenjivao (i dalje primenjuje) i za druge sadržaje (administrativne i poslovne zgrade, bolnice, univerzitetski kampusi itd.).

Tepih naselje je stambeni sklop velike gustine, organizovan u okviru određene modularne mreže [6]. Kompozicija se kod tepih naselja formira od ponavljajućih, mada najčešće diverzifikovanih elemenata – jedinica, grupisanih tako da stvaraju konfiguracije nalik šablonima (obascima, šemama), sa mogućnošću širenja u svim pravcima. Tepih naselje potencijalno može neograničeno da raste i da se modifikuje tokom vremena. Ova stalna transformacija daje konceptu karakter neodređene, otvorene forme. Usled mrežastog grupisanja, ne nalaze se sve jedinice po obodu grupacije, tako da je potrebna dodatna infrastruktura kako bi im se obezbedio pristup. On se sastoji iz pešačkih komunikacija koje jedinice povezuju sa javnim prostorima, dok istovremeno služe kao fizički okvir za socijalne interakcije među susedima. (Slika 4)



Slika 4 – Konfiguracija tepih naselja; Izvor:
<https://vandkunsten.com/en/projects/albertslund-syd-2>

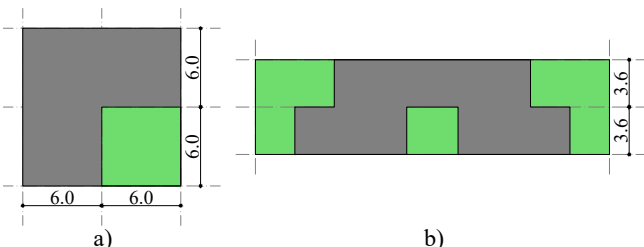
2 PROSTORNI KONCEPT PAČVORK GRUPACIJE

Iako se fenomen neplanskog i nekontrolisanog širenja predgrađa desio u zemljama Istočne Evrope mnogo kasnije nego u zemljama Zapadne Evrope i Amerike, on se odvijao po modelu kapitalističkih gradova a stambena suburbanizacija je postala najvidljiviji simbol postsocijalističke urbane transformacije [7]. Stoga se LRHD stanovanje (i „tepih“ naselja) mogu posmatrati kao alternativni model za rešavanje stambenih problema u Srbiji,

nastalih kao posledica primene dominantne individualne stanogradnje.

Istraživanje mogućnosti za postizanjem većih gustina stanovanja isključivo prizemnim porodičnim jedinicama, uz istovremeno obezbeđivanje svih pogodnosti porodičnog stanovanja i stanovanja u grupi i istovremeno kombinovanje prednosti porodične kuće sa ekonomičnim korišćenjem građevinskog zemljišta, rezultiralo je idejnim rešenjem tepih naselja pod nazivom „Pačvork“ grupacija. Jedinice u okviru kompleksa su grupisane tako da formiraju konfiguracije nalik pačvork šemi (pačvork – tehnika dekorativnog šivenja koja ponavljajuće uzorke tkanine spaja u celinu po određenom šablonu) te otuda i sam naziv. Pristup planiranju zasnovan je na kompozicionoj mreži koja omogućuje fleksibilnost i prilagodljivost strukture različitim specifičnim uslovima lokacije. Predviđenim rešenjem postiže se stepen zauzetosti lokacije od 55% i gustina stanovanja od preko 200 stanovnika po hektaru (za razliku od zauzetosti od oko 40% i gustine stanovanja ispod 100 stanovnika po hektaru, uobičajenih za suburbana naselja porodičnih kuća).

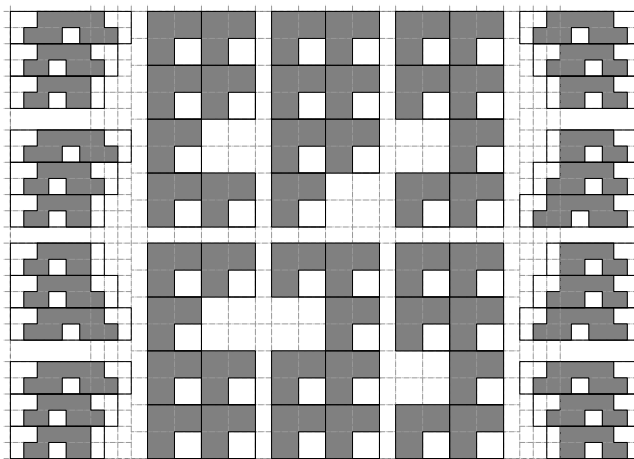
Kao dva osnovna elementa kompozicije odabrane su jedinice porodičnog stanovanja poluatrijumskog tipa i tipa kuće u nizu. Poluatrijumske kuće su rešene u 4 modularna polja, dimenzija 6x6m (Slika 5a), dok su kuće u nizu po širini rešene u dva modula od po 3.6m, sa promenljivom dužinom (Slika 5b).



Slika 5 – Osnovni elementi Pačvork stambene grupacije:
a) poluatrijumska kuća, b) kuća u nizu, izvor: B. Stoiljković

Poluatrijumske kuće se diverzifikovane ponavljaju i u oba pravca međusobno povezuju, čime se dobija glavno „tkanje“ kompleksa. Ove kuće su postavljene u središnjem delu lokacije. Formiraju manje grupe od po sedam jedinica koje su međusobno razdvojene pešačkim komunikacijama, preko kojih im se obezbeđuje pristup. Izostavljanjem pojedinih jedinica iz ovakve formacije dobijaju se slobodni prostori naslonjeni na pešačke staze, namenjeni zajedničkom korišćenju. Kuće u nizu su pozicionirane uz ulicu, uz istočnu i zapadnu stranu lokacije. Po tri jedinice

različite dubine se grupišu linijski, sa pešačkim komunikacijama između ovih grupa. Smanjivanjem dubine parcela pojedinih kuća u nizu dobijaju se zajednički slobodni prostori, takođe naslonjeni na pešačke komunikacije koje presecaju lokaciju. Na slici 6 šematski je prikazana dispozicija stambenih jedinica u okviru kompleksa.

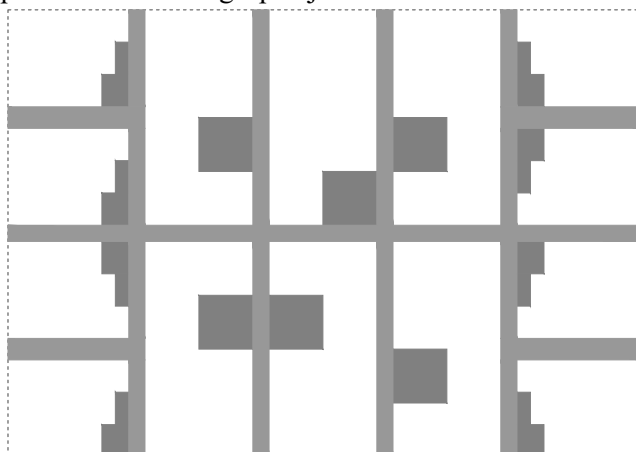


Slika 6 – Šematski prikaz dispozicije stambenih jedinica u okviru Pačvork stambene grupacije, izvor: B. Stoiljković

Jedna od osnovnih karakteristika LRHD naselja je primena širokog spektra otvorenih prostora, koji značajno doprinose osećanju pripadnosti i identiteta [2]. Različiti načini povezivanja stambenih jedinica u okviru Pačvork grupacije omogućuju kreiranje zajedničkih otvorenih površina različitog stepena javnosti i otvorenosti te stoga pogodnih za raznovrsne namene. Da bi se mogle koristiti u različitim periodima dana i od strane različitih korisnika, predviđene su pretežno kao multifunkcionalne; multifunkcionalni karakter zajedničkih otvorenih površina podržava održivi urbani razvoj i donosi širi spektar ekoloških, društvenih i ekonomskih koristi [8].

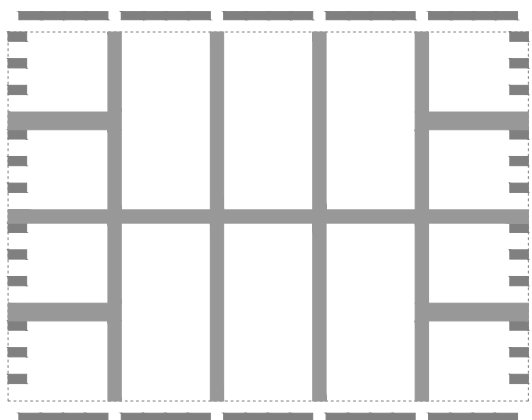
Ovi prostori služe kao komunikacija kroz naselje, pristupi jedinicama, ozelenjene površine, prostori za odmor i rekreaciju, igru dece i generalno, za uspostavljanje raznovrsnih oblika i nivoa socijalnih interakcija. Ovo poslednje je posebno značajno jer dobrosusedski odnosi doprinose društvenoj koheziji i važan su faktor u postizanju višeg nivoa društvene održivosti [9]. Pešačke staze, kao sastavni deo zajedničkih otvorenih prostora, predstavljaju vitalnu komponentu ove grupacije – presecaju lokaciju u oba pravca, obezbeđuju pristup jedinicama i međusobno povezuju stambene prostore i zajedničke otvorene površine. Na slici 7 šematski je prikazana dispozicija

pešačkih komunikacija i zajedničkih otvorenih površina u okviru grupacije.



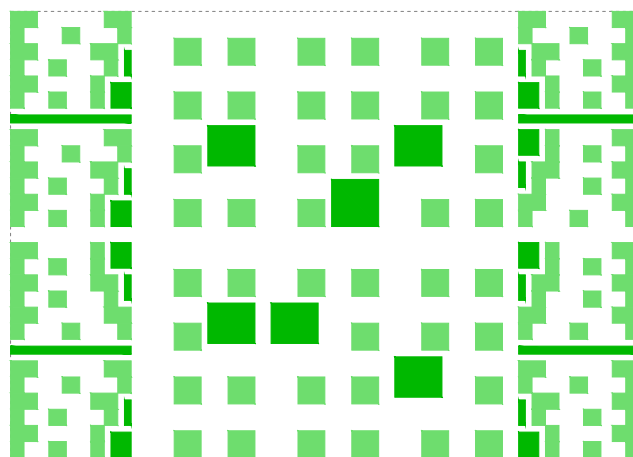
Slika 7 – Šematski prikaz dispoziције pešačkih komunikacija [] i zajedničkih otvorenih površina [] u okviru Pačvork stambene grupacije, izvor: B. Stoiljković

Kako je ideja bila da se kreira fizički okvir pogodan za jačanje socijalne kohezije a ne rešenje zasnovano na mrežnom sistemu koji koriste automobili, kolski saobraćaj kroz lokaciju je isključen, mada su pešačke komunikacije dimenzionisane tako da obezbeđuju nesmetan prolaz vozilima za hitne intervencije. Budući da se kućama u nizu pristupa direktno sa ulice, u okviru njihovih parcela je predviđeno po jedno parking mesto. S druge strane, poluatrijumske kuće se nalaze unutar bloka pa samim tim nemaju obezbeđen kolski pristup te su njihova pripadajuća parking mesta planirana uz ulicu, sa severne i južne strane lokacije. Na ovaj način se u okviru Pačvork grupacije formira bezbedno okruženje, bez buke i aero zagađenja i podstiču se pešačenje i vožnja bicikli. Na slici 8 šematski je prikazana dispoziција parking mesta i kolskog pristupa za hitne intervencije u okviru grupacije.



Slika 8 – Šematski prikaz dispoziėje parking mesta [] i kolskog pristupa za hitne intervencije [] u okviru Pačvork stambene grupacije, izvor: B. Stoiljković

Važna karakteristika celokupnog kompleksa je značajno prisustvo zelenih površina. Naime, oko 30% ukupne površine partera predmetne lokacije, odnosno oko 25% javne površine, predviđeno je za zelenilo. Prisustvo zelenih površina na lokaciji je i veće, uzimajući u obzir predviđene zelene krovove na stambenim jedinicama, i iznosi preko 50% ukupne površine lokacije. Značaj prisustva zelenih površina u okviru stambenih naselja je izuzetan jer imaju višestruku ulogu i u velikoj meri doprinose kvalitetu stanovanja. Brojna istraživanja su potvrdila značajan uticaj urbanog zelenila na: smanjenje stresa, poboljšanje zdravlja ljudi, osećaj blagostanja, povećanje produktivnosti, smanjenje kriminala, povećanje vrednosti imovine itd. [10] Na slici 9 šematski je prikazana dispoziција privatnih i javnih zelenih površina u okviru grupacije.

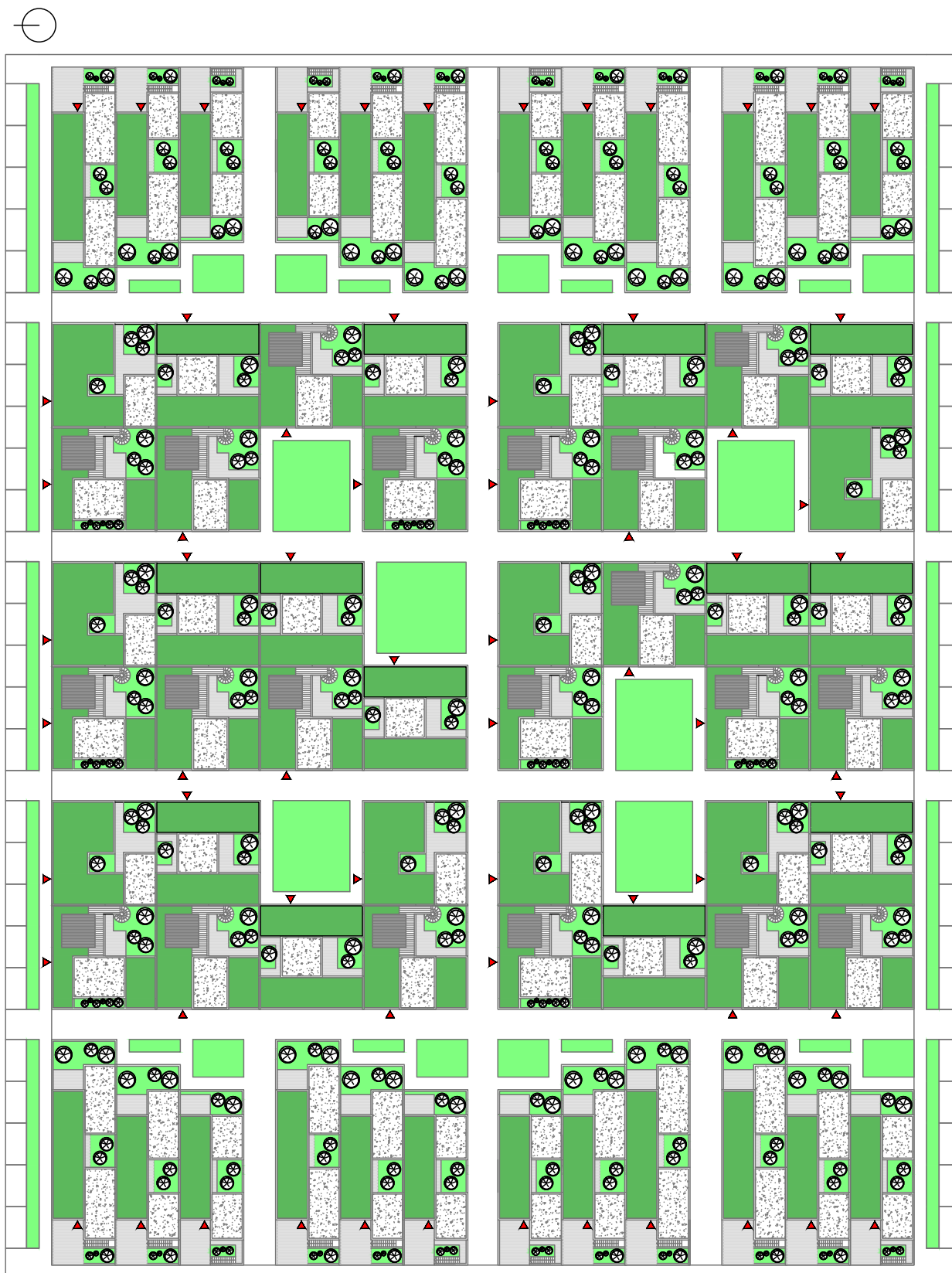


Slika 9 – Šematski prikaz dispoziėje privatnih [] i javnih [] zelenih površina u okviru Pačvork stambene grupacije, izvor: B. Stoiljković

3 FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA JEDINICA

Pačvork grupacija sadrži ukupno 66 jedinica, od toga 42 poluatrijumske i 24 kuće u nizu. Funkcionalno i estetsko rešenje jedinica omogućuju da se kombinuju na različite načine i da zauzimaju različita mesta u okviru grupacije pa je u tom smislu čitav sklop izuzetno fleksibilan. Zahvaljujući različitim pozicijama ulaza na poluatrijumskim kućama, one se mogu ugrađivati sa svih strana i tako se potencijalno može dobiti beskrajn broj uzoraka. Takođe, različite organizacije kuća u nizu nude raznovrsne kombinacije.

Na slici 10 prikazan je situacioni plan Pačvork grupacije.



Slika 10 – Situacioni plan Pačvork stambene grupacije, izvor: B. Stoiljković

Tip poluatrijumske kuće se u okviru Pačvork grupacije pojavljuje u četiri različite funkcionalne konfiguracije. Sve imaju introvertnu organizaciju, dimenzije parcele 12x12m, podrumsku etažu sa pomoćnim prostorijama i orijentaciju atrijuma ka jugu.

Tip A1 ima ulaz sa zapadne strane. Blok sa dečjim spavaćim sobama je odvojen od roditeljskog bloka i pozicionirani su na različitim krajevima osnove oblika slova „Г“. Roditeljska i jedna dečja soba su okrenute ka atrijumu a druga dečja soba ka pristupnoj komunikaciji. Dnevna soba i trpezarija su stoga prolazne i zauzimaju centralni deo kuće, i to trpezarija sa južnom orijentacijom prema atrijumu, a dnevna soba sa istočnom prema atrijumu ali i zapadnom prema pristupnoj komunikaciji. Kuhinja je osvetljena preko trpezarije. Jedinica sadrži još jednu sobu pozicioniranu uz ulaz, koja može da služi kao radna ili spavaća soba, pa je broj članova domaćinstva koje ova jedinica može da primi do pet. Spoljašnje stepenište povezuje atrijum sa prostranom krovnom terasom čime se korisna otvorena površina jedinice značajno povećava. (Slika 11)

Tip A2 ima ulaz sa severne strane. Dnevna soba i trpezarija su, kao kod tipa A1, pozicionirane u središtu kuće, s tom razlikom što je dnevna soba, zbog ugrađenosti jedinice sa zapadne strane, primarno orijentisana ka istoku, dok je duž zapadnog zida prema susedu, celom dužinom dnevne sobe, projektovan uži atrijum – zimska bašta, kako bi se prostor dnevne sobe dodatno osvetlio i oplemenio. Dečji i roditeljski spavaći blok su i u ovom tipu razdvojeni na različite krajeve osnove oblika slova „Г“, ali dečji blok sadrži samo jednu (dvokrevetnu) sobu, orijentisanu ka atrijumu. Kako je jedinica slobodna sa severne strane, kuhinja ima direktno prirodno osvetljenje. Radna soba, pozicionirana u preseku krakova, takođe je orijentisana ka severnoj strani i pristupnoj komunikaciji. Jedinica je namenjena četvoročlanom ili petočlanom domaćinstvu. I ova jedinica ima krovnu terasu do koje se stiže preko otvorenog spiralnog stepeništa iz atrijuma. (Slika 11)

Tip A3 ima ulaz sa severne strane i jasnu podelu na dnevnu i noćnu zonu, od kojih svaka zauzima po jedan krak slova „Г“, u kom obliku je organizovana i ova osnova. Dok su dečje sobe orijentisane ka južno pozicioniranom atrijumu, roditeljska soba je okrenuta ka severu i pristupnoj pešačkoj komunikaciji. Dnevna soba koristi prijatnu istočnu orijentaciju i uživa u širokoj vezi sa atrijumom. Trpezarija, pozicionirana u nastavku dnevne sobe, osvetljena je preko manjeg atrijuma koji se

nadovezuje na glavni; njegova pozicija u središnjem delu kuće doprinosi boljem osvetljavanju centralno pozicioniranih prostorija. U preseku krakova smešteni su ulaz, prirodno osvetljena kuhinja i pomoćne prostorije. Jedinica je namenjena četvoročlanom domaćinstvu. (Slika 12)



Slika 11 – Tipovi A1 i A2, osnove prizemlja, podruma i krovnih ravni, izvor: B. Stoiljković

Tip A4 ima osnovu koja je organizovana u obliku slova „H“ i pristup sa istočne strane. Centralni deo kuće zauzima prolazna dnevna soba sa dvostranom orijentacijom i širokom vezom ka glavnom atrijumu na jugu i manjem atrijumu na severu. Roditeljska spavaća i dvokrevetna dečja soba su smeštene nasuprot jedna drugoj i obe su orijentisane ka glavnom atrijumu. Kuhinja i radna soba takođe imaju poziciju jedna nasuprot drugoj, samo što su orijentisane ka manjem atrijumu. Iako je kuća potpuno introvertna, zahvaljujući organizaciji sa dva atrijuma, sve stambene prostorije su dobro prirodno osvetljene a otvorene površine vizuelno i fizički povećavaju unutrašnjost kuće. Jedinica je namenjena četvoročlanom ili petočlanom domaćinstvu. (Slika 12)



Slika 12 – Tipovi A3 i A4, osnove prizemlja, podruma i krovnih ravni, izvor: B. Stoilković

Tip kuće u nizu se u okviru Pačvork grupacije pojavljuje u tri različite funkcionalne konfiguracije. Sve jedinice su rešene u dva paralelna trakta jednakih širina, 2x3.6m. Trakt u kome se nalazi ulaz je predviđen za prostorije dnevne zone (kuhinja, trpezarija i dnevna soba) i on se gotovo neizmenjen ponavlja u sve tri jedinice. Drugi trakt sadrži prostorije noćne zone a u zavisnosti od dubine jedinice broj spavaćih soba se menja. Dečje i roditeljska soba su grupisane u blokove, odvojene atrijumom preko koga se osvetljavaju prostorije koje na njega naležu i trpezarija. Orijehtacija jedinica je istok-zapad, sve jedinice imaju podrum sa pristupom spolja, prednje dvorište ka ulici i zadnje dvorište iza kuće.

Tip N1 je namenjen četvoročlanom domaćinstvu. Spavaćem bloku sa dvokrevetnom dečjom sobom, orijentisanom prema ulici, i kupatilom pristupa se iz ulazne partije, dok se bloku sa roditeljskom spavaćom sobom, orijentisanom ka zadnjem dvorištu, i zasebnim kupatilom, pristupa iz dnevne sobe. U okviru podrumске etaže nalazi se prostor, prirodno osvetljen preko dvorišta

koje je spuštено na kotu podruma, koji se može koristiti za individualne i zajedničke aktivnosti članova domaćinstva. Takođe, ovaj prostor je moguće organizovati kao zasebnu stambenu jedinicu, čime se potencijalno povećava broj korisnika jedinice. (Slika 13)



Slika 13 – Tip N1, osnove prizemlja, podruma i krovnih ravni, izvor: B. Stoilković

Tip N2 je namenjen petočlanom domaćinstvu. U spavaćem bloku, kome se pristupa iz ulaznog dela, nalazi se roditeljska soba orijentisana ka ulici i kupatilo. Bloku sa dečjim sobama pristupa se iz dnevne sobe; jedna dečja soba je orijentisana ka atrijumu a druga ka zadnjem dvorištu. (Slika 14)



Slika 14 – Tip N2, osnove prizemlja, podruma i krovnih ravni, izvor: B. Stoilković

Tip N3 može da primi petočlano ili šestočlano domaćinstvo. Dečjem bloku sa dve spavaće sobe i

kupatilom se pristupa iz ulazne partije. Jedna dečja soba je orijentisana ka ulici a druga prema atrijumu. Drugom bloku soba, koji pored roditeljske i kupatila sadrži još jednu spavaću/radnu sobu, pristupa se iz dnevne sobe. Roditeljska soba je orijentisana prema zadnjem dvorištu a radna soba ka atrijumu. (Slika 15)



Slika 15 – Tip N3, osnove prizemlja, podruma i krovnih ravni, izvor: B. Stoiljković

4 OBLIKOVNO-ESTETSKI KONCEPT GRUPACIJE

Kako izgrađenost u okviru Pačvork grupacije iznosi 55% na nivou cele lokacije i skoro 75% na nivou parcela, jasno je da su neizgrađene površine svedene na minimum. Da bi se obezbedilo dovoljno osunčanja za sve stambene prostorije, svi objekti u okviru kompleksa su projektovani kao prizemni. Još jedan razlog za ovakav koncept je i činjenica da su poluatrijumski objekti u najvećoj meri osvetljeni preko atrijuma, pa bi eventualna veća spratnost susjednih objekata ugrožavala osvetljenost prostorija koje su na njega naslonjene. S druge strane, trpezarije i pojedine spavaće sobe kuća u nizu se takođe osvetljavaju preko atrijuma, te je isti koncept usvojen i za ove grupacije kuća. (Slika 16)

Arhitektura svih objekata je svedena i primerena nameni. Na objektima se mogu uočiti izdvojeni kubusi koji prate prostorno-funkcionalnu organizaciju jedinica. Oni se razlikuju po visini i

obradi – obloženi su ili belom kontaktnom fasadom, ili drvenim panelima. Kako bi se bele fasadne površine oplemenile i time dodatno razigrala kompozicija, u širini/visini prozorskih otvora su puštene trake sa drvenom oblogom te se na taj način celokupan izgled objekata povezuje u skladnu celinu.



Slika 16 – Izgled kompleksa, izvor: B. Stoiljković

Kod poluatrijumskih kuća se drvena obloga obavezno javlja na nekom od volumena objekta koji oivičavaju atrijum, kako bi se doprinelo kreiranju „toplog“ i „pitomog“ porodičnog prostora. Ograde oko atrijuma su iz istog razloga obložene drvenim panelima. (Slika 17)



Slika 17 – Izgled atrijuma, izvor: B. Stoiljković

Na fasadama prema pešačkim komunikacijama se smenjuju kubusi različite obrade kako bi se kreirale zanimljive i dinamične vizure. (Slika 18)

Kod kuća u nizu, trakt u kome se nalaze prostorije dnevne zone je obložen drvenim panelima, a trakt sa spavaćim sobama belom kontaktnom fasadom. Pored toga što su različito obrađeni, oni su i smaknuti jedan u odnosu na drugi, što doprinosi stvaranju razuđenog i upečatljivog uličnog fronta. (Slika 19)



Slika 18 – Izgled objekata prema pešačkoj komunikaciji, izvor: B. Stoiljković



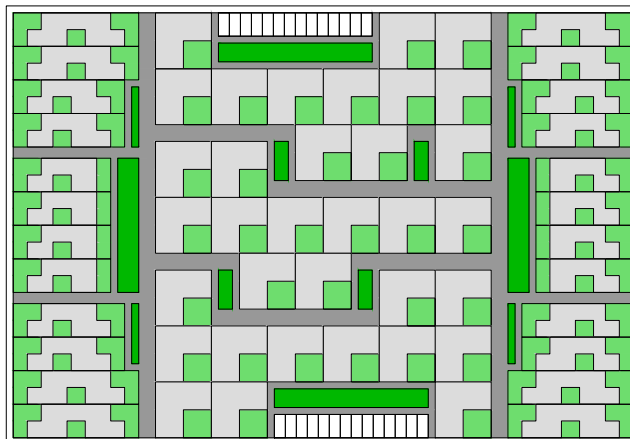
Slika 19 – Izgled objekata prema pešačkoj komunikaciji, izvor: B. Stoiljković

3 ZAKLJUČAK

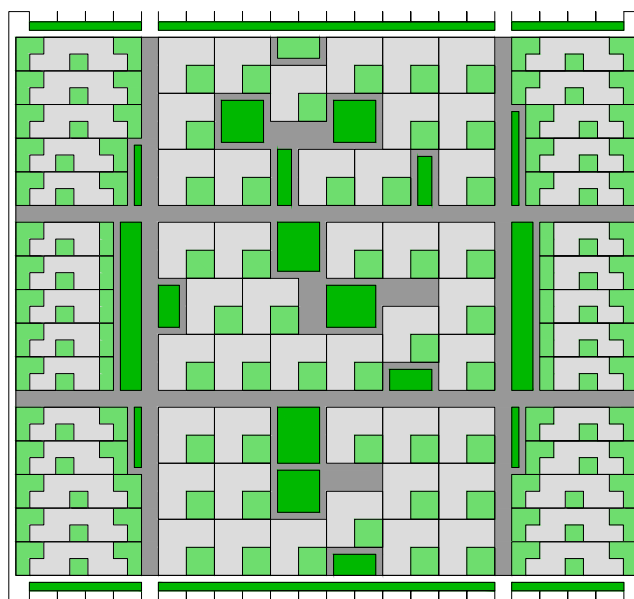
Idejno rešenje Pačvork grupacije ima za cilj da ponudi alternativu stambenoj suburbanizaciji koja se u Srbiji pojavila krajem prošlog veka. Ono nudi korisnicima mogućnost da uživaju u svim prednostima života u porodičnoj kući, dok istovremeno, zahvaljujući velikim gustinama stanovanja, ekonomično i efikasno koristi zemljište. Povećana gustina, ali i pažljivo osmišljeni zajednički prostori u okviru grupacije, nude stanarima fizički okvir za razvijanje dobrosusedskih odnosa i jačanje lokalne društvene zajednice. Iako u neposrednom kontaktu, privatni i javni prostori su suptilno razdvojeni te je uprkos uvećanoj gustini intimnost svake jedinice zagarantovana, a želja za socijalizacijom lako ostvariva.

Poseban značaj idejnog rešenja Pačvork grupacije je što ono, uz manje ili veće adaptacije, može biti primenjeno na različitim lokacijama, na ravnom ili terenu u blagom padu. Funkcionalno i estetsko rešenje jedinica omogućuje da se kombinuju na različite načine, čime se može dobiti beskrajn broj uzoraka (Slike 20 i 21). Pačvork

grupacija potencijalno može da raste i smanjuje se, da menja strukturu i izgled, i generalno da se prilagođava različitim uslovima lokacije i stambenim potrebama.



Slika 20 – Moguća šema pačvork grupacije, izvor: B. Stoiljković



Slika 21 – Moguća šema pačvork grupacije, izvor: B. Stoiljković

Takođe, eventualnim povećanjem spratnosti (u granicama LRHD), gustine i stepen iskorišćenosti zemljišta bi mogli značajno da se uvećaju. Ovakav pristup bi mogao da podrazumeva još jedan ili više nivoa jedinica, postavljenih preko postojećih. To bi značilo uvođenje novih, hibridnih tipoloških grupa, kao što su preklapljeni nizovi, preklapljene poluatrijumske kuće ili složeni, trodimenzionalno uklopljeni stambeni sklopovi.

ZAHVALNOST

Rad je realizovan u okviru Ugovora o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO u 2024. godini, evidencioni broj: 451-03-65/2024-03/200095.

LITERATURA

- [1] Antonino Saggio: **Louis Sauer, The Architect of Low-rise High-density Housing.** *Lulu.com*, Raleigh, NC, USA, 2012
- [2] Danijela Milanović, Ljiljana Vasilevska: **Influence of Private Open Spaces on the Quality of Living in Low-Rise High Density Housing.** *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 16, No 2, 293-305, 2018.
- [3] Oliver Heckmann, Friederike Schneider: **Floor Plan Manual Housing.** Birkhäuser, Basel, 2018.
- [4] Branislava Stoiljković: **Projektovanje stambenih zgrada: porodično stanovanje.** Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, Niš, 2020.
- [5] https://issuu.com/scsingulares20/docs/w2_smithson (16.01.2024)
- [6] <https://www.architectural-review.com/essays/the-strategies-of-mat-building> (24.01.2024)
- [7] Milena Dinić Branković, Ivana Bogdanović Protić, Jelena Đekić, Petar Mitković: **Post-socialist Suburbanization and Sprawl Development Patterns – Niš Case Study.** *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 14, No 3, 355-366, 2016.
- [8] Jelena Živković, Ksenija Lalović, Milica Milojević, Ana Nikezić: **Multifunctional Public Open Spaces for Sustainable Cities: Concept and Application.** *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 17, No 2, 205-219, 2019.
- [9] Branislava Stoiljković: **Social Cohesion and Neighbor Interactions within Multifamily Apartment Buildings: Challenges of COVID-19 and Directions of Action.** *Sustainability*, 14, 738, 2022.
- [10] Jelena Đekić, Milena Dinić Branković, Petar Mitković, Milica Igić, Mihailo Mitković: **Urban Green Areas Planning and Development: An Assessment of General Urban Plans of the City of Niš.** *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 15, No 2, 211-224, 2017.

primljen: 22.02.2024.
korigovan: 29.03.2024.
prihvaćen: 03.04.2024.

Izvorni naučni rad

UDK : 624.191.3
<https://doi.org/10.62683/NiP27.13-19>

ODREĐIVANJE DUBINE ZONE OŠTEĆENJA STIJENSKE MASE OKO PROFILA ISKOPA MINIRANJEM SEIZMIČKOM CROSS-HOLE TOMOGRAFIJOM U TUNELU „ŠUBIR“ NA AUTOCESTI ZAGREB-SPLIT

Ekrem Bektašević¹, Hrvoje Antičević², Kemal Gutić³, Denijal Sikira⁴

Rezime: Miniranje je široko primijenjena metoda iskopa u podzemnoj gradnji u I, II, III i IV kategoriji stijenske mase. Međutim, vibracije izazvane eksplozijom, ako nisu pravilno kontrolisane, mogu negativno utjecati na stijensku masu koja okružuje tunel. Nekvalitetan iskop primjenom tehnike miniranja može uzrokovati povećani prekopprofilni iskop i prekomjerno rastresanje okolnog stijenskog masiva te smanjenje nosivosti stijene koja je osnovni podgradni element. Određivanje dubine zone oštećenja stijenske mase oko profila iskopa miniranjem seizmičkom cross-hole tomografijom imala su za cilj odrediti dubinu zone oštećenja i promjene fizičko-mehaničkih svojstava materijala oko konturne površine podzemnog iskopa u III kategoriji stijenske mase, odnosno odrediti intenzitet oštećenja unutar poremećene zone ovisno o udaljenosti od minskog polja i parametara bušenja i miniranja.

Ključne reči: iskop, tunel, miniranje, zona oštećenja, seizmika, cross-hole

DETERMINATION OF THE DEPTH OF THE ROCK MASS DAMAGE ZONE AROUND THE EXCAVATION PROFILE BY BLASTING WITH SEISMIC CROSS-HOLE TOMOGRAPHY IN THE "ŠUBIR" TUNNEL ON THE ZAGREB-SPLIT MOTORWAY

Abstract: Blasting is a widely used excavation method in underground construction in I, II, III and IV categories of rock mass. However, the vibrations caused by the blast, if not properly controlled, can adversely affect the rock mass surrounding the tunnel. Low-quality excavation using the blasting technique can cause increased over-profile excavation and excessive loosening of the surrounding rock mass, as well as a reduction in the load-bearing capacity of the rock, which is the basic supporting element. Determining the depth of the damage zone of the rock mass around the excavation profile by blasting with seismic cross-hole tomography aimed to determine the depth of the damage zone and changes in the physical and mechanical properties of the material around the contour surface of the underground excavation in III. category of rock mass, that is, determine the intensity of damage within the disturbed zone depending on the distance from the minefield and drilling and blasting parameters.

Key words: excavation, tunnel, blasting, damage zone, seismic, cross-hole

¹ Dr.sc. "PPG" d.o.o. Sarajevo, bektasevic.ekrem@gmail.com
ORCID 0000-0001-6742-966X

² Dr.sc. "Krešo Geo" d.o.o. Zagreb, anticevic.zagreb@gmail.com
ORCID N/A

³ Prof.dr.sc.Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Univerzitet u Tuzla, kemal.gutic@untz.ba
ORCID 0009-0008-9107-4641

⁴ "FM Inženjering" d.o.o. Sarajevo, denijal.sikira@gmail.com
ORCID N/A

1 UVOD

Primjena bušenja i miniranja kao metode iskopa tunela u širokoj je primjeni zbog praktične i ekonomske prirode. Obično se s nedovoljnom pažnjom pristupa ovoj fazi rada koja zbog nestručne izvedbe uzrokuje povećanje udjela ostalih radova u fazama izgradnje, a u konačnici i povećanje cijene same izgradnje tunela[1].

Oslobodena energija eksplozivnog punjenja pri miniranju troši se na razaranje i drobljenje stijene, dok se jedan dio pretvara u kinetičku energiju seizmičkih talasa[2].

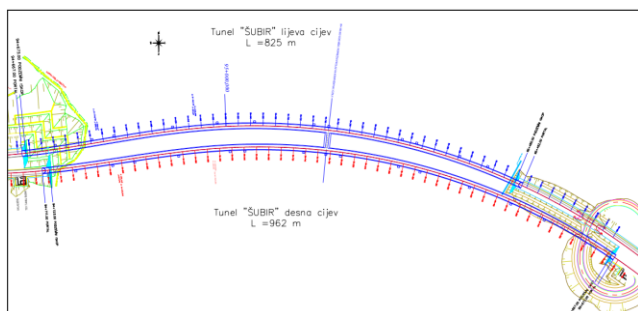
Pri prolasku seizmičkih talasa nastaju oscilacije tla, odnosno umjetni potresi prilikom čega mogu nastati zone oštećenja stijenske mase miniranjem, koja, ukoliko je prekomjerna, može dovesti do progresivnog lokalnog loma, odnosno ugrožavanja stabilnosti cijelog podzemnog otvora[3].

Zona oštećenja stijenske mase pri iskopu miniranjem uključuje prekopofilni iskop i zonu oštećenja u kojoj su nepovratno promijenjene fizičko-mehaničke i hidrauličke osobine stijenske mase. Među prvima, istraživanje zone oštećenja oko profila iskopa cross-hole metodom izvršena je u galerijskim tunelima na izgradnji brane Martinje[4].

Određivanje zone oštećenja oko profila iskopa miniranjem metodom cross-hole u III. kategoriji stijenske mase vršeno je tokom izgradnje tunela „Šubir“ koji je smješten na autocesti Zagreb-Split-Dubrovnik (A1).

Ukupna dužina desne tunelske cijevi iznosi 962,00 m, dok je dužina podzemnog iskopa 944,00 m. Maksimalni nadsloj desne tunelske cijevi iznosi približno 111 m.

Lijeva tunelska cijev ukupne je dužine 825,00 m, a dužina podzemnog iskopa iznosi 807,00 m. Maksimalan nadsloj lijeve tunelske cijevi iznosi cca 120 m[5]. Prostorni položaj tunela šubir prikazan je na slici 1.



Slika 1. Prostorni položaj tunela „Šubir“ [5]

1.1 INŽENJERSKO-GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE STIJENSKOG MASIVA

Stijenski masiv u kojem je smješten tunel „Šubir“ najvećim dijelom izgrađen je od foraminiferskih krečnjaka paleocena – srednjeg i gornjeg eocena i rudistnih krečnjaka gornje krede.

Os tunela prolazi sedlom između brda Zveč sa sjeverozapadne strane i brda Šubir s jugoistočne strane. Na jugozapadnoj strani brda Zveč prisutne su u kraćim intervalima flišne naslage srednjeg i gornjeg eocena.

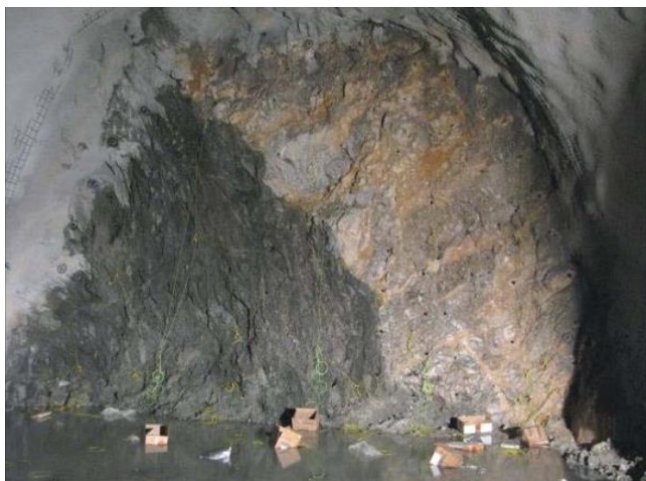
Od ulaznog portala pa do stacionaže 94+750 prisutne su naslage fliša u kojima prevladavaju lapori plavosive boje, koji su uz reversni rasjed u kontaktu s foraminiferskim krečnjacima vrlo razlomljeni.

Stijenski masiv zapadnog dijela tunela do stacionaže 94+915,00 izgrađuju foraminiferski krečnjaci paleocena – srednjeg i gornjeg eocena koji su kompaktni do slabo razlomljeni, a jača razlomljenost je u zonama reversnih rasjeda odvojenih od naslaga fliša.

U svjetlosmeđim foraminiferskim krečnjacima prevladavaju numuliti, osobito u ulaznoj zoni tunela „Šubir“. Brzine seizmičkih talasa (vp) veće su od 2500 m/s, a jednoosna pritisna čvrstoća od 100 – 150 MPa.



Slika 2. Geološki sklop čela u tunelu lijeve tunelske cijevi na stacionaži 94+794



Slika 3. Geološki sklop čela desne tunelske cijevi na stacionaži 94+783

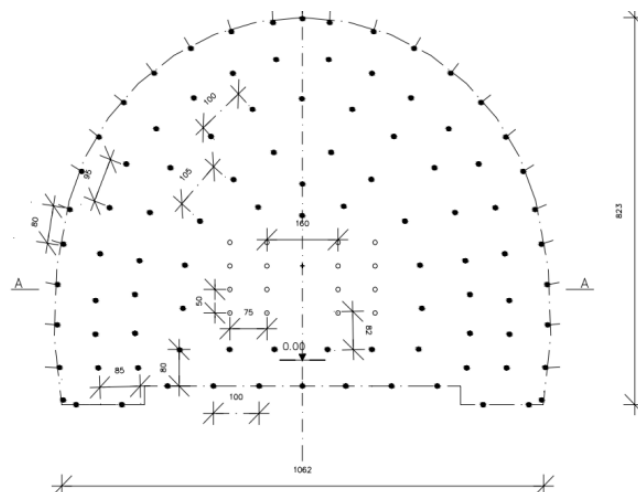
U središnjem i istočnom dijelu stijenskog masiva područja tunela nalaze se rudistni krečnjaci gornje krede. Stijena je kompaktna do slabo razlomljena, mjestimice, osobito bliže rasjedima jače razlomljena, slabo do srednje trošna.

Krečnjaci su svijetlosive do svijetlosmeđe boje i često sadrže zaobljene rožnjačke nodule promjera i do 10 cm. Mjestimice se može naići na pukotine ispunjene tamnosivim do crnim bitumenom. Brzine seizmičkih talasa (Vp) veće su od 3000 m/s, a jednoosna pritisna čvrstoća od 100 – 160 MPa.

1.1.1 Opis minskog polja i miniranja

Iskop tunela započeo je s istočnog portala u punom profilu primjenom tehnike bušenja i miniranja. U stijeni boljih fizičko-mehaničkih karakteristika, iskop se izvodio u cijelosti bušenjem i miniranjem, dok u slabijim stijenama kombinacijom miniranja i mašinskim iskopom. U kritičnim zonama primijenjen je isključivo mašinski iskop. Površina i faznost iskopa profila ovisila je o kategoriji stijenskog masiva.

Istraživanje je obavljeno u III. kategoriji stijenskog materijala, u kojima je površina iskopa iznosila cca 73m². Dubina bušenja iznosila je od 2,5 – 4,3 m, a promjer bušenja Ø 48 mm. Ukupni broj bušotina na čelu iznosio je od 103 – 124 kom uz utrošak od 271 do 501 kg eksploziva po ciklusu miniranja. Za stvaranje nove slobodne površine primjenjivao se dvostruki klinasti zalom s 16 bušotina i trostruki klinasti zalom s 24 bušotine i geometrijom bušenja prikazanom na slici 4.



Slika 4. Raspored minskih bušotina na čelu tunela za iskop u III. kategoriji stijenske mase primjenom dvostrukog klinastog zaloma

Prilikom ispitivanja korištene su dvije vrste eksploziva i to: Elexit – 1 i detonirajući štapin C – 80. Eksplozivom Elexit – 1, promjera Ø 38 mm punjene su sve minske bušotine, dok su konturne bušotine punjene kombinacijom Elexita – 1 i detonirajućeg štapina C - 80. Tehničke karakteristike eksploziva navedene su u tabeli 1.

Tabela 1. Tehničke karakteristike eksplozivnih sredstava upotrijebljenih u tunelu „Šubir“

Tehničke karakteristike	Prečnik (m)	Gustoća (kg/dm ³)	Brzina detonacije (m/s)	Gasna zapremina (l/kg)	Energija eksplozije (MJ/kg)
Elexit-1	0,038	1,4	5300-5800	851	4545
C - 80	0,012	1,4	7000	768	5810

Za miniranje u tunelu izabran je neelektrični sistem iniciranja koji je siguran i jednostavan za upotrebu.

