



УНИВЕРЗИТЕТ У НОВОМ САДУ
ФАКУЛТЕТ ТЕХНИЧКИХ НАУКА



ЗБОРНИК РАДОВА ФАКУЛТЕТА ТЕХНИЧКИХ НАУКА

Едиција: Техничке науке - зборници

Година: XXXVIII

Број: 11/2023

Нови Сад

Едиција: „Техничке науке – Зборници“
Година: XXXVIII Свеска: 11

Издавач: Факултет техничких наука Нови Сад

Главни и одговорни уредник: проф. др Срђан Колаковић, декан Факултета техничких наука у Новом Саду

Уредништво:

Проф. др Срђан Колаковић
Проф. др Александар Купусинац
Проф. др Борис Думнић
Проф. др Дарко Стефановић
Проф. др Себастиан Балоиш
Проф. др Дејан Лукић
Проф. др Јован Дорић
Проф. др Мирослав Кљајић
Проф. др Немања Тасић
Проф. др Дејан Убавин

Проф. др Милан Видаковић
Проф. др Мирјана Дамњановић
Проф. др Јелена Атанацковић Јеличић
Проф. др Игор Пешко
Проф. др Драган Јовановић
Проф. др Небојша Ралевић
Доц. др Сања Ожват
Проф. др Немања Кашиковић
Проф. др Теодор Атанацковић

Редакција:

Проф. др Дарко Стефановић, главни уредник
Проф. др Жељен Трповски, технички
уредник

Проф. др Драгољуб Новаковић
Проф. др Иван Пинђер
Бисерка Милетић

Језичка редакција:

Бисерка Милетић, лектор
Софија Рацков, коректор
Мр Марина Катић, преводилац

Савет за библиотечку и издавачку делатност ФТН,
проф. др Стеван Станковски, председник.

Штампа: ФТН – Графички центар ГРИД, Трг Доситеја Обрадовића 6, Нови Сад

CIP-Каталогизација у публикацији
Библиотека Матице српске, Нови Сад

378.9(497.113)(082)
62

ЗБОРНИК радова Факултета техничких наука / главни и одговорни уредник
Срђан Колаковић. – Год. 7, бр. 9 (1974)-1990/1991, бр.21/22 ; Год. 23, бр 1 (2008)-. – Нови Сад : Факултет
техничких наука, 1974-1991; 2008-. – илустр. ; 30 цм. –(Едиција: Техничке науке – зборници)

Месечно

ISSN 0350-428X

COBISS.SR-ID 58627591

ПРЕДГОВОР

Поштовани читаоци,

Пред вама је једанаеста овогодишња свеска часописа „Зборник радова Факултета техничких наука“.

Часопис је покренут давне 1960. године, одмах по оснивању Машинског факултета у Новом Саду, као „Зборник радова Машинског факултета“, а први број је одштампан 1965. године. Након осам публикованих бројева у шест година, пратећи прерастање Машинског факултета у Факултет техничких наука, часопис мења назив у „Зборник радова Факултета техничких наука“ и 1974. године излази као број 9 (VII година). У том периоду у часопису се објављују научни и стручни радови, резултати истраживања професора, сарадника и студената ФТН-а, али и аутора ван ФТН-а, тако да часопис постаје значајно место презентације најновијих научних резултата и достигнућа. Од броја 17 (1986. год.), часопис почиње да излази искључиво на енглеском језику и добија поднаслов «Publications of the School of Engineering». Једна од последица нарастања материјалних проблема и несрећних догађаја на нашим просторима јесте и привремени прекид континуитета објављивања часописа двобројем/двогодишњаком 21/22, 1990/1991. год.

Друштво у коме живимо базирано је на знању. Оно претпоставља реорганизацију наставног процеса и увођење читавог низа нових струка, као и квалитетну организацију научног рада. Значајне промене у структури високог образовања, везане за имплементацију Болоњске декларације, усвајање нове и активне улоге студената у процесу образовања и њихово све шире укључивање у стручне и истраживачке пројекте, као и покретање нових мастер и докторских студија, доносе потребу да ови, веома значајни и вредни резултати, постану доступни академској и широј јавности. Оживљавање „Зборника радова Факултета техничких наука“, као јединственог форума за презентацију научних и стручних достигнућа, пре свега студената, обезбеђује услове за доступност ових резултата.

Због тога је Наставно-научно веће ФТН-а одлучило да, од новембра 2008. год. у облику пилот пројекта, а од фебруара 2009. год. као сталну активност, уведе презентацију најважнијих резултата свих мастер радова студената ФТН-а у облику кратког рада у „Зборнику радова Факултета техничких наука“.

Поред студената мастер студија, часопис је отворен и за студенте докторских студија, као и за прилоге аутора са ФТН или ван ФТН-а.

Зборник излази у два облика – електронском на веб сајту ФТН-а (www.ftn.uns.ac.rs) и штампаном, који је пред вама. Обе верзије публикују се сваки месец, у оквиру промоције дипломираних мастера.

У овом броју штампани су радови студената мастер студија, сада већ мастера, који су радове бранили у периоду од 01.09.2023. до 03.10.2023. год., а који се промовишу 27.01.2024. год. То су оригинални прилози студената са главним резултатима њихових мастер радова.

Известан број кандидата објавили су радове на некој од домаћих научних конференција или у неком од часописа. Њихови радови нису штампани у Зборнику радова.

Велик број дипломираних инжењера–мастера у овом периоду био је разлог што су радови поводом ове промоције подељени у три свеске.

У овој свесци, са редним бројем 11. објављени су радови из области:

- машинства,
- грађевинарства,
- саобраћаја,
- графичког инжењерства и дизајна,
- архитектуре и
- мехатронике,

У свесци са редним бројем 12. објављени су радови из области:

- електротехнике и рачунарства.

У свесци са редним бројем 1. из 2024. године објављени су радови из области:

- инжењерског менаџмента,
- инжењерства заштите на раду и заштите животне средине,
- математике у техници,
- геодезије и геоматике,
- инжењерства информационих система,
- сценске архитектуре и дизајна,
- биомедицинског инжењерства и
- сценске архитектуре и технике.

Уредништво се нада да ће и професори и сарадници ФТН-а и других институција наћи интерес да публикују своје резултате истраживања у облику регуларних радова у овом часопису. Ти радови ће бити објављивани на енглеском језику због пуне међународне видљивости и проходности презентованих резултата.

У плану је да часопис, својим редовним изласком и високим квалитетом, привуче пажњу и постане довољно препознатљив и цитиран да може да стане раме-уз-раме са водећим часописима и заслужи своје место на СЦИ листи, чиме ће значајно допринети да се оствари мото Факултета техничких наука:

„Високо место у друштву најбољих“

Уредништво

SADRŽAJ

STRANA

Radovi iz oblasti: Mašinstvo

1. Жељана Кужет,
ОБАВЕЗЕ РУКОВАОЦА И ПРИМЕНА ЗАШТИТНИХ МЕРА ПРИ РАДУ СА
ХИДРАУЛИЧНИМ БАГЕРИМА 1513-1516
2. Bojan Gagić,
PRIMENA I ISPLATIVOST KOGENERACIJE U TOPLANAMA SA SISTEMOM PRIPREME
TOPLE POTROŠNE VODE 1517-1520
3. Nadežda Pejčić,
BEZBEDNOST I ZAŠTITA PRI RUKOVANJU I ODRŽAVANJU MAŠINA I OPREME ZA ISKOP
ZEMLIŠTA 1521-1524
4. Svjetlana Bardak Šušnica,
OCENA KVALITETA ZAVARENOG SPOJA NA BAZI METALOGRAFSKOG ISPITIVANJA 1525-1528
5. Александар Милошевић, Борис Агарски, Ђорђе Вукелић,
ОЦЕЊИВАЊЕ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА МОДУЛАРНОГ ПРИБОРА ЗА ОБРАДУ
ПОКЛОПЦА КУЋИШТА 1529-1532
6. Владимир Циро, Слободан Табаковић,
РАЗВОЈ ВИРТУЕЛНЕ МАШИНЕ АЛАТКЕ 1533-1536
7. Stevan Cetenji,
PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA RAZMENJIVAČA TOPLOTE U
SYSTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA 1537-1540

Radovi iz oblasti: Građevinarstvo

1. Томислав Терзић,
СЕИЗМИЧКО ПРОЈЕКТОВАЊЕ СТУБОВА МОНТАЖНИХ ЈЕДНОСПРАТНИХ
КОНСТРУКЦИЈА ХАЛА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 8 1541-1544

	STRANA
2. Бранислав Шустер, ПРИМЕНА БЕТОНСКОГ КОЛОВОЗА У СРБИЈИ	1545-1548
3. Данило Филиповић, ПРОЈЕКАТ ПЛОЧЕ ХАЛЕ КАО БЕТОНСКЕ И СПРЕГНУТЕ – УПОРЕДНА АНАЛИЗА	1549-1551
4. Dragana Adžić, IDEJNO REŠENJE VODOSNABDEVANJA I KANALISANJA NASELJA ČENEJ	1552-1555
5. Војислав Сандић, ПРОЦЕНА СТАЊА И ЕНЕРГЕТСКА САНАЦИЈА ПОРОДИЧНЕ СТАМБЕНЕ ЗГРАДЕ У ЛОЗНИЦИ	1556-1559
6. Миодраг Ђурђевић, СЕИЗМИЧКА АНАЛИЗА АБ КОНСТРУКЦИЈЕ (Пр + 5) ПРЕМА ЕВРОКОДУ 8	1560-1563

Radovi iz oblasti: Saobraćaj

1. Андреа Ковачевић, Вук Богдановић, ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА ЗА ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦИ БУЛЕВАР ЕВРОПЕ, РУМЕНАЧКИ ПУТ	1564-1567
2. Darko Lakić, UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA 4.0: OSNOVNE TEORIJSKE POSTAVKE	1568-1571

Radovi iz oblasti: Grafičko inženjerstvo i dizajn

1. Vanja Ilić, Saša Petrović, REDIZAJN APLIKACIJE ZA SKLOPIVE MOBILNE TELEFONE	1572-1575
---	-----------

Radovi iz oblasti: Arhitektura

1. Tamara Miljković, Marko Jovanović, UPOTREBA LASERSKOG GRAVIRANJA I 3D ŠTAMPANJA PRI IZRADI MODELA URBANOG PODRUČJA VEĆE RAZMERE	1576-1579
2. Jovana Rajić, ENTERIJERSKO UREĐENJE KAFETERIJE U GRADSKOM JEZGRU	1580-1582
3. Aleksandra Tomić, Ivana Bajšanski, PRIMENA PERFORIRANIH BRISOLEJA ZA SMANJENJE INSOLACIJE NA FASADAMA	1583-1586
4. Милица Симовски, СМАЊЕЊЕ ИНСОЛАЦИЈЕ ДЕЧИЈЕГ ИГРАЛИШТА ПРИМЕНОМ ПАРАМЕТАРСКОГ МОДЕЛОВАЊА	1587-1590
5. Kristina Siročić, T369	1591-1593
6. Petar Mitrović, IMAGINARNI URBANI ARTEFAKT: ARHITEKTONSKI NARATIV I MEMORIJA TLA KAO ALATI U PROCESU ARHITEKTONSKOG PROJEKTOVANJA	1594-1597
7. Милица Миловановић, АРХИТЕКТОНСКА СТУДИЈА КОНЦЕПТА КОНДОМИНИЈУМА – ПРОЈЕКАТ ОБЈЕКТА КОНДОМИНИЈУМА У НОВОМ САДУ	1598-1601
8. Jelena Mirković, SAVREMENA KOLIBA – KUĆA ZA ODMOR U NASELJU TABANOVIĆ	1602-1605
9. Jovan Bajić, REAKTIVACIJA GRADITELJSKOG FONDA: SLUČAJ „HEROJ PINKI 3“	1606-1609

10. Milica Čabrilo, ENTERIJER GASTRONOMSKOG CENTRA U OBJEKTU STARE RANŽIRNE STANICE U NOVOM SADU	1610-1613
11. Mila Prokin, PROJEKAT KUĆE NA OSTRVU ANAFI U GRČKOJ	1614-1617
12. Anastasija Šušak, IDEJNI PROJEKAT „BENEATH“ - STANOVANJE ISPOD POVRŠINE ZEMLJE	1618-1620
13. Драгана Селаковић, ВИНАРИЈА У БАРБАРЕСКУ	1621-1623
14. Katarina Đurić, IDEJNO REŠENJE VERTIKALNOG KAMPA U CENTRAL PARKU	1624-1626
15. Теодора Миличић, АГРО ЦЕНТАР У РУМИ	1627-1630
16. Dejan Bogavac, Marko Jovanović, UPOREDNI PRISTUP STVARANJA INTERAKTIVNE SCENE U ODNOSU NA IMERSIVNOST	1631-1634
17. Aleksa Šakota, SUPORT CENTAR	1635-1637
18. Filip Nikolić, Marko Lazić, ANALIZA OPTIMALNE DISPOZICIJE OBJEKATA NA PARCELI PRIMENOM BIM TEHNOLOGIJE I GENERATIVNOG DIZAJNA	1638-1640

Radovi iz oblasti: Mehatronika

1. Žarko Miložićić, IMPLEMENTACIJA BOOTLOADER-A ZA MIKROKONTROLER STM32F413ZH	1641-1644
2. Marko Boberić, IMPLEMENTACIJA MQTT PROTOKOLA KORIŠĆENJEM ARDUINO 2650 + ESP8266 RAZVOJNE PLOČE	1645-1648
3. Игор Бабић, РАЗВОЈ РОБОТСКЕ ЋЕЛИЈЕ СА SCARA РОБОТОМ ЗА РУКОВАЊЕ СТАТОРИМА МОТОРА	1649-1652

ОБАВЕЗЕ РУКОВОАОЦА И ПРИМЕНА ЗАШТИТНИХ МЕРА ПРИ РАДУ СА ХИДРАУЛИЧНИМ БАГЕРИМА**OBLIGATIONS OF THE OPERATOR AND APPLICATION OF PROTECTIVE MEASURES WHEN WORKING WITH HYDRAULIC EXCAVATORS**

Жељана Кужет, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАНИЗАЦИЈА И КОНСТРУКЦИОНО МАШИНСТВО

Кратак садржај – Тема овог научног рада су обавезе руковаоца и примена заштитних мера при раду са хидрауличним багерима. Дефинисане су обавезе руковаоца при безбедном раду са хидрауличним багерима (руковање и одржавање) и наведене су повреде на раду које се дешавају при небезбедном раду са универзалним хидрауличним багерима. Рад садржи и кратко упутство за безбедан и здрав рад са универзалним хидрауличним багерима.

Кључне речи: Универзални хидраулични багери, обавезе руковаоца, заштитне мере

Abstract – The topic of this scientific work is the operator's obligations and the application of protective measures when working with hydraulic excavators. The duties of the operator during safe work with hydraulic excavators (handling and maintenance) are defined and the injuries at work that occur during unsafe work with universal hydraulic excavators are listed. The work also contains short instructions for safe and healthy work with universal hydraulic excavators.

Keywords: Universal hydraulic excavators, obligations of the operator, protective measures

1. УВОД

Грађевинарство је област индустрије коју одликују ве-ома сложени процеси сачињени из великог броја учес-ника, средстава, машина и различитих ресурса. Дога-ђаји и активности који чине грађевински процес носе са собом ризике већег или мањег интензитета, са пос-ледицама већег или мањег обима. Услед неадекватног руковања хидрауличним багером може доћи до пов-реде руковаоца, али врло често бива и да поред пра-вилног руковања, долази до повреда због неисправ-ности дате механизације. Такође, могу бити повре-ђени и они који се нађу у опасној зони рада машине. Најчешћи ризици који се јављају приликом рада са хидрауличним багерима произилазе из самог окру-жења машине – конфигурација терена, стабилност терена, постојање надземних/подземних инсталација, затрпавање багера, превртање, пожар итд.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Радомир Ђокић ванр. проф.

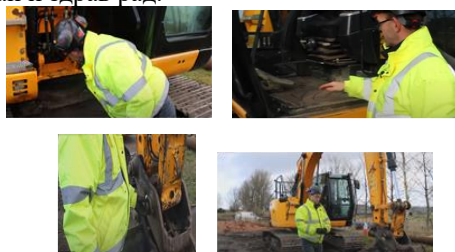
2. БЕЗБЕДНОСТ И ЗАШТИТА НА РАДУ СА ХИДРАУЛИЧНИМ БАГЕРИМА**2.1. Обавезе руковаоца хидрауличним багером**

Обавезе руковаоца огледају се у:

- управљању машином, односно њеним погонима у складу са упутством за употребу произвођача, општим техничким и прописима безбедности на раду и интерним правилником радне организације,
- познавању:
 - конструкције и намене свих механизма машине и уређаја за постизање безбедности,
 - начина управљања и опслуживања свих механизма и уређаја на машини,
 - критеријума за замену појединих елемената,
 - врсте мазива, места, начина и режима подмазивања,
 - знакова сигнализације,
 - начина поступања у посебним и хаваријским ситуацијама,
 - начина пружања прве помоћи,
- вршењу дневних прегледа и учествовања у вршењу осталих прегледа,
- сарадњи са особама задуженим за одржавање машине,
- по потреби преузимању одређених радова на одржавању машине (нпр. подмазивање, притезање вијака, и сл.), који не захтевају посебну стручну спрему,
- прихватању дужности управљања машином, што се формално потврђује потписом у контролној књизи машине,
- прихватању и извршавању радних задатака добијених од за то надлежне особе, уколико исти нису у супротности са мерама безбедности при раду са машинама [1].

Обавезе руковаоца могу се поделити у три групе: обавезе руковаоца пре почетка рада, у току рада са хидрауличним багером и након рада са хидрауличним багером.

Обавезе руковаоца пре почетка рада са хидрауличним багером (слика 1.) огледају се у визуелном прегледу хидрауличног багера, провери стања радног уређаја, провери да ли постоје трагови цурења уља/горива/средства за хлађење, преглед механизма кретања, провера нивоа горива/моторног уља и осталих течности, прегледу кабине/рукохвата и ногоступа, упознавању са радном околином, преузимању радног задатка и поштовању свих других мера безбедности које су наведене у упутствима за безбедан и здрав рад.



Слика 1. Преглед хидрауличног багера

У току рада руковалац мора да прилагоди рад машине њеној намени и могућностима, да осматра и следи знаке сигнализисте (слика 2.) у случају недовољне видљивости, да одбије да поступи по командама сигнализисте ако сумња у њихову правилност и да при дизању терета (слика 2.) да поступи према одговарајућим препорукама из упутства, прописа и правилника за дизалично – транспортне машине.



Слика 2. Знаци сигнализисте (лево) и дизање терета (десно)

По завршетку рада руковалац мора да машину заустави на сувом, равном месту (слика 3.) тако да не представља препреку, нити опасност за друге. Неопходно је да активира паркирну кочницу, пажљиво спусти радни уређај на тло пазећи да се нико не налази на машини или близу ње, спусти стабилизаторе, да обезбеди да сви уређаји буду искључени, блокира ненамерно активирање команди и безбедно сиђе са хидрауличног багера (слика 3.) користећи ногоступе и рукохвате.



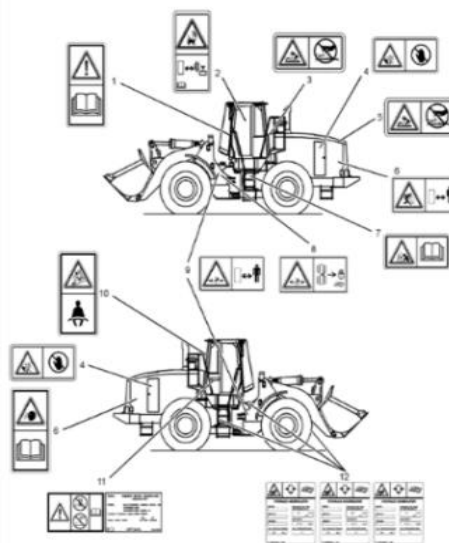
Слика 3. Заустављање багера (лево) и безбедно силажење (десно)

Ако машину предаје директно руковаоцу који наставља рад у следећој смени, истог обавести о запажањима, односно уоченим евентуалним неправилностима.

2.2. Мере заштите приликом одржавања хидрауличних багера

Места за подешавање и одржавање машине морају да се налазе изван зона опасности. Мора бити омогућено да се изврши подешавање, одржавање, поправка, чишћење и активности на опслуживању док машина не ради [1] .

Код хидрауличних багера мора се обезбедити прикључни уређај за инсталирање дијагностичке опреме за откривање кварова. Компоненте хидрауличног багера које треба често мењати, морају да обезбеде лако и безбедно уклањање и замену. Приступ овим компонентама мора бити такав да се омогући да се ови задаци изврше са потребним техничким средствима (алати, мерила и сл.), у складу са предвиђеним методом рада који је специфицирао произвођач [1]. Хидраулични багер мора бити пројектован, израђен и опремљен тако да потреба за интервенцијом руковаоца буде минимална. Ако се интервенција руковаоца не може избећи, мора се омогућити да се она изврши на једноставан и безбедан начин. Информације и упозорења која се постављају на хидрауличне багере морају се, пре свега, обезбедити у облику лако разумљивих симбола или пиктограма (слика 4.).



Слика 4. Места постављања налепница за безбедност и здравље на раду

За оне хидрауличне багере који се стављају на тржиште Србије или пуштају у рад у Србији све писане информације и упозорења морају бити на српском језику.

Превентивним и периодичним прегледима и проверама опреме за рад проверава се и у тврђује да ли су на опреми за рад, прописаној овим правилником, која се користи у процесу рада, примењене мере безбедности и здравља на раду утврђене у прописима у области безбедности и здравља на раду, техничким прописима, стандардима и упутствима произвођача [2] . Како хидраулични багери припадају групи грађевинске опреме, тако подлежу превентивним и периодичним прегледима и

проверама, при чему се превентивни прегледи обављају:

- пре почетка коришћења,
- после ремонта/реконструкције/хаварије,
- пре почетка рада на новом месту рада (ако је опрема премештена са једног на друго место),
- након отклањања недостатака утврђених од стране правног лица са лиценцом,
- након смртне/тешке повреде на раду,
- после наложене мере инспектора рада,
- ако дође до било каквих промена на опреми за рад које утичу на безбедан и здрав рад запослених [2] .

Периодични прегледи и провере опреме за рад обављају се у року који је утврђен техничким прописима и стандардима или који је одређен упутством произвођача, а најкасније:

- у року од три године од дана претходног прегледа и провере, осим
- периодичних прегледа и провере привремене електричне инсталације са уређајима, опремом и прибором, који се обављају у року од шест месеци од дана претходног прегледа и провере и периодичних прегледа и провере опреме за рад коју послодавац утврди актом о процени ризика, који се обављају у року утврђеном тим актом али не дужим од три године од дана претходног прегледа и провере [2].

3. УПУТСТВО ЗА БЕЗБЕДАН И ЗДРАВ РАД СА ХИДРАУЛИЧНИМ БАГЕОМ

Основни делови упутства за безбедан и здрав рад са хидрауличним багером:

- списак опасности по људски живот и животну средину,
- мере заштите и правила понашања,
- понашање у случају сметњи,
- битно упозорење (у упутству назначено као – обавезно),
- поступак за прву помоћ.

3.1. Опасности по људски живот и животну средину

Опасности које се јављају при раду са хидрауличним багерима (слика 5.) , а са којима сваки руковаоц треба да се упозна и да буде свестан истих јесу следеће:

- опасност од покретних и ротирајућих механичких делова код хидрауличног багера,
- опасност од пригњечења, тежих повреда и смрти услед заласка запосленог у покретни механички део хидрауличног багера за време његовог рада у укљученом стању, удар кашиком и удар кофом, могућност удара других запослених усред заласка у непосредни радни простор хидрауличног багера,
- опасност од превртања,
- опасност од константног удисања прашине, дима, изложености буци и вибрацијама
- опасност услед преоптерећења при раду,
- опасност од струјног удара,

- опасност од урушавања,
- пад радника (ако је под клизав, закрчен), опасност од клизања и спотицања.



Слика 5. Опасности при раду са хидрауличним багером

3.2 Правила у току рада

Сваки руковаоц је дужан да поштује и примењује следеће мере:

- Запослени не смеју бити присутни у пределу рада покретних, механичких и других делова багера за време рада;
- Забрањено је скидати и модификовати заштине уређаје на хидрауличном багеру;
- Багером може да рукује лице које поседује адекватна знања, има одређену обуку и уверење за руковање;
- Приликом рада багера, запослени се морају разместити на безбедно место ван зона опасности;
- Приликом њишћења хидрауличног багера, он се мора налазити у искљученом стању а положај кашике, које такав да се искључује могућност затрпавања запослених;
- Уређаји за управљање морају бити трајно и видљиво означени према намени и у сваком моменту морају бити исправни;
- Руковалац хидрауличног багера мора лично проверити његову исправност. Све уочене недостатке ОДМАХ елиминисати или сложеније проблеме пријавити непосредном руководиоцу, не започињати рад уколико је багер неисправан. Исто поступити у току рада или непосредно по завршетку рада – смене;
- Недостатке, механичке проблеме није дозвољено самостално решавати;
- Обратити пажњу на близину електричних водова и безбедну удаљеност при употреби кашике;
- Обавезно употребити лична заштитна средства.

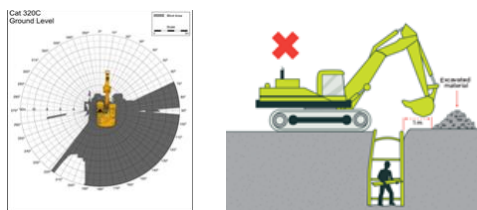
3.3 Понашање у случају сметњи

У случају непредвиђених околности обавезно је контактирати непосредног руководиоца и лица задуженог за одржавање. Поправке искључиво врше компетентна лица. Забрањено је извршавање самосталних поправки.

3.4 Битно упозорење – обавезно

Угао видљивости руковаоца хидрауличним багером (слика 6.) није у потпуности прегледан. Забрањено је стајати непосредно иза хидрауличног багера. Руковалац хидрауличног багера не осећа моменат удара запосленог и наставља са радом неометано, несвестан инцидента. Важно је обратити пажњу при

вршењу ископа на узбрдици и месту одлагања. Треба обратити пажњу на присутност радника у близини ископа при одлагању земље (слика 6.).



Слика 6. Слепи углови (лево) и положај багера при ископу (десно)

3.5 Поступак за прву помоћ

Уколико се деси повреда радника, важно је остати прибран и сталожен и обезбедити место несреће. Затим потребно је позвати хитну помоћ на број 194. Приликом разговора са службом хитне помоћи, важно је навести следеће:

1. Ко зове;
2. Где се несрећа догодила;
3. Шта се десило;
4. Колико особа је повређено;
5. О каквим повредама се ради;
6. Број телефона са кога се зове.

Потребно је сачекати повратна питања и савете. Повређеној особи се не сме дати ништа да поједе или попије и не треба је оставити саму. Потребно је информисати претпостављеног руководиоца и стручно лице за безбедност и здравље на раду

4. ПОВРЕДЕ НА РАДУ

4.1 Случај 1: Запослени је погинуо од удара кашике багера

Запослени радник, стар 54 године, мушког пола, је чистио и обављао опште радне задатке, док је стајао између два багера. Колега, који је управљао једним од багера, није приметио да је запослени замахнуо кашиком багера и приликом тога ударио запосленог. Запослени је задобио отворену трауму главе и погинуо (слика 7.) [3].



Слика 7. Пренос преминулог радника кога је ударила кашика багера

4.2 Случај 2: Запослени је преминуо када је дошло до превртања багера

Запослени, стар 70 година, мушког пола, радио је са мини багером, приликом чега је дошло до превртања. Запослени је ударио руку и трбух од другу машину када се багер преврнуо. Запослени је задобио

унутрашње повреде и преминуо је услед унутрашњег крварења (слика 8.) [4].



Слика 8. Запослени је погинуо услед превртања багера

4.3. Случај 3: Запослени је задобио опекотине у експлозији

Запослени, стар 38 година, мушког пола, је у поноћ управљао багером Terex, који је био опремљен додатком за смицање, који се користио за одвајање тешког металног отпада. Багер је почео да помера металну кутију са гомиле отпада у тренутку експлозије и ослобађања концентрованог гаса непознатог порекла. Запослени је задобио опекотине другог и трећег степена шака и потколеница, ногу, тупа и лица (слика 9.). Запослени је хоспитализован [5].



Слика 9. Приказ оштећења коже другог и трећег степена

5. ЗАКЉУЧАК

На основу свега наведеног, уочава се величина ризика и врста последица са којом се сусрећу руковођа хидрауличних багера. Ризици могу да резултирају фаталним последицама или кроз серије озбиљних повреда на раду. У циљу спречавања повреда, обољења и оштећења здравља запослених битна је и неизоставна обука запослених за безбедан и здрав рад са хидрауличним багерима, где ће се они упознати са свим врстама ризика, начинима да се спрече и елиминирају и правилима понашања.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Малешев П., Ристић З., Ђокић Р., Безбедност и заштита на раду са средствима грађевинске и комуналне механизације, ФТН, Нови Сад, 2012.
- [2] https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_postupku_u_pregleda_i_provere_opreme_za_rad_i_ispitivanja_uslova_radne_okoline.html
- [3] https://www.osha.gov/ords/imis/accidentsearch.accident_detail?id=152881.015
- [4] https://www.osha.gov/ords/imis/accidentsearch.accident_detail?id=148192.015
- [5] https://www.osha.gov/ords/imis/accidentsearch.accident_detail?id=109113.015

7. КРАТКА БИОГРАФИЈА



Жељана Куџет рођена је 1999. у Суботици. Мастер рад на Факултету техничких наука из области БЗНР са транспортним и грађевинским машинама и моторним возилима одбранила је 2023. године
контакт: zeljana.kuzet.12@outlook.com

**PRIMENA I ISPLATIVOST KOGENERACIJE U TOPLANAMA SA SISTEMOM
PRIPREME TOPLE POTROŠNE VODE****APPLICATION AND COST-EFFECTIVENESS OF COGENERATION IN HEATING
PLANTS WITH A HOT WATER PREPARATION SYSTEM**

Bojan Gagić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U radu je predstavljeno kogeneraciono postrojenje na toplani „Jug“ u Novom Sadu, koja je deo JKP „Novosadska toplana“. Toplana „Jug“ poseduje sistem pripreme tople potrošne vode (TPV), gde je kogeneracija pronašla svoju dobru primenu zbog celogodišnje potebe za toplotnom energijom. U radu je opisan princip rada, povezivanje i ključna oprema kogeneracionog postrojenja. Takođe je predstavljen i bilans energije postrojenja u radu, kao i isplativost investicije.

Ključne reči: Kogeneracija, toplana, topla potrošna voda.

Abstract – The paper presents the cogeneration plant at the "Jug" heating plant in Novi Sad, which is part of the "Novosadska toplana". The "Jug" heating plant has a hot water preparation system, where cogeneration has found its good application due to the year-round need for thermal energy. The paper describes the principle of operation, connection and key equipment of the cogeneration plant. Also presented is the energy balance of the plant in operation, as well as the profitability of the investment.

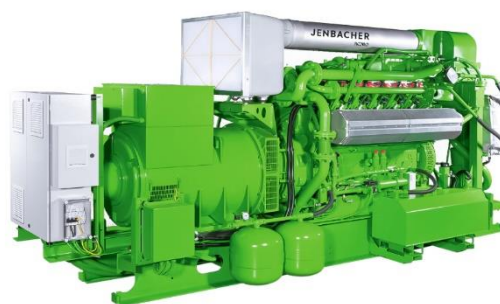
Keywords: Cogeneration, heating plant, hot water preparation system.

1. UVOD

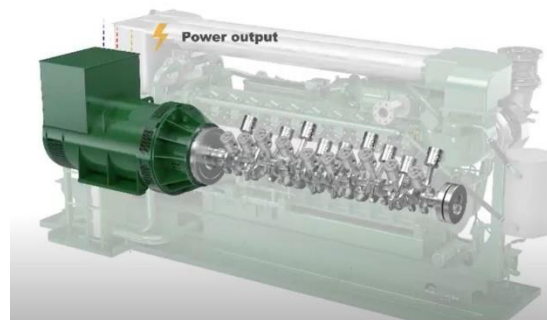
Visokoeфикасна proizvodnja energije je sve popularnija i zastupljenija u svetu. Kogeneracija ili CHP (engl. *Combined heat and power*) je odličan primer visokoeфикаsne proizvodnje energije, gde se za jednu jedinicu goriva dobijaju dva proizvoda. Ako govorimo o gasnim motorima sa unutrašnjim sagorevanjem, slika 1, kao kogeneracionoj tehnologiji za transformaciju energije, prvi proizvod koji dobijamo je električna energija nastala u generatoru, slika 2, sa kojim se motor spreže. Drugi proizvod je toplotna energija dobijene hlađenjem motora. Ova toplota je zapravo otpadna toplota sa čijim je iskorištavanjem podignut stepen efikasnosti postrojenja.

Gledajući sa ekološkog aspekta, kogeneracija je neuporedivo prihvatljivija u poređenju sa konvencionalnom odvojenom proizvodnjom električne i

toplotne energije, gde se električna energija proizvodi u termoelektranama, a toplotna energija u kotlarnicama. Kod konvencionalne proizvodnje, električna energija se proizvodi odvojeno od toplotne, samim tim, za svaki proces proizvodnje zasebno se troši gorivo, što kod kogeneracije nije slučaj. Manja potrošnja goriva, znači i manje zagađenje životne sredine.



Slika 1. Gasni motor [1]



Slika 2. Sprezanje motora i generatora [2]

Električna energija nastala u CHP postrojenju se može koristiti za sopstevne potrebe ili se može prodavati distribuciji električne energije.

Da bi postrojenje bilo efikasno, mora da postoji stalni konzum toplotne energije, zbog toga se mora voditi računa pri projektovanju da se odabere postrojenje odgovarajuće snage.

Određene toplane u Srbiji, pored sistema grejanje, imaju i sistem pripreme tople potrošne vode (TPV), gde je potražnja za toplotnom energijom prisutna tokom cele godine. Ovo je odličan potencijal za kogeneraciju, gde bi dobar deo konzuma TPV-a obezbeđivalo CHP postrojenje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Aleksandar Anđelković, vanred. prof.

2. TOPLANA „JUG“ U NOVOM SADU

Toplana „Jug“ predstavlja jednu od pet gradskih toplana grada Novog Sada u sklopu JKP „Novosadska toplana“. Toplana je izgrađena 1961. godine i nalazi se na adresi Vladimira Nikolića br. 1. Delovi Novog Sada koje toplana „Jug“ pokriva su Limani, Grbavica, Adamovićevo naselje, Bulevar i Stari grad.

Toplana pokriva i veće objekte u gradu kao što su Merkator, SPENS, zgrada NIS-a.

Instalisana snaga toplane Jug je 139,56 MW za grejanje, 35,32 MW za TPV i 4,008 MW el. kapacitet. Osnovno gorivo toplane je prirodni gas, ali postoji mogućnost i rada na lako lož ulje.

3. CHP POSTROJENJE NA TO „JUG“

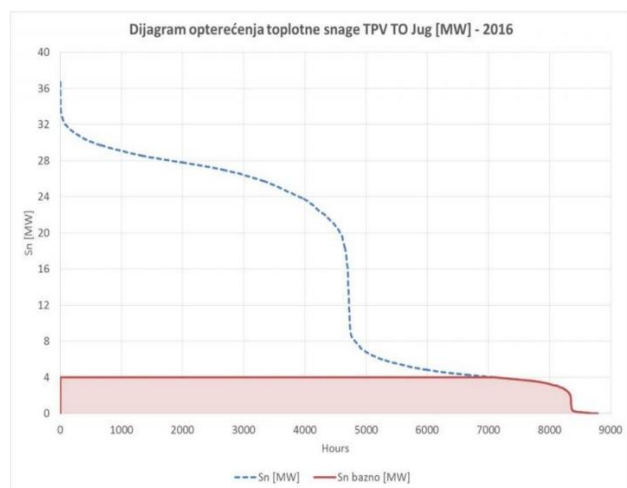
Trenutni toplotni kapacitet toplane u režimu 90/70°C i na pritisku od 6 bar-a koji se plasira u TPV sistem iznosi:

- Kotao K1, kapaciteta 23,26 MW
- Kotao K8, kapaciteta 8 MW
- CHP postrojenje, kapaciteta 4,06 MW

Ukupno 35,32 MW

Za odabir potrebne snage CHP postrojenja na toplani „Jug“ korišćani su podaci za isporučenu količinu toplotne energije u sistem pripreme tople potrošne vode za 2016. godinu.

Godišnji svedeni dijagram opterećenja toplotne snage TPV-a na toplotnom izvoru „Jug“, slika 3, iz analize podataka za 2016. godinu, pokazuje da godišnji broj časova sa baznim opterećenjem (toplotnom snagom) većom ili jednakom od 4,0 MW iznosi oko 6700 časova.



SLIKA 3. DIJAGRAM OPTEREĆENJA TOPLOTNE SNAGE TPV-A ZA 2016. [3]

3.1 Ključna oprema CHP postrojenja

Odabrana su 2 **gasna motora** proizvođača GE Jenbacher, tip JMS 612 GS-N.LC. Kapacitet proizvodnje toplotne energija motora iznosi: 2 x 2030 kWh = 4060 kWh – temperature 90/71,3°C. Kapacitet proizvodnje električne energije (10 kV i 50 Hz) iznosi: 2 x 2004 kWh = 4008 kWh.

Za smanjenje buke tokom strujanja dimnih gasova ugrađeni su **prigušivači buke**, koji se postavljaju u dimnom kanalu.

Smanjenje koncentracije NO_x na propisanu vrednost od 100 mg/Nm³ (3% O₂) se ostvaruje preko **katalizatora**, dovodom reagensa uree u struju dimnih gasova na visokoj temperaturi i raspršivanjem u pravoj deonici dimnog trakta ispred katalizatora.

Predaja toplote iz dimnih gasova ostvaraju se pomoću **utilizatora toplote**.

Rashladna kula se ugrađuje za slučaj kada nema predaje toplote toplifikacionom sistemu. Toplota se usmerava ka njoj, gde je ona emituje u okolinu štiteći motore od pregrevanja.

Toplotna energija gasnog motora se predaje indirektno preko **pločastih izmenjivača toplote**. Na CHP postrojenju toplane „Jug“ predaja toplote se vrši direktno toplifikacionom sistemu (visoka temperatura) i sistemu zagrevanja omekšane vode (niska temperatura). Izmenjivači koju su ugrađeni su proizvođača Ipros, tipovi: NT 100X CDL-16 (za visoku temperature) i NT 50M CDS-16 (za nisku temperaturu).

Ciruklacija vode kroz četiri hidraulička kruga ostvaraju se pomoću **centrifugalnih pumpi**.

3.2 Hidraulički krugovi

U tabeli 1 predstavljani su hidraulički krugovi kogeneracionog postrojenja na toplani „Jug“.

Tabela 1. *Hidraulički krugovi*

Visoka temperatura			
Br.	Temperaturski režim	Fluid	Krug
1	85/65°C	voda	Grad povrat – Izmenjivač NT 100X CDL-16 – Grad potis TPV
2	90/71,3°C	glikol - voda	Izmenjivač NT 100X CDL-16 – Gasni motor – Izmenjivač NT 100X CDL-16
Niska temperatura			
	Temperaturski režim	Fluid	Krug
3	44/15°C	voda	HPV – Izmenjivač NT 50M CDS-16 – HPV
4	49,1/45°C	glikol - voda	Izmenjivač NT 50M CDS-16 – Gasni motor – Izmenjivač NT 50M CDS-16

4. BILAS ENERGIJE

CHP postrojenje je krenulo sa radom u decembru 2019. godine i radi sve do sada. Postrojenje nije imalo većih zastoja, osim u martu i aprilu 2020. kada je bilo uvedeno vanredno stanje usled korona virusa, i uredba Vlade koja je definisala otkup stuje je bila suspendovana.

Ukupna cena investicije je bila 3.911.673 €, i investicija bi trebala biti otplaćena u septembru 2023. godine. Period otplate će biti oko 3 godine i 9 meseci. Nakon toga, JKP „Novosadska toplana“ će imati čistu dobit od ovog postrojenja do kraja podsticajnog period od 12 godina.

Proizvodnja toplotne i električne energije, kao i stepen efikasnosti postrojenja u radu, dato je u tabeli 2.

Tabela 2. *Proizvodnja energije CHP postrojenja na TO "Jug" [4]*

God	Proizvedena el.E [MWh]	Porizv. toplotna E [MWh]	Energija gasa [MWh]	Stepen efikasnosti [%]
2019	1,545	1,442	3,357	89.0%
2020	19,610	18,080	43,848	86.0%
2021	29,751	29,411	68,642	86.2%
2022	30,839	30,698	70,456	87.3%
Total*	95,620	93,075	217,674	86.7%

*od decembra 2019. – maja 2023.

Ukupni godišnji stepen korisnosti elektrane za kombinovanu proizvodnju (η) predstavlja odnos između ukupno proizvedene energije (električne i toplotne) i energetske vrednosti potrošenog goriva, koji se računa prema formuli (1):

$$\eta = \frac{E+Q}{E_{pg}} \quad (1)$$

gde je:

E - ukupna godišnja proizvodnja električne energije u kombinovanoj proizvodnji, MWh,

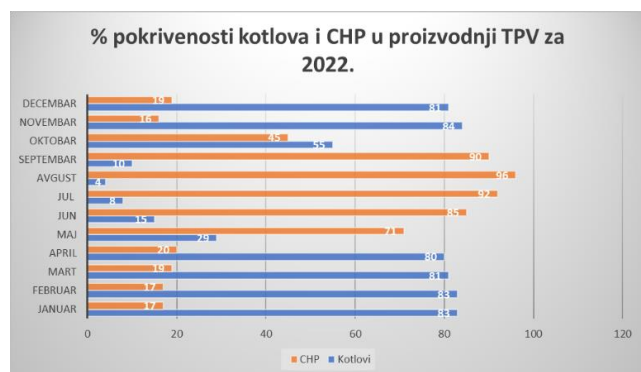
Q - ukupna godišnja korisna potrošnja toplotne energije iz kombinovane proizvodnje koja obuhvata toplotnu energiju potrošenu za sopstvene potrebe i prodatu toplotnu energiju, MWh,

E_{pg} - energetska vrednost potrošenog goriva tokom godine za kombinovanu proizvodnju električne i toplotne energije, MWh.

Ukupna dosadašnja proizvodnja (do maja 2023.) toplotne energije iz CHP postrojenja je iznosila 93.075 MWh. Što predstavlja 24% od ukupne toplote plasirane u sistem pripreme tople potrošne vode.

Pokrivenost TPV od toplotne energije iz CHP postrojenja u lenjim mesecima penje se i na 92-97%.

Udeo pokrivenosti CHP postrojenja za 2022. prikazan je na slici 4.



Slika 4. *Pokrivenost CHP-a u proizvodnji tpv za 2022.*

Finansijski bilans CHP postrojenja na toplani "Jug" po godinama predstavljen je u tabeli 3.

Podaci su zaključno sa majom 2023. godine.

Tabela 3. *Finansijski bilans postrojenja [4]*

God	Vrednost el.E [€]	Vrednost toplotne E [€]	Vrednost gasa [€]	Servis [€]	Dobit [€]
2019	64,128	58,264	111,579	23,181	-12,368
2020	1,253,474	730,369	1,164,744	294,153	524,946
2021	2,208,873	1,188,229	1,912,553	434,069	1,050,481
2022	2,879,330	1,241,811	2,393,637	533,825	1,193,679
Total*	7,860,984	3,822,655	6,803,525	1,525,393	3,354,720

*od decembra 2019. – maja 2023.

Povlašćena otkupna cena struje je ključ isplativosti kogeneracionog postrojenja u toplanama sa TPV sistemom. Okupna cena struje 04.07.2023. za CHP postrojenje na TO "Jug" je bila 113,85 €/MWh, dok je cena struje koju kupuje toplana za podmirivanje svojih potreba 110,81 €/MWh.

Cena otkupa električne energije iz CHP postrojenja se fomira iz fomule (2) iz člana 17 Uredbe o ugovoru o otkupu električne energije [5].

$$C_3 = C_2 * 0,33 + C_0 * 0,67 * G / 312,58 \quad (2)$$

gde je:

C_3 - korigovana podsticajna otkupna cena za elektrane sa visokoeфикаsnom kombinovanoj proizvodnjom električne i toplotne energije, c€/kWh,

C_2 - korigovana podsticajna otkupna cena zbog inflacije, korekcija cene se vrši svake godine u februaru, c€/kWh,

C_0 - podsticajna otkupna cena, određena na dan stupanja na snagu uredbe kojom se uređuju podsticajne mere, c€/kWh,

G - koeficijent korekcije promene cene gasa koju objavljuje ministarstvo nadležno za poslove energetike.

Kada je postrojenje krenulo sa radom, okupna cena struje je bila 85,83 €/MWh (decembar 2019.), dok je danas 113,85 €/MWh (jul 2023.).

Primetan je konstantan rast otkupne cene struje iz visokoeфикаsne kombinovane proizvodnje. Sa višom otkupnom cenom, kraći je period otplate investicije i veća zarada do kraja podsticajnog perioda. Sve nam to govori da je investiranje u kogeneraciona postrojenja veoma isplativo u narednom periodu, naravno, samo uz povlašćenu otkupnu cenu struje.

5. PRORAČUN

Parametri na osnovu kojih se vrši odabir odgovarajućih pumpi za cirkulaciju u hidrauličkim krugovima su napor i protok pumpe. Ovi parametri se dobijaju iz formula (3) i (4):

$$H = 1,25 * \Delta p \quad (3)$$

$$G = 1,1 * V \quad (4)$$

gde je:

H – napor pumpe, Pa,

Δp – ukupni pad pritiska u sistemu, Pa,

G – protok pumpe, m³/h,

V – zapreminski protok, m³/h.

Pri promeni temperature radnog fluida dolazi do promene gustine, što za posledicu ima i promenu zapremine fluida u sistemu. Širenje fluida usled zagrevanja prihvata zatvorena membranska ekspanzion posuda. Ekspanzija mešavine glikol-voda u sistemu izračunava se preko formule (5):

$$\Delta V = \frac{V}{2} \left(\frac{\rho_a}{\rho_{raz.}} - 1 \right) + \frac{V}{2} \left(\frac{\rho_a}{\rho_{pov.}} - 1 \right) \quad (5)$$

gde je:

ΔV – promen zapremine u sistemu, m³,

V – zapremina mešavine glikol-voda u sistemu, m³,

ρ_a – gustina mešavine u hladnom stanju, kg/m³,

$\rho_{raz.}$ – gustina mešavine na temperaturi razvoda, kg/m³,

$\rho_{pov.}$ – gustina mešavine na temperaturi povrata, kg/m³.

Izbor zapremine ekspanzionog suda se vrši na osnovu ekstremnog slučaja kada se startuje iz hladnog stanja na osnovu formule (6):

$$V = \Delta V \times \left(\frac{P_S + 1}{P_S - P_O} \right) \quad (6)$$

gde je:

V – minimalna potrebna zapremina ekspanzione posude, m³,

ΔV – promen zapremine u sistemu, m³,

P_S – pritisak otvaranja ventila sigurnosti, bar,

P_O – predpritisak u ekspanzionoj posudi, bar.

Potrebna količina vazduha za hlađenje gasnih motora tokom rada se izračunava preko formule (7):

$$L = \frac{Q}{\rho \times c_p \times (t_u - t_s)} \quad (7)$$

gde je:

L – potrebna količina vazduha, m³/h,

Q – disipacija toplote gasnih motora, kW,

ρ – gustina vazduha, kg/m³,

c_p – specifična toplota vazduha, kJ/kgK,

t_u – dozvoljena unutrašnja temperatura vazduha, °C,

t_s – projektna letnja spoljna temperatura vazduha, °C.

Broj izmena vazduha u prostoriji gde su smešteni gasni motori izračunava se prema formuli (8):

$$i = \frac{L_u}{V} \quad (8)$$

gde je:

i – broj izmena vazduha tokom 1h, iz/h,

L_u – protok vazduha, m³/h,

V – zapremina prostorije u kojoj su smešteni motori, m³.

6. ZAKLJUČAK

Toplotna energija nastala hlađenjem gasnih motora skoro da skroz pokriva konzum toplotne energije TPV-a u letnjim mesecima na toplani "Jug". Na taj način se između ostalog, produžava životni vek kotlova za TPV jer se minimalno pale tokom toplog perioda godine.

Na godišnjem nivou, kogeneracija na toplani "Jug" pokriva oko ¼ konzuma. Iako je potrošnja gasa u ovim toplanama sa ugradnjom CHP postrojenja veća, to ipak u konačnici za zemlju znači manja emisija štetnih gasova nego pri odvojenim proizvodnjama električne i toplotne energije.

Sa povlašćenom cenom električne energije, postrojenja obima kao na toplani "Jug" se isplate za oko 3-4 godine. A ostatak perioda trajanja statusa povlašćenog proizvođača električne energije, toplane bi imale čistu profit. Uz tendenciju stalnog rasta oktupne cene električne energije, profit iz godinu u godinu bi bio sve veći.

Iako su svi izgledi da će kogeneracija sa upotrebom gasnih motora u budućnosti doživeti svoj procvat u industrijskom sektoru, postoji ipak mala sumnja da li će sagorevanje fosilnih goriva, kao glavnih izvora gasova sa efektom staklene bašte, ostati osnovni izvor energije u Evropi narednih decenija.

7. LITERATURA

- [1] www.orient-power.com/jenbacher-type-3 (5.7.2023.)
- [2] Jenbacher Gas Engine | Mechanical To Electrical Energy (<https://www.youtube.com/watch?v=jtmBIGPkXYs&list=LL&index=1> 14.07.2023.)
- [3] Konkursna dokumentacija za javnu nabavku radova; Projektovanje, izgradnja i potpuno održavanje kogeneracionog postrojenja na TO "JUG", u otvorenom postupku J.N. br. 1-1/18, JKP „Novosadska toplana“, Novi Sad, avgust 2018.
- [4] Izvor: JKP "Novosadska toplana"
- [5] Uredba o ugovoru o otkupu električne energije („Službeni glasnik RS“, br. 56/2016, 61/2017 i 106/2020)

Kratka biografija:



Bojan Gagić rođen je u Beogradu 1996. god. Završio je gimnaziju »Laza Kostić« u Novom Sadu, nakon čega 2015. god. upisuje Fakultet tehničkih nauka u oblasti Mašinstvo – Energetika i procesna tehnika. Bachelor rad odbranio je 2021.god. Dok je Master rad odbranio 2023. god.
kontakt: gagic2018@gmail.com

BEZBEDNOST I ZAŠTITA PRI RUKOVANJU I ODRŽAVANJU MAŠINA I OPREME ZA ISKOP ZEMLJIŠTA**SAFETY AND PROTECTION IN THE HANDLING AND MAINTENANCE OF EARTHMOVING MACHINES AND EQUIPMENT**

Nadežda Pejčić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Tema ovog rada su mere zaštite pri rukovanju i održavanju mašina i opreme za iskop zemljišta. Dat je detaljan pregled građevinske mehanizacije namenjene za zemljane radove sa odgovarajućim opisima. Dat je pregled građevinskih mašina za iskop zemljišta sa opisom primene pojedinih mašina u industriji. Definisane su neophodne mere zaštite kojih se rukovaoci građevinskih mašina moraju pridržavati u procesu rada i održavanja istih, kao i mere za prevazilaženje opasnosti prilikom rada sa bagerima. Opisani su postupci pri održavanju i remontu mašina za iskop zemljišta, kao i šta jedan stručni nalaz građevinske mašine treba da sadrži.

Ključne reči: građevinske mašine za iskop zemljišta, obaveze rukovaoca, održavanje i remont radne mašine

Abstract – The topic of this paper is protection measures during the handling and maintenance of machines and equipment for earth excavation. A detailed overview of construction machinery intended for earthworks with appropriate descriptions is given. An overview of construction machines for earth excavation is given with a description of the application of individual machines in the industry. Necessary protection measures that operators of construction machines must adhere to in the process of operation and maintenance are defined, as well as measures to overcome dangers when working with excavators. Procedures for maintenance and repair of earthmoving machines are described, as well as what an expert opinion on a construction machine should contain.

Keywords: Civil engineering machines for soil excavation, operator's obligations, maintenance and overhaul of the working machine

1. UVOD

Pronalaskom parne mašine došlo je do revolucije u industriji, poljoprivredi, građevinarstvu, trgovini, energetici, a samim tim i do razvoja prvih motora sa unutrašnjim sagorevanjem, koji su ubrzo postali glavni izvor energije.

Svaka faza razvoja građevinske mehanizacije bila je vođena procvatom u industriji i građevinarstvu, a na njen

razvoj, osim pronalaska parne mašine, a pogotovo motora sa unutrašnjim sagorevanjem i, kasnije, elektromotora, veliki uticaj je imao i porast obima građevinskih radova, kraći rok gradnje, smanjenje troškova, rad u svim smenama, ali i visoka cena ljudskog rada. Inspirisan ovim, 22-godišnjak iz Pelama, u Masačusetsu, Vilijam Otis, izumeo je prvi parni bager. Njegovi patenti su postavili pozornicu za današnje moćne i masivne hidraulične bagere.



Slika 1. Patent Vilijama Otisa (1839.)

2. MAŠINE ZA ISKOP ZEMLJIŠTA

Mašine za iskop zemljišta su namenjene za iskop zemljišta do 4. kategorije, kao i za transport istog (do deponije ili transportnog sredstva).

Prema načinu rada, mogu biti sa prekidnim i neprekidnim radom, a mogu raditi na suvom i pod vodom.

Mašine za iskop zemljišta na suvom, sa prekidnim radom, su: utovarivači, bageri sa povlačnom kašikom, bageri sa zahvatnom kašikom, bageri sa visinskom i bageri sa dubinskom kašikom. Koriste se za kopanje kanala na težim terenima (sa dosta kamenja i korenja), kopanje rovova, temelja, jama, formiranje i iskop padina, ravnanje terena, čupanje panjeva, čišćenje i održavanje kanala, dizanje tereta.

U osnovi, bageri se sastoje iz: radnog, izvršnog i pogonskog uređaja, prenosnih mehanizama, transportnog uređaja, noseće metalne konstrukcije i sistema upravljanja i automatizacije za regulaciju, uključivanje i isključivanje pojedinih agregata i mehanizama.

Zavisno od uslova rada i namene mašine, kod bagera sa jednim radnim elementom, primenjuju se hodni mehanizam sa gusenicama, sa pneumaticima i koračajući hodni mehanizam, dok se kod bagera sa više radnih

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Radomir Đokić, vanr. prof.

elemenata primenjuju hodni mehanizam sa gusenicama, na šinama i koračajući hodni mehanizam.

Radni ciklus čine sledeće operacije: iskop (punjenje kašike radnim materijalom), okretanje gornjeg okretnog sklopa sa punom kašikom do mesta istovara, istovar (pražnjenje kašike) i vraćanje gornjeg okretnog sklopa sa praznom kašikom u prvobitan položaj.

Utovarivači

Utovarivači služe za utovar građevinskog materijala sa deponije u transportno sredstvo, ali i za iskop zemljišta 1. kategorije (dubine 0,3-0,5 m). Radni element je kašika, zglobno vezana za vrh podizne strele, a izrađena je kao jednodelna ili čeljusna. U zavisnosti od mehanizma kretanja, mogu biti na gusenicama ili na pneumaticima. Univerzalni kopači (utovarivači) predstavljaju traktore male i srednje snage, koji su opremljeni bagerskim uređajem za dubinsko kopanje, buldozerskim uređajem ili utovarnom kašikom. Koriste se za ravnanje i razastiranje zemljišta, utovar materijala sa deponije u transportno sredstvo, kopanje rovova. Pri radu bagerskog uređaja za dubinsko kopanje, radna mašina je oslonjena na zemljište utovarnom kašikom i stabilizatorima, radi povećanja stabilnosti radne mašine i rastrećenja pneumatika.