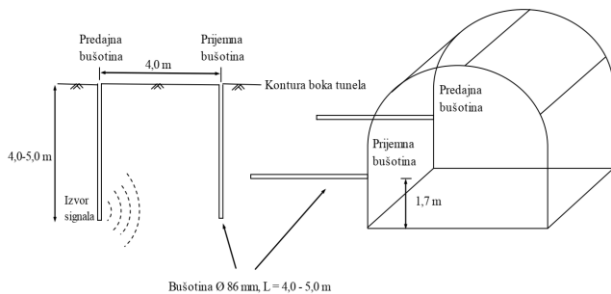
2 METODOLOGIJA

2.1 ISTRAŽIVANJE DUBINE ZONE OŠTEĆENJA STIJENSKE MASE OKO PROFILA ISKOPA SEIZMIČKOM CROSS-HOLE TOMOGRAFIJOM

U cilju definisanja što jasnije slike dubine zone oštećenja oko profila iskopa tunela pod utjecajem miniranja obavljena su geofizička seizmička istraživanja metodom seizmičke cross-hole tomografije. Osnovni razlog primjene ove metode ogleda se u tome da je ovo jedna od najtačnijih seizmičkih metoda ispitivanja u bušotinama, za precizno mjerenje brzina prostiranja elastičnih P (uzdužnih) i S (poprečnih) talasa između bušotina na

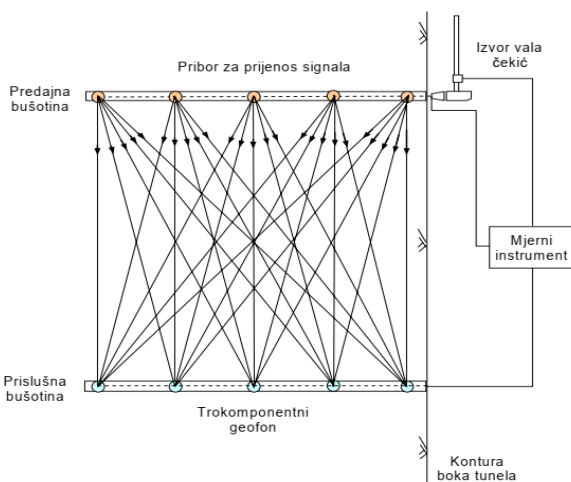
različitim udaljenostima od profila iskopa [6]. Detekcija varijacije ili promjene brzine seizmičkih talasa reflektirat će se na promjene krutosti stijenske mase oko profila iskopa.

Na temelju obrade rezultata vrijednosti brzina prostiranje elastičnih talasa ocjenjuje se stanje i struktura stijenskog masiva kroz lociranje trošnih zona, kaverni i stupanja razlomljenosti. Isto tako obradom rezultata mjerenja P i S talasa računaju se dinamičke konstante elastičnosti stijenske mase. Mjerenja ovom metodom se obično izvode u vertikalnim bušotinama, ali kod predmetnih istraživanja mjerenja su obavljena u horizontalnim bušotinama unutar tunela s prilagođenim mjernim instrumentima. Na slici 5. prikazan je način primjene seizmičke cross-hole tomografije u tunelu „Šubir“.



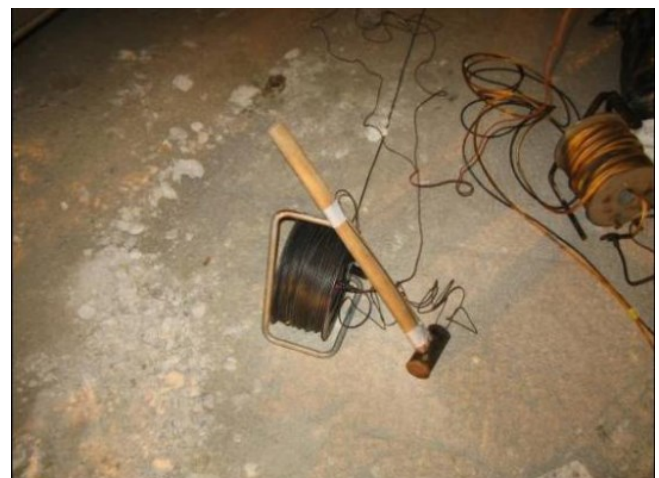
Slika 5. Prikaz primjene metode seizmičke cross-hole tomografije u tunelu „Šubir“ [7]

Postupak mjerenja obuhvaća kontrolirano pobuđivanje elastičnih talasa čekićem preko pribora za prijenos signala u predajnoj bušotini i precizno mjerenje vremena potrebnog da talas prijeđe put do trokomponentnog geofona (3D) u prijemnoj bušotini, kako je prikazano na slici 6.



Slika 6. Šematski prikaz generiranja i prijema talasa seizmičkom cross-hole tomografijom u tunelu „Šubir“ [7]

Generiranje seizmičkih talasa u pobudnoj bušotini izvodi se čekićem (slika 7.) na ušću bušotine, pri čemu se signal prenosi duž bušotine preko šipke na čijem kraju je cilindar koji predaje poremećaj stijenski masiv. S mjesta pobude (od dna bušotine prema ušću u predajnoj bušotini) snimaju se pristigli signali (valovi) na mjerni instrument preko trokomponentnog geofona (slika 8.) u prijemnoj ili prislušnoj bušotini. Snimanje vremena dolaska talasa obavlja se digitalnim seizmografom TERRALOC ABEM MARK VI sa širokom mogućnošću uzorkovanja, filtriranja i obrade registriranih seizmičkih signala. Instrument može obraditi i pohraniti od 256 do 8196 uzoraka po tragu, uz automatsko dinamičko pojačanje do 126 dB.



Slika 7. Pribor za generiranje seizmičkih talasa [7]



Slika 8. Instrumenti za prijem seizmičkih talasa [7]

Cijeli proces mjerenja obavlja se od dna prema ušću bušotine pri čemu se za svaki položaj izvora talasa u predajnoj bušotini obavlja snimanje i pomicanje 3D geofona za jedan metar na sljedeću

lokaciju prema ušću bušotine. Radi što boljeg prijenosa i prijema signala kroz stijenski masiv u bušotinama, koristi se uređaj za priljubljanje uz stijenku bušotine.



Slika 9. Postavljanje mjernih instrumenata i priprema za mjerenja na zadanoj lokaciji [7]

U tunelu „Šubir“ u III. kategoriji stijenskog masiva prema RMR klasifikaciji izbušene su po dvije bušotine (prislušna R i predajna P) Ø 86 mm, duljine u iznosu 4 - 5 m okomito na konturu boka tunela, tabela 2.

Tabela 2. Lokacija mjerenja seizmičkom cross-hole tomografijom

Stacionaža mjerenja Od-do	Kategorija iskopa	Nadsloj (m)	Vrsta bušotine	Oznaka bušotine	Prečnik bušotine (mm)	Dubina bušotine (m)	Rastojanje bušotina (m)
94+792	III	39,80	Prislušna	R-III 792	86	4,0-5,0	3,0
94+789			Predajna	P-III 789		4,0-5,0	

Obrada rezultata mjerenja cross-hole metode uključuju:

- korekciju vremena nailaska uzdužnih i poprečnih talasa,
- proračun brzina uzdužnih i poprečnih talasa,
- određivanje dinamičkih modula iz brzina elastičnih talasa.

Kada se u elastičnom materijalu dogodi pobuda, odmah se generiraju talasi počevši od točke pobude, te napreduju uz smanjenje amplitude oscilacija poremećaja. Svaki od tih talasa ponaša se na karakterističan način, a te karakteristike ovise o elastičnim osobinama materijala. Dobivene i obrađene brzine elastičnih talasa, koje ovise o elastičnim svojstvima materijala kroz koji se talas širi, što je prikazano u navedenim jednadžbama za brzinu

prostiranja P i S valova, služe za proračun dinamičkih konstanti elastičnosti:

$$v_p = \sqrt{\frac{K + \frac{4G}{3}}{\rho}} = \sqrt{\frac{E(1-\nu)}{\rho(1+\nu)(1-2\nu)}} \quad (1)$$

$$v_s = \sqrt{\frac{G}{\rho}} = \sqrt{\frac{E}{2\rho(1+\nu)}} \quad (2)$$

gdje je:

- v_p - brzina primarnih P-talasa (m/s),
- v_s - brzina sekundarnih S-talasa (m/s),
- ρ - gustoća (10^3 kg/m^3),
- E - Youngov modul (GPa),
- G - modul smicanja (GPa),
- K - modul zapreminske stišljivosti (GPa).

Poznavajući brzine prostiranja elastičnih talasa kroz stijenski masiv i gustoću, moguće je rješavanjem dviju jednačina s dvije nepoznanice izračunati dvije dinamičke konstante kojima se mogu odrediti, odnosno izračunati, i ostale.

$$\alpha = \frac{v_p}{v_s} = \sqrt{\frac{2-2\nu}{1-2\nu}} \quad (3)$$

$$\nu = \frac{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 2}{2\left\{\left(\frac{v_p}{v_s}\right)^2 - 1\right\}} = \frac{\alpha^2 - 2}{2(\alpha^2 - 1)} \quad (4)$$

$$E = \rho v_p^2 \left(\frac{(1+\nu)(1-2\nu)}{1-\nu} \right) \quad (5)$$

$$G = \rho v_s^2 \quad K = \rho v_p^2 \frac{1+\nu}{3(1-\nu)} \quad (6)$$

gdje je:

- ν - Poissonov koeficijent,
- ρ - gustoća stijene. (kg/m^3).

Preko gore navedenih formula izračunate su dinamičke konstante elastičnosti za svaku poziciju mjerenja, a gustoća je izračunata iz vrijednosti brzine uzdužnog (v_p) talasa prema poznatoj Anstyevevoj relaciji prikazanoj u jednačini br.7.

$$\rho = 0,31^4 \sqrt{v_p} \quad (7)$$

3 REZULTATI I DISKUSIJA

Mjerenja su obavljena u stijenskom masivu treće tunelske kategorije od stacionaže 94+792 do

stacionaže 94+789, pri čemu je nadsloj od kalote tunela na mjestu mjerenja iznosio cca. 40 m. Dubina mjerenja od konture iskopa u stijenski masiv iznosila je 4,5 – 5,0 m. U tabeli 3. prikazane su izmjerene i izračunate vrijednosti brzine prostiranja P i S talasa po intervalima dubine za III. kategoriju stijenske mase [8].

Također, prikazani su ukupni rezultati mjerenja brzine prostiranja P (kompresijskih) i S (smičućih) talasa po intervalima dubine i izračunate vrijednosti dinamičkih konstanti elastičnosti za III. kategoriju stijenskog masiva oko profila iskopa tunela „Šubir“.

Tabela 3. Prikaz rezultata mjerenja u III. kategoriji stijen. masiva po intervalima dubine, tunel „Šubir“ [8]

Interval dubine	V_p (m/s)	V_s (m/s)	Gustoća (10^3 kg/m^3)	Poissonov koeficijent	Youngov modul (GPa)	Modul smicanja (GPa)	Modul zapreminske stišljivosti (GPa)
0,0-1,0	2295	1045	2,15	0,37	6,42	2,34	8,18
1,0-2,0	2540	1320	2,20	0,32	10,08	3,83	9,09
2,0-3,0	2810	1520	2,26	0,29	13,49	5,21	10,87
3,0-4,0	3000	1650	2,29	0,28	16,03	6,25	12,32
4,0-5,0	2700	1380	2,23	0,32	11,26	4,26	10,62

Od konture iskopa prema masivu može se zapaziti linearni rast brzine prostiranja P-talasa, modula elastičnosti kao i ostalih elastičnih karakteristika stijenskog masiva. Redukcija brzine prostiranja P-talasa u zoni oštećenja dubine 1,85 m iznosi od 6 do 15% u odnosu na vrijednost P-talasa neoštećenog masiva, što posljedično uzrokuje smanjenje Youngovog modula od 10 do 43%, modula smicanja od 10 do 45% i modula zapreminske stišljivosti od 14 do 23%. Prekopprofilni iskop na mjestu mjerenja iznosio je 0,48 m što daje ukupnu dubinu zone oštećenja stijenskog masiva od 2,53 m. Maksimalna masa eksploziva po stepenu paljenja na lokaciji mjerenja iznosila je 23,36 kg pri dubini bušenja od 3,6 m i napretku iskopa od 2,9 m.

4 ZAKLJUČAK

Dubina oštećenja u III kategoriji stijenske mase miniranjem sastoji se od prekopprofilnog iskopa i zone oštećenja stijenskog masiva oko konture iskopa, a određena je pomoću seizmičke cross-hole tomografije. Korištenjem dvostrukog klinastog zaloma do dubine bušenja 3 m postignut je praktički isti napredak iskopa u odnosu na dubinu bušenja, što znači da je energija eksploziva maksimalno utrošena u ostvarivanju napredovanja iskopa, čime se minimalizira ukupna zona oštećenja stijenske mase miniranjem. Navedenu tvrdnju može se potkrijepiti činjenicom da pravilan odabir zaloma i dubine bušenja utječe na smanjenje

specifične potrošnje eksploziva, što smanjuje vršne brzine oscilacija, odnosno dubinu zone oštećenja. Tako prekomjerno oštećenje konture iskopa koje se manifestira u vidu povećanog prekopprofila i dubine zone oštećenja povećava troškove podgrađivanja konture iskopa u odnosu na standardni podgradni sklop predviđen za dotičnu kategoriju stijenskog masiva.

Seizmičkom cross-hole tomografijom izmjerene su promjene brzine prostiranja uzdužnih i poprečnih talasa te izračunate vrijednosti dinamičkih konstanti elastičnosti stijenske mase. Na taj način utvrđeno je razgraničenje oštećene i neoštećene zone po dubini stijenskog masiva kako je prikazano u tabeli 4.

Tabela 4. Sistematizacija rezultata istraživanja dubine zone oštećenja stijen. mase miniranjem, tunel „Šubir“ [7]

Kategorija stijenskog masiva	Brzina P-talasa (m/s)		Dubina oštećenja (m)	Smanjenje modula elastičnosti (E)
	Oštećena zona	Neporemećena zona		
III	2295	2700	~ 2,5	10 – 43%

Iskustva pri gradnji tunela u našim krečnjačkim stijenama nedvojbeno pokazuju da je ponašanje konture podzemnog iskopa primarno kontrolirano strukturnim geološkim karakteristikama stijenske mase, te je u pravilu prisutna uobičajena početna opća stabilnost konture iskopa uz mogućnost pojave lokalnih nestabilnosti u vidu ispadanju blokova zbog gubitka čvrstoće diskontinuiteta. Značajan utjecaj na iniciranje lokalne nestabilnosti ima dubina zone oštećenja miniranjem, koja ukoliko je prekomjerna, može dovesti do progresivnog lokalnog loma, odnosno ugrožavanja stabilnosti cijelog podzemnog otvora. Odabirom adekvatnih parametara miniranja i koraka iskopa može se zona oštećenja, koja je neminovna pri iskopu miniranjem, minimalizirati u smislu da se minimalno reducira čvrstoća i krutost stijenske mase oko konture iskopa, što ima za posljedicu očuvanje nosivosti stijenske mase kao najvažnijeg „podgradnog“ elementa. Takvim pristupom smanjuju se količine elemenata podgradnog sklopa i troškovi izgradnje.

LITERATURA

- [1] Antičević H., Dobrilović M., Perković H., **Zona oštećenja stijenske mase pri iskopu tunela miniranjem**, Rudarsko-geološko-naftni zbornik, Originalni znanstveni rad, Zagreb, 2012.
- [2] E. Bektašević, H. Antičević, F. Osmanović, S. Kadrić, Đ. Žutić, J. Konta, **Tehnologija miniranja pri iskopu evakuacionog tunela „Vranduk II“ na**

- magistralnoj cesti M-17**, Elektronički zbornik radova, Građevinskog fakulteta Sveučilišta u Mostaru (Stručni rad), (strana 49-60), (ISSN 2232-9080 (mrežno izdanje) i DOI: 10.47960/2232-9080), Glavni urednik: dr.sc. Mirna Raič.
- [3] E. Bektašević, R. Kadrić, K. Gutić, S. Kadrić, **Determining the optimal method of excavation of the Zenica tunnel as a function of minimal damage to rock mass of poorer quality outside the excavation profile**, Journal of faculty of mining, geology and civil engineering, University of Tuzla (Scientific paper), (page 09-23), (ISSN 2303-5161 (Online) and DOI 10.51558/2303-5161.2023.11.11.9), Editor-in-chief: Prof.dr.sc. Sunčica Mašić.
- [4] Kujundžić, B., Jovanović, L. & Radosavljević, Z. (1970): **Solution du revêtement d'une galerie en charge par application d'injections à haute pression**. Proc. of 2nd ISRM Congress, Belgrade. II: Theme 4–66. Belgrade.
- [5] Mustapić, I. (2010): **Građevinski projekt tunela „Šubir“**, Institut IGH d.d., Zagreb.
- [6] Husejnagić E., **Seizmičke metode istraživanja-teorijske osnove, primjeri iz prakse**, Univerzitet u Tuzli, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Tuzla, 2023, str. 110.
- [7] Mitrović, G. (2010): **Postupak mjerenja brzina širenja elastičnih valova između bušotina – crosshole metodom**, Institut IGH d.d., Zavod za geotehniku, Zagreb, str. 1-10.
- [8] Antičević, H., **Određivanje zone oštećenja stijenske mase pri iskopu tunela miniranjem**, Doktorski rad, Sveučilište u Zagrebu Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2011.

PRIKAZ IDEJNOG REŠENJA VIŠEPORODIČNOG STANOVANJA „RED BRICK COMMUNITY“

Vladana Petrović¹, Boris Rančev², Branislava Stoilković³, Nataša Petković⁴, Milica Živković⁵

Rezime: Rad predstavlja prikaz idejnog rešenja višeporodičnog stanovanja tipologije „male spratnosti - velike gustine“, odnosno „low rise-high density“, projektovanog u centralnoj gradskoj zoni Niša. Idejno urbanističko-arhitektonsko rešenje proisteklo je iz analize predmetne lokacije kao odgovor na zahteve pomenute tipologije, tržišne i stambene potrebe i pravila uređenja i građenja zadatih važećim planskim dokumentom. Formiranje ovakvog oblika višeporodičnog stanovanja predstavlja odgovor na unapređenje estetskih i ekoloških karakteristika prostora kao i samog kvaliteta života u centralnoj gradskoj zoni.

Ključne reči: Višeporodično stanovanje, niska spratnost-velika gustina naseljenosti, stanovanje, kvalitet stanovanja

PRESENTATION OF CONCEPTUAL DESIGN OF THE MULTI-FAMILY HOUSING „RED BRICK COMMUNITY“

Abstract: The paper presents a conceptual design of the multi-family housing typology "low rise, high density" designed in the central city area of Niš. The conceptual urban-architectural solution resulted from the analysis of the location in question as a response to the requirements of the mentioned typology, market and residential needs, and the rules of arrangement and construction set by the valid planning document. The formation of this form of multi-family housing is a response to the improvement of the aesthetic and ecological characteristics of the space as well as the quality of life in the central city area.

Key words: Multi-family housing, low rise, high density housing, housing quality, housing

1 Dr, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, vladana.petrovic@gmail.com
ORCID 0000-0002-3775-0978

2 Master, saradnik u nastavi, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, boris.rancev777@gmail.com
ORCID 0009-0004-7624-034X

3 Dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, branislava.stoilkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0002-1315-1970

4 Dr, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, natasa.petkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0003-0245-4842

5 Dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, milica.zivkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0003-4081-6947

1 UVOD

Idejni urbanističko-arhitektonski projekat *Red brick community* predstavlja tipologiju „niske spratnosti i velike gustine“ (*dalje NSVG*) projektovanu u široj centralnoj zoni Niša. Zgrada sa specifičnim karakteristikama projektovana je kao odgovor na savremene stambene potrebe, stvaranje novih zelenih površina i povećanje kvaliteta stanovanja, kako stanara zajednice, tako i šireg okruženja. Objekat je osmišljen sa idejom da predmetno područje, smešteno u neposrednoj blizini gradskog jezgra, postane deo jedinstvene matrice urbanog prostora.

Prikazano urbanističko-arhitektonsko rešenje predstavlja odgovor između stanovanja u visokim višespratnicama i individualnim porodičnim kućama, posmatrano sa aspekta povezivanja sa okruženjem, prostorno-programskog koncepta i organizacije stambenih jedinica.

2 PRIMENJENA METODOLOGIJA

Projektovanje kao proces predstavlja traženje najadekvatnijeg rešenja za zadate uslove lokacije i zadovoljenje potreba korisnika. Prilikom istraživanja prikazanog projektantskog problema NSVG korišćene su sledeće osnovne metode kao misaono-logički postupci: strukturalna, funkcionalna i komparativna analiza, sinteza, dedukcija, indukcija, apstrakcija, konkretizacija, generalizacija i specijalizacija, kao i komparacija koja je integrisana sa navedenim metodama; na kraju je korišćena metoda modelovanja kao opšta metoda istraživanja.

Cilj istraživanja jeste formiranje jedinstvenog skupa arhitektonskih karakteristika kako bi se osigurao kvalitetan i uravnotežen životni prostor. Pod ciljevima istraživanja se podrazumeva formiranje novog oblika stanovanja na odabranoj lokaciji, povećanje gustine naseljenosti, povećanje kvaliteta života ljudi iz užeg i šireg okruženja i formiranje novih zelenih površina.

3 IDENTIFIKACIONE KARAKTERISTIKE TIPOLOGIJE NISKE SPRATNOSTI-VELIKE GUSTINE

Niska spratnost-velika gustina, predstavlja modernističku ideju nastalu kao rezultat želje i traženja novog i humanijeg stambenog oblika. Kao vizija, nastala je u posleratnom globalnom periodu

procvata nakon Drugog svetskog rata, kada su arhitekta počele da razvijaju sasvim drugačiji model stanovanja od onog koji su razvijali modernisti pre rata. Prema njihovom viđenju, stanovnik grada je trebalo da bude „uronjen u grad“, u gust, ali nizak urbani prostor [1]. Razvijana je 60. i 70. godina u Americi i Evropi sa ciljem povećanja kvaliteta novih urbanih i arhitektonskih formi i kako bi se povećala gustina stanovanja iz ekonomskih, ekoloških, društvenih i drugih razloga [1]. Takođe, ideja je razvijana i kao posledica primene dva do tada dominantna, međusobno suprotstavljena modela: 1) individualnog stanovanja – naselja i predgrađa i 2) stambenih kula, kao primarnog modela socijalnog stanovanja [2].

Prema arhitekti K. Framptonu: „*Niska spratnost, velika gustina je zaista bila kompromis između prigradskih i višespratnih stanova, ali je to takođe bilo rešenje koje bi bilo mnogo ekonomičnije u smislu korišćenja zemljišta i koje bi imalo mnoge društvene prednosti u pogledu usluga, a istovremeno bi omogućilo veoma blizak kontakt sa zemljom i prirodom*“ [3].

Tipologija je nastala i razvijana sa ciljem povećanja kvaliteta stanovanja dok je povećanje gustine sagledavano iz ekonomskih, ekoloških, društvenih i drugih razloga. Arhitekta Luis Sauer smatra se pionir u istraživanju, formiranju i izvođenju tipologije NSVG. Prema njegovom viđenju, da bi se postigao kvalitet stanovanja moraju biti ispunjeni sledeći kriterijumi [4]:

- 1) Gustina naseljenosti trebalo bi da bude od 350 do 550 st/ha;
- 2) maksimalna spratnost stambene zgrade je do tri sprata;
- 3) fizička struktura bi trebalo da bude kompaktna;
- 4) stanovi treba da poseduju visok stepen individualnosti i privatnosti koja se postiže jasnim identifikovanjem prostora i implementacijom odgovarajućih urbanističkih i arhitektonskih elemenata i oblika u prizemlju, ulaznoj i pristupnoj strani;
- 5) eliminisanje prostora bez jasno definisane teritorijalne specifičnosti, posebno kroz privatizaciju prostora koji je u direktnoj međuzavisnosti sa stambenim jedinicama u prizemlju zgrada;
- 6) primena širokog spektra otvorenih prostora.

Sauerova početna definicija odnosila se prvenstveno na manje prostorne celine. Vremenom, ovaj model je delimično promenjen u skladu sa savremenim načinom života i socioekonomskim

potrebama, pa se njegova dosadašnja primena odnosi i na stambena naselja većih dimenzija, sa više namena, sadržaja i složenijim prostorno-funkcionalnim odnosima [5]. Osim povećanja površine i uočljivog prelaska sa individualnog na višeporodično stanovanje koje je postalo dominantan tip stanovanja kod NSVG (što su aspekti koji nisu bili obuhvaćeni Sauerovom definicijom), glavna promena u odnosu na početnu ideju, odnosi se na povećanje spratnosti sa tri - na šest etaža. Ova promena je razumljiva posebno u slučaju velikih gradova, takozvanih megagradova [2].

Primenjivost NSVG jeste kod većih urbanih proširenja i rekonstrukcije blokova sa mogućnošću individualizacije svakog stana. Najčešću karakteristiku predstavlja uzajaman odnos između javnog i privatnog otvorenog prostora. Stanovanje organizovano po principu NSVG, kombinuje karakteristike nekoliko osnovnih modela, ali s obzirom na neke svoje specifičnosti može se identifikovati i kao novi model stambene organizacije.

4 URBANISTIČKO-ARHITEKTONSKO REŠENJE

4.1. KARAKTERISTIKE LOKACIJE

Odabrana lokacija pripada širem centru grada; u njenom okruženju nalaze se objekti javne namene poput fakulteta, škole, pošte, muzeja [6]. Neposredno okruženje čine stambeni blokovi sa različitim tipovima stanovanja, kako višeporodičnim zgradama tako i individualnim kućama sa trgovinsko-uslužnim delatnostima, najčešće u prizemlju.

Blok je trouglastog oblika površine 0,31 ha, formiran je od individualnih stambenih objekata bez značajne arhitektonske vrednosti, pa samim tim nema potrebe za očuvanjem ambijentalne celine. Lokacija nudi urbane prednosti koji ispunjavaju kriterijume za NSVG, kao što su pristup javnom prevozu i gradskim i komercijalnim sadržajima.

Predmetno područje ograničeno je: sa severne strane ulicom Obilićev venac-ranga sabirne ulice, sa zapadne strane Kosančićevom ulicom-ranga stambene ulice i sa jugoistočne strane Rašićevom ulicom koja predstavlja kolskopešački prilaz (slika 1).



Slika 1 – Prikaz lokacije, <https://a3.geosrbija.rs/>

4.2. ARHITEKTONSKO REŠENJE

Red Brick Community predstavlja introvertnu ugaonu formu, proisteklu iz trouglastog oblika parcele [7]. Ovakvo oblikovanje omogućilo je zatvaranje mase prema Obilićevom vencu i Kosančićevoj ulici stvarajući mogućnost formiranja otvorene površine prema Rašićevoj ulici.

Objekat je projektovan kao višeporodično stanovanje sa odlikama kolektiviteta, ali su stanovi kroz veliki broj različitih elemenata dobili karakteristike individualnog stanovanja.

Funkcionalno zgrada je rešena od podzemne garaže, prizemlja, tri etaže i potkrovlja. Ulaz u podzemnu garažu formiran je iz Kosančićeve ulice, sa idejom da kao prostor za parkiranje može da služi za stanare zgrade i kao javni prostor za parkiranje.

Prema Planu generalne regulacije [7], na lokaciji je predviđena poslovno-stambena zona, što je ujedno i definisalo osnovu prizemlja. Projektovano je devet lokala različite kvadrature, okrenutih prema ulici Obilićev venac; lokali imaju severnu orijentaciju, čime je omogućeno orijentisanje i formiranje stanova prema južnom, unutrašnjem dvorištu.



Slika 2 – Osnova prizemlja

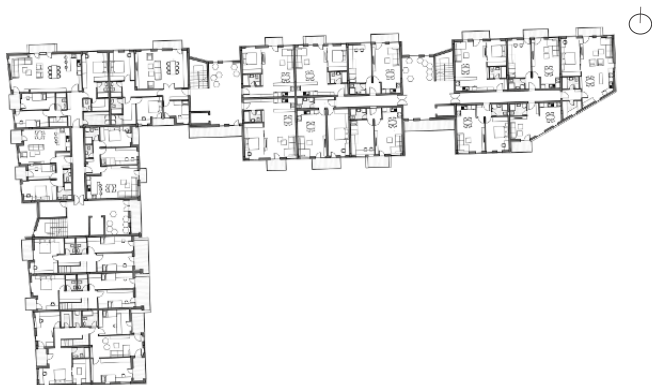
U prizemlju je projektovano deset stanova različite strukture. Tri formirana stana koja se nalaze na uglu Kosančićeve i Rašićeve ulice, projektovana su sa karakteristikama kuća u nizu. Formiranjem zasebnih ulaza u stanove i sopstvenih dvorišta, istaknute su karakteristike porodičnih kuća u okviru višeporodičnog stanovanja.

Projektovanje stanova u prizemlju okrenutim prema dvorištu, omogućilo je formiranje privatnih dvorišta, koja se takođe orijentišu prema zajedničkoj otvorenoj površini. Bez jasno definisanih barijera između individualnog i javnog prostora, formirana je jedinstvena zelena površina kao centar okupljanja stambene zajednice i šireg okruženja.



Slika 3 – Pogled na unutrašnje dvorište

Tri etaže rešene su kao tipske, osim kod naglašenog stambenog niza kod kog je noćna zona formirana na prvoj etaži. Stanovi u okviru samog objekta povezani su horizontalnim i sa tri vertikalne komunikacije koje su postavljene na određenim rastojanjima.



Slika 4 – Osnova prve etaže

Njihova karakteristika ogleda se u tome što na spratovima predstavljaju proširenja predviđena za okupljanje i sedenje, igru male dece, kao i za obezbeđivanje prostora za zelenilo, odnosno, neki vid zajedničkog prostora, čime se stvara visok stepen

socijalizacije [8]. Na svakoj etaži projektovano je po 19 stanova različite strukture i kvadrature, jednostrano i dvostrano orijentisanih. Povezivanje sa okruženjem postignuto je otvaranjem balkona iz svih stambenih jedinica.



Slika 5 – Osnova druge i treće etaže

4.3. OBLIKOVANJE I MATERIJALIZACIJA OBJEKTA

Formiranje karakterističnog centralnog bloka koji će ispuniti kriterijume NSVG i istovremeno povećati vizuelni karakter i kvalitet prostora u gradskoj zoni, predstavljalo je cilj ovog objekta.

Naglašena izlomljena forma objekta postignuta je postavljanjem krovnih ravni pod nepravilnim uglovima, stvarajući dinamičnost monotone strukture. Crvenom fasadnom opekom smirena je razigranost velikih otvora. Peta fasada formirana je kao zeleni krov projektovan od izlomljenih zelenih površina sa ciljem zadržavanja duha nekadašnjeg ambijenta porodičnih kuća. Primenjenim projektantskim principima, postignut je visok kvalitet življenja u centralnoj gradskoj zoni za čitavu zajednicu.



Slika 6 – Prikaz objekta iz ulice Obilićev venac



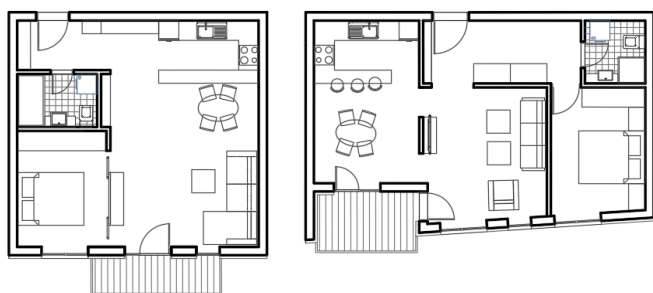
Slika 7 – Prikaz objekta iz ugla Kosančičeve i ulice Obiličev venac



Slika 8 – Prikaz južne fasade i zajedničke otvorene površine

4.4. ANALIZA STAMBENIH JEDINICA

Projektovane stambene jedinice rešene su kroz šest modela sa ciljem zadovoljenja potreba različitih struktura porodice i promena dinamike domaćinstva [9]. U kontekstu zadovoljenja različitih struktura domaćinstva stanovi su rešeni kao dvosobni, dvoiposobni, trosobni, četvorosobni i dupleksi. Organizacija dvosobnog stana zasnovana je na fleksibilnom stambenom modelu, sa projektovanim pokretnim pregradama kako bi se prostor prilagodio različitim potrebama stanara. Stambena organizacija zasnovana je na otvorenom planu organizacije sa mogućnošću povezivanja ili odvajanja spavaće sobe.



Slika 9 – Organizacija dvosobnog stana

Organizacija dvosobnih i trosobnih stanova zasnovana je na jednostranoj orijentaciji i linijskom modelu po kome se prostorije nižu duž linijske komunikacije [10]. Noćna zona je delimično odvojena od dnevne zone. Kod prikazanih organizacija dnevna zona je zasnovana na otvorenom planu prema kome su kuhinja, trpezarija i dnevna soba objedinjene [11].

Kod trosobnih stanova mogu se sagledati dva organizaciona modela, jedan je zasnovan na linijskom modelu i otvorenom planu organizacije sa redukovanim površinama koje se odnose na pomoćne prostorije. Drugi model trosobnog stana, zasnovan je na otvorenom planu i sa odvojenim roditeljskim i dečjim blokom. U ovom slučaju, stan je dvostrano orijentisan i pored glavnih prostorija sadrži još ostave, garderobe i perionicu.



Slika 10 – Organizacija trosobnog stana



Slika 11 – Organizacija dupleksa

Karakterističan model stanova koji se javio u okviru ovog višeporodičnog stanovanja jesu tri dupleksi koji imaju karakteristike kuća u nizu. U ovom slučaju su se izdvojila dva modela sa organizacijom zasnovanom na istom principu. Donja etaža je projektovana kao dnevna zona sa individualnim ulazom u stan. Organizacija je zasnovana na otvorenom planu u kome se dnevna soba otvara prema individualnom dvorištu orijentisanom ka zajedničkoj otvorenoj površini. Na gornjoj etaži je projektovana noćna zona sa jasno odvojenim roditeljskim i dečjim blokom. Kod stana sa većom površinom dolazi do pojave multifunkcionalne prostorije za različite namene. Svi dupleksi imaju orijentaciju istok-zapad.

Dostizanje zadovoljstva u stanovanju postignuto je visokim stepenom individualnosti stambenih jedinica, što predstavlja veoma važan element kod stanovanja u višeporodičnim zgradama [9], postizanje ovog faktora ujedno je predstavljalo cilj u projektovanju Red brick community.

5 DISKUSIJA I ZAKLJUČAK

Fizički prostor u gradovima predstavlja resurs koji se smanjuje sa rastom broja stanovnika. U tom kontekstu potrebno je postići velike gustine naseljenosti kroz nove arhitektonske modele i to kroz prostornu konfiguraciju i način stanovanja u njoj.

U radu je dat prikaz idejnog urbanističko-arhitektonskog rešenja objekta tipologije niske spratnosti velike gustine projektovanog u Nišu. Cilj projekta predstavljala je promena urbane strukture, povećanje gustine naseljenosti na analiziranoj lokaciji, uvođenje novih zelenih površina, ekonomičnost izgradnje, kao i povećanje kvaliteta života stanara na lokaciji i u okruženju. Arhitektonskom razradom samog objekta i oblikovanjem slobodnih prostora na odabranoj lokaciji, promenio bi se vizuelni karakter i kvalitet prostora u centralnoj gradskoj zoni.

Prilikom izrade idejnog rešenja, ispoštovana su pravila uređenja i građenja zadata važećim planskim dokumentom sa istovremenim istraživanjem kriterijuma koji važe za tipologiju NSVG.

LITERATURA

- [1] <https://www.docdroid.net/lrr7rca/revolutionary-low-rise-pdf-071019-pdf#page=4> (18.2.2024.).
- [2] Vasilevska Ljiljana: **Low-rise High density Housing - Recommendation and Key Principles in the Process of Urban and Architectural Design**, *Conference: IDE Application of Innovative Techniques in Engineering* At: Nis, Serbia November, 2011.
- [3] <https://urbanomnibus.net/2012/07/low-rise-high-density-housing-a-contemporary-view-of-marcus-garvey-park-village/> (16.2.2024.).
- [4] Mihajlović Ivana, Stoiljković Branislava: **Influence of the Low-Rise, High-Density Housing on the Quality of Living**, *XXI International Scientific Conference on Construction and Architecture, VSU 2021, Sofia, Bulgaria, 14-16.10.2021*, Book of Abstracts, 31, University of Structural Engineering and Architecture (VSU) "Lyuben Karavelov". ISBN 978-954-331-117-0, 23-32, 2021.
- [5] Milanović Danijela, Vasilevska Ljiljana: **Influence of private open spaces on the quality of living in low-rise high density housing**, *Facta*

Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering, 293-305, 2018.

- [6] Rančić Đurđina, Stanković Danica, Vasov Miomir, Tanić Milan: **Prikaz idejnog rešenja banke na uglu ulice Obilićev venac i ulice Jug bogdana u Nišu** *Nauka+Praksa, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu*, br. 25, 109-115, 2022.
- [7] Petrović Vladana, Rančev Boris, Ćurčić Aleksandra, Stoiljković Branislava, Petković Nataša: **„Red brick community“**, *Katalog izložbe, International exhibition of contemporary housing, Faculty of Civil Engineering and Architecture of the University of Nish, HOUSING 23*, Oktobarr 2023. Niš, Serbia, pp. 126-127.
- [8] <http://www.eservis.ni.rs/urbanistickiprojekti/> (19.2.2024.).
- [9] Janković Sanja, Jovanović Goran, Nikolić Vladan: **Arhitektonska organizacija prostora u galerijskom sklopu**, *Nauka + praksa, 21/2018, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu*, str. 46-53, ISSN 1451-8341.
- [10] Petković-Grozdanović Nataša, Jovanović Goran, Stoiljković Branislava, Petrović Vladana: **Adaptabilnost stambenog prostora kao parametar održivosti socijalnog stanovanja**, *Nauka + Praksa, Časopis Instituta za građevinarstvo i arhitekturu, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu*, Br. 21/2018, str. 34-40, ISSN 1451-8341, UDK: 72.0/2.2 728.2
- [11] Petrović Vladana: **Razvoj i tipologije višeporodičnog stanovanja Niša od 1918. do danas**, *Doktorska disertacija, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu* <https://nardus.mpn.gov.rs/handle/123456789/2087>, str. 157-159.
- [12] Petrović Vladana, Stoiljković Branislava, Petković Nataša, Krstić Hristina: **Spatial-Functional Organization of a Contemporary Apartment in Serbia**, *Journal of Mediterranean Cities* 3(1):31-42 DOI: 10.38027/mediterranean-cities_vol3no1_3 October 2023

primljen: 09.03.2024.
korigovan: 03.04.2024.
prihvaćen: 08.04.2024.

Izvorni naučni rad

UDK : 691.32
<https://doi.org/10.62683/NiP27.27-34>

UTICAJ ČELIČNIH VLAKANA NA MEHANIČKA SVOJSTVA SAMOZBIJAJUĆEG BETONA

Aleksandar Šutanovac¹, Denis Milenović², Predrag Blagojević³, Darko Živković⁴

Rezime: U radu su prikazani rezultati sopstvenih laboratorijskih ispitivanja na samozbijajućem betonu (SCC – self-compacting concrete) i mikroarmiranom samozbijajućem betonu (SFR-SCC – steel fiber reinforced self-compacting concrete) u očvrslom stanju. Upotrebljena su čelična vlakna sa kukicama na krajevima. Ispitan je doprinos zapreminskog sadržaja vlakana V_f i faktora oblika vlakana l/d na određena mehanička svojstva samozbijajućeg betona. Zapreminski sadržaj vlakana V_f u uzorcima je variran u sledećim vrednostima: 0,5%, 1,0%, 1,5% i 2,0%. Korišćena su čelična vlakna dužine 35 i 60mm pri čemu je faktor oblika vlakana iznosio 47 i 80. Ispitana su sledeća svojstva na očvrslom betonu: čvrstoća betona pri pritisku, čvrstoća pri zatezanju cepanjem i čvrstoća pri savijanju. Rezultati pokazuju da se sa povećanjem zapreminskog sadržaja vlakana V_f od 0,5% do 2,0% čvrstoća betona na zatezanje pri cepanju kao i čvrstoća pri savijanju takođe povećale u odnosu na kontrolne uzorke bez vlakana. Rezultati pokazuju da sa povećanjem faktor oblika vlakana l/d i za vrednosti V_f iznad 1,0% dolazi do pada čvrstoće betona pri pritisku.

Ključne reči: samozbijajući beton, čelična vlakna sa kukicama, mehanička svojstva, čvrstoća pri pritisku, čvrstoća pri zatezanju cepanjem, čvrstoća pri savijanju

THE INFLUENCE OF STEEL FIBERS ON MECHANICAL PROPERTIES OF SELF-COMPACTING CONCRETE

Abstract: The paper presents the results of own laboratory tests on self-compacting concrete (SCC) and steel fiber reinforced self-compacting concrete (SFR-SCC) in the hardened state. Hooked end steel fibers were used. This study investigates contribution of fiber volume fraction V_f and fiber aspect ratio l/d on certain mechanical properties of self-compacting concrete. The fiber volume fraction V_f in specimens was varied in the following values: 0,5%, 1,0% 1,5% and 2,0%. Steel fibers with a length of 35 and 60mm were used, with the aspect ratios of fibers being 47 and 80. The following properties were tested on the hardened concrete: compressive strength of concrete, splitting tensile strength and flexural strength. The results show that with an increase in fiber volume fraction V_f from 0,5% to 2,0%, the splitting tensile strength of concrete as well as the flexural strength also increased to control specimens without fibers. The results show that with an increase in aspect ratio of fibers l/d and for values of V_f above 1,0% there is decrease in the compressive strength of concrete.

Key words: Self-compacting concrete, Hooked steel fibers, Mechanical properties, Compressive strength, Split tensile strength, Flexural strength

¹ dipl. inž. građ., doktorand, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, aleksandar.sutanovac@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0009-0001-7435-5838

² master inž. građ., branch menadžer, Put inženjering doo Nova Pazova, milenovicd@putinzenjering.com
ORCID N/A

³ dr docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, predrag.blagojevic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0001-7802-1758

⁴ dr, asistent sa doktoratom, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, darko.zivkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0009-0002-0780-0783

1 UVOD

Samozbijajući (samougrađujući) beton (eng. Self-Compacting Concrete - SCC) je specijalna vrsta betona koji se ugrađuje sam u oplatu i ne zahteva vibriranje da bi postigao punu zbijenost. Beton u potpunosti ispunjava sve delove oplata pod dejstvom sopstvene težine, kao i prostor između svih šipki armature i oplata. Betonska mešavina ima visok stepen fluidnosti i otpornost prema segregaciji. Okamura [1] je 1986. godine predstavio koncept samozbijajućeg betona i ukazao na neophodnost primene ovog betona kao rešenje za problem zbijanja betona prilikom ugradnje i trajnosti betonskih konstrukcija u Japanu. Istraživači sa Univerziteta u Tokiju (Ozawa, Maekawa, Okamura) sproveli su studije u cilju razvoja ove vrste betona [2] i 1988. godine je predstavljen prototip samozbijajućeg betona koji je nazvan beton visokih performansi (High Performance Concrete - HPC). Profesori Gagne i Aitcin [3] su skoro u isto vreme 1989. godine definisali „beton visokih performansi (High Performance Concrete)“ kao beton visoke trajnosti usled niskog vodocementnog faktora. Okamura je nakon toga promenio naziv za predstavljeni beton u „samozbijajući beton visokih prerformansi (Self-Compacting High Performance Concrete)“.

Glavni nedostaci SCC u čvrstom stanju kao i konvencionalnog betona su mala čvrstoća pri zatezanju i krti način loma. Dodavanjem vlakana moguće je izbeći krti način loma i unaprediti mehaničke karakteristike betona u postpukotinskom stanju. Vlakna mehanizmom premoščavanja ivica prslina (Bridging Effect) povećavaju čvrstoću betona pri zatezanju i smicanju [4,5]. U samozbijajućem betonu ojačanom čeličnim vlaknima (SFR-SCC – Steel Fiber Reinforced Self-Compacting Concrete) dolazi do sinergijskog efekta između čeličnih vlakana i SCC betona što dovodi do poboljšanja duktilnosti pri savijanju, veće zamorne čvrstoće i otpornosti na udarno opterećenje [6,7]. Uticaj čeličnih vlakana na svojstva SCC zavisi od: oblika vlakna, dimenzija vlakana, zapremiskog sadržaja vlakana V_f i rasporeda vlakana u betonu [8]. Čelična vlakna koja se najčešće upotrebljavaju su: ravna vlakna, vlakna sa kukicama na krajevima, valovita vlakna, vlakna sa zadebljalim krajevima i vlakna promenljivog poprečnog preseka. Na osnovu analize najvećih proizvođača, vlakna sa kukicama na krajevima čine skoro 67% od svih prodatih vlakana [9]. Vlakna sa kukicama na krajevima ili vlakna nepravilnog oblika u odnosu na

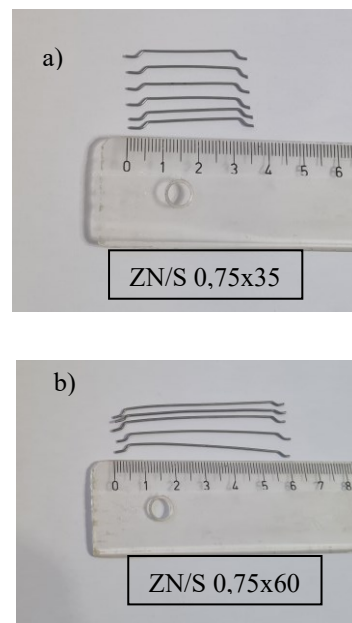
prava vlakna povoljnije utiču na čvrstoću betona pri zatezanju zbog boljeg ankerovanja tih vlakana u beton [10,11].

Obrađivost SCC u svežem stanju se smanjuje kada zapreminski sadržaj vlakana bude veći od 0,5% [12]. Ding je ispitivao uticaj četiri tipa vlakna, različite dužine vlakana l_f (32,3, 38,8, 50,7 i 52,2mm) i zapreminskog sadržaja vlakana V_f (0,5, 1,0 i 1,5%) na svojstva SCC i došao do rezultata da dužina vlakna ima veći uticaj na obrađivost betona od zapreminskog sadržaja vlakna [13].

Rezultati eksperimentalnih istraživanja o uticaju čeličnih vlakana na čvrstoću betona pri pritisku su kontradiktorni. Pojedina istraživanja [14,15,16,17] su pokazala da je došlo do smanjenja čvrstoće pri pritisku, dok je kod drugih došlo do povećanja [18,19]. Khaloo [14] je istraživao uticaj čeličnih vlakana sa kukicama na krajevima na mehanička svojstva SCC za projektovane klase čvrstoće betona od 40 MPa i 60 MPa pri čemu je varirao V_f u sledećim granicama od 0,5% do 2,0%. Rezultati pokazuju da je sa povećanjem V_f došlo do pada čvrstoće pri pritisku u odnosu na kontrolne uzorke. Povećanje V_f dovodi do smanjenja obrađivosti betona što utiče na smanjenje čvrstoće pri pritisku. Zeyad [20] je nagovestio da dužina i oblik vlakana sa kukicama na krajevima negativno utiče na čvrstoću betona pri pritisku jer oblik vlakana smanjuje obrađivost SCC prilikom ugradnje. Zeyad je u svojim istraživanjima utvrdio da su vlakna sa kukicama na krajevima povećala čvrstoću betona pri zatezanju cepanjem i čvrstoću pri savijanju za 140% i 130% u odnosu na kontrolne uzorke bez vlakana. Gencel [15] je ispitivao uticaj čeličnih vlakana sa kukicama na krajevima dužine 30mm na mehanička svojstva SCC. Napravio je kontrolnu mešavinu sa oznakom 1 bez vlakna i četiri mešavine sa vlaknima koje su nosile oznake 2, 3, 4 i 5 i sadržale 15, 30, 45 i 60 kg/m³. Čvrstoća pri zatezanju se povećala za 18,6%, 23,3%, 14% i 21% u odnosu na uzorak bez vlakana. Čvrstoća pri savijanju se povećala za 13,1%, 24,2%, 40,6% i 51,7% u odnosu na kontrolni uzorak. Aslani [18] je takođe utvrdio da su čelična vlakna sa kukicama na krajevima dovela do povećanja čvrstoće pri zatezanju cepanjem u odnosu na SCC uzorak bez vlakna.

Glavni cilj ovog istraživanja je da ispita uticaj čeličnih vlakana sa kukicama na krajevima na pojedina mehanička svojstva očvrstlog SFR-SCC u odnosu na SCC. Parametri koji su varirani u betonskim mešavinama su: zapreminski sadržaj vlakana V_f (0,5%, 1,0%, 1,5% i 2,0%) i faktor oblika vlakana l/d (47 i 80). U prethodno razmatranim istraživanjima autori su najčešće koristili čelična

vlakna proizvođača „Bekaert“ pod nazivom „Dramix“, dužine 30mm i faktora oblika l/d koji se kretao u granicama od 40 do 60. U ovom istraživanju izabrana su čelična vlakna sa kukicama na krajevima dužine 35mm ($l/d=47$) i 60mm ($l/d=80$), domaćeg proizvođača „Spajić“ iz Negotina, jer ova vrsta vlakana nije dovoljno istražena. Zapreminski sadržaj vlakana V_f u uzorcima je variran do 2,0%, dok je u većini ranije navedenih istraživanja V_f variran u granicama do 1,0%. Doprinos ovog istraživanja je i u rasvetljavanju uticaja čeličnih vlakana sa kukicama na krajevima na čvrstoću betona pri pritisku pri različitim starostima uzoraka jer su rezultati dosadašnjih eksperimentalnih istraživanja kontradiktorni. U odnosu na prethodno komentarisana istraživanja date su linearne jednačine za predviđanje čvrstoće SFR-SCC pri zatezanju cepanjem i čvrstoće pri savijanju u zavisnosti od zapreminskog sadržaja vlakana V_f .



Slika 1 – Čelična vlakna sa kukicama na krajevima ZN/S 0,75x35 (a) i ZN/S 0,75x60 (b)

2 EKSPERIMENTALNI PROGRAM

2.1 MATERIJALI KORIŠĆENI U EKSPERIMENTU

Za spravljenje betonske mešavine korišćen je cement CEM II/A-M(S-L) 42,5R „Lafarge“ Beočin. Prema preporukama za spravljenje mikroarmiranog betona korišćeno je zrno agregata maksimalne veličine 16 mm [21,22,23]. Usvojen je trofrakcijski agregat sa maksimalnom veličinom zrna od 16 mm. Upotrebljen je pesak 0/4 mm i dve frakcije agregata 4/8 mm i 8/16 mm. Upotrebljen je superplastifikator Cementol Hiperplast 481. Za spravljenje mikroamiranih betonskih mešavina korišćena su čelična vlakna sa kukicama na krajevima dužine 35 mm i 60 mm. Proizvođač čeličnih vlakana je firma „Spajić“ iz Negotina. Prvi tip vlakana ZS/N 0,75x60 ima dužinu l_f od 60 mm, kružni poprečni presek, prečnika 0,75 mm i faktor oblika (l/d) 80. Drugi tip vlakana ZS/N 0,75x35 ima dužinu 35 mm, prečnik kružnog poprečnog preseka takođe 0,75 mm i faktor oblika (l/d) 47. Na slici 1(a) su prikazana čelična vlakna dužine 35mm a na slici 1(b) čelična vlakna dužine 60mm. Svojstva čeličnih vlakana su data u tabeli 1.

Tabela 1- Svojstva čeličnih vlakana

Karakteristike	Tip I ZS/N 0,75x60	Tip II ZS/N 0,75x35
Dužina l_f (mm)	60	35
Prečnik d_f (mm)	0,75	0,75
Faktor oblika (l_f/d_f)	80	47
Površina poprečnog preseka A_f (mm ²)	0,44	0,44
Čvrstoća pri zatezanju (MPa)	1100-1400	1100-1400
Oblik poprečnog preseka	Kružni	Kružni

2.2 BETONSKE MEŠAVINE

Napravljena je jedna (etalon) mešavina samozbijajućeg betona bez vlakna označena sa SCC i osam betonskih mešavina sa dodatkom vlakana koje su označene sa SFR-SCC. Sve mešavine imaju istu proporciju cementa, agregata, filera, vode i superplastifikatora. Vodocementni faktor za sve mešavine iznosi 0,45. Variran je zapreminski sadržaj vlakana V_f u iznosima od 0,5%, 1,0%, 1,5% i 2,0% i faktor oblika vlakana l/d u iznosima 47 i 80 (odnosno dužina vlakana 35mm i 60mm). Četri mešavine su napravljene sa vlaknima dužine 35mm, oznaka SFR-SCC35, pri čemu je variran V_f od 0,5% do 2,0%. Mešavina SFR-SCC35-0,5 ima udeo vlakana u zapremini od 0,5%, SFR-SCC35-1,0 ima $V_f=1,0\%$,

SFR-SCC35-1,5 ima $V_f=1,5\%$ i SFR-SCC35-2,0 ima $V_f=2,0\%$. Preostale četiri mešavine su napravljene sa vlaknima dužine 60mm i imaju oznaku SFR-SCC60. Po istom principu V_f je variran i u ovim mešavinama u iznosima od 0,5% do 2,0%. U tabeli 2 su dati sastavi betonskih mešavina bez i sa čeličnim vlaknima sa kukicama na krajevima.

Spravljanje betonskih mešavina sa vlaknima je odrađeno u tri koraka kako bi se sprečilo stvaranje efekta grudvanja vlakana. U prvom koraku polovina

od ukupne količine vlakana je pomešana zajedno sa cementom, peskom, filerom i agregatom u mešalici u trajanju od 2 minuta. U drugom koraku je dodata voda zajedno sa superplastifikatorom i mešanje je nastavljeno još jedan minut. U trećem koraku je dodata preostala količina vlakana i mešanje je nastavljeno još 2 minuta. Za svaku betonsku mešavinu uzorci su čuvani 24h u kalupima, da bi potom bili izvađeni iz kalupa i negovani u vodi do dana ispitivanja.

Tabela 2- Sastav betonskih mešavina bez i sa čeličnim vlaknima sa kukicama za 1m³

Oznaka betona	Cement kg/m ³	Pesak 0/4mm kg/m ³	Agregat 4/8mm kg/m ³	Agregat 8/16mm kg/m ³	Filer kg/m ³	Voda kg/m ³	Superplastifikator kg/m ³	Vlakna ZS/N 0,75x35 kg/m ³	Vlakna ZS/N 0,75x60 kg/m ³
SCC	420	820	326	493	100	189	2,2	0	0
SFR-SCC35-0,5	420	820	326	493	100	189	2,2	40	0
SFR-SCC35-1,0	420	820	326	493	100	189	2,2	80	0
SFR-SCC35-1,5	420	820	326	493	100	189	2,2	120	0
SFR-SCC35-2,0	420	820	326	493	100	189	2,2	160	0
SFR-SCC60-0,5	420	820	326	493	100	189	2,2	0	40
SFR-SCC60-1,0	420	820	326	493	100	189	2,2	0	80
SFR-SCC60-1,5	420	820	326	493	100	189	2,2	0	120
SFR-SCC60-2,0	420	820	326	493	100	189	2,2	0	160

2.3 MEHANIČKA SVOJSTVA BETONA

2.3.1 Čvrstoća pri pritisku

Za svaku mešavinu napravljeno je po 9 kocki dimenzija 150 x 150 x 150 mm kako bi se ispitala čvrstoća pri pritisku posle 7, 28 i 90 dana u svemu prema odredbama standarda SRPS EN 12390-3 [24]. Sračunate su srednje vrednosti čvrstoća za po tri uzorka pri različitim starostima betona i predstavljene kao čvrstoća pri pritisku. Ispitivanje je vršeno na hidrauličkoj presi Controls Automax5, slika 2.



Slika 2 – Ispitivanje čvrstoće pri pritisku

2.3.2 Čvrstoća pri zatezanju cepanjem

Za svaku mešavinu napravljeno je po 3 cilindra prečnika 150 mm i visine 300 mm kako bi se ispitala čvrstoća pri zatezanju cepanjem posle 28 dana (u literaturi poznata i kao „Brazilski opit“) u svemu prema odredbama standarda SRPS EN 12390-6 [25]. Sračunate su srednje vrednosti čvrstoća za po tri uzorka i predstavljene kao čvrstoća pri zatezanju cepanjem. Ispitivanje je vršeno na hidrauličkoj presi HPM-3000, Ljubljana (opseg merenja 3000kN, tačnost 2,5kN). Na slici 3 je prilazan cilindrični uzorak prilikom ispitivanja čvrstoće pri zatezanju cepanjem. Na mestima kontakta čeličnih ploča prese i betonskog cilindra, postavljeni su odgovarajući podmetači od drveta, koji obezbeđuju ravnomerno prenošenje sile pritiska na izvodnice cilindra.



Slika 3 – Ispitivanje čvrstoće pri zatezanju cepanjem

2.3.3 Čvrstoća pri savijanju

Za svaku mešavinu napravljeno je po 3 prizme dimenzija 100 x 100 x 400 mm kako bi se ispitala čvrstoća pri savijanju u četiri tačke posle 28 dana u svemu prema odredbama standarda SRPS EN 12390-5 [26]. Sračunate su srednje vrednosti čvrstoća za po tri uzorka i predstavljene kao čvrstoća pri savijanju. Ispitivanje je vršeno na hidrauličkoj presi WPM VEB Thüringer Industrierwerk Rauenstein (opseg merenja 0-20000N, tačnost 25N). Na slici 4 je prilazan uzorak prilikom ispitivanja čvrstoće pri savijanju.

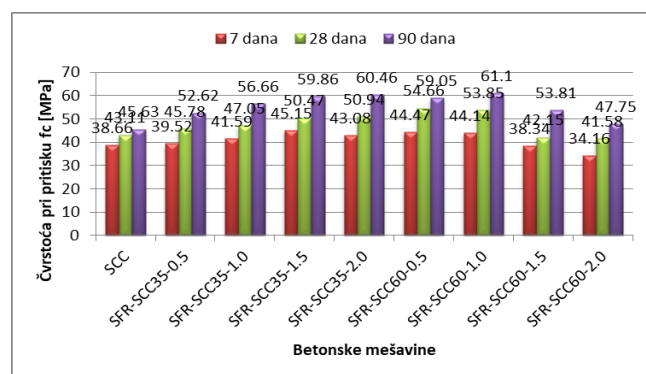


Slika 4 – Ispitivanje čvrstoće pri savijanju

3 REZULTATI I DISKUSIJA

3.1 ČVRSTOĆA PRI PRITISKU

Uticaj dužine vlakana, odnosno faktor oblika vlakna l/d i V_f na promenu čvrstoće pri pritisku pri starosti uzoraka od 7, 28 i 90 dana predstavljen je na slici 5.



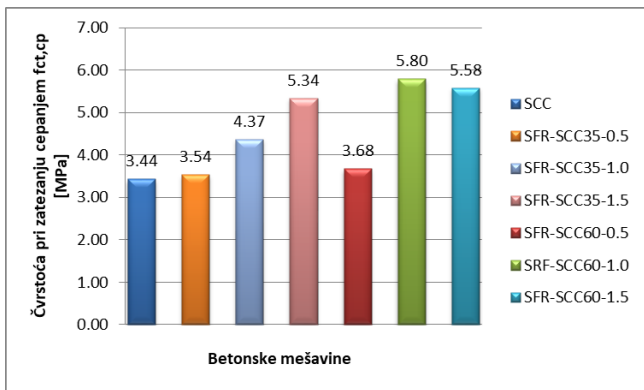
Slika 5 – Uticaj faktora oblika vlakna l/d i V_f na čvrstoću pri pritisku pri starosti betona od 7, 28 i 90 dana

Može se primetiti da za kraća vlakna, dužine 35mm i $l/d=47$ čvrstoća betona pri pritisku raste sa porastom zapremenskog sadržaja vlakana V_f u odnosu na kontrolne uzorke bez vlakana. Tako na primer, pri ispitivanju posle 28 dana, uzorci sa sadržajem vlakana

V_f od 0,5%, 1% , 1,5% i 2% imaju veću čvrstoću pri pritisku u odnosu na kontrolni uzorak bez vlakana za 6,19%, 9,14% 17,07% i 18,16%, respektivno. Može se primetiti i da što su uzorci bili stariji pri ispitivanju da su čvrstoće bile procentualno veće u odnosu na uzorak bez vlakana. Na primer, pri ispitivanju posle 90 dana, uzorci sa sadržajem vlakana V_f od 0,5% do 2% imali su veću čvrstoću pri pritisku u odnosu na etalon za 15,32% do 32,5%, respektivno. Betonske mešavine koje su sadržale čelična vlakna dužine 60mm i imale faktor oblika $l/d=80$ ponašale su se drugačije. Primećen je najveći porast čvrstoće pri pritisku na uzorcima kod kojih je sadržaj vlakana V_f iznosio 0,5% i 1% u odnosu na etalon, dok je sa povećanjem sadržaja vlakana V_f na 1,5% i 2% došlo do pada čvrstoće betona. Ova pojava se može objasniti narušavanjem strukture matrice usled pojave grudvanja vlakana. Može se izvesti zaključak da je $V_f=0,5-1,0\%$ optimalan sadržaj vlakana za faktor oblika vlakna $l/d=80$.

3.2 ČVRSTOĆA PRI ZATEZANJU CEPANJEM

Rezultati ispitivanja čvrstoće pri zatezanju cepanjem u zavisnosti od faktora oblika vlakana l/d i zapremenskog sadržaja vlakana V_f pri starosti uzoraka od 28 dana predstavljeni su na slici 6. Kod uzoraka koji su imali zapreminski sadržaj vlakana $V_f=2,0\%$ došlo je do grudvanja vlakana. Cilindri nisu bili pravlinog oblika tako da uzorci sa sadržajem vlakana $V_f=2,0\%$ nisu razmatrani. Može se primetiti da se sa povećanjem sadržaja vlakana V_f u betonu povećava i čvrstoća betona pri zatezanju cepanjem kod uzoraka sa obe vrste vlakana u odnosu na beton bez vlakana. Kod uzoraka koji sadrže kraća vlakna, 35mm dužine i faktor oblika $l/d=47$ primećen je porast čvrstoće pri zatezanju cepanjem od 2,91%, 27,03% i 55,2% pri sadržaju vlakna V_f od 0,5%, 1,0% i 1,5%, respektivno. Kod uzoraka koji sadrže duža vlakna od 60mm i $l/d=80$, porast čvrstoće pri zatezanju je iznosio 6,98%, 68,60% i 62,21% za sadržaj vlakana V_f od 0,5%, 1,0% i 1,5%, respektivno. Primećen je nešto veći porast čvrstoće pri zatezanju cepanjem kod dužih vlakana, što znači da faktor oblika l/d ima uticaj na čvrstoću betona pri zatezanju cepanjem.



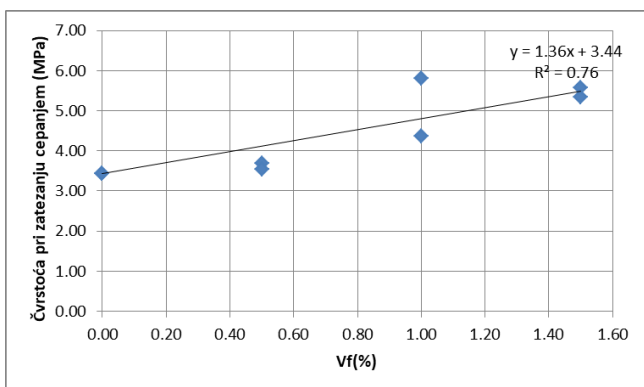
Slika 6 – Uticaj faktora oblika vlakana i Vf na čvrstoću pri zatezanju cepanjem pri starosti betona od 28 dana

Koristeći regresionu analizu čvrstoća pri zatezanju cepanjem je $f_{ct,cp}$ je izražena u funkciji zapreminskog sadržaja vlakana V_f i čvrstoće pri zatezanju cepanjem betona bez vlakana $f_{ct,cp,0}$:

$$f_{ct,cp} = 1,36 \cdot V_f + f_{ct,cp,0} \quad (1)$$

Na slici 7, prikazana je linearna veza između zapreminskog sadržaja vlakana V_f i čvrstoće betona pri zatezanju cepanjem. Koeficijent determinacije (R^2) iznosi 0,76 i pokazuje da postoji snažna korelacija između V_f i čvrstoće pri zatezanju cepanjem.

Dodavanje čeličnih vlakna betonskim mešavinama dovelo je do očuvanja celovitosti uzoraka nakon loma u odnosu na kontrolne uzorke bez vlakana gde je dolazilo do krtoг loma. Čelična vlakna su ostala ankerisana u matricu i posle loma, premošćavajući prslinu duž celog preseka, slika 8.



Slika 7 – Veza između zapreminskog sadržaja vlakana V_f i čvrstoće pri zatezanju cepanjem pri starosti betona od 28 dana



Slika 8 – Uzorak SFR-SCC60-1,5 nakon ispitivanja čvrstoće pri zatezanju cepanjem

3.3 ČVRSTOĆA PRI SAVIJANJU

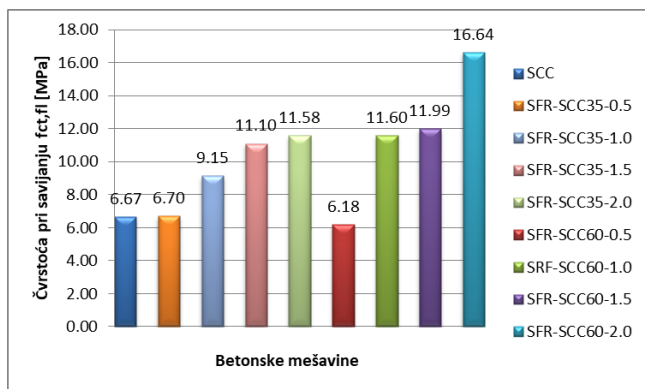
Uticaj dužine vlakna, odnosno faktora oblika vlakana l/d i zapreminskog sadržaja vlakana V_f na promenu čvrstoće pri savijanju pri starosti uzoraka od 28 dana prikazan je na slici 9. Kod uzoraka koji sadrže vlakna 35mm dužine ($l/d=47$) u odnosu na referentni uzorak zabeležen je porast čvrstoće pri savijanju od 0,45%, 37,18%, 66,42% i 73,61% pri sadržaju vlakna V_f 0,5%, 1,0%, 1,5% i 2,0%, respektivno. Kod uzoraka koji sadrže duža vlakna od 60mm ($l/d=80$) za $V_f=0,5\%$ zabeležen je pad čvrstoće pri savijanju od 7,35% u odnosu na uzorak bez vlakana, dok je za sadržaj vlakna V_f 1,0%, 1,5% i 2,0% primećen porast čvrstoće pri savijanju od 73,91%, 79,76% i 149,48%, respektivno. Uzorci sa faktorom oblika 80 imali su nešto veći porast čvrstoće betona pri savijanju u odnosu na uzorke sa faktorom oblika 47.

Primenom regresione analize čvrstoća pri savijanju $f_{ct,fl}$ je data u zavisnosti od zapreminskog sadržaja vlakana V_f i čvrstoće pri savijanju betona bez vlakana $f_{ct,fl,0}$:

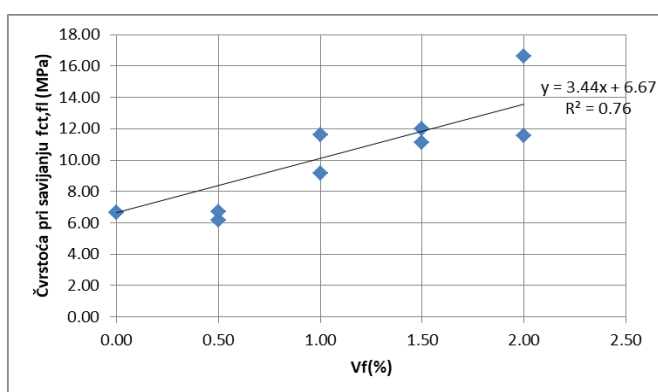
$$f_{ct,fl} = 3,44 \cdot V_f + f_{ct,fl,0} \quad (2)$$

Rezultati regresione analize su prikazani na slici 10. Koeficijent determinacije (R^2) iznosi 0,76 i pokazuje da postoji snažna korelacija između V_f i čvrstoće pri savijanju.

Kod uzoraka sa čeličnim vlaknima nakon dostizanja granične sile loma nije dolazilo do trenutnog loma prizme kao što je to bio slučaj kod uzoraka koji su bili bez čeličnih vlakana, slika 11.



Slika 9 – Uticaj dužine vlakana i Vf na čvrstoću pri savijanju pri starosti betona od 28 dana



Slika 10 – Veza između zapreminskog sadržaja vlakana Vf i čvrstoće pri savijanju pri starosti betona od 28 dana



Slika 11 – Uzorak SFR-SCC35-1,0 nakon ispitivanja čvrstoće pri savijanju

4 ZAKLJUČAK

Glavni cilj ovog istraživanja je da se ispita uticaj čeličnih vlakana sa kukicama na krajevima na čvrstoću betona pri pritisku, čvrstoću pri zatezanju cepanjem i čvrstoću pri savijanju. Napravljena je jedna kontrolna mešavina SCC betona bez vlakana i 8 mešavina ojačanih čeličnim vlaknima pri čemu su

varirani zapreminski sadržaj vlakana i faktor oblika vlakana. Na osnovu dobijenih eksperimentalnih rezultata mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Faktor oblika vlakana l/d utiče na čvrstoću betona pri pritisku. Kod mešavina sa faktorom oblika vlakana $l/d=47$ zabeležen je porast čvrstoće betona pri pritisku sa porastom zapreminskog sadržaja vlakana V_f u odnosu na kontrolni uzorak. Kod mešavina sa faktorom oblika 80 zabeležen je najveći porast čvrstoće betona pri pritisku za zapreminski sadržaj vlakana 0,5% i 1,0% u odnosu na kontrolni uzorak bez vlakana, dok sa porastom V_f dolazi do pada čvrstoće zbog narušavanja strukture matrice usled grudvanja vlakana. Što su stariji uzorci bili pri ispitivanju, čvrstoća pri pritisku je procentualno bila veća u odnosu na uzorke bez vlakana.
- Čvrstoća betona pri zatezanju cepanjem se povećala sa porastom zapreminskog sadržaja vlakana V_f . Najveći porast čvrstoće od 68,6% za SFR-SCC je zabeležen za $V_f=1,0\%$ i $l/d=80$. Betonske mešavine sa faktorom oblika $l/d=80$ imale su nešto veću čvrstoću u odnosu na betonske mešavine sa faktorom oblika $l/d=47$.
- Čvrstoća betona pri savijanju se povećala za sve uzorke kod kojih je zapreminski sadržaj vlakana $V_f \geq 1,0\%$. Najveći porast čvrstoće pri savijanju kod SFR-SCC iznosi 76,6% za $V_f=2\%$ i vlakna dužine 35mm, dok za vlakna 60mm dužine i $V_f=2\%$ porast čvrstoće na savijanje iznosi 149,5%.
- Na osnovu regresione analize date su linearne jednačine (1) i (2) za predviđanje čvrstoće pri cepanju zatezanjem SFR-SCC i čvrstoće pri savijanju SFR-SCC u zavisnosti od zapreminskog sadržaja vlakana V_f .

ZAHVALNOST

Autori se posebno zahvaljuju firmi “Put Inženjering” na spozorstvu i jer su omogućili izvođenje eksperimentalnog programa kao i laboratoriji za građevinske materijale na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu. Autori se zahvaljuju i firmi “Spajić” iz Negotina na doniranim vlaknima.

LITERATURA

- [1] Okamura H., Ouchi M.: **Self-Compacting Concrete**. *Journal of Advanced Concrete Technology*, Vol. 1, No. 1, 5-15, April 2003.
- [2] Ozawa Kazumasa, Maekawa Koichi, Okamura Hajime: **Development of High Performance Concrete**. *Journal of the Faculty of Engineering, The University of Tokio*, Vol. XLI, No. 3, 391-439, 1992.
- [3] Gagne R., Pigeon M, Aitcin P.C.: **Deicer salt scaling resistance of high performance concrete**. *Paul Klieger Symposium on Performance of Concrete*, SP-122, ACI, 1989.
- [4] Singh Harvinder: **Steel Fiber Reinforced Concrete**. *Springer Berlin Heidelberg*, New York, NY, 2016.
- [5] Daniel James I., Gopalaratnam Vellore S., Galinat Melvyn A.: **Report on Fiber Reinforced Concrete**, *ACI Committee 544*, 2002.
- [6] Khayat Kamal H., Schutter Geert De (Eds.): **Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete**. *State-of-Art Report of the RILEM Technical Committee 228-MPS on Mechanical Properties of Self-Compacting Concrete*, vol.14, Springer, 2014.
- [7] Madandoust R., Ranjbar M. M., Ghavidel R., Shahabi S. F.: **Assessment of factors influencing mechanical properties of steel fiber reinforced self-compacting concrete**. *Materials & Design*, Vol.83, 284-294, October 2015.
- [8] Katzer Jacek, Domski Jacek: **Quality and mechanical properties of engineered steel fibres used as reinforcement for concrete**. *Construction and Building Materials*, Vol.34, 243-248, 2012.
- [9] Katzer Jacek: **Steel fibers and Steel Fiber Reinforced Concrete in Civil Engineering**. *The Pacific Journal of Science and Technology*, Vol.7, No.1, 53-58, 2006.
- [10] Pajak M., Ponikiewski T.: **Flexural behaviour of self-compacting concrete reinforced with different types of steel fibers**. *Construction and Building Material*, Vol.47, 397-408, 2013.
- [11] Wu Zemei, Shi Caijun, He Wen, Wu Linmei. **Effects of steel fiber content and shape on mechanical properties of ultra high performance concrete**. *Construction and Building Materials*, Vol.103, 8-14, 2016.
- [12] Khayat K. H., Roussel Y.: **Testing and performance of fiber-reinforced, self-consolidating concrete**. *Materials and Structures*, Vol.33, 391-397, 2000.
- [13] Ding X., Li Ch., Han B., Lu Y., Zhao S.: **Effects of different deformed steel-fibers on preparation and fundamental properties of self-compacting SFRC**. *Construction and Building Material*, Vol.168, 471-481, 2018.
- [14] Khaloo Alireza, Raisi Elias Molaei, Hosseini Payam, Tahsiri Hamidreza: **Mechanical performance of self-compacting concrete reinforced with steel fibers**. *Construction and Building Materials*, Vol.51, 179-186, 2014.
- [15] Gencil Osman, Brostow Witold, Datashvili Tea, Thedford Michael: **Workability and Mechanical Performance of SteelFiber-Reinforced Self-Compacting Concrete with Fly Ash**. *Composite Interfaces* 18, 169-184, 2011.
- [16] Haddadou Naima, Chaid Rabah, Ghernouti Youcef, Adjou Naima: **The effect of hybrid steel fiber on the properties of fresh and hardened self-compacting concrete**. *Journal of Building Materials and Structures*, Vol.1, No.2, 65-76, 2014.
- [17] Sahmaran Mustafa, Yurtseven Alperen, Yaman I. Ozgur: **Workability of hybrid fiber reinforced self-compacting concrete**. *Building and Environment*, Vol.40, No.12, 1672-1677, 2005.
- [18] Aslani Farhad, Nejadi Shami: **Self-compacting concrete incorporating steel and polypropylene fibers: Compressive and tensile strengths, moduli of elasticity and rupture, compressive stress-strain curve, and energy dissipated under compression**. *Composites: Part B*, Vol.53, 121-133, 2013.
- [19] AL-Ameeri Abbas: **The Effect of Steel Fiber on Some Mechanical Properties of Self Compacting Concrete**. *American Journal of Civil Engineering*, Vol.1, No.3, 102-110, 2013.
- [20] Zeyad Abdullah M.: **Effect of fibers types on fresh properties and flexural toughness of self-compacting concrete**. *Journal of Materials Research and Technology*, Vol.9, No.3, 4147-4158, 2020.
- [21] Grdić Zoran: **Betoni posebnih namena**. *Gradevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu*, Niš, 2023.
- [22] Jevtić Dragica, Zakić Dimitrije, Savić Aleksandar: **Modeling of properties of fiber reinforced cement composites**. *Facta Universitatis Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 6, No. 2, 165-172, 2008.
- [23] Ristić N, Grdić D., Bijelić J., Grdić Z., Topličić-Ćurčić G.: **Properties of Steel-Polypropilene Hybrid Fibers Reinforced Concrete**. *Facta Universitatis Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 19, No. 3, 235-244, 2021.
- [24] SRPS EN 12390-3:2019: **Ispitivanje očvrslog betona – Deo 3: Čvrstoća pri pritisku uzoraka za ispitivanje**, Institut za standardizaciju Srbije, 2019.
- [25] SRPS EN 12390-6:2012: **Ispitivanje očvrslog betona – Deo 6: Čvrstoća pri cepanju zatezanjem uzoraka za ispitivanje**, Institut za standardizaciju Srbije, 2012.
- [26] SRPS EN 12390-5:2019: **Ispitivanje očvrslog betona – Deo 5: Čvrstoća pri savijanju uzoraka za ispitivanje**, Institut za standardizaciju Srbije, 2019.

primljen: 11.03.2024.
korigovan: 05.04.2024.
prihvaćen: 10.04.2024.

Pregledni rad

UDK : 711.435
<https://doi.org/10.62683/NiP27.35-42>

IDEJNO URBANISTIČKO REŠENJE KOMPLEKSA „7. JULI“ NA KARADORĐEVOM BRDU U PARAĆINU - PRIKAZ STUDENTSKIH KONKURSNIH REŠENJA

Ivana Bogdanović Protić¹, Milica Ljubenović², Magdalena Slavković³

Rezime: U radu je dat prikaz studentskih konkursnih Idejnih urbanističkih rešenja kompleksa „7. juli“ na Karadorđevom brdu u Paraćinu. Konkurs je realizovan u organizaciji Opštine Paraćin i Katedre za urbanizam i prostorno planiranje sa Građevinsko –arhitektonskog fakulteta u Nišu u prolećnom semestru šk. 2022/2023. godine u okviru predmeta Urbanizam IV na studijskom programu Arhitektura. Proces urbanističkog projektovanja predmetne lokacije podrazumevao je: (1) analiza postojećeg stanja – potencijala i ograničenja predmetne lokacije, (2) analiza važeće planske dokumentacije za predmetnu lokaciju i njena valorizacija i (3) urbanističko-arhitektonsko rešavanje i oblikovanje prostora. Predloženim idejnim urbanističkim rešenjima planirana je transformacija lokacije u rekreativno područje multinamenskog karaktera sa smeštajnim sadržajima i komercijanim delatnostima. Dobijena rešenja, ukoliko se realizuju, mogla bi da doprinesu transformaciji lokacije u atraktivno rekreativno i turističko područje, što bi bilo od izuzetnog značaja kako za građane Paraćina, tako i za potencijalne turiste.

Ključne reči: idejno urbanističko rešenje, kompleks „7.juli“ na Karadorđevom brdu, Paraćin, studentski konkurs

URBAN DESIGN PROPOSAL FOR THE COMPLEX "7. JULI" ON KARADORĐE HILL IN PARAĆIN - PRESENTATION OF STUDENT COMPETITION SOLUTIONS

Abstract: This paper presents the students' competition of Conceptual urban design proposal for the complex "7. July" on Karadorđe Hill in the City of Paraćin. The competition was organized by the Municipality of the City of Paraćin and the Department of Urbanism and Spatial Planning from the Faculty of Civil Engineering and Architecture of Niš in the spring semester of 2022/2023. Academic year within the course Urbanism IV of the Architecture study program. The process of urban planning of the subject location included: (1) analysis of the existing state - potentials and limitations of the subject location, (2) analysis of valid planning documentation for the subject location and its valorization and (3) urban-architectural solution and design of the location. In the proposed conceptual urban design plans the transformation of the location into a recreational area of multipurpose character with accommodation facilities and commercial activities is planned. The implementation of the resulting urban design proposals could contribute to the transformation of the location into an attractive recreational and tourist area, which would be extremely important both for the citizens of the City Paraćin and for potential tourists.

Key words: conceptual urban solutions, complex "7. July" on Karadorđe Hill, Paraćin, students' competition

1 Dr, vanredni profesor, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, ivana.bogdanovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0003-0987-7127

2 Dr, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, milica.ljubenovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0009-0000-0115-9222

3 Mast. inž. arh., asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, magdalena.slavkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0009-0000-2775-5217

1 UVOD

Savremene urbanističke tendencije baziraju se na primeni koncepta humanizacije životne sredine, u pravcu omogućavanja kontakta građana sa prirodom, očuvanja prirodnih vrednosti, kao i na uvažavanju raznovrsnih potreba građana. U tom kontekstu, očuvanje i uspostavljanje što optimalnije sredine za život građana predstavlja polazno opredeljenje planiranja i uređenja prostora, uz maksimalno korišćenje potencijala povoljnih prirodnih karakteristika i raznovrsnosti predela i predeonih celina, što posebno dolazi do izražaja poslednjih godina [1]. Naime, u aktuelnim uslovima hiperurbanizacija, ubrzani tehnološki i urbani razvoj imaju niz negativnih implikacija na životnu sredinu, što se prevashodno manifestuje kroz ekološke probleme koji narušavaju kvalitete života građana, a odražavaju se i na promene potreba građana i stilova života [2]. Ove promene prepoznaju se poslednjih godina kroz sve veću zastupljenost sedentarnih aktivnosti i zavisnosti većine građana od digitalnih uređaja, što implicira uvećane potrebe za fizičkom aktivnošću i urbanom rekreacijom [3]. Tendencije promene životnih stilova prepoznaju se i kroz porast urbane mobilnosti i broja turističkih putovanja [4,5]. Sve navedeno ukazuje da uloga turističkih i sportsko-rekreativnih sadržaja postaje sve značajnija [6], odakle i proizilazi porast interesovanja za planiranjem njihovog uređenja. Kako predstvaljaju i značajne potencijale ekonomskog i socijalnog razvoja, kao i značajne pokazatelje kvaliteta života, od suštinskog je značaja ulaganje u njihovo unapređenje u skladu sa promenljivim trendovima, potrebama i aktivnostima građana.

Međutim, turistički i rekreativni potencijali u mnogim sredinama u Srbiji nedovoljno i neadekvatno su iskorišćeni, a neretko i zapušteni i degradirani, što je dovelo do gubitka njihovih osnovnih funkcionalnih vrednosti. Uprkos raznovrsnoj i atrakcijskoj strukturi turističkih potencijala, u Strategiji razvoja turizma Republici Srbiji [7] identifikovan je pasivan odnos prema turizmu, neprepoznavanje značaja turizma kao bitnog faktora ekonomskog rasta, mala i nedovoljna investiciona ulaganja i sl. Dalje, sportski i rekreativni sadržaji posebno su značajni za stvaranje zdravih i kvalitetnijih uslova života, ali je sportska i rekreativna infrastruktura u nezadovoljavajućem stanju u RS. U tom kontekstu u Strategiji razvoja sporta u Republici Srbiji [8] preporučeno je da: „lokalna zajednica treba

da daje prioritet promociji rekreativnog sporta i što većem obuhvatu bavljenja građana sportom, uključujući i neorganizovane i spontane oblike upražnjavanja sportskih aktivnosti”. Imajući u vidu sve navedeno, evidentno je da se prepoznavanjem sportsko-rekreativnih i turističkih resursa i njihovim adekvatnim planskim tretmanom može sprečiti degradacija ovih područja i podsticati njihov razvoj u pravcu atraktivnih prostora izuzetno velikih prostornih i ambijentalnih vrednosti od značaja za lokalnu samoupravu, kao i okruženje.

Razvoj turizma i rekreacije prepoznati su u Planu detaljne regulacije za lokaciju „Karađorđevo brdo” u Paraćinu [9], uz naglasak na očuvanja lokacije kao ekološki čiste sredine, odnosno „čuvanja i održavanja prirodne vrednosti prostora šume i stvaranje novog ambijentalnog lika (zona jezera, sportskog centra i sl)”.

Na inicijativu Opštine Paraćin realizovan je studentski konkurs na temu Idejno urbanističko rešenje za uređenje kompleksa „7 juli” na Karađorđevom brdu u Paraćinu. Time je nastavljena višegodišnja tradicija saradnje Katedre za urbanizam i prostorno planiranje sa Građevinsko –arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu i jedinica lokalne samouprave u širem okruženju kroz organizovanje studentskih konkursa, koja je započela još 2001.godine. U izradi rešenja bili su uključeni studenti VI semestra integrisanih akademskih studija studijskog programa Arhitektura kroz obavezni zadatak u okviru predmeta Urbanizam IV.

Tema konkursa je bila izuzetno složena, pre svega zbog prirodnih karakteristika predmetne lokacije i aktuelnog stanja. Naime, lokacija je, uprkos maloj udaljenosti od gradskog jezgra i višestrukim prirodnim potencijalima, a pre svega jezeru i dominantnom šumom, u aktuelnim uslovima neatraktivni prostor sa devastiranim sportskim-terenima, neadekvatnim pešačkim stazama, neprohodnim segmentima usled zapuštenog visokog zelenila, bez urbane opreme i sa skromnom upotrebom vrednošću. Sve navedeno predstavljalo je veliki izazov za preko 130 studenata koji su radeći u timovima zajedno sa svojim mentorima sa fakulteta, celokupni letnji semestar 2022/2023. godine posvetili ozbiljnom i kreativnom radu na kreiranju vizija za revitalizaciju predmetne lokacije. Nakon istraživanja na terenu i analize relevantnih činilaca, proizveli su izuzetno kvalitetna programska i urbanistička rešenja.

Produkt visokog stepena motivisanosti i anagažovanja studenata su 34 rada, od kojih su

najuspešniji nagrađeni. Mentorski tim činili su: prof. dr Ivana Bogdanović Protić i saradnici: dr Milica Ljubenović, MSc Magdalena Slavković, MSc Mihailo Mitković i Nikola Stojiljković, saradnik, svi sa Katedre za urbanizam i prostorno planiranje.

Žiri i mentorski tim su bili izuzetno zadovoljni konkursnim radovima, koji su nas uverili da imamo razloga da budemo ponosni na svoje studente. Pokazalo se da je motivacija studenata znatno stimulirana najavom mogućnosti da se, u celini ili u pojedinim delovima, neke od njihovih ideja ugrade u buduća planska dokumenta.

Dobijena idejna urbanistička rešenja, ukoliko se realizuju, mogla bi da doprinesu reafirmaciji i transformaciji predmetne lokacije u atraktivno rekreativno i turističko područje multinamenskog karaktera [10], sa raznovrsnim sadržajima za aktivnu i pasivnu rekreaciju i komercijalnim objektima, aktivaciji priobalja jezera, što bi bilo od izuzetnog značaja kako za građane Paraćina, tako i za potencijalne turiste.

2 PREDMET KONKURSA - OPŠTE SMERNICE I PREPORUKE

Od učesnika konkursa se očekivalo da daju predlog uređenja kompleksa „7 juli“ kako bi se obogatio već formirani prostor i izvršila njegova revitalizacija i proširenje sadržajima koji bi više afirmisali i omogućili raznovrsne sportske i društvene događaje. Predloženim sadržajima je trebalo zaokružiti postojeće i formirati nove ambijentalne celine i međusobno ih povezati u funkcionalno jedinstven prostor.

Proces urbanističkog projektovanja predmetne lokacije podrazumevao je sledeće korake: (1) analiza postojećeg stanja – potencijala i ograničenja predmetne lokacije, (2) analiza važeće planske dokumentacije za predmetnu lokaciju i njena valorizacija i (3) urbanističko-arhitektonsko rešavanje i oblikovanje prostora. Predloženo rešenje trebalo je da bude realno, usklađeno sa stvarnim potrebama, kao i mogućnostima i ograničenjima predmetnog prostora i njegovog okruženja.

Prostor u okviru kompleksa je trebalo preurediti u rekreativno područje multinamenskog karaktera sa smeštajnim sadržajima i komercijalnim delatnostima. Projektnim zadatkom čiji se sadržaj zasniva na Planu Detaljne Regulacije za lokaciju „Karađorđevo brdo“ u Paraćinu (Službeni list opštine Paraćin, br. 8

/2010) definisane su dve funkcionalne celine: (1) jezero sa turističko-rekreativnim sadržajima i (2)

sportsko rekreativni centar. Ove celine je trebalo osmisliti u skladu sa definisanim smernicama i istovremeno povezati u jedinstven prostor.

Jezero je prepoznato kao vredan i značajan potencijal za sport i rekreaciju, turističke i ugostiteljske sadržaje namenjene odmoru i razonodi. Celina sa jezerom je stoga planirana da se preuredi u turističko-ugostiteljsku celinu, koja bi služila za kupanje i odmor posetilaca, pri čemu su zaštita prirodnog ambijenta jezera i kvaliteta vode naglašeni prioriteta pri daljem uređenju i izgradnji ovih prostora. U tom cilju je omogućena izgradnja objekata na prostoru obale u funkciji turizma, ugostiteljstva, trgovine, zabave i rekreacije. Planirane sadržaje i oblikovne elemente trebalo je optimalno uklopiti u pejzaž uz oslanjanje na tradicionalne forme i materijale, a posebnu pažnju obratiti na otvaranje vizura ka ključnim elementima prirodnih i stvorenih vrednosti. Potrebno je bilo urediti obalu jezera i formirati plažu sa severne strane jezera i opremiti savremenim sadržajima za zabavu i rekreaciju na vodi. Uređenjem ovog dela prostora cilj je bio ostvariti dvostruku funkciju jezera, da u toku dana bude namenjeno za sunčanje, kupanje i šetnju, a u noćnim satima za zabavu, koncerte, modne revije, prezentacije i sl.

Drugu celinu čini planirani kompleks sportsko-rekreativnih sadržaja, koji je trebalo formirati duž postojeće ulice, na mestu gde je već započeta izgradnja sportskih terena. Naglasak je na osavremenjivanju sportske infrastrukture i pratećih sadržaja sa ciljem jačanja sportskog turizma. U okviru ovog prostora je trebalo predvideti izgradnju sportskih terena na otvorenom (teniski tereni, odbojka, košarka, mali fudbal...), trim staze, prostore sa spravama za vežbanje u prirodi, površine za igranje dece i prostore za odmor sa maksimalnim ozelenjavanjem, kao i pratećim sadržajima (parkinzi, zelene površine). Takođe je bilo moguće uključiti i specifične avanturističke i sportsko-rekreativne usluge u turizmu (jahanje, gorsko-planinsko vođenje, skakanje sa užetom i slično, avantura park, zip-lajn, mini-golf) koje pružaju stručno osposobljena lica. U zavisnosti od koncepta rešenja bilo je moguće predvideti i izgradnju turističko-ugostiteljskih objekata sa smeštajnim kapacitetima.