Bageri sa povlačnom kašikom

Služe za iskop zemljišta ispod nivoa planuma, a primenjuju se na zemljanim radovima za velike i duboke iskope, kopanje raznih jama, širokih i dubokih kanala, čišćenje i produbljivanje korita reka. Strela je lake, rešetkaste konstrukcije, trougaonog ili četvorougaoanog poprečnog preseka. Kod iskopa zemljišta 1. kategorije koriste se kašike sa polukružnom reznom ivicom, dok se za iskop zemljišta viših kategorija koristi prizmatična kašika sa zubima na reznoj ivici. Sistem užadi za vešanje kašike čine: užad za dizanje kašike, užad za vuču i užad za istovar.

Bageri sa zahvatnom kašikom

Po konstrukciji su isti kao bageri sa povlačnom kašikom, osim što se radni element kod bagera sa zahvatnom kašikom sastoji iz dve simetrične polovine, na čijim se vrhovima nalaze noževi za rezanje. Koriste se pri iskopu na suvom, ali i kod iskopa pod vodom. Kašika je okačena na užetu za dizanje i užetu za zatvaranje grabilice. Istovremeno je vezana sa strelom, pomoću specijalnog užeta za umirivanje kašike i sprečavanje njenog okretanja. Zahvatna kašika sa ravnim oštricom služi za kopanje lakšeg i tvrdog rastrešenog materijala, dok zahvatna kašika sa ojačanim zubima služi za kopanje tvrdog materijala.

Bageri sa visinskom kašikom

Koriste se za otkop materijala iznad nivoa planuma i utovar u transportno sredstvo. Strela može biti jednogredna ili dvogredna, sa kružnim ili pravougaonim poprečnim presekom. Na strelji je pričvršćena ruka, koja nosi kašiku, oblika pravougaonog paralelopipeda. Prednji deo kašike je otvoren, sa nožem i zubima za kopanje, a donji deo je zatvoren pomoću poklopca. Kod savremenih bagera sa čeonom kašikom veće zapremine, kašika se izrađuje kao čeljusna. Otvaranje i zatvaranje čeljusti omogućeno je pomoću dva hidrocilindra, pa se pražnjenje kašike vrši postepenim otvaranjem čeljusti i podizanjem kašike, po potrebi.

Bageri sa dubinskom kašikom

Koriste se za iskop zemljišta ispod nivoa planuma. Kod manjih bagera, u primeni su, umesto gusenica, pneumatici. Kod lakših bagera manje snage, hodni mehanizam može biti i sa duplim točkovima, što omogućuje brže kretanje po asfaltnim i betonskim putevima i pri radu u gradskim sredinama. Bager guseničar ima niži centar gravitacije, što ga čini boljim za rad na brdima ili strmom terenu.



Slika 2. Bager na gusenicama

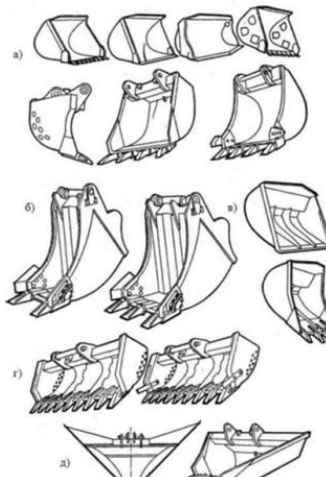


Slika 3. Bager na pneumaticima

Tabela 1. Uređaji za kretanje bagera

Vrsta transportnog uređaja	Prednosti	Nedostaci	Primena
Uređaj sa gusenicama	Dovoljna brzina kretanja, univerzalnost, visoka prohodnost, odlična stabilnost.	Velika masa, složenost uređaja, brzo habanje elemenata, složeno okretanje	Kod svih vrsta bagera koji ne zahtevaju veća i češća premeštanja
Uređaj sa pneumaticima	Velika brzina kretanja (do 50 km/h), visoke manevarske sposobnosti, jednostavnost konstrukcije	Brzo habanje guma, visoka cena guma, relativno visok specifični pritisak na podlogu	Kod mašina za kopanje i transport otkopanog materijala, kod malih bagera koji služe kao pomoćne mašine na površinskim iskopima

Radni uređaj bagera čine radni element i izvršni mehanizam. Strela može biti jednogredna ili dvogredna, sa pravougaonim ili kružnim poprečnim presekom.



Slika 4. Kašike hidrauličnih bagera

Ruka bagera je pričvršćena za strelu i nosi kašiku, koja je izložena velikom opterećenju, naročito noža i zuba. Oblik kašike je, uglavnom, oblik pravilnog paralelopipeda, zatvorene konstrukcije, sa ojačanom prednjom ivicom, slika 4.

3. BEZBEDNOST I ZAŠTITA PRI RADU SA BAGERIMA

Nesreće pri rukovanju, održavanju i popravljanju radnih mašina najčešće se dešavaju zbog nepoštovanja osnovnih sigurnosnih pravila ili nepredostrožnosti. Nesreće često mogu da se izbegnu ako se prepozna potencijalno opasna situacija, pre nego što se nesreća dogodi.

Za rukovanje radnim mašinama zapošljavati samo lica starija od 18 godina, medicinski pregledana i zdrava, obučena za rukovanje i po propisanom programu obuke zaštite na radu.

Rukovaoci radnih mašina moraju da imaju odgovarajuću vozačku dozvolu, da budu dobrog mentalnog i fizičkog zdravlja, kao i da dobro vide, opažaju i čuju.

Prilikom rada obavezno je korišćenje lične zaštitne opreme, odnosno zaštitnog šlema, naočara, rukavica, ali i drugih zaštitnih sredstava, ukoliko su potrebna, slika 5.



Slika 5. Lična zaštitna oprema

Pre početka rada, rukovalac radne mašine se mora obavezno uveriti da rad mašine neće ugrožavati druge radnike i upoznati se sa odgovarajućim ručnim signalima i osobljem, koje je ovlašćeno da daje takve signale. Ručni signali se primaju samo od jedne osobe.

Mašina koja radi u smenama, treba da bude pregledana od strane oba rukovaoca, odnosno od onog koji prima i onog koji predaje smenu. Ako su utvrđeni nedostaci i nepravilnosti pri pregledu mašine, treba ih evidentirati u Dnevnik rada i obavezno obavestiti neposrednog rukovodioca, ali i drugog rukovaoca (ukoliko mašina radi u dve smene).

Zabranjeno je koristiti neispravnu mašinu. Prilikom pregleda, proveriti stanje sigurnosnog pojasa i pričvršćivača pojasa. Zameniti sve istrošene ili oštećene delove. Bez obzira na izgled, sigurnosni pojas zameniti posle trogodišnje upotrebe. Nalepnica sa datumom ugradnje je pričvršćena na povlakač ili kopču sigurnosnog pojasa. Sigurnosni pojas mora da bude nošen sve vreme tokom rada mašine, da bi se sprečile ozbiljne povrede ili smrt, u slučaju nesreće ili prevrtanja mašine.

Tokom pregleda, brižljivo proveriti vodove, cevi i creva i, pri tome, nositi ličnu zaštitnu opremu. Fluid, koji curi pod pritiskom, može da proдре u telesno tkivo, što može da prouzrokuje ozbiljne povrede i moguću smrt. Ako dođe do penetracije fluida u tkiva, obavezno potražiti pomoć lekara.

Ne pušiti i ne unositi plamen u prostor koji se koristi za skladištenje zapaljivog materijala. Treba biti oprezan

prilikom punjenja mašine gorivom. Ne puniti mašinu gorivom blizu otvorenog plamena ili varnica.

Pri penjanju na radnu mašinu ili pri silasku sa iste, rukovalac mora biti okrenut ka mašini. Obavezno koristiti metod "tri tačke" pri penjanju, odnosno silasku sa radne mašine: dve ruke i jedna noga ili dve noge i jedna ruka, što znači da obe ruke i jedna noga ili obe noge i jedna ruka moraju da budu u kontaktu sa radnom mašinom pri pomeranju slobodnog uda na gore ili na dole.



Slika 6. Penjanje u tri tačke

Na bezbedan rad mašine utiču: model mašine, konfiguracija, održavanje, radna brzina mašine, uslovi terena, nivoi fluida i pritisci u pneumaticima. Najvažniji kriterijumi su veština i procena rukovaoca. Dobro obučeni rukovalac, koji sledi instrukcije Uputstva za rukovanje i održavanje, ima najveći uticaj na stabilnost mašine.

4. ODRŽAVANJE I REMONT RADNE MAŠINE

Da bi mašina bila u optimalnom stanju i da bi se izbegli neplanirani kvarovi, važno je sprovoditi redovno održavanje. Pod redovnim i ispravnim održavanjem mašine podrazumevaju se zamena i popravka pokvarenih delova i sklopova.

Održavanje podrazumeva sprovođenje svih podešavanja, korišćenje propisanih maziva, fluida i filtera i zamena komponenti zbog habanja ili starenja. Nepridržavanje propisanih intervala i postupaka održavanja može dovesti do smanjenja performansi proizvoda, odnosno do ubrzanog habanja komponenti.

Za bezbedan i kontinuirani rad mašine, periodično treba obavljati održavanje. Periodična provera i podešavanje sistema radnih mašina su važni za održavanje njihove tačnosti i efikasnosti. To može uključivati proveru hidrauličnog sistema, električnog sistema, sistema za hlađenje i drugih komponenti mašine.

Redovna provera mašine otkriva delove koji su podložni habanju ili oštećenju, a njihova zamena održava mašinu u radnom stanju. Međutim, redovna zamena delova se ne preporučuje samo sa bezbednosnog aspekta, već i da bi se obezbedio zadovoljavajući rad mašine.

Odgovorni za održavanje radne mašine moraju biti obučeni i stručni. Pravilna obuka osigurava da se održavanje izvodi ispravno i bezbedno. Zaposleni mora biti upoznat sa specifičnostima svake mašine i pridržavati se preporuka proizvođača, odnosno Uputstvom za održavanje, koje daje detaljne smernice o pravilnom održavanju mašine.

5. STRUČNI NALAZ MAŠINE

Pre početka korišćenja, odnosno, pre puštanja u eksploataciju opreme za rad, naročito one koja je pretrpela modifikaciju ili havariju, potrebni su preventivni pregled i provera. Čak i posle bilo kakvog premeštanja iste, vrši se provera njene funkcionalnosti, ali i nakon smrtne ili teške povrede na radu zaposlenog pri korišćenju opreme za rad, posle naložene mere inspektora rada.

Ovim putem se proverava i utvrđuje da li je oprema, koja se koristi, u potpunosti bezbedna za rad, kao i da li su primenjene mere bezbednosti i zdravlja na radu.

Oprema za rad podleže periodičnim pregledima i proverama u roku koji je utvrđen tehničkim propisima i standardima ili koji je utvrđen uputstvom proizvođača, a najkasnije u roku od 3 godine od dana prethodnog pregleda i provere, dok privremene električne instalacije sa uređajima, opremom i priborom podležu periodičnim pregledima i proverama 6 meseci od dana prethodnog pregleda i provere.

Kao rezultat ispitivanja, odnosno nakon izvršenog pregleda i provere, dobija se Stručni nalaz, najkasnije 30 dana od dana obavljenog pregleda i provere opreme za rad.

Poslodavac, u skladu sa Zakonom o bezbednosti i zdravlju na radu, pravnom licu sa licencom mora dostaviti svu neophodnu dokumentaciju i obezbediti uslove za nesmetan i bezbedan rad, odnosno pregled i proveru opreme. Instrumenti, pomoću kojih se vrše analize, moraju da ispunjavaju najviše standarde i da garantuju tačne podatke.

Kompletnom stručnom proverom i procenom radne opreme, poštujući, pri tome, sve zakonske regulative, omogućava se odgovorno poslovanje i kontrola nad bezbednošću radnog mesta.

6. ZAKLJUČAK

U današnje vreme nemoguće je zamisliti velike inžnjerске poduhvate bez građevinskih mašina.

Rad sa građevinskim mašinama često dovodi do povreda na radu, a do njih najčešće dolazi zbog nepoštovanja pravila Zaštite na radu.

Opasnosti, koje dolaze od strane samih radnih mašina, u velikoj meri mogu se umanjiti odgovarajućim planiranjem, dobrom organizacijom rada, ali i preventivnim merama, koje trebaju da smanje rizike od povređivanja i oboljevanja zaposlenih.

Neophodno je da rukovaoci i radnici budu upoznati sa osnovnim opasnostima i štetnostima prilikom rada sa građevinskim mašinama, kao i merama, koje se trebaju sprovesti, da bi se iste svele na minimum.

Blagovremena edukacija iz oblasti Bezbednosti i zaštite na radu rukovaocima i radnicima pruža nova saznanja i podiže svest o značaju primene mera za sprečavanje povreda na radu, ali i nužnosti poštovanja pravne regulative, zakona i propisa iz ove oblasti.

7. LITERATURA

- [1] N. Pejčić, "Tehničko-tehnološki parametri bagera sa dubinskom okretnom kašikom u izvođenju zemljanih radova", Diplomski rad, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2022.
- [2] J. Glišović, J. Lukić, "Mobilni sistemi", Fakultet inženjerskih nauka Univerziteta u Kragujevcu, Kragujevac, 2021.
- [3] M. Plavšić, "Građevinske mašine", IDP "Naučna knjiga", Beograd, 1990.
- [4] R. Bugarin, A. Bošnjaković, A. Sedlar, "Mašine u voćarstvu i vinogradarstvu", Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 2014.
- [5] A. Bošnjaković, N. Đukić, "Poljoprivredne mašine II-skripta", Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 1978.
- [6] V. Jevtić, "Građevinske i rudarske mašine", Mašinski fakultet, Niš, 1995.
- [7] D. Janošević, "Projektovanje mobilnih mašina", Mašinski fakultet, Niš, 2006.
- [8] B. Babić, "Bezbednost i zdravlje na radu, rukovaoci građevinskih mašina, uputstva za bezbedan rad", Visoka tehnička škola strukovnih studija, Novi Sad, 2012.
- [9] S. Trajković, S. Lutovac, R. Tokalić, L. Stojanović, "Osnove rudarstva", Rudarsko-geološki fakultet, Beograd, 2010.
- [10] HYUNDAI Instrukcijsbok R140W-9
- [11] Institut za zaštitu na radu a.d., Novi Sad, Stručni nalazi o izvršenom pregledu i proveru opreme za rad, Periodični pregled i provera građevinskih mašina, 2022.
- [12] Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Stručni nalazi o izvršenom pregledu i proveru opreme za rad u cilju utvrđivanja primene propisanih mera za bezbednost i zdravlje na radu, 2022.
- [13] Caterpillar, Uputstvo za rukovanje i održavanje, 349F, 352F bageri, 2017.
- [14] Caterpillar, Uputstvo za rukovanje i održavanje, 329F, 330F bageri, 2016.

Kratka biografija:



Nadežda Pejčić rođena je u Zrenjaninu, 1995. godine. Nakon diplomiranja na Poljoprivrednom fakultetu u Novom Sadu, na smeru Poljoprivredna tehnika, upisuje Master studije Mehanizacija i konstrukciono mašinstvo, modul – Bezbednost i zaštita na radu sa transportnim i građevinskim mašinama i motornim vozilima. Master rad je odbranila 2023. godine.
kontakt: pejcicnadezda@gmail.com

**OCENA KVALITETA ZAVARENOG SPOJA NA BAZI METALOGRAFSKOG
ISPITIVANJA****EVALUATION OF THE QUALITY OF A WELDED JOINT BASED ON
METALLOGRAPHIC TESTING**

Svjetlana Bardak Šušnica, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast - MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – U ovom radu izvršeno je metalografsko makro ispitivanje uzoraka u cilju ocene kvaliteta zavarenih spojeva prema standardu SRPS EN ISO 15614-1. Vizuelnim pregledom površine materijala može se samo naslutiti kakvu strukturu ima pa se stoga metalografska ispitivanja obavljaju, između ostalog, u cilju identifikacije makro i mikrostrukturnih grešaka i ispitivanje metalografske strukture u karakterističnim zonama zavarenog spoja: metal šava, ZUT i osnovni materijal. Kao posledica nepoznavanja parametara zavarivanja zbog nedostatka prateće dokumentacije je nemoguće odrediti tačne uzroke nastanka grešaka u zavarenim spojevima. Zbog toga se u analizi makro preseka navode pretpostavke o uzrocima nastalih grešaka.

Ključne reči: Kvalitet, ispitivanje, greške, metalografija, makroanaliza

Abstract – In this study metallographic macro testing was conducted on samples in order to evaluate the quality of welded joints according to the standard SRPS EN ISO 15614-1. A visual inspection of the surface of the material can only provide an idea of the structure, so metallographic tests are performed, among other reasons, to identify macro and microstructural defects and to test the metallographic structure in the characteristic zones of the welded joint: weld metal, HAZ and base material. As a consequence of not knowing the welding parameters due to the lack of supporting documentation, it is impossible to determine the exact causes of defects in welded joints. For this reason, in the analysis of the macro sections, assumptions are made about the causes of the resulting defects.

Keywords: Quality, testing, defects, metalgraphy, macro analysis

1. UVOD

Jasno je da je vrlo složena problematika kod obezbeđenja kvaliteta zavarenih konstrukcija i da je neophodno najpre razjasniti šta podrazumeva kvalitetan zavareni spoj. Standardi koji se odnose na zavarivanje, bilo u domaćoj ili svetskoj literaturi, pružaju nam veliki broj različitih definicija pojma greške [1,2].

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Sebastian Baloš, red. prof.

Zavareni spoj, kao kompleksna i heterogena struktura, predstavlja kritično mesto u zavarenoj konstrukciji zbog unosa toplote pri čemu dolazi do mikrostrukturnih promena. Greške u zavarenim spojevima je skoro pa nemoguće izbeći. Međutim, greške se mogu u velikoj meri umanjiti pažljivim planiranjem i izradom. Svaka, pa i najmanja greška, utiče na mehaničke i metalurške osobine konstrukcije i primene gotovog sklopa [3].

Povećani zahtevi za kvalitet i sigurnost zavarenih spojeva u određenim uslovima eksploatacije, postavljaju stroge zahteve za ostvarivanje niza osobina zavarenog spoja. Zahtevi koji se odnose na kvalitet zavarenih konstrukcija definisani su čitavim nizom obavezujućih standarda i direktiva koji su propisani od strane međunarodne organizacije za standardizaciju (ISO) [4].

Da bi rezultati bilo kojeg ispitivanja bili relevantni, važno je da se sprovede prema određenim procedurama. U tu svrhu razvijeni su standardizovani postupci ispitivanja, odnosno norme koje detaljno opisuju postupak ispitivanja materijala za svaku vrstu ispitivanja [5].

2. EKSPERIMENTALNI DEO

Tokom ekperimentalnog istraživanja sprovedeno je metalografsko makro ispitivanje zavarenih spojeva. Predmet eksperimenta predstavljaju funkcionalni tipovi nosača za lire pri čemu su cevi zavarene za lim koji služi kao osnova. Ispitni uzorci su dostavljeni bez prateće dokumentacije. Ukupno je dostavljeno deset ispitnih uzoraka. Priprema uzoraka započinje izrezivanjem dva poprečna preseka iz svakog ispitnog uzorka u skladu sa SRPS EN ISO 15614-1, klasičnim postupkom rezanja sa planom rezanja prikazanom na slici 1. Poprečni presezi su obeleženi slovima A i B, pri čemu je poprečni presek A uzet iz dela gde cev zaklapa oštar ugao sa osnovom, a poprečni presek B iz bočnog dela.



Slika 1. Uzorak, način uzorkovanja i označavanja

Izrezivanjem uzoraka iz osnovnog materijala dobija se grubo izrađeni makroizbrusak koji se dalje fino obrađuje brušenjem brusnim papirom, počev od najgrubljeg P100 pa do najfinijeg P2500. Nakon brušenja površine uzoraka su polirane dijamantskim suspenzijama od 6 μ m do 1 μ m, potom se vrši nagrizanje nitalom, ispiranje vodom i alkoholom i sušenje.

Fotografisanje makro uzoraka je urađeno na svetlosnom mikroskopu LEITZ-Orthoplan, pri uvećanju od 20x kako bi se uočile greške i nepravilnosti u zavarenim spojevima. Ispitivanje je urađeno po standardu SRPS C A1.011:2004 na optičkom emisionom spektrometru.

Na slici 2 prikazani su makro preseći dobijenih uzoraka nakon metalografske pripreme. Navedenom pripremom se omogućava da se na uzorcima jasno vidi zona uticaja toplote (ZUT), geometrijski oblik spoja i prolazi pri zavarivanju.



Slika 2. Makro preseći pripremljeni za analizu, s leva na desno 1-10

3. REZULTATI I DISKUSIJA

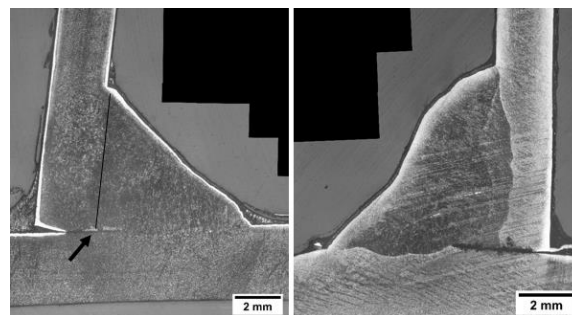
U tabeli 1 je dat hemijski sastav dva zavarena elementa, cevi i horizontalnog elementa (stope). Na osnovu hemijskog sastava, može da se konstatuje da oba materijala pripadaju grupi konstrukcionih čelika. Na osnovu ekvivalentnog sadržaja ugljenika (C_{EKV}), izračunatog na osnovu formule Međunarodnog instituta za zavarivanje, može da se konstatuje da je s obzirom na vrednost ispod 0,46, zavarljivost oba materijala dobra i da se može izvesti bez mera predostrožnosti.

Tabela 1. Hemijski sastav elemenata i C_{EKV}

	%C	%Si	%Mn	%P	%S	%Cr	%Ni	%Mo	C_{EKV}
Cev	0,17	0,21	0,72	0,011	0,012	0,41	0,22	0,02	0,391
Stopa	0,15	0,30	0,76	0,016	0,017	0,67	0,17	0,04	0,430

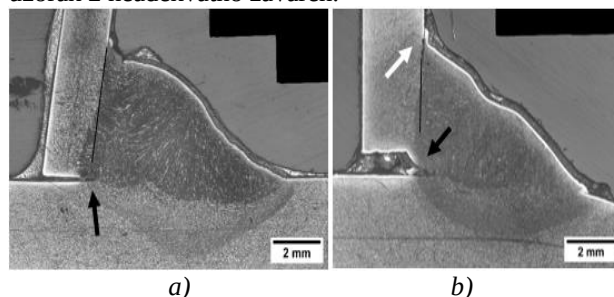
Vizuelnim pregledom uočene su vidljive nepravilnosti na nekoliko uzoraka poput nepravilnosti oblika šava i neprovarenosti korena šava pri čemu je prisustvo ostalih grešaka postalo uočljivo tek nakon pregleda na svetlosnom mikroskopu. Makro prikaz zavarenih spojeva dat je na slikama 5-8.

Makro preseći preuzeti iz uzorka 1 dati su na slici 3. Na slici 3a se vidi neprovaren materijal na dva mesta blizu osnove, sa svetlo sivom fazom nepoznatog sastava. Ista faza je primećena na još jednom mestu u ovoj zoni, više desno. Između ovih faza i ispred faze obeležene strelicom je neprovaren materijal. Na mestu sive faze obeležene strelicom materijal ivice vertikalnog lima nije provaren, što je greška 402. Spoj na slici 3b je izveden korektno. Iz gore navedenog može da se konstatuje da je uzorak 1 neadekvatno zavaren.



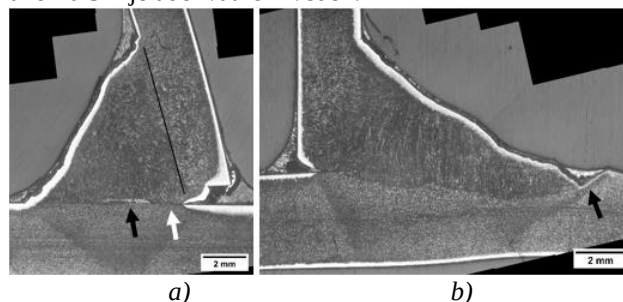
Slika 3. Makro preseći za uzorak 1: a) A; b) B

Makro preseći uzorka 2 dati su na slici 4. Na oba preseka, slika 4a i 4b, se vidi da je ivica vertikalnog lima pretopljena, ali ne postoji veza sa horizontalnim elementom, obeleženo crnim strelicama, što nije adekvatno i predstavlja grešku 402. Na slici 4b je uočena prslina, obeležena belom strelicom, i predstavlja grešku 1001. Na osnovu ovog, može da se konstatuje da je uzorak 2 neadekvatno zavaren.



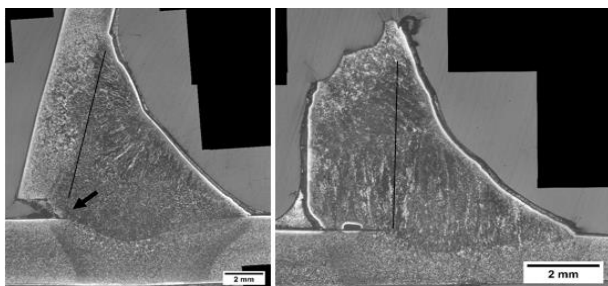
Slika 4. Makro preseći za uzorak 2: a) A; b) B

Makro preseći zavarenog spoja na uzorku 3 dati su na slici 5. Na slici 5a se vidi siva faza nepoznatog porekla, obeleženo crnom strelicom, a desno od nje nestopljena ivica, obeležena belom strelicom. Ivica vertikalnog lima prema metalu šava jeste stopljena, ali veza sa horizontalnim limom ne postoji zbog naznačene nestopljene ivice i sive faze, greška 402. Zavareni spoj na slici 5b je izveden korektno osim nepravilnosti tipa zajedaja sa desne strane obeležene crnom strelicom, greška 5011 ili 5012. Na osnovu navedenog, ocenjuje se da ni zavareni spoj uzorka 3 nije adekvatno izveden.



Slika 5. Makro preseći za uzorak 3: a) A; b) B

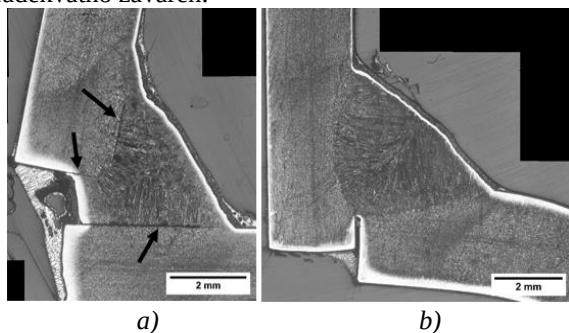
Makro preseći zavarenog spoja uzorka 4 prikazani su na slici 6. Na slici 6a se vidi da je ivica vertikalnog elementa -cevi pretopljena, ali ne postoji veza sa horizontalnim elementom zbog nestopljene ivice, prikazano crnom strelicom, greška 402. Zavareni spoj na slici 6b je adekvatan. To znači, da ni uzorak 4 nije zavaren prema pravilima struke.



Slika 6. Makro presezi za uzorak 4: a) A; b) B

Makro presezi preuzeti iz uzorka 5 dati su na slici 7. Na preseku zavarenog spoja se vidi neprovaren materijal na nekoliko mesta, obeleženo crnim strelicama na slici 7a. Na ovim mestima nije došlo do mešanja dodatnog materijala i pretapanja sa osnovnim materijalom, te se mogu očekivati niske mehaničke osobine zavarenog spoja, greške 401 i 402.

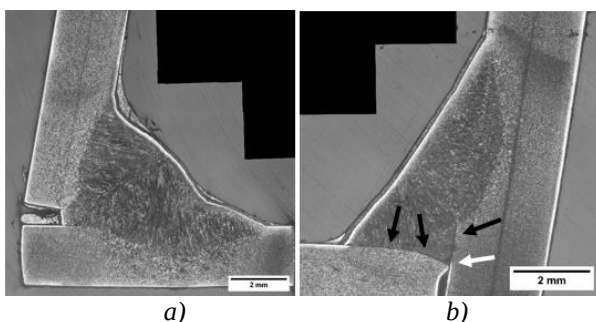
Najlošija je situacija na osnovi, odnosno na horizontalnom limu, gde je do pretapanja/mešanja došlo samo u uskom pojasu na desnoj strani. Na slici 7b se vidi da je cev zavarena korektno, sa pretapanjem ugla horizontalnog materijala, što je u skladu sa dobrom praksom. Međutim, nejasna je geometrija. Potrebno je proveriti da li cev treba da naiđe na osnovu, slika 7a, ili obrnuto, slika 7b. Iz gore navedenog može da se konstatuje da je i uzorak 5 neadekvatno zavaren.



Slika 7. Makro presezi za uzorak 5: a) A; b) B

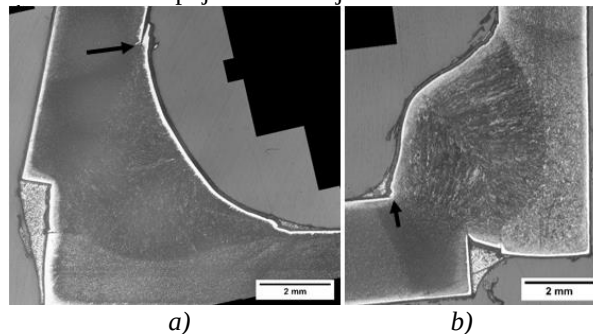
Presek uzorka 6 dat je na slici 8. Zavareni spoj na slici 8a korektno je izveden, ali je na preseku prikazanom na slici 8b došlo do nestapanja sa osnovom, označeno crnim strelicama što predstavlja grešku 401.

Takođe, ivica osnove na mestu obeleženom belom strelicom nije pretopljena, greška 402. Potrebno je proveriti geometriju na zahtevu, da li cev treba da naiđe na osnovu, slika 8a ili obrnuto slika 8b. Na osnovu ovog, može da se konstatuje da je uzorak 6 neadekvatno zavaren.



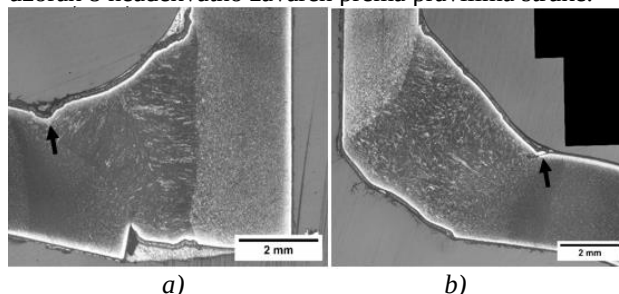
Slika 8. Makro presezi za uzorak 6: a) A; b) B

Makro presezi zavarenog spoja na uzorku 7 dati su na sl. 9. Na oba poprečna preseka vide se prsline koje su obeležene crnim strelicama, koje verovatno potiču od nestapanja sa osnovnim materijalom i mogu predstavljati mesto pojave prsline u slučaju dinamičkog opterećenja, greška 1001. Takođe se primećuje drugačija geometrija spoja kao i u prethodnim slučajevima, koja je neobična u pogledu rasporeda delova osnovnog materijala (vertikalna cev i horizontalna osnova). Na osnovu navedenog, ocenjuje se da ni zavareni spoj uzorka 7 nije adekvatno izveden.



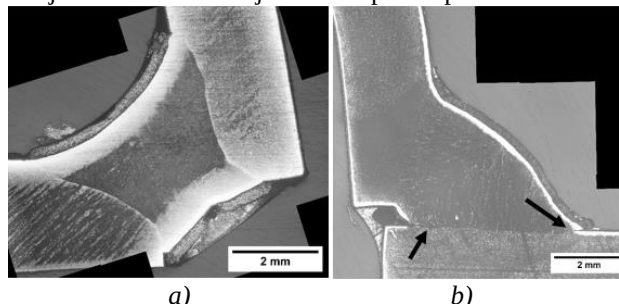
Slika 9. Makro presezi za uzorak 7: a) A; b) B

Makro presezi zavarenog spoja uzorka 8 su prikazani na slici 10. Na slici 10a primetno je da je deo zavarenog spoja adekvatan, uz prisustvo nesavršenosti zajedno, označeno strelicom i predstavlja grešku 5011 ili 5012. Na slici 10b je dat presek sa nestopljenom ivicom u vidu prsline koja je obeležena strelicom, greška 1001. Takođe se primećuje drugačija geometrija spoja kao i u prethodnom slučaju, koja je neobična u pogledu rasporeda delova osnovnog materijala (vertikalna cev i horizontalna osnova). Iz gore navedenog može da se konstatuje da je i uzorak 8 neadekvatno zavaren prema pravilima struke.



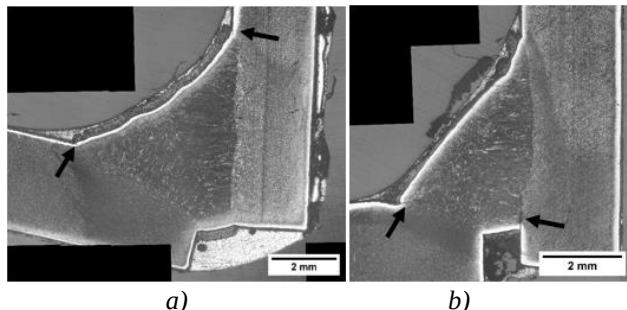
Slika 10. Makro presezi za uzorak 8: a) A; b) B

Zavareni spoj uzorka 9 dat je na slici 11. Na mestu A, slika 11a, je zavaren spoj izveden korektno. Na mestu B, slika 11b, primećena je nestopljena ivica u vidu inicijalne prsline obeleženo strelicom desno, što predstavlja grešku 1001 kao i nestopljena ivica obeleženo strelicom levo, greške 401 i 402. Takođe je i na ovom uzorku neobična geometrija zavarenog spoja. Na osnovu navedenog, konstatuje se da uzorak 9 nije zavaren prema pravilima struke.



Slika 11. Makro presezi za uzorak 9: a) A; b) B

Na slici 12 prikazani su makro presezi zavarenog spoja uzorka 10. Uočene su nestopljene ivice u vidu inicijalnih prslina označenih strelicama na slici 12a, greška 1001. Na slici 12b je takođe primećena prslina na donjoj ivici spoja, obeleženo levom strelicom. Desnom strelicom na slici 12b je označena greška 401, odnosno deo vertikalnog elementa-cevi nije stopljen. Na osnovu toga, konstatuje se da zavareni spoj na uzorku 10 nije adekvatan.



Slika 12. Makro presezi za uzorak 10: a) A; b) B

Dozvoljena odstupanja od homogenosti, tj. dozvoljene vrste, veličine i rasprostranjenosti grešaka, određuju se standardima i propisima. Kriterijum prihvatljivosti za greške u zavarenom spoju definisane su standardom SRPS ISO 5817:2015 gde su navedeni kriterijumi za ocenu dopustivosti grešaka. Prema ovom standardu postoji više mogućih klasifikacija zavarenih proizvoda i zavarenih spojeva, te je izdvojena podela zavarenih proizvoda na 4 klase: I, II, III i IV, dok se zavareni spojevi unutar svake klase proizvoda dele na klase A, B, C i D [6]. Metalografskom analizom dostavljenih uzoraka se zaključuje da nijedan dostavljeni uzorak ne ispunjava zahteve zavarenih spojeva postavljene prema standardu SRPS ISO 5817.

5. ZAKLJUČAK

Na osnovu prethodno iznetog iz sprovedenog eksperimenta mogu se izvući određeni zaključci. Zbog nedostajuće dokumentacije, odnosno WPS liste, poprilično je teško tačno odrediti koji su uzroci nastalih grešaka pa se zbog toga navode pretpostavke.

- Prsline kao najopasnije greške u zavarenom spoju znatno smanjuju čvrstoću pa su samo uslovno dozvoljene. Ova greška nastaje pri hlađenju uz tri neophodna uslova nastanka: prisustvo vodonika, dejstvo zateznih napona i sklonost čelika ka martenzitnoj transformaciji, a nastaju takođe i ako je brzina hlađenja relativno velika.
- Greške nalepljivanja i pojava nestopljenih ivica takođe predstavlja opasnost u konstrukcijama koje su dinamički opterećene postoje uslovi za nastanak i propagaciju prsline. Mogući uzroci njihovog nastanka su premala jačina struje, neadekvatna tehnika rada, prevelika brzina zavarivanja kao i prisustvo nečistoća na površinama materijala.

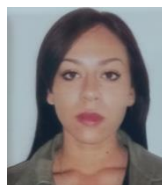
- Greške tipa zajeda u zavarenom spoju su mestimični nedostatak materijala na granicama zavarenog spoja i vrlo često su posledica neočišćenog žljeba ili prevelike struje zavarivanja. Faktori koji doprinose pojavi zajeda su nepravilna tehnika rada i nepravilni parametri zavarivanja.

Sve navedene greške smanjuju nosivost zavarenog spoja kada su izloženi raznim opterećenjima. S obzirom da su greške neizbežna pojava tokom zavarivanja, neke greške se mogu dopustiti u skladu prihvatljivosti i klasi prema navedenom standardu. Može se zaključiti da je propisna upotreba standarda vrlo bitna za postizanje zahtevanog nivoa kvaliteta proizvoda.

6. LITERATURA

- [1] Uvod o obezbeđenju kvaliteta zavarenih konstrukcija <https://www.scribd.com/document/446072825/4-1-Uvod-u-obezbe%C4%91enje-kvaliteta-zav-konstr> (pristupljeno u junu 2023.)
- [2] Greške i kriterijumi prihvatljivosti <https://www.scribd.com/document/516422893/4-7-Gre%C5%A1ke-i-Kriterijumi-Prihvatljivosti-MDj#> (pristupljeno u junu 2023.)
- [3] Bitić S., Greške u zavarenim spojevima, Završni rad; Pula, 2021
- [4] SRPS EN ISO 15614-1:2018-Institut za standardizaciju Republike Srbije
- [5] Bajramović E., Istraživanje uticaja promjenljiv opterećenja na proces inicijacije i rasta prsline kod zavarenih čeličnih konstrukcija, Projekat doktorske disertacije; Bihać, 2021
- [6] Zorković M.; Mjesto i uloga NDT metoda u osiguranju kvalitete zavarivačkih radova; Završni rad; Varaždin, 2016.

Kratka biografija:



Svjetlana Bardak Šušnica rođena je u Beogradu 1989. god. Diplomski rad odbranila je 2021. god. na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mašinstvo – Materijali i tehnologije spajanja.
Kontakt: svjetlana.susnica@ts9maj.edu.rs

ОЦЕЊИВАЊЕ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА МОДУЛАРНОГ ПРИБОРА ЗА ОБРАДУ ПОКЛОПЦА КУЋИШТА

LIFE CYCLE ASSESSMENT OF MODULAR FIXTURE FOR MACHINING THE HOUSING COVER

Александар Милошевић, Борис Агарски, Ђорђе Вукелић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – МАШИНСКО ИНЖЕЊЕРСТВО

Кратак садржај– У раду је извршено вредновање утицаја производње елемената модуларног прибора за обраду поклопца кућишта на различите аспекте животне средине. Вредновање је извршено применом оцењивања животног циклуса и софтверског алата *openLCA*. На основу спроведеног вредновања може се закључити да је у погледу заштите животне средине од изузетног значаја испитивање процеса обраде сваког елемента модуларног прибора. Главни циљ оцењивања животног циклуса јесте да се проуче потенцијални утицаји и да се предложе одговарајући кораци који треба да се предузму како би се смањила емисија штетних материја у животну средину.

Кључне речи: Оцењивање животног циклуса, модуларни прибор, животна средина

Abstract – The study conducted an evaluation of the environmental impacts of producing components of modular fixture for processing housing covers on various aspects of the environment. The evaluation was performed using life cycle assessment and the software tool *openLCA*. Based on the conducted evaluation, it can be concluded that, from an environmental protection perspective, examining the processing of each element of the modular accessory is of paramount importance. The primary objective of the life cycle assessment is to investigate potential impacts and propose appropriate steps to mitigate the emission of harmful substances into the environment.

Keywords: Life cycle assessment, modular fixture, environment

1. УВОД

Убрзан раст људске популације и индустријски развој имају штетне последице по животну средину на глобалном нивоу, што представља претњу за опстанак људске врсте. Еколошке катастрофе, загађење животне средине и исцрпљивање необновљивих ресурса постали су све чешћи, што је довело до поопштравања еколошких захтева у свим областима људских активности [1].

Заштита животне средине усмерена је ка очувању природе и спречавању негативног утицаја човека на

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је био др Борис Агарски, ванр. проф.

животну средину. Ова подразумева примену концепта одрживог развоја, који омогућава задовољење потреба садашњих генерација, без угрожавања способности будућих генерација да задовоље своје потребе [3].

Један од добровољних алата који доприноси концепту одрживог развоја је метода оцено животног циклуса, позната као LCA (Life Cycle Assessment). LCA оцењује утицај производа на животну средину током свих фаза његовог животног циклуса, укључујући екстракцију сировина, производњу и рециклажу [4] [7]. Пракса показује да велики део оптерећења животне средине, директно или индиректно, проистиче из машинских система (производње). Негативан утицај може бити последица директног испуштања отпадних материјала и штетних емисија током производње, или потрошње енергије и природних ресурса [5].

Прибор, као основна компонента обрадног система, има кључну улогу у савременој производњи. Основна функција прибора обухвата сигурно и прецизно прихватање и стезање радног предмета или алата током различитих операција обраде [6]. Прибори су у интеракцији са животном средином кроз све фазе њиховог животног циклуса, укључујући производњу, употребу, одржавање и одлагање.

Циљ рада је истражити утицај процеса израде модуларног прибора за операције обраде кућишта на животну средину, примењујући софтверски систем за оцено животног циклуса. У раду је извршено оцењивање животног циклуса модуларног прибора применом програмског система *openLCA*. *OpenLCA* је професионални софтвер отвореног кода за оцено животног циклуса и процену одрживости. Резултати истраживања се приказују табеларно и графички дијаграмима, омогућавајући процену и упоређивање утицаја појединих елемената модуларног прибора на животну средину [5][8].

2. ОЦЕЊИВАЊЕ ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА

LCA представља значајан алат за управљање заштитом животне средине. LCA омогућава процену утицаја производа, услуга или система на животну средину током свих фаза њиховог животног циклуса ("од колевке до гроба"). LCA укључује све етапе, од екстракције сировина, производње и дистрибуције, до употребе и одлагања.

LCA укључује сакупљање података о материјалној потрошњи, емисијама, енергији, отпаду и другим

еколошким аспектима током свих фаза животног циклуса. На основу тих података, врши се процена утицаја у различитим категоријама утицаја. LCA има за циљ да обезбеди објективне и количничке информације о еколошком профилу производа или система, ради идентификације потенцијално проблематичних делова и усмеравања ка подизању еколошке одрживости. Резултати LCA се користе за донесе информисаних одлука о дизајну, производњи, материјалном избору, управљању отпадом и другим аспектима који доприносе животној средини [5].

Према ISO 14040 [11] LCA метода се састоји из четири међусобно повезане фазе и то:

1. Дефинисање циља и предмета;
2. Анализа инвентара;
3. Оцењивање утицаја;
4. Интерпретација резултата.

3. ДЕФИНИСАЊЕ ЦИЉА И ПРЕДМЕТА

LCA модуларног прибора за обраду поклопца кућишта има за циљ вредновање утицаја сваког појединачног елемента модуларног прибора на животну средину и сагледавање свих кључних аспеката који могу имати утицај на животну средину и идентификовање потенцијалних области побољшања. Анализиран је поклопац кућишта који захтева бушење и урезивање навоја помоћу CNC бушилице. Материјал кућишта је сиви лив, а радни предмет је великих габаритних фирмензија и сложене геометрије.

Из тог разлога је изабран модуларни прибор за прихватање и стезање током обраде. На слици 2. је приказан модел поклопца са модуларним прибором. Тело модуларног прибора чини правоугаона плоча која се фиксира за радни сто машине помоћу вијака. Базирање радног предмета се врши преко равних површина, користећи ослони чеп и ослонце, како и два отвора са фиксним чеповима. Стезање радног предмета се постиже помоћу два компактна и једног окретног стезача. У табели 1 је наведен део елемената модуларног прибора са њиховим основним карактеристикама.



Слика 2. 3D модел модуларног прибора

Табела 1. Елементи модуларног прибора и њихове карактеристике – део табеле

Бр.	Назив	Ознака	Материјал	Маса [g]	Количина
1.	Основна плоча	1500.500	Сиви лив	105000	1
2.	Адаптерна плоча	1580.000	Челик	3000	1

Подаци који су анализирани морали су да буду у границама система. Границама система одређују се јединичн процеси који морају да буду укључени у LCA. Границе система обухватају све кораке и активности у вези са производњом елемената, као што су екстракција сировина, транспорт, производња помоћних елемената и сам процес производње. При чему су активности позадинског плана екстракција сировина, транспорт и производња полупроизвода, а производња елемената модуларног прибора активност првог плана као што је приказано на слици 3. Географско подручје обухваћено анализом јесте подручје Републике Србије за примарне податке а географско подручје за секундарне податке припада глобалном нивоу.



Слика 3. Границе система

4. ИНВЕНТАР ЖИВОТНОГ ЦИКЛУСА

Инвентар животног циклуса представља детаљан списак свих потребних података и поступака за бројчано исказивање свих улаза и излаза током животног циклуса. За прикупљање података позадинског плана у мастер раду је коришћена Ecoinvent 3.7 Cut-off база података. Ecoinvent је једна од најпознатијих и најчешће коришћених LCI база података, која пружа обимне податке о различитим индустријским секторима, процесима и материјалима. Ecoinvent 3.7 Cut-off је једна верзија Ecoinvent базе података која се односи на одређени временски период и има дефинисане границе система. "Cut-off" у називу значи да је база података ограничена на одређени скуп процеса, материјала или индустријских сектора. То значи да нису обухваћени сви могући процеси или материјали, већ само они који су сматрани најрелевантнијим.

Табела 2. Ознака улазних података из Ecoinvent 3.7 Cut-off базе података

Поступак обраде и материјал	Поступак обраде и материјал преузет из Ecoinvent 3.7 Cut-off
Ливено гвожђе	market for cast iron cast iron Cutoff, S
Челик	market for hot rolling, steel hot rolling, steel Cutoff, S
Бушење	market for steel removed by drilling, computer numerical controlled steel removed by drilling, computer numerical controlled Cutoff, S
Глодање	market for steel removed by milling, average steel removed by milling, average Cutoff, S
Стругање	market for steel removed by turning, average, computer numerical controlled steel removed by turning, average, computer numerical controlled Cutoff, S
Брушење	Grinding [10]

Табела 2. приказује назив производних операција и материјала из Ecoinvent 3.7 Cut-off базе података који су коришћени при LCA елемената модуларног прибора [9].

С обзиром да се брушење не налази у Ecoinvent 3.7 Cut-off бази података, направљен је инвентар за брушење у openLCA софтверу. [10] У табели 3 су представљени улазни и излазни токови материјала и енергије за основну плочу модуларног прибора.

Табела 3. *Инвентар животног циклуса-део табеле*

Назив елемента	Материјал/обрадни процес	Количина	Напомена
Основна плоча	Челик	105000 g	Маса плоче
Основна плоча	Глодање	21890 g	Маса струготине
Основна плоча	Брушење	1020 g	Маса струготине

5. ОЦЕЊИВАЊЕ УТИЦАЈА НА ЖИВОТНУ СРЕДИНУ

За LCA анализу модуларног прибора, коришћена је ReCiPe метода LCIA. ReCiPe је једна од популарнијих метода оцењивања утицаја која се користи за квантификацију еколошких ефеката у различитим категоријама утицаја. Категорије утицаја указују на утицај на животну средину по јединици стресора (нпр. по кг коришћеног ресурса или ослобођеној емисији). Стресор се односи на физичке или хемијске факторе који изазвају негативан утицај на животну средину. У табели 4 су представљене категорије утицаја по методи ReCiPe које су узете у разматрање за процену утицаја елемената модуларног прибора на животну средину.

Табела 4. *Категорије утицаја*

Категорија утицаја (српски)	Категорија утицаја (енглески)	Скраћенице
Заузимање пољопривредног земљишта	agricultural land occupation	ALOP
Климатске промене	climate change	GWP100
Потрошња фосилних горива	fossil depletion	FDP
Екотоксичност слатких вода	freshwater ecotoxicity	FETPinf
Еутрофикација слатких вода	freshwater eutrophication	FEP
Токсичност за људе	human toxicity	HTPinf
Јонизујуће зрачење	ionising radiation	IRP_HE
Екотоксичност морских вода	marine ecotoxicity	METPinf
Еутрофикација морских вода	marine eutrophication	MEP
Потрошња метала	metal depletion	MDP
Трансформација природног земљишта	natural land transformation	NLTP
Оштећење озона	ozone depletion	ODPinf
Формирање честица	particulate matter formation	PMFP
Формирање фотохемијских оксиданата	photochemical oxidant formation	POFP
Закишељавање земљишта	terrestrial acidification	TAP100
Екотоксичност земљишта	terrestrial ecotoxicity	TETPinf
Заузимање урбаног простора	urban land occupation	ULOP
Потрошња воде	water depletion	WDP

Постоје два скупа категорија утицаја у оквиру ReCiPe методе: на средњој тачки (midpoint) или на крајњој тачки (endpoint) која су дефинисана стандардом ISO 14040 [11]. Категорије утицаја на средњој тачки се односе на конкретну физичку и хемијску промену у животној средини, док се категорије утицаја на крајњој тачки фокусирају на добробит екосистема и људи. У раду је извршена оцена утицаја на средњој тачки за сваки елемент прибора. График 1. (изражен у процентима) за сваку категорију утицаја) приказује оцену утицаја на основној плочи користећи ReCiPe методу.

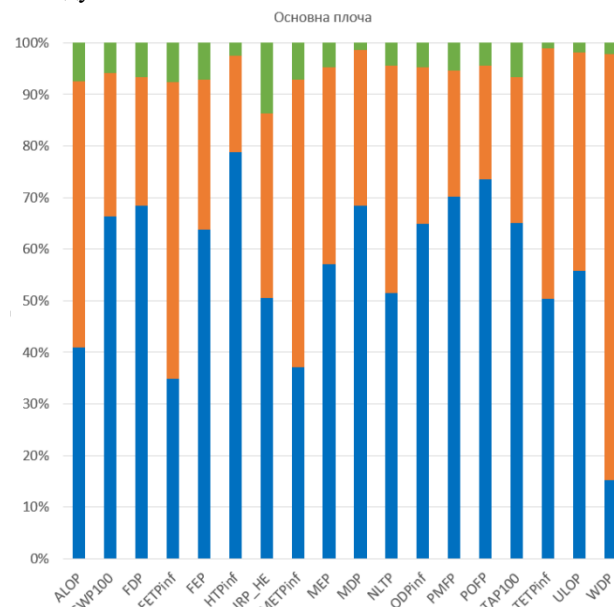


График 1. *Оцењивање утицаја производних операција основне плоче на животну средину*

6. ИНТЕРПРЕТАЦИЈА РЕЗУЛТАТА

Оцена утицаја на животну средину елемената модуларног прибора путем графика омогућава визуално идентификовање најкритичније тачке утицаја и усмеравање свих напора на унапређење еколошке одрживости. Графикони могу послужити као смернице за дизајн производног процеса, одабир материјала и примену одрживих пракси у циљу смањења негативног утицаја на животну средину.

На основу графика 1. можемо закључити да су маса елемента и количина отпадног материјала веома важне ставке која утичу на оптерећење животне средине. Приликом разматрања еколошких ефеката, основна плоча се истиче као кључни чинилац због своје велике масе.

С обзиром на то да утицај на животну средину често расте пропорционално са масом материјала, основна плоча има највећи потенцијал за генерисање негативних утицаја на животну средину. Из тог разлога је разматран упоредни утицај основне плоче и свих осталих елемената модуларног прибора на животну средину. На графику 2. је дат процентуални приказ упоредног утицаја основне плоче и осталих елемената модуларног прибора за све категорије утицаја.

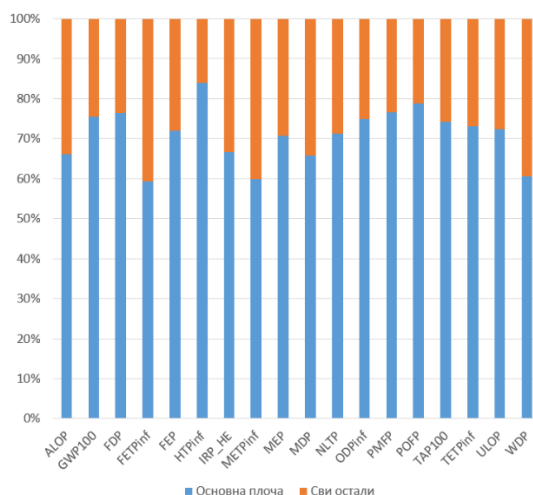


График 2. Утицај производних операција основне плоче на животну средину у поређењу са осталим елементима прибора

Детаљном анализом графика, може се закључити да основна плоча има највећи утицај на животну средину у поређењу са свим осталим елементима модуларног прибора. Из тог разлога, при дизајнирању и производњи модуларног прибора, посебна пажња треба да се посвети утицају основне плоче на животну средину. У циљу смањења негативних еколошких последица, препоручује се разматрање могућности за смањење масе основне плоче или употребу материјала са мањим еколошким оптерећењем. Ово може укључивати истраживање алтернативних материјала или иновативних техника обраде како би се смањио укупан негативан утицај на животну средину.

7. ЗАКЉУЧАК

У раду је детаљно анализирана фаза производње модуларног прибора за обраду поклопца кућишта користећи openLCA софтвер. Користећи openLCA, обављена је целокупна процена еколошких животног циклуса прибора, укључујући набавку материјала, производњу и транспорт. Анализа је извршена коришћењем ReCiPe методе LCIA.

Резултати анализе омогућавају детаљан увид у еколошке аспекте производње модуларног прибора за обраду поклопца кућишта. Највећи утицај има основна плоча, која је најтежи елемент. Из ових резултата се закључује да се при дизајнирању и производњи модуларног прибора мора посебно обратити пажњу на смањење негативног утицаја основне плоче на животну средину. За смањење еколошких последица, препоручује се истраживање могућности смањења масе основне плоче и коришћење еколошки прихватљивијих материјала.

Будућа истраживања могу бити усмерена ка истраживању нових материјала и обрадних техника које можда могу довести до иновативних модуларних прибора са вишом ефикасношћу и мањим негативним утицајем на животну средину.

8. LITERATURA

[1] Prince R., Rajeev A., Jain J. K. : *Life Cycle Assessment in Sustainable Manufacturing: A Review and Further Direction*, Operations Management and Systems Engineering (pp.191-203), 2021.

[2] Vukelic Đ., Agarski B., Budak I., Simunović G., Buchmeister B., Jakovljevic Z., Tadic B.: *Eco-design of fixtures based on life cycle and cost assessment*, International journal of simulation modelling – Vol.18, 2019.

[3] Glumpak I.: *Utjecaj sustava za upravljanje okolišem na životni ciklus proizvoda- diplomski rad*, Sveučilište u Zagrebu, Fakultet strojarstva i brodogradnje, 2009.

[4] Hodolić J., Budak I., Hadžistević M., Vukelić Đ., Majernik M., Chovancova J., Pankova-Jurikova J., Čulibrk M.: *Sistemi za upravljanje zaštitom životne sredine*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2013.

[5] Hodolić J., Badida M., Majernik M., Šebo D.: *Mašinstvo u inženjerstvu zaštite životne sredine*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2003.

[6] Vukelić Đ., Tadić B.: *Pribori*, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad, 2018.

[7] Belošević D. : *LCA analiza staklene boce - završni rad*, Sveučilište Sjever, Varaždin, 2015.

[8] <https://www.openlca.org/> - 04.07.2023.

[9] <https://ecoinvent.org/the-ecoinvent-database/#!/content> -04.07.2023.

[10] Murray V. R., Zhao F., Sutherland J. W. : *Life cycle analysis of grinding: a case study of non-cylindrical computer numerical control grinding via a unit-process life cycle inventory approach*, Journal of Engineering Manufacture, Vol. 226, 2012.

[11] ISO 14040: *Управљање заштитом животне средине - Оцењивање животног циклуса - Принципи и оквири*, 2006.