Obe celine je trebalo uklopiti u jedinstvenu kompoziciju, a mrežom staza obezbediti prigodno povezivanje privlačnih centara kompleksa, laku preglednost i orijentaciju već od ulaza u kompleks.

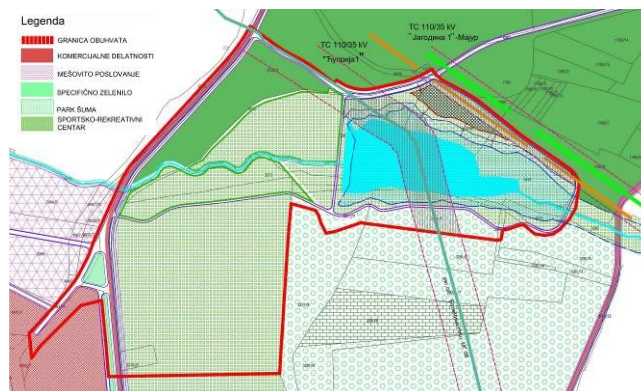
3 OPIS POSTOJEĆEG STANJA, POTENCIJALA I OGRANIČENJA PREDMETNE LOKACIJE

Kompleks „7 Juli“ je lociran na Karađorđevom brdu u Paraćinu severno od auto-puta Beograd-Niš. Naselje Karađorđevo brdo sa centrom naselja i ostalim njegovim delovima ostvaruje vezu preko četiri podvožnjaka od kojih je jedan u neposrednoj blizini kompleksa „7 Juli“. Kompleks je oivičen sa zapada auto-putem Beograd-Niš i kompleksom mešovitog poslovanja, sa severa i istoka šumskim zemljištem, a na jugu kompleksom individualnog i vikend stanovanja. Obuhvat koji je bio predmet urbanističko-arhitektonske razrade čini stari sportsko-rekreativni kompleks sa terenima za male sportove, jezerom i zelenim površinama oko postojećih sadržaja (Slika 1).



Slika 1. a) Položaj kompleksa „7. juli“ u odnosu na grad Paraćin b) Granice kompleksa „7. juli“. Izvor: <https://a3.geosrbija.rs/>

Planski osnov za izradu urbanističkog rešenja čine Izmene Plana Generalne Regulacije naseljenog mesta Paraćin (Službeni list opštine Paraćin br. 7/2018) [11] i Plan Detaljne Regulacije za lokaciju „Karađorđevo brdo“ u Paraćinu (Službeni list opštine Paraćin, br. 9/2010). Važeća planska dokumentacija definiše namenu samog prostora kao sportsko-rekreativni centar sa pratećim sadržajima. Prema Izmenama Plana Generalne Regulacije naseljenog mesta Paraćin na lokaciji kompleksa je predviđena izgradnja specijalizovanog sportsko-rekreativnog centra uz maksimalno očuvanje i korišćenje postojećih šuma (Slika 2). Plan Detaljne Regulacije za lokaciju „Karađorđevo brdo“ u Paraćinu naglašava značaj i mogućnost razvoja tranzitnog turizma zbog geografsko-saobraćajnog položaja Paraćina u čijoj finkciji na ovoj lokaciji treba realizovati aktivnosti i sadržaje za odmor i rekreaciju. Pored ovog vida turizma, predviđen je razvoj stacionarnog turizma komplementarno sa sportskim manifestacijama kao i izletničkog turizma koji je omogućen postojanjem jezera i šumom oko nje.



Slika 2. Izvod iz dokumenta Izmene plana generalne regulacije naseljenog mesta Paraćin, Izvor: <https://www.parcin.rs/index.php/planska-i-strateska-dokumenta>

Višestruki potencijali predmetne lokacije koji se ogledaju pre svega u postojanju jezera i dominantnoj šumi postojećim uslovima nisu iskorišćeni. Trenutno je to neuređen i neatraktivan prostor sa neadekvatnim pešačkim stazama, velikim neprohodnim segmentima usled neodržavanja zelenila i potpunim odsustvom urbane opreme (Slika 3).



Slika 3. Prikaz postojećeg stanja kompleksa „7. juli“. Izvor: Opština Paraćin

U okviru postojećeg kompleksa se nalaze sportski tereni koji su u lošem stanju i ne koriste se. U severnom delu obuhvata nalazi se lokalni Kneselački potok koji je neuređene regulacije, okružen šibljem. Početkom osamdesetih godina na ovom potoku izgrađena je brana i akumulacija „7. Juli“, koja predstavlja najveću atrakciju kompleksa. Brana je locirana na oko 1.000m uzvodno od mesta gde se ovaj potok ukršta sa autoputem Beograd-Niš. U periodu od izgradnje brane do danas nije bilo izraženog tečenja vode u koritu, tako da je predmetna deonica bila suva, korito obraslo šibljem i drvećem, i zasuto nanosom.

Deo obuhvata čini šuma, koja je protkana šumskim, kolskim i pešačkim stazama. Neki delovi šume su u dobrom stanju, dok su pojedini potpuno neprohodni. Danas je kapacitet zelenila neiskorišćen, osim u delu u kom je u ranijem periodu započeta izgradnja sportskih terena. Ulice su uzane, bez trotoara, najčešće sa regulacijom koja ne omogućava smeštaj potrebnih sadržaja. Kompleks je fizički povezan i sa koridorom auto-puta Beograd-Niš u delu bivše benzinske stanice „NIS-PETROL“.

Uprkos ograničavajućim faktorima koji se ogledaju uglavnom u velikoj devastaciji prostora, ali i u posebnim zahtevima usled konfiguracije terena sa velikim nagibima u pojedinim segmentima, veliki prirodni potencijali pružaju velike mogućnosti za izradu kvalitetnih i raznovrsnih urbanističkih rešenja kojim bi se rearfimisao i revitalizovao prostor.

4 PRIKAZ NAGRAĐENIH IDEJNIH URBANISTIČKIH REŠENJA ZA UREĐENJE KOMPLEKSA „7 JULI“ NA KARADORĐEVOM BRDU U PARAĆINU

Program zadatka je za učesnike konkursa bio izuzetno zahtevan i pristigli radovi su pokazali visok nivo kreativnosti, inovativnosti i stručnosti u pristupu planiranju i projektovanju turističkih i rekreativnih kompleksa. U nastavku je dat prikaz tri najuspešnijih rešenja, sa posebnim osvrtom na njihovu funkcionalnost i doprinos održivosti urbanog prostora.

Prvu nagradu žiri je dodelio radu čiji su autori: Jana Stanković, Boško Živković i Luka Slavić, zbog višestrukih kvaliteta i ispunjenosti uslova projektnog zadatka konkursa. Žiri je izdvojio ovo rešenje kao najprikladnije za datu lokaciju, ocenjujući da se može razviti u uspešan urbanistički projekat (Slika 4).

Predloženo idejno urbanističko rešenje je zasnovano na principima ekološkog urbanizma – poboljšanju upotrebno potencijala uz očuvanje i poboljšanje prirodnih karakteristika lokacije, pejzaža i elemenata prirode, uključujući autohtono zelenilo, nagib terena i vodene površine. Uz pažljivo dizajniranje, ovaj projekat je odgovorio na sve zahteve koje su postojeće prirodno okruženje i teren nametnuli i obezbedio komponente koje potvrđuju kvalitet otvorenih prostora: funkcionalnost, višenamensko korišćenje, vizuelne i estetske vrednosti, ekološke vrednosti, čitljivost i razumljivost, preglednost, bezbednost. Kompleks “7. juli” je prilagođen svim kategorijama korisnika i sadrži prostore za različite vrste aktivnosti: sportske terene, avantura park, dečija

igrališta, prostore za odmor i okupljanje, centralni park, uređenu plažu sa dokovima. U okviru kompleksa predviđene su i smeštajne jedinice – hotel sa ambulantom u prizemlju u severoistočnom delu lokacije, kao i vikendice od prirodnih materijala u severnom delu lokacije. Na prostranoj plaži jezera smešten je i restoran sa baštom na otvorenom. Pešačke staze se u organskim formama pružaju kroz celu lokaciju i povezuju sve predviđene sadržaje. Ceo kompleks je opremljen česnama, toaletima i kabinama za presvlačenje i tuširanje.



Slika 4. Idejno urbanističko rešenje i prikazi uređenja kompleksa „7 juli”- prva nagrada. Autorski tim: Jana Stanković, Boško Živković, Luka Slavić

Druga nagrada dodeljena je timu u sastavu: Predrag Ristić, Nataša Mitić, Anja Otović i Veljko Jovanović. Žiri je vrednovao ovaj rad kao veliki doprinos revitalizaciji predmetne lokacije u atraktivno rekreativno i turističko područje multinamenskog karaktera, sa raznovrsnim sadržajima za aktivnu i pasivnu rekreaciju i komercijalnim objektima, za aktivaciju priobalja jezera, od izuzetnog značaja za građane Paraćina i potencijalne turiste (Slika 5).



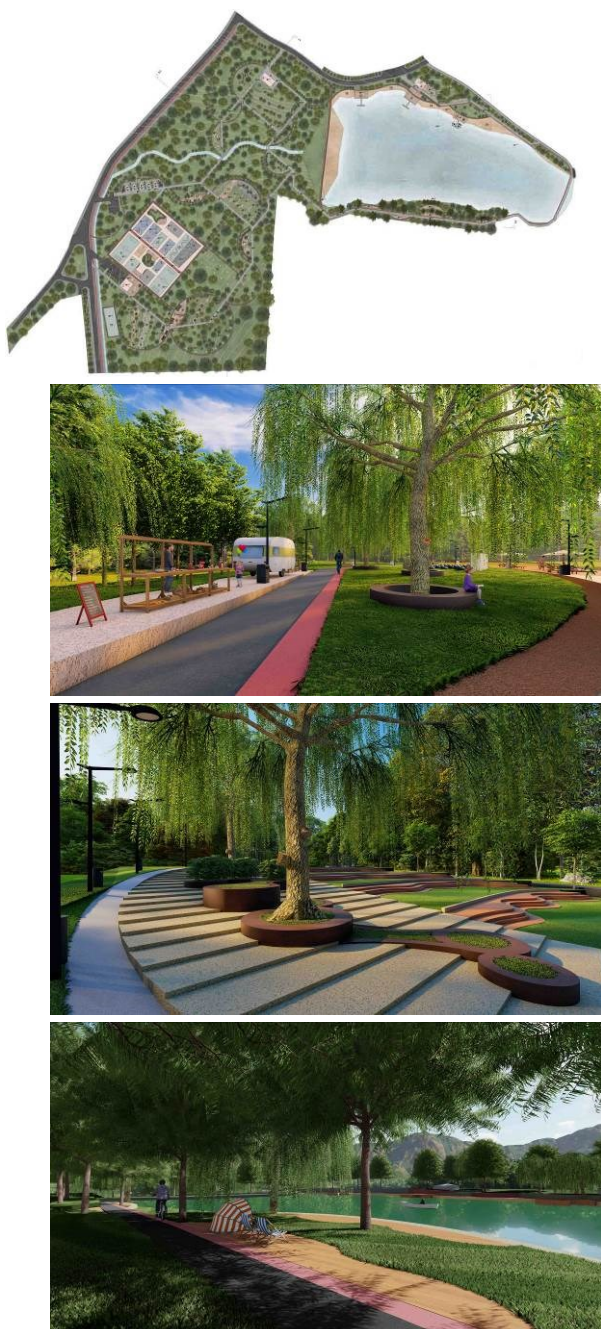
Slika 5. Idejno urbanističko rešenje i prikazi uređenja kompleksa „7 juli“- druga nagrada. Autorski tim: Predrag Ristić, Nataša Mitić, Anja Otović, Veljko Jovanović

Predloženi koncept podrazumeva pažljivu i znalačku integraciju novih intervencija u postojeću strukturu lokacije na više nivoa. Značajnu odrednicu rešenja čini pažljivo trasiranje pešačkih staza i integracija sa terenom u višestrukom padu, odnosno planiranje 3 glavne promenade - prva planirana kroz centralni deo lokacije koja spaja zapadni deo lokacije sa južnom stranom jezera, druga u severnom delu koja vodi do ključnog repera - platoa sa severne strane jezera, i treća promenada u južnom delu na koju se oslanja niz sadržaja lokacije. Na ove promenade nadovezuje se više sekundarnih staza organskih formi, sa idejom stapanja sa okruženjem i kako bi se na što kreativniji način izbegle stroge ortogonalne formena strmom terenu.

Primena koncepta multifunkcionalnosti dovela je do podele na više tematskih zona na lokaciji sa sledećim sadržajima: skejt park, multifunkcionalni prostor za sve kategorije korisnika, sportsko-rekreativni tereni, kafići, mini-golf; u centralnom delu nalazi se piknik prostor, prostor za sedenje i amfiteatar na otvorenom; u severnom delu nalazi se botanička bašta, proširenje uz pešačke staze sa organizovanim sedenjem, staze za biciklizam, vikend naselje, plato, plaža i letnjakovci. Materijali koji su korišćeni su uglavnom obrađeni kamen i drvo, a u svim delovima lokacije nalazi se veliki broj klupa i prostora za odmor, kako bi se svim posetiocima omogućio dovoljan prostor za boravak i odmor u prirodi.

Planirana su i tri parking prostora, u južnom, severozapadnom i severnom delu lokacije. Podeljeni su tako da posetiocima omoguće što brži i lakši pristup do svih sadržaja. Uz saobraćajnicu koja već postoji sa severozapadne i zapadne strane nalazi se veliki broj pristupnih staza do svih sadržaja, a glavni info-pult takođe je pozicioniran u zapadnom delu, pored kafića. U više delova na lokaciji nalaze se toaleti, a u severnom delu, uz plažu, nalaze se i dve kabine za presvlačenje.

Treću nagradu žiri je dodelio sledećim studentima: Mina Stojanović, Nevena Simić, Hristina Radojlović i Jelena Stanković. Žiri je ovaj rad u procesu ocenjivanja video kao kandidata za neku od nagrada zbog više kvaliteta koji su prisutni u osnovnoj koncepciji. Kao vrednost rešenja prepoznata je namera da se posetiocima pruže raznovrsne mogućnosti za sport, rekreaciju, odmor i razonodu, uz uvažavanje prirodnog okruženja i karakteristika prostora. Kompleks je osmišljen tako da se prostor deli na dve zone - sportsko-zabavnu i rekreativnu zonu oko jezera, a koje su međusobno povezane u funkcionalno jedinstven prostor (Slika 6).



Slika 6. Idejno urbanističko rešenje i prikazi uređenja kompleksa „7 juli“- treća nagrada. Autorski tim: Mina Stojanović, Nevena Simić, Hristina Radojlović, Jelena Stanković

U sportskoj zoni dominiraju tereni na otvorenom, prostori za igru dece, kao i specifične aktivnosti poput jahanja, avantura parka i paintball-a. Prostor je dopunjen ugostiteljskim objektom i smeštajnim kapacitetima u vidu bungalova. Rekreativna zona uz jezero uređena je sa fokusom na jezero i prirodni ambijent, obezbeđujući prostor za šetnju, opuštanje uz jezero i uživanje u prirodi. Uz obalu jezera predviđen

je restoran, bioskop na otvorenom, kreativna pijaca na kojoj lokalni umetnici i zanatlije mogu predstaviti svoje radove, igralište za decu, plaža i platoi za sunčanje. Svi sadržaji su uklopljeni uz maksimalno poštovanje i očuvanje prirodnog okruženja. Primarni pešački tok je pravilne forme, omogućujući jasnu organizaciju i prostorni raspored sadržaja. Na njega se oslanjaju dodatne staze koje imaju slobodniju formu. Duž staza su smisljeno i pažljivo uklopljeni prostori za odmor u vidu platoa, zasenčenih površina i letnjakovaca. Kompleks je dobro osmišljen jer je integrisao širok spektar sadržaja koji omogućuju raznovrsne sportske i društvene događaje uz optimalno uklapanje aktivnosti i oblikovnih elemenata u pejzaž.

5 ZAKLJUČAK

Savremene urbanističke tendencije naglašavaju potrebu za humanizacijom životne sredine kroz očuvanje prirodnih vrednosti i zadovoljavanje raznovrsnih potreba građana. U tom kontekstu, važno je maksimalno iskoristiti prirodne karakteristike i prednosti prostora radi stvaranja optimalne sredine za život. Međutim, hiperurbanizacija i tehnološki razvoj često dovode do ekoloških problema i promena u potrebama i stilovima života građana, što zahteva veće ulaganje u sportsko-rekreativne i turističke sadržaje.

U Srbiji, mnogi turistički i rekreativni potencijali su nedovoljno iskorišćeni ili zapušteni, što dovodi do gubitka njihove vrednosti. Strategije razvoja turizma i sporta prepoznaju potrebu za promocijom rekreativnog sporta i ulaganjem u infrastrukturu. Projekat kao što je revitalizacija kompleksa "7. juli" na Karadorđevom brdu u Paraćinu, kroz studentski konkurs, pokazuje potencijal za transformaciju neiskorišćenog prostora u atraktivnu rekreativnu i turističku destinaciju.

Učesnici konkursa su se suočili sa zahtevnim zadatkom koji je najpre podrazumevao analizu postojećeg stanja predmetnog područja, njegovog neposrednog i šireg okruženja, valorizaciju važeće planske dokumentacije i analizu primera dobre prakse, a zatim urbanističko-arhitektonsko rešavanje i oblikovanje prostora. Autori su kroz višemesečni rad uspeli da stvore realna urbanističko-arhitektonska rešenja koja su usklađena sa stvarnim potrebama i mogućnostima predmetnog prostora i okruženja.

Organizacija i realizacija studentskog konkursa imala je širok spektar pozitivnih efekata, kako za same studente i njihov profesionalni razvoj, tako i za lokalnu zajednicu i unapređenje urbanih sredina.

Pokazalo se da konkurs podstiče studente da razmišljaju inovativno i kreativno i da pronalaze originalna rešenja za konkretne urbanističke probleme, kao i da svoje veštine i sposobnosti pokažu široj javnosti, što je od velikog značaj za njihovu buduću karijeru. Uključivanje studenata arhitekture u ovakve projekte donosi kreativna i efikasna urbanistička rešenja koja mogu da doprinesu unapređenju kvaliteta života u zajednici i razvoju urbanih prostora.

Kvalitet rezultata studentskog konkursa verifikovan je i od strane profesionalne zajednice Udruženje urbanista Srbije dodelom sledećih nagrada na XXXII Međunarodnom Salonu urbanizma: u kategoriji studentski radovi I nagrada dodeljena je studentima: Jana Stanković, Luka Slavić i Boško Živković, za rad Idejno urbanističko rešenje kompleksa "7 juli" na Karadorđevom brdu u Paraćinu, a u kategoriji Konkursi I nagradu osvojili su članovi Katedre za urbanizam i prostorno planiranje Građevinsko–arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu: Dr Ivana Bogdanović Protić, vanredni profesor; Dr Milica Ljubenović, docent; master inženjer arhitekture Magdalena Slavković, asistent; master inženjer arhitekture Mihailo Mitković, saradnik i student Nikola Stojiljković, za rad pod nazivom: Saradnja Građevinsko–arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu sa jedinicom lokalne samouprave Paraćin. Time je i od strane profesionalne zajednice potvrđen kvalitet rezultata rada sa studentima i važnost saradnje Katedre za urbanizam i prostorno planiranje i lokalne samouprave.

ZAHVALNOST

Zahvaljujemo se predsedniku Opštine Paraćin, gospodinu Vladimiru Milićeviću i zameniku predsednika Skupštine Opštine Paraćin, gospodinu Milošu Đokiću koji su dali nesebičnu podršku realizaciji studentskog konkursa u nameri da se studentima pruži mogućnost praktične primene ideja i znanja stečenog na fakultetu u realnim prostornim uslovima i da se prezentuju široj javnosti. Posebno se zahvaljujmo na izdvojenim finansijskim sredstvima za publikovanje kataloga i izradu CD prezentacija i izložbu konkursnih radova, čime su omogućili da se studentske ideje i rešenja trajno zabeleže, a sa nastojanjem da se privuče pažnja svih zainteresovanih koji mogu doprineti revitalizaciji lokacije od značaja za kvalitet života građana Paraćina.

Ovaj rad je realizovan uz finansijsku podršku Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija

Republike Srbije, prema ugovoru o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu u 2024. godini evidencioni broj: 451-03-47/2023-01/ 200095.

LITERATURA

- [1] Vujković Ljiljana: **Pejzazna arhitektura - planiranje i projektovanje**. *AGM knjiga*, Beograd, 2018.
- [2] Bogdanović Protić Ivana, Vasilevska Ljiljana, Ljubenović Milica: **Smart park solutions and possibilities for their application in the city of Niš**. *4th International Conference on Urban Planning - ICUP2022*, Niš, 186-195, 2022
- [3] Bogdanović Protić Ivana: **URBANE FUNKCIJE – REKREACIJA, CENTRALNI SADRŽAJI I SAOBRAĆAJ**. *Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet*, Niš, 2022.
- [4] **Turistički promet - februar 2024**. *Statistika ugostiteljstva i turizma*, Br. 62 - god. LXXIV, 29.03.2024., Republički zavod za statistiku Republike Srbije, Beograd, 2024.
- [5] **Statistički kalendar Republike Srbije**. Republički zavod za statistiku, Beograd, 2024.
- [6] Gligorijević Živorad, Petrović Jelena: **Turizam u funkciji strukturnog prilagodavanja privrede Srbije**. *Ekonomika*, Vol. 53(1-2), 20-26, 2008.
- [7] **Strategija razvoja sporta u Republici Srbiji za period 2014–2018. godine**. "Službeni glasnik RS", broj 1 od 6. januara 2015. godine.
- [8] **Strategija razvoja turizma Republike Srbije za period od 2016. do 2025. godine**. "Službeni glasnik RS", broj 98 od 8. decembra 2016. godine.
- [9] **Plan detaljne regulacije za lokaciju „Karadorđevo brdo” u Paraćinu**. "Službeni list opštine Paraćin", br. 9/2010
- [10] Živković Jelena, Lalović Ksenija, Milojević Milica, Nikezić Ana: **Multifunctional Public Open Spaces for Sustainable Cities: Concept and Application**. *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 17(2), 205 – 219, 2019.
- [11] **Izmena plana generalne regulacije naseljenog mesta Paraćin**. "Službeni list opštine Paraćin" br. 7/2018

OSVRT NA NAUČNI, PEDAGOŠKI, URBANISTIČKI I ARHITEKTONSKI DOPRINOS DENIZ SKOT BRAUN

Biljana Arandelović¹

Rezime: Tekst je kraći osvrt na višedecenijski interdisciplinarni naučni, pedagoški, urbanistički i arhitektonski doprinos Deniz Skot Braun, ikone istorije savremene arhitekture i urbanizma. Deniz Skot Braun nikada nije odvajala privatno i poslovno i ceo njen stvaralački rad i život su autentična istraživačko-stvaralačka avantura koja se odvijala na više kontinenata i kroz više faza. Njen životni i stvaralački put je krenuo iz rodne Afrike, zatim se nastavio preko Londona pa do Pensilvanije, odakle nastavlja kao posvećeni predagog, teoretičar arhitekture i urbanizma, arhitekta i urbanista, u tandemu sa svojim životnim i poslovnim partnerom Robertom Venturijem, da stvara i da utiče na tok savremene arhitekture i urbanizma. Uloga Deniz Skot Braun u zajedničkim projektima, u očima javnosti, decenijama je umanjivana, dok je Venturi stavljan u prvi plan i slavljen kao genije. Nikada nije dobila zaslužno priznanje za svoj rad iako su stvarali u ravnopravnom partnerstvu.

Ključne reči: Deniz Skot Braun, Postmoderna, Arhitektura, Urbanizam, Arhitektonska i urbanistička teorija, Arhitektonska i urbanistička pedagogija

A REVIEW OF THE SCIENTIFIC, PEDAGOGICAL, URBAN AND ARCHITECTURAL CONTRIBUTION OF DENISE SCOTT BROWN

Abstract: This text offers a concise overview of Denise Scott Brown's interdisciplinary contributions to contemporary architecture and urbanism over several decades. Scott Brown's creative work and life are characterized by an authentic research-creative process that has taken place on several continents and in several stages. The creative journey of the architect and urban planner together with her life and business partner Robert Venturi began in Africa and led via London to Pennsylvania. She is also a dedicated teacher and theorist of architecture and urbanism who has had a significant influence on the development of contemporary architecture and urbanism. Denise Scott Brown's role in collaborative projects was minimized for decades, while Venturi was widely hailed as a mastermind. She never gained the acclaim she deserved for her work, even though it was the result of an egalitarian collaboration.

Key words: Denise Scott Brown, Postmodern, Architecture, Urban Planning, Architectural and urban theory, Architectural and urban pedagogy

¹ Docent. dr, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univezitet u Nišu, biljana.arandelovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0009-0009-8190-0871

1 UVOD

Sam tok života Deniz Skot Braun je definisao i oblikovao njen rad na više načina. Posebno su njen privatni život i intelektualni uticaji sa početka njene karijere bili međusobno povezani. Skot Braun je tokom svoje karijere razvila dijalog između onoga što „jeste” i onoga što „treba da bude” a takvi njeni stavovi su uslovljeni direktno determinisanom stečenom percepcijom njenog rodnog afričkog pejzaža [1].

Deniz, poznata po oštrm jeziku i odlučnim polemikama, je uvek glasno iskazivala svoje stavove, bez ustezanja se javno sukobljavala sa kolegama ili odgovarala na njihove kritike, kojih je uvek bilo pregršt. Jedna od takvih poznatih polemika se vodila 1970-ih godina sa britanskim kritičarem i arhitektom Fremptonom Kenetom, objavljivanjem međusobnih odgovora u nizu članaka [2, 3, 4].

Najranija sećanja iz njenog detinjstva u Africi igrala su fundamentalnu ulogu tokom cele njene karijere. To se posebno odnosi na njeno interesovanje za temu koja je bila aktuelna ali još uvek nedovoljno istražena u to doba – novi gradovi automobila u kojima je Deniz Skot Braun prepoznala značaj komunikacije u urbanom prostoru i istraživala mogućnosti uključivanja komunikacije kao sastavnog dela planiranja i arhitekture [5].

Život ju je iz Afrike odveo u London, gde je posle studiranja arhitekture u rodnoj Južnoj Africi (Johanesburg) nastavila sa studiranjem na čuvenoj Arhitektonskoj asocijaciji (AA) Školi arhitekture u Londonu, gde je susrela sa grupom Novi brutalisti (New Brutalists) kojima se ideološki pridružila. Dalji nastavak studiranja je usledio odlaskom na Univerzitet Pensilvanije gde je studirala naučnu disciplinu koja je bila nova za nju – urbanističko planiranje [6].

Deniz Skot Braun objedinjuje nesvakidašnju kombinaciju kompetencija, obrazovanja i praktičnih iskustava iz naučnih i umetničkih disciplina, kao i praktičnih veština koje se mogu primeniti i u današnje doba, bez obzira što je to znanje sticala 1960-ih godina prošlog veka. Iako je novo tehnološko doba donelo posebne zahteve za savladavanje savremenih problema u urbanom i arhitektonskom okruženju, za šta je neophodno praćenje aktuelnih razvojnih tehnologija gradnje, osnov kompetencija i znanja koje poseduje Deniz Skot Braun, a koji se odnosi na urbanističko planiranje i srodne podoblasti, kao što su ekonomska geografija i sociologija planiranja, kao i istorija i teorija arhitekture i umetnosti, je dobra

osnova za razumevanje svakog perioda urbanističkog razvoja.

Deniz Skot Braun je inteligentno obuhvatala dve oblasti koje ne mogu jedna bez druge, arhitekturu i urbanističko planiranje, i uvek je nastojala da ponudi alternativna rešenja kad god je to bilo neophodno za dobrobit urbane zajednice. Zahvaljujući svojim naučnim i praktičnim veštinama, sagledavala je arhitekturu i njeno neposredno urbano okruženje kao celinu, dok je u isto vreme naglašavala značaj simbola i estetike koji su bili deo određene urbane celine [7].

2 INTERDISCIPLINARNI PRISTUP DENIZ SKOT BRAUN

Cilj ovog teorijskog osvrta na višedecenijski interdisciplinarni naučni, pedagoški, urbanistički i arhitektonski rad, kao i ostale kreativne discipline (prvenstveno fotografiju) i različite kategorije delovanja u okviru urbanističkog aktivizma Deniz Skot Braun je da dodatno ukaže na njihov sveobuhvatni uticaj na sve savremene komplementarne i relevantne discipline.

2.1 PEDAGOŠKI RAD DENIZ SKOT BRAUN

Prethodno obrazovanje i završeni studijski program kod profesora Herberta Gansa na istoj instituciji, na Univerzitetu Pensilvanije, je uslovalo njen pedagoški put, kao i dalji razvoj u teoretičara urbanizma i arhitekture. Deniz je oduvek bila pasionirani pedagog i naročito posvećena pripremanju istraživačkih projekata u formi studija koje je organizovala i vodila na nekoliko prestižnih univerziteta, kao što su Univerzitet Pensilvanije, UC Berkli, Univerzitet Kalifornije, Jejl, Rajz i Harvard.

Deniz Skot Braun je počela da predaje arhitekturu, urbanističko planiranje i urbani dizajn 1963. godine, odmah po završetku studiranja na Univerzitetu u Pensilvaniji. Bila je aktivni član akademske zajednice do 1970. godine, kada se zvanično povukla nakon poslednjeg održanog istraživačkog projekta *Studio: Pouke iz Levitauna* [8], koji je realizovala na Univerzitetu Jejl zajedno sa Robertom Venturijem. Po završetku studija, zajedno su se povukli iz aktivnog akademskog rada i posvetili se vođenju i organizovanju arhitektonskih i urbanističkih projekata u okviru zajedničke firme Venturi, Skot Braun & Saradnici (VSBA). Međutim, Deniz je nastavila da povremeno realizuje predavanja po pozivu i da bude angažovana kao konsultant za arhitektonsku pedagogiju. Radila je i kao konsultant na odeljenjima

za arhitekturu i urbanizam na MIT-u u periodu između 1973-1983., a zatim na odeljenju za arhitekturu na Univerzitetu Templ.

Rad sa studentima, uz formiranje specifičnih i prepoznatljivih nastavnih programa u formatu studentski istraživački projektni studio, joj je omogućio da paralelno sa pedagoškim radom nastavi proučavanje novih urbanih fenomena. Sa doslednim entuzijazmom se posvetila pripremi studentskih istraživanja (studio), pretvarajući svaki u projekat od posebnog značaja za razvoj određene urbane sredine. Izgradila je originalni nastavni program, zajedno sa pripremom opsežnog vizuelnog propratnog materijala za svaki pojedinačni studio, od kojih su danas mnogi dostupni javnosti za analizu u Arhitektonskom arhivu Univerziteta u Pensilvaniji.

Nije prestala da podučava druge i kada je zvanično napustila akademsku karijeru da bi se posvetila arhitektonskim i urbanističkim projektima u firmi. Pasionirano je podučavala mlade arhitekta i urbaniste koji su prolazili kroz njen i Venturijev biro, fokusirajući se permanentno na približavanje te dve komplementarne profesije. Iako njena akademska karijera nije dugo trajala, bila je važan deo njenog profesionalnog života. U toku pripremnog perioda za pedagoške aktivnosti se razvijala teorija arhitekture i urbanizma koja je kasnije šokirala i ustalasala stručnu javnost koji je bila spremna za promene [9].

Najpoznatiji slučaj je arhitektonska i urbanistička teorija koja je pratila istraživački studio koji je vodila na Univerzitetu Jejl zajedno sa Robertom Venturijem, iz čijeg je istraživačkog rada nastala čuvena knjiga *Pouke iz Las Vegasa* [10].

2.2 AKTIVIZAM DENIZ SKOT BRAUN

Aktivizam Deniz Skot Braun i njena borba za bolje uslove života heterogenih i kompleksnih zajednica u najrazličitijim urbanim sredinama su deo njenog karaktera koji se oformio još prilikom odrastanja u Južnoj Africi. Njen aktivizam je snažno uslovljen njenim odrastanjem u Južnoj Africi tokom ere aparthejda. Korene njene potrebe za pomaganjem ugroženim urbanim sredinama nedvosmisleno pronalazimo u njenom odrastanju i neposrednom vaspitanju. Svest o pripadnosti privilegovanoj manjini u Africi nije nešto što je Deniz Skot Braun uzimala zdravo za gotovo, što je nastavila da pokazuje tokom svog dugog višedecenijskog aktivističkog angažmana. Sve se ovo može posmatrati kao deo njene društvene svesti u okviru analize i realizacije arhitektonskog i urbanističkog planiranja [11].

Jedan od prvih volonterskih projekata koji su bili fokusirani na pomoći urbanoj zajednici, a na koji je Deniz bila posebno ponosna, je bio projekat Južna ulica - The Philadelphia Crosstown Community. Ovo je primer projekta aktivističke angažovanosti u lokalnoj zajednici iz perioda početne faze njene karijere, koji je Denize Skot Braun obavljala nedugo nakon što se pridružila firmi Venturi i Rauh. Iako je bila zadužena za kompletnu realizaciju lokalnog projekta za zajednicu Philadelphia Crosstown, njeno autorstvo se često i greškom pripisivalo Venturiju.

Interesantno je da su volonterski projekat Južna ulica u Filadelfiji Skot Braun i Venturi pripremali u isto vreme kada i proslavljeni projekat u Las Vegasu. Sličnosti između ova dva projekta, Južne ulice i Las Vegas, su očigledne. Oba su prvenstveno analizirala komercijalne oblasti u smislu njihove potencijalne upotrebe. Takođe, obe lokacije su estetski bile veoma neregulisane i obe su se menjale i proširivale spontano. Pored toga, arhitektura obe lokacije se svrstavala u oblast vernakularne narodne arhitekture. Fotografije koje je Deniz Skot Braun snimila u Južnoj ulici u Filadelfiji 1968. godine su asociirale na one fotografije koje su kasnije objavljene u knjizi *Pouke iz Las Vegasa*. Ova paralela je dovoljna da prikaže sličnosti između ideja, pristupa istraživanja i načina posmatranja sličnih situacija na različitim lokacijama [12].

2.3 URBANISTIČKI RAD I PERSPEKTIVA DENIZ SKOT BRAUN

Kombinovanje planiranja velikih sistema kampusa, gledanje na prostor kao deo enterijera i uklapanje arhitekture u sistem je bio njen način da stvori mrežu novih sistema koji mogu da funkcionišu bilo gde, čak i van kampusa, koji su bili njihovi najveći urbanistički projekti. Robert Venturi je učestvovao u svim projektima urbanog planiranja njihove zajedničke firme, ali je Deniz Skot Braun vodila projekte urbanističkog planiranja kompanije, isto kao što je Venturi vodio arhitektonske projekte. Oboje su bili podjednako upućeni i učestvovali u razvoju idejnih rešenja u oba departmana firme, arhitektonskom i urbanističkom. Kao šef odeljenja za urbanizam, bila je odgovorna za sve urbanističke planove, master planove i planiranje univerzitetskih kampusa za koje su se specijalno profilisali kao firma. Većina njihovih projekata je dostupna javnosti na uvid u svrhe istraživanja u okviru arhivske kolekcije Venturi, Skot Braun, koja se čuva u Arhitektonskom arhivu na Univerzitetu u Pensilvaniji.

Tokom svoje karijere, Deniz Skot Braun je imala privilegiju i priliku da učestvuje u planiranju i rekonstrukciji velikog broja komplikovanih sistema kampusa koji su za nju uvek bili poseban izazov, ali i dodatna motivacija, jer je i sama predavala na mnogim univerzitetima i bila dobro upoznata sa njihovim ključnim problemima. Inspirisana teorijama svojih mentora, primenjivala je metod mapiranja javnog prostora na način da ga je sagledala šire kao enterijer. Ovaj deo njenog rada manje je poznat široj javnosti jer su u pitanju kampusi američkih univerziteta, koji su specifičan ekosistem za sebe. Međutim, s obzirom da se radi o velikim i složenim urbanim sistemima, oni mogu isto tako poslužiti kao dobar primer za rešavanje najrazličitijih urbanih problema van kampusa univerziteta, kao što su povezivanje urbanih sredina, od mikro do makro nivoa [13].

Kroz ove urbanističke projekte Deniz Skot Braun se etablirala kao stručnjak za planiranje i dizajn univerzitetskih kampusa. Kao izuzetno složeni sistemi sa dugom tradicijom, univerzitetski kampusi zahtevaju poseban pristup i poznavanje funkcionisanja celokupne mreže od koje su sastavljeni, što njoj nije bio problem jer je savršeno poznavala funkcionisanje sistema unutar kompleksa kampusa. Mnogo pre nego što su dobili prvi veliki projekat planiranja kampusa, imali su jasno definisane ideje o tome kako bi se nedostaci mogli eliminisati. Iako je svaki kompleks zasebna tema i novi problem, Skot Braun i Venturi su uspešno razvili metodu klasifikacije problema za koji su znali da bi se mogao ponavljati i u drugim kampusima.

Lista izgrađenih projekata pod rukovodstvom Deniz Skot Braun u univerzitetskim kampusima je impresivna. Njihovi izvedeni i neizvedeni projekti obuhvataju različite nivoe i obime: planiranje i izgradnju zgrada fakulteta i laboratorija, studentskih centara kao i različite sadržaje u okviru samih kampusa kao što su knjižare, restorani, biblioteke, kompjuterski centri ili auditorijumi različite namene.

Skot Braun i Venturi su shvatili potrebu za modernizacijom američkih univerziteta kao i neophodnost za njihovom transformacijom od tradicionalne klasne institucije u moderan multikulturalni interdisciplinarni kompleks za 21. vek. Primenili su svoj koncept „Ulica kroz zgradu“, koji je razvijen je u skoro svim akademskim zgradama koje su projektovale, sa ciljem da se maksimalno podstakne socijalizacija. Po njihovom konceptu, ukrštanje staza neće samo po sebi izazvati susrete ili komunikaciju, niti bilo koja nova zgrada, ali se za to mogu stvoriti pravi uslovi i ukloniti fizičke barijere.

Atraktivna sastajališta ne prisiljavaju, već ona nude i otvaraju puteve različitih namena. Ovo je filozofija kojoj je Deniz Skot Braun težila u projektima univerzitetskih kampusa.

Lista projekata kampusa je dugačka, a pomenućemo samo neke od njih: Dartmouth College Master Plan for North Campus (1989), University of Pennsylvania Master Plan (1988-1996), Houston Museum of Fine Arts, Master Plan (1990), School of Arts and Sciences Planning Study, University of Pennsylvania (1994), Frist Campus Center, Princeton University Planning Materials (1996-1998), University of Michigan Master Plan (1997-2004), MIT Main Building Group Study (2003) [14].

2.4 ARHITEKTONSKO STVARALAŠTVO DENIZ SKOT BRAUN

Tokom 1970-ih su Deniz Skot Braun i Robert Venturi bili simboli svega novog i radikalnog u arhitekturi i shodno takvom statusu su imali veliki broj pratilaca od koji su spontano izdvojili i primeri fanatičnih pristalica koji su na pogrešan način kopirali njihove originalne ideje. U isto vreme su bili i glavni predmet arhitektonske kritike. To je bilo doba nakon prvog izdanja knjige *Pouke iz Las Vegasa* 1972. godine, i početak šire diskusije o znaku kao formi arhitekture, koji su oni svojim arhitektonsko-urbanističkim teorijama uspeli da nametnu kao glavni diskurs svih globalnih arhitektonskih rasprava i da na taj način preokrenu klasično shvatanje simbolike u arhitekturi.

Arhitektonski projekti koje je Deniz Skot Braun oblikovala i projektovala kroz partnerstvo sa Robertom Venturijem, bilo da su u pitanju oni neizgrađeni ili izgrađeni, su više nailazili na negodovanje i nerazumevanje, pa čak i na odbacivanje pojedinih nagrađenih konkurskih rešenja, iako su projekti ulazili u fazu početka izvođenja radova.

Njihov vizuelni rečnik je podrazumevao estetsku prenatlaženost i planiranu preteranu ukrašenost. Kao takav, njihov specifičan i neobičan karakter je budio kritike, kolega ali najviše opšte javnosti. U nerazumevanju njihovog vizuelnog rečnika su pre svega dominirale političke strukture, gradske administracije i svi birokratski organi odlučivanja koji su neretko sprečavali izvođenje nagrađenog rešenja pred sam početak radova. Ovo se takođe odnosi na Pensilvaniju, grad koji je u arhitektonskom i urbanističkom svetu poznat po slavnom paru Deniz Skot Braun i Robertu Venturiju. Jedan od takvih primera neizvedenih projekata je Philadelphia Orchestra Hall dvorana, zaustavljen pred sam početak

izvođenja prve faze radova. Još jedan takav slučaj zaustavljenog projekta je smela avangardna vizija Whitehall Ferry Terminal-a, u Njujorku. Prilaz trajektom do Donjeg Menhetna sa Stejten Ajlanda je oduvek bila jedna od napopularnijih turističkih ruta a ovo arhitektonsko rešenje pristaništa gigantskih dimenzija, da je izvedena, bi bila prvo što bi turisti videli kada bi se približavali Njujorku [15].

Vizuelni jezik kojim su se služili Skot Braun i Robert Venturi nije nikada bio puko nasumično nabacivanje različitih dekorativnih elemenata bez ikakvog reda već posledica studioznog promatranja koja su bila rezultat sveobuhvatnog teorijskog izučavanja arhitektonskih i umetničkih stilova iz prošlosti, unapređeni dodatnim savremenim saznanjima.

2.5 TEORETSKO DELOVANJE I POZICIONIRANJE DENIZ SKOT BRAUN

Ono što je prvenstveno privuklo Deniz Skot Braun kod Novih brutalista jeste njihovo posebno interesovanje za manirizam, stil iz istorije arhitekture i umetnosti, iako se na prvi pogled činilo da ne postoji značajna veza između teorija Novih brutalista i manirizma. Međutim, ona je smatrala da su Novi brutalisti bili posebno fascinirani pojavom dualnosti u rešenjima manirizma [16]. Ista ta fascinacija je navela Deniz Skot Braun i Roberta Venturija da se posebno posvete istraživanju manirizma i tu pronađu svoje teorijske ideje za rešavanje problema modernog doba u kome su stvarali, ali isto tako i razviju nove arhitektonske i urbanističke teorije.

Novi fenomen automobila je američke gradove menjao brže nego što su njeni savremenici želeli da prihvate taj trend kao novu stvarnost. Iz teoretskih radova Skot Braun je evidentna snažna društvena osvešćenost i interesovanje za vernakularne pejzaže koji datiraju još iz njenog ranog detinjstva, koje je provela u specifičnim okolnostima u kolonijalnom afričkom urbanom okruženju. Takav složen kulturološki pejzaž urbanog nasleđa južnoafričkog regiona je imao veliki uticaj na njeno teoretsko delovanje, pripremajući je da prepozna nove urbane fenomene [17]. Specifične životne okolnosti su izoštrile njen pogled na urbane sredine u kojima je razvijala svoje teorijske misli i pretvarala ih u avangardne teorije arhitekture i urbanizma. Čak je i uticaj Afrike evidentan u kreiranju teorija koje su pratile najpoznatiju arhitektonsku i urbanističku studiju na osnovu koje je nastala čuvena knjiga *Pouke iz Las Vegasa* [18].

2.6 FOTOGRAFIJA KAO PODLOGA ZA ISTRAŽIVAČKI RAD

Ono što izdvaja Deniz Skot Braun od njenih savremenika je korišćenje fotografske tehnike u istraživačkom radu. Ovaj način beleženja zapažanja svakodnevnog života je praktikovala od rane mladosti, još u periodu sazrevanja u Africi. Istraživanja fotografskih beležaka za Deniz Skot Braun je oduvek bila podloga za razvijanje svih ostalih interdisciplinarnih podoblasti i aktivnosti po kojima je jedinstvena. Navika vizuelnog zapisavanja viđenog i na taj način arhiviranja urbane okoline u kojoj bi se našla, u prolazu ili kao njen deo, se nastavila kroz njen celokupan produktivni interdisciplinarni životni rad. Fotografski zapisi Deniz Skot Braun, prikupljeni snimanjem u raznim prilikama i vremenskim periodima, njoj karakterističnom fotografskom tehnikom u pokretu, u duhu vremena, sa primarnim zadatkom da refelektuju atmosferu urbanih sredina, su činili važnu osnovu za više bitnih disciplina koje su formirale njeno stvaralaštvo. Te posmatrane lokacije, automobili i ljudi u pokretu, kao i arhitektura koja je činila originalnom neku urbanu sredinu, su postajali njeno autentično i ključno sredstvo za razmišljanje, njena podloga za teoretski rad [19].

Ovako dokumentovani fotografski zapisi nisu nastajali spontano već sa jasnom i preciznom namerom beleženja urbanog i arhitektonskog doživljaja na osnovu kojih je dalje razvija svoje ideje. Koristila je medij fotografije za analiziranje gradova i arhitekture više od svojih savremenika i vremenom je postala njen zaštitni znak.

3 ZAKLJUČAK

Deniz Skot Braun je zajedno sa Robertom Venturijem tokom svoje karijere svesno kreirala simboličku filozofsku estetiku, kombinujući elemente iz istorije arhitekture i umetnosti sa definisanim urbanim okruženjem. Za razumevanje Skot Braun i Venturijevog arhitektonskog izraza je neophodno višeslojno i fundamentalnije poznavanje istorije arhitekture i umetnosti. Sve ovo je takođe ključno da bi se otklonila pogrešna asocijacija na banalnu, apsurdnu i nepotrebnu dekoraciju koja se najčešće povezuje sa arhitektonskim stilom postmoderne.

Uvid ali i razumevanje celokupnog stvaralaštva Deniz Skot Braun je jedino moguće ostvariti ako se u jednu celinu povežu sve poddiscipline na koje je ona bila fokusirana i koje su bile sastavni deo njenih aktivnosti i istraživačkih projekata. Na primer,

aktivistički i politički kontekst stvaralaštva Skot Braun i Venturija je uglavnom zanemaren, iako pruža odličan kritički osvrt na urbani i arhitektonski razvoj američkih gradova kasnih 1960-ih i ranih 1970-ih.

Važno je sve uzeti u razmatranje da bi se stekao adekvatan uvid u njeno kompleksno stvaralačko, pedagoško, teoretsko i aktivističko delovanje. Svaka disciplina i subdisciplina se međusobno prepliću i podjednako su značajne. Poslednjih godina se posebno intenzivira interesovanje za stvaralaštvo Deniz Skot Braun i njegovo tumačenje, što je korak napred u priznavanju njenog značaja. Poslednjih godina su izložbe njenih fotografskih serija, posebno one koje su nastale tokom 1960-ih godina dvadesetog veka, organizovane širom sveta. Danas je, posle sagledavanja njene višedecenijske karijere, znatno jasnija njihova uloga i značaj, između ostalog i kao preteča i osnova čuvenog istraživanja u Las Vegasu.

LITERATURA

- [1] Scott Brown Denise: **Invention and Tradition in the Making of American Place in Scott Brown, D. architecture words 4: Having Words**, London: *Architectural Association*, 2009.
- [2] Scott Brown Denise: **Learning from Pop**, *Casabella* 15-23, 359-360, May/June 1971, p. 15-23. (in Italian and English); reprinted in *Journal of Popular Culture*, fall 1973, p. 387-401, 1971.
- [3] Scott Brown Denise: **Reply to Frampton**, *Casabella*, 15-23, 359-360, May/June 1971, p. 41-46. (counter-rebuttal to Kenneth Frampton's *America 1960-70: Notes on Urban Images and Theory*, a *rebuttal to Learning from Pop*, 1971.
- [4] Scott Brown Denise: **'Pop Off: Reply to Kenneth Frampton'**, *Casabella* 35, nos. 359-60 p.41-45, 1971.
- [5] Arandelovic Biljana: **Denise Scott Brown: Introduction**. In: *Denise Scott Brown. Springer Biographies*, 1-35, 2023.
- [6] Arandelovic Biljana: **Life and Influences**. In: *Denise Scott Brown. Springer Biographies*, 37-55, 2023.
- [7] Grahn Frida (Ed.): **Denise Scott Brown in Other Eyes: Portraits of an Architect** (Vol. 176). *Birkhäuser*, 2022.
- [8] Scott Brown Denise: **Learning from Levittown: remedial housing for architects studio**. In: *On Houses and Housing*. Academy Editions, London, 50-57, 1992.
- [9] Arandelovic Biljana: **Denise Scott Brown: Teacher**. In: *Denise Scott Brown. Springer Biographie*, 57-73, 2023.
- [10] Vinegar Aron, and Michael J. Golec, eds. **Relearning from Las Vegas**. U of Minnesota Press, 2009.
- [11] Tenenbaum Jeremy Eric, Denise Scott Brown, Angelika Fitz, and Katharina Ritter: **"Your Guide to Downtown Denise Scott Brown."** *Park Books*, (2018).
- [12] Haumann Sebastian: **"Vernacular Architecture as Self-Determination: Venturi, Scott Brown and the Controversy over Philadelphia's Crosstown Expressway, 1967-1973."** *Footprint*: 35-48, 2009.
- [13] Hartevelt Maurice, and Denise Scott Brown; **"On public interior space."** *AA Files-Architectural Association* 56 (2007): 64.
- [14] Arandelovic Biljana: (2023). **Denise Scott Brown: Urban Planner**. In: Denise Scott Brown. *Springer Biographies*, 119-203, 2023.
- [15] Arandelovic Biljana: **Denise Scott Brown: Architect**. In: Denise Scott Brown. *Springer Biographies*, 105-263, 2023.
- [16] Reed Peter: **Oral history interview with Denise Scott Brown**, 1990 Oct. 25-1991 Nov. 9, *Archives of American Art, Smithsonian Institution*, 1990.
- [17] Van Onselen Charles: **Studies in the Social and Economic History of the Witwatersrand, 1886-1914**, Vol. 1, *New York: Longman*, 1982.
- [18] Venturi Robert, Scott Brown Denise, Izenour Steven: **Learning from Las Vegas: The Forgotten Symbolism of Architectural Form**, revised edition *Cambridge, Mass.: MIT Press*, 1977.
- [19] Arandelovic Biljana: **Denise Scott Brown: Photographer**. In: Denise Scott Brown. *Springer Biographies*, 265-289, 2023.

primljen: 29.02.2024.
korigovan: 29.04.2024.
prihvaćen: 04.05.2024.

Pregledni rad

UDK : 711.4:728.224
<https://doi.org/10.62683/NiP27.49-55>

STANOVANJE 23: STANOVANJE NISKE SPRATNOSTI – VELIKE GUSTINE KAO MODEL SAVREMENOG NAČINA STANOVANJA

Hristina Krstić¹, Milica Živković², Branislava Stoilković³, Aleksandar Keković⁴

Rezime: Međunarodna izložba savremenog stanovanja – STANOVANJE (HOUSING) 23, u organizaciji Katedre Zgrade za stanovanje Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu i Klastera urbanog planiranja, peta je po redu manifestacija koja predstavlja autentičan prikaz savremenih trendova u oblasti stambene arhitekture, sa posebnim fokusom na model stanovanja niske spratnosti – velike gustine, koji je obeležio specijalnu temu ovogodišnje izložbe. Ova bijenalna izložba postala je značajan događaj za profesionalnu zajednicu, kako u zemlji, tako i van nje, pre svega putem promocije inspirativnih projekata, odnosno primera dobre prakse, unutar definisanih tematskih okvira. Njena važnost se ogleda u razvijanju arhitektonske retorike, izražene kroz interakciju profesionalaca i razmenu iskustava struke. U radu se, putem prezentacije izložbenog programa i pratećih aktivnosti, prikazuje izložba, uz istovremeno sumiranje utisaka, stečenih iskustva i postignutih rezultata. Raznovrsnost izložbenog materijala, koji dolazi sa raznih krajeva planete, daje sliku trenutnog stanja stambene arhitekture i nagoveštava buduće trendove u ovoj oblasti. Cilj rada je da se da osvrt i ukaže na važnost manifestacija ovog tipa, ne samo za stručnu javnost, već i šire.

Ključne reči: izložba, stanovanje, niska spratnost velika gustina

HOUSING 23: LOW-RISE, HIGH-DENSITY HOUSING AS A MODEL OF CONTEMPORARY WAY OF HOUSING

Abstract: The international exhibition of contemporary housing - HOUSING 23, organized by the Department of Housing, Faculty of Civil Engineering and Architecture, University of Niš, and the Cluster of Urban Planning, is the fifth event in a row presenting an authentic overview of contemporary trends in residential architecture, with a special focus on the model of low-rise, high-density housing, which was the central theme of this year's exhibition. This biennial exhibition has become a significant event for the professional community, both domestically and internationally, primarily by showcasing inspiring projects and examples of best practices within defined thematic frameworks. Its importance is evident in the advancement of architectural discourse, facilitated through professional interaction and the exchange of experiences. This paper introduces the exhibition by outlining its program and accompanying activities, while also summarizing impressions, experiences, and outcomes. The diverse array of exhibition materials from around the world provides insights into the current state of residential architecture and hints at future trends in the field. The aim of this paper is to provide an overview and highlight the significance of such events, not only for the professional audience but also for a broader public.

Key words: Exhibition, Housing, Low-rise, high density

¹ Dr, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, hristina.krstic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0001-6812-8826

² Dr, vanredni prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, milica.zivkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0003-4081-6947

³ Dr, vanredni prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, branislava.stoilkovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0002-1315-1970

⁴ Dr, redovni prof., Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, aleksandar.kekovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0009-0006-6719-0568

1 UVOD

Međunarodna izložba savremenog stanovanja – STANOVANJE (HOUSING) je izložba koja se, počevši od 2015. godine, bijenalno održava u Nišu. HOUSING 23, u organizaciji Katedre Zgrade za stanovanje Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu i Klastera urbanog planiranja, je peta po redu u nizu ove, sada već možemo reći, tradicionalne manifestacije, koja, u toku jeseni, u najvećem gradu jugoistočne Srbije, okuplja arhitekta i ljubitelje arhitekture širom zemlje, regiona i čitavog sveta. Svoj prvi, mali, jubilej, izložba je proslavila uz brojnu publiku, predavače, članove naučno-umetničkog i organizacionog odbora, kao i predstavnike pokrovitelja izložbe, koji su prepoznali značaj jedne ovakve manifestacije i nesebično podržali njenu realizaciju.

U nastavku rada biće reči o detaljima izložbe, njenom značaju, pratećim događajima, kao i o temi koja je obeležila HOUSING 23. Rad ima za cilj dve stvari: da kroz osvrt na izložbu, ukaže na važnost manifestacije ovog tipa i da sagleda trenutnu situaciju stambene arhitekture na globalnom nivou, kroz prizmu modela stanovanja niske spratnosti, velike gustine, kao glavne teme izložbe. Metodologija primenjena u radu se primarno oslanja na analizu, komparaciju, sintezu i deskripciju.

1.1 O IZLOŽBI

Izložba HOUSING 23 prikazuje radove iz oblasti stambene arhitekture autora iz različitih delova sveta – izvedene objekte, projekte i istraživanja. Obuhvata ukupno 90 radova i programski je podeljena na dve celine: opšti i tematski deo. U opštem delu izložbe prikazano je ukupno 50 radova koji predstavljaju reprezentativne primere stambene arhitekture iz prethodne dve godine, odnosno iz perioda od izložbe HOUSING 21. U okviru tematskog dela prikazano je 40 radova na temu modela stanovanja niske spratnosti – velike gustine, nastalih u proteklih deset godina.

Izložba Housing je pozivnog karaktera, a nakon što je izvršena selekcija radova, članovi Organizacionog odbora su uputili pozive odabranim potencijalnim učesnicima, te prikupili potreban material i saglasnost. Svaki selektovani rad recenziran je od strane Međunarodnog naučno-umetničkog odbora (članovi ovogodišnjeg Međunarodnog naučno-umetničkog odbora su stručnjaci sa univerziteta iz Rumunije, Singapura, Austrije, Poljske, Malezije, Portugala,

Španije, Grčke, Italije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine i Srbije), a dvojezični tekst recenzije, prikazan na izložbenim panoima i u katalogu izložbe, prati prezentaciju svakog rada.

Radovi izložbe HOUSING 23 bili su izloženi u Paviljonu tvrđave u Nišu od 6. do 10. oktobra 2023. godine. Inicijalno, izložba je trebalo da traje do 8. oktobra, ali je, zbog velikog interesovanja, produžena. Na ceremoniji otvaranja publici su se obratili dr Aleksandar Keković, redovni profesor Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, predsedavajući član Međunarodnog naučno-umetničkog odbora, dr Milica Živković, vanredni profesor Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, predsedavajući član Organizacionog odbora izložbe, dr Marko Nikolić, vanredni profesor Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu, prodekan fakulteta, i dr Slaviša Kondić, docent Građevinsko-arhitektonskog fakulteta, predstavnik Klastera urbanog planiranja. Otvaranju su prethodila predavanja: „RE: grad arhitektura stan”, prof. dr Grozdane Šišović sa Arhitektonskog fakulteta u Beogradu (Slika 1), i „Prostor za sve naše živote”, arhitekta Danila Dangubića iz arhitektonskog studija Danilo Dangubic Architects. Drugog dana izložbe usledila su još dva inspirativna predavanja: „Stambena arhitektura unutar i van okvira MR2”, arhitekta Marina Račića iz arhitektonskog studija MR2 i „Metodologija istraživačkog projektovanja: arhitektonsko i urbanističko rešenje za novi stambeni kampus”, prof. dr Mihajla Zinoskog sa Arhitektonskog fakulteta „Sv. Ćirilo i Metodije” u Skoplju.



Slika 1 – Predavanje prof. dr Grozdane Šišović, izvor: Emilija Stojković, Luka Đorđević

Ovo je treća po redu izložba koju, pored glavne postavke, prati i izložba studentskih radova. Na ovogodišnjoj studentskoj izložbi u okviru HOUSING

23 prikazana su ukupno 24 studentska rada sa šest srodnih fakulteta iz pet različitih zemalja u okruženju: Tehnički univerzitet u Gracu (Austrija), Arhitektonski fakultet u Skoplju (Severna Makedonija), Arhitektonski fakultet u Zagrebu (Hrvatska), Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet u Banjoj Luci (Bosna i Hercegovina), Arhitektonski fakultet u Beogradu (Srbija) i Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu (Srbija). Prezentovani studentski radovi prikazuju promišljanja i projektantska istraživanja studenata na različite teme u oblasti stanovanja (Slika 2). Sama ideja prateće studentske izložbe ima za cilj animiranje i povezivanje studenata sa različitih fakulteta, odnosno njihovo umrežavanje u cilju podsticanja kreativnosti i razmene ideja. Takođe, na ovaj način su i institucije imale priliku da ostvare međusobne veze, što je bitno za njihov razvoj i akademsku saradnju.



Slika 2 – Studentski rad prezentovan na izložbi: Idejno arhitektonsko-urbanističko rešenje urbanog sela, autor Olena Đenić, izvor: Olena Đenić

U sklopu pratećeg programa izložbe, realizovana je i studentska radionica. Tema radionice, ujedno i specijalna tema izložbe, bila je stanovanja niske spratnosti – velike gustine, a cilj je bio upoznavanje studenata arhitekture sa ovim alternativnim modelom stanovanja, sve privlačnijim u savremenom oblikovanju urbanih sredina. Na radionici je učestvovalo 30 studenata koji su, kroz praktičan rad, uz pomoć mentora radionice, istraživali pomenuti koncept stanovanja i razrađivali svoje kreativne ideje u formi makete na konkretnoj zadatoj lokaciji. Radionica pod nazivom „LRHD WORKSHOP” trajala je mesec dana (Slika 3), tokom oktobra i u prvoj nedelji novembra, a radovi studenata su prikazani kasnije u okviru manifestacije „Dani arhitekture Niša 2023” i kroz publikaciju kataloga napravljenu za tu svrhu.



Slika 3 – Fotografije sa radionice, izvor: Hristina Krstić

2 LRHD KAO SPECIJALNA TEMA IZLOŽBE I OSNOVNE KARAKTERISTIKE OVOG MODELA STANOVANJA

Aktuelni problemi u stanovanju, naročito u urbanim sredinama, prouzrokovani sve većim brojem stanovnika i nekontrolisanom gradnjom i širenjem gradova, podstakli su članove Organizacionog odbora na razmišljanje šta bi bilo korisno i interesantno staviti u fokus ovogodišnje izložbe, koja se, kroz arhitektonsko-urbanističku prizmu, upravo bavi tekućim pitanjima života ljudi i, generalno, aktuelnom situacijom na svetskoj arhitektonsko-urbanističkoj sceni. Nakon razmatranja nekoliko predloženih tema, stanovanje niske spratnosti – velike gustine je izglasano kao specijalna tema izložbe, sa ciljem podsticanja struke i šire javnost na razmišljanje i inspiraciju u prevazilaženju stambenih izazova današnjice.

Zbog različitih problema koje su sa sobom nosili dominantni modeli stanovanja, sredinom 20. veka javlja se potreba za pronalaženjem alternativnih modela. Kao jedan od vodećih, izdvaja se model stanovanja zasnovan na većim gustinama, a nižoj spratnosti (Low-rise, high-density, nadalje u tekstu LRHD). Ovaj model stanovanja se može okarakterisati kao kompromis između porodičnih kuća, sa jedne, i visokih stambenih zgrada, sa druge strane, odnosno porodičnog i višeporodičnog stanovanja, ili, kao neka vrsta hibrida koji ih objedinjuje, kroz izvlačenje pozitivnih elemenata iz obe tipologije.

LRHD je arhitektonsko-urbanistički koncept koji se odnosi na planiranje gradskih područja na način da se maksimizira gustina naseljenosti, uz izgradnju niskih objekata. Ideja o kombinovanju niskih zgrada sa velikom gustinom naseljenosti ima svoje korene u različitim pokretima koji su se dešavali u svetu arhitekture i urbanog planiranja, a može se reći da ovaj koncept proizlazi iz nastojanja arhitekata i urbanista da pronađu održiva rešenja za stanovanje u gusto naseljenim urbanim područjima.

Osnovni elementi fizičke strukture LRHD naselja su isti kao i kod ostalih modela stanovanja: stambene zgrade/objekti, blokovi i ulice. Razlika je samo u specifičnim načinima njihove organizacije. Objekti mogu biti organizovani u vidu kuća (uglavnom kuća u nizu ili atrijumskih/poluatrijumskih tipologija) ili višeporodičnih zgrada. Zgrade su najčešće spratnosti do P+5, mada to nije pravilo (spratnost varira zavisno od lokalnih regulativa, kao i od želja i ciljeva projekatana). Ono što je karakteristično za stambene jedinice jeste jaka veza između otvorenih i zatvorenih površina (prizemne jedinice se projektuju sa pripadajućim privatnim dvorištima, dok se u jedinicama po spratovima predviđaju otvorene površine u vidu balkona, lođa, polulođa i/ili krovnih terasa) i raznovrsnost u njihovoj strukturi, veličini i organizaciji. Iako ne postoji pravilo, blokovi se najčešće formiraju kao zatvoreni ili poluzatvoreni i definisani su postavkom objekata. Prostorna postavka objekata definiše unutarblokove slobodne površine namenjene zajedničkim sadržajima. Ulice, odnosno motorni saobraćaj, je uglavnom ograničen samo na pristup do naselja. Za kretanje kroz naselje favorizuju se pešački i biciklistički saobraćaj, pa se posebna pažnja u urbanističkoj postavci posvećuje stazama koje povezuju bitne tačke unutar naselja.

Kao glavne prednosti LRHD naselja pre svega se izdvajaju: intenzivnija upotreba zemljišta usled povećane gustine stanovanja (ekonomski efikasna naselja), unapređenje kvaliteta stanovanja primenom karakteristika individualnog stanovanja (umerena visina, više zelenila, veće otvorene površine, povezanost sa tlom i sa prirodom, bolja osunčanost, jači identitet) i pojačana socijalna interakcija stanara, usled postojanja dodatnih sadržaja. Jedan od ciljeva LRHD naselja jeste kreiranje stambenog prostora dostupnog različitim socioekonomskim kategorijama stanovništva (osobama različitih životnih stilova i različite ekonomske moći), kao i kreiranje zdrave i bezbedne zajednice. Prema Lj. Vasilevskoj, LRHD stanovanje može obezbediti bolje uslove života i postati efikasno sredstvo održivog prostornog, društvenog i ekonomskog razvoja mnogih gradova i

može biti uspešno za sve tipove domaćinstava, različitih ekonomskih prilika [1].

Upečatljiva karakteristika LRHD naselja jeste postojanje velikog broja otvorenih zelenih površina. Baveći se temom LRHD, P. Kuitenbrouwer i R. De Saeger postavljaju pitanje: „Da li arhitekta, pejzažni arhitekta i urbani planeri mogu da obezbede da pejzaž postane glavni sastojak njihovih planova urbanog zgušnjavanja, poštujući postojeće granice grada, i da stvore održivu sredinu koja omogućuje dovoljno prostora deci za istraživanje svog slobodnog sveta?” [2]. Uvođenjem otvorenih površina, stvaraju se uslovi za odmor i rekreaciju, pospešuje se socijalna interakcija stanovnika i povećava se ekološki komfor. Takođe, zelene površine prostorno i fizički definišu područje, učestvujući na taj način u oblikovanje lokalnog pejzaža. Prema D. Milanović i Lj. Vasilevskoj, otvoreni prostori su jedni od osnovnih faktora održivosti LRHD naselja, kako sa društvenog i ekonomskog aspekta, tako i sa aspekta razvoja životne sredine [3]. U svom istraživanju [3], otvorene prostore u LRHD naseljima, autori, prema kriterijumu vlasničke strukture, dele na javne (veliki travnjaci direktno povezani sa stambenim prostorima, obale reke, pešačke staze, pristupni putevi sa ograničenim motornim saobraćajem, drvoredi, igrališta i sl.), poluprivatne (atrijumi, dvorišta, igrališta) i privatne (privatna dvorišta u okviru prizemnih stambenih jedinica, terase i balkoni i krovne terase), naročito se fokusirajući na poslednje. Kvalitet otvorenih površina u LRHD stanovanju se može sagledati sa različitih aspekata: 1) aspekta dizajna i komfora, 2) aspekta upotrebne raznovrsnosti i morfoloških karakteristika, 3) bezbednosti i 4) mogućnosti postizanja različitih oblika socijalne interakcije [1]. U Sauerovim projektima (Louis Sauer, američko-kanadski arhitekta, jedan od lidera u razvoju LRHD modela, naročito poznat po svojoj posvećenosti urbanoj obnovi i LRHD projektima šezdesetih i sedamdesetih godina 20. veka [4]) jasno je uočljiva hijerarhija u prostorima - od javnih (na nivou ulice), polujavnih (zajedničkih prostora grupe stambenih jedinica) do privatnih (ograđenih dvorišta, unutrašnjih patia i terasa). „Sauerova strategija LRHD stanovanja zamišljena je tako da deluje između postojećeg gradskog konteksta, urbane mreže i individualnih poseda. Glavne teme koje se tiču širenja gradova, ka kojima su usmerene originalne studije Modernističkog pokreta, Sauer je zamenio, stavljajući veći fokus na vezu između postojećeg grada i predloženog razvoja, drugim rečima, on ima veći fokus na konsolidaciju postojećeg gradskog tkiva.” [4] Postojanje unutrašnjih prostora različitih karakteristika, omogućuje smanjenje

troškova održavanja i istovremeno osigurava prostornu raznovrsnost [4].

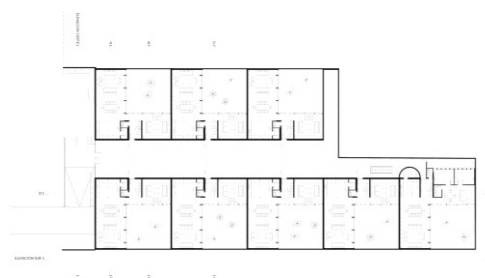
Gustina stanovanja ostvarena LRHD modelom je dovoljna da se opravda uvođenje javnog saobraćaja i prisustvo javnih sadržaja, čime se povećava kvalitet stanovanja naselja (što kod naselja sa individualnim kućama nije slučaj). Ovaj model je podjednako pogodan za gradska i prigradska naselja. Za razliku od visokih zgrada, niska ili srednja spratnost omogućuje optimalna arhitektonska rešenja, koja su više po meri čoveka, primetno je veći stepen privatnosti stanara u poređenju sa ustaljenim rešenjima višeporičnog stanovanja, a prisustvo zelenila na različitim urb-arhitektonskim nivoima kreira jaku vezu čoveka sa prirodom. Postojanje zajedničkih otvorenih površina, kao i drugih javnih sadržaja, pospešuje interakcije stanovnika naselja, čime se negira otuđenost prisutna u savremenim urbanim sredinama, a potenciraju tradicionalne vrednosti.

B. Stoilković, N. Petković-Grozdanović i G. Jovanović u svom radu naglašavaju kako se „san velike većine populacije da ima sopstvenu kuću u predgrađu, mora uskladiti sa stanovanjem srednjih i visokih gustina, kako bi se zaustavilo prekomerno neplansko širenje gradova i sprečilo dalje zauzimanje zelenih površina” [5]. Oni dalje ističu kako je „jasno da je potreban novi koncept i pristup stambenim pitanjima”, te da se „implementacijom koncepta individualizacije u stambenu arhitekturu mogu u velikoj meri zadovoljiti potrebe i zahtevi modernih gradskih žitelja”. [5]

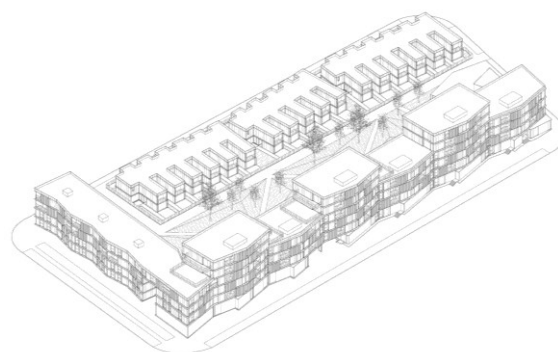
3 DISKUSIJA

Prethodni vek odredila je jasna podela tipologije stanovanja na višeporično i porodično. Ove dve, krajnje različite tipologije, nose sa sobom niz prednosti, ali i nedostataka. Dok visoki objekti sa velikim brojem stambenih jedinica, nude efikasnu upotrebu raspoloživog zemljišta, faktori poput nedostatka zelenih površina, odsustva kontakta sa tlom, smanjenja privatnosti stanara, kao i nedostatak individualizacije bitno utiču na smanjenje kvaliteta življenja. Sa druge strane, svi benefiti koje nudi porodično stanovanje, bivaju prekriveni senkom neracionalne izgradnje, odnosno neopravdanog infrastrukturnog ulaganja, te razvijanja dopunskih sadržaja, usled male gustine stanovanja. Situacija u kojoj, sa jedne strane, neracionalno korišćenje zemljišta, usled konstantnog porasta urbanog stanovništva i ubrzanog širenja gradova, postaje neodrživo, dok sa druge strane, „gomilanje stambenih

kula“ ima tendenciju dostizanja nehumanih uslova života na širem prostornom nivou, osnov je za pronalaženje alternativnih modela stanovanja, koji će napraviti kompromis između ustaljenih tipoloških oblika. Analizom projekata, odnosno istraživanja, prikazanih kroz tematski deo izložbe HOUSING 23, može se zaključiti da je LRHD model stanovanja jedan od modela koji u velikoj meri uspešno odgovara na izazove sa kojima se susreće svet današnjice. Od svojih začetaka, ovaj model je evidentno pretrpeo razne transformacije, pokazujući svoj adaptibilni potencijal, koji ima tendenciju povećanja stepena njegove primenljivosti u budućnosti. S obzirom da se radi o relativno mladom i nedovoljno istraženom modelu stanovanja, ne postoji njegoa jasna prostorno-funkcionalna definicija, osim postavljenih graničnih karakteristika na kojima počiva: niske spratnosti, velike gustine. Analizom prikazanih projekata, uočljivo je da je paleta pojava oblika LRHD stanovanja širokog raspona, od manjih grupacija kuća oko zajedničkog prostora (Slika 4), do velikih i složenih multifunkcionalnih kompleksa (Slika 5).

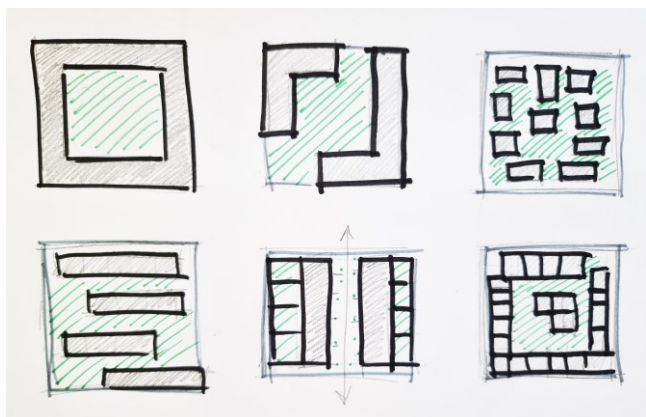


Slika 4 – Alcántara Housing Ensemble, autor: Izquierdo Lehmann, izvor: <https://www.archdaily.com/968016/8-houses-in-alcantara-street-cristian-izquierdo-lehmann> (29.04.2024.)



Slika 5 – Zac Andromède-Beauzelle Housing, autor: Francisco Mangado, izvor: <https://www.archdaily.com/911301/viviendas-zac-andromede-beauzelle-francisco-mangado> (29.04.2024.)

U prostornoj organizaciji LRHD naselja, strukture variraju od manje kompaktnih slobodnostojećih grupacija do tepih naselja i onih objedinjenih u jedan jedinstveni objekat (Slika 6). Šeme arhitektonskih kompozicija prikazanih kompleksa ukazuju na diverzitet forme. Razlikuju se slučajevi kada objekti prate oblik bloka i kreiraju poluzatvorenu ili zatvorenu kompoziciju koja u svom centralnom delu rezultira velikom zajedničkom zelenom površinom ili kada su objekti razbacani po celoj površini bloka. LRHD se prepoznaje i u formi interpolacija u gustom gradskom tkivu, u formi konverzije napuštenih objekata, u formi novonastalih prigradskih naselja na periferiji itd. Pojavni oblici su različiti i konteksti nastanka su različiti. Raznovrsnost primene se ogleda i u tipu korisnika: od stambenih jedinica namenjenih radnicima, do onih namenjenih imućnijem sloju stanovništva [6]. U konstruktivno-funkcionalnom smislu, kod jednog dela analiziranih primera uočljiva je modularnost i tipizacija, dok se kod drugog nailazi na usložnjavanje i kompleksnost elemenata.



Slika 6 – Šeme varijanti prostorne organizacije LRHD naselja/kompleksa, izvor: autori

Uprkos brojnim raznolikostima, koje onemogućuju sintezu jedinstvene šeme organizacije LRHD naselja, kao jedna zajednička i najčešća karakteristika koja se izdvaja u gotovo svim projektima kao dominantna jeste aktivniji tretman otvorenih prostora i jačanje njihove veze sa objektima. Pored privatnih otvorenih površina, akcent se stavlja na zajedničke zelene prostore, koji, osim primarne funkcije podizanja ekološkog komfora, imaju bitnu socijalnu funkciju, kao fokalne tačke iniciranja socijalnih interakcija u susedstvu.

Svi analizirani primeri jasno ukazuju na to da model LRHD stanovanja briše granice između porodičnog i višeporodičnog stanovanja, preuzimajući najpovoljnije karakteristike iz obe tipologije i objedinjujući ih u jedan hibrid koji korisnicima pruža

kvalitetnije uslove života i dokazuje da se u uslovima ograničene spratnosti može postići velika gustina stanovanja.

4 ZAKLJUČAK

Model LRHD stanovanja, sa evidentno nižim uticajem na životnu sredinu, bi mogao biti ključno rešenje za brojne ekološke i socijalno-ekonomske izazove koji su prisutni u današnjem društvu. Glavni cilj promovisanja ovog koncepta kroz izložbu HOUSING 23 je preusmeravanje pažnje sa uobičajenih, konvencionalnih, modela stanovanja ka alternativnim pristupima koji direktno doprinose poboljšanju kvaliteta usluga i uslova stanovanja, kao i zaštiti životne sredine. [6]

Prednosti LRHD modela stanovanja uključuju: bolju iskorišćenost prostora, smanjenje potrebe za motornim saobraćajem, jer se ljudi mogu kretati pešice ili biciklom, te stvaranje živih i povezanih zajednica. Takođe, LRHD koncept može pridoneti očuvanju prirodnog okruženja jer se manje zemljišta koristi za izgradnju. Ovaj koncept može biti privlačan u urbanističkim planovima koji teže stvaranju održivih gradova i naselja koji promovišu zajedništvo, dostupnost javnih prostora i smanjenje emisija štetnih gasova.

Tražeci odgovor na prethodno, napred u tekstu navedeno, pitanje koje su postavili P. Kuitenbrouwer i R. De Saeger, autori dolaze do zaključka da „u urbanim sredinama, LRHD tipologije omogućuju dodavanje stanova postojećem obrascu i silueti grada bez da ih nužno menjaju” [2]. „LRHD obezbeđuje povoljnu tipologiju stanovanju, direktno dostupnom sa kote terena, u urbanom kontekstu, baziranom na optimalnom korišćenju zemljišta. Gustina nije sama po sebi cilj i nije apsolutna stopa na kojoj bi trebalo da se zasniva urbanističko planiranje. Svesno razumevanje velike gustine treba da nastoji da naše gradove održi u životu, kako prostorno, tako i programski. Dakle, velika gustina u tipologijama niskih objekata treba da omogući pejzažu da postane deo stambenog prostora.” [2]

Možemo zaključiti da LRHD model stanovanja nosi sa sobom veliki potencijal, što primeri dobre prakse, prikazani na izložbi, i dokazuju. Ipak trebalo bi naglasiti da je uspešnost ovakve tipologije stanovanja zavisna od brojnih faktora, pre svega, naravno, od samog arhitektonskog i urbanističkog rešenja. Opstanak jednog naselja po principima LRHD u praksi takođe u velikoj meri zavisi i od stepena uspešnosti upravljanja naseljem, odnosno

njegovog održavanja, što je direktno povezano sa usklađenošću susedskih odnosa, ali i tipom vlasništva nad stambenim jedinicama i drugim sadržajima u naselju. Svakako, ove eventualne probleme je moguće prevazići dobrim i unapred razrađenim planiranjem, a da je model LRHD utopija, nedvosmisleno opovrgava uspešnost mnogobrojnih realizacija naselja koja traju.

Manifestacije poput uzložbe HOUSING bitne su i neophodne kako zbog prenošenja znanja, razmene iskustava, sticanja novih kontakata i umrežavanja ljudi iz struke i van nje, tako i zbog podizanja svesti čitave zajednice o aktuelnim pitanjima i problemima sa kojim se ljudi susreću na globalnom nivou. HOUSING je događaj koji je postao tradicija i, neskromno možemo reći, jedan od brendova Niša, kojim ovaj grad postaje prepoznatljiv i vidljiv širom planete. Dosta truda i mukotrpnog rada potrebno je uložiti u organizaciju jednog ovakvog događaja. Puno toga je ovde volonterski, ali se na kraju, kada se sve sumira, rad i te kako isplati i, grupi entuzijasta, svakom novom izložbom, daje snage da nastave i teže ka postavljanju viših standarda.

ZAHVALNOST

Sredstva za realizaciju rada obezbeđena su od strane Ministarstva nauke, tehnološkog razvoja i inovacija (Ugovor o realizaciji i finansiranju naučnoistraživačkog rada NIO (Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu) u 2024. godini, evidencioni broj: 451-03-65/2024-03/200095).

LITERATURA

- [1] Vasilevska Ljiljana: **Towards more User-Friendly Public Open Space in Low-rise High Density Housing Areas**, *Proceedings: First International Conference on Architecture and Urban Design (1-ICAUD)*, Tirana, pp. 855-84, 2012.
- [2] Kuitenbrouwer Paul, De Saeger Raf: **High-density, Low-rise – a challenge for Dwelling Landscapes in the Netherlands, Architectural Research by Design as a process towards incorporated typologies**, *Boundaries |Encounters| Connection - Papers presented at the Housing & Welfare Conference, Copenhagen*, Danish Building Research Institute, Aalborg University, pp. 144-155, 2015.
- [3] Milanović Danijela, Vasilevska Ljiljana: **Influence of private open spaces on the quality of living in Low-rise High Density Housing**, *Facta*

- Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 16, No 2, pp. 293-305, 2018.
- [4] Saggio Antonino: **Louis Sauer, The Architect of Low-rise High-density Housing**, *Lulu.com*, USA, 2014.
- [5] Stoiljković Branislava, Petković-Grozdanović Nataša, Jovanović Goran: **Individualization Concept in Housing**, *Facta Universitatis, Series: Architecture and Civil Engineering*, Vol. 13, No 3, pp. 207 – 218, 2015.
- [6] **Katalog 5. Međunarodne izložbe savremenog stanovanja – Stanovanje 23**, Univerzitet u Nišu, Građevinsko-arhitektonski fakultet, oktobar, 2023.

primljen: 26.02.2024.
korigovan: 03.04.2024.
prihvaćen: 08.04.2024.

Pregledni rad

UDK : 624.195
<https://doi.org/10.62683/NiP27.57-68>

TEHNOLOGIJA ISKOPA CESTOVNOG TUNELA HRANJEN MEHANIZOVANIM KONCEPTOM

Adam Avdić¹, Kemal Gutić², Ivan Mlakić Vuković³, Sanel Alić⁴

Rezime: Bosna i Hercegovina je zemlja u kojoj uglavnom prevladava brdsko planinski reljef, pa izrada nove putne infrastrukture ne predstavlja nimalo jednostavan zadatak, odnosno u manjoj ili većoj mjeri ovisno od konfiguracije terena nameće se kao potreba stalna izrada nadzemnih i podzemnih objekata kao što su mostovi, vijadukti i tuneli. Izrada cestovnog tunela Hranjen kao sastavnog dijela buduće brze ceste Prača-Hranjen-Goražde u istočnom dijelu zemlje predstavlja jedan od najzahtjevnijih projekata posljednjih decenija, a u momentu završetka izrade sa dužinom od preko 5.500,0 m tunel Hranjen predstavljati će najduži cestovni tunel u zemlji. S obzirom na složenost i kompleksnost koja proizilazi iz uslova radne sredine, odnosno izmjenjenih geoloških uslova sa kojima se učesnici u izradi susreću u odnosu na projektom predviđene uslove, daje se prikaz tehnologije njegove izrade, u konkretnom slučaju iskopa tunela primjenom mehanizovanog koncepta.

Ključne reči: Tunel, inženjerskogeološki uslovi, tehnološki proces, mehanizovani iskop, hidraulični i tunelski bager.

MECHANISED CONCEPT OF THE HRANJEN TUNNEL EXCAVATION TECHNOLOGY

Abstract: Bosnia and Herzegovina is a country with mountainous and hilly terrain, so the construction of new road infrastructure is not a simple task. Depending on the configuration of the terrain, the constant construction of above-ground and underground structures such as bridges, viaducts and tunnels is a necessity. The construction of the Hranjen road tunnel as an integral part of the future expressway Prača-Hranjen-Goražde in the eastern part of the country, and is one of the most demanding projects in the last decades which at the moment of completion will have a length of over 5,500.0 m. The Hranjen tunnel will be the longest road tunnel in the country. Taking complex working conditions into account, i.e. the geological conditions that the construction workers encounter in relation to the conditions foreseen by the project, the technology of tunnel excavation using a mechanised concept is presented.

Key words: Tunnel, engineering geological conditions, technological process, mechanized excavation, hydraulic and tunnel excavator.

¹ Mr., dipl.ing.rud., IPSA Institut d.o.o. Sarajevo, adam.avdic@ipsa-institut.com
ORCID 0009-0001-6906-258X

² Prof., dr.sc., Univerzitet u Tuzli, Rudarsko Geološko Građevinski fakultet Tuzla, kemal.gutic@untz.ba
ORCID 0009-0008-9107-4641

³ Dipl.ing.građ., IPSA Institut d.o.o. Sarajevo, ivan.mlakic@ipsa-institut.com
ORCID 0009-0005-5780-5947

⁴ Dipl.ing.geol., IPSA Institut d.o.o. Sarajevo, sanel.alic@ipsa-institut.com
ORCID 0009-0006-3153-5448

1 UVOD

Brza cesta Prača-Hranjen-Goražde u dužini od 13,7 km zamišljena je kao alternativa sadašnje loše veze između saobraćajnica M-5 i M-20 (dionica Sarajevo-Goražde), cestom R-448 preko opštine Pale.

Glavna karakteristika ove trase je tunel Hranjen, kroz brdski masiv Buložni-Hranjen, u pravcu sjeverozapad-jugoistok, sa maksimalnim nadslojem od oko 600,0 m.



Slika 1 – Geografski položaj tunela Hranjen

Sjeverni (ulazni) portal tunela nalazi se na području opštine Pale/Prača u dolini rijeke Čemernice (pritoka rijeke Prače) na koti 677 mnv. Od ulaza, tunel ima konstantan uzdužni nagib od 2,0% u dužini od 4,2 km, koji se na izlazu iz tunela povećava do 6,0%.

Južni (izlazni) portal nalazi se na području grada Goražda, oko 10,0 km udaljen od centra grada u pravcu sjeverozapada, u dolini Podhranjenskog potoka na koti 615 mnv.

Iskop tunela se izvodi sa dvije tunelske cijevi, glavnom za odvijanje saobraćaja i servisnom evakuacionom u fazi eksploatacije objekta.

Osovinski razmak između tunelskih cijevi je konstantan i iznosi 25,0 m, koje su međusobno povezane poprečnim vezama za vozila i pješake na svakih 250,0 m. Glavna tunelska cijev je projektovana sa dvije saobraćajne trake širine 3,5 m, dok je širina ivičnih traka 0,35 m, što je u skladu sa propisima iz oblasti sigurnosti saobraćaja.

Glavna cijev (st. km 2+752,8 do 8+309,7) ukupne je dužine 5.556,9 m (sa portalnim konstrukcijama), od čega podzemni iskop iznosi 5.497,5 m (st. km 2+772,5 do 8+270,00). Poprečni nagib tunela u krivinama iznosi 3,9%, a u pravcu 2,5%, dok svjetli (saobraćajni) profil iznosi 55,3 m².

Servisna tunelska cijev (st. km 2+810,0 do 8+290,0) ukupne je dužine 5.480,0 m, od čega podzemni iskop iznosi 5.450,0 m (st. km 2+820,0 do 8+270,0). Poprečni nagib tunela je konstantan i iznosi 2,5%, a svjetli profil je 24,4 m².

Iskopni profili glavne tunelske cijevi ovisno o inženjerskogeološkim uslovima i broju iskopskih faza su promjenjivi i kreću se od 79,2 do 103,0 m² za klasični tunelski profil, odnosno od 103,0 do 131,0 m² za prošireni profil sa parking nišama.

Iskopni profil servisne tunelske cijevi kreće se od 28,4 do 44,3 m², u poprečnim vezama za pješake je 18,3 m², a u poprečnim vezama za vozila 49,0 m².

Tunel je osim navedenog opremljen i ostalim konstruktivnim elementima kao što su elektro, drenažne, hidrantske i SOS niše. Navedeni poprečni presjeci i konstruktivni elementi omogućavaju smještaj svih potrebnih uređaja i opreme, te provjetravanje uzdužnom ventilacijom u fazi eksploatacije objekta [1].

2 INŽENJERSKOGEOLOŠKI USLOVI

Da bi se prikupili svi potrebni podaci za projektovanje veoma dugih tunela, $l \geq 4.000,0$ m [2] potrebno je da se obave određeni istražni radovi koji u konačnici koriste analizi i izradi:

- Geoloških, hidrogeoloških, seizmotektonskih i inženjerskogeoloških karakteristika terena;
- Fizičko-mehaničkih osobina tla i stijena i
- Geotehničkog modela i geotehničkih uslova.

2.1 REZULTATI ISTRAŽNIH RADOVA

Geološka i geotehnička istraživanja su aktivnosti kojima se istražuju sastav, osobine i stanje stijenske mase prije, za vrijeme i poslije izrade objekta, obuhvatajući prognoze i kontrole njihovog daljeg ponašanja.

Radna sredina predstavlja prostor u kome se vrše različite tehnološke operacije (iskop, utovar, transport, podgrađivanje i dr.), a geotehnički uslovi su skup okolnosti koje proizilaze iz karakteristika i stanja geološke građe radne sredine koji utiču na sigurnost i ekonomičnost radova [3].

Za potrebe izrade projektne dokumentacije tunela Hranjen izvedene su sljedeće aktivnosti:

- Inženjerskogeološko kartiranje;
- Hidrogeološka istraživanja;
- Geofizička istraživanja;
- Istražno bušenje sa uzorkovanjem i
- Laboratorijska ispitivanja.

Istražni radovi obavljani su na ograničenom prostoru, na lokacijama tunelskih portala i definitivno nisu dali odgovore na stvarno stanje radne sredine kroz koju je potrebno izvršiti iskop tunela.

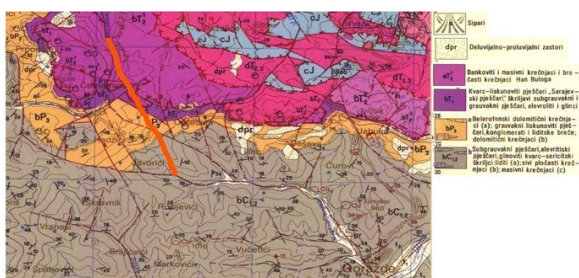
Razlozi za ograničenost u istražnom pristupu isključivo leže u geomorfološkim karakteristikama terena koji su veoma nepovoljni, čemu posebno doprinose strme kanjonske strane rijeke Čemernice, velike visinske razlike u terenu, visina nadsloja tunela i nepristupačnost, što je onemogućilo adekvatnu dispoziciju i izvođenje istražnih radova po osovini tunela, prije svega istražnog bušenja (urađeno svega 5 istražnih bušotina tunelskim portalima), i u fazi iskopa uticalo je na prilagođavanje tehnologije izvođenja.