Кратка биографија:



Александар Милошевић рођен је у Прњавору (БиХ) 1998. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Машинско инжењерство одбранио је 2023. год.

контакт:
aleksandar.milosevic@ns.ac.rs



Борис Агарски рођен је у Новом Саду 1980. год. Докторирао је на Факултету техничких наука 2015. год., а од 2021. год. је у звању ванредног професора.

контакт:
agarski@uns.ac.rs



Ђорђе Вукелић рођен је у Новом Саду. Докторирао је на Факултету техничких наука 2010. год., а од 2020. год. је у звању редовног професора.

контакт:
vukelic@uns.ac.rs

РАЗВОЈ ВИРТУЕЛНЕ МАШИНЕ АЛАТКЕ**DEVELOPMENT OF A DIGITAL TWIN OF THE MACHINE TOOL**Владимир Циро, Слободан Табаковић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ПРОИЗВОДНО МАШИНСТВО**

Кратак садржај – Овај рад укључује опис процеса стварања дигиталног близанца картезијанског робота са паралелном кинематиком типа трипод током његовог процеса пројектовања

Кључне речи: Дигитални близанац, Картезијански робот, Трипод, пројектовање машина алатки.

Abstract – This paper includes a description of the process of creating a digital twin of a Cartesian robot with tripod parallel kinematics during its design process.

Keywords: Digital twin, Cartesian robot, Tripod, Machine tools design.

1. УВОД

Континуирани раст броја типова алатних машина поставља изазов проналажења нових метода за њихово стварање уз најниже трошкове за пројектовање и производњу.

Једна од најнапреднијих метода дизајна машина данас је метода креирања дигиталног близанца.

Дигитални близанац је дигитални (виртуелни) модел било ког објекта, система, процеса или људи. Тачно репродукује форму и радњу оригинала и синхронизован је са њим.

Дигитални близанац је потребан да би се симулирао шта ће се десити са оригиналом под одређеним условима. Ово помаже да се уштеди ресурси и омогућава да се избегне штета за људе и животну средину.

2. КОРИШЋЕЊЕ ДИГИТАЛНОГ БЛИЗАНЦА ПРИЛИКОМ ПРОГРАМИРАЊА МАШИНЕ

Програмирање израде дела у било ком софтверу за припрему производње помоћу рачунара (САМ) често може бити различит у смислу начина на који путања алата изгледа на екрану и онога што се заправо дешава када се покрене на машини која ради. Ова разлика често значи да је мање вероватно да ће фактори као што су ограничења машине, опције контролера и посебне карактеристике бити узети у обзир приликом креирања путања алата у САМ софтверу.

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Слободан Табаковић, ред. проф.

Ово често доводи до тога да програмери и оператери морају да прилагођавају програме док раде, што може коштати драгоцено време и новац.

Симулација обраде има за циљ да затвори овај јаз омогућавајући кориснику да добије тачнију представу о томе како ће програмирани део радити када се покрене на машини која ради.

Симулација рада машине алатке на дигиталном близанцу омогућава симулацију путање алата и оптимизацију кретања елемената машине приликом обраде. Коришћење ове функције при дизајнирању програма је једноставан, лак и прецизан начин да се провери да ли су симулиране путање алата тачне и безбедне за рад на машини. При томе се оптимизацијом кретања обезбеђује краће време обраде, побољшање квалитета, повећање флексибилности, процену параметара обраде и доношење одлука о производњи. Често је критичан алат, када је у питању прецизна симулација путање алата пре примене на машини.

3. ОПИС И ПРОВЕРА КРЕТАЊА МАШИНЕ**3.1. Опис принципа рада машине**

Да би се описало кретање машине у програму, прво се мора описати дизајн њених компоненти и принцип рада.



Слика 1. Кинематика декартове паралелне машине

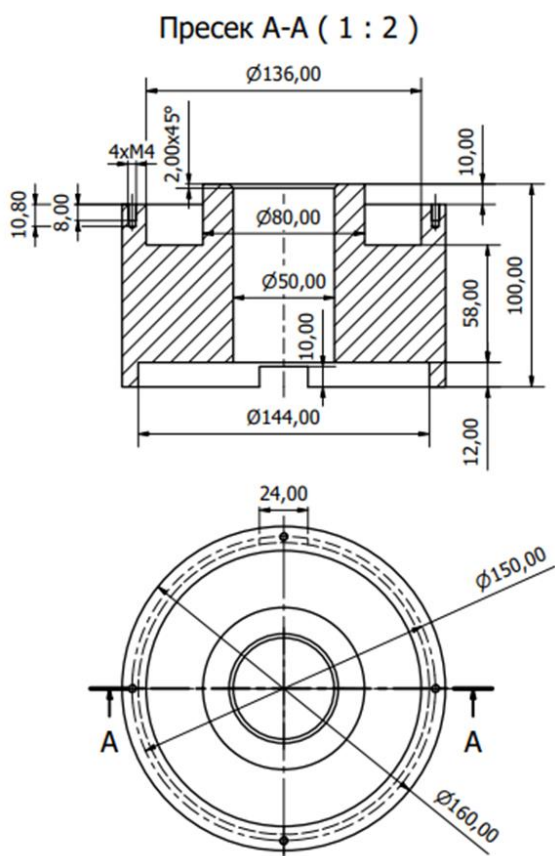
Машина приказана на слици 1 је настала на бази картезијанског паралелног робота под називом Триптерон.

Картезијанске машине покрећу међусобно управни линеарни погони. Обично имају кореспонденцију један-на-један између линеарних позиција актуатора и координата X, Y, Z положаја покретне платформе, што их чини лакшим за контролу. Штавише, картезијански роботи не мењају оријентацију

покретне платформе. Најчешће су повезани у серију; састоје се од једног кинематичког ланца полуге, односно, први линеарни актуатор покреће други и омогућава постизање знатно веће чврстоће и крутости од глодалице сличних димензија са погонским завртњима и вођицама, због расподеле оптерећења од силе резања на 3 вођице истовремено. [1]

3.2. Дефинисање улазних параметара

Сврха механизма јесте да, као кинематска структура машине алатке, обезбеди троосну обраду глодањем дела који је приказан на слици 2:



Слика 2. Цртеж обртка

Прорачун се врши према методолошким упутствима [2].

Услови резања:

$$D = 6-40 \text{ mm} \quad L_{\text{с}} = 80 \text{ mm} \quad v = 150-250 \text{ m/min}$$
$$B = 30 \text{ mm} \quad t = 2 \text{ mm} \quad Z = 5 \quad HB = 210$$

Овде D - пречник глодала, L_{ϕ} - препуст сечива,

v - брзина резања, b - ширина глодања,

t - дубина резања, Z - број зубаца,

НВ - тврдоћа по Бринелу.

Укупно, на основу резултата израчунавања услова резања за завршну и грубу обраду:

$$F_{max}=1700 \text{ N}; P=1,3 \text{ kW}; N_{max}=13000 \text{ ob/min}$$

F_{max} - Сила резања коју механизам мора да издржи

P – Потребна снага погона главног кретања

$N_{\max}$ – Захтевана брзина обртаја главног вретена

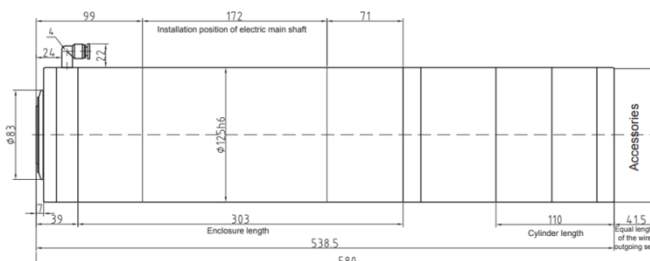
3.3. Избор мотора вретена

Главни критеријуми за избор вретена су [3]:

- Максимална брзина
- Максимална снага
- Пречник и дужина
- Тежина
- Врста хлађења

Неопходно је одабрати мотор вретена који обезбеђује могућност глодања при брзини од 13000 об/min, као и снагу од 1,3 kW.

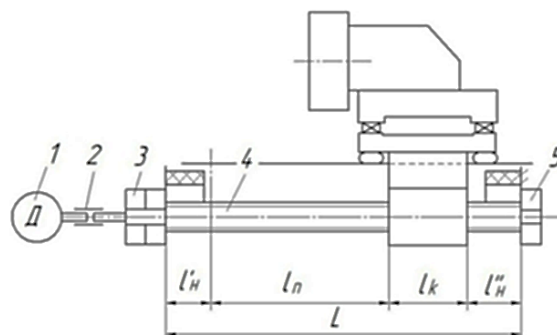
Изабрано је вретено GDL125-40-243/2.2



Слика 3. *Изабрано главно вретено*

GDL125-40-243/2.2-4 - вретено велике брзине са аутоматском променом алата и принудним течним хлађењем.

3.4. Прорачун карактеристика кугличног вијка



Слика 4. Шема кугличног вијка

Прорачун се врши према методолошким упутствима [4].

Израчунавање дужине завртња:

$$L = l_{\pi} + l_{\kappa} + l'_{\text{H}} + l''_{\text{H}}, \quad (1)$$

Где је $l_{\text{п}}$ - корисно кретање радног тела,

l_k - процењена дужина навртке,

l_n' и l_n'' - дужине неискоришћених делова завртња за смештај заптивача кугличних вијака, граничника за заштиту од оштећења.

У нашом случају $L = 1415 \text{ mm}$.

$$P = V\sigma/Nm \quad (2)$$

P – корак навоја

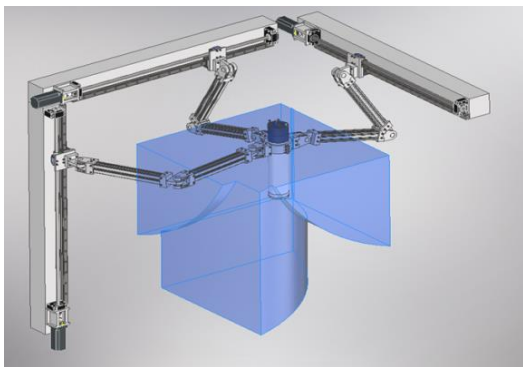
 V_b – захтевна брзина кретања навртке

Nm - највећа дозвољена брзина вијка

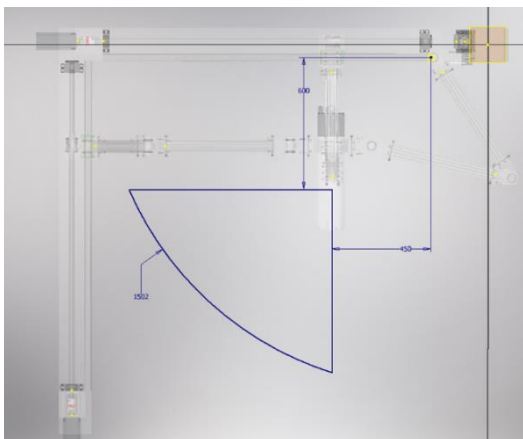
У нашем случају $P = 8 \text{ mm}$

$$dl = \frac{1.5 \cdot 10^5}{Nm} \quad (3)$$

$$d2 = \frac{Nm \cdot L^2}{5 \cdot 10^7 \cdot 3.4 \cdot 0.8} \quad (4)$$



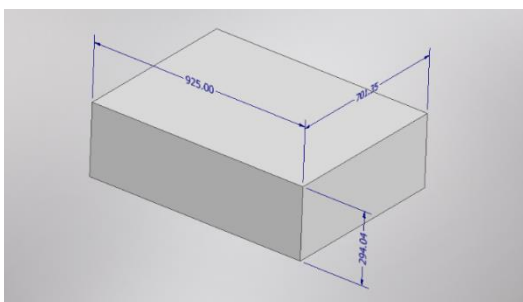
Слика 10. Дозвољене зоне кретања, за сваку руку посебно



Слика 11. Метода описивања покрета руку

Даље, да би се описала радна површина димензија и облика који се практично могу користити при обради, на добијеном моделу треба изабрати паралелоипед максималних димензија, одсецањем зона у којима је кретање најмање једне руке неприхватљиво.

На овај начин добијамо радну површину од 925x700x290 mm, слика 12.



Слика 12. Моделована радна зона машине

4. ЗАКЉУЧАК

На основу резултата симулације виртуелне машине можемо извући следеће закључке:

– Моделовање дигиталног близанца машине током њеног развоја може значајно да поједностави процес пројектовања компоненти, као и процену усаглашености њених технолошких могућности са потребним.

– Вредност креирања модела машине се пре свега манифестује у способности брзог и јасног откривања грешака направљених током процеса развоја, као што су потискивање физичких површина модела, недоследност у кретању компоненти механизма, непрецизности у релативном положају делова, компоненти, механизма итд. Истовремено, откривене грешке се могу исправити без значајног губљења ресурса и времена, што је много исплативије од прављења физичких прототипова.

– Важна предност методе је прегледност и погодност визуелизације процеса рада машине приликом извођења симулације њеног рада, као и групна интеракција особа укључених у њен развој.

– Треба истаћи и погодност чувања и преношења информација које се односе на документацију пројектоване машине у вези са дигитализацијом.

– Недостаци методе креирања дигиталног близанца су: време утрошено на израду CAD модела, захтеви за рачунарским ресурсима, потреба за имплементацијом и коришћењем софтверског пакета у производњи, као и захтеви за квалификацијом програмера.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] https://en.wikipedia.org/wiki/Cartesian_parallel_manipulators (приступљено у септембру 2023. год.)
- [2] Б.Д. Даниленко, Н.Н. Зубков “Избор режима резања”, Москва, МДТУ им. Н.Е. Бауман, 2005.
- [3] Ј.В. Кирилин, А.В. Шестернинов “Прорачун и пројектовање вртенастих јединица металорезачких машина са котрљајућим лежачевима”, Уљановск, 1998.
- [4] А.И. Кочергин, Т.В. Василенко “Пројектовање погона ЦНЦ машине”, Минск, БНТУ, 2014.

Кратка биографија:



Владимир Циро рођен је у Волгограду 2000. год. Дипломски рад на Факултету Машинства Московског Државног Техничког Универзитета из области производног машинства - Вишенаменска машина за израду делова авиона одбранио је 2022.год.

Контакт: vla.tsyro@gmail.com



Слободан Табаковић је докторирао на Факултету техничких наука 2008. год., а од 2018 је звању редовни професор. Област интересовања су Машине алатке, Флексибилни технолошки системи и аутоматизација поступака пројектовања.

PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA RAZMENJIVAČA TOPLOTE U SISTEMIMA DALJINSKOG GREJANJA**DESIGN OF WELDING TECHNOLOGY OF HEAT EXCHANGER IN DISTRICT HEATING SYSTEMS**

Stevan Cetenji, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

OBLAST: MAŠINSTVO

Kratak sadržaj – Ovaj rad prikazuje projektovanje tehnologije zavarivanja ekonomajzera u sistemu daljinskog grejanja. Rad obuhvata opis kotlovskog postrojenja sa naglaskom na njegove osnovne elemente i princip rada. Takođe, analizira se proizvodna tehnologija izrade ekonomajzera. Cilj istraživanja jeste pružiti bolje razumevanje kako projektovati tehnologiju zavarivanja i efikasno izvršiti zavarivanje ekonomajzera. Na taj način se poboljšala učinkovitost i dugotrajnost sistema daljinskog grejanja.

Ključne reči: Toplana, Ekonomajzer, Tehnologija zavarivanja

Abstract – This paper explores a design of welding technology for economizers in a district heating system. The paper encompasses a description of the boiler plant, focusing on its essential components and operating principle. Additionally, it analyses the manufacturing technology of economizers, with emphasis on welding techniques. The research aims to provide better understanding of how to design and weld efficiency economizers. In that way is possible to enhance the effectivity and longevity of the district heating system.

Keywords: Boiler plant, Economizer, Welding Technology

1. UVOD

Kotlovska postrojenja se razvijaju dugi niz godina, a poslednjih godina je ostvaren veliki napredak. Razvijanjem novih tehnologija, korišćenjem savremenijih materijala i konstruktivnih rešenja moguće je postići veće radne pritiske i temperature. Razvoj kotlovskih postrojenja usmeren je na smanjenju pasivnih delova, a cilj je povećanje aktivnih delova koga čine grejne površine. Glavni cilj kotlovskog postrojenja je da transformiše hemijsku energiju goriva u toplotnu energiju radnog fluida. Glavni deo kotlovskog postrojenja je kotao - uređaj za transformaciju energije. Kotao sa termodinamičke tačke gledišta je razmenjivač toplote. Kotlovi sa sagorevanjem su dizajnirani da koriste hemijsku energiju u gorivu za povećanje energetske sadržaja vode tako da se ona može koristiti za grejanje i proizvodnju električnu energiju.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Miroslav Dramićanin, docent.

Prema načinu rada razlikujemo toplovodne i vrelovodne kotlove koji se koriste za proizvodnju tople odnosno vrele vode kao toplotnog energenta za sistem daljinskog grejanja. Takav kotao predstavlja postrojenje u kome se energija fosilnih goriva procesom sagorevanja transformiše u toplotnu energiju zagrevavajući energent (vodu) do određene temperature. Savremeno kotlovsko postrojenje u svom sklopu ima niz uređaja i mašina koje ga čine veoma komplikovanim. Kotlovsko postrojenje čini kotao i kotlovski elementi. Najgrublja podela kotlovskog postrojenja je na ložište i razmenjivače toplote. Detaljnija podela kotla obuhvata: gorionik, pregrejač pare i isparivač kotla, prinudnu ili prirodnu cirkulaciju, zagrejač vode (ekonomajzer), zagrejač vazduha, pomoćni uređaji i automatika [1].

Na osnovu navedenog jasno je da se radi o složenom sistemu koji radi pod visokim pritiscima stoga je neophodno adekvatno odabrati materijal i način izrade navedenih elemenata.

Cilj ovog rada jeste prikazati pravilan način odabira adekvatnih parametara tehnologije zavarivanja.

2. RAZMENJIVAČ TOPLOTE - EKONOMAJZER

Prva uspešna konstrukcija ekonomajzera korišćena je za povećanje efikasnosti kotla stacionarnih parnih mašina.

Zagrejač vode ili ekonomajzer je razmenjivač toplote (rekuperator otpadne toplote) koji se koristi u kotlovskim postrojenjima i služi za zagrevanje napojne ili povratne vode (iz magistralnog toplovoda) koji mora biti iznad tačke rose na račun temperature izlaznih (dimnih) gasova.

Zagrejači vode se sastoje od snopa cevi koja čine zagrevne površine i sabirnih (razdelnih) komora koji mogu biti cilindričnog ili kvadratnog poprečnog preseka. Novije izvedbe zagrejača vode se najčešće izrađuju od čeličnih cevi koje su zmijastog (cik-cak) oblika u kojem su cevi nošene i ukružene cevnim pločama, lamelama ili trakastim obujmicama. Gornja komora zagrejača vode sadrži priključak za ozračivanje pri punjenju vodom, a na donjoj komori se nalazi priključak za ispuštanje vode. Na slici 1 prikazana je jedna konstrukcija zagrejača vode[1].

Benefiti ekonomajzera se mogu podeliti u dve grupe:

Direktni benefiti: Efikasnost tehnološkog procesa koji se odražava na smanjenje troškova tehnološkog procesa, povećanje stepena korisnosti putem sniženja temperature dimnih gasova odnosno smanjenjem gubitaka usled fizičke toplote izlaznih gasova.

Indirektni benefiti: Pad zagađenja odnosno smanjenje zagađenja životne sredine, smanjenje potrošnje goriva, smanjenje veličine opreme.[2,3].

Ekonomajzer se sastoji i od opreme koja omogućuje regulaciju i praćenje stanja. To su: manometrima, termometrima, razdelnicima, ventilima i drugim sličnim uređajima [2,3].

Takođe, prednosti upotrebe ekonomajzera moraju se proceniti na osnovu finansijske analize (investicije, amortizacija, profit, itd.). Tipična efikasnost samog ekonomajzera se kreće u rasponu od 75-95% u zavisnosti od vrste goriva koje sagoreva, radnog pritiska, kontrolnog upravljačkog sistema. Kod moderanog izolovanog kotao koji kao gorivo koristi prirodni gas sa izlaznom temperaturom dimnih gasova od 140°C, ekonomajzer bi smanjio izlaznu temperaturu dimnih gasova na 65°C i povećao toplotnu efikasnost za 5%. Za svakih 22°C sniženja temperature dimnih gasova prolaskom kroz ekonomajzer dovodi se do uštede goriva za oko 1%, odnosno za svakih 60°C porasta temperature napojne vode dolazi do 1% uštede goriva u kotlu [2,3].

Ključni kriterijum za određivanje i projektovanje ekonomajzera je maksimalna brzina strujanja dimnih gasova. Veće brzine ostvaruju bolji prenos toplote i smanjuju kapitalne troškove. Za goriva sa čistim sagorevanjem (bez pepela) brzine se određuju maksimalnim dozvoljenim gubitkom pritiska. Izvedba tipa ekonomajzera koji je najrasprostranjeniji i najpouzdaniji prikazan je na slici 1 [2,3].



Slika 1. Konstrukcija ekonomajzera [2,3]

3. PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE ZAVARIVANJA

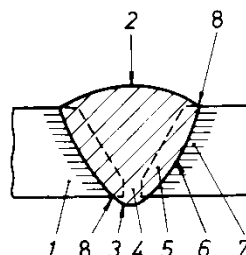
Tehnologija zavarivanja ima najveću i najvažniju ulogu u procesu izrade ekonomajzera. Zavarivanjem se vrši spajanjem dva ili više delova nerazdvojivom vezom. Zavarivanje se izvodi u uslovima koji zadovoljavaju mere bezbednosti i obezbeđuju kvalitet izvedenih radova. Zavarivanje se izvodi u najpovoljnijem položaju za zavarivača u zaštićenom radnom prostoru od atmosferskih uslova. Postupci zavarivanja koji se najčešće primenjuju pri izradi ekonomajzera su [4]:

- REL postupak (ručno elektro-lučno zavarivanje obloženom elektrodom);
- TIG postupak (elektro-lučno zavarivanje sa netopljivom elektrodom u zaštiti inertnog gasa)

Projektovanje tehnologije zavarivanja obuhvata projektovanje i konstruktivne razrade zavarenih proizvoda, izbor materijala za zavarene proizvode, propisivanje postupka i parametara zavarivanja i osiguravanje kontrole kvaliteta zavarenih proizvoda. Tehnologija zavarivanja je jedna od najmlađih grana mašinske tehnologije. Razvoj je započeo krajem prošlog veka kada je počela primena gasovitih goriva i upotreba električnog luka kao snažnih toplotnih izvora. Tehnologija zavarivanja se zasniva na naučnim konceptima koje moraju poznavati inženjeri i zavarivači u određenoj meri [4].

Pojedini postupci su izvor veće koncentracije toplote i mogu da izazovu nepovoljne promene u osnovnom materijalu (npr. zaostali naponi). Odabirom pravog postupka i parametara zavarivanja postiže se kvalitetan zavaren spoj i mogu se izbeći promene u osnovnom materijalu ili ih usmeriti da budu korisne. Da bi se to ostvarilo potrebno je poznavanje hemijskog sastava osnovnog i dodatnog materijala, brzine hlađenja, termofizičkih karakteristika itd. Zavarivanje se najviše primenjuje na legurama gvožđa, ali nije zanemarljiva primena i na nekim od savremenih materijala poput polimera, kompozita, keramike [4].

Zavareni spoj se sastoji od celine koju čine osnovni materijal (1) i šav kod koga se razlikuju lice šava (2), naličje šava (3), koren šava (4) i ivice šava (5 i 6). – slika 2.



Slika 2. Osnovne dimenzije šava [4]

Treba napomenuti da je tehnologija zavarivanja još uvek u razvoju i da se konstantno radi na usavršavanju metoda zavarivanja primeni automatizacije uz uvođenje robota i automatskog upravljanja uz pomoć računara po CAD/CAM sistemu.

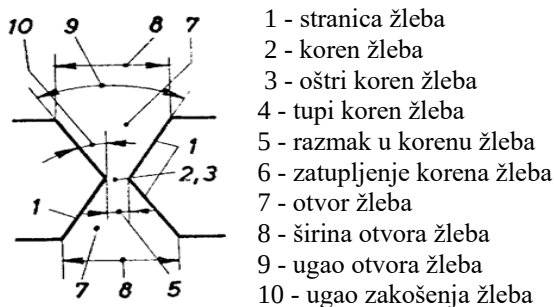
3.1. Priprema i vrste žlebova

Da bi se zavarivanje izvelo potrebna je prethodna kvalitetna priprema materijala koji se zavaruju, ta priprema obuhvata [5]:

- Sečenje i mašinsku obradu materijala;
- Čišćenje materijala za zavarivanje od korozije i masnoća;
- Obradu ivica odnosno površina materijala - Priprema žleba;
- Pripajanje ili pridržavanje pre zavarivanja;
- Određene radnje u smislu predeformisanja materijala.

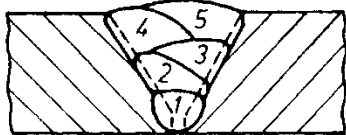
Pre zavarivanja, a posle sečenja i čišćenja osnovnog materijala potrebno je pripremiti ivice osnovnog materijala čime se dobija žleb za zavarivanje čiji su osnovni pojmovi definisani standardom SRPS EN ISO

9692-1:2014. Na slici 3 prikazani su osnovni elementi žleba.



Slika 3. Osnovni elementi žleba [6]

Žleb pri zavarivanju topljenjem se može popuniti u jednom ili više prolaza u zavisnosti od debljine materijala koji se zavaruje (slika 4). Zavar predstavlja deo metala šava nastao u jednom ili više prolaza [7].



Slika 4. Višeprolazni šav [7]

4. SPECIFIKACIJA POSTUPKA ZAVARIVANJA – WPS prema standardu SRPS EN ISO 15609-2020

Postoji više razloga u praksi, zbog kojih znanje inženjera zavarivanja i veštinu zavarivača treba potvrditi sledećim dokumenata:

- Specifikacija postupka zavarivanja (WPS),
- Kvalifikacija postupka zavarivanja (WPQR),
- Atest zavarivača

Sadržaj specifikacije postupka zavarivanja odnosno na engleskom WPS (Welding Procedure Specification) je propisan standardom SRPS EN ISO 15609-2020, dok sam izgled i način prikazivanja je ostavljen na inženjerima, odnosno samoj firmi koja ih pravi. Specifikacija postupka zavarivanja je formalni dokument koji sadrži bitne informacije kako napraviti kvalitetan zavar. WPS sadrži sve detalje koji su potrebni za postizanje željenog zavara i daje jasne smernice zavarivaču kako ga izraditi.

Sve počinje sa dobijenim podacima od konstruktora, koji materijal je u pitanju i koje su dimenzije. Nakon toga se pristupa proveru zavarljivosti materijala, proveru da li je za dati materijal neophodno predgrevanje, ili termička obrada nakon zavarivanja. Sledeći korak je odabir postupka zavarivanja i zaštitnog gasa ukoliko je potreban za dati postupak. Sagledavanjem konstrukcije pronalazi se odgovarajući izgled žleba, način njegove pripreme, kao i položaj zavarivanja. Potom se vrši odabir dodatnog materijala u odnosu na osnovni materijal i postupak zavarivanja. Takođe se moraju propisati režimi zavarivanja, jačina struje, napon luka, polaritet struje, brzina zavarivanja, raspon unosa toplote. Sve ovo navedeno je međusobno povezano, da jedna promena iziskuje i ostale promene.

Dakle, specifikacija postupka zavarivanja mora sadržati samo osnovne podatke za uspešno izvođenje zavarivačkih radova. Poželjno je da se izrađuje na jednoj stranici iz praktičnih razloga i bolje preglednosti.

Kvalifikacija postupka zavarivanja odnosno na engleskom Welding Procedure Qualification Record je zapis parametara zavarivanja koje se koriste kako bi se kvalifikovao WPS. Dakle, dokumentacija poput specifikacije materijala, specifikacija elektroda, zaštitnog gasa su sastavni deo WPQR-a kao i metode ispitivanje zavarenih spojeva.

Razlikujemo metode ispitivanja bez razaranja (vizuelna kontrola, kontrola nepropusnosti, kontrola penetrantima, radiografska kontrola, ultrazvučna kontrola, kontrola magnetnim ispitivanjima) i razaranjem (ispitivanje pritiskom, merenje tvrdoće, metalografska ispitivanja, ispitivanje udarne žilavosti, itd.).

4.1. Popunjavanje specifikacije postupka zavarivanja

Primer i izgled specifikacije postupka zavarivanja je detaljno prikazan u master radu [xy tvoj rad].

U uvodnom delu se nalaze opšte informacije u kojem je potrebno uneti puno ime firme odnosno naručioca.

Dalje, se nalaze podaci o zavarivanju. Podaci o zavarivanju obuhvataju: postupak zavarivanja, vrstu zavara, položaj zavarivanja, vrstu spoja, zahtev za test zavarivača i koja vrsta pripreme i čišćenja je neophodna. Postupak zavarivanja može biti: ručno elektrolučno zavarivanje, MIG/MAG postupak, zavarivanje žicom pod zaštitom praška, TIG postupak, zavarivanje plazmom itd. Ukoliko se koristi više od jednog postupka svaki postupak se piše zasebno. Vrsta zavara i položaj zavarivanja je vrlo važan kriterijum kod izbora postupka zavarivanja. Iako je horizontalni položaj najpoželjniji često se koriste i ostali položaji u zavisnosti od položaja materijala koji se zavaruje. Kod zavarivanja koriste se razni oblici spojeva, a neki od njih su paralelni, sučeon, preklopni, kosi, T spoj itd. U vrstu spoja neophodno je upisati spoj koji je predviđen, a označava se simbolima koji su definisani prema normi ISO 2553.

Dalje se u specifikaciji nalaze podaci o osnovnom i dodatnom materijalu. potrebno uneti sve podatke kako o osnovnom materijalu (oznaka čelika, kojoj grupi materijala pripada, debljina osnovnog materijala, prečnik cevi ili šipki), tako i o dodatnom materijalu (naziv, standardna oznaka, prečnik obloge vreme potrebno za sušenje elektrode) i prečnik netopljive elektrode.

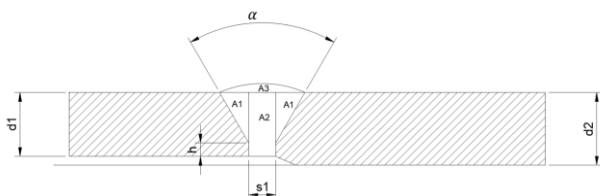
Ispod podataka o osnovnom i dodatnom materijalu se unosi skica odabranog žleba i redosled odnosno tehnike zavarivanja. Skica spoja treba da bude sa pripadajućim oznakama za vrstu spoja, debljinom delova koji se zavaruju, uglom nagiba, dubine uvara, dubina pripreme, redosledom izvođenja i broj prolaza. Poželjno je da skica bude što preciznija i tačnija.

Dalje se nalaze informacije o parametrima zavarivanja. Potrebno je uneti broj prolaza, a za svaki prolaz treba uneti kojim postupkom se zavaruje. Zatim se unose parametri jačine struje, napona, vrste struje, brzine zavarivanja i unosa toplote. Takođe se nalaze parametri zavarivanja koji su neophodni kako bi se ostvario kvalitetan zavareni spoj. Ti parametri su: protok zaštitnog gasa (u slučaju TIG/MIG/MAG postupka), temperatura predgrevanja, međuprolazna temperatura, termička obrada

posle zavarivanja i neophodno ispitivanje posle zavarivanja.

5. PRORAČUN PARAMETARA ZA ZAVARIVANJE

Na slici 5 prikazan je jednostrani sučeon V spoj na osnovu kojeg se vrši proračun [8].



Slika 5. Jednostrani sučeon V spoj 12,5 / 7,1mm

Debljina prvog osnovnog materijala: $d_1=7,1$ mm

Debljina drugog osnovnog materijala: $d_2=12,5$ mm

Visina korenog zatupljenja: $h=1,5$ mm

Širina u korenu: $s_1=3$ mm

Kateta popune šava: $f=d-h=11$ mm

Ugao šava: $\alpha=60^\circ$

Određivanje širine šava [8]:

$$b = 2f \cdot \tan \frac{\alpha}{2} + s_1 + 5$$

$$b = 20,7 \text{ mm} \rightarrow \text{usvaja se } b = 20 \text{ mm}$$

Određivanje ukupne površine šava [8]:

$$A_{uk} = 2A_1 + A_2 + A_3$$

$$A_{uk} = 2 \cdot \frac{f^2 \cdot \tan \frac{\alpha}{2}}{2} + s_1 \cdot d + \frac{2}{3} c \cdot b$$

$$A_{uk} = 82,896 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,82896 \text{ cm}^2$$

Određivanje prečnika elektrode i jačine struje [8]:

Za debljinu osnovnog materijala materijala $d = 4$ mm bira se elektroda $d_e = 4$ mm i struja zavarivanja $I_z = 160$ A

Određivanje broja prolaza [8]:

Ukupna površina koju može da popuni odabrana elektroda:

$$A_e = d_e(6 \div 8) = 4(6 \div 8) = 24 \div 32 \text{ mm}^2$$

Broj prolaza:

$$n = \frac{A_{uk}}{A_e} = \frac{82,896}{24 \div 32} = 2,59 \div 3,45 \rightarrow$$

usvaja se 3 prolaza

$$A_1 = \frac{A_{uk}}{n} = \frac{82,896}{3} = 27,632 \text{ mm}^2 \rightarrow 0,276 \text{ cm}^2 \rightarrow$$

ukupna površina po jednom prolazu

Određivanje brzine zavarivanja [8]:

$$V_z = \frac{a_z \cdot I_z}{A_{uk} \cdot \rho}$$

$$V_z = \frac{8 \cdot 160}{0,276 \cdot 7,85} = 590,787 \text{ cm/h} \rightarrow 9,9 \text{ cm/min}$$

Određivanje unosa toplote [8]:

$$Q = \frac{k(U \cdot I) \cdot 60}{v \cdot 1000}$$

$$Q = \frac{0,8(22 \cdot 160) \cdot 60}{9,9 \cdot 1000} = 18,88 \text{ kJ/cm}$$

6. ZAKLJUČAK

Projektovanje tehnologije zavarivanja je vrlo važan deo proizvodnje ekonomajzera. Postupci zavarivanja su odabrani u skladu sa standardima i analiziranim zahtevima proizvodnje i zavarivanja. Proizveden ekonomajzer je prošao vizuelnu kontrolu, ispitivanje na čvrstoću i radiografsko ispitivanje koja su potvrdila kvalitet zavarenih spojeva i odgovarajuće tehnologija zavarivanja. Na taj način je potvrđena početna pretpostavka da analiza i kvalitetno projektovanje tehnologije zavarivanja doprinosi izboru optimalnog postupka zavarivanja i pravilna izvedba utiču na kvalitet zavarenih spojeva. Zavarivanje danas ima gotovo neograničenu primenu u raznim granama industrije pa projektovanje tehnologije zavarivanja i eksperimentalna ispitivanja kvaliteta zavarenih spojeva značajno utiču na optimizaciju tehnologije zavarivanja sa tehnološke i ekonomske tačke gledišta.

7. LITERATURA

- [1] E.Tawil, "Boiler Classification and Application", CED Engineering
- [2] P. Rašković, "Energetika u procesnoj tehnici", Univerzitet u Nišu, 2014.
- [3] <https://hmn.wiki/hr/Economiser> (pristupljeno u maju 2023.)
- [4] M. Jovanović, V. Lazić, D. Adamović, "Tehnologija zavarivanja-priručnik" Kragujevac, 2011.
- [5] <https://www.scribd.com/presentation/436608868/Priprema-Materijala-Za-Zavarivanje-Copy> (pristupljeno u junu 2023.)
- [6] Institut za standardizaciju Srbije, "SRPS EN ISO 9692:2014 – Zavarivanje i srodni postupci – Tipovi pripreme spoja", 2014.
- [7] Z. Lukačević, "Zavarivanje" Strojarski Fakultet, Slavonski brod
- [8] M. Sarvan, M. Mišić, "Zbirka zadataka iz tehnologije zavarivanja-skripta" Priština, 1998.

Kratka biografija:



Stevan Cetenji rođen je u Novom Sadu 1992. god. Završio je srednju tehničku školu »Mileva Marić« 2010 god., nakon čega završava Bachelor studije iz oblasti proizvodnog mašinstva 2013. god., a zatim 2023 god. završava i Master studije na Fakultetu Tehničkih nauka. kontakt: stevancetenji@gmail.com

**СЕЙЗМИЧКО ПРОЈЕКТОВАЊЕ СТУБОВА МОНТАЖНИХ ЈЕДНОСПРАТНИХ
КОНСТРУКЦИЈА ХАЛА ПРЕМА ЕВРОКОДУ 8****SEISMIC DESIGN OF COLUMNS OF PRECAST SINGLE-STOREY HALL STRUCTURES ACCORDING TO EUROCODE 8**Томислав Терзић, *Факултет техничких наука, Нови Сад***Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО**

Апстракт – Радом је представљено сеизмичко пројектовање конзолног армираног бетонског стуба као изолованог сеизмичког елемента једне типске монтажне једноетажне конструкције хале. Као резултат спроведене анализе, дефинисани су критеријуми оптималног сеизмичког пројектовања на основу препорука датих у одговарајућим деловима Еврокода.

Кључне речи: „SDOF” систем; Еврокод 8; P-Δ ефекти; Капацитет деформације

Abstract – This paper presents the aseismic design of a cantilever reinforced concrete column as an isolated seismic element of a typical precast one-story hall structure. As a result of the conducted analysis, criteria for optimal seismic design were defined based on the recommendations given in the corresponding parts of the Eurocode.

Keywords: SDOF system; Eurocode 8; P-Δ effects; Deformation capacity

1. УВОД

Са идејом да се у одређеном броју корака покрије широки интервал практичне примене типског конзолног сеизмичког стуба монтажне конструкције хале зглобно везаног у врху у два главна правца, анализиран је утицај комбинација улазних параметара на основу којих су симулирани пројектни услови и спроведено димензионисање критичних области предметних стубова. За релевантна дејства при димензионисању претпостављена су:

- Гравитационо оптерећење - сведено на стуб са припадајуће површине кровне равни;
- Сеизмичко дејство – у “х” и “у” правцу.

Анализа је спроведена у три корака:

- Анализа минималне димензије стуба. Спроведена је на основу утицаја релевантних критеријума, који се по величини утицаја разликују за изабране класе дуктилности, па је анализа спроведена за све три класе дуктилности: DCL, DCM, DCH.
- Димензионисање пресека. На основу резултата претходне анализе, одређене су потребне количине арматуре.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада, чији ментор је био др Зоран Брујић, ванр. проф.

- Верификација перформанси конзолног стуба. Резултати димензионисања су затим верификовани нелинеарном статичком „pushover” анализом.

Као резултат спроведених анализа, дефинисани су критеријуми оптималног сеизмичког пројектовања.

2. АНАЛИЗА

Анализа је спроведена за велики број комбинација улазних параметара варијација на следећи начин:

- Маса у врху стуба (M): 25, 50, 75, 100, 125, 150t
- Висина стуба (H): 4, 6, 8, 9, 12, 15, 18m
- Реф. макс. убрзање тла (a_{gr}): 0.1g, 0.2g, 0.3g
- Фактор понашања (q): 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5
- Класа дуктилности: DCL; DCM; DCH

Резултати анализе су добијени уважавањем следећих захтева, дефинисаних у Еврокоду 8[4]:

1. Допуштено укупно (косо) померање d_r није веће од $0.02H$, за неконструктивне елементе који не утичу на деформацију конструкције; §4.4.3.2 у [4].
2. Максимални коефицијента армирања је 4% површине бетонског пресека; §5.4.3.2.2 у [4].
3. Максимална вредност релативне аксијалне силе не прелази 0.65 за средњу или 0.55 за високу дуктилност; §5.4.3.2.1 и §5.5.3.2.1 у [4].
4. Захтеви везани за ефекте другог реда постављени по коефицијенту $\theta = G \cdot d / (S \cdot H)$, где је G гравитациона сила, d померање, а S хоризонтална сила:
 - a. Критеријум обавезујућег увођења у прорачун P-Δ ефеката при $\theta > 0.1$; §4.4.2.2(2) у [4]
 - b. Критеријум максималног дозвољеног удела ефеката другог реда ($\theta \leq 0.3$); §4.4.2.2(4)П у [4]
 - c. Геометријских ограничења (§5.4.1.2.2 у [4]), по којим, за класе дуктилности DCM и DCH, минимална димензија пресека конзолног стуба мора бити бар десетина висине стуба ако је $\theta > 0.1$.

Мотив спроведене анализе се односи на оптимизацију утрошка материјала, па се рад заснива на критичкој анализи наведених критеријума, али и недоумица које текст Еврокода 8 оставља.

Верификација резултата спроведена је нелинеарном статичком „pushover” методом, са циљем да се оправдају разматрања и потврде закључци добијени применом линеарно-еластичне анализе:

1. Детаљнија анализа критичне зоне стуба;
2. Оцена резерве носивости и деформација;

3. Као алтернатива прорачуну базираном на линеарно-еластичној анализи и фактору понашања (q).

Капацитетна резерва пресека је доказивана на основу анализе процењених величина деформација које одговарају циљном померању и величина деформација које одговарају граничном стању значајног оштећења “SD” (Significant Damage).

2.1. Мин. димензија стуба и анализа резултата

У првом кораку, анализирани су утицаји из 750 комбинација улазних параметара, а на основу којих су дефинисани минимални габарити критичних области стубова (дисипативних зона). Оптималне димензије дисипативних зона су дефинисане на основу упоредне анализе утицаја критеријума изолованих и релевантних за ову врсту анализе уз доследно поштовање препорука Еврокода 8. На графику 2. је приказан део резултата анализе.

Генерални закључак је да су, са становишта утрошака, најекономичније димензије бетонског пресека стубова добијене на основу анализе граничног стања носивости, а димензионисани по правилима DCL класе дуктилности, без изузетка, у свих 750 комбинација.

Као последица усвајања минималне димензије према DCL класи дуктилности, али при референтним максималним убрзањима тла која не одговарају условима ниске сеизмичности (0.2g или 0.3g), евидентирана је неочекивана појава “пада” минималне потребне димензије са повећањем висине елемента. Појава је резултат веће брзине пада вредности убрзања /силе са својственим периодом на пројектном спектру одговора. Карактеристична илустрација је представљена на графику 1.

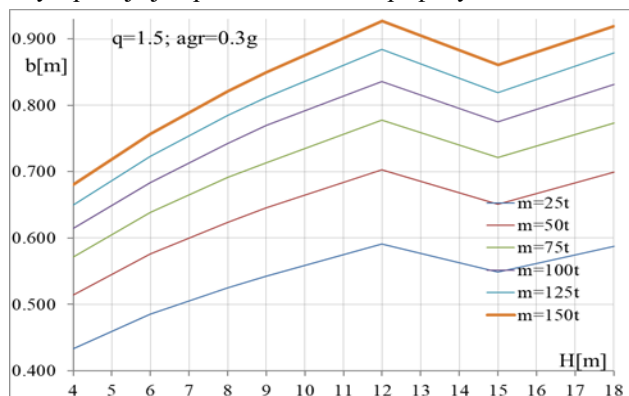


График 1: Минималне димензије пресека; DCL анализе

Границом $\theta = 0.2$ је дефинисана потреба за обавезним ревидирањем (додатном контролом) резултата димензионисања извршеног на основу линеарно-еластичне анализе. За пресеке DCL класе евидентира-но је прекорачење те границе у следећим случајевима:

- Сви стубови при $a_{gr} = 0.1$;
- При $a_{gr} = 0.2$, за висине стубова од 12, 15 и 18м;
- При $a_{gr} = 0.3$, за висине стубова од 15 и 18м.

Пресеци виших класа дуктилности који захтевају обавезну верификацију резултата забележени су само у појединим комбинацијама и то при висинама стубова до 6 метара.

Критеријум геометријских ограничења је доминантни критеријум анализе минималних димензија пресека за DCM и DCH класу. Мање димензије су показатељ да се пресек димензионише сагласно препорукама за DCL класу дуктилности. Због геометријског ограничења, дозвољени габарити стубова су по правилу већи од габарита стубова пројектованих у доскорашњој пракси али често и значајно већих димензија од стубова пројектованих за DCL класу. На графику 2. су упоредно дате вредности минималних димензија пресека стубова DCL класе и пресека виших класа дуктилности, у функцији фактора понашања (q).

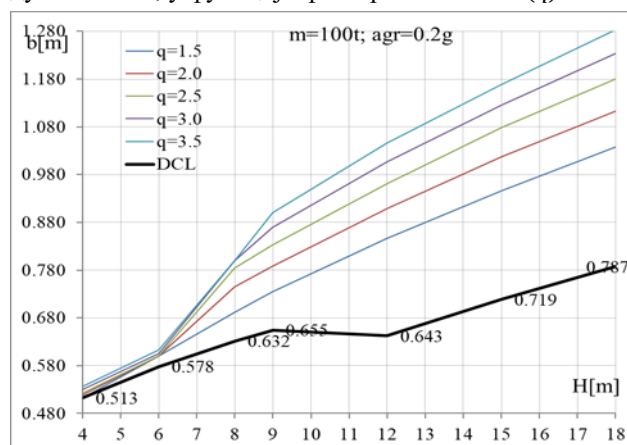


График 2: Минималне димензије пресека при $a_{gr}=0.2g$ и $m=100t$

Критеријум по релативној аксијалних сили, није критичан ни у једном од разматраних случајева.

Критеријум максималног допуштеног удела ефеката другог реда је евидентиран у комбинацијама кратких стубова са факторима понашања ($q=2.5$) и ($q=3.5$):

- ($a_{gr}=0.1g$)($q=2.5$)($H=4m$)($m=100t$; 125t; 150t),
- ($a_{gr}=0.1g$)($q=3.5$)($H=4m$)($m=75t$; 100t; 125t; 150t),
- ($a_{gr}=0.1g$)($q=3.5$)($H=6m$)($m=150t$).

2.2 Димензионисање и анализа резултата

Претпостављено је да је пресек симетрично армиран, тачно потребном количином арматуре, усвојена арматура је представљена количински, не и по пречнику или по броју усвојених шипки.

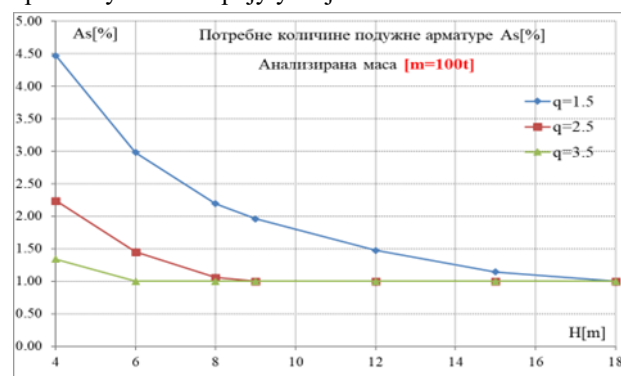


График 3: Коеф. армирања пресека (DCM, $a_{gr}=0.3g$)

У анализи је евидентирано прекорачење максималног дозвољеног коефицијента армирања подужном арматуром од 4% само у случају најкраћих стубова, при пројектовању за дуктилно понашање ($H=4m$, $a_{gr}=0.3g$), DCL и DCM.

Фактор понашања $q = 1,5$ резултира највећим процентом армирања подужном арматуром у свим анализираним комбинацијама (пре свега, због мањих пресека), док фактор понашања од 3,5 резултира најмањом потребом за арматуром. На графику 3 су представљени карактеристични резултати укупне потребе за подужном арматуром пресека DCM класе, за $a_{gr}=0.3g$.

Попречна арматура је за све три класе дуктилности усвојена сагласно једначини механичког коефицијента армирања ω_{wd} (5.4.3.2.2 у [4]):

$$\alpha * \omega_{wd} \geq 30 * \mu_{\phi} * v_d * \varepsilon_{sy,d} * \frac{b_c}{b_0} - 0.035 \quad (1)$$

Одређена је искључиво потребна површина узенгија на критичној области стуба, не и број ножица и величина профила. Усвојена је константна вредност за коефицијент ефикасности утезања од 0,55.

У табели 1 представљена је тенденција резултата при варирању вредности улазних параметара.

Табела 1: Тренд раста/пада вредности резултата са растом улазних параметара

	d_r	b_{min}	A_s	A_{uz}
$[M] \uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$
$[q] \uparrow$	$\downarrow$	$\uparrow$	$\downarrow \uparrow$	$\uparrow$
$[a_{gr}] \uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\uparrow$	$\downarrow$
$[H] \uparrow$	$\uparrow \downarrow$	$\uparrow$	$\downarrow \uparrow$	$\downarrow$

2.3 Нелинеарна статичка анализа

Нелинеарна статичка анализа је спроведена за укупно 14 комбинација резултата линеарне анализе, на основу претходно дефинисане геометријске нелинеарности и утицаја статичког бочног оптерећења у комбинацији са гравитационим оптерећењем. Област критичне зоне је моделирана “Fiber P-M-M” елементом, за сваку од комбинација засебно, са дужином критичне зоне која је упоредива са димензијом пресека а срачуната на основу препорука из EN1998-3 [5]:

$$L_{pl} = \frac{L_v}{30} + 0.2h + 0.11 * \frac{d_{bl} * f_y [MPa]}{\sqrt{f_c [MPa]}} \quad (2)$$

Усвојен је “Mander”-ов модел σ - ε везе за бетон, дефинисан за бетон класе C30/37 (график 4).

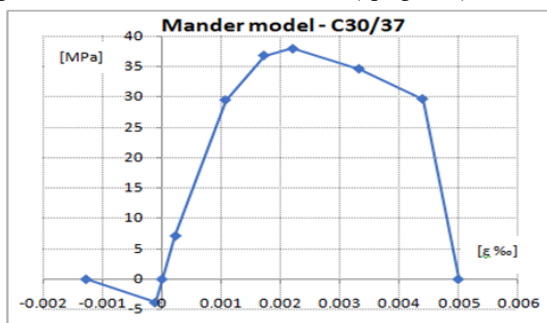


График 4: Mander-ов модел σ - ε везе

На основу анализираних ревидираних комбинација потврђена је већа носивост пресека димензионисаних за DCM класу дуктилности наспрам пресека димензионисаних за DCL класу (график 5.2), изузев комбинације за стуб висине 6m, масе 150 тона при $a_{gr}=0.3g$, где је носивост пресека DCL класе дуктилности већа од носивости пресека DCM класе (график 5.1; са θ је обележена ротација пластичног

зглоба). Анализом оптималног решења закључено је да би у ситуацијама у којима се DCL пресек са носивошћу и крутошћу нађе изнад комбинације „близанта“ DCM пресека, вероватно указивало да је DCM класа пресека рационалније решење.

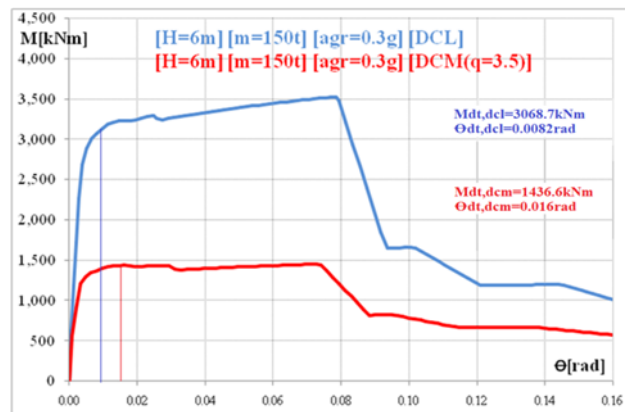


График 5.1: Функција момент-ротација за пресек пластичног зглоба – специфичан случај

У свим анализираним комбинацијама нелинеарне статичке анализе, евидентирани су одговарајуће резерве капацитета деформације конзолних елемената.

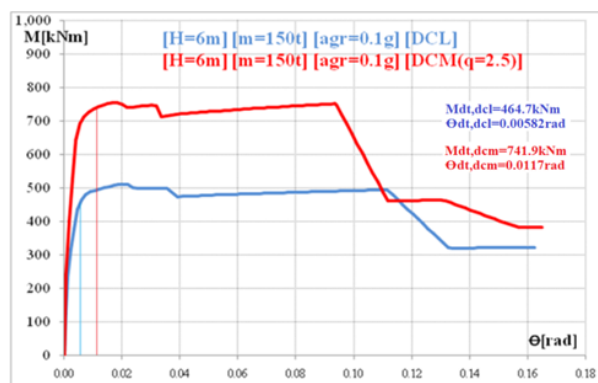


График 5.2: Функција момент-ротација за пресек пластичног зглоба – карактеристичан случај

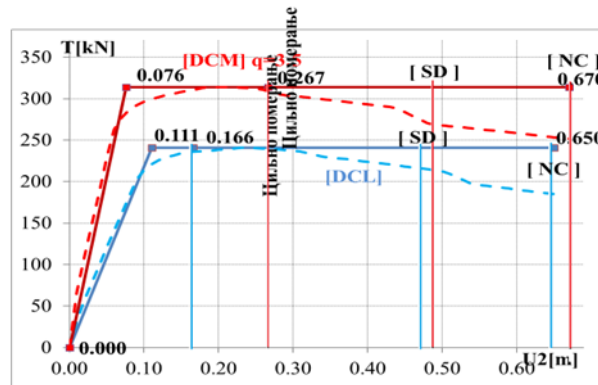


График 6.1: Крива капацитета за комбинацију $H=12m$, $m=150t$, $a_{gr}=0.3g$

На графицима 6.1 и 6.2 приказане су криве капацитета за једну анализирану комбинацију, димензионисану према DCL и DCM класи, у свом реалном и идеално-еластично-перфектно-пластичном облику, са уцртаним величинама деформација које одговарају циљном померању и релевантној вредности деформације „SD” граничног стања а на основу којег се може проценити резерва капацитета носивости и деформације анализираних елемената.

Вредност капацитета ротације граничног стања “SD” ($\theta_{um,SD}$), може се усвојити као $\frac{3}{4}$ вредности капацитета θ_{um} за гранично стање “NC” (§A.3.2.2 у [5]):

$$\Theta_{um,SD} = 0.75 * \Theta_{um} \quad (3)$$

Формула капацитета ротације граничног стања “NC” (Near Collapse) представљена је изразом:

$$\Theta_{um} = \frac{1}{\gamma_{el}} * 0.016 * (0.3)^v * \left[\frac{\max(0.01; \omega')}{\max(0.01; \omega)} * f_c \right]^{0.225} * \left(\frac{L_v}{h} \right)^{0.35} * 25^{\alpha \rho_{sx}} \frac{f_{yw}}{f_c} * 1.25^{100 \rho_d} \quad (4)$$

Код ревидираних комбинација DCL класе, капацитет деформације је 2,5 до 4,5 пута већи од вредности деформације дефинисане „циљним померањем”, док је за пресеке DCM класе однос у интервалу од 1,5 до 3,0.

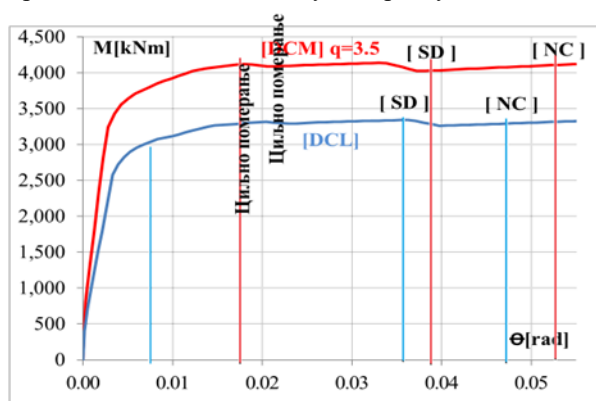


График 6.2: Зависност момент-кривина за комбинацију $H=12m, m=150t, a_{gr}=0.3g$

Илустрацијом на графику 7 представљени су резултати комплетне анализе минималних димензија пресека у функцији висине стуба, са назначеним (црвене тачке) комбинацијама ревидираним нелинеарном анализом.