Na osnovu geoloških prognoza, u nastavku se daju inženjerskogeološki uslovi, važni za tehnologiju iskopa.

Geološki sastav

Geološku građu terena u osnovi izgrađuju donje i srednjekarbonski sedimenti (C_{1,2}), sedimenti gornjeg perma (P₃), donjetrijaski sedimenti verfena (T₁), srednjetrojaski sedimenti (T₂¹) i kvartarne naslage sa genetskim tipovima pokrivača koji su predstavljeni: krečnjacima, pješčarima, škriljcima, brečama, glincima, konglomeratima i alevrolitima različitih debljina i dužina slojeva u osovini tunela. Gledano duž osovine tunela od ulaza prema izlazu prognozno očekivane geološke sredine bile su:

- Od ulaza do 1.000,0 m, krečnjaci;
- Od 1.000,0 do 1.900,0 m, pješčari, glinci i alevroliti;
- Od 1.900,0 do 3.000,0 m, pješčari, krečnjaci, alevroliti i konglomerati i
- Od 3.000,0 m do izlaza pješčari, alevroliti, konglomerati i krečnjaci.



Slika 2 – Isječak geološke karte šireg područja tunela Hranjen, izvor: OGK list Prača, M 1:100.000 [1]

Hidrogeološke karakteristike

Hidrogeološka kategorizacija stijena je definisana na osnovu osobina stijena da propuštaju, akumuliraju ili otpuštaju podzemne vode, te su na osnovu toga, za tunel Hranjen izdvojene tri kategorije:

- Propusne: krečnjaci;
- Pretežno nepropusne: alevroliti, škriljci, glinci;
- Praktično nepropusne stijene: škriljci.

Inženjerskogeološke karakteristike

Prema preporukama "Međunarodne asocijacije za inženjersku geologiju" (UNESCO/IAEG), a na osnovu istražnih radova i ispitivanja prognozirane su stijenske mase u kojima će se izvoditi iskop tunela, izvršena je analiza i interpretacija geotehničkih uslova, urađena inženjerskogeološka karta tunela, tuneskih portala i uzdužni inženjerskogeološki profili tunelskih cijevi sa izvršenom klasifikacijom stijenskih masa (tabela 1).

Tabela 1 – Prognozni geotehnički model tunela

Geoteh. sredina	Litološki opis	σ_p (MPa)	E (MPa)	GSI
T ₂ ¹	masivni krečnjaci	50 – 100	5.000–60.000	20 – 70
T ₁	kvarc-liskunoviti pješčari, glinoviti škriljci, kvarcni pješčari, alevroliti	1 – 15	-	-
P ₃	kvarcni pješčari, konglomerati, glinoviti škriljci, alevroliti	15 – 60	2.000 – 20.000	25 – 50
C _{1,2}	pješčari i breče, alevroliti, glinoviti kvarc, sericitiski škriljci	15 – 60	2.000 – 20.000	20 – 50

Geotehnički uslovi izrade tunela

Za potrebe iskopa i definisanja geotehničkih uslova pri izradi tunela Hranjen koristi se RMR (Rock mass rating) kategorizacija stijenske mase po Bieniawskom (1973) i prognozno je podijeljen na 11 sektora [1]:

- Sektor 1: st. km 2+800,0 do 2+814,95 (14,95 m). Potralna zona koju sačinjavaju masivni, ispucali i degradirani krečnjaci (IV kategorija);
- Sektor 2: st. km 2+814,9 do 3+520,0 (705,0 m). Masivni, bankoviti i slojeviti krečnjaci (II);
- Sektor 3: st. km 3+520,0 do 3+860,0 (340,0 m). Degradirani i ispucali krečnjaci (IV);
- Sektor 4: st. km 3+860,0 do 4+520,0 (660,0 m). Pješčari, alevroliti, škriljci, krečnjaci i glinci (II);
- Sektor 5: st. km 4+520,0 do 4+680,0 (160,0 m). Zdrobljene stijene, drobinsko blokovski i glinovito pjeskoviti materijal (V);
- Sektor 6: st. km 4+680,0 do 5+560,0 (880,0 m). Pješčari i konglomerati, a zastupljeni su i škriljci, alevroliti kao i krečnjaci (III);

- Sektor 7: st. km 5+560,0 do 5+720,0 (160,0 m). Ispucala, zdrobljena i jako razglinjena stijenska masa (V);
- Sektor 8: st. km 5+720,0 do 6+720,0 (1.000,0 m). Pješčari, alevroliti, glinci, sericitski škriljci sa proslojcima, ulošcima i sočivima krečnjaka, karbonatnih škriljaca, lidita i rožnjaca (III);
- Sektor 9: st. km 6+720,0 do 6+880,0 (160,0 m). Zastupljenost litoloških članova kao i u sektoru 7 sa rasjednim kontaktom u okviru klastita (V);
- Sektor 10: st. km 6+880,0 do 8+180,0 (1.300,0 m). Stijenska masa kao u sektoru 8 (III) i
- Sektor 11. st. km 8+180,0 do 8+270,0 (90,0 m). Slabo zaglinjene drobine i blokovi škriljaca (V).

2.2 GEOLOŠKA ANALIZA

Redovnim geološkim kartiranjem u toku radova i naknadnom analizom podataka nakon obavljenog iskopa sa sjeverne strane u dužini 789,0 m i 1.247,0 m sa južne strane (37,0% glavne i 35,0% servisne tunelske cijevi), ustanovljeno je da geološka građa stijenske mase znatno ostupa u odnosu na projektom predviđenu (tabele 2, 3 i 4), zbog izražene intenzivne tektonske aktivnosti, rasjednih zona, geološke navlake i pojave većih priliva podzemnih voda.

Tabela 2 – Stijenska masa u glavnoj tunelskoj cijevi

RMR kategorija	Opis	Stvarno obavljani iskop	
		m'	%
II	dobra stijena	0	0,0
III	povoljna stijena	142,7	7,0
IV	slaba stijena	1.075,5	52,8
V	vrlo slaba stijena	817,8	40,2
Ukupno:		2.036,0	100,0

Tabela 3 – Stijenska masa u servisnoj tunelskoj cijevi

RMR kategorija	Opis	Stvarno obavljani iskop	
		m'	%
II	dobra stijena	0	0
III	povoljna stijena	70,6	3,7
IV	slaba stijena	1.154,6	60,5
V	vrlo slaba stijena	681,8	35,8
Ukupno:		1.907,0	100

Tabela 4 – Usporedba geotehničkih uslova

RMR kategorija		II	III	IV	V	Σ
		Glavni projekat	m	1.365,0	3.180,0	340,0
	%	25,0	58,0	6,0	11,0	100
Izvedeni iskop	m	0,0	142,7	1.075,5	817,8	2.036,0
	%	0	7,0	52,8	40,2	37,0

Prema geološkoj prognozi, nastavak podzemnog iskopa će izvoditi u V stijenskoj kategoriji, oko 40,0% i IV stijenskoj kategoriji oko 60,0% prema RMR kategorizaciji sve do proboja tunela, što u konačnici određuje i primjenjenu tehnologiju rada.

BRZA CESTA HRENOVICA-HRANJEN-GORAŽDE; Faza ; Lot 1	List br. 29 / RMR
Gradjevina: TUNEL "HRANJEN" - GTC IZLAZ	Datum: 26.05.2021.
Izvođač: EURO-ASFALT d.o.o.	Vrijeme:
Nadzor: IPISA Institut d.o.o. Sarajevo	Stacionaža: 3+574.00
Investitor : JP Autoceste Federacije BiH	
INŽENJERSKO GEOLOŠKI IZVJEŠTAJ	
Metoda iskopa: <i>mašinski/miniranje</i>	Dnevni napredak:
Nadslj: _____	Smjer napredovanja: 310-130°



Vrsta stijene:	alevroliti, glinci	Čvrstoća (MPa):	vrlo niska	< 25	MPa
Stratigrafska pripadnost:	verfen	RQD (%):	vrlo slab	< 25	%
Trošnost:	potpuno trošne	Boja:		siva	

Litološke, strukturne i inž. geološke karakteristike:
Iskop protazi kroz materijal koji je pretrpio uticaj intenzivne tektonske aktivnosti. Stijenski masiv je predstavljen svim tankoslojnim alevrolitima i glincim, podređeno mekim pjesčarima. Iskop protazi kroz materijal ekstremno različitih fizičko-hemijskih karakteristika što predstavlja izrazito nepovoljne uslove za iskop. Trenutne prilike u stijenskoj masi zahtijevaju poseban pristup. Radi se o tektonskoj zoni

Oznaka diskontinuiteta:	SKUP 1	SKUP 2	SKUP 3	Pojedinačni disk.
Opis diskontinuiteta:				
Smjer pružanja/nagib:				
Razmak disk. (debljina):	vrlo mali <0,06			
Dužina, perzistencija:	3,0-10,0 m			
Zijev:	>5,0 mm			
Hrapavost:	glatke			
Ispuna:	meka ispuna <5mm			
Rastrošenost:	jako trošne			
Podzemna voda:				
Priljev na 10 m tunela:	nikakav	potpuno suho		Temp. / kemizam:
Opće stanje:				Uzorci:

RMR - KLASIFIKACIJA

1. Čvrstoća st. mase (MPa)	vrlo niska	< 25		
br. bodova	2			
2. RQD (%)	vrlo slab	< 25		
br. bodova	0			
diskontinuiteti:				
3. Razmak diskontinuiteta	vrlo mali <0,06			
br. bodova	5			
4. Stanje diskontinuiteta				
Dužina:	3,0-10,0 mm			
br. bodova	2			
Zijev:	> 5,0 mm			
br. bodova	0			
Hrapavost:	glatke			
br. bodova	1			
Ispuna:	meka ispuna			
br. bodova	0			
Rastrošenost:	jako trošne			
br. bodova	1			
5. Podzemna voda:				
Priljev na 10 m tunela	nikakav			
Opće stanje	potpuno suho			
br. bodova	15			
6. Korekcija za utjecaj pružanja i nagiba disk.				
br. bodova	vrlo nepovoljno			
	-12			

UKUPAN BROJ BODOVA: 14

KATEGORIJA STIJENSKE MASE

Bodovi	100-81	80-61	60-41	40-21	<20
Kategorija	I	II	III	IV	V
Opis stijene	Vrlo dobra	Dobra	Povoljna	Slaba	Vrlo slaba

Napomena:

Slika 3 – Primjer inženjerskogeološkog izvještaja za V stijensku kategoriju, izvor: terenske zabilješke

3 ISKOP TUNELA HRANJEN

Podzemni iskop tunela se obavlja istovremeno u glavnoj i servisnoj tunelskoj cijevi, sa obje tunelske strane, a iskopni materijal iz tunela se transportuje na predviđene deponije izvan tunela koje su formirane u skladu sa Zakonskom regulativom.

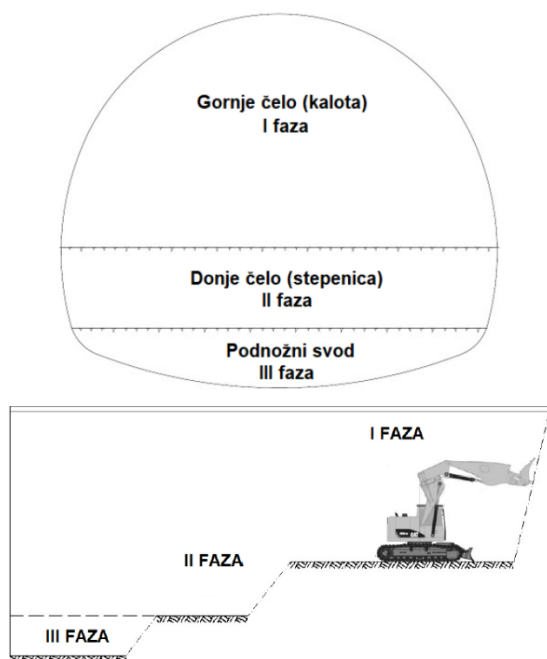
3.1 METODE I FAZE ISKOPA

Iskop tunela Hranjen obavlja se na tri načina:

- Mehanizovano (hidrauličnim bagerima);
- Bušenjem i miniranjem i
- Kombinovano, u slabim stijenskim masama sa parcijalnim bušenjem i miniranjem.

S obzirom na metodu izrade po NATM (Nova austrijska tunelska metoda) i inženjerskogeološke uslove, iskop je podijeljen na više faza u glavnoj tunelskoj cijevi, dok se u servisnoj tunelskoj cijevi i poprečnim vezama obavlja u punom profilu, osim gdje je predviđen iskop podnožnog svoda (slika 4).

Glavna tunelska cijev podijeljena je na iskop gornjeg i donjeg čela radilišta (kalotu i stepenicu), a u izrazito nepovoljnim inženjerskogeološkim uslovima primjenjuje se i iskop treće faze, podnožnog svoda.



Slika 4 – Višefazni iskop tunelske cijevi

Za ispravno i kontrolisano vođenje iskopa, na radnim čelima obezbjeđuje se ispravna orijentacija sa obilježavanjem konture iskopa i označavanjem bojom (markiranjem) od strane geodetske službe za svaki korak iskopa ponaosob.

Na osnovu geološke analize i prognoze, a vodeći se principima za pojedine stijenske kategorije, lako je uočljivo da se većina iskopa obavlja mehanizovano (IV i V kategorija) u odnosu na projektom dominantno predviđenu metodu bušenja i miniranja.

3.2 MEHANIZOVANI KONCEPT ISKOPA

Za primjenu mehanizovanog iskopa tunela koriste se hidraulični bageri odgovarajućih dimenzija, klasični ili tunelski sa posebnom rotirajućom kašikom čija tehnologija rada omogućava formiranje zahtjevane konture iskopnog profila.

Svi podzemni objekti, bez obzira na namjenu predstavljaju nazahtjevnije okruženje za rad bagera. Rad na iskopu podzemnih objekata postaje učinkovit kada bager, uprkos teškim uslovima rada u ograničenom radnom prostoru može obaviti iskop tunelskog profila koji je potreban, na siguran i efikasan način. U prevodu, bageri namjenjeni za podzemne iskope moraju proizvesti visok hidraulični kapacitet i biti opremljeni radnim elementima koji su prilagođeni određenim uslovima rada.

3.2.1 Izbor opreme za mehanizovani iskop

Hidraulični bageri koji se koriste za iskop tunela Hranjen su:

- Tunelski bager HIDROMEK 220LC TX i
- Hidraulični bager HYUNDAI Robex 220LC 9S.

Radni elementi za iskop bagerima su:

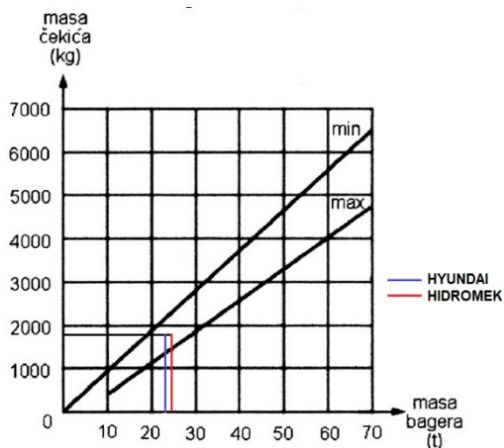
- Bagerska kašika, zapremine do 1,0 m³;
- Specijalna kašika za tunelski bager i
- Hidraulični čekić.

Hidraulični (HD) čekić

Predstavlja radni element čiji zadatak je da energiju fluida (ulja) pod pritiskom pretvori u mehaničku energiju. Svim vrstama hidrauličnih čekića princip rada je isti, ulje se pod pritiskom dovodi na klip čekića koji udara u radni alat i prenosi udar na iskopni materijal.

Pri izboru čekića važno je da njegova masa bude usklađena sa masom bagera, tj. bager ne smije biti pretežak niti prelagan za odabrani čekić i obratno. U suprotnom, dolazi do smanjene učinkovitosti i ubrzanim habanjem i kvarovima na čekiću ili bageru.

Pored činjenice da svi proizvođači hidrauličnih čekića u svojim tehničkim karakteristikama navode prihvatljivu masu bagera postoje i načini za provjeru usklađenosti, a jedan od načina je na osnovu dijagrama sa slike 5 [4].



Slika 5 – Dijagram za utvrđivanje usklađenosti HD čekića i bagera, izvor: Kujundžić, T., Rudarski i geotehnički strojevi, Sveučilište u Zagrebu, RGNF, 2015

Za iskop tunela Hranjen, u upotrebi su čekići mase od 1.800,0 kg, a s obzirom na mase bagera od 23,8 t za HIDROMEK [5], odnosno 21,9 t za HYUNDAI [6] prema predhodnom dijagramu, utvrđen je optimalan izbor mase čekića.

HD čekići imaju dva načina rada, otkopavanje prodiranjem i razrušavanje udarom. Otkopavanje prodiranjem se sastoji od drobljenja stijenskog materijala kombinacijom valova naprezanja, tj. visokih razina naprezanja koji djeluju u kratkom vremenu i „efekta klina“ koji proizvodi oblik radnog alata. Razrušavanje udarom lomi materijal pomoću valova naprezanja sa minimalnim udjelom prodiranja. Na koji će način čekić raditi, ovisi o odabiru radnog alata koji se može podijeliti u tri osnovne grupe (slika 6).

oštri završetak		
tupi završetak		
dlijeto		

Slika 6 – Radni alati hidrauličnih čekića

Radni alati HD čekića za iskop tunela Hranjen su dlijeto ili tupi završetak, kojima se postiže najbolji efekat jer se stijenska masa kopa prodiranjem alata u postojeće pukotine stijenske mase (dlijeto), dok se upotrebom tupog završetka postiže najučinkovitiji prenos udarne energije čekića na stijensku masu.

U lošoj stijenskoj masi, kakva je u tunelu, granulacija iskopnog materijala je zadovoljavajuća zbog činjenice da se nalazi u prirodno trošnom i ispucalom stanju i prije samog iskopa, pa radni alat sa oštrim završetkom koji je preporučljiv za usitnjavanje vangabaritnih blokova, nema veliku primjenu.

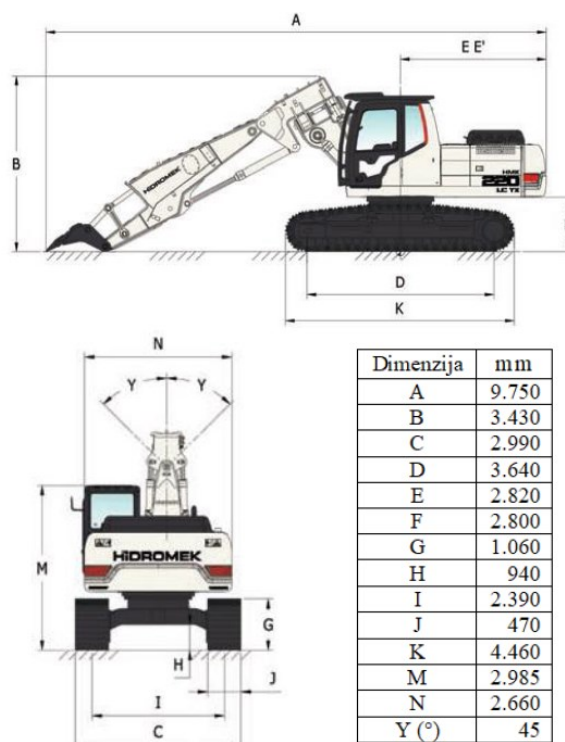
Tunelski bager HIDROMEK 220LC TX

Tunelski bager HIDROMEK 220LC TX predviđen je za podzemni iskop. Prema namjeni spada u grupu bagera sa dubinskim kopanjem i opremljen je brzom spojnicom za jednostavnu promjenu radnog elementa.

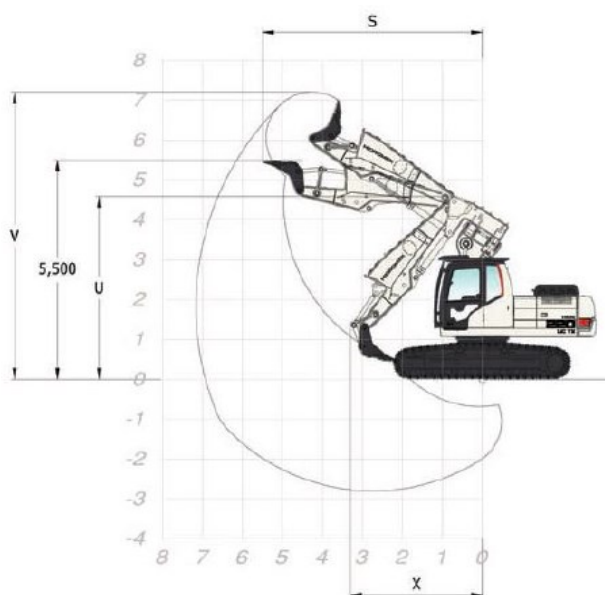


Slika 7 – Iskop čela tunelskim bagerom HIDROMEK 220LC TX, izvor: Avdić, A., 2020

Specifičnost tunelskih bagera u odnosu na klasične sastoji se u tome da su opremljeni specijalnom namjenskom rukom koja ima mogućnost rotacije u dva pravca pod uglom od 45° i omogućava radnom elementu da kod iskopa oblikuje predviđeni iskopni profil. Za ovakav vid iskopa kao radni element prijenjuje se specijalna kašika sa dva ili tri zuba.



Slika 8 – Dimenzije bagera HIDROMEK 220LC TX, izvor: Hidromek CO., 2016



Dimenzija	mm
S. Maksimalni dohvat iskopa na visini 5,5 m	5.500
U. Maksimalna visina iskopa	4.600
V. Ukupna visina	7.200
X. Poluprečnik zamaha	3.350

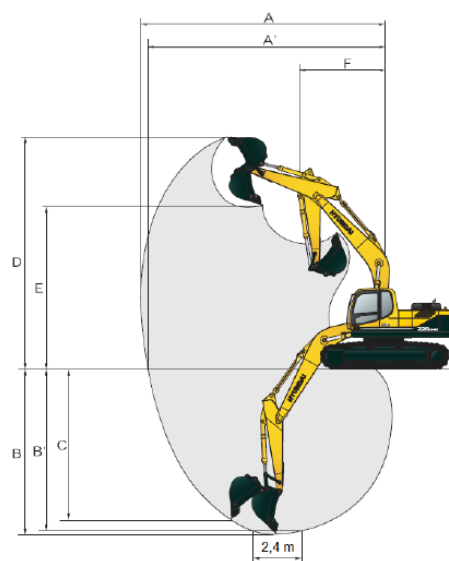
Slika 9 – Tehnološka šema rada bagera HIDROMEK 220LC TX, izvor: Hidromek CO., 2016

Bager HYUNDAI Robex 220LC 9S

Hidraulični bager HYUNDAI Robex 220LC 9S, obzirom na dimenzije koristi se za iskop i utovar stijenske mase u tunelu, ali se može koristiti i za iskopne radove na površini. Kao i tunelski spada u grupu bagera sa dubinskim kopanjem, pomoću radnog elementa, bagerske kašike ili hidrauličnog čekića.

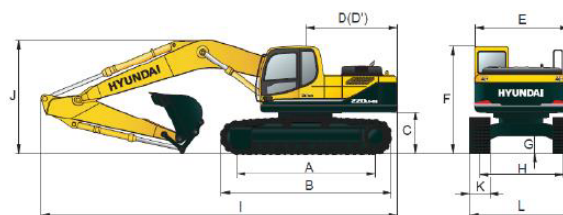


Slika 10 – Iskop podnožnog svoda hidrauličnim bagerom HYUNDAI Robex 220LC 9S, izvor: Avdić, A., 2020



Dimenzija	mm
A. Maksimalni dohvat iskopa	9.140
B. Maksimalna dubina iskopa	5.820
C. Maksimalna vertikalna dubina iskopa	5.280
D. Maksimalna visina iskopa	9.140
E. Maksimalna visina utovara – istovara	6.330
F. Minimalni radijus zaokretanja	3.750

Slika 11 – Tehnološka šema rada bagera HYUNDAI Robex 220LC 9S, izvor: Hyundai Heavy Industries CO., 2011



Dimenzija	mm	Dimenzija	mm
A	3.650	G	480
B	4.440	H	2.390
C	1.060	I	9.650
D	2.830	J	3.200
E	2.740	K	900
F	2.920	L	3.290

Slika 12 – Dimenzije bagera HYUNDAI Robex 220LC 9S, izvor: Hyundai Heavy Industries CO., 2011

3.2.2 Tehnologija mehanizovanog iskopa

Početak mehanizovanog iskopa dozvoljen je samo nakon što su preduzete sve potrebne mjere sigurnosti i zaštite na radu koje podrazumjevaju:

- Izvedena predhodna primarna podgrada;
- Čelo zaštićeno mlaznim betonom (po potrebi);
- Pripravna vodena mlaznica;
- Aktivno separatno provjetravanje radilišta;
- Izvršena kontrola gasnog stanja;

- Osvjetljeno čelo radilišta;
- Uspostavljeno odvodnjavanje (po potrebi);
- Zaposlenici koji ne učestvuju u tehnološkom procesu povučeni na sigurnu udaljenost i
- Pregledani svi elementi bagera.

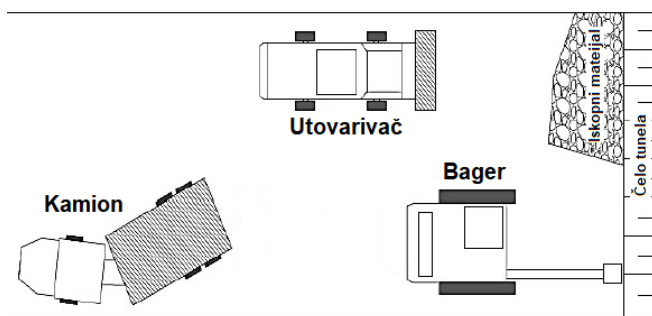


Slika 13 – Obaranje prašine vodenom mlaznicom pri mehanizovanom iskopa tunela, izvor: Avdić, A., 2020

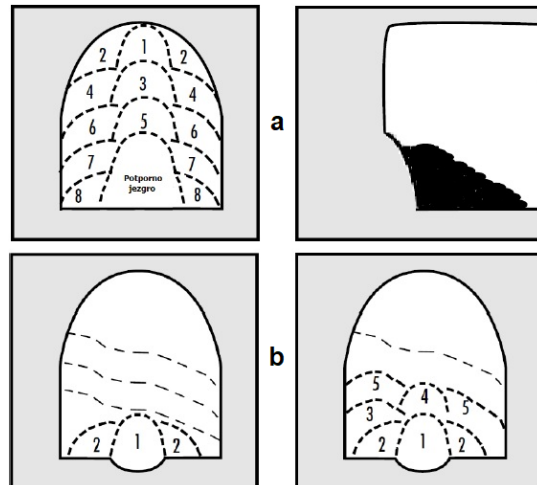
Mehanizovani iskop obavlja se maksimalno kontrolisano, kako bi se ograničio nepotreban prekopprofilni iskop i nepotrebno drobljenje stijenske mase izvan projektovane teorijske linije iskopa.

U ispucalim stijenskim masama gdje je kontrola otežana, iskop se obavlja od krovine prema podini radnog čela sa ostavljanjem potpornog jezgra čija funkcija je prihvatanje pritiska krovinskih naslaga i privremeno osiguranje čela sve do ugradnje primarne podgrade (slika 15).

Kada je stijenska masa na radnom čelu izrazito uslojena, što je najčešći slučaj kod iskopa tunela Hranjen, iskop se obavlja na način formiranja slobodne površine prema kojoj se dalje okomito na pravce pružanja slojeva stijenske mase obavlja iskop, čime se iskorištavaju prirodne slabosti stijene i povećava produktivnost bagera (slika 16).

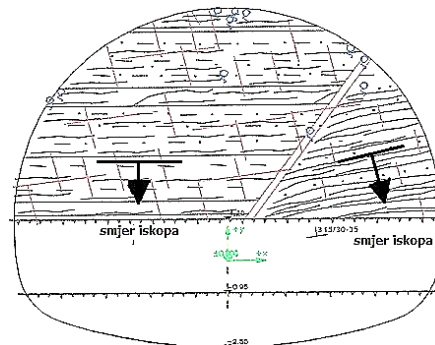


Slika 14 – Tehnološka šema mehanizovanog iskopa tunela



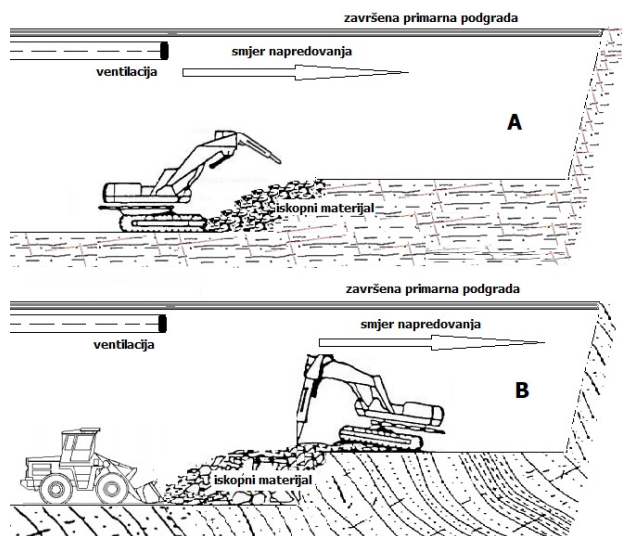
Slika 15 – Redosljed iskopa tunela, u trošnoj (a) i slojevitoj stijenskoj masi (b)

S obzirom na odnose između širine iskopnih profila i bagera, iskop gornjeg čela obavlja se na jednoj strani sa odbacivanjem iskopnog materijala na drugu stranu i obratno, čime se omogućava istovremeno obavljanje utovara i transporta iskopnog materijala (slika 14), smanjuje se vrijeme radne operacije, a samim tim i troškovi izrade tunela.



Slika 16 – Smjer iskopa u odnosu na pružanje slojevitosti

Tehnološki postupak iskopa donjeg čela, ako se obavlja po cijeloj širini, identičan je kao i za gornje čelo, a ukoliko je podijeljen na dva dijela (češći slučaj), bager nesmetano može obavljati iskop na jednoj polovini, dok se druga polovina koristi kao transportna rampa. Izuzetno, za iskop donjeg čela u ovisnosti od pravca pružanja slojeva stijenske mase, pozicija bagera može biti ispred čela u slučaju blago nagnutog ili horizontalnog pružanja slojeva, dok je u slučaju vertikalnijeg pružanja slojeva iskop lakše obavljati odozgo, kada se bager nalazi na čelu (slika 17) što dinamički posmatrano predstavlja bolju opciju, zbog mogućnosti istovremenog utovara i transporta iskopnog materijala.



Slika 17 – Mehaničani iskop donjeg čela (stepenice) u ovisnosti o pružanju slojeva

Kod iskopa servisne tunnelske cijevi i poprečnih prolaza, bageru je, s obzirom na širine iskopnih profila omogućen rad sa jedne pozicije, s tim da se iskop uglavnom obavlja od podine prema krovini čela, jer bi u suprotnom moglo doći do zastoja u čistom efektivnom radu bagera, obzirom na vrijeme koje bi mu bilo potrebno za uklanjanje iskopnog materijala kako bi se pristupilo iskopu donjeg dijela ili eventualnom povlačenju na određenu udaljenost i čekanja zbog utovara i transporta, a nakon toga i povratka.

3.2.3 Vanredne okolnosti (prekopprofilni iskop)

Kod pojave prekopprofilnog iskopa potrebno je odmah postaviti osiguranje kako bi se izvršila stabilizacija okolne stijenske mase. Odmah je potrebno obavijestiti Projektanta i Nadzor na gradilištu. Način i postupke sanacionih radova usaglašavaju Izvođač, Projektant i Nadzor.

Izvođač je obavezan da pripremi detaljan Tehnološki elaborat sanacionih radova koji mora biti odobren od strane Nadzora, a sanacione radove je potrebno izvesti prije daljeg napredovanja iskopa, ukoliko Nadzor ne odredi ili odobri drugačije.

Ako se utvrdi da su prekopprofilni iskop prouzrokovali fizički uslovi koji su izvan kontrole Izvođača, te da prekopprofilni iskop nije nastao usljed neispravne tehnologije izvođenja radova, nastali otvor treba izmjeriti na licu mjesta od strane geodetske službe, te na osnovu snimka utvrditi količine materijala koje su potrebne za sanaciju. Navedene količine odobrava Nadzor i ovjerava ih za plaćanje kod Investitora.

4 PRORAČUNI ZA ISKOP

Proračuni mehanizacije za iskop vrše se na osnovu smjenskog i dnevnog napredovanja radova.

Projektovani korak iskopa u slabim stijenskim kategorijama za tunel Hranjen u prosjeku je 1,0 m, a maksimalni praktični učinak po tunnelskim cijevima na dnevnoj bazi iznosi 2 koraka, odnosno 2,0 m/dan (ukupno 4,0 m/dan/cijev za napadne tačke). Dnevni kapacitet iskopa koji je potrebno zadovoljiti jednak je:

$$Q_d = \frac{S \cdot l \cdot k_r}{n_k}, (m^3/h \text{ č. m.}) \quad (1)$$

gdje su:

S_1 – iskopna površina (prosjeak) = 91,0 m², GTC

S_2 = 36,0 m², STC

l – korak iskopa = 1,0 m

k_r – koeficijent rastresitosti = 1,30 [7]

n_k – dnevni napredak iskopa = 4,0 m

Prosječni koeficijenti rastresitosti stijenske mase u kašici bagera ($k_r = 1,30$), punjenja kašike ($k_{pu} = 1,0$) i bagerovanja kod iskopa u masivu ($k_b = 0,75$) za tankoslojevite i rastresite stijenske mase preuzeti su iz izvora [7].

$Q_{s1} = 29,5 m^3/h \text{ č. m.}$, za GTC

$Q_{s2} = 11,7 m^3/h \text{ č. m.}$, za STC

4.1 KAPACITET BAGERA

Kapacitet bagera zavisi od osobina stijenske mase u kojoj se obavlja iskop, oblika i dimenzija iskopnog profila, konstrukcije bagera i organizacije radova.

Teoretski kapacitet (Q_t) odražava konstruktivne karakteristike bagera i jednak je:

$$Q_t = \frac{3.600}{t_{c(t)}} \cdot E, (m^3/hr. m.) \quad (2)$$

gdje su:

E – zapremina kašike = 1,0 m³

$t_{c(t)}$ – teotetsko vrijeme ciklusa = 17,5 [8]

$Q_t = 206,0 m^3/hr. m.$

Tehnički kapacitet (Q_{th}) je maksimalni trenutni kapacitet u određenoj stijenskoj masi i pored konstrukcije bagera odražava i sve prirodne faktore:

$$Q_{th} = Q_t \cdot \frac{k_{pu}}{k_r} = \frac{3.600}{t_{c(t)}} \cdot E \cdot k_b, (m^3/h \text{ č. m.}) \quad (3)$$

$Q_{th} = 154,0 m^3/h \text{ č. m.}$

Otkopni kapacitet (Q_{ot}) bagera je maksimalno mogući kapacitet u određenom otkopu (čelo tunela) ili stijeni, a odražava, pored konstruktivnih i prirodnih i tehnološke faktore koji se odnose na dimenzije iskopa i jednak je:

$$Q_{ot} = Q_{th} \cdot k_{ot} = \frac{3.600}{t_c} \cdot E \cdot k_b, (m^3/h \text{ č.m.}) \quad (4)$$

gdje su:

$k_{ot} = t_{c(t)}/t_c$ – koeficijent otkopa

t_c – stvarno vrijeme ciklusa

$$t_c = t_k + t_{o(i)} + t_{o(o)} + t_i, (s)$$

Proces iskopa bagerskom kašikom sastoji se iz četiri osnovne operacije u jednom ciklusu: kopanje i punjenje kašike (t_k), prenos zahvaćenog materijala (okretanje) od otkopa do mjesta istresanja ($t_{o(i)}$), istresanje kašike (t_i) i povratak (okretanje) u otkop ($t_{o(o)}$). Pomoćne operacije (izvlačenje i spuštanje kašike prije istresanja, spuštanje i uvlačenje kašike prije početka kopanja i dr.) izvode se istovremeno sa osnovnim operacijama pa za njih nije potrebno dodatno vrijeme u ciklusu.

Analizirajući rad bagera koji se koriste za iskop tunela Hranjen, izmjerene su sljedeće prosječne vrijednosti radnih operacija u jednom ciklusu:

$$t_c = 15 + 5 + 5 + 7 = 32 \text{ s}^*$$

*Izmjerene vrijednosti potrebno je uzeti sa rezervom, jer brzina manevrisanja i manipulacije bagerom osim tehničkih mogućnosti i stanja stijenske mase ovisi i o ljudskom faktoru, tj. sposobnostima rukovaoca, tako da se vrijednosti razlikuju od smjene do smjene.

$$Q_{ot} = 84,0 \text{ m}^3/h \text{ č.m.}$$

$Q_{ot} > Q_{s1}, Q_{s2}$ - zadovoljeni dnevni kapaciteti.

Eksploatacioni kapacitet (Q_{ex}) uz predhodno nabrojane faktore odražava još i organizaciju rada, transporta i održavanja bagera u određenom vremenskom periodu i predstavlja maksimalni mogući kapacitet u određenom otkopu, a može se računati kao smjenski ($Q_{ex(s)}$), dnevni ($Q_{ex(d)}$) i godišnji ($Q_{ex(g)}$):

$$Q_{ex(s)} = Q_{ot} \cdot k_v \cdot T_{sm}, (m^3/smj.) \quad (5)$$

gdje su:

k_v – koef. iskorištenja smjenskog vremena

T_{sm} – vrijeme smjene (kod tunela) = 12,0 h

$$k_v = \frac{T_{sm} - t_{pz} - t_{pr}}{T_{sm}}$$

t_{pz} – vrijeme primopredaje smjene = 0,5 h

t_{pr} – vrijeme prekida (pauza i sl.) = 1,0 h

$$k_v = 0,9$$

$$Q_{ex(s)} = 907,0 \text{ m}^3/smj.$$

$$Q_{ex(d)} = Q_{ex(s)} \cdot n_{sm}, (m^3/dan) \quad (6)$$

gdje je:

n_{sm} – broj radnih smjena na dan = 2

$$Q_{ex(d)} = 1.814,0 \text{ m}^3/dan$$

$$Q_{ex(g)} = Q_{ex(d)} \cdot N_d, (m^3/god.) \quad (7)$$

gdje je:

N_d – broj radnih dana bagera u godini

$$N_d = 365 - N_{sd} - 11 \cdot N_{pp} - N_r, (dan)$$

N_{sd} – broj slobodnih dana u godini (praznici)

N_{pp} – vrijeme mjesečnih pregleda bagera = 4

N_r – broj dana u godini za servise = 5

Kod izrade tunela ne postoje pauze u radu, s obzirom na organizaciju (3 radne ekipe) 10 radnih dana (I smjena)/5 slobodnih dana/10 radnih dana (II smjena), tako da se iskopni radovi ne zaustavljaju, izuzev u slučajevima: državni i međunarodni praznici 5 dana i vjerski praznici do 6 dana, pa je ukupan broj slobodnih dana u godini jednak:

$$N_{sd} = 11$$

$$N_d = 365 - 11 - 11 \cdot 4 - 5 = 305 \text{ dana}$$

$$Q_{ex(g)} = 553.270,0 \text{ m}^3/god.$$

4.2 VRIJEME MEHANIZOVANOG ISKOPA

Za proračun vremena potrebnog za iskop stijenske mase, osim efektivnog vremena rada (t_i), uzima se u obzir i pripremno vrijeme koje podrazumjeva dolazak bagera na čelo (t_p), vrijeme potrebno za promjenu pozicije bagera na čelu (t_{pp}) i povlačenje nakon završenog rada (t_{pb}) i određuje se:

$$T_i = t_p + t_i + t_{pp} + t_{pb}, (h) \quad (8)$$

$$t_{i1} = \frac{S \cdot l \cdot k_r}{Q_{ot}} = 1,4 \text{ h, za GTC}$$

$$t_{i2} = 0,55 \text{ h, za STC}$$

Na osnovu vrijednosti izmjerenih u tunelu potrebnih za dolazak i pripremu bagera, promjenu pozicije i povlačenje, daje se prosječno vrijeme potrebno za mehanizovani iskop:

$$T_{i1} = 0,16 + 1,4 + 0,08 + 0,16 = 1,8 \text{ h, za GTC}$$

$$T_{i2} = 0,25 + 0,55 + 0 + 0,25 = 1,0 \text{ h, za STC}$$

Vrijeme potrebno za promjenu pozicije bagera u servisnoj tunelskoj cijevi jednako je „0“ na osnovu predhodno objašnjene tehnologije (mogućnost rada sa jedne pozicije), dok je vrijeme dolaska i povlačenja sa čela nešto veće u odnosu na glavnu tunelsku cijev, zbog širine profila, odnosno nemogućnosti mimoilaženja sa drugom mehanizacijom koja se povlači sa radilišta kada bager mora čekati na određenoj udaljenosti od čela (uobičajeno iza prve poprečne veze posmatrano od čela servisne tunelske cijevi).

4.3 POTROŠNJA GORIVA I MAZIVA

Utrošak goriva dizel mehanizacije ovisi o snazi i efikasnosti pogonskog motora, dotrajalosti, gubicima mehaničkog i hidrauličnog prenosa, uslovima rada, opterećenju mehanizacije i vještini rukovaoca. Neki od ovih faktora su nemjerljivi i moguće ih je samo okvirno procijeniti, a potrošnja goriva najviše ovisi o bruto snazi potrebnoj za obavljanje nekog rada. Stoga je uobičajeno potrošnju dizel goriva (q_d) računati preko specifične potrošnje goriva (q_{sp}), snage motora bagera (P) i koeficijenta opterećenja (k_{opt}) koji izražava iznos potrebne ili angažovane snage u odnosu na maksimalnu snagu mašine:

$$q_d = \frac{q_{sp} \cdot P \cdot k_{opt}}{Q_{ot}}, (kg/m^3) \quad (9)$$

$$P_1 = 128,0 \text{ kW (HIDROMEK)} [4]$$

$$P_2 = 112,0 \text{ kW (HYUNDAI)} [5]$$

Specifična potrošnja goriva je masa goriva potrošena za jedan sat rada motora pri maksimalnom opterećenju i ovisi o efikasnosti motora i unutrašnjim gubicima. Za uobičajene radne dizel motore specifična potrošnja goriva iznosi 0,21 do 0,26 kg/kWh, gdje niže vrijednosti postižu moderni, tehnološki napredniji motori, kakvi su i bageri na iskupu tunela Hranjen, pa se za proračune može uzeti vrijednost:

$$q_{sp} = 0,21 \text{ kg/kWh}$$

Koeficijent opterećenja ovisi o vrsti mašine odnosno uslovima specifičnim za tehnologiju rada. Obzirom da se rad u podzemnim objektima u tunelu svrstava u teške uslove, za bagere možemo uzeti vrijednost definisanu u tabeli 5.

Tabela 5 - Koeficijent opterećenja hidrauličnih bagera

Vrsta mašine	Radni uslovi		
	laki	prosječni	teški
Hidraulični bager	0,5	0,55	0,6

$$q_{d1} = 0,19 \text{ kg/m}^3 = 0,22 \text{ l/m}^3 \text{ (HIDROMEK)}$$

$$q_{d2} = 0,17 \text{ kg/m}^3 = 0,20 \text{ l/m}^3 \text{ (HYUNDAI)}$$

$$(1,0 \text{ l dizel goriva} = 0,85 \text{ kg})$$

Potrošnja ulja i maziva ovisi o redovnim intervalima izmjene ulja i kapacitetima rezervoara i cijelog sistema podmazivanja, iako se javljaju određeni gubici, naročito zbog izgaranja, te u vanrednim situacijama zbog oštećenja sistema i isticanja ulja. Kapaciteti rezervoara i sistema podmazivanja su u načelu proporcionalni veličini i snazi mašine zbog čega se i potrošnja ovih materijala

dovesti u vezu sa snagom mašine. Uobičajeni odnos snage mašine i satne potrošnje ulja i maziva prikazan je u tabeli 6.

Tabela 6 – Potrošnja ulja i maziva ovisna o snazi

Vrsta ulja	Potrošnja ovisna o snazi (l/h)	HIDROMEK 220LC TX	HYUNDAI 220 LC 9S
Motorno ulje	$0,8 \cdot P \cdot 10^{-3}$	0,10	0,09
Ulje prenosa	$0,6 \cdot P \cdot 10^{-3}$	0,07	0,06
Hidraulično ulje	$0,15 \cdot P \cdot 10^{-3}$	0,02	0,01
Kompresorsko ulje	$0,15 \cdot P \cdot 10^{-3}$	0,02	0,01
Mast	$0,05 \cdot P \cdot 10^{-3}$	0,006	0,005

5 ANALIZA CIJENE ISKOPA

Za formiranje cijene izrade tunela postoje dvije vrste troškova, direktni i indirektni. U direktne troškove spadaju troškovi materijala za rad i pogonske energije (gorivo, mazivo, električna energija, voda, vazduh i dr.), troškovi opreme (amortizacija i održavanje) i troškovi proizvodne radne snage. Indirektni troškovi su troškovi neproizvodne radne snage (služba održavanja), tehničke službe (inženjeri, administracija...), opšti troškovi projekta (osiguranje radova, bankarske usluge i sl.), nepredviđeni troškovi i troškovi pripremnih radova. Neproizvodni troškovi se iskazuju kroz „menadžer faktor“ i iznose oko 25% (sa dobitom) od ukupne cijene izrade objekta [9].

5.1 DIREKTNI TROŠKOVI

Troškovi goriva (T_n) i maziva (T_m)

$$G_s = q_{sp} \cdot P, (kg/h) \quad (10)$$

$$G_{s1} = 26,9 \text{ kg/h} = 31,6 \text{ l/h (HIDROMEK)}$$

$$G_{s2} = 23,5 \text{ kg/h} = 27,6 \text{ l/h (HYUNDAI)}$$

Za cijenu nafte $\approx 1,33 \text{ €/l}$, troškovi goriva su:

$$T_{n1} = 42,00 \text{ €/h}$$

$$T_{n2} = 36,70 \text{ €/h}$$

Maziva i ulja (5,0 % od troškova goriva):

$$T_{m1} = 2,10 \text{ €/h}$$

$$T_{m2} = 1,89 \text{ €/h}$$

Troškovi amortizacije (A) i održavanja (I)

Za proračun vremenske satne amortizacije može se upotrijebiti linearna metoda na osnovu ukupne nabavne vrijednosti (NV) i ekonomičnog fonda sati (n) za mehanizaciju:

$$A = NV/n, (\text{€/h}) \quad (11)$$

$$NV_1 = 230.800,0 \text{ € (HIDROMEK)}$$

$$NV_2 = 128.200,0 \text{ € (HYUNDAI)}$$

$$n \text{ (za bagere)} = 17.000 \text{ h [9]}$$

$$A_1 = 13,60 \text{ €/h}$$

$$A_2 = 7,60 \text{ €/h}$$

Investiciono-tekuće održavanje (50,0% od „A“):

$$I_1 = 6,80 \text{ €/h}$$

$$I_2 = 3,80 \text{ €/h}$$

Troškovi radne snage

Neto satnica rukovaoca na bageru kod izrade tunela, ovisno o radnom iskustvu prosječno iznosi:

$$\text{Neto satnica} = 7,20 \text{ €/h}$$

$$\text{Bruto satnica} = 7,20 \text{ €/h} \cdot 1,7 \approx 12,20 \text{ €/h}$$

1,7 – koeficijent za obračun bruto plate [10]

Ukupni troškovi

$$T = \frac{T_n + T_m + A + I + 12,2}{S \cdot l} \cdot T_v, (\text{€/m}^3) \quad (12)$$

HIDROMEK 220LC TX:

$$T_1 = 1,51 \text{ €/m}^3 \text{ č.m, za GTC}$$

$$T_2 = 2,13 \text{ €/m}^3 \text{ č.m, za STC}$$

HYUNDAI Robex 220LC 9S:

$$T_1 = 1,23 \text{ €/m}^3 \text{ č.m, za GTC}$$

$$T_2 = 1,72 \text{ €/m}^3 \text{ č.m, za STC}$$

6 ZAKLJUČAK

Nedostatak adekvatnih ulaznih parametara, na osnovu kojih je moguće izvršiti razradu projektnih rješenja u cilju kvalitetne izrade podzemnih objekata ispravnim odabirom tehnologije rada, svakako predstavlja određenu vrstu izazova, a svakodnevno i aktivno učestvovanje u izradi tunela Hranjen od strane svih autora ovog rada upravo je koncipirano na tom pristupu.

Koncept mehanizvanog iskopa tunela koji je posmatran odvojeno od tehnološke operacije utovara i transporta, sa kojom u principu predstavlja zajedničku stavku „iskop“, imao je za cilj prikazati upotrebu moderne mehanizacije i prikazati tehnološka rješenja obzirom na metodu izrade tunela u skladu sa stvarnim uslovima radne sredine.

Klasičnim proračunima sa „in situ“ analizama pri izvođenju radova dokazana je tehnička opravdanost odabira tehnologije kako bi se zadovoljili zahtjevani dnevni kapaciteti koji proizilaze iz postojećih dinamičkih mogućnosti izrade tunela.

U konačnici, metodologija obrađenog tehnološkog procesa predstavlja jedini ispravan pristup, način i postupak po kojem se, spram tehničkih mogućnosti može izvoditi iskop tunela u slabim i veoma slabim stijenskim masama i kao takva ima za cilj dati stručni i naučni doprinos na praktičnom primjeru tunela Hranjen.

LITERATURA

- [1] **Geotehnička misija G21 za tunel Hranjen**, knjiga Ct 1520, Ft 1210 – 1290, *DESIGN & QC d.o.o.*, Sarajevo, 2019.
- [2] Jovanović Petar: **Izrada podzemnih prostorija velikog profila**, *Rudarsko-geološki fakultet Beograd*, Beograd, 1984.
- [3] Kovačević Jovo: **Savremeno građenje u podzemlju**, *AMG knjiga Beograd*, Beograd, 2014.
- [4] Kujundžić Tripimir: **Rudarski i geotehnički strojevi**, *Rudarsko-geološko-naftni fakultet Zagreb*, Zagreb, 2015.
- [5] Tehničke specifikacije Hidromek CO.: **HMK 220LC TX**, *Turkey*, 2016.
- [6] Tehničke specifikacije Hyundai CO.: **HYUNDAI 220LC 9S**, *Republic of Korea*, 2011.
- [7] Popović Nemanja: **Naučne osnove projektovanja površinskih kopova, II prerađeno i dopunjeno izdanje**, *Rudarsko-geološki fakultet Tuzla*, Tuzla, 1984.
- [8] Popović Nemanja: **Naučne osnove projektovanja površinskih kopova, I izdanje**, *Veselin Masleša Sarajevo*, 1975.
- [9] Savić Slavko: **Kalkulacije u građevinarstvu, II izdanje**, *Građevinska knjiga Beograd*, Beograd, 2008.
- [10] <https://finprofi.ba/view-more/obracun-plate/161> (15.02.2024.).

primljen: 15.11.2023.
korigovan: 22.01.2024.
prihvaćen: 27.01.2024.

Pregledni rad

UDK : 699.844
<https://doi.org/10.62683/NiP27.69-76>

PRIMENA SAVREMENIH APSORPCIONIH MATERIJALA ZA POBOLJŠANJE ZVUČNE IZOLACIJE U ZGRADAMA

Nataša Ćirović¹, Đorđe Đuričić², Aleksandar Jevđić³

Rezime: U današnje vreme, nov način građenja i upotreba novih građevinskih materijala izvode se u svrhu bržeg, jeftinijeg i kvalitetnijeg građenja. Upotreba modernih građevinskih materijala ima i svoju lošu stranu, a to je da oni manje apsorbuju zvuk od klasičnih, masivnijih materijala, čime se pojačava nivo buke i ometanje ljudi za vreme boravka u zgradama. Upotreba novih materijala omogućuje izvođenje bolje zaštite od buke koja je efikasnija nego ranije. Istovremeno, različite funkcije zgrada postavljaju nove zahteve u postizanju kvalitetne zvučne izolovanosti. Gradska sredina uslovljava veliku gustinu naseljenosti i da bi se postigao mir doma i funkcionisao saživot veće količine ljudi na manjem prostoru, koje karakterišu različiti načini života i aktivnosti, neophodno je izolovati mesta za život od neželjenih zvukova. To se ne odnosi samo na spoljnu buku, već i na onu koja se horizontalno i vertikalno prenosi, i to preko konstrukcije objekta. U radu su analizirani problemi gde se i kako javlja buka koja se prenosi preko konstrukcije objekta, zatim elementi koji prenose buku, kao i analiza akustičkih karakteristika prostorija i primena apsorpcijskih materijala u funkciji poboljšanja zvučne izolovanosti u stanovima višespratnica.

Ključne reči: zvuk, zvučna izolacija, poboljšanje zvučne izolacije, akustika prostora, apsorpcija zvuka, apsorpcijski materijali

APPLICATION OF MODERN ABSORPTION MATERIALS FOR IMPROVING SOUND INSULATION IN BUILDINGS

Abstract: Nowadays, a new way of building and the use of new building materials are carried out for the purpose of faster, cheaper and better quality construction. The use of modern building materials has its downside: they absorb less sound than classic, more massive materials, which increases the noise level and disturbs people during their stay in buildings. The use of new materials makes it possible to perform better noise protection that is more effective than before. The urban environment conditions a high density of population and in order to achieve peace at home and the coexistence of a large number of people in a small space, characterized by different ways of life and activities, it is necessary to isolate living spaces from unwanted sounds. This applies not only to external noise, but also to that transmitted horizontally and vertically, through the structure of the building. The paper analyzed the problems of where and how noise transmitted through the construction of the building occurs, the elements that transmit noise, as well as the analysis of the application of absorption materials in order to improve sound insulation in multi-story apartments.

Key words: sound, sound insulation, sound insulation improving, space acoustics, sound absorption, absorption materials

¹ Doktor nauka, Prof.struk.stud., Akademiji strukovnih studija Zapadna Srbija, Odsek Užice, natasacirovicvv@gmail.com
ORCID N/A

² Doktor nauka, Prof.struk.stud., Akademiji strukovnih studija Zapadna Srbija, Odsek Užice, djordje.djuricic@vpts.edu.rs
ORCID N/A

³ Student Master strukovnih studija Građevinsko inženjerstvo, Akademija strukovnih studija Zapadna Srbija, Odsek Užice, balkangradnjauzice@gmail.com
ORCID N/A

1 UVOD

Zvučna zaštita je skup mera kojima se, arhitektonskim rešenjem, kontroliše prostiranje zvuka i sprečavaju uslovi da zvuk postane buka. Adekvatna zvučna izolacija i kvalitetna gradnja u velikoj meri utiču na prodor buke. Međutim, putevi prostiranja zvuka ne vrše se samo od spolja ka unutra, već i kroz unutrašnjost čitavog objekta preko konstrukcije objekta, bilo horizontalno ili vertikalno. Karakteristični svakodnevno prisutni zvuci koji se mogu prenositi kroz konstrukciju objekta su: bat koraka, trčanje, bušenje zida, škripa kreveta, povlačenje stolica po podu, kucanje eksera na zid, udar vratima bilo unutrašnjim ili balkonskim, kućni uređaji kao što su veš mašina, klima uređaji i sl. (ovi izvori proizvode tzv. udarni zvuk, onaj koji nastaje direktnim mehaničkim udarcima na konstrukciju), (Slika 1).



Slika 1 - Primeri buke sa svih strana koji prodiru do stana u sredini [1]

Veoma je bitno naglasiti da se rešenja po pitanju zvučne izolacije u zgradama, moraju dati u ranoj fazi projektovanja i moraju se ugraditi tokom izgradnje objekta, jer naknadni pokušaji su u nekim pozicijama neizvodljivi, a pozicije gde se može naknadno izvesti zvučna izolacija nisu ni blizu rezultatima koji se postižu kad se zvučna izolacija ugradi tokom izgradnje.

1.1 ZVUČNA IZOLACIJA

Zvučna izolacija je svojstvo građevinske konstrukcije da u što većoj meri spreči prenošenje zvučne energije iz jednog prostora u drugi. Zvučna izolacija se deli na:

- zvučnu izolaciju od udarne buke (prenosi se konstrukcijom ili krutim medijem) i
- zvučnu izolaciju od prostorne buke (prenosi se vazduhom putem vazдушnih talasa).

S obzirom na to da nije moguće izolovati sve izvore buke, a nije prirodno da se zaštitimo od primanja svih zvukova, moramo pronaći način da sprečimo dolazak samo neusklađenih i složenih zvučnih talasa [2].

1.2 ZVUČNA IZOLACIJSKA MOĆ, R_w

Metoda koja se najčešće radi za određivanje zvučne izolacije je zvučna izolacijska moć R_w i izražava se u decibelima (dB). Zvučna izolacijska moć R_w , za neki materijal iskazan u dB, ne pokazuje koliko buke taj materijal propušta, već iskazuje za koliko dB on smanjuje njen nivo.

Na primer: ako je spoljna ulazna buka 100 dB, a prozor sa jednostrukim staklom $d = 4\text{mm}$, $R_w = 30\text{dB}$, odnosno, smanjuje buku za 30 dB, u prostor nam ulazi buka od 70 dB.

Zvučna izolacijska moć, R , je fizička veličina koja opisuje građevinsku konstrukciju (zid, međuspratnu konstrukciju, vrata, prozor i sl.) u pogledu zvučne izolacije od prostorne buke. Zvučna izolacijska moć, R_w , određuje se u laboratorijskim uslovima i propisano je standardima. Zvučna izolacijska moć data je izrazom (1):

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \frac{S}{A} \quad (1)$$

gde je:

L_1 – nivo zvučnog pritiska u predajnoj prostoriji,

L_2 – nivo zvučnog pritiska u prijemnoj prostoriji,

S – površina kroz koju zvučna energija prolazi,

A – ukupna apsorpcirana površina u prijemnoj prostoriji.

Veličine L_1 , L_2 i A određuju se u tercnim opsezima. Zvučna izolacijska moć se po pravilu daje u tehničkim uslovima kojim se ostvaruje zvučna izolacija [2].

2 APSORPCIONI MATERIJALI

Svi materijali i predmeti u nekoj prostoriji apsorbuju zvuk. Kad se govori o apsorpcijskim materijalima, misli se na one kojima je osnovni zadatak da svojim akustičkim svojstvima proizvedu kontrolisanu apsorpciju. Svrha takvih akustičkih materijala i elemenata je da u praksi:

skrate vreme odjeka,

otklone pojavu jeke i

priguše buku.

Zvuk se u nekom materijalu apsorbuje na taj način što se pretvori u drugi oblik energije i konačno, u toplinu.

U praktičnoj građevinskoj akustici, susreću se tri vrste apsorpcijskih materijala i elemenata:

- porozni,
- membranski i
- rezonatorski materijali [3].

2.1 APSORPCIJA ZVUKA U POROZNIM MATERIJALIMA

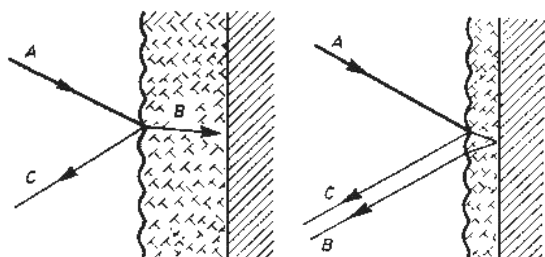
Tipični porozni, apsorpcijski materijali su tekstilni produkti od vune, pamuka i svile, izrađevine od biljnih niti (koks, juta i dr.), vlakna, mineralna vuna, sunđer, strugotine od drveta, staklena vuna itd.

U njima se zvuk apsorpira na taj način što on potakne vazduh u porama na titranje pa se trenjem vazduha o zidove pora, zvučna energija „poništava“, tj. pretvara u toplinu. Ona se u porama troši i zbog razmene topline zidova materijala i ugrejanog ili ohlađenog razređenog vazduha [3].

Koeficijent apsorpcije poroznih materijala zavisi od:

- debljine sloja,
- frekvencije,
- otpora strujanja,
- poroznosti i
- faktora strukture.

U debljem poroznom sloju (Slika 2), apsorbuje se cela zvučna energija koja prodire u sloj i pretvara se u toplinu, pa je koeficijent određen samo reflektujućem delom. Ako je sloj tanak, (Slika 3), jedan deo zvučne energije, koji prođe kroz sloj, reflektuje se od čvrstine materijala i koeficijent apsorpcije manji [3].



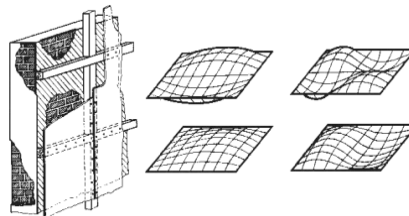
Slika 2 - Apсорpcija zvuka u debelom sloju poroznog apsorbera [3]

Slika 3 - Apсорpcija zvuka u tankom sloju poroznog apsorbera [3]

2.2 APSORPCIJA ZVUKA U MEMBRANSKIM MATERIJALIMA – MEMBRANSKI APSORBERI

U praksi se membranski apsorberi izvide tako što se preko rešetke od letava pričvrsti tanka ploča ili membrana od drveta, kartona, kože uljnog platna i sl.

Apsorpcija nastaje tako da deo ploče koji pokriva pojedino polje rešetke pod delovanjem zvučnih talasa titra, što troši energiju zvuka. Ploča može titrati na više načina (Slika 4). Najveća apsorpcija nastaje na osnovnoj rezonantnoj frekvenciji.



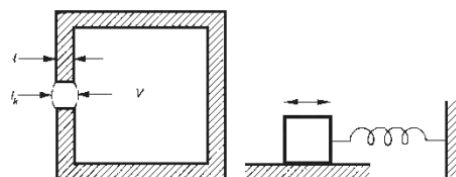
Slika 4 - Primer konstrukcije membranskog apsorbera i nekoliko načina titranja ploče [3]

Koeficijent apsorpcije membranskih apsorbera može se znatno povećati ako se porozni apsorpcijski materijali stave u prostor zračnog jastuka. Pritom, nije potrebno ispuniti celi prostor, dovoljno je da se materijal stavi samo uz okvir. Menjanjem debljine ploče, debljine zračnog jastuka i načinom akustičke obrade prostora iza ploče, može se mnogo uticati na vrednost koeficijenta apsorpcije zvuka.

U građevinama i unutrašnjoj opremi prostorija, ima mnoštvo nehotičnih membranskih apsorbera. Spušteni plafon od gipsa, drvene obloge ili lamperija, ormari, prozori, vrata itd., sve su to apsorberi koji povoljno deluju na niskim frekvencijama jer smanjuju vreme odjeka. Poznat je neprijatan osećaj u podrumima, kupaonicama i sličnim prostorijama gde nema apsorbera membranskog tipa, pa je vreme odjeka u niskom frekvencijskom opsegu vrlo dugo.

2.3 APSORPCIJA ZVUKA U REZONATORSKIM MATERIJALIMA REZONATORSKI APSORBERI

Za rezonatorske apsorbere upotrebljavaju se akustički rezonatori. To su kutije ili posude s otvorom kojima zrak u otvoru, grlu, predstavlja masu koja pod djelovanjem zvučnog tlaka titra, a volumen zraka u samoj kutiji ili posudi, služi kao opruga (Slika 5) [4,5,6].



Slika 5 - Akustični rezonator i analogni mehanički rezonator [4,5,6]

3. PRIMERI PROBLEMA PRENOŠENJA BUKE PREKO KONSTRUKCIJE OBJEKTA

Prilikom finalnog izvođenja podova, završni slojevi se ugrađuju u skladu sa nacrtima projekatana, kao „plivajući pod“ sa slojem projektovane zvučne izolacije. Međutim, i izrada „plivajućeg poda“ sa zvučnim izolatorom u podu, koji zadovoljava kriterijume, bez ostalih tretiranja elemenata objekta zvučnom izolacijom (AB, zidovi, otvori itd.) neće dati onakve rezultate kakvi mogu biti nakon tretiranja svih elemenata objekta. Kada se govori o zvučnoj izolaciji planiranog objekta, potrebno je izbegavati mnoštvo betonskih zidova.

Konstrukcija objekta u izgradnji, sa pretežno betonskim zidovima, je, upravo, takva, da neće pružiti potreban komfor vlasnicima stanova što se tiče zvučnog komfora, odnosno, rešenja zvučne izolacije su gotovo rezultatski neizvesna (Slika 6 a).



a)



b)

Slika 6 – Objekti u izgradnji (dokumentacija autora)



Slika 7 - Zvučni izvor koji uzrokuje prenošenje zvučnog talasa na konstrukciju objekta (dokumentacija autora)



Slika 8 - Zvučni izvor ne može da prenese zvučni talas na konstrukciju objekta (dokumentacija autora)

Objekat u izgradnji sa konstrukcijom objekta takvom da će pružiti potreban komfor vlasnicima stanova, odnosno rešenja zvučne izolacije su veoma izvesna (Slika 6 b).

Konstruktivni sistem je idealan za projektovanje zvučne izolacije. AB stubovi, AB platna i AB tavanice će prenositi zvukove i buku, kroz celu zgradu, onoliko koliko im mi to dozvolimo, posmatrajući sa strane zvučne izolovanosti. Zidovi su ozidani klima blokom $d = 25\text{cm}$, na klasičan način, tj. kao ispunjena između AB i dodiruju AB konstrukciju u rasteru sa sve 4 strane (Slika 6 b). Postavljena je fasadna stolarija, a vrh stolarije (iznad kutije za roletnu) je maksimalno postavljen dodirujući AB serklaže, na svim etažama. Međutim, neželjeni efekat je da će se zvukovi i buka prenositi:

- preko AB,
- preko ozidanih zidova koji će zvučne talase i vibracije prenositi na AB i
- od zatvaranja (udara) krila prozora i balkonaca, koji će zvučne talase i vibracije prenositi na AB, kao i na ozidane zidove koji će dalje prenositi na AB.

Analizirajući, dalje, objekat (Slika 6 b), npr. prilikom bušenja zida u cilju postavljanja police na taj zid, buka će se prenositi i širiti kroz ceo objekat bez mogućnosti određivanja sa koje etaže taj neprijatan zvuk bušenja dolazi. Prenošanjem preko konstrukcije, zvuk postaje dosta jači nego što je to na mestu gde se bušenje zida obavlja, što je u modernoj arhitekturi i građevinarstvu nedopustivo

Primer zvučnog izvora, u jednom stanu, gde se iznutra buši zid za postavljanje npr. police ispod prozora (Slika 7), pokazuje da se tokom bušenja opekerskog bloka prenosi zvuk na ozidani zid, a ovaj, dalje, prenosi zvuk na AB i sve tako dalje, kroz ceo objekat, dok neprijatnost ne utihne. Svaki od stanova ili većina stanova (najugroženiji su susedni stanovi) ove zgrade će biti izložena buci, bilo ona jača ili slabija.

Isti zvučni izvor, sa zvučnim izolatorom koji je napravio prekid između opekerskog bloka i AB, ne može da prenese zvučni talas na konstrukciju objekta (Slika 8). Zvučni izvor će emitovati zvučni talas koji će se odmah amortizovati i raspršiti u zvučnu izolaciju, delom će se reflektovati i nema daljeg prolaska zvučnog talasa kroz konstrukciju objekta. Na ovaj način, rešeno je prenošenje zvučnog talasa od udara zatvaranja krila prozora i balkonaca, jer je na gornjoj stranici postavljen zvučni izolator, koji pored toga što ima zadatak da spreči zvučni talas da se prenese na konstrukciju objekta, ujedno i upija zvučni talas koji bi se napravio udarom krila prozora, a koji bi se, da nema zvučnog izolatora, preneo na konstrukciju objekta. U ovom slučaju, prilikom projektovanja otvora, projektovana zidarska visina

otvora mora da bude viša za 1-2cm, radi smeštanja zvučnog izolatora na gornjoj stranici, ukoliko su otvori pozicionirani (Slika 8), tj. da su prozori odmah ispod AB serklaža.



Slika 9 - Pregradni zidovi u objektu (dokumentacija autora)

U slučaju klasično ozidanih pregradnih zidova, predloženi pregradni zid može biti tvrdo oslonjen na AB tavanicu, kao i vrh koji je podzidan pod AB tavanicu (Slika 9).



Slika 10 - Zvučni izvor preko pregradnog zida vrši prenošenje zvučnog talasa (dokumentacija autora)

Slika 11 - Zvučni izvor ne može da prenese zvučni talas na konstrukciju objekta (dokumentacija autora)

Bušanjem zida za postavljanje npr. polica (Slika 10) dolazi do emitovanja zvučnog izvora. Bušenje opekarskog bloka prenosi zvuk na ozidani zid, a ovaj, dalje, prenosi zvuk na AB kroz ceo objekat, dok neprijatnost ne utihne. Svaki od stanova ili većina stanova, najugroženiji su susedni stanovi ove zgrade, će biti izložena buci, bilo ona jača ili slabija. Isti zvučni izvor, koji ne može da prenese zvučni talas na AB tavanice prikazan je na (Slika 11).

Treba napomenuti da predloženi modeli važe za presecanje spoja blokova i AB konstrukcije, a sa ciljem da se spreči prenos zvučnog talasa dalje na konstrukciju objekta. Ono što može da prenese zvučni talas dalje na konstrukciju su AB platna, koja su ujedno i zid u nekom stanu. Zato je formiranje konstruktivnog sistema i postavljanje AB platana samo tamo gde je to neophodno zbog seizmike, veoma važno. Potrebno je imati što više zidanih zidova u rasterima, jer upravo na zidove možemo

primeniti apsorcijske materijale koji će sprečiti prenošenje buke dalje na konstrukciju.

4 PREDLOZI I PRIMENA MODERNIH APSORCIONIH MATERIJALA

4.1 APSORBER U „PLIVAJUĆEM PODU“ – AKUSTIK TERM E70



Slika 12 - Akustik term E700 [7]

Akustik Term E700 (Slika 12), je višenamenski porozni apsorber zvuka sličan Azmafonu, koji se proizvodi u vidu filcanog tepiha od fino raščešljanih pamučnih vlakana povezanih smolom. Proizvodi se u debljinama od 1, 2 i 3cm, a standardne dimenzije su 109 x 92cm. Ono što izdvaja Akustik Term E700 u odnosu na konkurentske proizvode su rezultati ispitivanja koja su pokazala da se Akustik Term E700 u manjim debljinama može koristiti kao odlično rešenje za ispunjavanje usklađenosti sa vrednostima predviđenim važećim propisima. Materijal u debljini od 2 ili 3cm, će pružiti izuzetne rezultate u stambenim zgradama, a posebno je pogodan za zahtevnije prostorije koje se nalaze u objektima, kao što su studija, bioskopi, noćni klubovi, teretane, luksuzni apartmani, hotelske sobe i slično (Tabela 1).

Tabela 1 – Rezultati ispitivanja izolacije - Akustik Term E700 [7]

Poboljšanje izolacije od zvuka udara rema SRPS EN ISO 717 – 2:2015		
AKUSTIK TERM E700	1cm	$\Delta L = 27\text{dB}$
	2cm	$\Delta L = 33\text{dB}$
	3cm	$\Delta L = 39\text{dB}$

4.2 APSORBER ZIDA IZMEĐU DVA STANA – PLUTA

Pluta je prirodan, ekološki, biorazgradiv i potpuno obnovljiv materijal. Takođe, jedan je od najboljih zvučnih i toplotnih izolatora, a koristi se i kao dekorativni element u vidu zidnih i podnih obloga, ali i nameštaja i detalja, Slika 13. Pluta važi za oblogu redukovane akustičnosti koja dobro apsorbuje udarce i upija sve šumove i periferne zvukove iz prostora pa

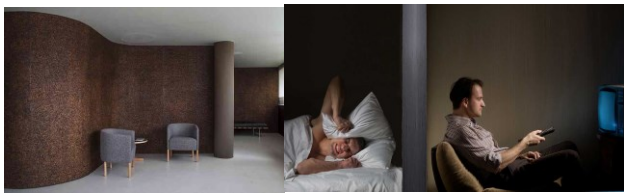
se, pre svega, preporučuje kao kvalitetan zvučni izolator.



Slika 13 – Pluta [8]

Uz to, ima i niz odličnih osobina:

- Izuzetan je i termoizolator, a kada se koristi kao podna obloga spada u red toplih podova; pluta za izolaciju može imati nepromenjene toplotne performanse i do 50 godina;
- Ima antialergijska i antistatička svojstva, odnosno nije povoljna podloga za razvoj gljivica i razmnožavanje grinja, u njoj se ne zadržava prašina niti izaziva alergijske reakcije kod dece ni kod odraslih;
- Nije plesniv materijal, ne trune i ne napadaju je insekti;
- Propušta paru i vazduh;
- Lako se seče i kroji, samim tim i lako ugrađuje;
- Otporna je na vodu;
- Ima neograničen vek trajanja;
- Teško sagoreva;
- Posедуje izuzetnu otpornost na vibracije;
- Sporo se ugljeniše.



Slika 14 - Pluta prirodnog izgleda zvučno i dekorativno u enterijeru [8,9]



Slika 15 - Pregradni zid između dva stana i loša zvučna izolacija [8,9]

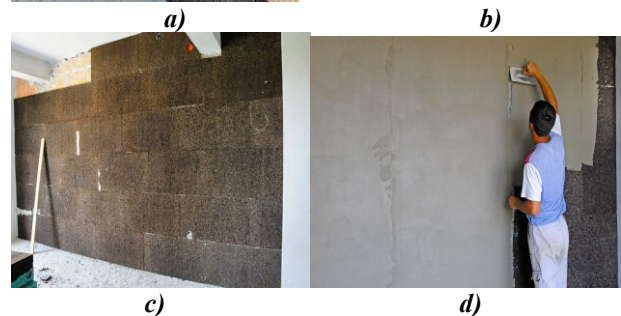
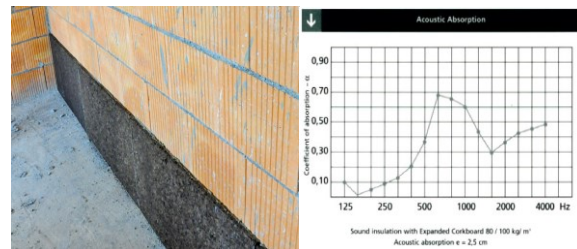
Industrijska pluta se proizvodi u raznim debljinama od 2mm do 5 - 10cm i deblje. U debljini od 1 - 2cm predstavlja dobar odnos cena/performansa.

Ako posmatramo poboljšanje zvučne izolacije između dva stana, pluta se može postaviti na obe strane zida, koji je npr. od giter bloka $d = 19\text{cm}$, a koji deli dva stana i time bi se dobila superiornija zvučna izolacija nego sa jedne strane zida. Čak i sa samo

jedne strane indeks R_w zida se značajno poboljšava, Slika 10.

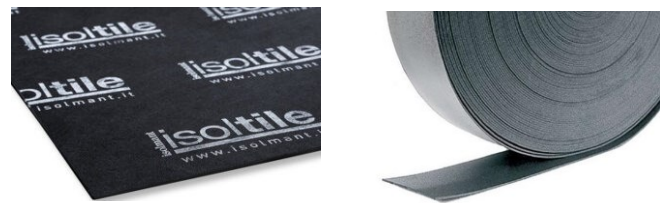
Postavljanjem plute na obe strane zida, gubitak prostora je minimalan: samo 2,5cm, sa jedne strane, računajući građevinski lepak 0.5cm. Osim toga, pluta je potpuno prirodna i ne predstavlja nikakav problem fiksiranja na zid jer se lako prolazi kroz nju. Postavljanje plutanih obloga na zid je jednostavno. Pluta se veoma lako seče sa skalpelom. Pošto je potpuno prirodan materijal ne treba specijalna zaštita pri radu. Ona i miriše fino kada se postavi na zidove.

Pluta obezbeđuje zvučnu i toplotnu izolaciju zidova i plafona. Apsorbuje od 16 - 30 dB zvuka, npr. debljina plute od samo 3mm apsorbuje i smanjuje buku za 19 dB, Slika 16 b). Ujedno, sprečava hladnoću koja se oseća od zidova. Pluta se može ofarbati, okrečiti ili izgletoovati (Slika 16 a c d).



Slika 16 - „Amorim“ plutane obloge od industrijske plute debljine 2 cm [8,9]

4.3 APSORBER ISPOD I OKO FASADNIH I PREGRADNIH ZIDOVA



Slika 17 - Isolmant Isotile [10]

Izuzetan apsorber od udarne buke, postavljanjem ispod i oko zida u rasteru AB konstrukcije, prikazan je

na (Slika 8). Može se seći i formirati širina koliko je potrebno da bi se postavio oko zidova, lepiti lepkom istog proizvođača, lepak za keramiku. Postoje i trake koje se proizvode u širinama 10 – 15 – 30cm i samolepljive su. Zbog svojih naprednih performansi, ovaj proizvod, debljine samo 2mm, obezbeđuje poboljšanje izolacije od zvuka udara za 17 dB i više.



Slika 18 - Isolmant ispod zida [9]

Ispitivanje apsorbera Isolmant Isoltile vršena su na čvrstoću i pritisak, tako što je parkiran automobil preko apsorbera [11]. Atesti ovog proizvoda potvrđuju da nema deformacije i slabljenja performansi usled opterećenja. Postavljanjem apsorbera ispod zida od klima bloka $d = 25\text{cm}$, težina u rasteru (Slika 18) je oko 600kg, a težina Ford Fiesta, na prezentaciji, je 954kg.

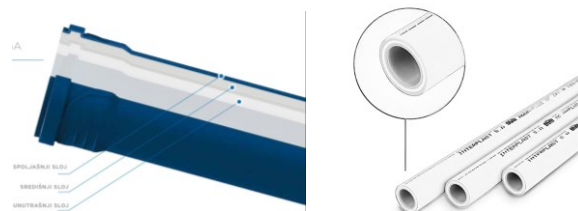
4.4 APSORBER OKO INSTALACIJA – FONODAN BJ



Slika 19 - Fonodan BJ [12]

Fonodan BJ je specijalni proizvod namenjen posebno za poboljšanje zvučne izolacije cevi i instalacija. Sastoji se iz filcanog dela i samolepljive akustičke membrane koja povećava masu, snižava rezonancu sistema, povećava elastičnost i eliminiše strukturnu buku. Seče se skalpelom i montira izuzetno lako. Umanjenje buke od cevi iznosi oko 17 dB za jedan sloj. Moguće je i preporučljivo obmotati Fonodan BJ i u više slojeva i time drastično povećati efikasnost zvučne izolacije cevi. Takođe, mogu se koristiti bešumne kanalizacione cevi Peštan S-Line, Slika 15., koji u svojoj strukturi imaju sloj koji apsorbuje zvučne talase. Sastoje se iz tri sloja, spoljašnjeg, srednjeg i unutrašnjeg. Upotrebom ovih

cevi, postiže se nivo zvučne izolovanosti od 12 dB pri protoku otpadne vode.



Slika 20 - Peštan S-Line [13]

Slika 20 - Aqua-plus [14]

Aqua-plus (Slika 20) vodovodne cevi izrađene su naprednom strukturom materijala i površinskom teksturom tako da osiguravaju male frikционе sile kao i neznatne padove pritiska. Postiže se značajna redukcija nivoa buke u instalacijama.

4.5 APSORBER KLIMATIZACIJE – SYLOMER

Za postavljanje klima uređaja, neophodno je da se prilikom projektovanja, prvo, predvide pozicije klima uređaja, izračuna potreban kapacitet klima uređaja za svaku od jedinica, kao i pozicija i način kanalisanja za povezivanje u skladu sa projektom mašinskih instalacija. Svako naknadno postavljanje spoljašnjih klima jedinica u zgradi, na nepredviđenim mestima, može proizvesti buku (brumove) i uznemiravanje suseda usled neadekvatnog i direktnog postavljanja na krutu strukturu. Primer iz prakse: ukoliko se nosači spoljašnje klima jedinice postave paralelno sa Demit fasadom, buka (brum) u stanovima, odnosno vibracije će biti manje zbog „upijanja“ od strane stiropora. Ipak, u nekom delu doći će do prenošenja usled vibracija preko šrafova koji se duboko šrafe u zid, a koji fiksiraju nosače spoljašnje klima jedinice. Najbolje rešenje je postavljanje spoljašnje klima jedinice na ravni deo krova zgrade, zajedničkih terasa i sl., jer na taj način je moguće postaviti antivibracione podmetače ispod stopa spoljašnje klima jedinice, čime se neutrališe zvučni izvor usled vibracija i prenošenje na konstrukciju objekta (Slika 21).

Sylomer, $d = 2,5\text{cm}$, je materijal koji kompletno eliminiše vibraciju. Osim toga, karakteriše ga dug vek trajanja i sjajne statičke i dinamičke karakteristike nosivosti jer postižu ekstremno veliku otpornost na pritisak iako pri tome zadržavaju svoju elastičnost. Takođe, čak i dejstvo preopterećenja ne izaziva trajnu deformaciju već samo veću vrednost deformacije.



Slika 21 - Sylomer ispod spoljašnje klima jedinice (dokumentacija autora)



Slika 22 - Silka blokovi [15]

4.6 SILKA BLOKOVI

Silka blokovi su tradicionalan materijal za gradnju, izrađen od potpuno prirodnih sirovina. To su kalcijum silikatni blokovi, velike zapreminske mase, pogodni za gradnju spoljašnjih i unutrašnjih zidova, na svim pozicijama na kojima postoje povećani zahtevi za zvučnom izolacijom. Zidanje ovim blokovima, umesto opekarskih proizvoda, već u startu daje bolju zvučnu izolovanost. Ukoliko se kombinuju sa zvučnim izolatorima, rezultati će biti još bolji, čak do 70 -75 dB, u slučaju veoma malih debljina zidova.

5 ZAKLJUČAK

Izloženi smo zvuku koji ne želimo i naši domovi više nisu mirna utočišta kakva bi trebala biti. Činjenica da buka nije samo smetnja nego i pretnja zdravlju, navela je mnoge zemlje da se ozbiljnije pozabave ovim pitanjem. Tako su doneseni mnogi standardi i zakoni kojima se nastoji regulisati nivo buke u čovekovom okruženju. I mi imamo standarde SRPS-U.J6.201 iz 1989.godine, međutim ti standardi ne pružaju onakav nivo zvučne udobnosti kakvu mogu pružiti savremena tehnička rešenja. Pokazalo se da je potreban veći nivo zvučne zaštite radi životnog komfora i inovativna rešenja i ozbiljniji pristup ovom problemu.

Razni moderni izolacijski sastavi i proizvodi koji danas postoje daju temelj za dobra građevinska rešenja zaštite od buke, a samim tim donose bolji kvalitet življenja. Potrebni su, pored postojećih, novi materijali kako bi se došlo do kvalitetnijih, jeftinijih i najvažnije po okolinu zdravih materijala koji će omogućiti stvaranje akustičnog ugodnog, funkciji primerenog i zdravog okruženja u zgradama.

Posebna pažnja se mora obratiti:

- na izradu projektne dokumentacije a koja se odnosi na zvučnu izolaciju buduće zgrade,
- na izvođenje radova i ugradnju projektovanih materijala i elemenata, koji podižu nivo zvučne izolovanosti, a u skladu sa projektom dokumentacijom i

- na akustički kvalitet građevinskog objekta, prilikom tehničkog prijema objekta,

a sve u svrhu podizanja nivoa zvučne zaštite i postizanja akustičnog kvaliteta izgrađenog građevinskog objekta.

Ono što je veoma bitno je da se zvučna izolacija mora ugraditi u toku izgradnje građevinskog objekta, u svemu prema ponuđenim rešenjima po pitanju zvučne izolacije. Ključnu ulogu u toku izgradnje ima Nadzorni organ.

Svaki pokušaji da se naknadno izvrše poduhvati radi bolje zvučne izolovanosti i akustike prostorija su poprilično neizvesni, skupi i nekompletni.

LITERATURA

- [1] Kozmidis-Petrović Ana: **Građevinska fizika**. Univerzitet u Novom Sadu, FTN, 2011.
- [2] Prašević R. Momir, Cvetković S. Dragan, **Buka u životnoj sredini**. Fakultet zaštite na radu Niš, 2005
- [3] Jelaković Tihomil: **Zvuk, sluh, arhitektonska akustika**. Školska knjiga, Zagreb, 1978.
- [4] Šumarac-Pavlović Dragana; Mijić Moimir: **Elektroakustika**. 2017.
- [5] Mijić Miomir: **Građevinska akustika**. 2009.
- [6] Mijić Miomir: **Akustika u arhitekturi**. 2001.
- [7] Časopis Izolacija, <https://izolacija.rs/resenje-za-akusticki-komfor/>
- [8] <https://www.gradnja.rs/zvucna-izolacija-izmedju-dva-stana-problemi-i-moguca-resenja/>
- [9] <https://beodom.com/sr/partners/amorim.html>
- [10] <https://www.informa.rs/izolacija-poda/isolmant.html>
- [11] <https://www.youtube.com/watch?v=YvkXpkwgZvM>
- [12] <https://www.ikoustic.co.uk/products/soundproof-membranes/acoustic-pipewrap-fonodan-bj/>
- [13] <https://pestan.net/wp-content/uploads/2016/06/S-LINE-Technical-Catalogue-2.pdf>
- [14] <https://www.etaz.rs/interplast-cev-ppr-pn-20-32-5-4>
- [15] <https://www.gredef.com/>
- [16] **Zakon o zaštiti od buke u životnoj sredini**. S. Glasnik RS, br. 96/21., https://www.paragraf.rs/propisi/zakon_o_zastiti_od_buke_u_zivotnoj_sredini.html
- [17] **Pravilnik o dozvoljenom nivou buke u životnoj sredini**. Službeni Glasnik RS, BR. 54/92., ebpropisi (podaci.net)

primljen: 11.03.2024.
korigovan: 10.04.2024.
prihvaćen: 15.04.2024.

Pregledni rad

UDK : 719:061(497.11)
<https://doi.org/10.62683/NiP27.77-85>

ARHITEKTONSKA RADIONICA - OČUVANJE GRADITELJSKOG NASLEĐA : STARA ČARŠIJA VLASOTINCA

Mirko Stanimirović¹, Ana Momčilović Petronijević², Ivana Cvetković³, Đorđe Stošić⁴

Rezime: Studentska arhitektonska radionica „Očuvanje graditeljskog nasleđa: Stara čaršija Vlasotinca“, koju su organizovali Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu i Zavod za zaštitu spomenika kulture u Nišu, trajala je 27.10.2023 - 27.01.2024. godine. Cilj radionice za studente arhitekture je upoznavanje sa kulturno-istorijskim i arhitektonskim vrednostima pojedinačnih građevina i prostornih celina Vlasotinca. Na osnovu ocene trenutnog stanja i analize neodgovarajućih intervencija kojima se degradiraju vrednosti građevina i celina, studenti su predložili početne smernice za unapređenje stanja predmetnog područja, kako bi se usmerilo kreiranje pozitivnog arhitektonskog identiteta gradova i naselja kroz usklađivanje gradnje sa kulturnim nasleđem. Pored dokumentovanja postignutih rezultata radionice, iz njene analize sledi da je narednim generacijama potrebno uvesti dodatne obuke vezane za arhitektonsku i vizuelnu pismenost. Takođe, utvrđeno je da izrada fotogrametrijskih modela ima veliki značaj u istraživanju prostornih celina, pored ostalih korisnih alata u procesu izrade arhitektonskih rešenja.

Ključne reči: Arhitektonska radionica, graditeljsko nasleđe, Vlasotince

ARCHITECTURAL WORKSHOP - PRESERVATION OF ARCHITECTURAL HERITAGE: OLD BAZAAR OF VLASOTINCE

Abstract: The student architectural workshop "Preservation of Architectural Heritage: Old Bazaar of Vlasotince," organized by the Faculty of Civil Engineering and Architecture at the University of Niš and the Institute for the Protection of Cultural Monuments in Niš, took place from October 27, 2023, to January 27, 2024. The workshop's aim for architecture students was to familiarize them with the cultural-historical and architectural values of individual buildings and spatial units in Vlasotince. Based on the assessment of the current state and analysis of inappropriate interventions that degrade the values of buildings and units, students proposed initial guidelines for improving the state of the area in question. This aimed to guide the creation of a positive architectural identity for cities and settlements by aligning construction with cultural heritage. In addition to documenting the achieved results of the workshop, its analysis suggests that additional training related to architectural and visual literacy needs to be introduced to future generations. Furthermore, it has been established, among other useful tools in the architectural design process, that creating photogrammetric models is of great significance in researching spatial units.

Key words: Architectural workshop, architectural heritage, Vlasotince

¹ Dr, vanredni profesor, dia, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, mirko.stanimirovic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0001-6201-5855

² Dr, vanredni profesor, dia, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, ana.momcilovic.petronijevic@gaf.ni.ac.rs
ORCID 0000-0001-7224-5590

³ Viši konzervator, dia, Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš, ivana.cvetkovic@zsknis.rs
ORCID N/A

⁴ Viši dokumentator, Zavod za zaštitu spomenika kulture Niš, djordje.stosic@zsknis.rs
ORCID N/A

1 UVOD

Arhitektonske radionice za studente u Srbiji predstavljaju vitalan deo obrazovnog procesa, pružajući mladim arhitektama priliku da razviju svoje veštine i kreativnost u realnom okruženju. Ove radionice često okupljaju stručnjake iz industrije i renomirane profesore kako bi studentima pružile uvid u aktuelne trendove i praksu u arhitekturi. Kroz interaktivne sesije i praktične zadatke, studenti imaju priliku da primene teorijsko znanje u stvarnim situacijama, što im omogućava da steknu dragoceno iskustvo i razviju svoj profesionalni identitet.

Pored toga, arhitektonske radionice često služe i kao platforma za razmenu ideja i saradnju među studentima različitih fakulteta i univerziteta. Ovakav vid interakcije doprinosi širenju horizonta i podstiče kreativni dijalog, što je od suštinskog značaja za buduće generacije arhitekata u Srbiji.