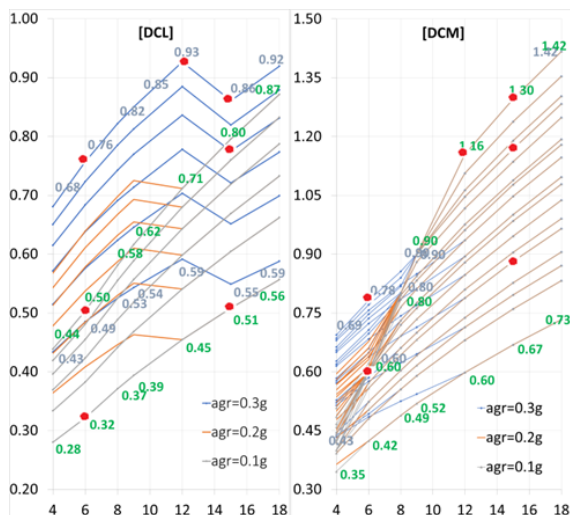


График 7: Илустрација резултата анализе и одговарајућих ревидираних комбинација

3. ЗАКЉУЧЦИ – КРИТЕРИЈУМИ ОПТИМУМА

1. Критеријум геометријских ограничења је доминантан критеријум у анализи минималних димензија пресека. Ефекат критеријума је показан упоредном анализом за DCL и за DCM ($q=1.5$) класу.

2. На основу спроведене анализе препоручује се имплементација ефеката другог реда на комплетном

домену анализе, независно од вредности коефицијента θ .

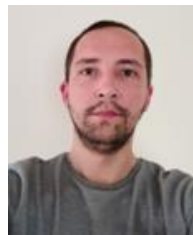
3. Најекономичнији пресеци са становишта бруто бетонског пресека су пресеци одређени за DCL класу дуктилности ($q=1.5$).

4. Критеријум оптимума, поред минималне димензије стуба мора узети у обзир и носивост и крутост конзолног стуба, као ону најмању од упоређених комбинација димензионисаних сагласно различитим класама дуктилности.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Ercolino, M., Petrone, C., Magliulo, G., Manfredi, G.: Seismic design of single-story precast structures for P-Δ effects, ACI Structural journal, 115(4):943-955, 2018.
- [2] Brujić, Z.: Betonske konstrukcije, Deo 1: Armiranobetonski elementi i Deo 2: Višespratne zgrade, FTN Novi Sad, 2023.
- [3] CEN: EN 1992-1-1: Eurocode 2: Design of Concrete Structures, Part 1-1: General Rules and Rules for Buildings, European Standard, CEN – European Committee for Standardization, 2004.
- [4] CEN: EN 1998-1: Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance, Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, European Standard, CEN – European Committee for Standardization, 2004.
- [5] CEN: EN 1998-3: Eurocode 8: Design of Structures for Earthquake Resistance, Part 3: Assessment and retrofitting of buildings, European Standard, CEN – European Committee for Standardization, 2004.
- [6] CSI Analysis Reference Manual: SAP2000, Computers and Structures, Inc. (CSI), Version 19, 2016
- [7] Radimpex Tower 8: Application for static and dynamic structural analysis, concrete, steel and timber design, An instruction manual for operating with the program, update for build 8419.
- [8] Fardis, M., N.: Seismic design, assessment and retrofitting of concrete buildings, Based on EN-Eurocode 8, Springer, 2009.
- [9] Avramidis, I., et al.: Eurocode-Compliant Seismic Analysis and Design of R/C Buildings: Concepts, Commentary and Worked Examples with Flowcharts, Springer, 2016.
- [10] Fardis, M. et al.: Designers' Guide to EN 1998-1 and EN 1998-5 Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance. General rules, seismic actions, design rules for buildings, foundations and retaining structures, Thomas Telford, 2005.
- [11] Norme tecniche per le costruzioni: Supplemento ordinario alla “Gazzetta Ufficiale” n. 42 del 20 febbraio 2018, Repubblica Italiana.
- [12] Терзић Т.: Сеизмичко пројектовање стубова монтажних једносратних конструкција хала према ЕВРО-КОДУ 8, Мастер рад, Факултет техничких наука, Нови Сад.

Кратка биографија:



Томислав Терзић рођен је у Краљеву 1991.год. Основне академске студије завршио је 2020 год. на Факултету техничких наука у Новом Саду. Мастер рад из области Сеизмичка анализа конструкција одбранио је 2023 год. под менторством др.Зорана Брујића.

контакт: terzictt@gmail.com

ПРИМЕНА БЕТОНСКОГ КОЛОВОЗА У СРБИЈИ APPLICATION OF CONCRETE PAVEMENT IN SERBIA

Бранислав Шустер, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У оквиру рада приказане су теоријске основе и упутства за израду бетонског коловоза у Србији. Приказан је историјски развој градње путева, објашњени су различити типови бетонских коловозних конструкција које су се користиле у прошлости, типови савремених бетонских коловозних конструкција, материјали од којих се праве, методе димензионисања, њихове предности и мане као и које методе се највише користе данас. У Србији се бетонски застори углавном раде када постоји веће оптерећење на конструкцију и када је учесталост оптерећења велика.

Кључне речи: историјски развој путева, типови коловоза, бетон, бетонски коловози,

Abstract – The paper presents the theoretical foundations and instructions for the construction of concrete pavements in Serbia. The historical development of road construction is presented, the different types of concrete road constructions that were used in the past, the types of modern concrete road constructions, the materials from which they are made, the pavement design methods, their advantages and disadvantages, as well as which methods are most commonly used today, are explained. In Serbia, concrete curbs are generally made when there is a greater load on the structure and when the frequency of loading is high.

Keywords: Historical development of roads, pavement types, concrete, concrete pavements

1. УВОД

1.1 Историјски развој градње путева

Пут представља грађевински објекат намењен за саобраћај, односно то је утврђена површина коју као саобраћајну површину могу да користе сви или одређени учесници у саобраћају. Историјска градња путева почиње још у праисторијско доба, када је човек градио пешачке и коњске стазе за одлазак у лов, до извора. Савремени путеви воде порекло из давнина. Најстарији познати калдрмисани пут изграђен је у Египту, око 3000 година пре нове ере, и водио је од долине Нила до Кеопсове пирамиде. То је био коловоз од камених плоча великих димензија, грубо обрађених и положених преко песка.

1.2 Развој путева у време Римског царства

Римљани су међу првима схватили да појединачни путни правци нису право решење, него да је потребно формирати мрежу брзих и сигурних путева која повезује најудаљеније делове царства. Постигли су савршенство које није превазиђено све до двадесетог века. Њихови тада најбоље коловозне конструкције биле су са засторима од камених плоча које су прецизно обрађене, тако да су се спојеви једва познавали. Површине ових путева су биле равне и естетски лепо обликоване.

1.3 Историјат бетонских коловоза у Србији

Бетонски коловози у Србији су у прошлости конструисани за два важна путна правца. Пут Београд – Нови Сад изграђен је тридесетих година двадесетог века, пре Другог светског рата. Карактер пута се до данашњег дана знатно променио, па је из тог разлога урађена надоградња коловоза у виду једног или више асфалтних слојева.

Пут „Братство – јединство“ изграђен је после Другог светског рата као главна саобраћајница која је повезивала Словенију са Македонијом.

Већински део пута је имао бетонски коловоз који је реконструисан крајем седамдесетих година. Овакав тип коловоза је такође представљао добру подлогу преко које су изграђени нови слојеви коловоза.

1.4 Типови савремених коловозних конструкција – разлика између круте и флексибилне коловозне конструкције

Флексибилне коловозне конструкције су вишеслојне и састоје се од слојева битуменом везаних материјала (асфалтног застора и горње подлоге) и неvezаних носећих слојева (доње подлоге). Што се тиче крутих коловозних конструкција, њихов основни материјал представља цементни бетон који чине мешавине портланд везива, агрегата, воде и хемијских додатака. Постоји и прелазни тип конструкција, а то су „Полукруте“.

Њих одликује један носећи слој са портланд цементом као стабилизацијом или неким сличним крутим везивом.



Слика 1 – Разлика између флексибилне и круте коловозне конструкције

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био доц. др Милош Шешлија.

2. ТИПОВИ САВРЕМЕНИХ КРУТИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА У СРБИЈИ

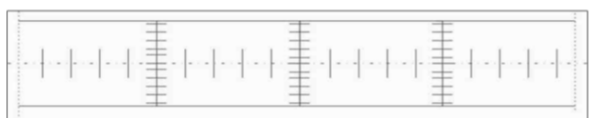
Коловозни застор крутих коловозних конструкција састоји се од цементно бетонских плоча које имају велик модул еластичности (Е), што обезбеђује велику крутост. Ове конструкције састоје се од бетонске армиране или неармиране плоче, које се полажу директно преко постелице или преко подлоге од гранулисаног материјала који може бити са или без везива.

2.1. Неармирани бетонски коловози

Овакав тип бетонских коловоза је најчешћи у Србији, што се тиче крутих коловозних конструкција. Величина бетонских комада зависи од скупљања бетона насталог услед очвршћавања бетона. Плоче су повезане можданицима и везним шипкама које се користе код уздужних спојница. Можданици омогућавају пренос оптерећења. Плоче су ширине пута, а дужине најчешће од 3,5 до 6м.



Слика 2 - Неармирани бетонски коловоз без можданика

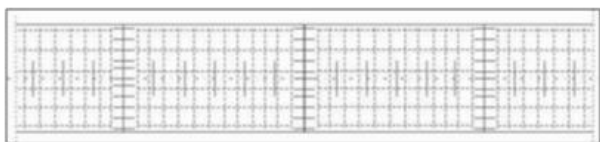


Слика 3 - Неармирани бетонски коловоз са можданицима

2.2. Армирани бетонски коловози

а) Класични армирани бетонски коловози

Армиранобетонски коловоз је модификована или развијена верзија неармираног бетонског коловоза. Користи се у случају када се очекују велика концентрисана оптерећења. Такође, користи се уместо обичног бетонског коловоза када постоји недоумица у погледу материјала и израде и када се предвиђа диференцијално слегање. Дебљина армираног бетонског коловоза је мања од неармираног. Плоче код овог типа крутих коловоза су много дуже него плоче код једноставних бетонских коловоза. Распони дужина оваквих плоча се крећу од 7 до 15м.



Слика 4 - Класични армирани бетонски коловоз

б) Непрекидно армирани бетонски коловоз

Континуално армирани бетонски коловози садрже континуирану, уздужну челичну арматуру без попречних контракционих и експанзионих спојница. Улога арматуре је да зидове прелина и пукотина држи на блиском одстојању, са укљештеним зрнима

агрегата, што омогућава стопроцентно преношење оптерећења са једне на другу страну прелине. Дебљина плоче оваквих коловоза је слична као и код класичних армираних или неармираних коловоза.



Слика 5 - Континуално армирани бетонски коловоз

с) Бетонски коловози армирани влакнима

Овакав тип коловоза је конструисан од смеше бетона са умешаним ситним челичним, стакленим, синтетичким или природним влакнима, који се распоређују у свим правцима. У бетонску мешавину се ставља ситнозрни агрегат са повећаном количином цемента. Бетонски коловози армирани влакнима имају широк спектар примене. Могу да се користе за израду државних путева, локалних путева, раскрсница, паркинга, индустријских подова. На подручју Србије се користе челична или стаклена влакна. Дужина челичних влакана се креће од 25 до 76 мм и пречника су 0,25 до 0,76 мм. Код оваквих коловоза дозвољени су већи угиби из разлога што се оптерећење преноси на мању површину подлоге (овакви коловози имају већу еластичност).



Слика 6 - Бетонски коловози армирани влакнима

д) Преднапрегнути бетонски коловози

Носивост бетонских коловозних плоча може се значајно повећати преднапрезањем. Основна идеја преднапрезања је излагање бетонске плоче притиску пре него што та плоча буде оптерећена. Улога уношења напона притиска у бетон је смањење или потпуна елиминација напона затезања. Ови напони модификују структурно понашање бетона и значајно побољшавају његову способност да издржи деформације савијања без пуцања.



Слика 7 - Преднапрегнути бетонски коловози

3. МАТЕРИЈАЛИ КОЈИ СЕ КОРИСТЕ У БЕТОНСКИМ КОНСТРУКЦИЈАМА

Материјали који ће бити коришћени за израду коловозне конструкције, као и за постављање подлоге испод исте, морају да задовоље услове квалитета материјала који су прописани одговарајућим стандардима. Сви материјали се испитују како појединачно, тако и у комбинацији, како би се добила јединствена мешавина која задовољава све потребне услове квалитета. Стандард који се бави техничким условима за израду цементнобетонског коловоза је СРПС У.Е3.020. Овим стандардом се утврђују услови и начин израде цемент-

нобетонских коловоза за све врсте путева и саобраћајних површина.

3.1. Постељница

Постељница је завршни слој насипа или завршни слој подтла у усеку и то је базни слој на који се поставља коловозна конструкција. Постељница се састоји од једног или више компактних слојева од неvezаног или везаног материјала који су смештени између бетонске плоче и насипа. **Постељница** мора да издржи напоне које преносе слојеви изнад ње, а који су проузроковани саобраћајним оптерећењем. Носивост постељнице зависи од збијености материјала, влажности и од врсте материјала тла. **Влажност тла** утиче на носивост постељнице, на скупљање и бубрење. Веома је важно да постоји добар дренажни систем како се вода не би задржавала у материјалу. **Скупљање и/или бубрење** се јавља услед промене влажности материјала.

3.2. Камени материјал

Камени материјали се добијају из стена различитим поступцима и чине већински део коловозне конструкције. Камени материјали се деле на природне, дробљене и млевене. Природно уситњени материјали добијају се са позајмишта (песак и шљунак), из речних корита или спрудишта. Дробљени материјали се добијају као што и сама реч каже дробљењем каменог материјала из каменолома или крупних зрна издвојених из шљунка (шљунковитог материјала). Млевени материјали се добијају уситњавањем или млевењем дробљеног каменог материјала у специјалним постројењима која су за то намењена. У млене материјале спадају камено брашно, ситнозрни песак.

3.3. Портланд цемент

Цемент је хидраулично минерално везиво које се добија млевењем тзв. портланд цементног клинкера - вештачког каменог материјала који се ствара печењем кречњака и глине. Када се помеша са водом, прелази у круто стање. Цемент је такође и главна компонента у процесу везивања бетона.

3.4. Вода

Вода не сме да садржи уља, масти, нафтне производе и шећер. Присуство ових материја се одређује визуелним путем, а присуство шећера квалитативном хемијском анализом.

3.5. Геосинтетички материјали

Геосинтетички материјали који могу бити у различитим облицима (у виду тканина, мрежа, мембрана или њихове комбинације), производе се од полимерских материјала и имају широку примену у области нискоградње. Геосинтетички материјали се примењују код ојачања слабо носивог тла, армирања насипа, ојачања постељнице, дренажа, код појачања постојећих коловоза ради спречавања рефлектовања оштећења кроз слојеве појачања.

3.6. Челик

Уколико је неравномерно подтло или ако дужина цемента бетонских коловозних плоча прелази 25 - струку дебљину тих плоча, треба предвидети једно-струку (горњу) или двоструку (горњу и доњу) арматуру. За врло тешко, тешко и средње саобраћајно

оптерећење обухватити стављање арматуре и то најмање 3 kg/m^2 , а за лако и врло лако саобраћајно оптерећење 2 kg/m^2 . Количина подужне арматуре у мрежама мора бити приближно 1,5 пута већа од количине попречне арматуре.

3.7. Додаци бетону

Додаци бетону су супстанце које се додају пре или за време мешања бетонске мешавине у сврху побољшања својстава свежег и/или очврснулог бетона. Утицаји додатака у бетону су повећана обрадљивост, смањена количина цемента, смањена емисија CO_2 , повећана притисна чврстоћа, смањена маса елемента, смањење потребе за поправкама. **Минерални додаци** се убацују како би се побољшала одређена својства бетона. Убацивањем додатака се може побољшати обрадљивост бетона и може се смањити запремина пора. **Хемијски додаци** бетону су течности или различите врсте прашкастог материјала који се додају бетону у малим количинама током мешања бетона док је у свежем стању. Додају се процентуално у односу на масу цемента.

3.8 Бетон

Свеж бетон је вишеккомпонентни полидисперзан систем, који се добија хомогенизацијом мешавине различитих компоненти материјала. Представља комплексан систем, који представља спој мешавине материјала из сва три агрегатна стања. Свеж бетон се још назива и „структурирана вискозна течност“. **Очврсли бетон** представља бетон који је довољно снажан да издржи предвиђено оптерећење у свом експлоатацијском периоду. Представља један од најјачих и најиздржљивијих грађевинских материјала.

3.9 Спојнице

Спојнице су дисконтинуитети чија је улога да дозволе ширење и скупљање бетонских плоча, као и да спрече њихово неконтролисано пуцање. Ове појаве се дешавају услед промене температуре и влажности.

Два основна типа спојница су:

- Попречне (трансверзалне) спојнице и
- Подужне (лонгитудиналне) спојнице

Попречне спојнице се по функцији деле на:

- Контракционе (привидне) спојнице,
- Експанзионе (дилатационе) спојнице,
- Витоперне спојнице,
- Радне спојнице,
- Изолационе спојнице.

4. ДИМЕНЗИОНИСАЊЕ БЕТОНСКИХ КОЛОВОЗНИХ КОНСТРУКЦИЈА

4.1 Уводни део, емпиријске и механистичко емпиријске методе димензионисања

Током друге половине двадесетог века, најчешће коришћене „класичне“ методе за димензионисање крутих коловоза биле су:

- метода Westergaard-a,
- метода Pickett & Ray-a,
- метода Америчког друштва за јавне путеве и транспорт – AASHTO,
- метода Удружења за портланд цемент – PCA.

У новије време уводе се методе које се заснивају на прецизном прорачуну напона и деформација вишеслојним еластичним моделима или методом

коначних елемената. Новије методе које се користе за димензионисање су:

- метода пројектовања цемент бетонских коловоза према приручнику за пројектовање путева,
- метода SRPS U.C4.014, која је рађена по принципу AASHTO методе из 1993. године.

Најважнији фактори који имају утицај на димензионисање крутих коловозних конструкција су:

- саобраћај (величина и број понављања оптерећења),
- климатски услови (температура и влажност),
- подлога (тип и носивост),
- тип бетонске коловозне конструкције (неармирана, армирана, непрекидно армирана и преднапрегнута),
- спојнице (тип и растојање),
- очекивани квалитет приликом изградње и одржавања коловозне конструкције.

Димензионисање бетонских коловоза се састоји од две ствари:

- одређивања дебљине бетонске плоче и подлоге и
- димензионисања спојница.

Емпиријске методе се заснивају на резултатима експерименталних истраживања или на основу искуства. У пракси, најчешће коришћена једначина за израчунавање дебљине плоче је “AASHTO – Guide for the Design of Pavement Structures” из 1993. године).

Механистичко емпиријске методе су много комплексније од чисто емпиријских метода, из разлога што захтевају већи број улазних података. Поред основних података, уводе се и подаци за моделирање утицаја амбијента и прецизнију дефиницију карактеристика материјала.

4.2. Методе за димензионисање и напони који се јављају у цементно бетонским плочама:

- Напони услед саобраћајног оптерећења – Вестергардова метода
- Напони извијања у плочи
- Напони трења између плоче и подлоге
- Ширење плоча
- Скупљање плоча
- Притајени напони у бетону
- Термичке пукотине у свежем бетонском коловозу
- Суперпозиција напона код крутих коловозних конструкција
- Димензионисање нових цементно бетонских коловозних конструкција према SRPS U.C4.014. / 1994
- Димензионисање цемент – бетонских коловоза према Приручнику за пројектовање путева

5. ЗАКЉУЧАК

Израда бетонских коловозних конструкција представља комплексан процес. Постоји мноштво фактора које инжењери треба да узму у обзир приликом изградње, било да се ради о новој градњи, рехабилитацији или реконструкцији коловоза. Бетонске, као и све остале коловозне конструкције, треба да испуне следеће услове:

- треба да су довољно отпорне на утицаје покретног оптерећења и да обезбеде преношење оптерећења на постељицу и тло у основи (подтло),
- треба да су употребљиве за саобраћај у свим временским условима,
- површинске карактеристике коловоза, нарочито равност и храпавост, потребно је да обезбеде угодну и безбедну вожњу,
- потребно је да се обезбеди пројектовани век трајања (предвиђени број пролаза стандардних осовина), уз једноставно одржавање и прихватљиве трошкове.

На подручју Србије, најкоришћеније методе за димензионисање бетонских коловоза су стандард SRPS.U.C4.014 и Приручник за пројектовање путева у Републици Србији. Ове две методе дају оптималне дебљине коловозних конструкција, уз мање трошкове одржавања и чувајући њихову структуру током експлоатационог периода.

6. ЛИТЕРАТУРА

- 1) Узелац Ђ.: „Коловозне конструкције”, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2015.
- 2) Узелац Ђ.: „Путеви и градске саобраћајнице”, ФТН издаваштво, Нови Сад, 2015.
- 3) ЈП Путеви Србије, Приручник за пројектовање путева у Републици Србији, Београд, 2012.
- 4) Цветановић А., Банић Б.: „Коловозне конструкције“, Академска мисао, Београд, 2007.
- 5) Цветановић А., Банић Б.: „Основе саобраћајница“.
- 6) Цветановић А., Банић Б.: „Поправке коловозних конструкција“, Академска мисао, Београд, 2011.
- 7) AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, Washington, D.C. 1972.
- 8) Стандард SRPS. U.C4.014, Димензионисање нових цементнобетонских неармираних коловозних конструкција, 1994.
- 9) Стандард SRPS. U.E3.020, Технички услови за израду цементнобетонског коловоза, 1987.
- 10) Стандард SRPS EN 10080, Бетонски челик - завариви бетонски челик – Општи део, 2008.
- 11) Стандард SRPS. U.B1.001, Геомеханичка испитивања – општа класификација тла, 1990.
- 12) Матић Б.: Материјал са предавања, „Путеви и саобраћајнице“, ФТН, 2018.
- 13) Малешев М., Шупић С.: Материјал са предавања, „Материјали у грађевинарству 2“, ФТН, 2023.

Кратка биографија:



Бранислав Шустер је рођен у Новом Саду 1997. године. Мастер рад на Факултету техничких наука у Новом Саду, на смеру Грађевинарство – Путеви, железнице и аеродроми, одбранио је 2023. године.
Контакт: branislav.suster97@gmail.com

ПРОЈЕКАТ ПЛОЧЕ ХАЛЕ КАО БЕТОНСКЕ И СПРЕГНУТЕ – УПОРЕДНА АНАЛИЗА**PROJECT OF CONCRETE AND COMPOSITE SLAB FOR THE HALL - COMPARATIVE ANALYSIS**

Данило Филиповић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У раду је у првом кораку спроведена анализа армирано бетонске подне плоче спортске хале са припадајућим гредима. Анализа оптерећења, прорачун, као и димензионисање елемената конструкције извршени су према правилима Еврокод – а. Наведени прорачун и димензионисање су одрађени у програмском пакету „Tower 8“. Након димензионисања армирано бетонске, следећи задатак је био димензионисање замењујуће спрегнуте конструкције. Прорачун спрегнуте плоче спроведен је у програмском пакету „SOFiSTiK 2023“. Посебна пажња је посвећена контроли вибрација плоче услед пешачког оптерећења. Разлог за посебан осврт на вибрације плоче лежи у врло битном предуслову квалитета модерних конструкција – самој удобности корисника животног, односно простора пословне намене.

Кључне речи: Армирано бетонска плоча, Спрегнута плоча, Вибрације плоче, SOFiSTiK 2023, Tower 8, Еврокод

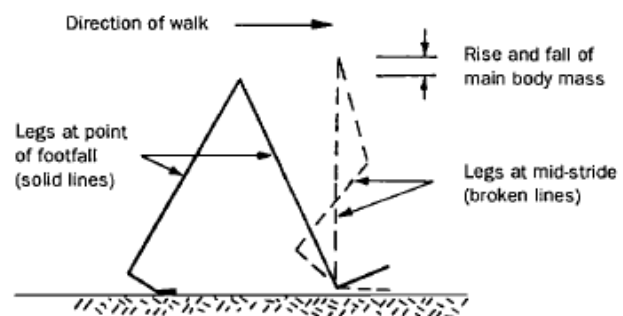
Abstract – In the first step of the Thesis, the analysis of the reinforced concrete floor slab of the sports hall with the associated beams was carried out. Load analysis, calculations, as well as dimensioning of structural elements were carried out according to the rules of Eurocode - a. The above calculation and dimensioning were done in the "Tower 8" software package. After dimensioning the reinforced concrete, the next task was the dimensioning of the replacement composite structure. The calculation of the composite slab was carried out in the program package "SOFiSTiK 2023". Special attention is paid to the control of plate vibrations after pedestrian loading. The reason for a special review of plate vibrations lies in the very important prerequisite of the quality of modern constructions - the very comfort of the users of living and business spaces.

Keywords: Reinforced concrete slab, Prestressed slab, Slab vibrations, SOFiSTiK 2023, Tower 8, Eurocode

1. УВОД

Савремене грађевинске конструкције карактерише убрзан темпо изградње, велики распони, лагане међуспратне конструкције и пространи отворени простори који могу лако променити своју намену. Ови трендови у грађевинарству резултирају смањењем сопствене фреквенције конструкције и фактора пригушења, што захтева посебан фокус на анализи динамичког одговора конструкције. Вибрације код челичних и спрегнутих конструкција могу довести до незадовољавајућег понашања. Ове вибрације спадају у категорију граничног стања употребљивости (SLS), што значи да морају да задовоље одређене критеријуме како би се осигурало задовољавајуће понашање конструкције.

Према [14,15]: Вертикална убрзања тела су нужно повезана са реакцијама на поду и биће блиско периодична, на фреквенцији корака. Флукуацију је могуће разложити на серију синусоидалних компонената (тј. Фуријеових серија), и утврђено је да се основна компонента релативно добро слаже са једноставном визуализацијом приказаном на слици 1, дајући амплитуду силе између 100 N и 300 N. Фреквенција корака при ходању може варирати између 1,4 Hz и 2,5 Hz, а амплитуда силе обично значајно расте са повећањем фреквенције. Међутим, кораци при ходању унутра су најчешће ближи доњем делу овог опсега, око 1,6 Hz.



Слика 1. Поједностављена геометрија ходања [14,15]

[12]: Временски зависна хармонична компонента силе која одговара основној фреквенцији пода:

$$F = P\alpha_i \cos(2\pi f_s t) \quad (1)$$

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Ђорђе Јовановић, доцент.

2. ТЕХНИЧКИ ОПИС КОНСТРУКЦИЈЕ

Анализирани објекат се налази у Новом Саду.

Армирано бетонска конструкција:

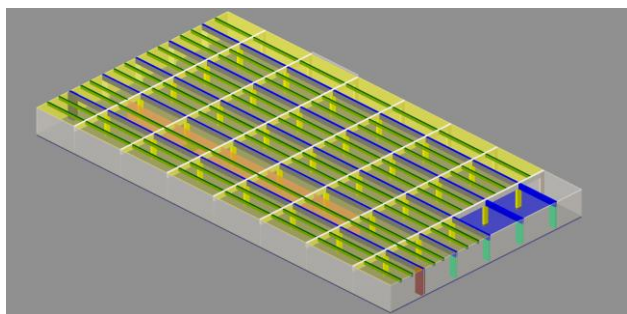
Конструктивни систем је у целости пројектован као ливен на лицу места, а формирају га армирано бетонски стубови и зидови на које се ослањају греде и међуспратна конструкција. Стубови су правоугаоног попречног пресека, димензија 40/90 cm и 40/130 cm. Међуспратна конструкција је предвиђена као АБ монолитна плоча са гредама. Дебљина таванице је 16 cm. Димензије греда су ширина од 30cm до 40cm и висина од 50cm до 90cm. Сви бетонски елементи су од бетона класе C30/37 док је арматурни челик B500B.

Спрегнута конструкција:

Носећу вертикалну конструкцију чине доминантно стубови од челичних профила НЕВ400. Међуспратна конструкција је предвиђена као спрегнута плоча са подним и главним носачима. Дебљина таванице је 16 cm. Бетонска плоча је ливена на профилисаном лиму CF 70x1mm.

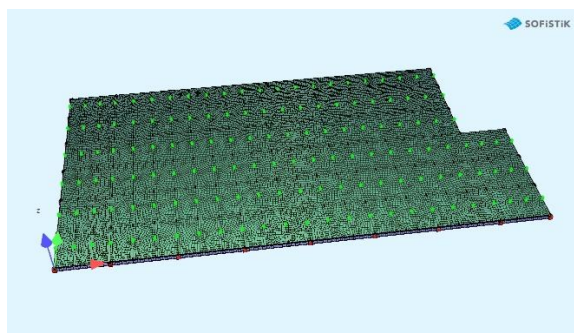
Подни носачи су пројектовани као IPE500, док су главни носачи предвиђени као IPE550 профили. Квалитет коришћеног челика је S235, док је бетон класе C30/37.

3. МОДЕЛИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ



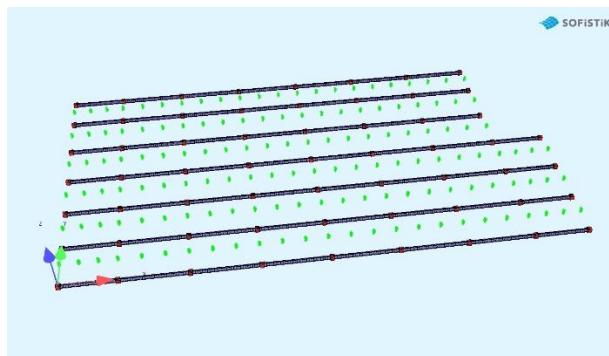
Слика 2. 3D модел конструкције („Tower 8“)

У програмском пакету „Tower 8“ моделирана је комплетна подрумска конструкција хале (слика 2). Плоча је моделирана као површински елемент, док су стубови и греде моделирани као линијски елементи. Спрегнута подна плоча хале пројектована је у програмском пакету „SOFiStiK 2023“. Поред плоче, моделирни су и подни и главни носачи.

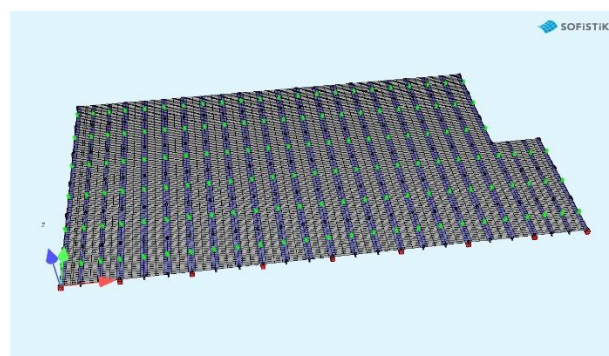


Слика 3. 3D модел конструкције („SOFiStiK 2023“)

Спрегнута конструкција је моделирана по фазама градње. На сликама 4 и 5 су приказани главни и подни носачи са привременим ослонцима пре постављања профилисаног лима и изливања плоче на истом.



Слика 4. Диспозиција главних носача („SOFiStiK 2023“)



Слика 5. Диспозиција подних носача („SOFiStiK 2023“)

4. КОНТРОЛА ВИБРАЦИЈА

Програмским пакетом „Tower 8“ израчуната је вредност фреквенције првог тона бетонске конструкције и она износи 8.3029 Hz. Публикација [1] предлаже минималне вредности фреквенција основног тона, које су дате у табели 1.

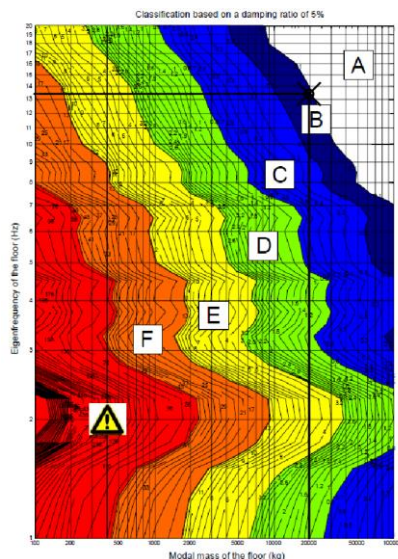
Ритмичка активност	Челична / бетонска међуспратна конструкција	Лаке међуспратне конструкције
Плесне сале и ресторани	5	10
Аеробик сале	9	13

Табела 1. Минималне вредности основне фреквенције међуспратних конструкција (Hz) [1]

Из табеле 1 види се да је препоручена минимална вредност фреквенције основног тона за ову врсту конструкције у распону између 5 и 9 Hz. Како је фреквенција основног тона конструкције у наведеним границама, закључујемо да конструкција задовољава критеријуме вибрација и није потребно радити прецизнију методу провере истих.

Вредност фреквенције основног тона добијена коришћењем програмског пакета „SOFiStiK 2023“ износи 13.34 Hz. Маса спрегнуте плоче износи 21373.52 kg. На слици 6 приказане су вредности OS-

RMS₉₀ за различите класе објеката при вредности пригушења од 5 % [7,8].



Слика 6. OS-RMS₉₀ за пригушење од 5 %

За предметну врсту објекта, а како би се осигурала контрола вибрација, спортска хала мора потпадати у класе које се налазе изнад класе Е [7,8]. С обзиром да је према слици 6 спрегнута плоча класе Б, констатује се да иста задовољава критеријуме вибрација и није потребно радити прецизнију методу контроле.

5. ЗАКЉУЧАК

Упоредном анализом трошкова изградње бетонске и спрегнуте конструкције, закључујемо да у овом случају примена спрегнуте конструкције не доноси значајну уштеду. Разлика у трошковима износи занемарљивих 65 238.2 РСД, што чини свега 0.04 % укупне вредности израде бетонске конструкције.

Насупрот томе, замена бетонске плоче спрегнутом доноси значајне уштеде. У табели 2 су приказане вредности трошкова израде бетонске и спрегнуте плоче.

	Бетонска плоча	Спрегнута плоча
Цена (РСД)	22 183 464.00	12 637 394.02

Табела 2. Упоредна анализа цена бетонске и спрегнуте плоче

Уштеђена вредност износи 9 546 069.98 РСД. Наведени износ представља уштеду од чак 43.03 % вредности трошкова израде бетонске плоче.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Allen D.E, Pernica G. (1998). Control of Floor vibration, NRC Publication
- [2] BS 6472:1992 (1992). Guide to evaluation of human exposure to vibration in buildings (1 Hz to 80 Hz), British Standards Institution
- [3] BS 7385-2:1993 (1993). Evaluation and measurement for vibration in buildings, British Standards Institution
- [4] EN 1991-1-1:2002 (2009). Dejstva na konstrukciju, Deo 1-1: Zapreminske težine, sopstvena težina, korisna opterećenja za zgrade

- [5] EN 1992-1-1:2004 (2006). Proračun betonskih konstrukcija, Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade
- [6] EN 1993-1-1:2005 (2006). Proračun čeličnih konstrukcija, Deo 1-1: Opšta pravila i pravila za zgrade
- [7] European Commission (2006). Generalisation of criteria for floor vibrations for industrial, office, residential and public building and gymnastic halls, RFCS Report EUR 21972 EN, Luxembourg
- [8] European Commission (2008a). "Vibration Design of Floors – Background Document, RFS2-CT-2007-00033." Human induced Vibrations of Steel Structures Luxembourg
- [9] European Commission (2008b). "Vibration Design of Floors - Guideline, RFS2- CT-2007-00033." Human induced Vibrations of Steel Structures Luxembourg
- [10] ISO 2631-2 (1989). Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 2: Continuous and shock-induced vibrations in buildings (1 to 80 Hz), International Organisation for Standardization
- [11] ISO 10137 (2007). Bases for design of structures - Serviceability of buildings and walkways against vibrations, International Organisation for Standardization
- [12] М. Спремић (2021). Прорачун спрегнутих конструкција од челика и бетона – Збирка задатака, Академска мисао, Београд
- [13] Murray, T. M., Allen, D. E., and Ungar, E. E. (2003). Design Guide 11, Floor Vibrations Due to Human Activities, American Institute of Steel Construction AISC, Canadian Institute of Steel Construction CISC
- [14] SCI P076 (1989). Design Guide on the Vibration of Floors, The Steel Construction Institute, Berkshire, England
- [15] SCI P331 (2004). Design Guide on the Vibration of Floors in Hospitals, The Steel Construction Institute, Berkshire, England
- [16] Sétra (2006). Footbridges - Assessment of vibrational behaviour of footbridges under pedestrian loading – Practical Guidelines, Paris, France
- [17] Willford, M., and Young, P. (2006). A Design Guide for Footfall Induced Vibration of Structures, The Concrete Society Publication CCIP-016, Trowbridge, UK
- [18] З. Марковић (2014). Гранична стања Челичних конструкција према Еврокоду, Академска мисао, Београд

Кратка биографија:



Данило Филиповић рођен је у Котору 1991. године. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Конструкције одбранио је 2023.године.

Контакт:
danilofilipovic18@gmail.com

IDEJNO REŠENJE VODOSNABDEVANJA I KANALISANJA NASELJA ČENEJ

PRELIMINARY DESIGN OF WATER SUPPLY AND WASTEWATER SEWERAGE IN ČENEJ

Dragana Adžić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Predmet ovog rada jeste idejno rešenje vodosnabdevanja i kanalizacije otpadnih voda u naselju Čenej, primenom programskih paketa EPA SWMM za kanalizaciju otpadnih voda i EPANET za snabdevanje vodom. Broj stanovnika za projektni period od 21 godine u naselju Čenej iznosi 2383. Rad je podeljen u dva dela. 1. Vodosnabdevanje 2. Kanalizacija otpadne vode u naselju Čenej

Ključne reči: Vodosnabdevanje, kanalizacija, EPANET, EPA SWMM.

Abstract – The subject of this paper is preliminary design of water supply and wastewater sewerage system in town Čenej, by using programs EPA SWMM for wastewater sewerage system and EPANET for water supply system. The number of inhabitants for projected period of 21 years in Čenej is 2383. The paper is divided into two parts: 1. Water supply system 2. Wastewater sewerage system for the town Čenej.

Keywords: Water supply, sewerage, EPANET, EPA SWMM.

1. VODOSNABDEVANJE

2.1. UVOD

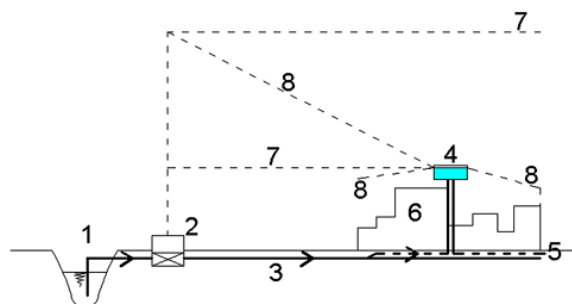
Snabdevanje vodom rešeno je preko postojeće i planirane vodovodne mreže u okviru sistema grada Novog Sada. Zbog izravnjavanja neravnopravnosti potrošnje vode i održavanja neophodnog pritiska u mreži, planirana je izgradnja i vodotoranja.

Izbor tipa vodosnabdevanja naselja zavisi od odnosa visinskog položaja izvorišta vode, dovodnika vode i vodovodne mreže koja se snabdeva vodom.

U naselju Čenej, primenjen je kombinovani tip vodosnabdevanja, slika 1.

Kombinovani sistem čine pumpne stanice za povećanja pritiska i gravitacioni tok, u ovom slučaju iz vodotoranja.

Rad se sastoji iz dva dela. U prvom delu rada se radi o hidrauličkom proračunu za vodovodnu mrežu primenom koeficijentata časovne neravnomernosti. Dok se u drugom delu zadatka koristi programski paket EPANET.



Slika br.1- Kombinovani tip vodosnabdevanja

Prvi deo jeste projektovanje vodovodne mreže primenom kombinovanog tipa vodosnabdevanja. Kao osnovni uslov koji se pri projektovanju mora ispoštovati je, da pritisak u cevovodu na dovodniku do naselja ne prelazi 6.5 bara, a u samom naselju treba da bude u granicama od 2.5 do 4.5 bara.

U drugom delu rada urađen je model vodovodne mreže i proračun iste, primenom programskog paketa EPANET. On obuhvata mnogobrojne parametre koji utiču na proračun i konačne rezultate.

EPANET je programski paket za modeliranje vodovodne mreže. Zasniva se na osnovnim zakonima održanja u mehanici fluida: o održanju mase, o održanju količine kretanja i održanja energije [1].

1.2. PROJEKTOVANJE SISTEMA

1.2.1. Vodovodna mreža

Sistem vodosnabdevanja koji je primenjen u naselju je kombinovan. Voda iz vodozahvata (vodovodna mreža Novi Sad) prebacuje se u pumpe (pumpne stanice) koje pod pritiskom dižu vodu u vodotoranj. Voda iz vodotoranja gravitaciono putem distributivne mreže dolazi do potrošača. Zapremina vodotoranja koja je potrebna za potrebe potrošača, dimenzioniše se na osnovu maksimalne dnevne potrošnje. Vodotoranj je postavljen na koti 114 mm, zapremine 300m³

Obračun potrošnje vode za stanovništvo baziraće se na broju stanovnika za projektovani period od 21 godine. Broj stanovnika iznosi 2383. Za dimenzionisanje same mreže potrebno je odrediti maksimalnu dnevnu i maksimalnu časovnu potrošnju, a za to će se koristiti koeficijent maksimalne časovne neravnomernosti [3].

Vodovodna mreža se dimenzioniše na osnovu maksimalne časovne potrošnje. Pored stanovništva, u proračun se uzimaju i poljoprivredna gazdinstva i ukupni gubitci

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Matija Stipić, red. prof.

vode. Maksimalna časovna potrošnja za koju je dimenzionisana mreža je Q_{max} , $h=26$ l/s.

Za odabir tipa pumpe koji odgovara za prepumpavanje vode u vodotoranj, vrši se pomoću sajta

www. Grundfos.com.

Pre samog modeliranja u softveru, potrebno je doći do nekih ulaznih parametara za hidraulički proračun. Zatim se određuje trasa budućeg cevovoda i utvrđuje njegova dužina, određuje smer toka vode. Poznate su kote terena, položaj vodotoranja i vodozahvata.

Mreža u naselju je većim delom granata. Prečnici distributivne mreže i u samom naselju se kreću od Ø100 do Ø250, i od PVC-a su.

1.2.2. Protivpožarna potrošnja

Javna vodovodna mreža naseljenog mesta se mora predvideti i za gašenje požara, a potrebna količina vode za gašenje požara određuje se prema broju stanovnika u zavisnosti od računskog broja istovremenih požara [2]. Računski broj požara je broj požara koji mogu nastati u toku tri uzastopna časa na području naseljenog mesta za koje se dimenzioniše instalacija hidrantske mreže kao sastavni deo javne vodovodne mreže [2].

Najmanji pritisak na priključku nadzemnog ili podzemnog hidranta spoljne hidrantske mreže za gašenje požara, kod propisanog protoka vode, ne sme biti manji od 2,5 bara. [2]. Potreban pritisak u spoljnoj hidrantskoj mreži za neposredno gašenje požara određuje se proračunom u zavisnosti od hidranta sa najnepovoljnijim položajem, tako da protok vode na hidrantu nije manji od 5 l/s.

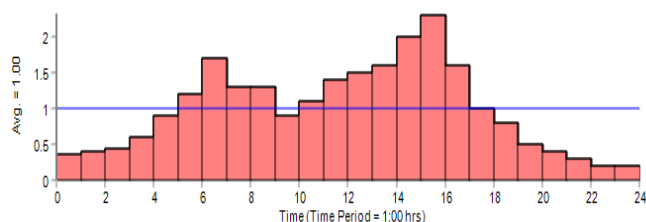
Број становника	Рачунски број истовремених пожара	Противпожарни проток у л/с по једном пожару
од 5.000	1	10
5.001-10.000	1	15
10.001-25.000	2	20
25.001-50.000	2	25
50.001-100.000	2	35
100.001-200.000	3	40
200.001-300.000	3	45
300.001-400.000	3	50

Slika br.2-Protivpožarni protok za grad i gradska naselja

1.3. REZULTATI PRORAČUNA

1.3.1. Vodovodna mreža

Za naselje Čenej koeficijent maksimalne časovne neravnomernosti iznosi $kh=2.3$.



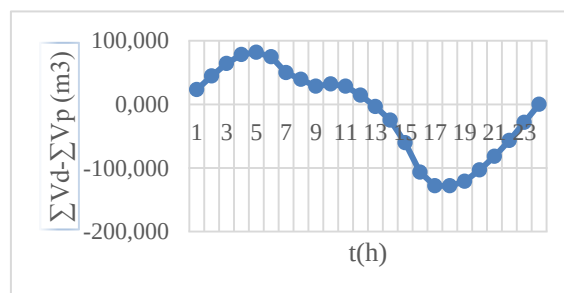
Slika b.3- Dijagram časovne neravnomernosti za naselje Čenej.

Ukupna dužina deonice iznosi 20.192,91m, $Q_{max,dn}$ potrošnja otpadne vode koja je dobijena proračunom

iznosi 9,89 l/s, a $Q_{max,čas} = 26$ l/s. Prečnici vodovodne mreže se kreću od Ø100 do Ø250, i od PVC-a su.

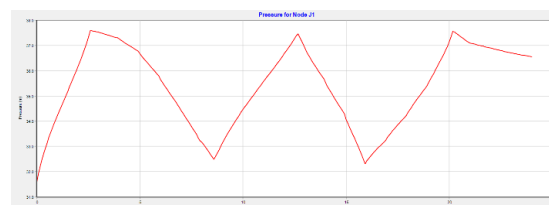
Pritisci u mreži se kreću od 2.5 do 4.5 bara u toku dana. Brzina u vodovodnoj mreži ne prelazi vrednost 1.2 m/s što je zadovoljavajuće. Zbog različitih prečnika cevi, u nekim delovima naselja brzina spada ispod preporučene od 0.4 m/s. Iz tog razloga se preporučuje redovno održavanje sistema. Prilikom modeliranja primenjeni su i manji prečnici da bi se dobile veće brzine, ali u tom slučaju pritisci nisu bili u dozvoljenim granicama prilikom puštanja hidrantske mreže.

Za dimenzionisanje potrebne zapremine vodotoranja, primenjuju se podaci o maksimalnij i minimalnoj razlici dotoka i potrošnje vode u toku dana. U obzir treba uzeti i potrebe vode za gašenje požara.



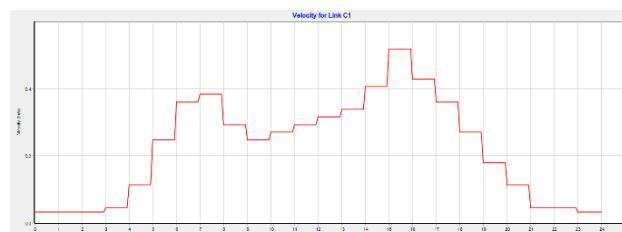
Slika br.4- Dijagram razlike sumarnih linija dotoka i potrošnje ($\Sigma V_d - \Sigma V_p$)

Na slici br 3 može se primetiti kakvi su pritisci u čvoru 1, koji se nalazi na dovodniku vode od vodotoranja do naselja. Pritisci su iznad minimalnih od 2,5 bara.



Slika br.4-Dijagram pritiska u čvoru 1, koji se nalazi na dovodniku vode od vodotoranja do naselja [4]

Na slici br.4 prikazana je brzina kroz vreme u cevovodu C1. Cevovod spaja vodotoranj i čvor 1.



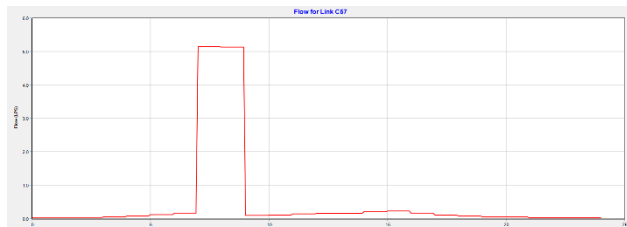
Slika br.5- Dijagram promene brzine kroz vreme u cevovodu C1 [4].

1.3.2. Hidrantska mreža

Naselje Čenej, ima projektni period od 21 godine, i ima 2383 stanovnika. Na osnovu toga i podataka sa slike br.2, najmanja količina vode po požaru koju je potrebno obezbediti je 10 l/s, a broj istovremenih požara koji se mogu javiti jeste jedan.

Potreban pritisak u spoljnjoj hidrantskoj mreži za neposredno gašenje požara određuje se proračunom u zavisnosti od hidranta sa najnepovoljnijim položajem, tako da protok vode na hidrantu nije manji od 5 l/s, a pritisak ne manji od 2,5 bara.

Na slici br 6.prikazana je promena protoka kroz vreme u deonici C67. Ova deonica pokazuje dva najnepovoljnija čvora u kojima se javlja požar sa protivpožarnim protokom od po 5 l/s.



Slika br.6-Dijagram proticaja u deonici C67, na mestu postavljanja hidranta [4].

2.KANALISANJE OTPADNE VODE

2.1. UVOD

Na osnovu raspoloživih podloga i podataka o naselju, projektovana je gravitaciona kanalizacija separatnog tipa. Kanalizaciona mreža je formirana tako da se sva sakupljena otpadna voda iz naselja, odvodi putem kanalizacione mreže do postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, dok se atmosferska otpadna voda ispušta u melioracione kanale.

U prvom delu rada se radi o hidrauličkom proračunu za fekalne otpadne vode primenom koeficijenata časovne neravnomernosti. Zbog topografije terena koja odgovara ravničarskim krajevima, javljaju se velike dubine ukopavanja. Zbog velikih dubina ukopavanja postavljene su tri crpne stanice. Maksimalna dubina ukopavanja je 6.5m, a minimalna 1.5m.

U drugom delu rada urađen je model mreže fekalne kanalizacije i proračun iste, primenom softverskog paketa SWMM (Storm Water Management Model). On obuhvata mnogobrojne parametre koji utiču na proračun i konačne rezultate.

Prilikom proračuna u ovom radu korišćen je neustaljeni model oticanja jer najviše odgovara realnom vremenu.

2.2. PROJEKTOVANJE SISTEMA

Naselje Čenej biće podeljeno u tri dela. Odvođenje otpadnih i atmosferskih voda rešava se preko separatnog kanalizacionog sistema. Kanalizaciona mreža naselja biće orjentisana prema postrojenju za prečišćavanje otpadnih voda, a atmosferska otpadna voda biće orjentisana na postojeće meliorativne kanale.

Ukupna dužina kanalizacionog cevovoda iznosi 13.246,10m. Mrežu čine PVC cevi kružnog poprečnog preseka, prečnika Ø250. Minimalna dubina ukopavanja je 1.5m, maksimalna dubina ukopavanja 6.5m, dok je minimalni nagib dna kanala za prečnik cevi Ø250 je 2,7‰

Naselje Čenej je podeljeno u tri zone sa tri crpne stanice CS1, CS2 i CS3. Otpadne vode se iz sve tri zone do crpne stanice dolaze gravitaciono. Iz CS2 otpadna voda se prepumpava potisnim cevovodom do čvor I25, iz CS2 se otpadna voda takođe prepumpava potisnim cevovodom u I22. Crpna stanica CS1 svu prikupljenu otpadnu vodu (zajedno sa CS2 i CS3) prepumpava u čvor I0, odakle gravitaciono ide do prečišćaća otpadne vode.

Dužine potisnog cevovoda L1=829,52m, L2=803,78m, L3=602,48m, prečnici cevi su DN110 i DN80. Za odabir tipa pumpe koji odgovara za prepumpavanje otpadne vode iz svake crpne stanice, vršen je pomoću sajta www.xylect.com.

2.3.REZULTATI PRORAČUNA

2.3.1.Proračun količine otpadne vode

U zavisnosti od dijagrama neravnomernosti za naselje Čenej koji je prikazan na slici br.1, neravnomernost potrošnje otpadne vode, pa samim tim i neravnomernost oticaja iz naselja znatno se razlikuje u određenom delovima dana. Dat je hidraulički proračun potrošnje vode, koji je potom unet u program preko EPA SWMM paketa, kao specifično čvorno opterećenje koje rezultira brzinama, proticajima i ispunjenosti cevi u svakom času vremena trajanja simulacije.



Slika br.1- Dijagram časovne neravnomernosti

Pre samog modeliranja u softveru, potrebno je doći do nekih ulaznih parametara za hidraulički proračun. Usvojena specifična dnevna potrošnja vode je $Q_{spec}=130$ l/st/dan, određena je trasa budućeg cevovoda i utvrđena njegova dužina, poznate su kote terena, poznat je smer toka fekalne vode.

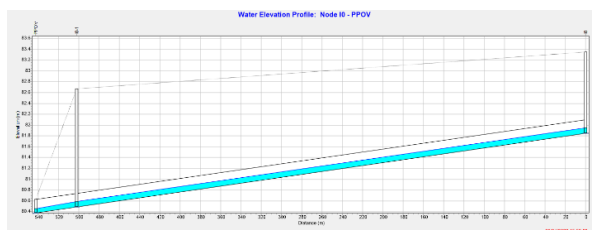


Slika br.2 – Izgled modela kanalizacione mreže naselja Čenej

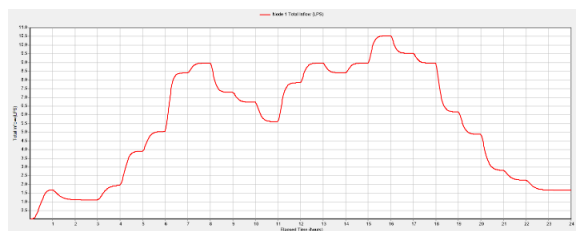
Ukupna dužina deonice iznosi 13.246,10m, ukupna $Q_{max,dn}$ potrošnja otpadne vode koja je dobijena proračunom iznosi 7,13 l/s, a $Q_{max,čas}=10,13$ l/s. Usvojeni prečnik cevi je Ø250, sa padom terena od 2,7‰.

Pošto je naselje podeljeno u tri celine, dobijena količina otpadne vode koja se prikupi gravitaciono u crpnoj stanici CS3 je $Q=4,0$ l/s. Potisni cevovod DN80 tu količinu prepumpava u čvor I22, koja gravitaciono preko prečnika Ø250 ide do CS1. Sakupljena fekalna voda koja gravitaciono dotiče do CS2 je $Q=4$ l/s. Potisni cevovod DN80 tu količinu prepumpava u čvor I25, odakle gravitaciono preko prečnika Ø250 ide do CS1. Ukupna količina fekalne vode koja se pomoću pumpi ispumpava iz CS1 jeste $Q=11$ l/s. Ta količina otpadne vode se potisnim cevovodom DN110 prepumpava u čvor IO, odakle gravitaciono ide do prečišćaća otpadne vode.

Pošto nije svugde postignuta minimalna brzina u mreži, potencijalni problem jeste taloženje suspendovanih materija iz otpadne vode, što se rešava redovnim održavanjem kanalizacionih sistema.



Slika br.3 -Podužni profil kanalizacione cevi od šahta IO do samog izliva u PPOV [5].



Slika br.4-Hidrogram protoka na samom izlivu u PPOV [5].

3.ZAKLJUČAK

Zbog konfiguracije terena koja je pretežno ravničarska, sa dosta meliorativnih kanala za atmosfersku kanalizaciju, bilo je potrebno obezbediti minimalne pritiske u cevima od 2,5 bara, kako bi voda mogla biti isporučena svakom potrošaču.

Sistem vodosnabdevanja koji je primenjen u naselju Čenej je kombinovani sistem. Voda iz vodozahvata (vodovodna mreža Novi Sad) prebacuje se u pumpe(pumpne stanice) koje pod pritiskom dižu vodu u vodotoranj. Voda iz vodotornja gravitaciono putem distributivne mreže dolazi do potrošača.

Osnovni elementi vodovodne mreže su cevi i čvorovi. Mreža u naselju je pretežno granata i sastoji se od PVC kružnih cevi prečnika od od Ø100 do Ø250.

Brzine u vodovodnoj mreži ne prelaze vrednost od 1.2 m/s što je zadovoljavajuće u pogledu maksimalnih graničnih brzina. Zbog različitih prečnika cevi, u nekim delovima naselja brzine padaju ispod preporučenih od 0.4 m/s. Iz tog razloga se preporučuje redovno održavanje, čišćenje cevovoda.