U Srbiji postoji nekoliko arhitektonskih radionica i događaja namenjenih studentima arhitekture. Na primer, Arhitektonski fakultet Univerziteta u Beogradu često organizuje radionice koje pokrivaju različite teme, od urbanog planiranja do projektovanja objekata. "Međunarodna letnja škola arhitekture" (ISSA) održava se svakog leta u Beogradu i okuplja studente i profesore arhitekture iz celog sveta [1]. ISSA nudi raznovrsne programe koji se fokusiraju na različite aspekte arhitekture, uključujući urbani dizajn, održivost i kulturno nasleđe. Takođe, postoje i nezavisne organizacije i udruženja poput "Arhitektonskog studentskog kongresa" (ASK) koji takođe organizuju različite radionice, predavanja i događaje za studente arhitekture širom Srbije [2]. Takođe, internacionalni događaji poput "Belgrade International Architecture Week" (BINA) [3] i "Pre salona" na "Salonu arhitekture" u Beogradu [4] takođe nude platformu za edukaciju i razmenu ideja među studentima i profesionalcima iz oblasti arhitekture. Ovi događaji omogućavaju studentima da prošire svoje znanje i veštine, kao i da steknu dragoceno iskustvo kroz praktičan rad i saradnju sa kolegama i stručnjacima iz industrije.

U Nišu, na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu Univerziteta u Nišu održano je nekoliko radionica za studente arhitekture. "Arhitektonska radionica Turres" je realizovana u organizaciji niškog fakulteta u Muzeju Ponišavlja u Pirotu, 2013. godine [5]. "Letnja škola arhitekture" u organizaciji udruženja Balkan-arhitrav iz Dimitrovgrada i niškog fakulteta se održavala se jednom godišnje od 2014. godine u

selima Poganovu i Senokosu, ali i u Velikom Trnovu u Bugarskoj [6]. Arhitektonska kolonija "Luštica : predeo slikan čajem" koju su organizovali Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu, Selo Klinci i A Produkcija iz Beograda, realizovana je 2022. godine u selu Klinci, u Crnoj Gori [7,8] radionica pod nazivom "15x100" realizovana je 2023. godine u organizaciji Društva arhitekata Niša, Građevinsko-arhitektonskog fakulteta i Klastera urbanog planiranja [9]. U nizu radionica za studente, Građevinsko-arhitektonski fakultet i Zavod za zaštitu spomenika kulture su ove godine organizovali saradnju pod nazivom "Očuvanje graditeljskog nasleđa: Stara čaršija Vlasotinca" [10]. Osim ove i radionice u Klincima, proizvodi radionica nisu predstavljeni javno. Takođe, prema saznanjima autora ovog rada, prikazi navedenih događaja nisu realizovani u stručnoj literaturi, tako da istraživači ove oblasti moraju da analiziraju arhivu dnevne štampe i objave na društvenim mrežama. U cilju izgradnje istraživačkog temelja arhitektonskih radionica u Nišu, cilj ovog rada je da predstavi radionicu u Vlasotincu.

U ovom radu, metodologija istraživanja se fokusira na analizu rezultata studentske arhitektonske radionice. Detaljno su prikazani postupak osnivanja radionice, prezentacija projekta i praktična nastava kako bi se omogućila analiza procesa i postignutih rezultata. Radi vrednovanja idejnih rešenja uličnih nizova, formirani su kriterijumi ocenjivanja koji pripadaju oblastima zaštite graditeljskog nasleđa i arhitektonskog projektovanja. Ovi kriterijumi su osmišljeni kako bi se omogućila detaljna evaluacija i formirala diskusija koja vodi ka unapređenju budućih saziva arhitektonskih radionica.

Ovakav način istraživanja omogućava sistematičnu evaluaciju i identifikaciju ključnih elemenata uspeha u predloženim idejnim rešenjima, što dalje vodi ka unapređenju organizacije i realizacije budućih arhitektonskih radionica.

2 OČUVANJE GRADITELJSKOG NASLEĐA: STARA ČARŠIJA VLASOTINCA

2.1 OSNIVANJE RADIONICE ZA STUDENTE

Radionica iz oblasti zaštite graditeljskog nasleđa je osnovana radi izrade elaborata i studija zaštite, koji predstavljaju značajne korake u procesu pravne zaštite nepokretnih kulturnih dobara, kroz saradnju fakulteta i Zavoda. Drugi motiv ove saradnje je priprema studenata za potencijalni rad na nepokretnom

kulturnom nasleđu, bilo u provatnoj praksi, ili u službama koje se bave ovom delatnosti, s obzirom na to da predmet Zaštita graditeljskog nasleđa postoji isključivo na doktorskim studijama. U okviru treće godine studija, na V semestru, u sklopu predmeta Razvoj arhitekture u Srbiji, pokrenut je poziv studentima da učestvuju na radionici koja je školske 2023/24 godine posvećena očuvanju nasleđa u Vlasotincu. Najpre je, početkom semestra, potpisan memorandum o saradnji fakulteta i zavoda, sa ciljem ponavljanja događaja koji učestvuju u upoznavanju kulturno-istorijskih vrednosti zaštićene arhitekture. Za potrebe ove radionice je realizovan web sajt, preko kojeg su pozvani svi studenti niškog fakulteta (27.10.2023). Osim studenata koji su već pohađali predmet Razvoj arhitekture u Srbiji, još troje studenata se prijavilo za učešće. U okviru radionice, učestvovalo je ukupno 24 studenata podeljenih na 8 timova - svaki tim je imao po 3 člana. Selekciju učesnika su realizovali dr Mirko Stanimirović, vanredni profesor i dr Ana Momčilović Petronijević, vanredni profesor i predmetni nastavnik. Selekcija je izvršena na osnovu vrednovanja priloga koji su bili kandidovani u okviru prijave i sadržali su kratku biografiju, kratak opis stavova kandidata prema arhitektonskom nasleđu i arhitektonske crteže. Poziv je bio otvoren do 13.11.2023. godine i svega ¼ studenata koji slušaju ovaj izborni predmet je odlučila da učestvuje u radionici, iako je u pozivu navedeno da će učesnici radionice realizovati elaborate, koji odgovaraju zadatku kojim se bave u okviru predmeta Stručna praksa 1. Drugim rečima, na osnovu sporazuma koji je postignut između Zavoda za zaštitu spomenika kulture u Nišu i Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu, studenti mogu uspešno učešće u radionici da kandiduju za priznavanje Stručne prakse. Sporazumom ovih institucija su određeni mentori radionice: Ivana Cvetković, viši konzervator i Đorđe Stošić, viši dokumentator ispred Zavoda; dr Ana Momčilović Petronijević, v. prof i dr Mirko Stanimirović, v. prof ispred Fakulteta. Pored ovog obaveštenja, koje je objavljeno na sajtu radionice, na *landing* stranici je opisan cilj radionice:

Najbolji radovi će biti uključeni u Elaborat zaštite graditeljskog nasleđa Vlasotinca i Studiju zaštite graditeljskog nasleđa Vlasotinca, koji će biti realizovani pod pokroviteljstvom Ministarstva kulture Republike Srbije. Cilj radionice za studente arhitekture je upoznavanje sa kulturno-istorijskim i arhitektonskim vrednostima pojedinačnih građevina i prostornih celina Vlasotinca. Na osnovu ocene trenutnog stanja i analize neodgovarajućih

intervencija kojima se degradiraju vrednosti građevina i celina, studenti će predložiti početne smernice za unapređenje stanja predmetnog područja, kako bi se usmerilo kreiranje pozitivnog arhitektonskog identiteta gradova i naselja kroz usklađivanje gradnje sa kulturnim nasleđem.

2.2 PREZENTACIJA PROJEKTA

Otvoreni čas na predmetu Razvoj arhitekture u Srbiji nosio je ime radionice i održali su ga predstavnici Zavoda za zaštitu spomenika kulture Niš: Ivana Cvetković i Đorđe Stošić, 10.11.2023. Tom prilikom je predstavljen projekat koji se realizuje pod pokroviteljstvom Ministarstva kulture Republike Srbije pod nazivom "Uvid u stanje nepokretnih kulturnih dobara u opštinama Vlasotinca i Babušnica i izrada Elaborata zaštite stare čaršije Vlasotinca". Projekat podrazumeva uvid u stanje fonda nepokretnih kulturnih dobara na predmetnoj teritoriji, ali i valorizaciju i pravnu zaštitu jedinstvenog i autentičnog spomeničkog fonda i graditeljskog nasleđa gradskog jezgra – stare čaršije Vlasotinca. Realizacija Projekta ima za cilj da prepozna i zaštiti značajno graditeljsko nasleđe ove varošice, ponudi smernice za njegovu zaštitu, očuvanje, unapređenje stanja i uključivanje u razvojne tokove. Studentima su date početne smernice za rad u okviru radionice, uz prezentaciju dobrih primera strane i domaće prakse očuvanja prostornih kulturno-istorijskih celina i projektovanja u kontekstu graditeljskog nasleđa, u zemlji i inostranstvu. Nakon analize i upoznavanja sa prostorno-kulturnom istorijskom celinom "Stara čaršija Vlasotinca" predmetni zadatak je podeljen na četiri manje podceline, radi lakšeg sagledavanja i jednostavnijeg rada u okviru studentskih timova.



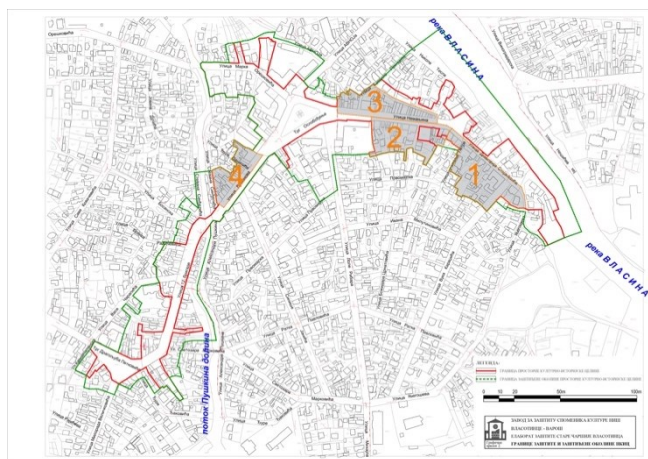
Slika 1 – Prezentacija projekta (dokumentacija autora)

Nakon prezentacije studenti su dobili materijal Zavoda, koji je bio podeljen u četiri grupe i postavljen na sajt radionice [11]. Svaki od paketa dokumenata sadržao je situacione planove (.dwg) sa ucrtanim granicama zaštite, vrednovanjem građevina, merama zaštite i mogućim intervencijama u okviru Prostorno kulturno-istorijske celine Stare čaršije u Vlasotincu. Dokumentaciju su činili i ortofoto izgledi uličnih nizova podcelina koje su predmet obrade, tehnički crteži izgleda uličnih nizova i fotogrametrijski modeli podcelina i 26 pojedinačnih građevina koje je snimio Zavod za zaštitu spomenika kulture u Nišu u toku realizacije spomenutog projekta.

2.3 PRAKTIČNA NASTAVA

Od studenata se očekivalo da u okviru rada sa mentorima radionice daju predloge i moguća rešenja uređenja prostora i remodelacije postojećih nizova graditeljskih celina sa posebnim akcentom na:

- Očuvanje zatečenog graditeljskog nasleđa,
- Projektovanje u kontekstu graditeljskog nasleđa,
- Unapređenje zatečenog stanja ambijentalne celine, primenom mera zaštite nasleđa i
- Davanje primerenih arhitektonskih rešenja za degradirane delove celine.

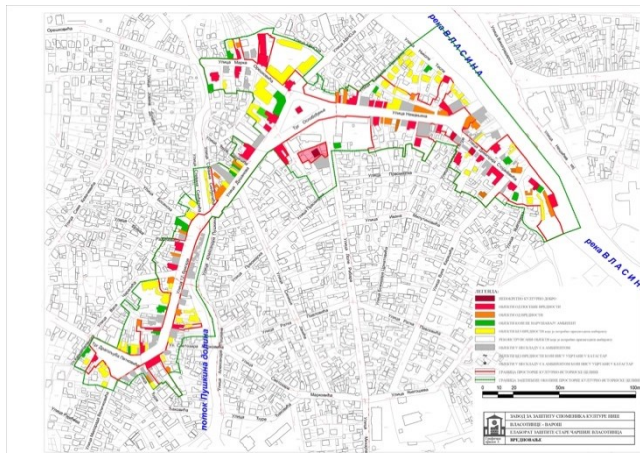


Slika 2 – Prilog 1: Podceline područja (dokumentacija autora)

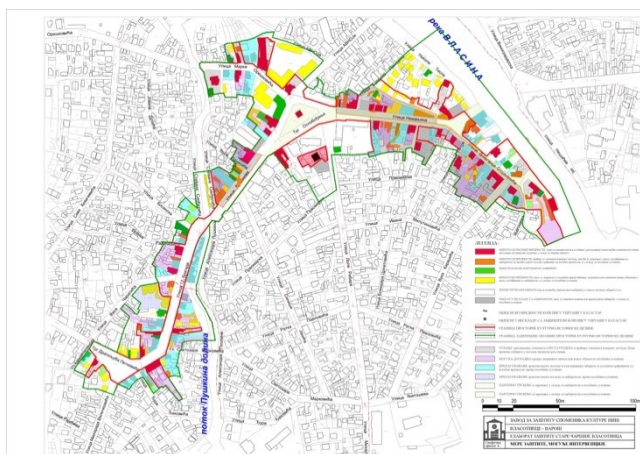
Na Prilogu broj 2 su bojom jasno bili označeni objekti koji pripadaju određenim kategorijama:

- Nepokretno kulturno dobro (crvena boja sa šrafurom),
- Objekti od posebne vrednosti (crvena boja),
- Objekti od vrednosti (narandžasta boja),
- Objekti koji ne narušavaju ambijent (zelena boja),

- Objekti bez vrednosti koje je potrebno prilagoditi ambijentu (žuta boja),
- Rekonstruisani objekti koje je potrebno prilagoditi ambijentu (bela boja) i Objekti u neskladu sa ambijentom (siva boja).



Slika 3 – Prilog 2: Vrednovanje (dokumentacija autora)



Slika 4 – Prilog 3: Intervencije (dokumentacija autora)



Slika 5 – Prilog 4: Ortofoto niza (dokumentacija autora)

Na Prilogu broj 3 su dodate i kategorije vezane za intervencije:

- Čuvanje originalnih elemenata i vraćanje elemenata izvornog izgleda bez promene gabarita (unakrsna šrafura, crna linija),
- Moguća dogradnja (ljubičasta boja)
- Prilagođavanje arhitektonskog izgleda i usaglašavanje gabarita sa susednom građevinom od posebne vrednosti (plava boja),

- Prilagođavanje arhitektonskog izgleda sa ambijentom (unakrsna šrafura, ljubičasta linija) i
- Parterno uređenje i opremanje u skladu sa ambijentom i posebnim uslovima (unakrsna šrafura, zelena linija).

Svaki od studentskih timova je trebalo da predloži tri rešenja uličnog niza građevina u okviru određene podceline, na dva načina: restauracija vrednih objekata i redizajn neodgovarajućih objekata. Prvo rešenje se odnosilo na restauraciju i vraćanje elemenata izvornog izgleda građevina od posebne i vrednosti u skladu sa situacionim planom na kome je izvršeno vrednovanje pojedinačnih objekata. U okviru ovog rešenja trebalo je i ukloniti neodgovarajuće intervencije, ali i predložiti oblikovanje sekundarnih elemenata kao što su reklame, osvetljenje fasada, tende i zelenilo. U okviru ovog rešenja nije bilo dozvoljeno promeniti gabarite građevina. Drugo rešenje se odnosilo na restauraciju vrednih građevina i redizajn građevina koje su nisko ocenjene od strane Zavoda, jer nemaju arhitektonsku ni istorijsku vrednost i oblikovane su u neskladu sa ambijentom. Za razliku od prvog rešenja, u drugom je promena gabarita građevina niske vrednosti bila moguća, u skladu sa merama zaštite, koje su bile date na trećem situacionom planu. Takva dogradnja svakako bi trebalo da bude usklađena sa ambijentalnim vrednostima celine uz projektovanje prema tradicionalnim postulatima gradnje. Treće rešenje se takođe bavilo restauracijom građevina od posebne vrednosti i redizajnom objekata koji su negativno ocenjeni u smislu njihove vrednosti od značaja za oblast zaštite nasleđene arhitekture. U delu redizajna data je mogućnost dogradnje savremenim arhitektonskim izrazom, koji treba biti usklađen sa ambijentalnim vrednostima celine. Drugim rečima, treće rešenje je pripadalo slobodnijem rešavanju zadatka, sa ciljem razvoja arhitektonskog projektovanja u okviru teme zaštite, ali i ispunjenju uslova predmeta Stručna praksa, koju studenti inače obavljaju u odabranim biroima arhitekture kroz jednonedeljno angažovanje u izradi idejnih rešenja raznih namena.

U sedam navrata su održane vežbe za potrebe realizacije rešenja, na Građevinsko-arhitektonskom fakultetu u Nišu. Koncept vežbi je bio konsultativan, s obzirom na to da su studenti koristili svoju računarsku opremu za prezentaciju rešenja na kojima su radili uglavnom kod kuće. Početkom decembra 2023. godine na sajtu radionice je postavljena stranica namenjena predaji plakata [12] sa šablonima za

pripremu crteža i plakata. Svi plakati (.pdf) i crteži (.dwg) su predati 18.12.2023. godine. Nakon analize studentskih rešenja, mentori su organizovali još jedan susret sa ciljem unapređenja rešenja, u smislu arhitektonskog oblikovanja građevina i pripreme crteža na način koji odgovara kasnijoj prezentaciji rešenja u formi izložbe (28.12.2023.). U cilju dokumentovanja ove faze, na sajtu je postavljena stranica koja je sadržala sve komentare, dodatne priloge u formi crteža i fotografija i link koji je vodio studente do portala za slanje doradenih plakata [13].



Slika 6 – Vežbe u okviru radionice, 2023.12.05. sala 205, GAF (dokumentacija autora)



Slika 7 – Komentari (dokumentacija autora)

Svi doradeni radovi su postavljeni 15.01.2024. godine [14] nakon čega je 19.01.2024. objavljena forma elaborata za stručnu praksu [15]. Nakon uvida mentora u predate elaborate 29.01.2024. i uočavanja nedostataka idejnih rešenja određenih objekata u okviru pojedinačnih podcelina, isti su vraćeni na doradu. Svaki učesnik radionice je realizovao posebno idejno rešenje izabranog objekta u okviru trećeg ili

slobodnog načina odgovora na postavljeni zadatak, kako bi učešće u radionici kandidovao za polaganje Stručne prakse 1. Kako mentori radionice nisu i u ulozi nastavnika koji ocenjuju u okviru ovog predmeta, finalna predaja je odložena kako bi studenti doradili svoje crteže na način koji je u skladu sa arhitektonskom pismenošću i uslovima tog predmeta. Sasvim drugi nastavnici ne bi bili u potpunosti upoznati sa angažovanjima studenata koji su učestvovali u radionici, te je dodat novi uslov dobijanja potvrde o učesću u radionici u vezi sa obavljanjem stručne prakse: mentori će pomoći studentima da poboljšaju svoja rešenja i da ih na adekvatan način prikažu kroz dodatne konsultacije u februaru i martu 2024. godine. Tek nakon ove faze biće organizovana izložba, prilikom koje će studentima biti uručene zahvalnice za učešće u radionici.

3 REZULTATI

Svaki od timova je predstavio svoje rešenje na plakatu veličine 100x70cm. Radi analize 8 plakata, autori su formirali kriterijum ocenjivanja, kako bi iz analize rezultata mogla da se formira diskusija, koja dalje vodi ka unapređenju narednih saziva arhitektonskih radionica. Kriterijumi pripadaju oblastima zaštite graditeljskog nasleđa, ali i arhitektonskog projektovanja, prema prirodi radionice i projekta. Odnose se na arhitektonsko projektovanje u kontekstu zaštićene arhitekture:

1. Oblikovanje objekata prema nasledenom stilu gradnje (sekundarna plastika, oblikovanje portala u prizemlju, položaj i proporcije otvora);
2. Visina venaca (krovnih i spratnih) u odnosu na susedne objekte koji su od posebne vrednosti;
3. Uspešnost dijaloga (ambijent, arhitektonska kompozicija) novog (ili rekonstruisanog) i susednih objekta koji se su od posebne vrednosti.

Tabela 1- Uspešnost timova

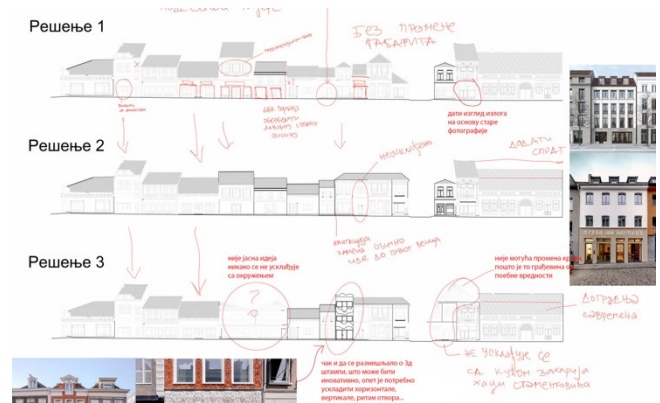
Broj tima	Uspešnost (%)
I	88
II	80
III	83
IV	77
V	77
VI	81
VII	83
VIII	94
UKUPNO	83

Svaka od kategorija je analizirana u okviru svih rešenja, ocenjivanjem sa 1 ili 0, u zavisnosti da li ispunjava minimalni uslov određenog kriterijuma. Finalnu ocenu rešenja čini zbir pojedinačnih analiza, odnosno procenat uspešnih odgovora u odnosu na ukupan broj pojedinačnih pozicija u okviru svake podceline.

4 DISKUSIJA

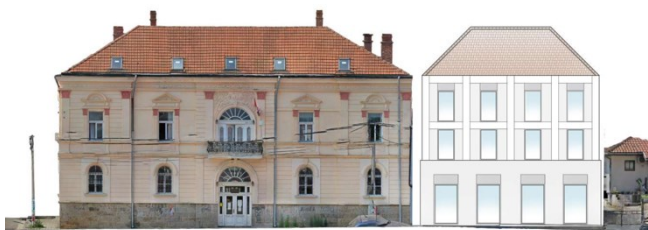
Nakon održane radionice, iz analize njenih rezultata sledi da narednoj radionici treba dodati nekoliko obuka studenata, pre nego što krenu u izradu finalnih proizvoda radionica (plakati, elaborati, izložba, itd.). Na prvom mestu, iako su studenti imali predmete koji se bave pripremom i štampom plakata, iz načina na koji su pripremljeni dokumenti i crteži sledi da bi ih trebalo dodatno pripremiti. Najpre ih treba ubediti da su im primeri crteža, koji imaju spremljene lejere u AutoCAD-u sa određenim debljinama linija, dati kako bi im se olakšala priprema vizuala. Dalje, treba sa njima raditi na grafičkom oblikovanju pojedinačnih elemenata plakata, kao što su tipografija, model boja, dimenzije i raster plakata. Takva obuka, iz oblasti dizajna i crteža je zapravo neophodna i za dalji njihov rad na fakultetu, jer svaki od projektantskih predmeta se sadrži iz plakata i elaborata. Ova opservacija je i ukazivanje na potrebe u nastavi iz oblasti vizuelnog, te bi trebalo programe u okviru narednih akreditacija podesiti ovim ciljevima.

Takođe, studenti su bili potpuno nepripremljeni za rad sa objektima sa spomeničkim svojstvima. Iako im je na Otvorenom času rečeno koje opcije su im na raspolaganju, bili su u strahu da na objektima bilo šta menjaju. Do kraja radionice je problem uspešno savladan, te možemo smatrati da je postavljen cilj postignut.



Slika 8 – Komentari (dokumentacija autora)

Iz analize predloženih rešenja sledi da su studenti na ovoj radionici uspeali da dosegnu određeni nivo kompetencije za rad u oblasti nasleđa, upoznavanjem sa savremenim pristupom očuvanja graditeljskog nasleđa, i kroz bolje razumevanja principa očuvanja autentičnosti i integriteta. U slučaju da se neko do njih odluči za rad u delatnosti zaštite nepokretnih kulturnih dobara (Zavodu za zaštitu spomenika), njihov dalji rad bi se razvijao na već postavljenim temeljima, te se održavanje ovakvih radionica može opravdati i ulaganjem u budućnost budućih stručnjaka. Sa druge strane, ukoliko neko od učesnika bude bio u situaciji da ocenjuje ili odlučuje o predloženim intervencijama u zaštićenom području, možemo se nadati da će primeniti znanje stečeno na opisani način. Radionice ovog tipa, koje se tiču očuvanja graditeljskog nasleđa, izuzetno su značajne, imajući u vidu da predmet Zaštita graditeljskog nasleđa postoji isključivo na doktorskim studijama, i da se ova tema i da se ova tema samo delimično izučava na predmetu Revitalizacija zgrada na VI semestru integriranih studijama Građevinsko-arhitektonskog fakulteta. Praksa je pokazala da svršene arhitekture nisu u dovoljnoj meri sofisticirane za rad u ambijentalnim celinama, da ne primenjuju osnovne postulate prilikom projektovanja u ovako delikatnim sredinama, nisu upoznati sa načelima konzervatorske prakse i nemaju dovoljno podataka o značaju očuvanja nasleđa i metodama za ostvarivanje zaštite. Takođe, često se čitava oblast konzervacije i zaštite predstavlja kao neinventivna, nepopularna i bez mogućnosti kreativnog izražavanja, čime se stvara otpor prema ozbiljnijem bavljenju ovom oblašću. U svetlu klimatskih promena, smernice današnjih zelenih politika, preporučuju očuvanje što većeg graditeljskog fonda, ne samo kulturnog nasleđa, kako bi se smanjile sve vrste zagađenja, čime će znanja i metodologija zaštite i izrade konzervatorskih projekata bivati sve aktuelnija.



*Slika 9 – Primer slobodnog rešenja u podcelini br. 1
(dokumentacija autora)*

Imajući u vidu da studenti nisu imali vežbe na terenu, u staroj čaršiji Vlasotince, treba naglasiti značaj alata koji su im pomogli da sprovedu istraživanje predmetne prostorne celine. Na prvom mestu to su situacioni planovi, koji nedvosmisleno prikazuju sve parcele u smislu njihove granice i veličine. Zahvalnost za izradu takvih crteža u AutoCAD-u pripada Zavodu za zaštitu spomenika, koji je na početku projekta sakupio svu potrebnu dokumentaciju kako bi u razmeri dokumentovao aktuelno stanje. Dalje, planovi su sprovedeni kroz proces vrednovanja i zaštite, te je studentima bilo jasno koje su granice njihovih intervencija i na koji način ih treba sprovesti. Drugo, fotogrametrijski modeli su se pokazali kao veoma značajan alat u istraživanju prostornih celina. Njih e je takođe pripremio Zavod, koristeći veliki broj fotografija koje su realizovane dronom iz vazduha. Potom je izgrađen 3D model sa veoma preciznim položajima tačaka u prostoru, kojim se može manipulirati na više načina. Prvi je izrada ortofoto prikaza nizova, postavljanjem ravni iz koje se paralelno posmatra model. Drugi je "okretanje" modela u 3D, što je studentima najviše pomoglo da osete prostor koji nisu posetili uživo. Značaj ovog alata u procesu istraživanja je toliko veliki, što sledi iz aktuelne i stalne potrebe Zavoda da u svom timu ima eksperta koji izrađuje fotogrametrijske modele. Prema ovom zaključku bi trebalo sprovesti obuku studenata koji predstavljaju kandidate za rad u oblasti nasleđa, jer je ova kompetencija za rad u Zavodu postala obavezna. Dok je ova tema prikazana u stranoj literaturi [16–20], u našoj je tek načeta [21,22]. To znači da bi nastavak ovog istraživanja trebalo približiti temi fotogrametrije u oblasti zaštićene arhitekture.

Arhitektonske radionice pružaju studentima arhitekture u Srbiji fantastičnu priliku da prošire svoje znanje i steknu praktično iskustvo izvan tradicionalnih predavanja i vežbi. Ove radionice se često fokusiraju na specifične teme unutar arhitekture, poput urbanog dizajna, održive arhitekture ili obnove kulturnog nasleđa. Tokom radionica, studenti saraduju sa profesionalcima iz struke i međusobno na projektima koji im omogućavaju da primene teorijsko znanje u praksi.



Slika 10 – Fotogrametrija (dokumentacija autora)

5 ZAKLJUČAK

Učešće u arhitektonskim radionicama nudi studentima brojne prednosti, uključujući:

- Razvijanje praktičnih veština (omogućavaju studentima da nauče koristiti različite dizajnerske softvere, alatke i tehnike, što ih čini konkurentnijim na tržištu rada nakon diplomiranja),
- Istraživanje specifičnih oblasti interesovanja (radionice pokrivaju širok spektar tema, omogućavajući studentima da istraže oblasti arhitekture koje ih najviše zanimaju i potencijalno otkriju svoju profesionalnu specijalizaciju),
- Studenti se upoznaju sa prednostima timskog rada, koji se postiže dobrom komunikacijom, koordinacijom, kombinovanjem različitih tački gledišta u cilju efikasnijih rešenja postavljenih zadataka. Aktivnosti koje povezuju tim su deljenje odgovornosti, zajednička svrha delovanja i usmerenost ka pronalazenju najboljeg rešenja. Takođe,

timski rad stimuliše individualno učenje u okviru grupe, ali i jačanje međuljudskih odnosa,

- Umrežavanje sa profesionalcima (radionice često okupljaju profesionalne arhitekte i druge stručnjake iz struke, pružajući studentima dragocenu priliku da se povežu i nauče od iskusnih mentora) i
- Razvijanje kreativnog i kritičkog mišljenja (radionice su kreativna i izazovna okruženja koja stimulišu studente da razviju svoje kreativne i kritičke sposobnosti rešavanja problema).

Ukratko, arhitektonske radionice predstavljaju značajan doprinos arhitektonskom obrazovanju u Srbiji, pružajući studentima neprocenjivo iskustvo pripremajući ih za uspešnu karijeru u ovom dinamičnom polju.

LITERATURA

- [1] **Međunarodna Letnja Škola Arhitekture:**
<https://www.arh.bg.ac.rs/2022/08/01/41-medjunarodna-letnja-skola-arhitekture-motovun-istra/?pismo=lat> (accessed on 6 March 2024).
- [2] **Arhitektonski Studentski Kongres**
<http://www.arh.bg.ac.rs/2016/04/25/arhitektonski-studentski-kongres-ask-2016-split-12-16-maj-2016/?pismo=lat> (accessed on 6 March 2024).
- [3] **Belgrade International Architecture Week**
[https://bina.rs/en/home/#:~:text=Belgrade%20International%20Architecture%20Week%20\(BINA,in%20the%20field%20of%20architecture](https://bina.rs/en/home/#:~:text=Belgrade%20International%20Architecture%20Week%20(BINA,in%20the%20field%20of%20architecture) (accessed on 6 March 2024).
- [4] **Pre Salona**
<https://www.arh.bg.ac.rs/2023/03/28/pre-salona-45-salon-arhitekture/presalona-2023-izlozba-afub/> (accessed on 6 March 2024).
- [5] **Arhitektonska Radionica Turres**
<https://www.plusonline.rs/završena-arhitektonska-radionica-turres> (accessed on 6 March 2024).
- [6] **Letnja Škola Arhitekture Balkan-Arhitrav i Gaf**
https://gaf.ni.ac.rs/_news/_info23/art-06.07.2023-10:43:48am (accessed on 6 March 2024).
- [7] **Arhitektonska Kolonija “Luštica : Predeo Slikan Čajem”**
https://gaf.ni.ac.rs/_news/_info22/art-24.11.2022-10:32:40am (accessed on 6 March 2024).
- [8] **Luštica : Predeo Slikan Čajem**
<https://wireframe22.wixsite.com/klinci> (accessed on 6 March 2024).
- [9] **15x100**
https://gaf.ni.ac.rs/_news/_info23/15x100.pdf (accessed on 6 March 2024).
- [10] **Očuvanje Graditeljskog Nasleda : Stara Čaršija Vlasotinca**
<https://wireframe22.wixsite.com/vlasotince> (accessed on 6 March 2024).
- [11] **Dokumenta Radionice**
<https://wireframe22.wixsite.com/vlasotince/dokumenta> (accessed on 9 March 2024).
- [12] **Predaja Plakata**
<https://wireframe22.wixsite.com/vlasotince/predaja> (accessed on 9 March 2024).
- [13] **Dorada i Komentari**
<https://wireframe22.wixsite.com/vlasotince/dorada> (accessed on 9 March 2024).
- [14] **Doradeni Radovi**
<https://wireframe22.wixsite.com/vlasotince/rezultati> (accessed on 9 March 2024).
- [15] **Stručna Praksa**
<https://wireframe22.wixsite.com/vlasotince/about-1> (accessed on 9 March 2024).
- [16] Sahin, C., Alkis, A., Ergun, B., Kulur, S., Batuk, F., Kilic, A.: **Producing 3D City Model with the Combined Photogrammetric and Laser Scanner Data in the Example of Taksim Cumhuriyet Square.** *Opt Lasers Eng* 2012, 50, 1844–1853, doi:10.1016/j.optlaseng.2012.05.019.
- [17] Dostal, C., Yamafune, K.: **Photogrammetric Texture Mapping: A Method for Increasing the Fidelity of 3D Models of Cultural Heritage Materials.** *J Archaeol Sci Rep* 2018, 18, 430–436, doi:10.1016/j.jasrep.2018.01.024.
- [18] Lee, E.; Park, S., Jang, H., Choi, W., Sohn, H.-G.: **Enhancement of Low-Cost UAV-Based Photogrammetric Point Cloud Using MMS Point Cloud and Oblique Images for 3D Urban Reconstruction.** *Measurement* 2024, 226, 114158, doi:10.1016/j.measurement.2024.114158.
- [19] Zhu, Q., Wang, Z., Hu, H., Xie, L., Ge, X., Zhang, Y.: **Leveraging Photogrammetric Mesh Models for Aerial-Ground Feature Point Matching toward Integrated 3D Reconstruction.** *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing* 2020, 166, 26–40, doi:10.1016/j.isprsjprs.2020.05.024.
- [20] Lhuillier, M.: **Estimating the Vertical Direction in a Photogrammetric 3D Model, with Application to Visualization.** *Computer Vision and Image Understanding* 2023, 236, 103814, doi:10.1016/j.cviu.2023.103814.
- [21] Stojaković, V.: **Generisanje Prostora Na Osnovu Perspektivnih Slika i Primena u Oblasti Graditeljskog Nasleda,** *Fakultet tehničkih nauka: Novi Sad,* 2011.
- [22] Kontić, A., Jadrešin-Milić, R., Mrlješ, R.: **Methodology of Integrated Survey in Process of Digital Documentation of Architectural Heritage.** *Arhitektura i urbanizam 2019,* 28–36, doi:10.5937/a-u0-21951.

primljen: upisuje urednik
korigovan: upisuje urednik
prihvaćen: upisuje urednik

upisuje urednik

UDK : upisuje urednik

NASLOV RADA (STYLE TITLE)

Ime Prezime¹, Ime Prezime² (Style Authors)

Rezime (Style Rezime+Bold+Italic): Dati rezime rada na srpskom jeziku, obima 100-150 reči. Nakon toga dati 4-6 ključnih reči, formatiranih na isti način kao i rezime. Same reči „Rezime:“ i „Ključne reči:“ treba da budu formatirane kao bold+italic, kao što je u ovom primeru i dato. Rezime i ključne reči date na engleskom jeziku ne smeju da pređu na narednu stranu, već ona treba da započne naslovom prvog poglavlja. (Style Rezime)

Ključne reči (Style Rezime+Bold+Italic): Ključna reč1, ključna reč2, ključna reč3, ključna reč4, ključna reč5, ključna reč6 (Style Rezime)

PAPER TITLE IN ENGLISH (STYLE TITLE ENGLISH)

Abstract (Style Rezime+Bold+Italic): Abstract text in English. (Style Rezime)

Key words (Style Rezime+Bold+Italic): Key Word1, Key Word2, Key Word3, Key Word4, Key Word5, Key Word6 (Style Rezime)

¹ Titula, zvanje, afilijacija, imejl adresa (Style Footnote)

² Titula, zvanje, afilijacija, imejl adresa (Style Footnote)

1 NASLOV PRVOG REDA (STYLE HEADING 1)

Tekst (Style Text)

Hvala Vam što ste se odlučili da svoje istraživanje publikujete u časopisu Nauka+Praksa.

Rukopis rada tehnički obraditi korišćenjem programskog paketa "Microsoft Word". Rad formatirati prema ovom uputstvu. Najlakši način za formatiranje Vašeg rada je korišćenjem ovog uputstva i upotrebom predefinisanih stilova (Style). Za svaki deo rada pripremljen je stil, koji treba aplicirati prilikom pisanja ili nakon kopiranja teksta rada u ovaj fajl. Apliciranje se vrši selekcijom teksta i odabirom jednog od stilova iz Home/Styles toolbar-a. Stilovi za sve formate teksta dati su u ovom uputstvu u malim zagradama.

Najpre dati naslov rada na srpskom jeziku. U sledećem redu napisati ime ili imena autora, takođe centralno postavljena, a ukoliko postoji više autora ispisati ih jedno do drugog, bez titula. U fusnoti upisati njihove titule, zvanja, afilijacije i imejl adrese.

Nakon toga sledi rezime. Za rezime koristiti prostor širine 15 cm centralno postavljen u odnosu na margine stranice, sa levim i desnim poravanjem. Dati rezime rada na srpskom jeziku, obima 100-150 reči. Nakon toga dati 4-6 ključnih reči, formatiranih na isti način kao i rezime. Same reči „Rezime:“ i „Ključne reči:“ treba da budu formatirane kao bold+italic, kao što je u ovom primeru i dato.

Sledi naslov rada na engleskom jeziku. U narednom redu dati rezime rada na engleskom jeziku. Nakon njega dati ključne reči na engleskom jeziku. Rezime i ključne reči na engleskom jeziku treba da budu formatirani po istom principu kao i na srpskom jeziku. Rezime i ključne reči date na engleskom jeziku ne smeju da pređu na narednu stranu, već ona treba da započne naslovom prvog poglavlja.

Minimalan broj strana rada je 6, a maksimalan 12, uključujući i stranu sa naslovom i apstraktom, kao i poslednju stranu na kojoj su date zahvalnosti i citirana literatura. Strane rada ne treba numerisati.

Savetuje se korišćenje sledeće metodologije imenovanja naslova prvog reda: 1 Uvod, 2 Metodologija, 3 Rezultati, 4 Diskusija, 5 Zaključak. Predloženu metodologiju moguće je modifikovati u skladu sa tematikom i problemom koji rad obrađuje.

Ukoliko postoje nabranjanja, ona treba da izgledaju ovako:

- prvo nabranjanje,
- drugo nabranjanje,...

Formule formatirati na sledeći način:

$$k_c = k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 + \lambda_{rel,z}^2}} \quad (1)$$

Formule se uvlače kao i paragrafi za 0,5 cm. Funkcije, promenljive i grčka slova su italic, brojevi i ostali simboli su normal, veličina osnovnog fonta je 11 pt, a indeksa 7 pt.

Slike se mogu postaviti u okviru jednog stupca, kao na primer slika 1, ili u okviru oba stupca, kao slika 2. Nazivi slika se u oba slučaja pišu ispod slika. Slika treba da bude postavljena centralno. Naziv slike takođe postaviti centralno. Slike treba da budu dobrog kvaliteta sa minimum 300 dpi. Autori su dužni da obezbede prava na prikazivanje slike.



Slika 1 – Naziv slike, izvor (Style Figure Title)

Tabele se postavljaju centralno, a nakon tabele ostavi jedan prazan red. Tabele je, kao i slike, moguće dati u okviru jednog ili dva stupca. Nazive tabela dati iznad tabele.

Tabela 1- Naziv tabele (Style Table Title)

(Style Table)			

Tekst.

1.1 NASLOV DRUGOG REDA (STYLE HEADING 2)

Tekst.

1.1.1 Naslov trećeg reda (Style Heading 3)

Tekst.

2 NASLOV PRVOG REDA (STYLE HEADING 1)

Citiranje publikacija se vrši korišćenjem uglastih zagrada, prema redosledu navedenih dela. Literaturu na kraju rada dati istim redosledom kojim je i citirana. Formatiranje literature izvršiti prema datom uputstvu i primerima datim na kraju uputstva. Svako delo dato u popisu literature mora biti citirano u tekstu. Radovi bez citirane literature ne mogu biti objavljeni u ovom časopisu kao naučni radovi.

Data su uputstva za citiranje četiri najčešća tipa referenci: radovi u časopisima, radovi u zbornicima sa konferencija, knjige i internet.

Za radove u časopisima [1]: Prezime Ime, Prezime Ime: **Naslov rada (Bold)**. *Naziv časopisa (Italic)*, Vol. XX, No. XX, strana-strana, godina.

Za radove u zbornicima sa konferencija [2]: Prezime Ime, Prezime Ime: **Naslov rada (Bold)**. *Naziv konferencije (Italic)*, mesto održavanja, strana-strana, godina.

Za knjige/monografije/disertacije/standarde [3]: Prezime Ime, Prezime Ime: **Naslov (Bold)**. *Naziv izdavača (Italic)*, mesto izdavanja, godina.

Za internet izvore [4]: link (*datum posete*)



Slika 2 – Naziv slike, izvor (Style Figure Title)

3 ZAKLJUČAK (STYLE HEADING 1)

Rad obavezno mora da sadrži zaključak koji logično sledi na osnovu prethodno iznete diskusije o predmetu istraživanja. Radovi poslani za objavljivanje u časopisu Nauka+Praksa će najpre biti pregledani od

strane uredništva, a nakon toga će radovi koji zadovoljavaju formalne kriterijume za objavljivanje biti recenzirani. Radove slati na imejl adresu nauka+praksa@gaf.ni.ac.rs. Radove veće od 15 MB slati putem online servisa (recimo wetransfer). Autori su odgovorni za tačnost podataka, obezbeđivanje autorskih prava citiranih i korišćenih dela, kao i za formatiranje rada prema ovom uputstvu.

ZAHVALNOST (STYLE HEADING 1)

Autori mogu izraziti zahvalnost za pomoć ili finansiranje istraživanja u ovom delu, u suprotnom, ovaj podnaslov treba obrisati. Ovaj podnaslov i podnaslov „Literatura“ ne treba numerisati.

LITERATURA (STYLE HEADING 1)

- [1] Živković Lazar, Matejević Nikolić Biljana, Grdić Zoran, Ristić Nenad: **Mehaničke karakteristike 3D štampanih betona na bazi portland cementa.** *Zbornik radova Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu*, Vol. 36, 47-58, 2021.
- [2] Vasov Miomir, Ranđelović Dušan, Bogdanović Veliborka, Ignjatović Marko, Stevanović Jelena: **Improving Thermal Stability and Reduction of Energy Consumption in Serbia by Implementing Trombe Wall Construction.** *18th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia*, Sokobanja, 59-68, 2017.
- [3] Kostić Dragan: **Konstruktivni sistemi u arhitekturi, knjiga II.** *Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu*, Niš, 2018.
- [4] <https://my.matterport.com/show/?m=6cMTGpBPZ>
[Dh](#) (15.12.2022.)

LISTA RECENZENATA ČASOPISA NAUKA+PRAKSA ZA BROJ 27/2024.

Dr Ana Vukadinović, Fakultet zaštite na radu, Univerzitet u Nišu

Dr Bojana Grujić, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

Dr Dejan Milivojević, Akademija strukovnih studija Zapadna Srbija, Odsek Užice

Dr Dijana Stupar, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

Dr Igor Kuvač, Arhitektonsko-građevinsko-geodetski fakultet, Univerzitet u Banjoj Luci

Dr Jelena Živković, Arhitektonski fakultet, Univerzitet u Beogradu

Dr Julija Aleksić, Fakultet tehničkih nauka u Kosovskoj Mitrovici, Univerzitet u Prištini

Dr Marko Nikolić, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu

Dr Mihajlo Zinoski, Arhitektonski fakultet, Univerzitet Sveti Ćirilo i Metodije u Skoplju, Severna Makedonija

Dr Milorad Jovanovski, Građevinski fakultet, Univerzitet Sveti Ćirilo i Metodije u Skoplju, Severna Makedonija

Dr Miomir Vasov, Građevinsko-arhitektonski fakultet, Univerzitet u Nišu

Dr Nikola Baša, Građevinski fakultet u Podgorici, Univerzitet Crne Gore

Dr Nikola Velimirović, Departman za tehničke nauke, Državni univerzitet u Novom Pazaru

Dr Olivera Dulić, Građevinski fakultet Subotica, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Sanja Matijević Barčot, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije, Univerzitet u Splitu

Dr Slobodan Jović, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

Dr Višnja Žugić, Fakultet tehničkih nauka, Univerzitet u Novom Sadu

CIP - Katalogizacija u publikaciji
Narodna biblioteka Srbije, Beograd

624+72

[Nauka plus praksa]

NAUKA + praksa / glavni i odgovorni
urednik Miomir Vasov. - 1993, br. 1- . - Niš :
Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta
u Nišu, 1993- (Niš : Grafika Galeb). - 29 cm

Godišnje. - Drugo izdanje na drugom medijumu:
Nauka + praksa (Niš. Online) = ISSN 3009-4682
ISSN 1451-8341 = Nauka + praksa (Niš. 1993)
COBISS.SR-ID 48721676