Izrada kanalizacione mreže je skupa i kompleksan investicija koja se gradi i planira na duži vremenski period.

Na osnovi raspoloživih podloga i podataka o stanovništvu, projektovana je gravitaciona kanalizaciona mreža. Kanalizaciona mreža je formirana tako da sva prikupljena otpadna voda sa teritorije naselja gravitaciono teče do tri crpne stanice CS1, CS2, CS3 preko cevi prečnika Ø250. Otpadna voda se prepumpava iz crpnih stanica preko potisnog voda DN110, DN80, a zatim gravitaciono odlazi do prečišćaća otpadne vode. Mreža se sastoji od zatvorenih kružnih PVC cevi.

Na osnovu analiza i rezultata, zaključuje se da su ispunjeni osnovni uslovi za dimenzionisanje vodovodne i kanalizacione mreže u naselju Čenej

4.LITERATURA

- [1] -Skripta za programski paket EPANET
- [2]-Pravilnik o tehničkim normama za instalacije hidrantske mreže za gašenje požara “Službeni glasnik“
- [3]-Prof.Dr Matija Stipić-Pisana predavanja iz predmeta Komunalna hidrotehnika, Fakultet tehničkih nauka Novi Sad.
- [4] -Programski paket EPANET 2.0
- [5] -Programski paket EPA SWMM 5.1

Kratka biografija:



Dragana Adžić rođena je u Novom Sadu 1991 godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo-Hidrotehnika odbranila je 2023 godine.

Kontakt:
dragana.adzic910@gmail.com

**ПРОЦЕНА СТАЊА И ЕНЕРГЕТСКА САНАЦИЈА ПОРОДИЧНЕ СТАМБЕНЕ
ЗГРАДЕ У ЛОЗНИЦИ****ASSESSMENT OF CONDITION AND ENERGY RENOVATION OF FAMILY
RESIDENTIAL BUILDING IN LOZNICA**

Војислав Сандић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – У теоријском делу рада су обрађени обновљиви извори енергије (ОИЕ) са акцентом на соларну енергију и могућност њеног коришћења у зградарству. Такође, описан је принцип рада и могућност примене соларних колектора и фотонапонских система. У практичном делу рада је представљена процена стања породичне стамбене зграде у Лозници, која обухвата детаљан визуелни преглед конструкције, као и прорачун енергетске ефикасности. Прорачуном енергетске ефикасности објекат је категорисан у енергетски разред Д. Након предложених мера санације на термичком омотачу, поновљен је прорачун енергетске ефикасности и објекат је категорисан у енергетски разред Ц. За потребе израде овог рада урађена је пројектно-техничка документација за предметни објекат.

Кључне речи: обновљиви извори енергије, соларна енергија, фотонапонски системи, енергетска ефикасност, енергетски разред

Abstract –. The theoretical part of this paper deals with renewable energy sources (RES), emphasising solar energy and the possibility of its use in construction. The principle of operation and the possibility of applying solar collectors and photovoltaic systems are described. In the practical part of the paper, an assessment of the condition of a family residential building in Loznica is presented, including a detailed visual inspection of the structure and an energy efficiency calculation. Based on the energy efficiency calculation, the building is categorised into energy class D. After the proposed repair measures on the thermal envelope, the energy efficiency calculation was repeated, and the building was categorised into energy class C. The design and technical documentation for the object in question were prepared earlier.

Keywords: renewable energy sources, solar energy, photovoltaic systems, energy efficiency, energy class

2. СОЛАРНА ЕНЕРГИЈА И ФОТОНАПОНСКИ СИСТЕМИ**1.1 Соларна енергија**

Сунце је звезда која је индиректно или директно, извор готово све расположиве енергије на Земљи. Земља од Сунца добија неколико хиљада пута више енергије него што износи укупна потрошња енергије из свих примарних извора.

Соларна енергија је, еколошки гледано, чиста обновљива енергија, која потиче од сунчевог зрачења. Она се примењује у свом изворном облику, без конвертовања у облике погодне за употребу. Примењује се производњу електричне енергије, загревање воде, грејање простора, као и за друге енергетске потребе неопходне за нормалан живот људи. Сунчево зрачење може директно, помоћу соларних (фотонапонских) ћелија да се претвори у електричну енергију. У таквим ћелијама, услед удара светлости у спој између метала и полупроводника (или два различита полупроводника), генерише се мали електрични напон. једна фотонапонска ћелија обично генерише стотине или хиљаде киловата електричне енергије.

У зградарству, се помоћу фотонапонских модула или соларних панела, који се постављају на кровове објеката, постиже велика уштеда енергије и повећања напајања електричном енергијом. Свакако, иако је сама сунчева енергија бесплатна, њена употреба изискује одређена улагања, али дугорочно се може исплатити и вишеструко вратити.

1.2 Употреба соларне енергије у зградарству

Постоје два различита система коришћења соларне енергије у зградарству, а то су:

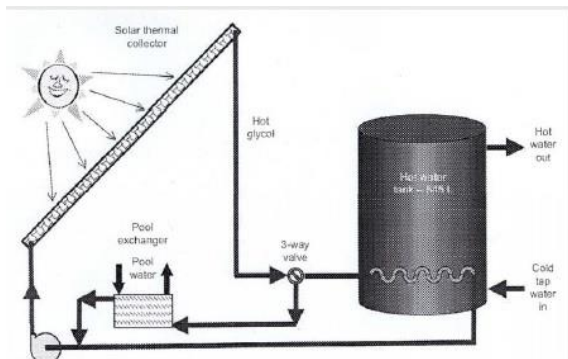
1. Активни системи – системи у којима се примењује инсталациона опрема за претварање соларне у друге облике енергије, али се применом овог система поскујују трошкови изградње објекта;
2. Пасивни системи – системи у којима се архитектонским концептима постиже енергетска ефикасност објеката, поузданији су и не захтевају велика одржавања. Применом овог система, цео објекат се понаша као колектор сунчевог зрачења и регулатор топлоте [1].

Основна функција соларних колектора јесте да што ефикасније претворе сунчеву светлост у топлотну енергију. Соларни колектори су системи код којих помоћу плочастог или вакуумског панела сунчева

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је била др Мирјана Малешев, ред. проф.

светлост улази у систем и претвара се у топлоту (Слика 1). Ови системи монтирају се на крову и раде на принципу минијатурног стакленика. Апсорбујућа плоча и изолација овог система служе као пријемници соларне енергије, док је излазак сунчеве светлости спречен помоћу транспарентног покривача постављеног на плочастом панелу [2].



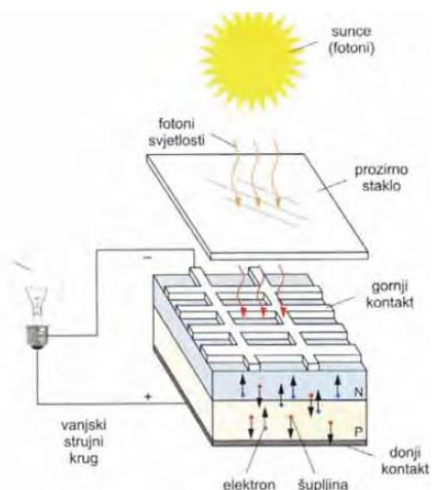
Слика 1: Шема соларног колектора

За разлику од соларних колектора који служе са претварање сунчеве енергије у топлотну, соларни панели су елементи који се користе за производњу електричне енергије. Најчешће коришћени типови соларних панела су монокристални и поликристални соларни панели. Соларни системи за производњу електричне енергије се деле у две групе:

1. самостални фотонапонски системи (енг. stand-alone) који функционишу самостално и
2. мрежно повезани фотонапонски системи (енг. grid-tied) који функционишу преко дистрибутивне мреже [2].

Соларна (фотонапонска) ћелија је полупроводнички уређај који претвара сунчеву енергију директно у електричну помоћу фотоелектричног ефекта. Групе ћелија формирају соларне модуле, познате и као соларни панели или фотонапонске плоче. Енергија произведена соларним модулима је пример соларне енергије.

Примењују се три типа фотонапонских ћелија: монокристалне, поликристалне (Слика 2) и ћелије за мале снаге од аморфног силицијума.



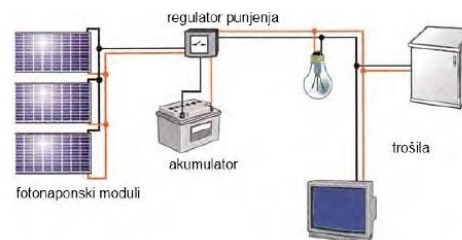
Слика 2: Структура кристалне соларне ћелије

Соларни модули представљају мрежу серијски повезаних фотонапонских соларних ћелија и тзв. by-pass диода, које штите соларне ћелије од делимичног засенчења модула (Слика 3). Када се једна ћелија замрачи, она постаје потрошач електричне енергије. На овај начин може доћи до уништења соларне ћелије повећањем температуре (hot-spot ефекат).



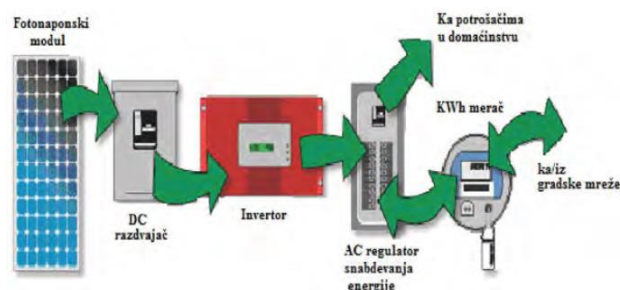
Слика 3: Изглед монокристалног модула

Независни (енг. off-grid) системи су системи којима је могуће снабдевање само неколико потрошача, потребно је неколико соларних модула који се састављају у фотонапонски генератор, један акумулатор већег капацитета и један регулатор пуњења (Слика 4).



Слика 4: Off-grid фотонапонски систем

On-grid системи фотонапонски системи (слика 5) су системи који су спојени на електродистрибутивну мрежу преко наизменичног претварача (инвертера). У овом систему нису потребни ни акумулатор ни регулатор пуњења. Једносмерни напон се помоћу претварача претвара у наизменични и сва произведена електрична енергија се шаље у јавну мрежу.



Слика 5: On-grid фотонапонски систем

Хибридни системи су системи који могу користити више обновљивих извора енергије. Очекује се да ће развој соларних технологија омогућити нова техничка решења која ће зграду снабдевати топлотом, обезбедити напајање електричном енергијом и загревање простора [3].

2. ПРОЦЕНА СТАЊА ОБЈЕКТА

2.1 Технички опис конструкције

Предмет овог рада је породична стамбена зграда спратности Пр+Пк, у насељу у близини Лознице. Предметни објекат изграђен је 2002. године, без пројектно – техничке документације, те је пројекат изведеног стања урађен за потребе овог рада. На наредној слици приказан је спољашњи изглед предметног објекта (фасаде). Објекат је у основи сложеног облика, димензија 8,50 x 9,10 m + 1,00 x 3,85 m спратности Пр+Пк + анекс на источној страни објекта, димензија 3,40 x 5,00 m спратности Пр, на парцели која је у паду у смеру од севера ка југу. Бруто површина објекта је 156,9 m², док је корисна површина 125,5 m². У близини објекта се налазе три породична објекта. Суседни објекти су на довољној удаљености и не спречавају инсолацију. Лице објекта је окренуто западу - улици. Грађевинска линија објекта је паралелна са регулационом и од исте је удаљена 7 m. У близини објекта нема вегетације веће висине (дрвећа), тако да је исти изложен дејству ветра (Слика 6).

Објекат је пројектован и изведен са ходником на јужној страни објекта (улаз са јужне стране), како у приземљу, тако и на спрату. У приземљу објекта са леве (западне) стране се налазе дневна соба и спаваћа соба, док се трпезарија са кухињом, друга спаваћа соба и купатило налазе са десне (источне) стране. У поткровљу објекта се налазе две спаваће собе, купатило и остава. Вертикална комуникација је остварена унутрашњим двокраким степеништем. Грејање у објекту је решено централно, при чему је котловница изграђена у виду анекса са источне стране објекта, и има посебан улаз. Димензије котловнице су 3,40 x 5,00 m.



Слика 6: Изглед објекта (фасаде)

Конструкција објекта је зидана масивним конструктивним зидовима од гитер блокова зиданих у продужном цементном малтеру са хоризонталним и вертикалним АБ серкљажима. Зидови су у међусобном склопу са АБ сеизмичким серкљажима чиме је постигнута сеизмичка стабилност објекта. Темелји су

тракасти од армираног бетона са АБ темељним гредама као хоризонталним укрућењем. Подна плоча (мртва) је изведена као пуна плоча од набијеног бетона. Међуспратне конструкције изнад приземља и поткровља су типа ферт. Облик крова је двоводан, кровна конструкција је дрвена ослоњена на АБ плочу и спољашње носиве зидове за које је анкерована. За кровни покривач је узет фалцовани цреп. Фасадни отвори на објекту су квалитетне столарске израде и алуминијумских профила. Фасада објекта је урађена као топла, масивна, и има контактну термоизолациону облогу.

Анализа **оштећења** на основу визуелног прегледа

Приликом процене стања предметног објекта обављен је визуелни преглед конструкције. Извршена је провера геометрије мерењем димензија у основи и висине објекта, као и свих елемената (зидова, отвора). Такође, извршен је детаљан визуелни преглед објекта, са снимањем врсте, положаја и величине оштећења. Резултати визуелног прегледа су документовани фотографијама. Визуелним прегледом је установљено да је објекат у врло добром стању. Фасадни зидови су равни, неоштећени, без икаквих трагова експлоатације (пукотине, прсине, љускања), обложени зарибаним фасадним малтером гранулације 2 mm. На местима сутицања зидова ивице су правилне, оштре и неоштећене. Једини делови који су више оштећени од осталих су прилазни тротоари, на којима су јасно уочљиве пукотине, као и део сокле, где је дошло до љускања завршног слоја обраде (кулирпласт).

3. ЕНЕРГЕТСКА ЕФИКАСНОСТ ОБЈЕКТА

Елаборат енергетске ефикасности, односно прорачун енергетске ефикасности је израђен према важећем Правилнику о енергетској ефикасности зграда „Службени гласник РС“ бр. 061/2011, објављен 19.08.2011. године [3]. Дефинисано је укупно 14 склопова за различите конструкцијске елементе, од чега је 8 нетранспарентних и 6 транспарентних позиција.

За спољашње зидове, проверена је топлотна проводљивост, дифузија водене паре и топлотна акумулативност, а за унутрашње зидове и међуспратне конструкције прорачунати су коефицијент пролаза топлоте и дифузија водене паре. За транспарентне склопове проверена је само топлотна проводљивост. Преглед коефицијената топлотне проводљивости кроз термички омотач постојећег објекта дат је у Табели 1.

Даљим прорачуном одређени су топлотни губици (трансмисиони кроз транспарентне и нетранспарентне површине, линијски и вентилациони) и добици од сунчевог зрачења и унутрашњих извора. Доказано је да су губици топлоте највећи кроз нетранспарентне и транспарентне површине. Потом је одређена укупна потребна енергија за систем који ради без прекида, као и потребна енергија по месецима, чиме је објекат категорисан у енергетски разред Д. Након предложених санационих мера и интервенција на термичком омотачу, објекат је сврстан у енергетски разред Ц.

Табела 1: Преглед коефицијената пролаза топлоте кроз термички омотач постојеће конструкције

Елемент	Позиција	U [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]	Услов задовољен
Спољашњи зидови	СЗ1	0,329	0,40	ДА
Унутрашњи зидови ка негрејаном простору	УЗ1	1,457	0,55	НЕ
	УЗ2	1,689	0,55	НЕ
	УЗ3	1,434	0,55	НЕ
МК испод негрејаног простора	МК-1	0,556	0,40	НЕ
МК ка негрејаном кров. прост.	МК-2	0,594	0,40	НЕ
	МК-3	0,579	0,40	НЕ
Под на тлу	ПТ	0,38	0,40	ДА
Прозори	ПР1	1,911	1,5	НЕ
	ПР2	1,855	1,5	НЕ
	ПР3	1,879	1,5	НЕ
	ПР5	1,994	1,5	НЕ
Врата	ВР1	1,841	1,5	НЕ
	ВР2	2,532	1,50	НЕ

4. МЕРЕ ЕНЕРГЕТСКЕ САНАЦИЈЕ И ПРОРАЧУН ЕНЕРГЕТСКЕ ЕФИКАСНОСТИ САНИРАНОГ ОБЈЕКТА

Спољашњи зидови, на којима је изведена квалитетна термоизолација и масивна контактна фасада, као и под на тлу, задовољавају коефицијенте пролаза топлоте. Остали елементи не задовољавају коефицијенте пролаза топлоте, те их је потребно санирати. Транспарентне површине, односно грађевинска столарија, чини веома мали део у површини термичког омотача, те неће бити обухваћена енергетском санацијом.

Табела 2: Преглед коефицијената пролаза топлоте кроз термички омотач саниране конструкције

Елемент	Позиција	U [W/m ² K]	U _{max} [W/m ² K]	Услов задовољен
Спољашњи зидови	СЗ1	0,329	0,40	ДА
Унутрашњи зидови ка негрејаном простору	УЗ1	0,321	0,55	ДА
	УЗ2	0,342	0,55	ДА
	УЗ3	0,320	0,55	ДА
МК испод негрејаног простора	МК-1	0,556	0,40	НЕ
МК ка негрејаном кров. прост.	МК-2	0,339	0,40	ДА
	МК-3	0,349	0,40	ДА
Под на тлу	ПТ	0,38	0,40	ДА
Прозори	ПР1	1,911	1,5	НЕ
	ПР2	1,855	1,5	НЕ
	ПР3	1,879	1,5	НЕ
	ПР5	1,994	1,5	НЕ
Врата	ВР1	1,841	1,5	НЕ
	ВР2	2,532	1,50	НЕ

Табела 3: Преглед потребне енергије за грејање објекта пре и после санације

Санација	Q _{H,nd} kWh/a	Q _{H,nd} kWh/m ² a	Q _{H,nd,rel} %	Разред
пре	9510,9	81,62	108	Д
после	7958,9	68,30	91	Ц

Да би се приликом енергетске санације постојећег објекта побољшале енергетске карактеристике и задовољили услови енергетске ефикасности зграда, предвиђене су следеће интервенције на термичком омотачу: Унутрашњи зидови према негрејаном простору ће се санирати на начин да се додају Мултипор плоче са стране негрејаног простора. Неопходно је прво скинути слој већ постојећег малтера. Међуспратна конструкција ка негрејаном кровном простору (МК2 и МК3) ће бити побољшана постављањем подног стиропора веће дебљине (10 cm) са горње стране плоче. Преглед коефицијената пролаза топлоте кроз термички омотач санираног објекта дат је у Табели 2.

У оквиру Табеле 3 дато је поређење укупне, специфичне и релативне годишње потребне енергије за грејање за постојеће стање објекта и стање након енергетске санације.

5. ЗАКЉУЧАК

У практичном делу рада урађена је просторно – планска документација, а затим и слаборат енергетске ефикасности. Објектат је категорисан у енергетски разред Д. Како би се објектат енергетски санирао, и смањила потребна енергија за грејање, предложене су мере санације које је потребно извести на термичком омотачу објекта. Након поновљеног топлотног прорачуна, објектат је категорисан у енергетски разред Ц, те се енергетска санација сматра успешном.

6. ЛИТЕРАТУРА

- [1] М. Пуцар, Обука за полагање стручног испита за област енергетске ефикасности зграда, ТП 7, Активни и пасивни системи, Скрипта
- [2] <https://ekologija.ba/> (приступљено у јуну 2023)
- [3] Инжењерска комора Србије: Правилник о енергетској ефикасности зграда, "Сл.гласник РС", бр. 61/2011, Београд

Кратка биографија:



Војислав Сандић рођен је у Зворнику 1997. год. Основне академске студије грађевинарства завршио је 2021. год на Факултету техничких наука. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Грађевинарство – Конструкције, процена стања и санација бетонских конструкција одбранио је 2023. године.
Контакт: sandicvojislav97@gmail.com

СЕИЗМИЧКА АНАЛИЗА АБ КОНСТРУКЦИЈЕ (Пр + 5) ПРЕМА ЕВРОКОДУ 8**SEISMIC ANALYSIS OF AN RC STRUCTURE (GF + 5) ACCORDING TO EUROCODE 8**

Миодраг Ђурђевић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – ГРАЂЕВИНАРСТВО

Кратак садржај – Према пројектном задатку формиране су четири варијанте прорачунских модела на основу истог диспозиционог рјешења. Варијанте се међусобно разликују у положају и дужини сеизмичких зидова који су лоцирани у два „прстена“ у основи – спољни и унутрашњи. Фокус је на добијању резултата, за сваку варијанту посебно, који описују одговор конструкције на дејство земљотреса и њихово поређење. Разматрани параметри су период осциловања конструкције, релативна спратна помјерања, и количина потребне арматуре у сеизмичким зидовима за три различита пројектна убрзања тла. Прорачуни су спроведени у софтверу „Tower 8“.

Кључне ријечи: Сеизмички зидови, међуспратна помјерања, период осциловања, пројектно убрзање тла

Abstract – According to the project assignment, four variants of calculation models were formed based on the same layout solution. The variants differ in the position and length of the seismic walls, located in two "rings" at the base – outer and inner. The focus is on the calculated results, for each variant separately, that describe the structure's response to seismic action, and on their comparison. Important parameters are the response of a building, relative floor displacements, and required reinforcement area in seismic walls for three different design ground accelerations. The model was calculated using the "Tower 8" software.

Keywords: Seismic walls, Inter-story drifts, Natural period, Design ground acceleration

1. УВОД

Еврокод 8 (EN 1998-1:2004) прописује основне захтјеве који морају бити испуњени при пројектовању и извођењу конструкција у сеизмичким подручјима. Захтјеви подразумевају да након земљотреса објекти морају имати капацитет да се не сруше и да оштећења остану у оквиру предвиђених ограничења.

Приликом појаве земљотреса ослобађа се велика количина енергије која путем сеизмичких таласа, убрзањем тла, „напада“ конструкцију. Основна идеја је да се пројектом конструкције обезбједи одговарајући капацитет конструкције за расипање тј.

дисипацију енергије, али без преурањеног лома конструкције. Адекватним пројектним мјерама се обезбјеђује потребна дуктилност објекта и обезбјеђују се оштећења у унапријед дефинисаним зонама конструкције.

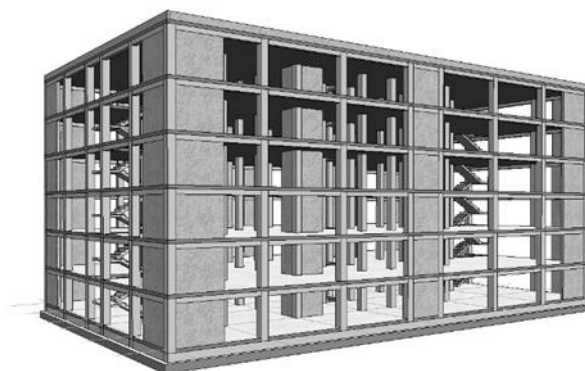
Методом програмираног понашања добијамо хијерархију носивости конструктивних дијелова и облика ломова преко којих се обезбјеђује одговарајући пластични механизам и избјегавају могући крти ломови.

Пројектни ниво конструкције се одређује фактором понашања (q) који се користи за смањење сеизмичких сила добијених линеарном анализом, са намјером да се у обзир узме и нелинеарни одговор конструкције. Овим фактором се редукује еластични спектар одговора. Степен редукције расте са порастом класе дуктилности. Такође, вриједност фактора понашања зависи и од конструктивног система и регуларности конструкције по висини.

2. ПРЕДМЕТ РАДА И ОПИС КОНСТРУКЦИЈЕ**2.1 Предмет рада**

Предмет рада је да се на једном диспозиционом рјешењу армиранобетонске (АБ) зграде анализирају четири варијанте положаја зидова за укрућење и упореде сеизмички утицаји на конструкцију према различитом параметру пројектног убрзања тла, конкретно:

- Периоди осциловања T ,
 - Међуспратна релативна помјерања,
 - Потребна арматура у зидовима за укрућење
- за $a_g = 0,10 g$, $a_g = 0,15 g$ и $a_g = 0,20 g$.

2.2 Опис конструкције

Слика 1 – Просторни приказ објекта

Анализирани објекат је вишеспратна АБ конструкција спратности Пр + 5, Слика 1. У основи, објекат је

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је била проф. др Анка Старчев-Ђурчин.

димензија 39,50 x 23,50 m. Растер оса у Х-правцу је 3 x 6,00 + 3,00 + 3 x 6,00 m, а у Y-правцу је 2 x 5,00 + 3,00 + 2 x 5,00 m. Висина објекта је 18,45 m од коте подне плоче, а дубина фундирања је 1,20 m. Свијетла висина свих етажа је 2,80 m.

Конструктивни систем према облику и распореду главних носећих елемената класификује се као скелетни систем који се састоји од АБ рамова постављених у два ортогонална правца и АБ зидова за укрућење.

Објект је фундиран на пуној АБ плочи ојачаној гредама у два ортогонална правца. Дебљина темељне плоче је 50,0 cm. Плоча је препуштена са свих ободних страна по 30,0 cm у односу на темељне греде, а 55,0 cm у односу на ободне осе. Темељне греде су димензија 50 x 100 cm, с тим да је у димензије темељних греда урачунат и дио који улази у темељну плочу.

Међусупратне плоче су пуне АБ плоче дебљине 20,0 cm. Директно се ослањају на стубове а по ободу на греде. Кровна плоча је такође дебљине 20,0 cm. Ободне греде су димензија 30,0 x 50,0 cm. Стубови су димензија 50,0 x 50,0 cm. Зидови за укрућење су дебљине 25,0 cm, а дужина сваког зида зависи од задате варијанте за анализу.

2.3 Варијанте за анализу

Анализиране су четири различите варијанте диспозиционог рјешења зидова за укрућење. Скелетни систем је идентичан за све варијанте.

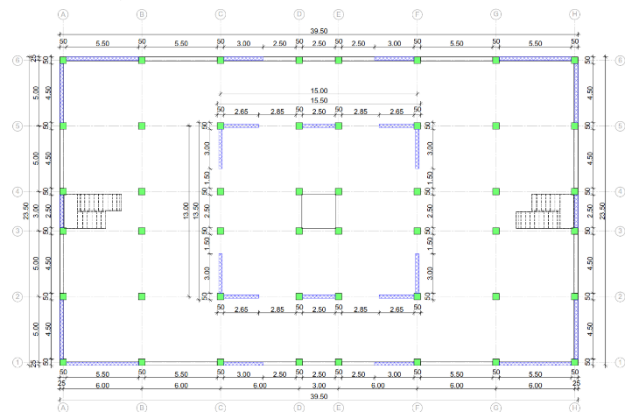
Зидови за укрућење су лоцирани у два тзв. прстена – спољни по ободу зграде, у осама 1, 6, А и Н, и унутрашњи у осама 2, 5, С и Ф. С обзиром да одговор конструкције на сеизмичко дејство зависи од количине и распореда зидова за укрућење, формиране су четири варијанте и то тако да у наведена два положаја, прстена, дужина зидова варира од 100% (1,0L) до 50% (0,5L).

Анализирани прорачунски модели су:

B1 - сп1.0-ун1.0, B2 - сп1.0-ун0.5, B3 - сп0.5-ун1.0
B4 - сп0.5-ун0.5.

2.3.1 B1 - сп1.0-ун1.0

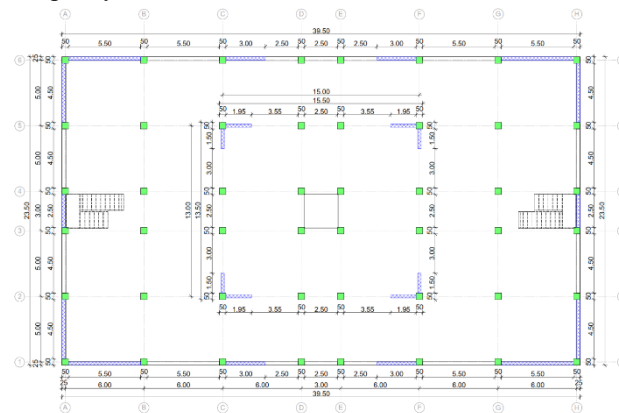
Варијанта 1 је јако укрућена конструкција и у ободном дијелу и у унутрашњем дијелу основе. Укупна дужина зидова за укрућење у Х-правцу износи 49,60 m, док у Y-правцу укупна дужина зидова износи 35,00 m, Слика 2.



Слика 2 – Основа B1

2.3.2 B2 - сп1.0-ун0.5

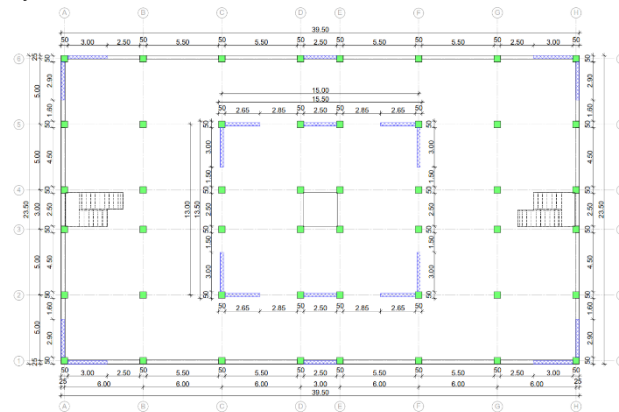
Варијанта 2 је јако укрућена конструкција у ободном дијелу основе објекта, док је унутрашњи дио зидова за укрућење редукован на 50%. Укупна дужина зидова за укрућење у Х-правцу износи 41,80 m, док у Y-правцу износи 29,00 m, Слика 3.



Слика 3 – Основа B2

2.3.3 B3 – сп0.5-ун1.0

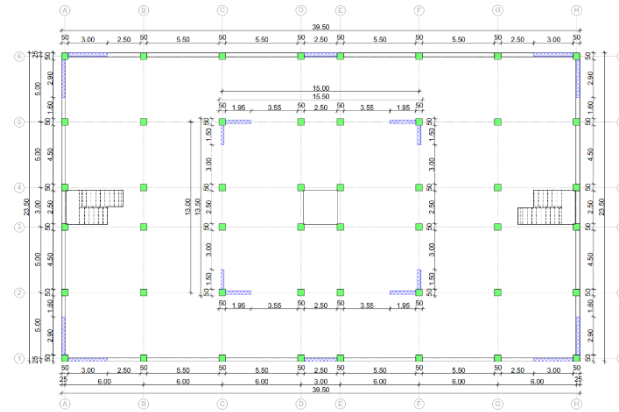
Код варијанте 3 дужина ободних зидова за укрућење је редукована на 50%, а унутрашњи зидови су дужине као у варијанти 1. Укупна дужина зидова за укрућење у Х-правцу износи 32,60 m, док у Y-правцу укупна дужина зидова износи 23,60 m, Слика 4.



Слика 4 – Основа B3

2.3.4 B4 – сп0.5-ун0.5

Код варијанте 4 дужина и ободних зидова за укрућење и унутрашњих зидова редукована је на 50%. Укупна дужина зидова за укрућење у Х-правцу износи 24,80 m, док у Y-правцу укупна дужина зидова износи 17,60 m, Слика 5.



Слика 5 – Основа B4

3. АНАЛИЗА ОПТЕРЕЋЕЊА

Сопствена тежина конструктивних елемената аутоматски се генерише у софтверу. Интензитет овог оптерећења зависи искључиво од задате геометрије елемената и вриједности запреминске тежине.

Сопствена тежина неконструктивних елемената на објекту представља тежину облога подова, плафона, зидова, фасадне облоге, лаких преградних зидова, и нанијета је као једнакоподјелено површинско оптерећење интензитета $3,0 \text{ kN/m}^2$ по свим међуспратним таваницама.

На кровну плочу нанијето је једнакоподјелено површинско оптерећење, као додатно стално, интензитета $5,0 \text{ kN/m}^2$ због урачунатих слојева за непроходни кров.

Намјена објекта је пословна зграда, и према стандарду сврстава се у “Б” категорију – канцеларијске површине. На свим међуспратним конструкцијама аплицирано је једнакоподјелено површинско интензитета $3,0 \text{ kN/m}^2$. Кровна плоча није предвиђена за кориштење. Интензитет корисног оптерећења на кровну плочу износи $1,0 \text{ kN/m}^2$.

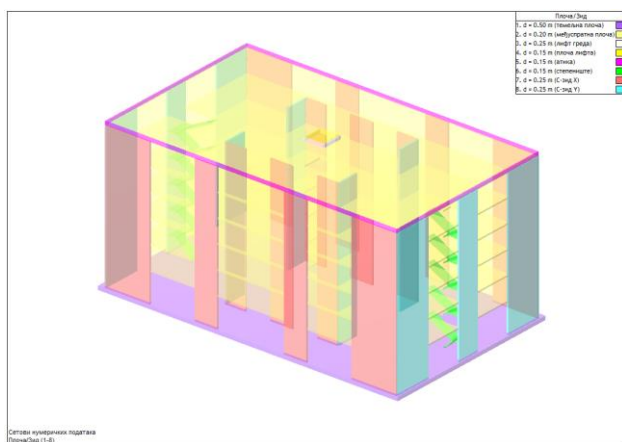
За предметни објекат усвојена надморска висина је $< 1500 \text{ m}$, и локација на којој није вјероватна појава изузетних сњезних падавина. Усвојена прорачунска вриједност је $s = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

Сва четири модела су анализирана на три вриједности референтног максималног убрзања тла a_{gR} : $a_{gR,1} = 0,10 \text{ g}$, $a_{gR,2} = 0,15 \text{ g}$, $a_{gR,3} = 0,20 \text{ g}$,

4. МОДЕЛИРАЊЕ КОНСТРУКЦИЈЕ

За формирање модела кориштен је софтвер “Tower - 3D Model Builder 8.4 [8459]”, Слика 6.

Материјал кориштен за све елементе конструкције је бетон C35/45. Плоче и зидови представљени су површинским коначним елементима величине странице $0,50 \text{ m}$. Савојна, смичућа и торзиона крутост елемената (плоча, зидова, греди и стубова) редуковане су према захтевима EN 1998-1.



Интеракција између објекта и тла је моделирана преко еластичних опруга по Винклеровом моделу, гдје је тло описано преко коефицијента постелице.

Спријечена су помјерања у сва три правца. Задате вриједности крутости ослонаца на помјерање су $15.000 \text{ kN/m}^2/\text{m}$ за вертикални правац, и по $7.500 \text{ kN/m}^2/\text{m}$ за хоризонталне правце.

5. АНАЛИЗА РЕЗУЛТАТА

1) Периоди осциловања конструкције су јасан показатељ да сва четири прорачунска модела су јако укрупњена зидним платнима у прве две варијанте.

Резултати показују да варијанта B1 има најмањи период осциловања што значи да распоред сеизмичких зидова и дужина истих имају велики утицај на укрупњење конструкције, Табела 1.

Табела 1 – Периоди осциловања конструкција

[s]	B1	B2	B3	B4
T1	0.3640	0.3751	0.5067	0.6492
T2	0.3068	0.3156	0.4553	0.5721
T3	0.1990	0.1993	0.3499	0.3788

Варијанта B4 има највишу вриједност периода осциловања због намјане дужине сеизмичких зидова у односу на остале три прорачунске варијанте. Међутим, положај и дужина ових зидова су довољни да, више него задовољавајуће, укрупне конструкцију.

Варијанте B2 и B3 су најинтересантније за упоређивање јер се разликују по дужини сеизмичких зидова у спољном и унутрашњем “прстену”. Резултати јасно показују да је динамички одговор конструкције бољи уколико су јача сеизмичка платна на већем растојању од центра крутости конструкције.

2) Међуспратна помјерања су приказана у наредним табелама. Вриједности помјерања су приказане за све четири варијанте у односу на вриједност пројектног убрзања тла a_g , Табеле 2-4.

Табела 2 – Међуспратна помјерања за $a_g = 0,10 \text{ g}$

Ниво	Z[m]	$h_{sp}[m]$	B1	B2	B3	B4	$d_{lim}[mm]$
кота плоче 5. спрата	18.00	3.00	2.61	2.62	4.63	5.85	60.00
кота плоче 4. спрата	15.00	3.00	2.70	2.80	4.97	6.33	60.00
кота плоче 3. спрата	12.00	3.00	2.65	2.79	5.03	6.46	60.00
кота плоче 2. спрата	9.00	3.00	2.43	2.60	4.75	6.15	60.00
кота плоче 1. спрата	6.00	3.00	2.00	2.19	3.98	5.20	60.00
кота плоче приземља	3.00	3.85	1.46	1.65	2.92	3.69	77.00

Табела 3 – Међуспратна помјерања за $a_g = 0,15 \text{ g}$

Ниво	Z[m]	$h_{sp}[m]$	B1	B2	B3	B4	$d_{lim}[mm]$
кота плоче 5. спрата	18.00	3.00	3.91	3.93	6.94	8.77	60.00
кота плоче 4. спрата	15.00	3.00	4.05	4.20	7.45	9.49	60.00
кота плоче 3. спрата	12.00	3.00	3.98	4.18	7.54	9.69	60.00
кота плоче 2. спрата	9.00	3.00	3.65	3.90	7.13	9.22	60.00
кота плоче 1. спрата	6.00	3.00	3.00	3.29	5.97	7.80	60.00
кота плоче приземља	3.00	3.85	2.20	2.47	4.38	5.53	77.00

Табела 4 – Међуспратна помјерања за $a_g = 0,20 g$

Ниво	Z[m]	h_{sp} [m]	B1	B2	B3	B4	d_{lim} [mm]
кота плоче 5. спрата	18.00	3.00	5.22	5.24	9.26	11.70	60.00
кота плоче 4. спрата	15.00	3.00	5.40	5.60	9.93	12.66	60.00
кота плоче 3. спрата	12.00	3.00	5.30	5.58	10.06	12.92	60.00
кота плоче 2. спрата	9.00	3.00	4.87	5.20	9.50	12.29	60.00
кота плоче 1. спрата	6.00	3.00	4.00	4.39	7.96	10.40	60.00
кота плоче приземља	3.00	3.85	2.93	3.30	5.84	7.38	77.00

Резултати показују да су намјање вриједности међуспратних помјерања код конструкција са највише сеизмичких зидова, без обзира на вриједност пројектног убрзања тла.

Најповољније варијанте су оне код којих су јачи сеизмички зидови на већој удаљености од центра крутости конструкције.

3) Потребна арматура је срачуната само за сеизмичке зидове, са припадајућим ивичним елементима, за сеизмичку комбинацију оптерећења, за сваку варијанту посебно.

Табела 5 – Укупна потребна арматура

$\Sigma A_a [cm^2]$			
	$a_g = 0,10g$	$a_g = 0,15g$	$a_g = 0,20g$
B1	656,29	1047,4	1544,38
B2	695,31	1083,00	1450,83
B3	612,03	1082,02	1571,69
B4	609,31	1043,08	1482,37

Резултати за потребну арматуру у сеизмичким зидовима, по логици ствари, показују да са повећањем убрзања тла драстично расте и потреба за количином арматуре.

Ако упоредимо резултате за све четири варијанте за исту вриједност убрзања тла, на први поглед можемо доћи до закључка да нема велике разлике у количини потребне арматуре и да је свака варијанта подједнако добра за избор, што би била грешка. Одабир варијанте основе само на основу потребне арматуре у сеизмичким зидовима није прихватљив јер се у обзир морају узети и други параметри који утичу на одговор конструкције приликом дејства земљотреса, попут претходно анализираних параметара у овом раду.

На примјер, ако се упоређује потребна количина арматуре за варијанте B1 и B4, уочава се да је за варијанту B4 потребна мања количина арматуре за сеизмичко дејство. Међутим, потребно је имати у виду да, поред бољег одговора конструкције B1, иста количина арматуре треба да се угради у елементе много мањих димензија попречних пресека, а то за последицу има уградњу већих пречника арматурних шипки и њихов гушћи распоред. Лако се може десити да је потреба за арматуром већа од максималног процента армирања.

Поред тога, потребна арматура у стубовима за B4 је већа него за B1, што на крају доводи до веће укупно потребне арматуре рачунајући остале елементе конструкције који нису тема овог рада.

6. ЗАКЉУЧАК

Основна идеја рада је да се на примјеру једноставног објекта, регуларног у основи и по висини, униформних конструктивних елемената, а ради једноставније анализе и дискусије резултата, сагледа начин одговора конструкције примарно на сеизмичко дејство. Према спроведеној сеизмичкој анализи армиранобетонских конструкција закључује се да су варијанте са положајем јачих сеизмичких зидова на већој удаљености од центра крутости конструкције повољније на основу добијених вредности периода осциловања конструкција, међуспратних померања и количине арматуре за сеизмичке зидове са припадајућим ивичним елементима.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Европски стандард (EN 1990:2002) Еврокод 0: „Основе прорачуна конструкција“, Европски комитет за стандардизацију.
- [2] Европски стандард (EN 1991-1-1:2002) Еврокод 1: „Дејства на конструкције, Део 1-1: Запреминске тежине, сопствена тежина, корисна оптерећења за зграде“, Европски комитет за стандардизацију.
- [3] Европски стандард (EN 1992-1-1:2004) Еврокод 2: „Прорачун бетонских конструкција, Део 1-1: Општа правила и правила за зграде“, Европски комитет за стандардизацију.
- [4] Европски стандард (EN 1998-1:2004) Еврокод 8: „Прорачун сеизмички отпорних конструкција, Део 1: Општа правила, сеизмичка дејства и правила за зграде“, Европски комитет за стандардизацију.
- [5] З. Брујић, „Бетонске конструкције у зградарству (према Еврокоду)“.

Кратка биографија:



Миодраг Ђурђевић, из Дервенте, рођен у Зеници 1990. године. Мастер рад на Факултету техничких наука, из области Грађевинарства – Сеизмичка анализа конструкција, одбранио је 2023. године.

Контакт: gradjevine@gmail.com

**ВРЕДНОВАЊЕ ПРЕДЛОГА РЕШЕЊА ЗА ПОБОЉШАЊЕ УСЛОВА ОДВИЈАЊА
САОБРАЋАЈА НА РАСКРСНИЦИ БУЛЕВАР ЕВРОПЕ, РУМЕНАЧКИ ПУТ****EVALUATION OF THE PROPOSED SOLUTION FOR IMPROVING THE CONDITIONS
OF TRAFFIC AT THE INTERSECTION OF BOULEVARD EUROPE AND RUMENAČKI
PUT STREET**

Андреа Ковачевић, Вук Богдановић, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

Област – САОБРАЋАЈ И ТРАНСПОРТ

Кратак садржај – У оквиру рада извршена је анализа услова одвијања саобраћаја на раскрсници Булевара Европе и Руменачког пута у Новом Саду. У складу са добијеним резултатима, дати су предлози решења за побољшање услова одвијања саобраћаја. За сва предложена варијантна решења извршено је функционално вредновање, на основу чега је извршен избор оптималног решења.

Кључне речи: *Анализа саобраћајног тока, ниво услуге, функционално вредновање*

Abstract – The paper analyzes the traffic flow conditions at the intersection of Boulevard Europe and Rumenački put street in Novi Sad. In accordance with the obtained results, proposals for solutions for improving the conditions of traffic flow were given. Functional evaluation was performed for all proposed solution variants, on the basis of which the optimal solution was selected.

Keywords: *Traffic flow analysis, Level of service, Functional evaluation*

1. УВОД

Раскрснице представљају места на којима се укрштају различити путни правци и као такве имају значајно мањи капацитет од основне деонице. Када захтев за протоком у вршним часовима достигне или превазиђе капацитет раскрснице, временски губици возила почињу да расту. Временски губици и капацитет раскрснице зависе од различитих параметара, између осталог и од типа раскрснице, односно карактеристика прилаза.

Предмет овог рада јесте двотрачна кружна раскрсница на којој се укрштају Булевар Европе и Улица руменачки пут у Новом Саду.

У оквиру рада извршена је анализа захтева за протоком и карактеристика саобраћајног тока. На основу тренутних и прогнозираних захтева извршена је анализа услова одвијања саобраћаја за сва варијантна решења у базној 2023. години и по петогодишњим пресецима (2028., 2033., 2038. и 2043. година).

Главни циљ рада јесте да се на основу предложених варијантних решења утврди које решење обезбеђује

најбоље услове одвијања саобраћаја у дефинисаном планском периоду.

2. ТЕОРИЈСКЕ ОСНОВЕ

Кружна раскрсница је каналисана раскрсница, кружног облика, са централним острвом, које може бити непроходно, делимично проходно или проходно за возила, и кружним током у који се уливају три или више кракова пута и по којем се одвија возња у смеру супротном од смера казаљке на сату [1].

2.1. Типови кружних раскрсница

Кружне раскрснице се могу поделити према различитим критеријумима. Једна од најчешћих подела јесте подела према начину регулисања саобраћаја, према којој се разликују два типа кружних раскрсница:

- раскрснице код којих првенство пролаза имају токови који се са прилаза укључују у кружни ток и
- раскрснице код којих првенство пролаза имају токови који се налазе у кружном току [2].

У последње време, кружне раскрснице на којима предност имају токови са прилаза, су веома ретке. Најчешћи начин регулисања саобраћаја на кружним раскрсницама подразумева да право првенства пролаза имају саобраћајни токови који се налазе у зони кружења. Саобраћај на раскрсници се најчешће регулише постављањем хоризонталне и вертикалне саобраћајне сигнализације [1].

2.2. Прорачун капацитета и нивоа услуге

За одређивање капацитета кружних раскрсница најчешће се примењује методологија дата у приручнику за прорачун капацитета путева и путних објеката - *Highway Capacity Manual (HCM)*. Према HCM-у капацитет кружних раскрсница се рачуна парцијално, на основу капацитета за сваки маневар посебно, а након тога за прилаз и комплетну раскрсницу. Капацитет маневра се одређује на основу теорије вероватноће, што подразумева претпоставке да ће се у кружном току створити довољно прихватљивих временских интервала у којима ће се вршити маневри укључења у кружни саобраћајни ток [3].

Ниво услуге представља квалитативну меру услова одвијања саобраћаја, а на кружним раскрсницама се одређује на основу просечних временских губитака

НАПОМЕНА:

Овај рад произтекао је из мастер рада чији ментор је био др Вук Богдановић, ред. проф.

возила. У табели 1 приказани су нивои услуге у зависности од временских губитака возила.

Табела 1. *Ниво услуге на основу просечних временских губитака [3]*

Временски губитци (s/voz)	Ниво услуге на основу степена искоришћења капацитета	
	$V/c \leq 1,0$	$V/c > 1,0$
0-10	A	F
>10-15	B	F
>15-25	C	F
>25-35	D	F
>35-50	E	F
>50	F	F

3. АНАЛИЗА ПОСТОЈЕЋЕГ СТАЊА

У оквиру овог рада, анализирана је вишетрачна кружна раскрсница, на којој се укрштају Булевар Европе и Руменачки пут. Раскрсница представља укрштање регионалног пута R-102 и главне градске саобраћајнице - Булеvara Европе.

Руменачки пут се простире у правцу северозапад-југоисток и повезује приградско насеље Руменка са центром града. Преко Булеvara Европе остварује се веза између градског језгра и аутопута E-75. На слици 1 приказан је ортофото снимак раскрснице.

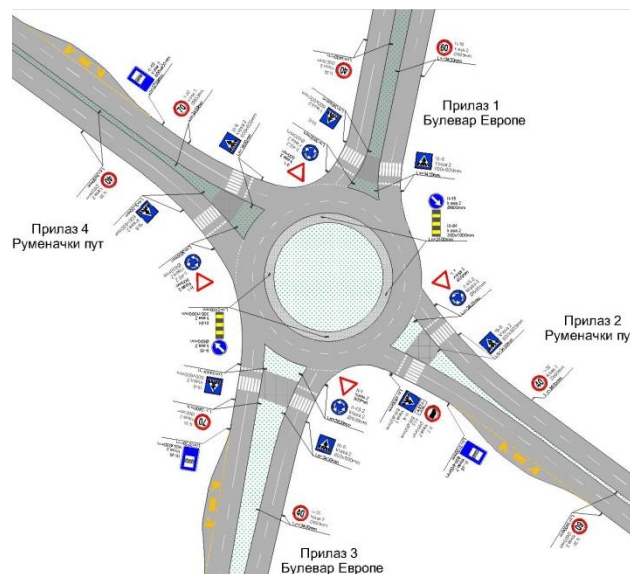


Слика 1. Ортофото приказ раскрснице

Коловоз Булеvara Европе и Улице руменачки пут чине две коловозне траке, које су физички одвојене разделним острвом. Уливне и изливне коловозне траке свих прилаза састоје се од по две саобраћајне траке. На коловозу ове раскрснице обележене су неиспекдане разделне линије, испрекидане разделне линије и испрекидане линије заустављања. Осим тога, на сва четири прилаза постоје обележени пешачки прелази и прелази бициклических стаза.

3.1. Начин регулисања саобраћаја на раскрсници

Саобраћај на раскрсници регулисан је елементима хоризонталне и вертикалне сигнализације. На слици 2 приказан је ситуациони план саобраћајне сигнализације.



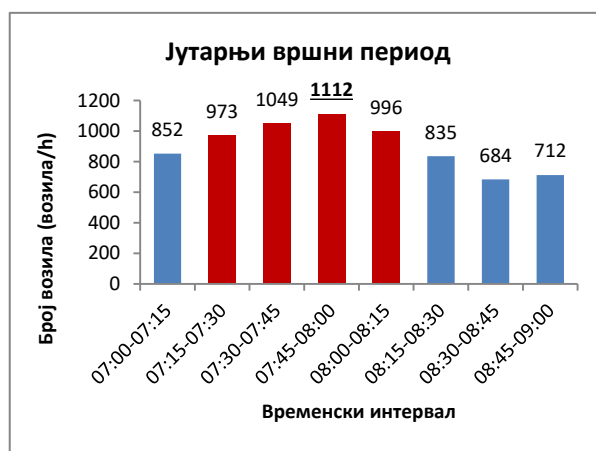
Слика 2. Ситуациони план саобраћајне сигнализације

3.2 Утврђивање захтева за протоком и карактеристике саобраћајног тока

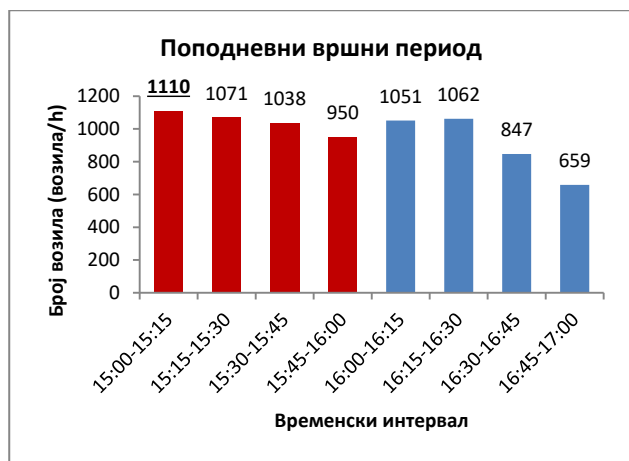
Базни захтеви за протоком утврђени су бројањем саобраћаја на предметној раскрсници. За потребе израде овог рада коришћени су подаци бројања које је спроведено 2022. године, ради израде „Смарт плана“ развоја саобраћаја Новог Сада.

Бројање саобраћаја је вршено у јутарњем вршном периоду (07:00-09:00 часова) и поподневном вршном периоду (15:00-17:00 часова).

Расподела возила по петнаестоминутним интервалима приказана је на сликама 3 и 4. На сликама су црвеном бојом означени преподневни и поподневни вршни час.



Слика 3. Расподела броја возила на раскрсници по петнаестоминутним интервалима у периоду од 7:00 до 9:00 часова



Слика 4. Расподела броја возила на раскрсници по петнаестоминутним интервалима у периоду од 15:00 до 17:00 часова

Максимална вредност часовног протока у току дана забележена је у периоду 15:00-16:00 часова, када је кроз раскрсницу прошло 4.169 возила.

Најзаступљенију категорију возила, у периоду вршног часа, чине путнички аутомобили који у укупној структури тока учествују са 89,17%. У укупној структури тока учествују и лака теретна возила са 4,70%, тешка теретна возила са 2,07%, аутовоз са 1,66%, средња теретна возила са 1,63% као и аутобуси са 0,77%.

У оквиру поподневног вршног часа најоптерећенији су северни и северозападни прилаз.

3.3. Анализа капацитета и нивоа услуге

Уз помоћ софтвера „Traffic Synchro“ утврђено је да просечни временски губици возила на раскрсници износе 174,4 s/voz, односно да раскрсница функционише на нивоу услуге „F“.

Највећи временски губици јављају се на североисточном прилазу и износе 213,4 s/voz, а затим на северном прилазу 186,9 s/voz.

4. ПРЕДЛОГ РЕШЕЊА

Пре анализе варијантних решења потребно је извршити прогнозу саобраћајног оптерећења у планском периоду од 2023. до 2043. године.

4.1. Прогноза саобраћајног оптерећења

У овом раду примењен је модел за прогнозу саобраћајног оптерећења који се базира на претпоставци да је пораст саобраћајног оптерећења на раскрсници у насељеним местима у директној вези са порастом бруто домаћег производа (БДП-а).

У табели 2. приказан је прогнозирани проток на раскрсници по петогодишњим пресецима од 2023. до 2043. године.

Табела 2. Приказ прогнозираног протока по петогодишњим пресецима

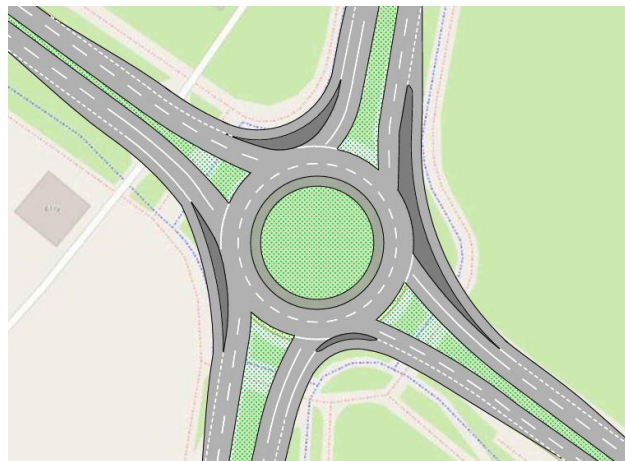
година	2023.	2028.	2033.	2038.	2043.
проток (voz/h)	4169	4775	5395	6016	6707

4.2. Предлог решења

Предложене варијанте типа раскрснице су:

- Варијанта 1 – постојећа кружна раскрсница са „bypass“ тракама на свим прилазима,
- Варијанта 2 – семафоризована раскрсница.

Варијанта 1 представља постојећу кружну раскрсницу са додатним „bypass“ тракама на свим прилазима. На слици 5 приказан је изглед предложеног решења кружне раскрснице.



Слика 5. Кружна раскрсница са „bypass“ тракама

Варијанта 2 јесте семафоризована раскрсница са по четири саобраћајне траке на свим прилазима. Две саобраћајне траке на сваком прилазу намењене су за кретање право, по једна саобраћајна трака намењена је за скретање у лево, док су десна скретања изведена као каналисана. Изглед раскрснице приказан је на слици 6.



Слика 6. Изглед семафоризоване раскрснице

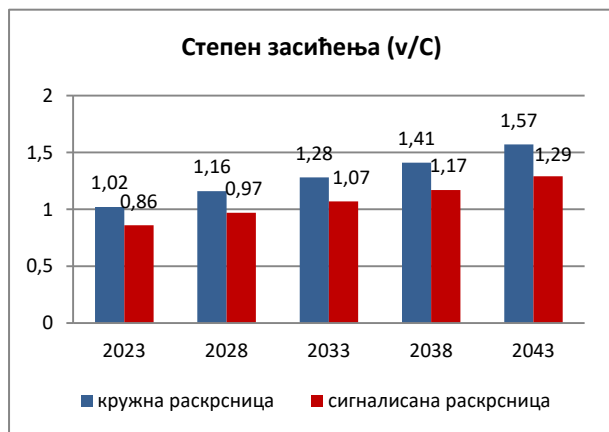
Уз помоћ програма „Traffic Synchro“ утврђена је оптимална дужина трајања циклуса, у трајању од 145 секунди.

Рад светлосних сигнала одвија се са две фазе и четири међуфазе. Међуфазе раде по методи смицања фаза, односно примењује се комбинација задршке на старту фазе и раније сечење зеленог на крају фазе.

4.3. Упоредна анализа варијантних решења

Да би се донела одлука о избору оптималне варијанте решења предметне раскрснице за плански период потребно је упоредити перформансе рада обе варијанте по годинама.

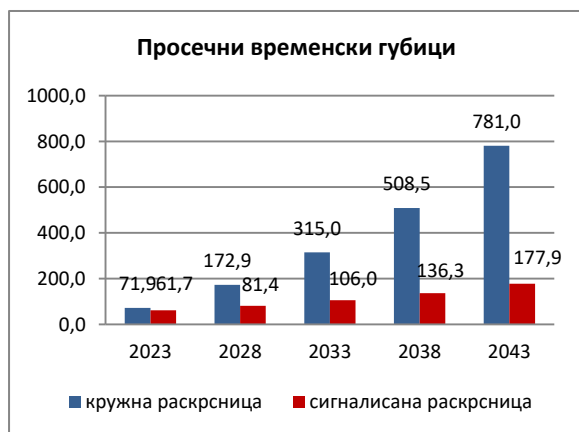
Упоредни приказ промене степена засићења у планском периоду за обе анализиране варијанте типа раскрснице, приказан је на слици 7.



Слика 7. Упоредни приказ промене степена засићења за обе варијанте током планског периода

Степен засићења кружне раскрснице, у 2023. години има вредност 1,02, односно захтевани проток превазилази капацитет раскрснице већ у базној години. У случају сигнализационе раскрснице, у базној години, степен засићења износи 0,86 док се у 2033. год. може очекивати да ће захтевани проток превазићи капацитет раскрснице.

Упоредни приказ просечних временских губитака возила на нивоу раскрснице за дефинисани плански период дат је на слици 8.



Слика 8. Упоредни приказ просечних временских губитака возила на раскрсници у планском периоду

Просечни временски губици су у свакој години планског периода већи код кружне, него код сигнализационе раскрснице и временом та разлика постаје све израженија. У 2023. години просечни губици у случају кружне раскрснице износе 71,9 s/voz, а у случају сигнализационе 61,7 s/voz. У 2043. се може очекивати да ће његова вредност порасти 10,9 пута у односу на прву годину планског периода, код кружне и 2,88 пута код сигнализационе раскрснице.

Упоредна анализа просечних временских губитака по прилазима је још једном потврдила да би се уз примену сигнализационе раскрснице остварили бољи услови одвијања саобраћаја.

На основу свега наведеног може се донети закључак да би примена семафоризоване раскрснице обезбедила значајно боље услове одвијања саобраћаја на раскрсници, у свим годинама планског периода.

5. ЗАКЉУЧАК

Циљ овог рада јесте избор начина регулисања саобраћаја који ће на оптималан начин опслужити саобраћајне токове који ће се јавити на предметној раскрсници у планском периоду од двадесет година.

Како би се нашло оптимално решење за дату раскрсницу у оквиру рада су предложене две варијанте типа раскрснице: постојећа кружна раскрсница са „bypass“ тракама на свим прилазима и семафоризована раскрсница. За доношење коначне одлуке о избору оптималне варијанте решења извршена је упоредна анализа предложених варијанти за плански период од двадесет година.

Поредећи предложене варијанте, утврђено је да варијанта 2 даје боље перформансе рада раскрснице у свим годинама планског периода. Ипак, пре доношења коначне одлуке о избору оптималног решења треба анализирати да ли би изградња надвожњака намењеног за кретање право са прилаза 1 и 3 обезбедила повољније услове одвијања саобраћаја.

Захвалница:

Резултати приказани у овом раду су део истраживања пројекта "Развој и примена савремених метода и технологија у настави и истраживањима у саобраћају и транспорту", основаног од стране Департмана за саобраћај, Факултета техничких наука у Новом Саду, Универзитета у Новом Саду, Република Србија.

4. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Јавно предузеће путеви Србије, Приручник за пројектовање путева у Р. Србији, Београд, 2012.
- [2] Давидовић С: „Утицај кружних раскрсница на услове одвијања саобраћаја на градским артеријама“, Докторска дисертација, Нови Сад, 2021.
- [3] Transportation Research Board of The National Research Council, Highway Capacity Manual, Washington, D.C., 2000

Кратка биографија:



Андреа Ковачевић рођена је у Чачку 1999. год. Мастер рад на Факултету техничких наука из области Саобраћај и транспорт - Пројектовање и организација одбранила је 2023. год.

контакт: kovacevicandrea20@gmail.com



Вук Богдановић рођен је у Сремској Митровици 1966. год. Докторирао је на Факултету техничких наука 2005. год., а од 2017. је у звању редовног професора.

UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA 4.0: OSNOVNE TEORIJSKE POSTAVKE**SUPPLY CHAIN MANAGEMENT 4.0: BASIC THEORETICAL SETTINGS**Darko Lakić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – LOGISTIKA**

Kratak sadržaj – U ovom radu razmatrane su tehnologije koje su se pojavile u Industriji 4.0 i njihov uticaj na oblasti kao što su logistika, upravljanje lancem snabdevanja, skladištenje, povratna logistika i druge. Rad prvo opisuje razvoj logistike kroz prizmu industrijskog razvoja, od Industrije 1.0 do Industrije 4.0. Upravljanje lancem snabdevanja 4.0 predstavlja evoluciju tradicionalnog pristupa upravljanju lancem snabdevanja uz pomoć digitalnih tehnologija. Ova paradigma integriše razne tehnologije kako bi se postigla veća efikasnost, transparentnost i prilagodljivost u procesima snabdevanja. Predstavljeno je nekoliko tehnologija koje su našle svoju primenu u Industriji 4.0 i njihova primena u upravljanju lancem snabdevanja. Deo rada posvećen je održivosti lanca snabdevanja čiji je cilj postići ravnotežu između ekonomske efikasnosti, ekološke zaštite i društvene odgovornosti u svim fazama lanca snabdevanja. U poslednjem delu rada, prikazane su osnove koncepta Industrije 5.0, u kontekstu doprinosa logistici i upravljanju lancima snabdevanja.

Glavne reči: logistika 4.0, digitalizacija, upravljanje lancem snabdevanja, autonomna logistika.

Abstract – In this paper, we consider the technologies that have emerged in Industry 4.0 and their impact on areas such as logistics, supply chain management, warehousing, reverse logistics and others. The paper first describes the development of logistics through the prism of industrial development, from Industry 1.0 to Industry 4.0. Supply chain management 4.0 represents the evolution of the traditional approach to supply chain management with the help of digital technologies. This paradigm integrates various technologies to achieve greater efficiency, transparency and adaptability in supply processes. Several technologies that found their application in Industry 4.0 and their application in supply chain management were presented. Part of the work is dedicated to the sustainability of the supply chain, which aims to achieve a balance between economic efficiency, environmental protection and social responsibility in all stages of the supply chain. In the last part of the paper, the basics of the Industry 5.0 concept are presented, in terms of its contribution to logistics and supply chain management.

Keywords: logistics 4.0, digitization, supply chain management, autonomous logistics.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marinko Maslarić, vanr. prof.

1. UVOD

Upravljanje lancima snabdevanja je ključni deo savremenog poslovanja koji omogućuje učinkovito povezivanje različitih aktera, resursa i aktivnosti u procesu proizvodnje i isporuke proizvoda ili usluga do krajnjih potrošača. U doba digitalne transformacije, koncept upravljanja lancima snabdevanja 4.0 postaje sveprisutan i donosi revolucionarne promene u načinu obavljanja tih aktivnosti.

Ovaj rad se bazira na opisu i analizi koncepta Logistike 4.0, pre svega kroz opis razvoja logistike kroz prizmu industrijskog razvoja, počevši od Industrije 1.0 do Industrije 4.0. U okviru ovoga, prikazano je i analizirano šest osnovnih tehnologija, koje se vezuju za koncept Industrije 4.0 i njihov doprinos i uticaj na proizvodnju, transport, skladištenje, upravljanje zalihama i druge osnovne logističke aktivnosti u okviru upravljanja jednim lancem snabdevanja. Prema tome, rad se bavi osnovnim teorijskim konceptima upravljanja lancima snabdevanja 4.0, s naglaskom na tehnološke inovacije i ideje koje oblikuju moderni pristup ovom važnom segmentu poslovanja.

Upravljanje lancima snabdevanja 4.0 uključuje različite tehnologije poput veštačke inteligencije (engl. *Artificial Intelligence-AI*), interneta stvari (engl. *Internet Of Things-IoT*), *blockchain* tehnologije, robotike, velikih podataka (engl. *Big Data*) i drugih digitalnih alata kako bi se postigla veća učinkovitost, transparentnost i fleksibilnost u složenim procesima snabdevanja. S obzirom na brzi tempo tehnološkog razvoja i neprekidne promene u poslovnom okruženju, važno je istražiti kako se osnovni teorijski koncepti upravljanja lancima snabdevanja 4.0 prilagođavaju novim zahtevima tržišta i kako organizacije mogu iskoristiti prednosti digitalne transformacije kako bi ostvarile konkurentske prednosti.

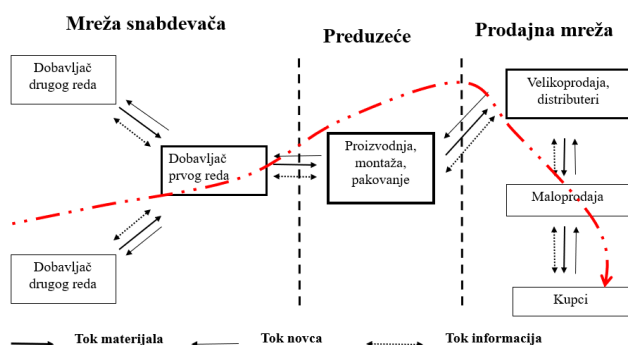
Kroz dublje razumevanje osnovnih teorijskih postavki upravljanja lancima snabdevanja 4.0, steći će se ključni uvidi i smernice za uspešnu primenu ovih koncepta u savremenom poslovanju. Ova tema će nam pomoći da sagledamo kako tehnološke inovacije oblikuju budućnost upravljanja lancima snabdevanja i kako se organizacije mogu adaptirati i ostati konkurentne u dinamičnom i sve digitalnijem poslovnom okruženju.

2. LOGISTIKA I UPRAVLJANJE LANCIMA SNABDEVANJA**2.1. Uvodne napomene**

Logistika je u osnovi orijentacija ka planiranju, koordinaciju ili šemi koja nastoji da stvori efikasan plan za protok robe i informacija kroz sistem. Upravljanje lancem snabdevanja se zasniva na ovom okviru i

pokušava da poveže i koordinira procese između subjekata u procesu, tj. dobavljača i kupaca, i same organizacije. Reč „logistika“ ima dva korena, od kojih su oba francuskog porekla. „Logistique“ dolazi iz vojnog miljea, a odnosi se na organizaciju trupa za podršku vojnoj službi. „Loger“ se odnosi na prostornu vojnu organizaciju, odnosno kampovanje. Američka vojska je počela da koristi termin „logistika“ krajem devetnaestog veka, označavajući praksu vojne podrške, odnosno transporta i snabdevanja oružanih snaga [1].

Naziv „upravljanje lancem snabdevanja“ (engl. *Supply Chain Management*) je nastao kao posledica načina posmatranja celog procesa snabdevanja kupca proizvodom (ili uslugom) koji mu je potreban. Lanac snabdevanja obuhvata sve učesnike i procese od proizvođača sirovina do krajnjeg potrošača ali se iz perspektive operativnog upravljanja klasično razmatraju tri osnovne komponente: snabdevanje, skladištenje i distribucija. Lanac snabdevanja obuhvata: tok materijala, tok informacija, tok novca (finansija), kao što je to prikazano na slici 2.1.

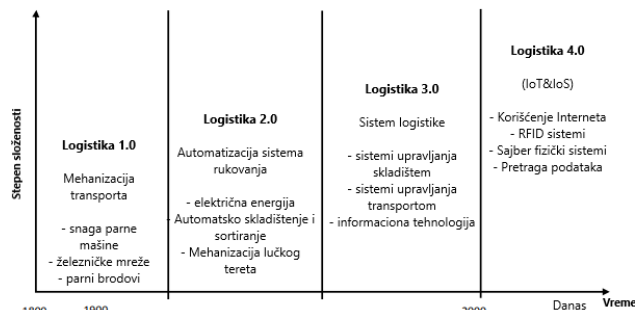


Slika 2.1. Tokovi u upravljanju lancima snabdevanja [2]

2.2. Razvoj logistike

Logistika je prošla kroz tri revolucionarna koraka pre nego što je dostigla svoju najnoviju razvojnu fazu, koja se najčešće naziva Logistika 4.0. Prvi korak (ili Logistika 1.0) pokrenut je „mehanizacijom transporta“ počevši od kasnog 19. i početka 20. veka. U ovom periodu, brodovi i vozovi opremljeni parnim mašinama bili su glavni vid transporta za kretanje robe i zamenili su ljudsku i životinjsku snagu. Kapacitet transporta je značajno porastao u 20. veku, označavajući početak doba masovnog transporta. Drugi korak (Logistika 2.0) bio je rezultat „automatizacije sistema rukovanja“ tokom 1960-ih. Ova druga inovacija u logistici pokrenuta je pronalaskom električne energije i širenjem tehnika masovne proizvodnje u proizvodnji i upotrebom automatizacijom rukovanja teretom. U ovom periodu automatizovani sistemi skladištenja i sortiranja i automatizovani sistemi za utovar i istovar zamenili su konvencionalno skladištenje, a najteži posao počele su da obavljaju mašine na električni pogon. U to vreme, kontejnerski brodovi su postali dominantni u lukama, i oni su transformisali lučki sistem rukovanja teretom. Treći korak (Logistika 3.0) pojavio se kao „sistem upravljanja logistikom“ 1980-ih. Računari i informacione tehnologije (engl. *IT-Information Technology*) predvodili su sistemizaciju logističkih aktivnosti i pokrenuli treću inovaciju u logistici. Mogućnosti upravljanja automatizacijom i logistikom su

značajno razvijene kao rezultat integracije IT sistema, kao što su sistemi za upravljanje skladištem (engl. *WMS - Warehouse Management System*) i sistem upravljanja transportom (engl. *TMS - Transport Management System*). Četvrti korak (Logistika 4.0) je sada u ranoj fazi. *Internet of Things* i *Internet of Services* (IoT & IoS) su glavni pokretači Logistike 4.0. Slika 2.2 prikazuje navedeni proces razvoja logistike tokom vremena [1].



Slika 2.2. Razvoj procesa logistike [1]

3. LOGISTIKA 4.0

3.1. Definicija Logistike 4.0

Povezivanje fizičkih predmeta kao što su senzori, uređaji i resursi preduzeća sa internetom su glavni atributi industrijske proizvodnje u industriji 4.0. Pored toga, sposobnost sistema da prikupi i analizira informacije o okruženju u bilo kom trenutku i da se prilagodi brzim promenama dodaje značajnu vrednost proizvodnom procesu [1].

Digitalne tehnologije koje nudi četvrta industrijska revolucija povećavaju, između ostalog, odzivnost u slučaju fluktuacija potražnje i poboljšavaju fleksibilnost u uslovima ograničenih kapaciteta uz smanjenje vremena isporuke zahvaljujući aditivnoj proizvodnji i istovremeno povećavajući kontrolu zaliha. Ovo dalje dokazuje inherentni uticaj industrije 4.0 na industrijsku logistiku. Uticaj tehnologija Industrije 4.0 na različite logističke operacije može se osetiti na nekoliko logističkih procesa, u rasponu od optimizovanog planiranja resursa i sistema upravljanja skladištem do inteligentnih transportnih sistema, gde bezbednost informacija i podataka postaje sve važnija [3].

Iako je rastuće interesovanje za industriju 4.0 neosporno, literatura o tome kako ova nova tehnološka revolucija utiče na aktivnosti lanca snabdevanja i intralogistiku i rukovanje materijalom je do sada bila ograničena. Ovo se delimično može pripisati višestrukoj, napornoj i još uvek skupoj prirodi Industrije 4.0, koja u svom epicentru ima pregršt složenih tehnologija koje predstavljaju veoma zahtevan izazov za kompanije koje žele da usvoje i napreduju u ovom novom poslovnom okruženju.

Definicija Logistike 4.0, na osnovu definicija datih u literaturi, bi bila sledeća: „Logistika 4.0 je upravljanje protokom materijala i informacija duž lanca snabdevanja od tačke proizvodnje (uključujući i sirovine) do kraja životnog ciklusa proizvoda i njegovog konačnog odlaganja, što uključuje stvaranje vrednosti u svakom ešalonu lanca snabdevanja, primenom inovacija i tehnologija Industrije 4.0 [4].

3.2. Prednosti i nedostaci Logistike 4.0

Logistika 4.0 pretvara tradicionalne lance snabdevanja u otvorene i fleksibilne mreže snabdevanja. Da bi postigli ove koristi, lanci snabdevanja bi trebalo da se pozabave nekim ključnim izazovima, kao što su upravljanje troškovima implementacije, kreiranje modela saradnje između zainteresovanih strana, postizanje nivoa apsorpcije znanja i stvaranje odgovarajuće strateške orijentacije. Iako su prednosti Logistike 4.0 poželjne za sve kompanije, troškovi u vezi sa njenom implementacijom su visoki. Stoga, kompanije treba prvo da identifikuju svoje ključne organizacione procese i procene svoje tehnološke potrebe kako bi odredile u koju tehnologiju i kada treba da investiraju [5].

Drugi izazov je saradnja svih zainteresovanih strana, uključujući pružaoce logističkih usluga, koji bi trebalo da implementiraju Logistiku 4.0 na osnovu stečenih znanja iz ove oblasti. Neke od tehnologija koje imaju koristi za rad su analitika velikih podataka, internet stvari, poslovna inteligencija, simulacije, povezivanje u realnom vremenu i softveri za upravljanje životnim ciklusom proizvoda. Saradnja bi mogla dovesti do značajnog smanjenja troškova i smanjenja emisije gasova staklene bašte u brodarskim aktivnostima [5]. Uspesna implementacija Logistike 4.0 zavisi od sposobnosti kompanija da apsorbuju znanje, a ne samo od integracije najsavremenijih tehnologija. Dakle, kupovina tehnologija sama po sebi neće doneti koristi, ali bi trebalo da rezultira efikasnim procesima. Upotreba novih tehnologija mora biti kombinovana sa znanjem koje pruža visoko obučeno osoblje [5].

Tabela 1. Prednosti i nedostaci u Logistici 4.0

Prednosti	Nedostaci
Integracija stvarnog i virtuelnog sveta	Visoki troškovi implementacije
Komunikacija u realnom vremenu između raznih sistema	Zahtevanje opreme napredne informacione tehnologije
Poboljšanje svih procesa u lancu snabdevanja, povećanje vidljivosti i fleksibilnosti	Pravila za primenu procesno orijentisanih (<i>Full-time/lean</i>) metoda upravljanja
Mogućnost skraćivanja vremena isporuke radi zadovoljstva kupaca	Neophodnost primene tehnologija Industrije 4.0
Dostupnost naprednih tehnologija za analizu neograničenih količina podataka	Pitanja u vezi dostupnosti i obrade podataka
Smanjenje rizika od strukturnih ili organizacionih grešaka u transakcijama	Nizak nivo svesti među kompanijama o ovom novom pristupu
Mogućnost povećanja performansi mašina i operatera i smanjenja troškova	Pravila za integraciju podsistema preduzeća
Mogućnost donošenja autonomnih odluka od strane svih korisnika sistema	Pravila za integraciju svih zainteresovanih strana u lancu snabdevanja

4. DIGITALNA TRANSFORMACIJA U LOGISTICI I LANCIMA SNABDEVANJA

5.1 Izazovi digitalne transformacije

Danas je sektor logistike počeo da sprovodi logističke aktivnosti sa minimalnom ili nultom ljudskom intervencijom u tehnologiji. Međutim, kada se pogleda literatura, postoji vrlo malo studija o ovim novim logističkim konceptima [6]. Postoji mnogo diskusija o primeni i upotrebi veštačke inteligencije, mašinskog učenja, *Big Data* i *Blockchain*-a i oni su sveprisutni u današnjem društvu. Štaviše, oni takođe imaju veliki uticaj na kompanije, a posebno na njihove lance snabdevanja.

Kompanije shvataju da ne samo da treba da traže i optimizuju interne procedure kompanije, već i da uzmu u obzir svoju mrežu snabdevanja i saradničke strane. Ovo rezultira povećanom pažnjom prema temama vezanim za lanac snabdevanja [7].

Primeri prednosti povezanih sa digitalizacijom lanca snabdevanja su: povećana prodaja, veća poslovna efikasnost, uštede troškova, veća fleksibilnost, novi oblici korisničkog iskustva uključujući veće korisničko iskustvo i zadovoljstvo kupaca. Studija je otkrila da digitalna transformacija može smanjiti troškove od 7% do 34% i dovesti do dodatnih prihoda od 22% do 33%, u zavisnosti od industrije. Međutim, precizna kvantifikacija je teška jer proces uključuje mnoge aktere izvan granica kompanije [7]. Da bi se izvršilo struktuiranje velike tematske oblasti kakva je digitalizacije lanca snabdevanja, potrebno je izvršiti organizaciju u četiri oblasti: stratešku, organizacionu, procesno-metodsku i tehnološku. Prva oblast, strateška digitalizacija, razmatra pitanja poput formulacije strategije, novih oblika digitalnog upravljanja duž lanca snabdevanja ili drugih funkcija upravljanja i kontrole. Druga oblast, organizaciona digitalizacija, pokriva više „mekih“ tema kao što su razvoj zaposlenih ili kulturološki način razmišljanja. Treće, oblast digitalizacije procesa i metoda razmatra prilagođavanje procesa koji se odnose na lanac snabdevanja uzimajući u obzir napore na saradnji i koordinaciji. Na kraju, ali ne i najmanje važno, tehnološka digitalizacija je najistaknutija oblast u literaturi

5.2 Tehnologije

Aktivnosti i ponašanja ljudi su se vremenom promenili sa društvenim, ekonomskim, ekološkim i tehnološkim razvojem. Promene u okruženju, ekonomiji i tehnologiji takođe su uticale na proizvodne i distributivne aktivnosti i naterale ih na inovacije. Kao rezultat inovativnih napora u proizvodnji i distribuciji, počele su da se koriste autonomne komunikacione tehnologije i alati. Sa digitalnim tehnologijama došlo je do radikalnih promena u procesima, aktivnostima i svim poslovnim modelima. Ove promene su bile efikasne u mnogim oblastima. Jedan od sektora koji doživljava digitalne promene je sektor logistike [6].

Većina tehnologija Industrije 4.0 mogla bi se implementirati u oblasti logistike, imajući u vidu bliske povezanosti između proizvodnje i logistike i široke mogućnosti koje nudi korišćenje digitalnih tehnologija, što omogućava obezbeđivanje kompletnosti i interoperabilnosti između

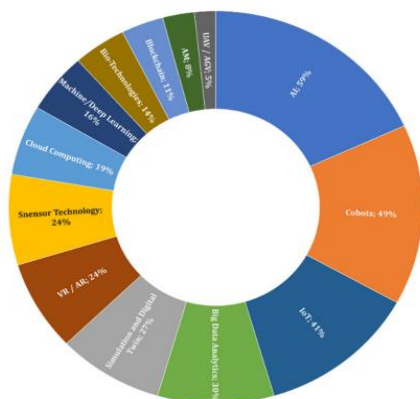
međuorganizacijskih funkcija. Štaviše, digitalizacija u logistici bi mogla predstavljati povećanje efektivnosti i konkurentnosti i za industrije i za zemlje. Kao što je navedeno u prethodnom delu rada, ključne tehnologije koje pokreću Logistiku 4.0 su IoT, sajber-fizički sistemi, *Big Data*, *Blockchain*, *Cloud* i autonomni roboti [4].

5. LOGISTIKA 5.0

Korišćenjem efektivnosti i efikasnosti proizvodnih procesa, Industrija 4.0 pretežno naglašava promenu paradigme koju vode nove tehnologije, ali je manje pažnje posvećeno ljudskim aspektima. Ovo se, međutim, može posmatrati kao pretnja održivom razvoju ljudi i društva, što zahteva više pažnje i napora kako od strane industrijskih praktičara tako i od akademske zajednice. Iako se ovaj problem može delimično rešiti uključivanjem industrije 4.0 u kontekst održivosti, cirkularne ekonomije, zelenog lanca snabdevanja i slično, i dalje je važno imati sistematski konceptualni razvoj kako bi se ispunili nedostajuće tačke Industrije 4.0.

Dakle, imajući u vidu značaj ljudske centričnosti, otpornosti i održivosti, predlaže se koncept Industrije 5.0 da dopuni postojeću Industriju 4.0 kako bi se bolje ispunili industrijski i tehnološki ciljevi bez ugrožavanja društveno-ekonomskih i ekološki učinaka. Između ostalog, personalizacija, saradnja ljudi i mašina, bioekonomija i održivost su najvažniji stubovi u Industriji 5.0. Kao ukorenjena u Industriji 4.0, Industrija 5.0 obuhvata slične tehnologije i stoga je od značaja jasna razlika između ove dve industrijske revolucije.

Zvanično uvođenje Industrije 5.0 podupire evoluciju ove nove paradigme u pogledu trinarnog koncepta kako bi se precizno utvrdile njene odgovarajuće osnovne vrednosti: usredsređenost na čoveka, elastičnost, održivost. Na slici 3 prikazano je učešće istraživanja tehnologija za petu industrijsku revoluciju [8].



Slika 3. Tehnologije podrške u pametnoj logistici Industrije 5.0

6. ZAKLJUČAK

Najbitniji i najosnovniji faktor u logističkim procesima je digitalizacija. Da bi posao opstao, mora biti integrisan sa digitalizacijom. Značajan doprinos digitalizacije u poslovanju gura preduzeća da više ulažu u ovu oblast. U svetu koji se globalizuje, najkritičniji faktor za opstanak

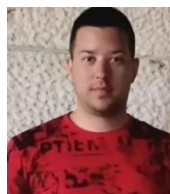
preduzeća i sticanje konkurentne prednosti jeste ulaganje u digitalizaciju i njeno sprovođenje. Aktivnosti digitalizacije pomažu da se obezbedi dugoročna konkurentna prednost u logističkim aktivnostima pružanjem prednosti kao što su poboljšanje logističkih performansi i smanjenje logističkih troškova.

Sektor logistike je počeo da sprovodi logističke aktivnosti sa minimalnom ili nultom ljudskom intervencijom u tehnologije. Ovi razvoji otkrili su nove koncepte logistike, koji se najčešće nazivaju pametna, inteligentna, smart ili jednostavno Logistika 4.0. Ovaj tekst je namenjen širokom spektru publike, uključujući poslovne profesionalce, menadžere lanaca snabdevanja, studente, istraživače i sve one koji žele da razumeju ključne aspekte ovog sve važnijeg koncepta.

7. LITERATURA

- [1] Turan Paksoy, Çiğdem Koçhan, Sadia Samar Ali, "Digital Transformation of Supply Chain Management," 2021.
- [2] https://vts.edu.rs/wp-content/uploads/2017/04/LANCI_SNABDEVANJA.pdf
- [3] L. Salomé, "Impacts of Industry 4.0 Nine Technologies in Manufacturing, Logistics, and Stores," July 2020.
- [4] Camila Patricia Malagón-Suárez, Javier Arturo Orjuela-Castro, "Challenges and Trends in Logistics 4.0," 2022.
- [5] Vidović, M., Miljuš, M., „Lokacijski problemi – značaj, vrste i način rešavanja“, Saobraćajni fakultet, Beograd, 2004.
- [5] M. Erdoğan, "Development of Logistics Management and Relationship with Industry," 2021.
- [6] Bülent Yıldız, Şemsettin Çiğdem, "Digital Transformation in Logistics: Lights-Out Logistics," 2022.
- [7] <https://www.scmdojo.com/challenges-for-the-digital-transformation-of-supply-chains/>
- [8] Niloofar Jafari, Mohammad Azarian, Hao Yu, "Moving from Industry 4.0 to Industry 5.0: What Are the Implications for Smart Logistics?," 2022.

Kratka biografija:



Darko Lakić rođen je u Kikindi 1997. god. Tehničku školu Kikinda, smer Tehničar drumskog saobraćaja, završava 2016. godine i iste godine upisuje Fakultet tehničkih nauka, departman za saobraćaj i transport u Novom Sadu, na kome u septembru 2021. godine stiče zvanje – diplomirani inženjer saobraćaja.

kontakt: darkolakic@hotmail.com

REDIZAJN APLIKACIJE ZA SKLOPIVE MOBILNE TELEFONE**APPLICATION REDESIGN FOR FOLDABLE MOBILE PHONES**Vanja Ilić, Saša Petrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – GRAFIČKO INŽENJERSTVO I DIZAJN**

Kratak sadržaj – Tema ovog rada jeste prilagođavanje postojeće aplikacije "Polovni automobili" za upotrebu na sklopivom telefonu, kao vrsti uređaja koji doživljava veliku ekspanziju. Dizajn za sklopive mobilne telefone predstavlja značajnu stavku prilikom kreiranja aplikacije. Pre svega mora se obratiti pažnja na režime rada ovih telefona. Dva glavna režima jesu otvoren i zatvoren režim. U praksi pak postoji i varijanta poluotvorenog režima gde je iskorišćenje ekrana na maksimalnom nivou, ali su ekrani i dalje podeljeni. Redizajn aplikacije "Polovni automobili" je uključivao prilagođavanje korisničkog interfejsa, iskustva i funkcionalnosti kako bi se iskoristile jedinstvene, inovativne mogućnosti sklopivih mobilnih telefona sa dodatnim ciljem rešavanja problema sa kojima se susreću korisnici aplikacija, otkrivenih analizom aplikacija prisutnih na tržištu.

Ključne reči: redizajn, dizajn korisničkog interfejsa, mobilne aplikacije, sklopivi mobilni telefoni

Abstract – The subject of this paper is the adaptation of the existing application "Polovni automobili" for use on a foldable phone, as a type of device that is experiencing a great expansion. Design for foldable mobile phones is an important step when creating an application. First of all, special attention must be paid to the operating modes of these phones. The two main modes are open mode and closed mode. In practice, there is also a semi-open mode where the use of the screen is at the maximum level, even though the screens are still divided. The redesign of the "Polovni automobili" application involved adapting the user interface, experience, and functionality to leverage the unique, innovative capabilities of foldable mobile phones, with the additional goal of addressing issues identified through an analysis of applications available on the market.

Keywords: redesign, user interface design, mobile applications, foldable mobile phones

1. UVOD

Pojavom pandemije Korona-19 virusa javila se velika potreba za dobrom mobilnošću na radnim mestima. Kompanije i poslodavci okrenule su svoje biznis ideje na udaljene i hibridne položaje rada. Ovoj velikoj promeni se industrija mobilnih uređaja morala prilagoditi. Rutine zaposlenih, a i ostalih korisnika su se morale promeniti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Saša Petrović, docent.

Pod ovakvim okolnostima popularizovali su se sklopivi mobilni uređaji, koji su svojim razvojem danas postali odličan alat za uspešan rad na hibridnim radnim mestima, zabavu i obavljanje svakodnevnih aktivnosti na Internetu.

2. TREND OVI I POPULARNOST SKLOPIVIH MOBILNIH TELEFONA

Sklopivi (eng. Foldable) mobilni telefoni predstavljaju najveću inovaciju u svetu mobilnih telefona. Sa najtraženijim i najpoželjnijim sklopivim mobilnim telefonom, kompanija Samsung snabdeva preko 46% korisnika sklopivih telefona. S obzirom na trenutno dva različita tipa sklopivih telefona, takozvani *Flip* i *Fold*, 49% korisnika sklopivih telefona se opredeljuje isključivo za *Flip* model, 36% korisnika za *Fold* ili drugačije rečeno *Book* model, a ostatak korisnika je neopredeljen. Fascinantn podatak je i taj da čak 92% korisnika ne želi da menja ovu svetski poznatu marku prilikom kupovine novog telefona. Saradnik direktora North America research Hanish Bhatia, napomenuo je da sklopivi mobilni telefoni imaju bolje performanse od standardnih Android i iOS uređaja, ali i da se ipak ne očekuje da oni preuzmu dominantno mesto u ovoj industriji [1].

2.1. Prednosti i mane sklopivih mobilnih telefona

Kao i većina novih tehnologija, sklopivi telefoni sa sobom donose veliki broj prednosti, ali ne dolaze ni bez mana.

Neke od prednosti ovih uređaja su:

Veći displej – neki od ekrana mogu biti toliko veliki da se mogu porediti i sa ekranom tableta. Sama veličina poboljšava funkcionalnost ali i samu zabavu tokom korišćenja.

Manja kućišta – samo kućište sklopivog mobilnog uređaja može biti znatno manje u odnosu na regularan telefon. Takva situacija je vidljiva kod telefona sklopivih na preklap ili *Flip* telefona. Velika prednost ovoga jeste sama prenosivost uređaja.

Najproblematičnije mane ovih uređaja su:

Izdržljivost – sami pomerajući delovi nisu izrađeni još uvek od toliko kvalitetnih materijala pa često dolazi i do pucanja savitljivog dela ekrana. Svakim testiranjem i novom verzijom uređaja se povećava izdržljivost i time su kompanije došle do otprilike 200000 preklopa što je i više nego dovoljno.

Loš kvalitet ekrana – sudeći da se ekran treba preklopiti, proizvođači se ne mogu osloniti na stakleni displej. S tim u vezi ekrani kod sklopivih telefona su izrađeni od specijalne vrste plastike koja ne pruža dovoljnu jasnoću i više je sklona mehaničkim oštećenjima ekrana [2].

2.2. Različiti tipovi sklopivih mobilnih telefona

Kod tipova sklopivih telefona razlikuju se dva tipa, *Flip* i *Fold*. Ova dva tipa sklopivih telefona se razlikuju po načinu preklapanja [3].

Flip model sadrži preklapnu liniju po horizontali telefona. U otvorenom režimu ovaj tip izgleda kao regularan nesklopivi telefon. Međutim, preklapanjem se dobija upola manji telefon sa posebnim ekranom i funkcijama na njemu.



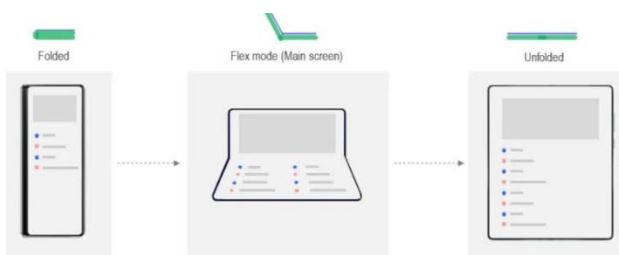
Slika 1. Flip i Fold model telefona

Fold model sklopivog telefona poseduje vertikalnu osu preklapanja što pokazuje to da se ovakav model preklapa kao stranice knjige. U zatvorenom režimu ovaj telefon izgleda kao i svaki regularan pametan telefon, međutim kada se otvori ovaj uređaj postaje mali tablet sa dijagonalom ekrana preko 7 inča.

Bez obzira o kom tipu telefona je reč, najvažnije informacije moraju biti postavljene na primarni, nerasklopljen ekran [4].

2.3. Različiti režimi rada sklopivih mobilnih telefona

Postoje dva zvanična režima rada, otvoren i zatvoren. Međutim u praksi se javlja i treći oblik, popularno poluotvoren ili fleksibilan mod telefona što je i prikazano na slici 2. Ovo stanje pruža korisnicima dva logička ekrana uklopljena u jedan veliki ekran sa namerom da se određene kontrole poput menija prikazuju na jednom delu ekrana, a njihova funkcionalnost na drugom većem delu ekrana.



Slika 2. Prikaz različitih režima rada sklopivih telefona

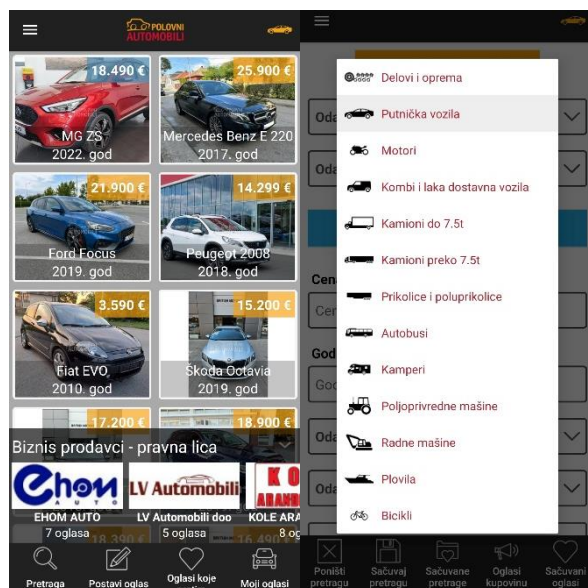
Primer upotrebe otvorenog režima. Ukoliko korisnik želi da sabere ili odradi prostu matematičku funkciju, on nema potrebe za kompleksnim izrazima i za proširenjem opsega izbora funkcija samog kalkulatora. S druge strane ako korisnik želi da obračuna poslovni izvod za koji su mu potrebne složene funkcije on može preći u otvoren režim i tada dobija sve moguće funkcije za izvršenje svog zadatka.

3. EKSPERIMENTALNI DEO

Eksperimentalni deo se zasniva na konkretnim primenama funkcija softvera Adobe XD u cilju razvijanja prototipa za aplikaciju „Polovni automobili“ prilagođenu svim režimima rada sklopivih mobilnih telefona sa posebnom pažnjom usmerenom na otklanjanje svih nedostataka prisutnih u izvornoj aplikaciji koji negativno utiču na korisničko iskustvo.

3.1. Prvobitan izgled aplikacije

Izovrnu aplikaciju odlikuje jednostavan dizajn (Slika 3). Uprkos jednostavnosti dizajna, javljaju se i određene poteškoće pri pretrazi i u samom korisničkom iskustvu prilikom aktivnog korišćenja aplikacije. Jedan od ovih problema jeste taj što simultani prikaz rezultata filtriranja nije postojao. Takođe, sama hijerarhija informacija po važnosti nije bila skladno rešena što je u redizajnu rešeno pojavom bitnih informacija na vrhu, a za prikaz detaljnih informacija korisnik bi morao aktivirati istoimenu opciju. Vraćanje na prethodne korake bilo je otežano i učestalo što predstavlja još jedan od problema, a u redizajnu je ovaj problem rešen konstantnim prikazivanjem drugih oglasa. S tim u vezi izvršene su i određene izmene u samom izgledu i funkcionalnosti aplikacije pa je tako dodata i opcija poređenja dva različita vozila koja nije postojala u prvobitnoj verziji.

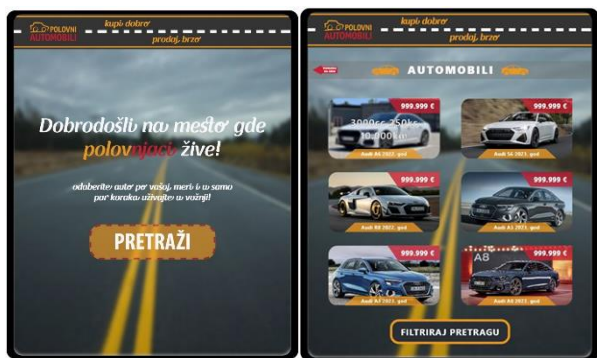


Slika 3. Izgled izvorne aplikacije

3.2. Redizajn aplikacije za zatvoren režim rada

Stanje iz kog se polazi prilikom redizajna je zatvoreno stanje. Neophodno je ostaviti dovoljno prostora i ne pretpavati sam korisnički interfejs. S tim u vezi ostavljeni su najbitniji elementi poput pretrage automobila, motora, kamiona, delova za automobile kao i sama opcija primene filtera za pretragu. Međutim, zbog veličine ekrana u zatvorenom režimu, korisnik može vršiti pregled vozila i filtriranje pretrage samo do određenih granica.

U zaglavlju, logo aplikacije „Polovni automobili“ služi za vraćanje aplikacije na početni ekran. Na ekran je dodata zamućena pozadina sa ciljem pružanja dodatnog užitka korisniku prilikom rada u aplikaciji. Prazan prostor na pozadini je popunjen dodavanjem adekvatnog teksta putem kog klijent korisnicima može pružiti određenu vrstu informacije pri samom logovanju u aplikaciju. Ispod toga je dodato dugme „Pretraži“ kojim se izvršava glavna akcija odlaska na stranicu gde se bira tip vozila i koje je dominantno na ekranu (Slika 4). U zatvorenom režimu su ostavljene ikonice za pretragu samo najosnovnijih i najčešće pretraživanih tipova vozila. Odabirom tipa vozila otvara se prikaz sa istaknutim oglasima (Slika 4) i dugmetom za filtriranje pretrage kojim se otvara prikaz sa najosnovnijim filterima.



Slika 4. Izgled osnovnih prikaza u zatvorenom režimu

3.3. Redizajn aplikacije za poluotvoren režim rada

U poluotvorenom režimu, koji je i za korisnike sklopivih telefona i najinteresantiji, pre svega dodat je veći izbor vozila. Donji deo ekrana dobija opciju menija u kome se nalaze dodatne opcije filtriranja i pretraživanja poput sačuvanih, istaknutih oglasa i poruka.

Pritiskom na ikonicu vozila otvara se prozor sa kratkim video sadržajem u gornjem delu ekrana, a u donjem delu ekrana se pojavljuju istaknuti oglasi. Zadržavanjem prsta preko oglasa pojavljuju se najosnovnije informacije o motociklu poput godišta, kilometraže i kubikaže. Takođe, ubačeno je i dugme za povratak na glavni meni.

Klikom na oglas, u gornjem delu ekrana se otvara novi prozor sa slikama i proširenim osnovnim informacijama o vozilu, dok u donjem delu ekrana ostaje aktivan pregled oglasa (Slika 5). Ispod podataka o vozilu dodato je dugme za detaljan prikaz vozila sa svim slikama i informacijama koje su dodate u oglas i dodatnim akcijama od značaja za korisnike, poput čuvanja oglasa (Slika 5).



Slika 5. Pretraga i prikaz oglasa u poluotvorenom režimu

U svakom koraku postoji opcija filtriranja podataka. Aktiviranjem ove opcije otvara se poseban prozor sa poljima u koja korisnik unosi detaljne podatke o vozilu ručno uz mogućnost aktivacije i dodatnih filtera u odnosu na one dostupne u zatvorenom režimu telefona (Slika 6). Zatim aplikacija, aktiviranjem opcije filtriranja, prikazuje samo vozila koja pripadaju označenim filterima.

U donjem delu ekrana uvek ostaju dostupni filteri čime se omogućava brza i laka promena filtera i praćenje promene rezultata pretrage koji se prikazuju odvojeno u gornjem delu ekrana. Izborom vozila otvara se novi prozor sa informacijama i posebnim odeljkom sa sličnim vozilima (Slika 6). Prednost ovog prikaza jeste mogućnost poređenja dva različita oglasa gde se donji deo ekrana mobilnog telefona popunjava slikama i informacijama o vozilu koje se poredi sa prethodno pregledanim vozilom (Slika 6). Poređenje oglasa je na isti način implementirano i u delu aplikacije sa sačuvanim oglasima.



Slika 6. Filteri i poređenje oglasa u poluotvorenom režimu

3.4. Redizajn aplikacije za otvoren režim rada

Režim potpuno otvorenog telefona donosi nove promene i mogućnosti prilikom korišćenja aplikacije. Prvenstveno, u samom izboru vozila aplikacija sadrži više vrsta vozila (Slika 7). U ovom stanju korisnik ima punu kontrolu i veći izbor pretrage, ali i gubi mogućnosti prisutne u poluotvorenom stanju, pre svega usled ergonomije rukovanja telefonom koji je sada u potpunosti rasklopljen i više ni po čemu nije drugačiji od normalnih, nesklopivih mobilnih telefona.

U otvorenom režimu je izvršeno virtuelno razdvajanje gornjeg i donjeg dela uređaja (ekrana) u cilju poboljšanja ergonomije korišćenja uređaja jednom rukom u otvorenom režimu. Iz tog razloga je u donjem delu ekrana osmišljen panel sa komandama koje korisniku, bez obzira u kom delu aplikacije se nalazio, olakšavaju upotrebu i kretanje kroz samu aplikaciju. Na slici 7. prikazan je izgled aplikacije nakon odabira željenog modela vozila. Prethodno spomenute kontrole koje se nalaze u donjem delu ekrana služe za prelistavanje fotografija koje se nalaze u gornjem delu ekrana (kontrole strelica), dva vertikalna zaobljena pravougaonika koja predstavljaju komandu skrolovanja radi lakšeg pregledanja podataka o vozilu kao i informacija o istom, poboljšavajući ergonomiju rukovanja kroz smanjivanje potrebe za promenom hvata. Ovaj režim telefona sadrži jednu komandu radi lakšeg prelaska na sledeći oglas. To je opcija koja sadrži više slika ispod komandi strelica. Pored toga, u ovom režimu su zadržane i proširene mogućnosti filtriranja.



Slika 7. Filteri i poređenje oglasa u poluotvorenom režimu

4. ZAKLJUČAK

Danas su uređaji ovog tipa sve prisutniji i pristupačniji, tako da polako zauzimaju značajno mesto u sferi mobilnih telefona. Sa ovim uređajima dolazi i ogroman, novi prostor za rešavanje problema sa kojima se susreću korisnici aplikacija.

Mogućnost korišćenja višestrukih panela u isto vreme znatno smanjuje napore prilikom korišćenja. Ova opcija znatno pomaže korisnicima u svim sferama, a pogotovu onima koje se tiču kupovine, finansija ili video igara.

Redizajn aplikacije "Polovni automobili" je uključivao prilagođavanje korisničkog interfejsa, iskustva i funkcionalnosti kako bi se iskoristile jedinstvene, inovativne mogućnosti sklopivih mobilnih telefona.

Novi dizajn je omogućio bolje iskustvo korisnika i povećao funkcionalnost aplikacije na Flip varijanti sklopivog telefona tako što je olakšana pretraga i filtriranje rezultata, smanjena potreba za promenama stranica unutar aplikacije, poboljšana hijerarhija relevantnih informacija, omogućeno pregledno i jednostavno poređenje vozila i olakšana navigacija kroz poboljšanje ergonomije pri navigiranju kroz različite segmente aplikacije u svim režimima rada uređaja.

Budućnost dizajna aplikacija i tehnologije sklopivih telefona obećava uzbudljive inovacije i promene. Sa sve većim usvajanjem sklopivih telefona, dizajneri aplikacija će morati da razmisle o još kreativnijim i efikasnijim načinima prilagođavanja interfejsa i funkcionalnosti ovim uređajima.

Sklopivi telefoni pružaju mogućnost da se korisnicima ponudi raznovrsno iskustvo, od tradicionalnog režima korišćenja do proširenih režima sa većim ekranima i drugim senzorima. Ovo će zahtevati dublje razumevanje korisničkog ponašanja i potreba i dinamičan pristup dizajnera, fokusiran na prilagođavanje korisničkim potrebama i iskustvima kako bi se stvorile aplikacije koje se lako prilagođavaju različitim konfiguracijama ekrana i funkcionalnostima sklopivih telefona sa ciljem maksimalnog iskorišćenja svih prednosti ovih inovativnih uređaja

5. LITERATURA

- [1] A. Chawla, "Survey: 28% of US Smartphone Users Highly Likely to Opt for a Foldable as Next Purchase," *counterpointresearch.com*, 2023. [Online]. Dostupno na: <https://www.counterpointresearch.com/insights/survey-28-of-us-smartphone-users-highly-likely-to-opt-for-a-foldable-as-next-purchase/> [Pristupljeno: 08.08.2023.]
- [2] M. Rutnik, and A. Grush, "The best foldable phones you can get in 2023," *androidauthority.com*, 2023. [Online]. Dostupno na: <https://www.androidauthority.com/best-foldable-phones-922793/> [Pristupljeno: 01.09.2023.]
- [3] Samsung, "Samsung Galaxy Flip vs Fold: What's The Best Foldable Phone For You," *samsung.com*, 2023. [Online]. Dostupno na: <https://www.samsung.com/uk/mobile-phone-buying-guide/samsung-fold-vs-flip/> [Pristupljeno: 03.09.2023.]
- [4] D. Z. Huang, "Analysis of the Impact of Foldable Mobile Phones Design on People's Lives," In: Proc. 2021 International Conference on Public Relations and Social Sciences ICPRSS 2021, 2021, pp. 1155-1160. doi: 10.2991/assehr.k.211020.322

Kratka biografija:



Vanja Ilić rođen je u Pirotu 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn odbranio je 2023.god.
Kontakt: ilicvanja850@gmail.com



dr Saša Petrović rođen je u Gornjem Milanovcu 1993. godine. Doktorirao je na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Grafičko inženjerstvo i dizajn 2020. god., a od 2023. je u zvanju docenta na Fakultetu tehničkih nauka.
Kontakt: petrovic.sasa@uns.ac.rs

UPOTREBA LASERSKOG GRAVIRANJA I 3D ŠTAMPANJA PRI IZRADI MODELA URBANOG PODRUČJA VEĆE RAZMERE**PRODUCTION OF LARGE URBAN FRAGMENTS USING LASER ENGRAVING AND 3D PRINTING TECHNIQUES**Tamara Miljković, Marko Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Tema ovog istraživanja bavi se pronalaženjem efikasnog i isplativog procesa izrade modela većeg urbanog područja, u razmeri. Istraživanje obuhvata testiranje različitih pristupa generisanja digitalnog modela grada i njegove fabrikacije tako da se kao krajnji rezultat dobije maketa grada veće razmere, primenom tehnika laserskog graviranja i 3d štampanja.

Ključne reči: Fabrikacija, maketa grada, digitalni model grada, lasersko graviranje, 3d štampanje

Abstract – The topic of this research is finding an efficient and cost-effective process of creating a scale model of a larger urban area. The research includes testing different approaches to generating a digital model of the city and its fabrication, by using laser engraving and 3d printing techniques, so that the end result is a larger-scale physical model of the city.

Keywords: Fabrication, city scale-model, digital city model, laser engraving, 3d printing

1. UVOD

Arhitektonski modeli, odnosno makete, imaju dugu istoriju svestranog instrumenta kojim su se arhitekte služile kako bi vizualizovale, razvijale i definisale svoje ideje i koncepte. Iako su se makete u početku koristile za prikazivanje jednog zasebnog objekta ili njegovog dela, u periodu od 17. do 19. veka počele su da se izrađuju i makete čitavih gradova [1]. Pri izradi ovih, ali i maketa u opštem slučaju, posebnu pažnju treba posvetiti odabiru odgovarajuće razmere, koja, između ostalog, zavisi i od količine detalja koje na modelu treba prikazati.

1.1. Oblast istraživanja

Izrada modela u razmeri je disciplina koja pokriva fabrikaciju fizičkih modela nekog objekta koji pritom treba da zadrži određenu skalu ili relativne proporcije. Razmera u kojoj će model biti izrađen zavisi od vrste modela i njegove namene. U okviru podele modela na osnovu prostora koji reprezentuju, između ostalih, ubrajaju se i modeli gradova [2]. Modeli gradova predstavljaju šire urbano područje onakvim kakvo trenutno jeste. Najčešće se koriste za proučavanje urbanističkih rešenja na širem nivou – blok, deo grada ili ceo grad.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Jovanović, docent.

Zastupljenost i primena ovih modela česta je i van okvira arhitekture. Jedan od vida upotrebe modela gradova, jesu trodimenzionalne mape gradova koje se mogu sresti u velikom broju nacionalnih i zabavnih parkova, aerodroma, gradskih kuća i trgova. Na ovako široku primenu umnogome je uticala, kako pojava CNC mašina, poput lasera i 3d štampača, tako i razvoj računarske grafike.

U prošlosti, izrada maketa je obuhvatala upotrebu grafičkih crteža i skica. Razvoj računarske grafike doveo je do pojave digitalnih modela koji, osim za reprezentaciju, svoju primenu pronalaze i u izradi fizičkih modela u razmeri, odnosno maketa. Upotreba digitalnih modela u ovom pogledu, pruža mogućnosti brzih izmena pri pronalaženju odgovarajućih formi i oblika, ali i strategijama fabrikacije.

1.2. Predmet istraživanja

Usled pojave olakšavajućih okolnosti po pitanju izrade, kako fizičkih, tako i digitalnih modela gradova, nastalo je posebno tržište produkcije modela gradova u komercijalne svrhe. Razvoj specijalizovanog tržišta uticao je na potražnju za rešenjima i načinima automatizacije procesa izrade jednog ovakvog modela.

Predmet ovog istraživanja jeste izrada modela većeg urbanog područja, koja obuhvata testiranje različitih pristupa digitalnog modelovanja gradova i pristupa fabrikaciji, tako da se kao krajnji rezultat dobije fizički model grada u razmeri, napravljen od drveta ili plastike.

1.3. Stanje u oblasti

Na osnovu stanja u oblasti, proces fabrikovanja modela grada, u slučaju primene tehnike 3d štampanja, obuhvata: generisanje digitalnog modela upotrebom 15 različitih slojeva podataka dobijenih optičkim radarom i satelitskim snimcima, ručno usavršavanje finijih detalja digitalnog modela, dodatnu obradu modela po završetku štampe [4].

Modeli gradova dobijeni primenom tehnika laserskog graviranja i sečenja najčešće se sastoje od više slojeva. Osnovni sloj se sastoji od ugraviranih osnova zgrada, nakon čega se preko dodaje sloj isečenih puteva. U slučaju postojanja vodenih površina često se ispod dodaje još jedan sloj. Problemi sa ovakvim načinom izrade jesu nedostatak reljefa terena, veliki gubitak materijala pri izradi sloja puteva, kao i vreme potrebno za sklapanje svih slojeva.

Oba načina izrade uslovljena su postojanjem, ili digitalnog modela grada, u slučaju 3d štampe, ili vektorskih podataka u slučaju laserskog graviranja i sečenja. Većina podataka o nekom urbanom području

može se pronaći u specijalizovanim datotekama geografskih nekom urbanom području može se pronaći u specijalizovanim datotekama geografskih informacionih sistema (GIS datoteka), a jedna od takvih lokacija je *OpenStreetMap*-a (OSM). Međutim, načini geometrijske interpretacije ovih podataka jesu ono što je problematično.

1.4. Problem

Analizom stanja u oblasti izrade fizičkih modela većeg urbanog područja, uočeni su određeni problemi. Početni problem jeste generisanje digitalnog modela željenog urbanog područja. Uzevši u obzir površinu teritorije koju je potrebno modelovati, javlja se potreba za pronalaskom automatizovanog procesa modelovanja.

Problemi u načinima izrade fizičkog modela, u slučaju primene tehnike 3d štampanja, odnose se na dužinu trajanja same štampe. Na osnovu toga pokrenuto je pitanje pronalaska odgovarajućih podešavanja kojima bi se osigurala vremenska efikasnost samog procesa, ali kojima se ne bi narušio krajnji kvalitet fabrikovanog modela.

Problemi pri primeni tehnika laserskog graviranja i sečenja ogledaju se u nedostatku osećaja trodimenzionalnosti fabrikovanih modela, kao i nepotrebnih gubitaka velike količine materijala. Još jedan od problema kod primene laserskih tehnika jeste vreme potrebno za spajanje svih potrebnih slojeva.

1.5. Cilj

Cilj ovog istraživanja jeste pronalazak najefikasnijeg načina za generisanje digitalnog modela većeg urbanog područja upotrebom dostupnih podataka, kao i pronalazak najefikasnijeg načina fabrikacije tog modela, upotrebom tehnologija laserskog graviranja i 3d štampanja. Fabrikacija modela u ovom slučaju podrazumeva izradu fizičkog modela koji ne zahteva dodatnu doradu i post-produkciju. Kriterijumi koje je potrebno zadovoljiti su: vreme pripreme modela (odnosi se na vreme potrebno za generisanje digitalnog modela), vreme izrade fizičkog modela, kvalitet finalnog modela (odnosi se na nivo detalja i stanje dobijenog fizičkog modela), troškovi izrade.

2. METODA IZRADE

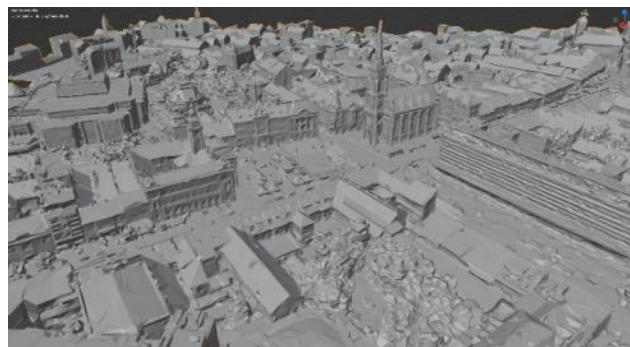
Proces izrade ovog istraživanja sastojao se od dva dela. Prvi deo obuhvatao je testiranje različitih pristupa generisanja digitalnog modela, dok je drugi deo obuhvatao izradu fizičkog modela primenom dva pristupa fabrikacije – laserskog graviranja i 3d štampanja. Za izradu ovog istraživanja odabrano je područje grada Novog Sada, koje obuhvata površinu od oko 10km².

2.1. Generisanje modela

Za generisanje digitalnog modela testirana su tri pristupa, od kojih je jedan baziran na upotrebi podataka dostupnih na gogl mapama, dok su dva bazirana na upotrebi dostupnih izvora i informacija sadržanih u datotekama geografskog informacionog sistema.

Prvi pristup obuhvatao je upotrebu *Blender* softvera i *RenderDoc* dodatka. Primena ovog pristupa obuhvatala je: prikupljanje podataka sa gogl mapa pomoću *RenderDoc* dodatka, učitavanje dobijenih podataka u *Blender* softver pomoću *MapsModelsImporter* dodatka,

spajanje dobijenih segmenata modela u jedan, čišćenje mreže modela, ponavljanje celokupnog procesa dok nije dobijena cela željena teritorija. Dobijeni model predstavljao je ljušturu grada, nije imao debljinu zbog čega mu je nedostajala treća dimenzija, koja je u slučaju 3d štampanja neophodna. Iz tog razloga na model je dodata podloga.



Slika 1. Uvećan prikaz dela modela dobijenog prvim pristupom modelovanja

Iako je ovim pristupom dobijen model visokog nivoa detalja, process izrade po pitanju vremena potrebnog za modelovanje pokazao se kao zahtevan. Shodno tome testiran je još jedan pristup.

Drugi pristup obuhvatao je upotrebu *Blender* softvera i *BlenderGIS* dodatka. *BlenderGIS* dodatak pruža mogućnost interpretacije GIS podataka direktno u *Blender* softveru. Ovakav pristup obuhvatao je izdvajanje dela mape izabranog područja grada na osnovu koje se u softveru vrši dalje iščitavanje podataka o zgradama, putevima, železnicama, vodenim tokovima, mostovima i zelenim površinama.



Slika 2. Rezultati dobijeni primenom drugog pristupa modelovanja

Budući da nije bilo moguće automatski generisati reljef terena i da su samo zgrade uspešno generisane, za odabranu teritoriju, ovakav pristup pokazao se kao neefikasan i nije zadovoljio uslove automatizovanog generisanja digitalnog modela grada, zbog čega je testiran i treći pristup.

Treći pristup oslanjao se na primenu vizuelnog programiranja, upotrebom *Grasshopper* dodatka u *Rhinoceros* softveru. Ovaj pristup obuhvatao je preuzimanje OSM i HGT podataka sa OSM i NASA sajta, i upotrebu *Elk* dodatka za *Grasshopper*, kako bi se prikupljeni podaci vizualizovali. *Elk* dodatak pruža opciju očitavanja HGT fajlova preko koje je generisan reljef odabrane teritorije. OSM podaci najpre su predstavljeni preko linija, na osnovu kojih je dalje bilo potrebno generisati odgovarajuću geometriju (zgrade, puteve i sl.).

Kako su ove linije generisane u ravni, prvi korak za dobijanje odgovarajuće geometrije bio je projiciranje linija na površ terena. U slučaju izrade zgrada projiciranje je izvršeno na njihovu najnižu tačku terena ispod, nakon čega su opcijom *extrude* dobijani solidi. U slučaju puteva, projiciranim linijama najpre je dodata debljina, nakon čega je ovakva geometrija oduzeta od geometrije terena.



Slika 3. Rezultati dobijeni primenom trećeg pristupa modelovanja

Treći pristup izrade pružao je dobre rezultate i po pitanju kvaliteta modela i vremena potrebnog za njegovu izradu.

2.2. Fabrikacija modela

U delu istraživanja koje se odnosilo na fabrikaciju modela, kako je već pomenuto, testirana su dva pristupa – lasersko graviranje i 3d štampanje.

Testiranja primene laserskog graviranja sprovedena su na drvenim pločicama, dimenzija 10x10cm, dok su testiranja 3d štampe sprovedena na uzorcima dimenzija 5x5cm. Kada je pronađen najbolji pristup fabrikaciji u oba slučaja, finalni fizički modeli izrađeni su u dimenzijama 20x20cm.

2.2.1. Lasersko graviranje

Za potrebe testiranja laserskog graviranja korišćen je digitalni model dobijen trećim pristupom modelovanja i njegove varijacije. Ova testiranja obuhvatala su, uglavnom, primenu rasterskog graviranja, koje zahteva postojanje slike na osnovu koje bi se radila gravura. Shodno tome, na osnovu digitalnog modela generisana je njegova dubinska mapa. Ovaj deo testiranja sadržao se od primene 4 različita pristupa laserskom graviranju, dok nije pronađen najefikasniji pristup.



Slika 4. Rezultati prva tri testiranja laserskog graviranja

U prvom testiranju korišćen je model sa reljefom i njegova dubinska mapa puštena je na gravuru tri puta. Iako je ovakvim pristupom dobijen reljef terena na fabrikovanom modelu, kvalitet zgrada nije bio zadovoljavajući. U drugom testiranju korišćen je model sa ravnim terenom i dodatim linijama ulica. Dubinska mapa ovakvog modela puštena je na gravuru u 4 prolaza, međutim, ni posle 4 prolaza putevi i ulice nisu bili uočljivi. U trećem testiranju primenjeni su i rastersko i vektorsko graviranje. U prvom sloju rasterski su

ugravirane zgrade, a zatim u drugom sloju vektorski su ugravirani putevi i reka. Ovaj pristup nije se pokazao efikasno ni po pitanju kvaliteta finalnog modela, ni po pitanju vremena izrade. Ideja sa razdvajanjem slojeva, na sloj zgrada i sloj puteva i reke zadržana je i u četvrtom testiranju, s tim da su u ovom slučaju svi slojevi gravirani rasterski.



Slika 5. Slojevi korišćeni u četvrtom pristupu i njegov rezultat

Ovaj pristup davao je dobre rezultate i po pitanju kvaliteta i po pitanju vremena izrade, zbog čega je doneta odluka da se isti primeni u izradi modela dimenzija 20x20cm.

2.2.2. 3D štampanje

Za potrebe testiranja 3d štampe korišćeni su digitalni modeli dobijeni prvim i trećim pristupom modelovanja i njihove varijacije.

U prvom testiranju štampani su uzorci originalnog modela dobijenog prvim pristupom modelovanja i njegove *remesh*-ovane varijacije, kao i uzorak modela dobijen trećim pristupom modelovanja, ali sa ravnim terenom. Debljina sloja postavljena je na 0.2mm, a brzina kretanja štampe na 50mm/s.



Slika 6. Rezultati prve test štampe

Nijedan od rezultata nije bio ni približno zadovoljavajući kada je reč o kriterijumu kvaliteta, a rezultati štampe modela dobijenog prvim pristupom pokazali su da sa ovim modelom postoji problem iako u softveru za modelovanje on nije bio uočljiv. Iz tog razloga ovaj model izostavljen je iz daljih testiranja.

U sledećem testiranju korišćene su tri varijacije modela dobijenog trećim pristupom modelovanja, sa reljefom i to: model sa visokim zgradama i ispučenim putevima, model sa niskim zgradama i udubljenim putevima. Parametri debljine sloja i brzine kretanja štampe bili su isti kao i u prethodnom testiranju.



Slika 6. Rezultati druge test štampe

Sagledavanjem odnosa i proporcija elemenata modela, treća varijacija davala je vizuelno najbolje rezultate. U narednom testiranju korišćen je samo ovaj uzorak, sa finijim podešavanjima štampe, kako bi se testiralo koji

nivo zaglađenosti površine je moguće dobiti. U skladu sa tim, debljina sloja postavljena je na 0.06mm.



Slika 7. Rezultati štampe sa finijim podešavanjima

Iako se rezultati u pogledu kvaliteta modela u ovom slučaju mogu smatrati najboljim, vreme štampe finalnog modela, dimenzija 20x20cm, sa ovakvim podešavanjima trajalo bi predugo. Iz tog razloga doneta je odluka da se finalni model štampa sa podešavanjima korišćenim u prethodnom testiranju, odnosno debljinom sloja od 0.2mm.

3. REZULTATI

Na osnovu sprovedenih testiranja, kada je reč o problemu generisanja digitalnog modela, kao najefikasniji pristup pokazala se upotreba vizuelnog programiranja, odnosno treći pristup.

Prvim pristupom moguće je generisati digitalni model, međutim ovakav pristup, ne samo da je vremenski zahtevaa, već model dobijen njegovom primenom zahteva dodatnu doradu i sređivanje.

Drugim pristupom omogućeno je automatizovano modelovanje zgrada, ali ne i terena i puteva, zbog čega se ni ovaj način nije pokazao kao efikasan.

Trećim pristupom rešeni su svi problemi koji su uočeni u prethodna dva, pritom ovaj način izrade pokazao se kao efikasan još i u mogućnostima brzih i lakih izmena modela (reprezentacija ulica, puteva, zgrada).

Kada je reč o testiranju tehnika laserskog graviranja, testirana su 4 pristupa od kojih su tri uključivala primenu rasterskog graviranja, dok je jedan uključivao primenu i rasterskog i vektorskog graviranja. Na osnovu dobijenih rezultata graviranja, kao najefikasniji način pokazao se pristup koji uključuje rastersko graviranje različitih slojeva grada. Ovaj način najefikasniji je i po pitanju kriterijuma vremena izrade i kvaliteta finalnih rezultata.

Testiranjima vezanim za 3d štampu otkriveni su potencijalni problemi digitalnih modela i pronađena su podešavanja štampe kojim bi bili zadovoljeni i kriterijum vremenske izrade i kriterijum kvaliteta.

Najefikasniji pristup u pogledu laserskog graviranja i 3d štampe, primenjen je na izradi fizičkih modela dimenzija 20x20cm, razmere 1:15000.



Slika 8. Rezultati fabrikacije - Fizički modeli u razmeri 1:15000

Tabelarni prikaz vremena izrade, utrošenog materijala i ukupnih troškova za finalno odabrane pristupe i modele dat je u tabeli 1.

Tabela 1. Tabelarni prikaz dobijenih rezultata

Model	Tehnika izrade	Vreme	Materijal	Troškovi
Treći pristup – bez reljefa	Rastersko graviranje po slojevima	24 minuta	20x20cm	~ 1300 din
Treći pristup – sa reljefom	3D štampanje – finalna podešavanja	20h 20min	19.01m, 150g	~ 3500 din
	3D štampanje - finija podešavanja	2 dana 4h	20.01m, 158g	~ 8400 din

4. ZAKLJUČAK

U okviru tržišta izrade velikih urbanih segmenata kao maketa, pojavile su se mogućnosti za njihovu efikasnu fabrikaciju. Fabrikacija ovakvih maketa obuhvata generisanje digitalnog modela i izradu fizičkog modela, upotrebom CNC mašina poput lasera i 3d štampača. U ovom istraživanju testirano je više pristupa ovakvoj fabrikaciji, primenom različitih tehnika modelovanja za dobijanje digitalnog modela i primenom tehnologija laserskog graviranja i 3d štampanja za dobijanje fizičkog modela. Na osnovu definisanih kriterijuma koji obuhvataju vreme pripreme modela, vreme izrade modela, kvalitet finalnog modela i troškove izrade modela, kao rezultat ovog istraživanja fabrikovan je model većeg urbanog područja teritorije grada Novog Sada, u razmeri 1:15000.

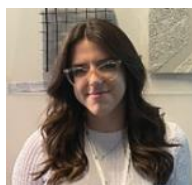
Po pitanju kriterijuma vremena pripreme modela, kao najefikasniji način za dobijanje digitalnog modela grada pokazao se pristup upotrebe vizuelnog programiranja. Po pitanju kriterijuma vremena izrade modela, primena laserskog graviranja davala je bolje rezultate, međutim, i u slučaju primene tehnike 3d štampanja, pokazalo se da je moguće optimizovati vreme izrade, upotrebom adekvatnih parametara, tako da kvalitet finalnog modela ne bude narušen. Kada je reč o kriterijumu kvaliteta, pokazalo se da je primenom tehnike 3d štampanja moguće dobiti veći stepen detalja koji uključuje i reljef terena. Iako se, kada je reč o kriterijumu troškova izrade, potvrdilo da je pristup izrade laserom isplativiji, i u slučaju 3d štampanja pronađena su adekvatna podešavanja, tako da upotrebom ove tehnike troškovi izrade budu svedeni na minimum.

Ovim istraživanjem napravljena je osnova koja se može koristiti u daljoj komercijalizaciji ovakvog tipa maketa.

5. LITERATURA

- [1] Bekkering, J. D., Curulli, G. I., & van Hoof, J. J. P. M. (Eds.) (2020). ARCHITECTURAL MODELS AS LEARNING TOOLS. Caledoscopio
- [2] Knoll, W. & Hechinger, M., 2006, ARCHITECTURAL MODELS Construction Techniques, J. Ross
- [3] Stavrić, M., Šidanin, P. & Tepavčević, B., 2013, Architectural Scale Models in the Digital Age, New York, Springer
- [4] CITYFRAMES, From a city to its 3d model, dostupno na <https://www.cityframes.de/pages/3d-city-model>, (pristupljeno u julu 2023.)

Kratka biografija:



Tamara Miljković rođena je u Kruševcu 2000. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura - Digitalni dizajn i fabrikacija, odbranila je u septembru 2023. godine.

kontakt: mtamara00@gmail.com

ENTERIJERSKO UREĐENJE KAFETERIJE U GRADSKOM JEZGRU**INTERIOR DESIGN OF A COFFEE SHOP IN THE CITY CENTER**

Jovana Rajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad čine istraživački i projektantski deo, koji proizilaze jedan iz drugog. Kroz pregled istorije kafeterija i ugledne primere dobija se uvid u način oblikovanja enterija, koji za cilj ima da izgradi identitet brenda stvarajući ugodno i toplo mesto za korisnike.

Ključne reči: Uređenje enterijera, koncept, arhitektura,

Abstract – The paper consists of a research and a design part that arise from each other. Through an overview of the history of the coffee shops and prominent examples, the way of designing the interior is obtained, which aims to build a brand identity by creating a pleasant and warm place for users.

Keywords: Interior design, concept, architecture,

1. UVOD**1.1. Opis izabrane teme**

Za mnoge ljude, poseta kafeteriji je esencijalni deo svakodnevnog života. Kultura ispijanja kafe ubrzano se razvija i potražnja za potrošnjom se povećava. Samo nekoliko brendova kafu služe ne samo kao proizvod, nego više od toga, prodaju stil života i različita iskustva uz kafu.

Dizajn enterijera ugostiteljskih objekata postaje sve važniji zbog potrebe za unapređenjem u odnosu na konkurenciju, korisničkog iskustva i identiteta brenda.

Sposobnost prilagođavanja trenutnim trendovima i potrebama je izazov sa kojim se susreću arhitekte.

1.2. Pojam kafeterije

Program kafeterije je dat kompletno proizvoda koji se nude kupcima, brzim servisom za služenje kafa različitih vrsta, pre svega espresa, kapučina ili late makijata. Mnoge kafeterije takođe služe i lagana jela kao što su sendviči ili kroasani, mafini i ostala peciva koja se najčešće uzimaju uz kafu kao doručak.

Kafeterije mogu biti mala lokalna mesta ili multinacionalni lanci koji rade po franšiznom poslovnom modelu na lokacijama širom sveta. Najreprezentativniji primeri su „Starbucks Coffee“, sa sedištem u Sjedinjenim Američkim Državama i „Costa Coffee“, sa sedištem u Velikoj Britaniji.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio Radomir Kojić, docent iz polja umetnosti.

„Starbucks Coffee“

Američki roman Mobi Dik, poslužio je kao inspiracija za ime, evocirajući pomorsku tradiciju ranih trgovaca kafe.

U Sijetlu 1971. godine „Starbucks“ je otvorio svoju prvu prodavnicu u kojoj su se prodavala pečena zrna kafe, čaj i začini iz celog sveta.

Nakon deset godina, dogodio se susret Hauarda Šulca sa „Starbucks“ kafom. On se tada pridružuje kompaniji i dešava se totalni preokret koji je uticao na ono što je „Starbucks“ danas. Nakon putovanja u Milano i otkrivanja italijanskih kafeterija, javila se inspiracija da se tako nešto prenese u Sijetl. Tada počinje novo poglavlje, otvaraju prvu kafeteriju. Uskoro se proširuju na Čikago, a zatim i Kaliforniju, Vašington i Njujork. Prva prodavnica preko okeana otvara se 1996. u Japanu, a u Evropi 1998. godine.

Danas „Starbucks“ ima preko 36.000 lokacija u 83 zemlje i najveći je svetski lanac kafeterija.

Sa kulturnog stanovišta, kafeterije služe kao centri društvene interakcije, pružaju posetiocima mesto za okupljanje, razgovor, čitanje, pisanje, ali i mesto gde mogu biti sami.

1.3. Cilj

Enterijer ima za cilj da izgradi identitet brenda stvarajući osećaj mesta koje je ugodno, otvoreno i toplo za kupce da uživaju u kafi. Ideja je bila da se stvori promenljiv, a jednostavan prostor ispunjen ljudima i pričama.

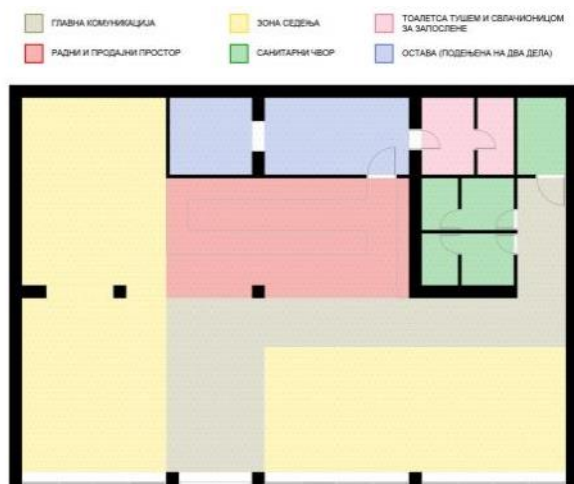
2. UREĐENJE ENTERIJERA**2.1. Koncept**

Jednostavna osnova i transparentnost fasade koja je orijentisana ka ulici, uticali su u najvećoj meri na oblikovanje prostora. Tipologija mesta uslovlila je raspored prostorija, slika 1.

Enterijer espreso bara najčešće se formira oko dugačkog pulta, na kom se nalazi sva potrebna oprema kao što je espreso mašina, industrijski mlin za kafu, oprema za baristu, šoljice različitih veličina...

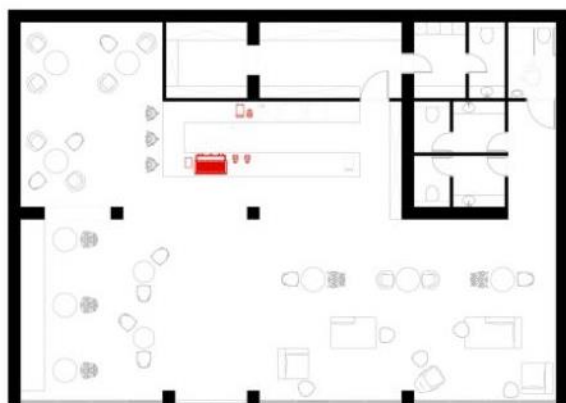
S obzirom na to da je organizovan pult vrlo važan za dobro funkcionisanje, potrebno je promisliti pri projektovanju gde se pozicionira oprema i sve ostalo što je potrebno pri pravljenju kafe.

Pult zauzima centralno mesto u prostoru i oko njega se formiraju potrebne prostorije, tako da ne odvlače pažnju i ostavljaju fokus na onom što je tema i namena ovog enterijera. Lokacija šanka omogućava svakom posetiocu da posmatra proces pravljenja kafe.



Slika br. 1 - Šema podele funkcija u prostoru

Pomoćne prostorije, kao što su svlačionica sa toaletom za zaposlene i skladišni prostor, sakriveni su iza pulta i pozicionirani tako da funkcionalnost bude na prvom mestu. Važno je bilo ostvariti nesmetanu artikulaciju u prostoru, kako bi se postigla efikasnost rada, slika 2.



Slika br. 2 - Novoprojektovana osnova

Sedenje je podeljeno u tri grupe, u kojima se prepliću isti komadi nameštaja, različitih boja.

Leva zona od pulta čini dve grupe sedenja. Podela je postignuta postavljanjem police koja je pozicionirana između stuba i bočnog zida i time se diverzifikuje prostor kako bi bio što interesantniji konzumentima. Zonu do staklene fasade čini linalno organizovano sedenje na jednoj dugačkoj zajedničkoj klupi, oko koje se stolovima vrši podela. Sedenje u dnu lokala stvara intimniji osećaj za nekog ko možda želi da uz kafu uzme neku od izloženih knjiga i u ušuškanoj atmosferi je prelista.

Treću zonu čini nisko sedenje do izloga, kroz koji se širi pogled na užurbanost svakodnevnog života.

Različiti elementi enterijera dizajnirani su tako da pruže osećaj udobnosti korisnicima koji doživljavaju prostor. Cilj je bio ostvariti domaću atmosferu udobnosti i isprojektovati mesto koje može da služi kao ulična dnevna soba za okupljanje ljudi koji gaje istu strast prema kafi.

2.2. Ton karta

Harmonija prostora postiže se korišćenjem svetlih tonova koji kreiraju svežu atmosferu, slika 3.

Postavljanjem keramičkih pločica bezvremenskog teraco dezena u celom prostoru, stvara se jedan monolitni

volumen koji povezuje različite elemente enterijera. Postiže se minimalistička podloga koja omogućava dalje kombinovanje različitih materijala i tekstura.

Zidne obloge i police od hrastovog drveta unose toplinu u prostor. Pažljivo izabrane tapete stvaraju dinamiku i povezuju tonove.

Korišćenjem prirodnih materijala i boja, stvara se prijatna i opuštена atmosfera. Upečatljivi detalji stvaraju kontrast u prostoru.



Slika br. 3 - Ton karta

3. Rasveta

Rasveta je organizovana i podeljena u različite grupe, koje prate različite zone enterijera.

Šinska rasveta postavljena je tako da naglašava osnovno kretanje korisnika u prostoru. Ona prvenstveno povezuje ulaz sa šankom i dalje ukazuje putanju koja vodi ka bloku sa toaletima.

Organizacija spotova uslovljena je pozicijom sedenja. Iznad svakog stola postavljena su dva spot-a i time se dobija dovoljna količina osvetljenosti.

Šank kao najvažniji momenat kafeterije, naglašen je razigranom kompozicijom svetiljki prefinjene i sofisticirane siluete. Svetlosna tela istog dizajna, urađena u tri različite visine, unose određenu dozu napetosti u prostor.

Dinamična kompozicija sačinjena od visilica minimalističkog dizajna, koja se nalazi u zoni izloga, oblikovno podseća na oblake i predstavlja vizuelnu spregu sa spoljnim prostorom.

3.4 Mobilijar

Upotrebom vanvremenskih komada nameštaja izbegava se prilagođavanje trenutnim trendovima. S obzirom na to da je baza enterijera svedena, ostavljeno je prostora da nameštaj unese duh i autentičnost u prostor.

Izbor stolica sveo se na dve ikone dizajna. Jedna stolica u više varijacija prepliće se kroz prostor, izbegavajući monotoniju. Od boja zastupljene su bela, crna i crvena, slika 4. do slika 8.

Najdominantniji upotrebnii predmet u enterijeru svakako je espresso aparat. Italijanski brend „La Marzocco“ je upečatljiv primer koji spaja kvalitetan proizvod sa atraktivnim dizajnom. Konkretan model u jarko crvenoj boji predstavlja završni dodir u enterijeru.



Slika br. 4 - Izometrijski prikaz



Slika br. 5 - 3d prikaz



Slika br. 6 - 3d prikaz



Slika br. 7 - 3d prikaz



Slika br. 8 – 3D prikaz

4. ZAKLJUČAK

Od prve pojave kafeterija pa sve do današnjih dana njihova suština ostala je neizmenjena. Tradicija ispijanja kafe predstavlja život u njegovom najjednostavnijem obliku, uz sposobnost da se uživa u svakom trenutku.

Bez obzira na trendove i primenjeni stil u enterijeru, primaran je kvalitet proizvoda koji se nudi. Cilj je postizanje opuštene atmosfere, gde ljudi mogu da ostvare socijalnu interakciju.

Inovacije i fleksibilnost u korišćenju materijala, boja i tekstura pružaju širok dijapazon mogućnosti za projektovanje kafeterija u zadatom kontekstu.

5. LITERATURA

- [1] William H. Ukers, All about Coffee: A History of Coffee from the Classic Tribute to the World's Most Beloved Beverage,
- [2] W. Scott Haine, The World of the Paris Café: Sociability among the French Working Class, 1789-1914

Kratka biografija:



Jovana Rajić rođena je u Sremskoj Mitrovici 1996. godine. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture završila je 2022. godine. Master rad brani 2023. godine u oblasti Dizajna enterijera.

PRIMENA PERFORIRANIH BRISOLEJA ZA SMANJENJE INSOLACIJE NA FASADAMA**THE USE OF PERFORATED BRISE SOLEIL TO DECREASE FACADE INSOLATION**

Aleksandra Tomić, Ivana Bajšanski, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – U ovom radu analizirani su tipovi, svojstva i značaj brisoleja, kao arhitektonskog elementa, sa ciljem smanjenja insolacije na fasadama. Pored toga, ovaj rad stavlja akcenat na značaj primene digitalnog i parametarskog dizajna u arhitekturi. Istraživanje obuhvata kreiranje izgleda brisoleja primenom parametarskog dizajna, primenu na konkretnom primeru, sprovođenje niza simulacija i analizu i upoređivanje rezultata. Dobijeni rezultati pokazuju da primena brisoleja značajno utiče na smanjenje insolacije, a primena digitalnog dizajna nudi mogućnost variranja velikog broja parametara.

Ključne reči: Staklene fasade, zaštita fasade, brisoleji, insolacija

Abstract – This paper analyzes types, properties and importance of brise soleil, as architectural element, in order to decrease insolation on facades. Besides that, this paper emphasizes the importance of applying digital design in architecture. The research includes the creation of a brise soleil using parametric design, its application on a chosen facade, a series of simulations and the analysis and comparison of the results. Final results show that the use of brise soleil significantly affects the decreasing of insolation, and that the use of digital design offers the possibility of varying a large number of parameters.

Keywords: Glass facades, Facade protection, Brise soleil, Insolation

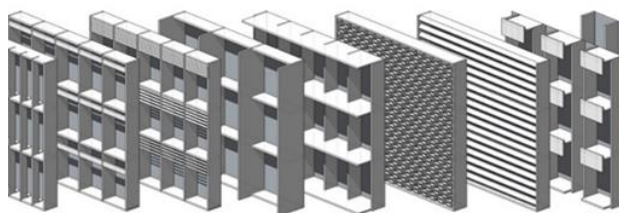
1. UVOD

Zgrade predstavljaju mnogo više od običnog prostora – to su objekti u kojima provodimo veliki deo vremena, nezavisno da li je reč o stambenom ili poslovnom prostoru. S toga je cilj da boravak u njima bude maksimalno prijatan, stimulišuć i komforan. Iz toga su vremenom postale zastupljene zgrade, čiji je veliki deo u staklu, povezujući na taj način spoljašnji i unutrašnji prostor, omogućavajući veliki prodor prirodne svetlosti i ostavljanja utiska prirodnog okruženja [1]. Sa druge strane, to često dovodi do toga, da fasade zgrada na osunčanim stranama, primaju veliku količinu direktnog sunčevog zračenja i onda dolazi do pregrevanja prostorija i postavlja se pitanje koji je najbolji način to smanjiti.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bilad Ivana Bajšanski, vanr. prof.

U ranim 1930-im jedno od rešenja nudi švajcarski arhitekta Le Korbizje, u vidu elementa fasade Ministarstva edukacije i zdravlja u Brazilu – brisoleja. Naziv brisolej francuskog je porekla i u bukvalnom prevodu znači „slo-miti sunce“ [2]. Brisoleji suštinski predstavljaju ploče, koje su nakačene na fasadu ili su deo nje, tako da svojom površinom apsorbiraju i reflektuju deo sunčevih zraka, a u isto vreme dozvoljavaju prodor određene količine sunčeve svetlosti i toplote. Njihova uloga jeste blokiranje prekomernih sunčevih zraka i smanjenje insolacije nekog prostora, uz povećanje energetske efikasnosti i održivosti. Sam izgled brisoleja može dosta varirati. U odnosu na orijentaciju razlikuju se uglavnom dva tipa – horizontalni i vertikalni, međutim u današnje vreme dobijaju sve slobodniju formu i izgled (slika 1).



Slika 1. Različiti izgledi brisoleja

Razvoj digitalnog i parametarskog dizajna u arhitekturi omogućio je kreiranje veoma maštovitih izgleda ploča brisoleja, pa se na tim pločama mogu uočiti raznolike perforacije, nove forme i oblici, tako da prate dizajn zgrada i ne narušavaju modernizam današnjih fasada.

2. PREDMET I CILJ ISTRAŽIVANJA

Nakon istražene literature uočeno je da ne postoji unapred predviđeno i najbolje rešenje za smanjenje osunčanosti staklenih fasada, a najveći problem je pronaći odgovarajući balans zaštite prostora od prekomerne osunčanosti i toplote, pogotovo u letnjem periodu, ali i omogućavanje prodora potrebne količine svetlosti u taj prostor.

Brisoleji, kao jedno od rešenja, nude širok spektar varijacija – od veličine, orijentacije, preko položaja, mogućnosti rotacije do raznog dizajna. S toga je cilj istraživanja smanjenje osunčanosti na staklenim fasadama tokom letnjeg perioda u toku radnog vremena, upotrebom brisoleja, istražujući mogućnosti tih varijacija. Te varijacije se pre svega odnose na promenu orijentacije, ugla zarotiranosti i dodavanje perforacija/otvora, promeni rasporeda i gustine tih otvora, tako da istovremeno smanjuju insolaciju, ali i dopuštaju potrebnoj količini prirodne svetlosti i toplote da dođe do prostorija.

Takođe, uvedena je i parametarska kontrola varijacija, kako bi se proces pronalaska optimalnog rešenja ubrzao i istakao doprinos parametarskog dizajna u arhitekturi. Parametarski dizajn se pokazao kao dobar način za efikasno sprovođenje niza simulacija na pločama brisoleja i dolaženje do adekvatnog rešenja.

3. METODE KORIŠĆENE U ISTRAŽIVANJU

Na osnovu definisanog cilja istraživanja, odabrana je metoda parametarskog modelovanja brisoleja, kako bi se omogućilo raznoliko testiranje varijacija u njihovom izgledu i funkcionalosti.

3.1. Korišćeni softveri

Kako bi istraživanje bilo što efikasnije i praktičnije, za potrebe ovog rada, izabran je softver **Rhinoceros**, poznat kao **Rhino**. On predstavlja program, koji se koristi u računarskoj grafici, za potrebe 3D modelovanja u velikom broju oblasti, od arhitekture i umetnosti do industrijskog dizajna i inženjerstva, a zasniva se na **NURBS** matematičkom modelu, odnosno na preciznoj matematičkoj reprezentaciji *freeform* modela pomoću krivih [3].

Grasshopper predstavlja, sada već integrisani, alat unutar **Rhinoceros**-a, koji se bazira na sistemu vizeulnog programiranja. Komponente sa kojima radi jesu one koje se mogu naći i u okviru **Rhinoceros**-a (primitvi, modifikatori, različite operacije nad modelima, komponente za grafički prikaz itd.), pri čemu je najbitnija razlika u tome da **Grasshopper** pruža mogućnost parametrizacije i automatizacije procesa modelovanja. Na taj način se ubrzava i nudi veći stepen isprobavanja varijacija pri radu. U njega je moguće ubaciti dodatne pakete jednostavnom instalacijom, koji nude mogućnost rada sa još novih komponenti. U slučaju merenja insolacije, potreban paket je **Ladybug Tool**, koji nudi mogućnost učitavanja i rada sa klimatskim fajlovima, analizu različitih parametara Sunca, očitavanje rezultata simulacija u vidu kvantitativne mere osunčanosti, ali i vizuelnog prikaza na samim modelima u skladu sa definisanom skalom i sl. [4].

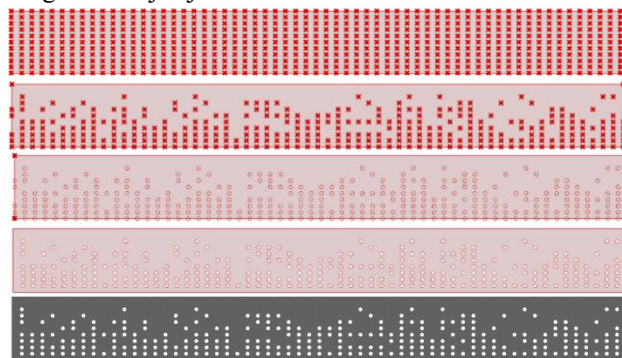
3.2. Opis definicije

Glavni izazov prilikom kreiranja izgleda brisoleja u ovom istraživanju bio je zadržati standardni oblik ploče, ali praviti varijacije u broju, veličini i rasporedu perforacija i omogućiti zarotiranost ploče brisoleja, a u isto vreme zadržati dovoljnu jednostavnost oblika jer što je složenost oblika rasla, vreme trajanja simulacije znatno bi se povećalo, a za kvalitetnu analizu potrebno je porediti rezultate što većeg broja simulacija.

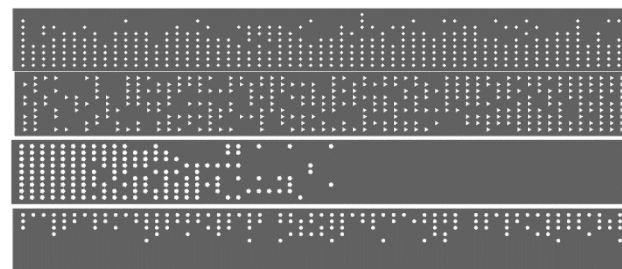
Logika kreiranja izgleda brisoleja je sledeća. Najpre je kreiran pravougaonik (komponenta *Rectangle*), koji definiše oblik i dimenzije ploče i moguće je menjati njegovu širinu i dužinu. Izdvojena je svaka od ivica pravougaonika (*Deconstruct Brep* i *List Item*), tako da može imati ulogu atraktora, odnosno elementa, u odnosu na koji će se vršiti promene gustine i rasporeda otvora. Na površini ploče kreiran je set tačaka (*Divide Surface*), koji će predstavljati centre budućih otvora i proračunata je distanca između tih tačaka i atraktora (*Curve Closest*

Point), jer će to biti kriterijum, na osnovu kojeg će se tačke sortirati (*Sort*) i određene eliminisati.

Tačke su zatim nasumično odabrane (*Jitter*) i izbačene u određenom domenu (*SubSet List*). Preostale tačke postaju centri kružnica (*Circle*) i moguće je menjati radijus tih kružnih otvora. Nakon toga se pravi presek početne geometrije ploče (*Surface*) sa kreiranim krugovima (*Brep|Curve*), a umesto krugova moguće je postaviti i poligonalne otvore (*Polygon*), pa napraviti presek sa njima. Na kraju se vrši spajanje geometrije (*Merge*) i zadavanje debljine ploče (*Extrude*), a takođe je omogućeno i rotiranje same ploče (*Rotate*). Sve moguće promene – dimenzije ploče, odabir atraktora, raspored, gustinu, dispoziciju otvora, izbor tačaka za eliminaciju, radijus krugova, broj ivica i veličinu poligonalnih otvora, kao i vrednost ugla zarotiranosti moguće je menjati jer su predstavljeni u vidu numeručko promenljivih parametara i jednostavnom promenom tih vrednosti moguće je dobiti veoma različite varijacije u izgledu brisoleja. Proces kreiranja izgleda brisoleja prikazan je na slici 2, a neke od mogućih varijacija na slici 3.



Slika 2. Kreiranje izgleda brisoleja

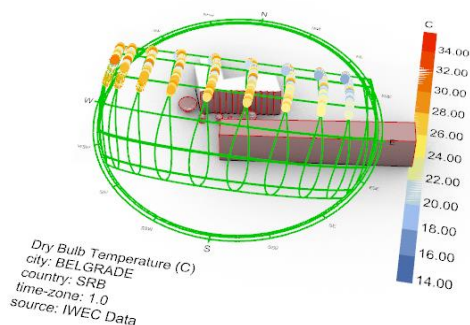


Slika 3. Varijacije izgleda brisoleja

3.3. Merenje insolacije

Prilikom merenja insolacije nekog područja, potrebno je podestiti određene vremenske i klimatske karakteristike za analiziranu situaciju. **LadyBug Tool** je alat unutar kojeg postoje sve potrebne komponente za podešavanje klimatskih fajlova, parametara Sunca i ostalih faktora, koji utiču na vrednost osunčanosti, koja predstavlja rezultat analize. Merenje insolacije i kompletno sprovođenje simulacija izvedeno je unutar **Grasshopper**-a, gde je najpre učitani klimatski fajl (komponenta *ImportEPW*), čije izlazne komponente predstavljaju bitne faktore, kao što su vlažnost vazduha, brzina i pravac vetra, intenziteti različitih tipova radijacije, iluminacija, pritisak itd. Kada se opisani parametri očitaju, dalje se koriste kao ulaz za sledeću komponentu **SunPath**, u okviru koje se zatim definiše period vršenja analize, koji obuhvata mesec jun, jul i avgust u periodu 08-16h jer su

to najtopliji meseci u godini sa najvećim brojem osunčanih sati, pa je glavni cilj smanjiti osunčanost upravo u tom periodu. Pored toga, nudi mogućnost grafičkog prikaza položaja, perioda i pravca Sunčevih zraka za definisane parametre analize (slika 4). Dalje je potrebno definisati geometriju koja se analizira, geometriju koja baca senku na analizirani objekat, kao i veličinu ćelije za analizu, koja direktno utiče na grafički i numerički rezultat (*DirectSunHours*). Nakon podešenih parametara, analizu je potrebno pokrenuti na dugme u okviru *DirectSunHours* komponente.



Slika 4. Grafički prikaz položaja i pravca sunčevih zraka

3.4. Očitavanje rezultata

Na kraju svake analize, kao rezultat dobijaju se vrednosti u vidu osunčanih sati ili kilovat-časova po metru kvadratnom (kWh/m^2). Za analizu rezultata ovog istraživanja odabrano je poređenje vrednosti u vidu prosečnog broja osunčanih sati. Najpre se, nakon izvršenja analize, dobija osunčanost u toku svakog sata u okviru perioda analize, zatim se izračuna ukupan broj osunčanih sati, kao zbir svih tih pojedinačnih vrednosti, pa se ta vrednost deli sa brojem ćelija u gridu i kao finalni rezultat dobija se prosečan broj osunčanih sati. Pored ovih brojčanih vrednosti, moguće je videti i grafičke rezultate na analiziranom modelu unutar *Rhino*-a, prikazanom po skali na slici 4, gde plave vrednosti predstavljaju delove sa manjom osunčanošću, a kako boja prelazi ka crvenoj, insolacija raste. Iako su vizuelno uočljive, ove promene je dosta preciznije pratiti kroz promenu brojčanih vrednosti. Da bi rezultat analize bio što više validan i ispravan, potrebno je sprovesti što veći broj simulacija, sa različitim postavkom modela i vrednostima parametara, pa dobijene vrednosti uporediti međusobno, kao i sa početnim stanjem, pa zaključiti da li je postavka brisoleja zaista doprinela smanjenju insolacije na nekoj fasadi.

4. REZULTATI

Kako bi se kreirani kodovi ispitali i kako bi se analizirali rezultati, koji se pomoću njih dobijaju, potrebno je primeniti ih na konkretnom slučaju, pa dobijene rezultate uporediti sa postojećim stanjem i međusobno.

4.1. Opis situacije

Za dobru analizu potrebno je verodostojno prikazati model i poziciju zgrade na kojoj se simulacije vrše, pa je pored izgleda, koje nudi pristup onlajn mapama, iz praktičnih razloga dobro ukoliko postoji mogućnost da situacija može da se prouči i uživo. Iz opisanih razloga zgrada, koja je odabrana za analizu jeste zgrada u ulici Novosadskog sajma, br. 18, u Novom Sadu.

Čitava fasada, okrenuta ka ulici Novosadskog sajma, biva izložena direktnoj sunčevoj svetlosti u toku većeg dela dana. S obzirom da je većinski deo unutrašnjeg prostora zgrade kancelarijski prostor, boravak i rad u kancelarijama otežan je usled prevelikog zagrevanja i osunčanosti.

4.2. Modelovanje i postavka scene

Da bi se sprovele analize, potrebno je kreirati 3D model odabrane situacije, koja obuhvata staklenu fasadu, ali i okolne zgrade i drveće, koji mogu da utiču na vrednost insolacije pri merenju. Potrebni modeli kreirani su direktnim modelovanjem unutar *Rhinoceros*-a (slika 5), sa što jednostavnijom formom tako da prate oblik zgrada izvučen iz onlajn mapa, usled uslova koje nameće proces simulacije, koji biva znatno otežan ukoliko su modeli kompleksni.



Slika 5. Postavka scene

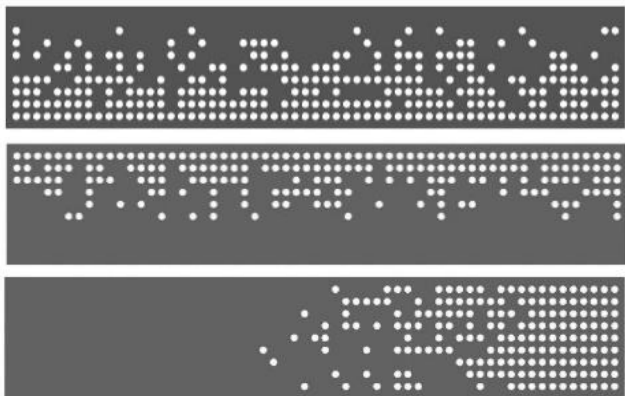
4.3. Sprovođenje analiza i upoređivanje rezultata

Kada su modeli pripremljeni, neophodno je njihovu geometriju povezati sa kodom u *Grasshopper*-u, odnosno dodeliti ih kao potrebne attribute. Nakon toga moguće je pokrenuti analize. Najpre je sprovedena simulacija postojećeg stanja, kako bi se dobio rezultat osunčanosti takve situacije, pa se on dalje mogao porediti sa novonastalim situacijama. Za period analize jun-avgust 08-16h, dobijena je vrednost insolacije od 550.315 osunčanih sati. Zatim su postavljeni brisoleji sa različitim tipovima varijacija. Veličina ploča i razmak među njima je isti, a tip brisoleja, distribucija otvora i ugao zarotiranosti se menjaju. Tip brisoleja odnosi se na njegovu orijentaciju - horizontalni i vertikalni. Otvori su kružnog oblika, istog radijusa, postavljeni u odnosu na ivice ploče, koje predstavljaju atraktore, u odnosu na koje će se menjati distribucija perforacija. Analizirana su tri ugla zarotiranosti, od 25, 30 i 45 stepeni u odnosu na ugao upadnog zraka sunčeve svetlosti. Testirano je 16 tipova brisoleja, sa 3 različita ugla (48 modela - prvih 24 horizontalnih, a preostalih 24 vertikalnih, sa različitim distribucijom otvora).



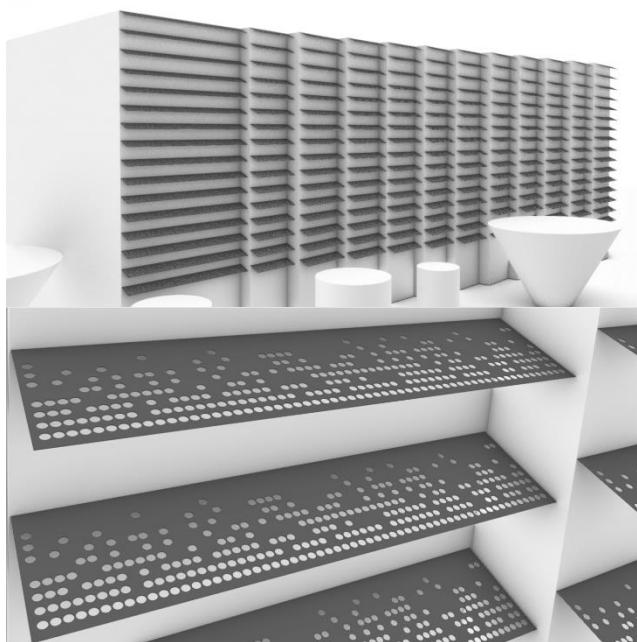
Posmatrajući grafik lako se može doći do zaključka da horizontalni brisoleji znatno više smanjuju insolaciju od vertikalnih, ali to ne umanjuje ni uticaj vertikalnih, koji vrednost insolacije prepolove. Ako bi izvojili prvih nekoliko najboljih rešenja (model 1, model 10 i model 22) i međusobno ih poredili, uzevši u obzir da daju veoma bliske vrednosti, može se uočiti da nema određenog

obrasca osim orijentacije – atraktori su potpuno različite ivice, a distribucija/gustina otvora se razlikuje (slika 6).



Slika 6. Rešenja sa najboljim rezultatima

Nakon toga testiran je i oblik otvora na modelu 1, kao rešenju koje najviše smanjuje insolaciju (na 65.9904 osunčanih sati), pri čemu su upoređeni kružni, trouglasti i četvorougao otvori približno istih veličina. Rezultati pokazuju da su kružni otvori najbolje rešenje, a finalni model moguće je videti na slici 7.



Slika 7. 3D prikaz najboljeg rešenja

Kada se uporedi značaj varijacija, po njihovom uticaju na rezultate, uočljivo je da orijentacija brisoleja najviše utiče zatim ugao zarotiranosti, pa na kraju gustina perforacija.

5. ZAKLJUČAK

U današnje doba velikih klimatskih promena i pre svega problema zagrevanja, neretko se primenjuju tehnike u arhitekturi i urbanizmu, koje su pogodne i sa ekološkog i klimatskog stanovišta. Od svoje pojave u arhitekturi, brisoleji su element, kome se sve više pridaje pažnja, sa akcentom na njihovu primenu u skladu sa energetske i održivim značajem.

Iako ovo istraživanje primenjuje variranje velikog broja parametara, nije ih bilo moguće sve objediniti u okviru jednog rada. Kako je sama analiza ograničena, u smislu resursa i vremena, naravno nije bilo moguće sprovesti varijaciju svih parametara u velikom broju.

Neki parametri su iz tog razloga ostali fiksirani, ali mogu se dalje analizirati u budućim istraživanjima. Veličina ploče brisoleja može se menjati u skladu sa analiziranom situacijom i fasadom, zatim veličina otvora, oblici otvora i njihova distribucija, pa se time može uvesti još veća raznolikost oblika. Dalje se može razmišljati o tome da li bi rezultati, koji su optimalni u letnjem periodu, bili takođe optimalni u zimskom periodu ili bi možda najbolje rešenje leti oduzimalo previše prirodne svetlosti i toplote zimi, pa bi neko drugo rešenje davalo bolje rezultate. Simulacije se dalje mogu sprovesti na analizi unutrašnjeg termalnog komfora, pa tako objediniti analizu iz ovog rada sa njom i u tom slučaju dobiti i rezultate, koji ukazuju na to kako bi postavka brisoleja uticala direktno na komfor ljudi, koji u analiziranom prostoru borave. Bitan faktor može biti i izbor materijala za izradu brisoleja, mada se za potrebe izrade ploče brisoleja uglavnom primenjuju aluminijum, razne vrste čelika (nerđajući, pocinkovani) i beton, zbog stabilnosti i čvrstine konstrukcije, nevezano da li je deo fasade ili se naknadno dodaje. Pored toga, mogu se praviti i od drugih materijala, kao što su drvo, pa čak i bambus ili neke vrste obojenih ili teksturisanih stakala.

Krajnji ishod ovog istraživanja jeste da istovremeno daje rezultate primenjenih metoda i načina sprovođenja na konkretnom primeru, sa velikim brojem varijacija, uz stavljanje akcenta na značaj parametrizacije i savremenih tehnika u arhitekturi, ali takođe ostavlja dosta prostora za dalji razvoj i primenu na mnogim drugim modelima i u druge svrhe i mogućnost daljeg razvijanja ovog rada. Proces automatizacije, parametrizacije i primena digitalnih metoda kroz vizuelno kodiranje pokazuje da je čitav proces planiranja, kreiranja, testiranja i analiziranja moguće znatno ubrzati, učiniti efikasnim, pri čemu se i dalje zadržava koncept kreativnosti. Primena navedenih benefita na primeru kreiranja i isprobavanju različitih tipova brisoleja itekako je uočljiva – umesto višednevnog modelovanja i vršenja izmena, kodiranjem je bilo moguće menjati veliki broj parametara.

6. LITERATURA

- [1] Al Touma, A., Ouahrani, D., 2017 Shading and daylighting controls energy savings in offices with fully-Glazed façades in hot climates, *Energy and Buildings*, 151, pp. 263-274
- [2] Choi, S., 2016, *Light Studies: 7 Structures That Brilliantly Use Brise-Soleil*
- [3] Wikipedia, 2023, Rhinoceros 3D, , https://en.wikipedia.org/wiki/Rhinoceros_3D#References
- [4] Food4Rhino, 2016, Ladybug Tools, <https://www.food4rhino.com/en/app/ladybug-tools>

Kratka biografija:



Aleksandra Tomić rođena je u Jagodini 1999. godine. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitektura – Arhitektonska vizualizacija i simulacije, odbranila je u septembru 2023. godine. kontakt: aleksandra17tomic@gmail.com

**СМАЊЕЊЕ ИНСОЛАЦИЈЕ ДЕЧИЈЕГ ИГРАЛИШТА ПРИМЕНОМ
ПАРАМЕТАРСКОГ МОДЕЛОВАЊА****REDUCING THE INSOLATION OF THE CHILDRENS PLAYGROUND USING
PARAMETRIC MODELING**

Милица Симовски, *Факултет техничких наука, Нови Сад*

**Област – ДИГИТАЛНЕ ТЕХНИКЕ, ДИЗАЈН И
ПРОДУКЦИЈА У АРХИТЕКТУРИ**

Кратак садржај – Сведоци смо бројних климатских промена које итекако утичу на свакодневни живот људи, а нарочито оних који живе у урбаним срединама. У току летњих месеци готово је немогуће да се нађе урбани простор који је пријатан за боравак људи, због прекомерне инсолације и високих температура. Као угрожена места су се у овом истраживању издвојила дечија игралишта, као кључни простори за социјализацију деце. Уз помоћ алгоритма који прорачунава осунчаност и температуру таквих простора, постоји могућност за испитивање великог броја другачијих конфигурација и решења који ће створити пријатније услове за боравак на њима.

Кључне речи: *Инсолација, Климатске промене, Спољашњи термални комфор, Параметарско моделовање*

Abstract – We are witnessing numerous climate changes that greatly affect the daily life of people, especially those living in urban areas. During the summer months, it is almost impossible to find an urban space that is pleasant for people to stay, due to excessive insolation and high temperatures. Children's playgrounds were singled out as endangered places in this research, as key spaces for children's socialization. With the help of an algorithm that calculates the insolation and temperature of such spaces, there is an opportunity to examine a large number of different configurations and solutions that will create more pleasant conditions for staying in them.

Keywords: *Insolation, Climate changes, Outdoor thermal comfort, Parametric modeling*

1. УВОД

Климатске промене су глобални феномен који у великој мери утиче како на рурални, тако и на урбани живот. Како их дефинише Међудржавни панел о климатским променама, климатске промене су „стање климе које може бити идентификовано променама у статистичкој дистрибуцији временских образаца, а да то траје већи временски период, обично деценијама или дуже“ [1].

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Бајшански.

Оне последично настају под утицајем неког од два фактора-људски или природна ваијабилност. У исто време, градови су кључни фактор који доприноси климатским променама, пошто су урбане активности главни извори емисије гасова стаклене баште. Процене сугеришу да су градови одговорни за 75% глобалне емисије CO₂, при чему су транспорт и индустријски објекти међу највећим емитерима [2].

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ИСТРАЖИВАЊА

Након истражене литературе, уочено је да постоји велики проблем са прекомерним загревањем урбаних целина у граду. Велики проблем су простори на којима људи често бораве током летњег периода (игралишта, паркови, базени и слично), а уједно су кључни у њиховом свакодневном животу и социјализацији. Управо из такве анализе, дефинисао се предмет овог истраживања, а то је како смањити осунчаност дечијих игралишта у једној урбаној структури, водећи рачуна о два битна параметра: позицији игралишта на локацији и распореду вегетације као природне заштите од сунца.

Циљ истраживања јесте индентификација проблема у вези са инсолацијом и смањење осунчаности на дечијем игралишту, спроводећи соларне анализе употребом различитих софтвера. Важно је осигурати да дечија игралишта пружају сигурно и пријатно окружење за игру и забаву током целе године, а истраживање прекомерне осунчаности и побољшање спољашњег термалног комфора може помоћи у остваривању таквог циља.

3. МЕТОДЕ КОРИШЋЕНЕ У ИСТРАЖИВАЊУ

Уз помоћ параметарског моделовања у раду ће бити приказано на које све начине може да се оптимизује прекомерна осунчаност на изабраној локацији, а самим тим и побољша спољашњи термални комфор. Кроз алгоритам анализа ће прорачунати максималан број осунчаних сати, а графички ће кроз скалу боја приказати на локацији више и мање осунчане делове. На основу добијених резултата вршиће се оптимизација задатих параметара на локацији смањујући број осунчаних сати и просечне температуре.

3.1 Коришћени софтвери

Програми који су коришћени за тродимензионално моделовање и параметарску анализу у овом раду су

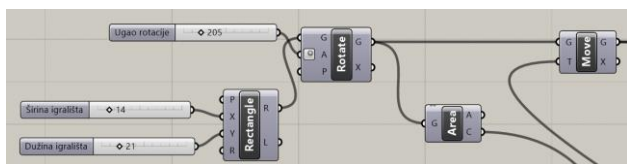
Рајносерос 3D (енг. Rhinoceros 3D) са додатком Грасхопер (енг. Grasshopper). Соларне анализе су вршене уз помоћ Грасхопер додатка Лејдибаг (енг. Ladybug).

3.2 Опис алгоритма

Алгоритам који је креиран у овом истраживању испитује најбољу позицију елемената локације у циљу смањења прекомерне осунчаности дечијег игралишта. Алгоритам користи тродимензионалне моделе, параметарско моделовање и соларне анализе да би испитао сва потенцијална решења. У даљем раду биће описане све фазе алгоритма које су неопходне да би се осунчаност испитала на што већем броју различитих урбаних геометрија и варијација.

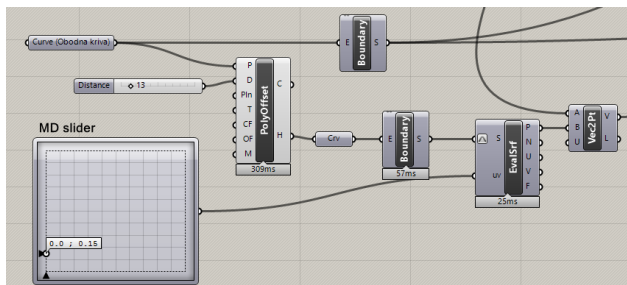
3.2.1 Геометрија и параметризација елемената

Рајно нам служи да поставимо кључну геометрију као што су површ где се налази игралиште, дрвеће и околни објекти. Тако задата геометрија се са адекватним компонентама повезује са Грасхопером и представља основу за даље истраживање. Након поставке геометрије у Рајну прелази се на рад у Грасхоперу. Први корак је задати облик и димензије жељеног игралишта које ће, са проналаском његове средишње тачке, моћи да се помера и ротира на жељеној површи, слика 1.



Слика 1: део кода који дефинише димензије и облик игралишта

Пошто је геометрија игралишта дефинисана, следећи корак је дефинисати површ на којој ће се налазити игралиште. Њена улога јесте да одреди оквире у којима може да се налази игралиште, тако да не омета кретање људи и не долази у додир са објектима у непосредној околини. Она такође служи да се за њу веже геометрија дрвећа која ће утицати на анализу. Кључно је дефинисати насумичну тачку на њеној површи уз помоћ MD слајдера која ће се везати за центар игралишта, слика 2.



Слика 2: део кода који дефинише површ са игралиштем и тачком уз помоћ које ће се игралиште померати

Остало је још да се дефинише геометрија дрвећа која је претходно моделована у Грасхоперу. У овом делу битан је број дрвећа који улази у анализу јер он уједно

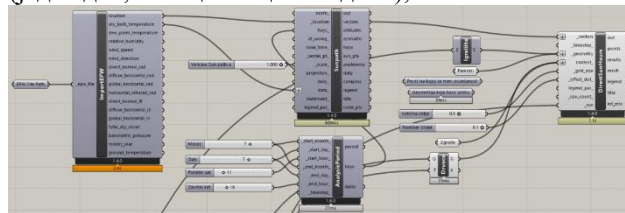
одређује број насумичних тачака које ће се распоређивати на површи око игралишта. Променом seed-а распоред тачака се мења, а са њиховим адекватним везивањем за центре дрвећа мења се и позиција дрвећа, слика 3.



Слика 3: део кода који веже геометрију дрвећа за насумичне тачке на површи

3.2.2 Соларна анализа

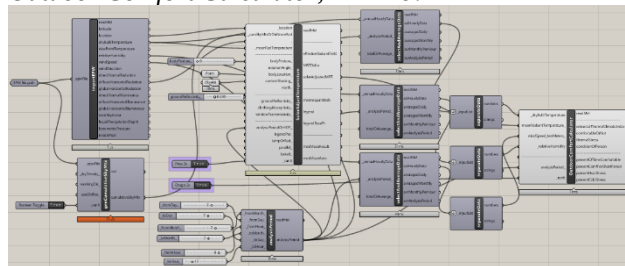
Након дефинисања елемената који ће представљати улазне податке у даљој анализи, кључан за даљи рад и мерење инсолације је додаток Лејдибаг. Уз помоћ компоненте *ImportEPW* читавају се подаци из климатског фајла који ће служити за касније мерење инсолације. Збир свих тих параметара служи за одређивање путање Сунца која може да се дефинише за одређени период, дан или сат користећи компоненту *AnalysisPeriod*. Компонента *Direct Sun Hours* прорачунава осунчаност задатих површи за сваки сат у складу са дефинисаним периодом анализе (један дан, месец или цела година), слика 4.



Слика 4: део кода који извршава соларну анализу

3.2.3 Анализа спољашњег термалног комфора

Поред соларне анализе, за истраживање је било важно урадити и анализу спољашњег термалног комфора како би се добила објективна слика о томе како ће се човек заиста осећати у таквом урбаном окружењу. За анализу спољашњег термалног комфора су неопходни исти улазни параметри који дефинишу геометрију у сцени као код соларне анализе због компатабилности резултата обе анализе. Компонента *import EPW* читава неопходне податке из климатског фајла који ће даље бити улазни параметри неопходни за рад компоненте *Solar Adjust Temperature*. Уз помоћ ње се прорачунава средња температура радијације на основу које се добија крајњи резултат компонентом *Outdoor Comfort Calculator*, слика 5.

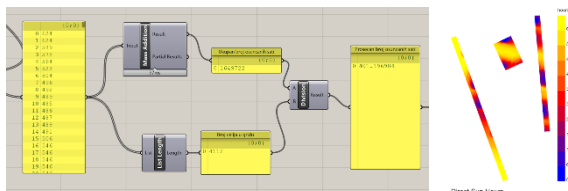


Слика 5: део кода који извршава анализу спољашњег термалног комфора

3.3 Очитавање резултата соларне анализе

Након покретања анализе добија се нумерички и графички резултат који се очитава и анализира. Нумерички резултат је број осунчаних сати за сваку ћелију претходно дефинисаног квадратног грида који може да се упросечи како би се добио просечан број осунчаних сати за целу површ, слика 6.

Графички резултат представљен је кроз градијент боја који чине обојени квадрати грида, где сваки квадрат има боју спрема броја осунчаних сати.

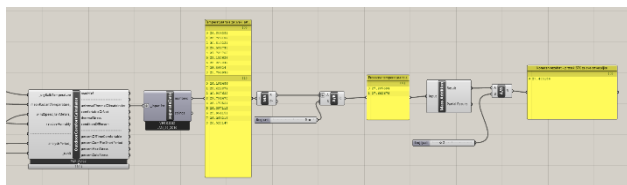


Слика 6 (лево) део кода који прикупља резултате анализе и упросецује их; (десно) графички приказ анализе у Рајну

3.4 Очитавање резултата анализе спољашњег термалног комфора

Процену спољашњег термалног комфора у урбаној средини могуће је евалуирати употребом било ког термалног индекса.

У овом раду је за процену коришћен *UTCI* (*Universal Thermal Climate Index*) [3] индекс који се изражава у степенима Целзијуса [$^{\circ}\text{C}$]. *UTCI* је скала која приказује температуру онако како је ми “осећамо” и узима у обзир температуру зрачења, релативну влажност и брзину ветра. Њене вредности се добијају уз помоћ компоненте *Outdoor Comfort Calculator* и могу се вредновати уз помоћ *UTCI* индекса, слика 7.



Слика 7 део кода који на основу израчунате средње температуре зрачења рачуна *UTCI* индекс и даје резултате за сваки сат анализе у [$^{\circ}\text{C}$]

4. ОДАБРАНА ЛОКАЦИЈА

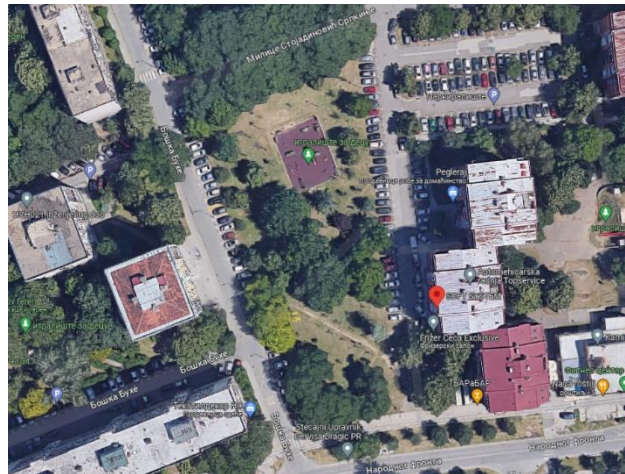
Приликом одабира локације на којој ће бити примењене методе овог истраживања утицало је више фактора. Ради што дубље анализе и детаљнијег приступа случају, неопходно је било одабрати локацију у непосредном окружењу којој ће се у различитом периоду дана моћи приступити и анализирати временски услови.

Одабрано је да то буде већи јавни простор на територији Новог Сада који својом тренутном позицијом и климатским условима представља ризик за боравак на њему током летњих месеци.

Локација која је одабрана је игралиште на Лиману 2, оивичено улицама Народног Фронта, Милице Стојадиновић Српкиње и Бошка Бухе, слика 8.

5. РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање је спроведено као упоредна анализа два могућа сценарија на локацији. За први сценарио је узето постојеће стање како би се добио резултат на основу ког ће се оценити да ли је заиста спољашњи термални комфор побољшан, а осунчаност смањена на игралишту и паркинзима око локације.



Слика 8: позиција игралишта у урбаном блоку

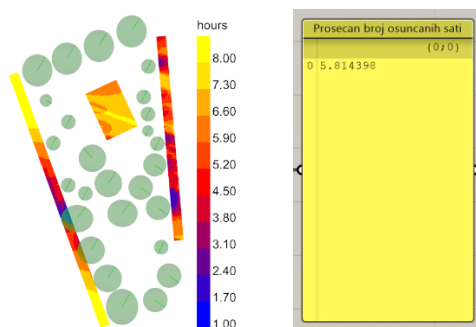
Други сценарио ће бити најбоље решење добијено кроз анализу, померајући дрвеће и игралиште на локацији, са циљем побољшања тренутне ситуације користећи елементе који се већ налазе на локацији. Битно је напоменути да је истраживање спроведено за најтоплији дан из EPW фајла, конкретно 7. Јул, у периоду од 11h-18h.

5.1 Резултати анализе постојећег стања

Како би се добио релевантан резултат који ће приказати тренутно стање на локацији неопходно је извршити соларну анализу и анализу спољашњег термалног комфора за постојећу диспозицију дрвећа и игралишта, слика 9.

5.1.1 Соларна анализа

Након адекватно постављених свих претходно помнутих параметара који утичу на соларну анализу, добија се нумерички и графички резултат. Анализиран је дан 7. Јул, у периоду од 10-18h што укупно представља 8h на којима је спроведена анализа. За тако дефинисан период анализе нумерички резултат говори да је просечан број осунчаних сати за игралиште и паркинге ~6h, што је од укупних 8h готово цео временски интервал, слика 9.



Слике 9: (лево) графички приказ резултата соларне анализе постојећег стања; (десно) нумерички резултат соларне анализе постојећег стања

5.1.2 Анализа спољашњег термалног комфора

Према UTCI скали, уз помоћ које се вреднују добијене вредности, све температуре добијене након извршене анализе се крећу између 31°C и 34°C што спада у категорије настанак топлог стреса и јак топли стрес. Обе категорије су изузетно неповољне по боравак људи у летњем периоду и самим тим говоре колико је прекомерна осунчаност изражена.

5.2 Резултати анализе побољшаног стања

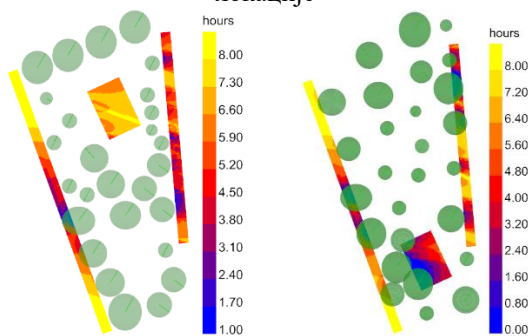
Како би анализа била што систематичнија, одређено је пет карактеристичних позиција игралишта на локацији, спрам којих се мењао распоред дрвећа у 100 итерација. На тај начин је спроведено 500 различитих анализа на основу којих ће се извући најрелевантнији резултат. Након спроведених свих анализа, најбољи резултат је добијен за Позицију 2 са приближно 4.2 осунчана сата. На основу добијених резултата соларне анализе и добијених најбољих решења за сваку испитану позицију, сличан приступ истраживања се применио и на анализи спољашњег термалног комфора. За сваку позицију анализе спољашњег термалног комфора је узета диспозиција дрвећа за коју се испоставило да је оптимално решење те позиције у соларној анализи, са тим да се положај тачака анализе дуж паркинга није мењао како би резултати били међусобно упоредљиви. И код ове анализе, најбољи резултати су добијени код Позиције 2.

5.3 Упоредна анализа резултата

Што се тиче соларне анализе, постојеће стање је упоређено са најбољим резултатима пет анализираних локација и утврђено је да најмањи број осунчаних сати има Позиција 2 са свега 4,17 осунчана сата. Поредити то са постојећих 5,81 осунчана сата, са извршеним интервенцијама постигло би се побољшање од чак 1.64h у току једног дана, слика 10.

Просечан број h	
Тренутно стање	5,814398h
Позиција 1	4.405642h
Позиција 2	4.167315h
Позиција 3	4.212549h
Позиција 4	4.20963h
Позиција 5	4.180934h

Табела 1: најбољи просечан број осунчаних сати сваке локације



Слике 10: (лево) постојеће стање; (десно) потенцијално најоптималније решење на основу извршених анализа

Код спољашњег термалног комфора поређене су просечне температуре сваке референтне тачке за сваку позицију као и укупне просечне температуре свих тачака за сваку позицију. Тим поступком уочава се да је до највећег побољшања дошло у анализи Позиције 2 са побољшањем од чак 1.33°C.

5. ЗАКЉУЧАК

Резултати истраживања приказују како применом одговарајућих програма и алгоритама може да се дође до бољег решења у урбаној средини, а које није предвидиво без употребе истих. Предност алгорита креираног у овом истраживању јесте да може да се примени на било коју другу локацију сличне намене уз предуслов да постоје одговарајући климатски фајлови.

Оно што је ово истраживање хтело да покаже јесте како само мала интервенција у урбаној заједници може да значи много. Поред тога што би се формирала пријатнија клима за боравак деце на игралиштима, уз то долази велики низ бенефита као што су појачана социјализација, дружење и квалитетније одрастање у урбаним срединама. Понекад за велике промене није неопходно много, а ово истраживање управо показује како са правилним промишљањем онога што би свакако нашло своје место на локацији може да се направи много пријатније окружење за боравак људи. Ако би се овакав начин размишљања и планирања имплементирао на већину градских паркова и урбаних простора цео град би постао много функционалнија и пријатнија средина за живот.

6. ЛИТЕРАТУРА

[1] – Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Climate Change 2014: AR5 Synthesis report, https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf

[2] – Lehmann S. Reconnecting with nature: Developing urban spaces in the age of climate change <https://doi.org/10.12688/emeraldopenres.12960.1>

[3] – (International Union of Physiological Sciences- Thermal Commission, 2003; Journal of Thermal Biology 28, 75-106).

Кратка биографија:



Милица Симовски рођена је у Врбасу 1999 године. Дипломирала је 2022. године на Департману за архитектуру и урбанизам, Факултет техничких наука. Мастер рад на тему Смањење инсолације дечијих игралишта одбранила је 2023. године.

контакт: milicasimovski99@gmail.com

T369**T369***Kristina Siročić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad***Oblast – ARHITEKTURA**

Kratak sadržaj – Kompleks T369 nastao je kao plod ideje da se u Srbiju dovede proizvodnja bioničkih udova. Unutar kompleksa postoje različite funkcionalne celine, kao što su: medicinski centar, laboratorija, prostor za proizvodnju, edukacioni centar, podvodni restoran, kao i muzej posvećen jednom od naših najznačajnijih naučnika: Nikoli Tesli.

Ključne reči: Bionika, laboratorija, medicinski centar, edukacioni centar

Abstract – The T369 complex was created as a result of the idea to bring the production of bionic limbs to Serbia. Within the complex there are various functional units, such as: a medical center, a laboratory, a production area, an educational center, an underwater restaurant, as well as a museum dedicated to one of our most important scientists: Nikola Tesla.

Keywords: Bionics, laboratory, medical center, educational center

1. UVOD

Kompleks T369 je projekat koji ima zadatak da spoji Teslinu viziju napretka i inovacije sa savremenim tehnologijama bionike. U toku projektovanja ovog kompleksa, bavimo se sledećim pitanjima – Na koji način je bionika povezana sa Nikolom Teslom? Kako da objekat, koji zauzima ovako veliku površinu, učinimo samoodrživim? Na koji način možemo bioniku i Nikolu Teslu da predstavimo široj publici? Koje funkcionalne jedinice su potrebne kako bismo uspeali da stvorimo prostor koji se bavi, kako proizvodnjom tako i edukacijom o bioničkim udovima?

S obzirom na to koliko se savremeno društvo oslanja na naučne i tehnološke inovacije kako bi rešilo složene probleme i unapredilo kvalitet života, čini se kao da je ovo idealan momenat za izradu ovakvog projekta koji pruža okruženje u kojem istraživači, inženjeri i lekari mogu sarađivati i unapređivati svoje znanje i veštine sa najnovijim tehnologijama i mašinama. Zahvaljujući tome, ovakav kompleks, koji je smešten na starom Kačkom putu u blizini Novog Sada, ima afiniteta da postane simbol tehnološkog napretka, obrazovanja, podrške i očuvanja prirode.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Atanacković Jeličić, red.prof.

2. SAMOODRŽIVOST OBJEKTA

Kompleks je projektovan tako da bude potpuno samostalan i samoodrživ. To je moguće postići zahvaljujući materijalima koji se koriste u njegovoj izradi, kao i u samoj tehnologiji koja se koristi nakon same izgradnje objekta.

Zahvaljujući današnjoj tehnologiji na tržištu postoji mnoštvo materijala koji spadaju pod ekološke materijale. Neki od njih, koji su korišćeni na ovom projektu su solarna stakla, grafen, hidroizolovana stakla itd.

Solarna stakla [1] koristimo na staklenoj polusferičnoj opni koja prekriva ceo kompleks. Ona prikupljaju sunčevu energiju i pretvaraju je u električnu. Osim što proizvode električnu energiju, njihova prednost je takođe i samnjenje odsjaja kao i poboljšanje temperaturne izolacije, što može biti kritično u našem slučaju s obzirom da prekriva čitav kompleks.

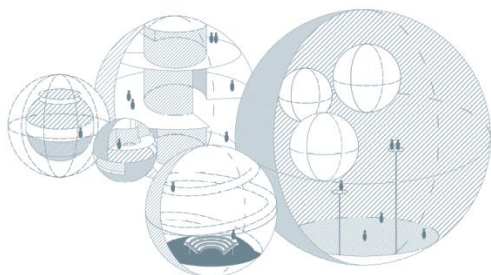
Grafen [2] je izuzetno jak materijal i ima veliku mehaničku izdržljivost. Veoma je lak i rezistentan na koroziju i hemijske agresivne sredine, zbog čega je poprilično dugotrajan materijal. Te je od njega napravljena konstrukcija svih objekata.

Hidroizolovane staklene strukture [3] su specijalni vidovi stakla (akrilno staklo) i hidroizolacioni materijali. One su projektovane tako da izdrže pritisak vode i osiguraju sigurnost posetilaca. Idealan materijal za podvodni restoran.

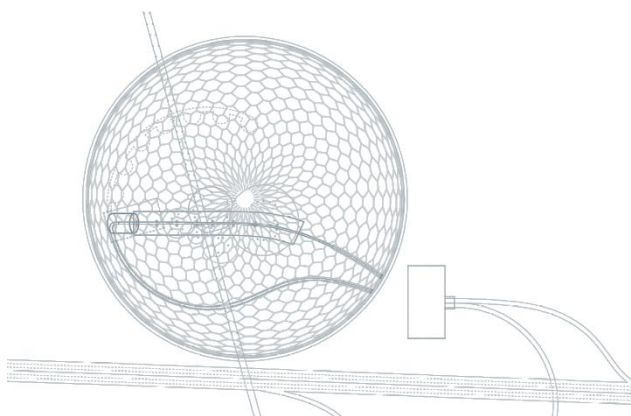
Kada je u pitanju tehnologija možemo nabrojati nekoliko vrsta ključnih za naš kompleks. Pre svega, samo solarno staklo, koje smo već naborjali, spada, kako pod materijal, tako i pod tehnologiju zbog svoje mogućnosti pregrađivanja prostora i skupljanja sunčeve energije. Ulogu čuvanja skakupljene sunčeve energije dobijaju solarni baterijski sistemi i toplotni kolektori. Solarni baterijski sistemi služe za skladištenje viška solarne energije i omogućavanje korišćenja energije i noću. Toplotni kolektori se koriste za skupljanje svetlosti za grejanje vode i otopljanje objekta

Sledeći vid tehnologije koji imamo jesu vetroturbine. S obzirom na to da je objekat smešten na području koje nema sunčevu svetlost tokom cele godine bilo je potrebno razmisliti o tome šta bi proizvodilo električnu energiju tokom zimskih dana. Zato su se upravo vetroturbine pokazale kao idealan izbor zbog velike frekvencije različitih vetrova tokom jesenjih i zimskih dana na našem području.

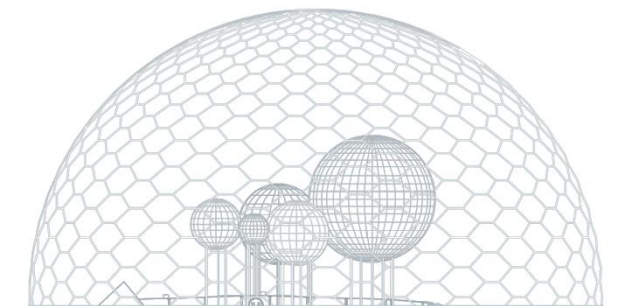
3. GRAFIČKI PRILOZI



Slika 2. Funkcionalna šema



Slika 3. Situacija kompleksa



Slika 4. Izgled kompleksa

4. FUNKCIONALNA PODELA

Unutar kompleksa imamo funkcije kao što su muzej, edukacioni centar, medicinski centar, laboratorija, prostor za proizvodnju i restoran.



Slika 5. Piktogrami funkcionalne podele

4.1. Edukacioni centar

Unutrašnjost edukacionog centra je koncipirana kao interaktivno okruženje koje kombinuje izložbene prostorije sa edukativnim zonama. Središnji atrijum prostire se kroz sve etaže i deluje kao centralno mesto za susrete i inspiraciju i idealno je za održavanje predavanja svih vrsta.

4.2. Medicinski centar

Medicinski centar ima za cilj da transformiše način na koji se razmišlja o rehabilitaciji i unapređenju funkcionalnosti osoba sa amputiranim ili oštećenim udovima. Centar omogućava prilagođavanje bioničkih udova za svakog pacijenta. Koncept medicinskog centra unutar ovog kompleksa stvara sinergiju između tehnologije, istraživanja, obuke i podrške, sve sa ciljem da unapredi kvalitet života osoba sa amputiranim ili oštećenim udovima.

4.3. Laboratorija

Laboratorija je epicentar naučnih istraživanja u vezi sa bioničkim udovima. Inženjeri, medicinski stručnjaci i istraživači radili bi na razvoju novih tehnologija, senzora, materijala i metoda za unapređenje performansi i funkcionalnosti bioničkih udova u ovom delu kompleksa. Specijalizovane radionice za proizvodnju i prilagođavanje obezbeđuju da svaki uređaj bude savršeno usklađen sa anatomijom i potrebama korisnika.

4.4. Proizvodnja

U delu za proizvodnju inženjeri i tehničari bi koristili najsavremeniju opremu kako bi konstruisali i prilagodili bioničke udove prema individualnim potrebama korisnika. Ovde bi se kombinovala tehnologija, dizajn i medicinsko znanje.

4.5. Muzej

Koncept muzeja posvećenog Nikoli Tesli pruža izuzetno vizuelno i inovativno iskustvo za posetioce. Ovaj koncept spaja Teslinu inovativnost i modernu tehnologiju kako bi se stvorila jedinstvena atmosfera za izlaganje i proučavanje njegovih dostignuća.

4.6. Podvodni restoran

Podvodni restoran je dizajniran kao elegantan i futuristički prostor, kombinujući moderne linije i organske oblike. Transparentni paneli omogućavaju posetiocima da uživaju u fascinantnom pogledu na podvodni svet, dok istovremeno unose prirodno svetlo. Enterijer restorana inspirisan Teslinim inovacijama i prirodnim elementima stvara atmosferu ravnoteže između ljudskih dostignuća i životne sredine. Podvodni restoran doprinosi ukupnom doživljaju kompleksa, stvarajući jedinstven prostor za ishranu tela i uma.

5. ZAKLJUČAK

Kompleks T369 stvara most između prošlosti, sadašnjosti i budućnosti, nudeći izuzetno bogato iskustvo za posetioce i potencijal da ostave nasleđe koje inspiriše buduće generacije. Ostavlja neizbrisiv utisak na sve koji ga posete i realizuju Teslinu viziju promene sveta na bolje. Sferični oblik zgrada u kompleksu donosi

inovativnost i prepoznatljivost. Arhitektonski dizajn stvara harmoničnu kombinaciju funkcionalnosti i estetike.

S obzirom na brojne vrednosti koje kompleks ove vrste može da ponudi, jasno je da postoji značajna potreba čovečanstva za ovakvim obrazovnim i inovativnim institucijama koje doprinose napretku i obogaćivanju opšteg društvenog i kulturnog života.

4. LITERATURA

[1] "The BIPV system: The Perfect amalgamation of Urban development and Energy generation"
("BIPV sistem: Savršena amalgamacija urbanog razvoja i proizvodnje energije")

[https://thesolarlabs.com/ros/bipv-system/#:~:text=Building%20Integrated%20Photo%20voltaic%20\(BIPV\)%20is,use%20to%20generate%20energy%20concurrently.](https://thesolarlabs.com/ros/bipv-system/#:~:text=Building%20Integrated%20Photo%20voltaic%20(BIPV)%20is,use%20to%20generate%20energy%20concurrently.)

[2] "Primjena grafena kao supematerijala u građevinarstvu"

<https://www.gradnja.me/clanak/1036/primjena-grafena-kao-supematerijala-u-gradjevinarstvu>

[3] "5 Amazing Underwater Structures: How Underwater Construction Works"

("5 neverovatnih podvodnih struktura: kako funkcioniše podvodna konstrukcija")

<https://www.bigrentz.com/blog/underwater-construction>

Kratka biografija:



Kristina Siročić rođena je u Novom Sadu 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Arhitektonsko projektovanje odbranila je 2023.god.

kontakt:
kristinasirocic@gmail.com

**IMAGINARNI URBANI ARTEFAKT: ARHITEKTONSKI NARATIV I MEMORIJA TLA
KAO ALATI U PROCESU ARHITEKTONSKOG PROJEKTOVANJA****IMAGINARY URBAN ARTIFACT: ARCHITECTURAL NARRATIVE AND SOIL
MEMORY AS TOOLS IN ARCHITECTURAL DESIGN PROCESS**

Petar Mitrović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Definisanje termina imaginarnog urbanog artefakta pomoću alata arhitektonskog narativa, memorije tla, simbolizma i prostora kolektivne memorije, zajedno sa metaforičkim ekstenzijama iluzornih prostora. U master radu je kao prilog prikazana samostalna umetnička izložba autora, pod nazivom „Dekonstrukcija urbanog artefakta: selo sa tri dvorca u naselju Bočar u Vojvodini“ kao rezultat teorijskog istraživanja.

Ključne reči: Imaginarni urbani artefakt, narativna arhitektura, memorija tla, simbolizam u arhitekturi

Abstract – Defining the term imaginary urban artefact using the tools of architectural narrative, ground memory, symbolism and collective memory spaces along with metaphorical extensions of illusory spaces. The master thesis presents an independent art exhibition of the author entitled “Deconstruction of an urban artifact: a village with three castles in the settlement of Bočar in Vojvodina” as a result of the theoretical research.

Keywords: Imaginary urban artifact, narrative architecture, soil memory, symbolism in architecture

1. UVOD

Pozivajući se najviše na termin koji je skovao Aldo Rossi uspostavljajući prostorni koncept urbanog artefakta, prostora koji nužno definiše postojanje svog konteksta amplifikujući njegove vrednosti.

Rad se sastoji iz četiri dela, tri teorijsko-istraživačka segmenta i jednog zasebnog, kreativno-istraživačkog rada, koji se bavi oprestorenjem imaginarnog urbanog artefakta kroz arhitektonski događaj – samostalnu arhitektonsku izložbu.

2. NARATIV KAO ALAT U ARHITEKTONSKOM PROJEKTOVANJU

Kako je arhitektonski narativ kompleksan sam po sebi, uvedena su tri termina koja definišu specifične prostore – arhitektonski narativni konstrukt, arhitektura kao kuća narativa i imaginarni prostorni narativ. Prvi prostorni koncept ilustrovan je primerima Jevrejskog muzeja autora Daniela Libeskinda, drugi kroz primer Muzeja

Apoksiomena, dela arhitektonskog tandema Idisa Turata i Saše Randića i treći termin na primeru Piranezijeve serije bakroreza Tamnice. Na primeru Jevrejskog muzeja, to je osećaj straha i anksioznosti, dok se kod Muzeja Apoksiomena razvija osećaj očekivanja koji dostiže svoju prostornu dimenziju u izvesnom prostornom protezanju. Iako je u pitanju emocionalno iskustvo prostora i njegova manifestacija kroz arhitektonsku strukturu, ono što povezuje ova dva objekta, ipak jeste arhitektonski konstrukt narativnosti koji jasno razdvaja njihove pristupe.

Izložba u Muzeju Apoksiomena omogućava direktno posmatranje skulpture, dok se u Jevrejskom muzeju pretpostavlja da posetioci već imaju određeno predznanje pre nego što uđu u objekat. Ovo se dodatno rešava postavljanjem ulaza u starom delu Jevrejskog muzeja, gde posetioci mogu da se upoznaju sa istorijskim narativom Jevrejskog naroda pre nego što zakorače u novi, podzemni i nadzemni prilagođeni deo kompleksa, koji izaziva prostornu anksioznost.

Imaginarni prostorni narativ pruža podršku izgradnji nestvarnih prostora koji postoje samo u našim umovima. Primer toga je prikazan kroz Piranezijeve serije bakroreza Tamnice, što ilustruje kako iluzornih prostori mogu biti preneseni i prikazani grafikom.

3. MEMORIJA TLA KAO PODLOGA ZA NASTANAK ARHITEKTONSKIH PROCESA

Kolektivna memorija ne predstavlja objektivni ili neutralni prikaz prošlih događaja, puko istorijsko nabiranje događaja i činjenica. Sasvim naprotiv, zajedničke priče jesu selektivne. Društvo se seća onoga što želi zapamtiti, a te želje su pristrasne, subjektivne, te se kolektivna memorija može koristiti za opravdanje dela sadašnjosti.

Karakter jednog prostora nije definisan kolekcijom funkcija koje sadrži, već sintezom varijeteta arhitektonskih činjenica, modela koji se baziraju na arhitektonskom tipu, razgrađivanju po hijerarhiji i redu, što dalje vodi do stvaranja jedinstvenog prostora. Tipologiju u arhitekturi možemo definisati kao proučavanje i klasifikaciju tipova objekata [1]. Ona se odnosi na zadatak identifikacije i grupisanja objekata i urbanih prostora prema sličnosti njihovih bitnih karakteristika. Takođe, čovek može da razume tipove objekata iz svoje kolektivne memorije, jer tipovi jesu

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Miljana Zeković, red. prof.

nešto što je ustaljeno. Oni kroz svoju evoluciju doživljavaju promene, vekovima unazad, zajedno sa čovekom. Takođe, kao i što se određena arhitektonska tipologija menja tokom vremena, neminovno je da će određeni kulturni tipovi nestajati, dok će se neki novi tek kreirati.

U odnosu na teorijsko istraživanje, urađena je studija slučaja šest pažljivo selektovanih urbanih artefakta, koji predstavljaju oprostorenje kolektivne memorije jednog društva, a ujedno su i arhitektonske ikone. Ovi primeri su analizirani kroz tri celine - prostorno polje delovanja urbanog artefakta, narativnu strukturu urbanog artefakta i simbol urbanog artefakta.

Iako njihove prvobitne namene mogu ometati transfer unutar postojeće kulturne vrednosti, ta vrednost je duboko ukorenjena u postojanju celokupnog doživljaja gradskog prostora. Dalje, to može uticati na narativnost arhitektonskog prostora što može voditi i u njegovo degradiranje vremenom. Ovo ne znači da jedan urbani artefakt nestaje ili bleđi, već samo da mu se vrednost menja jer urbani artefakt ostaje urbani artefakt – memorija prostora je ono što definiše njegovo postojanje, jer artefakti nose dozu kako realnog i apsolutnog arhitektonskog narativa, tako i izvesne doze imaginacije u sebi.

Arhitektura koristi simbole ili vizuelne znakove s dubokim konotacijama, arhitektonski elementi mogu nositi simbolička značenja kroz formu, materijale, boje ili celokupan prostor [2]. Tumačenje simbola varira među ljudima i kulturama, što obogaćuje arhitekturu, a narativ u arhitekturi se odvija kada korisnici doživljavaju prostor dok se u njemu kreću. On se fokusira na pripovedanje i sekvencijalno iskustvo, akcentujući samo iskustvo, dok simbolizam koristi apstraktnije alate.

Čarls Dženkins definiše prelazak simboličkog značenja u alegorijsko i metaforičko [3]. Naracija i svesno programsko oblikovanje pojaviće se kao osnovno svojstvo arhitektonskog simbolizma, jer simbolička i narativna vrednost predstavljaju esencijalne karakteristike imaginarnih prostora koji u svojoj konačnosti ne definišu prostor, već svojim prostornim značenjima daju sposobnost integrisanja čoveka u nematerijalizovane prostore.

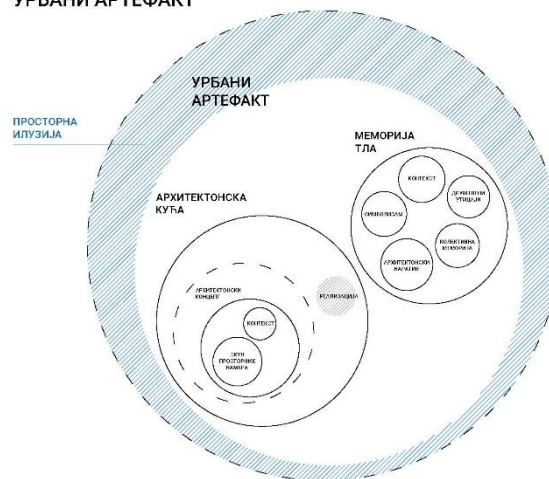
4. METAMORFORIČKE EKSTENZIJE ILUZORNIH PROSTORA: POSTAVLJANJE TEORIJSKE OSNOVE IMAGINARNOG URBANOG ARTEFAKTA

Termin imaginarni urbani artefakt definisan je sa idejom o prostoru koji može da integriše sva prostranstva jednog konteksta, kako iz njegove činjenične prošlosti, tako i iz arheološke iluzornosti. Direktno je vezan za teoriju Herberta V. Šredera o mestima [4] kao i za teoriju o urbanim artefaktima Pogrešno ili nepotpuno utvrđeno pretpostavljeno stanje prostora u funkciji je pripovedanja koje služi kao inspiracija za sve artifično stvorene pejzaže, kao i sve elemente prostora, koji sada postoje kao i za one koji će tek biti stvoreni.

Kao srž ovog novog definisanog prostora, pored primenjene postojeće memorije tla i teorije mesta, uzima se i arhitektonski narativ i njegova simbolička konotacija. Velika važnost simbolizma u arhitekturi je isprepletenost narativom, što čini simbole i arhitekturu međuzavisnim, iako imaju određene konotacije vezane za prostor u kom deluju.

Imaginarni urbani artefakt ima dve teorije o svom nastanku – da je nekad prethodno egzistirao ili da je dobijen sintezom prostora koji su nastajali pre njega. Ovo je moguće sagledati kroz primere iluzornog prostora „Tamnica“ kod Piranezija (prostor koji nikad nije postojao ali ima direktnu vezu sa realnom sredinom – gradom Rimom) ili Serpentin paviljona iz 2012. godine izgrađenog po projektu Herzoga, de Merona i Vejveja koji objedinjuje sve prethodne efemerne prostorne događaje u jedan novi – imaginarni urbani artefakt.

ИМАГИНАРНИ
УРБАНИ АРТЕФАКТ



Slika 1. Dijagramski prikaz osnovnih gradivnih elemenata imaginarnog urbanog artefakta – arhitektonska kuća u sintezi sa memorijom tla formira urbani artefakt, apliciranjem prostorne iluzornosti ceo prostor prelazi u drugu dimenziju

Ovaj prostor je u službi arhitekata i umetnika koji koriste sintezu urbanih artefakata, memorije tla i arhitektonskog narativa, kao alata tokom procesa projektovanja novih struktura, a koje su zbog toga u direktnoj relaciji sa postojećim kontekstom. Imaginarni urbani artefakt putem amplifikacije zatečenih kontekstualnih vrednosti može pomoći i u definisanju prostora, koji nije nužno uticao na njegovo kreiranje, bez sigurnosti da je takav jedan prostorni sloj ikada postojao.

Moderni arhitekti poput Lebusa Vudsa, Danijela Libeskinda, Rema Kolhasa, Pitera Ajzenmana i Kupa Himelbaua nastavljaju da pronalaze fascinaciju u Piranezijevim zamršenim prostorima, i upravo zbog toga je urađena studija povezanosti njihove arhitekture za iluzornim Piranezijevim prostorima. Svakako, oni teže da stvaraju različite arhitektonske vizije koje imaju sličan prostorni karakter prepun lavičnih, iluzornih i

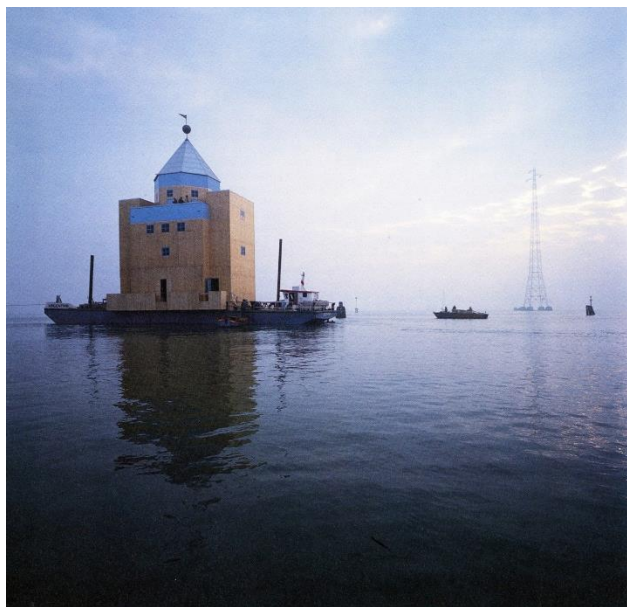
panoptičkih prostora, koji prkose tradicionalnim perspektivama i prostornom kontinuitetu.

Dalje su analizirana tri projekta - Marketplac u Bazelu autora Herzoga i de Merona, Aldo Rosijev Teatro del Mondo i Serpentin paviljon iz 2012. godine autora Herzoga, de Merona i Vejveja.

Marketplac u Bazelu je ostao nerealizovan projekat i danas nam služi kao jedan poligon za ispitivanje imaginarnog urbanog artefakta jednog rečnog toka koji više ne postoji, nakon svog izmeštanja u srednjem veku. Implementirajući memoriju tla unutar novoprojektovanog trga od strane autora, definiše se jedan novi prostorni motiv koji amplifikuje sve zatečene vrednosti, kao i one imaginarne, nepostojeće, u jednu celinu.

Hercog kaže „da cilj nije bio da projektuje, već da otkrije nešto što je ranije postojalo, da stvori buku, jednu novu akustičnu skulpturu“ [5]. Prostor teži ne da napravi sliku, već da ispriča priču dovoljno uobičajeno – i da napravi od toga neku izmenu iskustva, perceptivnu promenu, prilagođavanje ovog konkretnog fragmenta stvarnosti.

Sledeći primer je bio inspirisan drevnom venecijanskom tradicijom plutajućih pozorišta, dokumentovanom u ikonografiji iz 16. i 17. veka, Teatro del Mondo koji je projektovao Aldo Rosi. Preuzimajući ideju i ponovo je implementirajući u širu refleksiju koja razvija tri aspekta: meditaciju o pozorištu, gradu i, konačno, o sećanju kroz mogući odnos sa novim pozorištem sećanja [6].

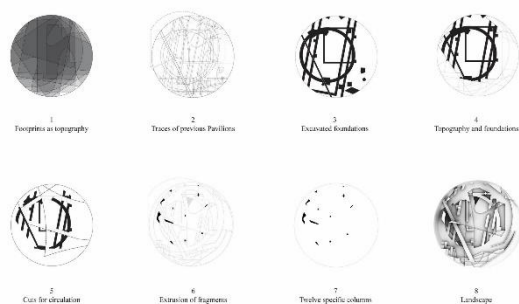


Slika 2. Teatro del Mondo, efemerna struktura plutajućeg pozorišta nadomak Venecije

Zbog svog otelotvorenja neoracionalističke filozofije Rosija, Teatro del Mondo može se definisati pozorišnim prostorom koji svesno postaje jedan imaginarni urbani artefakt upravo zbog sintetisanja svih elemenata kolektivne memorije Venecije i narativne prostorne poetike koju grad poseduje. Svojom bezvremenskom lepotom i evokativnim prisustvom, služi kao

svedočanstvo koje prevazilazi našu stvarnost prenoseći nas u nepoznate svetove.

Treći projekat, Serpentin paviljon iz 2012. godine autorskog torjca Herzoga, de Merona i Aj Vejveja imao je za cilj da isprovocira posetioce preispitujući odnose između prošlih arhitektonskih narativa kroz aktivan prostor nove strukture koja nosi memoriju tla u sebi. Ovo iskopavanje je predstavljalo fizičku manifestaciju prošlosti, omogućujući posetiocima da se bave evociranjem istorije prethodnih Serpentininih paviljona, dok istovremeno doživljavaju novu strukturu.



Slika 3. Proces kreiranja Serpentinin paviljona 2012. godine dobijen preklapanjem prethodnih efemernih događaja na istom prostoru – definisanje imaginarnog urbanog artefakta

Po rečima autora iz intervjua za *Architectural Review* o svojoj dvodecenijskoj arhitektonskoj praksi pričali su i o svojoj Serpentinin paviljonskoj strukturi: „Svi ovi tragovi nekadašnjih paviljona sada će biti otkriveni i rekonstruisani. Nekadašnji temelji i otisci stopala formiraju zbrku izvijenih linija, poput šeme za šivenje. Pojavljuje se prepoznatljiv pejzaž koji nije nalik bilo čemu što smo mogli da izmislimo; njegov oblik i forma je zapravo slučajan dar. Plastična stvarnost ovog pejzaža je zapanjujuća, a takođe je savršeno mesto za sedenje, stajanje, ležanje ili samo gledanje i divljenje. Drugim rečima, idealno okruženje za nastavak onoga što su posetioци radili u paviljonima galerije Serpentine u proteklih jedanaest godina. Unutrašnjost paviljona je obložena plutom – prirodnim materijalom sa odličnim haptičkim i mirisnim kvalitetima i svestranošću za rezbarenje, sečenje i oblikovanje...“ [7].

Paviljon nije bio samo vizuelno impresivna struktura dobijena stvaranjem imaginarnog scenarija već i funkcionalnog prostora za održavanje niza različitih programskih struktura. Služio je kao mesto za predavanja, diskusije, performanse i društvena okupljanja, podstičući osećaj zajedništva i kolaboracije umetnika.

U prostoru priče o prošlosti Serpentin paviljona, projektantski tim manifestuje sve vrednosti ovih struktura kroz objedinjujući koncept neporecivih estetsko upotrebnih kvaliteta. Time definišući okvir za narativ na više nivoa

kroz svoj ambijent uz totalni prizor dramatizacije prostornih elemenata [8].

Sva tri projekta implementiraju memoriju tla unutar sebe, čime je definisan jedan novi prostorni motiv koji amplifikuje sve zatečene vrednosti, kao i one imaginarne, nepostojeće, u jednu celinu. Tako se Trg u Bazelu pretvara u imaginarni rečni tok pod svojim tlom, a Rosi u svom pozorištu vešto implementira kolektivnu memoriju grada Venecije u plutajuću pozorišnu scenu. Dok treći projekat stvara jedan sasvim novi prostorni sloj, u odnosu na prethodne serpentinin paviljone, čime se kreira imaginarni urbani artefakt, kako bi se stvorio novi paviljon.

5. DEKONTRUKCIJA URBANOG ARTEFAKTA: SELO SA TRI DVORCA

U poslednjem segmentu rada prikazan je kreativno-istraživački projekat pod nazivom „*Dekonstrukcija urbanog artefakta: selo sa tri dvorca*“. U njemu su, u odnosu na istraživanje o genezi urbanističke transformacije naselja Bočar u opštini Novi Bečej u Vojvodini, dekonstruisani segmenti jednog imaginarnog urbanog artefakta, pri čemu je demonstrirano kako je moguće koristiti narativnost i memoriju tla kao alate u procesu arhitektonskog projektovanja: kako kroz mentorstvo na studentskoj radionici, tako i kroz kreativno-istraživačku sferu kroz prikazane radove na prikazanoj izložbi.

6. LITERATURA

- [1] A. Rosi, „*Arhitektura grada*“ Beograd, Građevinska knjiga, 2008.
- [2] Mako V., „*Estetika – Arhitektura – knjiga 1*“, Orion Art, Beograd, 2009.
- [3] Jencks C., „*Semiology and Architecture*“, Berry and Jencks, London, 1969.

- [4] H. W. Shreder, „*Preference and meaning of arboretum landscapes: Combining quantitative and qualitative data*“, Journal of Environmental Psychology, Elsevier, Volumen 11, Issue 3, 1991.
- [5] <https://www.architectural-review.com/architects/herzog-de-meuron/two-decades-of-herzog-de-meuron>, (pristupljeno u maju 2023.)
- [6] Bogue M. V. „*Wandering City: Architecture in motion*“, FAUUSP, Portugal, 2006.
- [7] <https://www.herzogdemeuron.com/projects/400-serpentine-gallery-pavilion/>, (pristupljeno u maju 2023.)
- [8] M. Zeković, D. Konstantinović, V. Žugić, Koncepti, programi i funkcije arhitektonskih projekata paviljonskih struktura, FTN Izdavaštvo, Novi Sad, 2017.

Kratka biografija:



Petar Mitrović rođen je u Novom Sadu 1998. god. Završio je osnovne studije na Departmanu za arhitekturu i urbanizam Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu 2021. godine. Od 2022. god. zaposlen je na matičnom fakultetu kao saradnik u nastavi na osnovnim akademskim studijama.



**АРХИТЕКТОНСКА СТУДИЈА КОНЦЕПТА КОНДОМИНИЈУМА – ПРОЈЕКАТ
ОБЈЕКТА КОНДОМИНИЈУМА У НОВОМ САДУ**

**ARCHITECTURAL STUDY OF CONDOMINIUM CONCEPT – CONDOMINIUM
BUILDING PROJECT IN NOVI SAD**

Милица Миловановић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад се бави истраживањем концепта кондоминијума и његовим утицајем на становање у урбаним насељима. Акцент је стављен на еколошку градњу и њен значај за животну средину. Детаљном анализом становања кроз историју архитектуре и урбанизма у Новом Саду долази се до закључка који тип стамбених објеката недостаје у граду и шта су аспекти који би олакшали живот у граду. Пројекат зграде са концептом кондоминијума у самом центру Новог Сада представља пример стамбеног објекта који би могао делимично или у потпуности да отклони потешкоће убрзаног градског живота и омогући корисницима неометану свакодневну рутину.

Кључне речи: Кондоминијум, еколошка градња, вишепородични стамбени објект, урбана средина, становање

Abstract – The subject of this paper is researching the concept of condominiums and their impact on urban living. The focus is on eco-friendly construction and its significance for the environment. Through a detailed analysis of housing throughout the history of architecture and urban planning in Novi Sad, we come to the conclusion of what type of residential buildings are lacking in the city and what aspects would facilitate urban living. The project of a condominium-style building in the heart of Novi Sad serves an example of a residential structure that could partially or entirely alleviate the challenges of fast-paced city life and provide users with an uninterrupted daily routine

Keywords: Condominiums, eco-friendly construction, multifamily residential building, urban environment, residency

1. УВОД

Предмет рада је истраживање савременог начина становања у урбаним срединама и утицај изградње стамбених објеката на човека и његово окружење. Рад анализира изградњу и продају некретнина на територији Новог Сада кроз историју, па све до данас и осврће се на важност одрживе градње ради унапређења квалитета живота у заједницама.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Саша Медић, доцент.

Детаљним сагледавањем свих аспеката станоградње и анализирањем основних потреба становништа ради олакшавања сопствених потреба и свакодневнице, износе се јасни закључци о проблемима урбаних животних средина и издвајају се решења која би дугорочно побољшала квалитет градње и квалитет живота сваког појединца у коме би свака индивидуа била подједнако задовољена, како корисник, тако и инвеститор, и све друге улоге које се појављују у процесу изградње стамбених објеката.

2. ПОЈАМ „КОНДОМИНИЈУМ“

Појам кондоминијум је реч која је потекла из латинског језика и преводи се као „заједничко власништво“ [1].

Кондоминијум, у архитектонском контексту представља стамбени комплекс у ком доминира становање, али га, поред становања, чине још и додатни пратећи садржаји јавне намене који су доступни корисницима. Ова архитектонска концепција омогућава власницима да деле ресурсе и заједничке просторе, док истовремено задржавају власништво над својим стамбеним јединицама.

Једна од кључних карактеристика кондоминијума је управљање комплексом и садржајем путем удружења станара, које доноси одлуке о одржавању и функционисању заједничких простора, инфраструктуре и правила која регулишу становање унутар комплекса. Овај приступ омогућава станарима да активно учествују у обликовању својих услова становања и заједнице у којој живе [2].

Кондоминијуми су нарочито релевантни у густо насељеним урбаним срединама јер овај концепт пружа ефикасан начин коришћења доступног простора и омогућава разноликост стамбених јединица које се прилађавају потребама различитих станара. Такође, ставља се акценат на заједнички живот и интеракцију међу станарима, стварајући осећај заједнице и узајамне одговорности [3].

Овакав тип комплекса представља сложен и добро организован концепт који спаја приватност индивидуалног власништва са заједничким ресурсима и управљањем. Ова архитектонска форма доноси предности ефикасног коришћења простора и утиче не само на сваког станара засебно, већ и на целу стамбену заједницу, чиме пружа допринос урбаној архитектури и планирању урбаних насеља.

3. РАЗЛИКА ИЗМЕЂУ КОНДОМИНИЈУМА И СТАМБЕНОГ КОМПЛЕКСА

Када је реч о упоредној анализи ове две архитектонске форме бројне су разлике, како у погледу саме форме и организације, тако и у начину функционисања и управљања ових стамбених комплекса.

Кључна разлика лежи у власничкој структури, при чему кондоминијум пружа већу аутономију и одговорност појединцима који поседују јединице, док је код обичног стамбеног комплекса контрола у рукама инвеститора или власника зграде.

Кондоминијум представља врсту вишепородичног стамбеног објекта где појединци поседују индивидуалне стамбене јединице унутар већег комплекса. Сваки власник има право на власништво и контролу над својом јединицом, док заједнички простори припадају целој заједници, тачније свим корисницима кондоминијума који путем удружења станара управљају овим површинама.

Са друге стране, обична стамбена зграда је често власништво једног власника или инвеститора који продаје станове у згради, стога он одлучује о одржавању и управљању целокупном зградом, а станари обично немају директан утицај на одлуке везане за заједничке просторе [4].

Још једна од битних разлика између стамбеног комплекса и кондоминијума јесте та што објекат са концептом кондоминијума пружа више потребних садржаја који директно утичу на уштеду времена становника комплекса, па му је тако омогућено да се у свом непосредном окружењу, рекреира, релаксира, образује, забавља, а неретко и послује из истог.

Обичне стамбене зграде у већини случајева не поседују заједничке просторе и фокус је на стамбеној намени. Врло често обичне стамбене зграде поседују пословне објекте у приземљима самих објеката, али су они намењени приватницима и садржајима којима је у интересу посећеност од стране свих корисника града или урбаног окружења.

Такође, кондоминијуми често садрже велике слободне површине које омогућавају уређење зеленилом. На тај начин постиже се интегрисање природних елемената у урбану и изграђену средину и јача се веза између станара и природе. Становницима великих градова, неретко је одузета могућност да проводе време у природним окружењима, па је овај фактор веома важан за појединца [5].

Бројне су предности кондоминијума у односу на обичан стамбени комплекс, стога је оваква инвестиција исплатива у сваком погледу, а највише у погледу уштеђеног времена које данас мањка у сваком погледу.

4. СТАМБЕНА ИЗГРАДЊА НА ПОДРУЧЈУ НОВОГ САДА

Са растом популације и константном миграцијом из села у градове, стамбена изградња на територији Новог Сада доживела је значајне промене у области архитектуре и грађевинарства.

Масовно насељавање Новог Сада почиње након Другог светског рата када се јавља потреба за брзом изградњом великог броја стамбених објеката за радничку класу. Ова

потреба захтева издавање новог Генералног урбанистичког плана Новог Сада, када се јављају бројне промене и ширење града ка периферији [6].

Након почетка изградње стамбених објеката, град се сусреће са процесом модернизације и социјалистичком градњом. Зграде су тежиле ка великом капацитету са акцентом на што ефикасније искоришћавање простора, па је друга половина двадесетог века обележена различитим стилским и функционалним променама у области архитектуре и грађевинарства.

Као најрелевантнији примери масовне изградње објеката на територији Новог Сада истичу се стамбени блокови на подручју Лимана и Новог Насеља. У оба дела града, стамбене зграде су грађене великом брзином са циљем што скоријег насељавања становништва. И једни и други блокови одликују заједничким слободним површинама и просторима за социјализацију, с тим што су блокови на лиманима отвореног типа, са маше наглашеним уличним фронтovima, док су на Новом Насељу блокови претежно затвореног типа, са јасно наглашеним уличним фронтovima. Док стамбене зграде на Лиману одликује утицај социјализма, тачније модернизма, стамбене зграде на Новом Насељу осликавају постмодернистички период [7,8].

Последњу деценију, станоградња у Новом Саду је достигла свој врхунац јер се налази под интензивним развојем. Захваћени ратом у Украјини и миграцијом страних држављана на територију града јавља се потреба за повећањем броја стамбених јединица, што се одражава на комплетну нацију.

Неорганизован раст стамбене изградње, укидање зелених површина и нарушавање локалитета града јављају се као кључне последице и проблеми Новог Сада. Брзина изградње директно утиче на ослабљење квалитета, па се неретко јављају бројни недостаци и проблеми у објектима у кратком временском периоду након њиховог усељења.

Критички став и усмеравање ка унапређењу квалитета градње могли би допринети развоју бољег и одрживијег животног простора за становнике овог града.

5. ЕКОЛОШКИ УТИЦАЈ НА КВАЛИТЕТ СТАНОВАЊА

Из године у годину, еколошких проблема је све више, што се јасно огледа у загађености воде и ваздуха, климатским условима и другим факторима који су део наше животне средине.

Човек је у потпуности заборавио да је веза између њега и природе нераскидива и важна за опстанак свих аспеката његовог живота. Еколошких проблема је све више и без подизања еколошке свести грађана, није могуће рачунати на будући развој друштва.

Бројни су аспекти који утичу на одржање животне средине, док се у грађевинарству и архитектури као најбитнији од њих наводи избор материјала приликом изградње објеката, зелена градња у архитектури и употреба природног осветљења.

Када је реч о избору грађевинског материјала, све чешће се налази замена за природне материјале, чија је експлоатација лакша, транспорт бржи, а цена мања. Из

тог разлога, инвеститори се најчешће одлучују за употребу ових материјала, не размишљајући о последицама по људско окружење и здравље. Вештачки материјали тешко су разградиви чиме стварају велике количине отпада. Такође, велики број њих има висок ниво радиоактивности или испуштају токсине током свог сушења и испаравања. Неки од таквих материјала јесу бетон, азбест, гипс-картонске плоче, полистиренска пена, стаклена вуна, пвц и други [9, 10].

Приликом пројектовања стамбених и пословних објеката требало би водити рачуна о осунчаности објеката. Природно осветљење веома је битан фактор који утиче на биоритам човека и његово здравље и расположење. С обзиром да просечан човек данас проводи велики проценат дана у затвореном простору, потребно му је обезбедити неометано функционисање унутар истог и што пријатнији боравак. Неке од последица које се јављају приликом недостатка осунчаности објеката и продора сунчевих зракова у унутрашњост просторија јесу замор ока, умор, главобоља и недостатак витамина Д [11].

Као што је претходно наведено, савремени човек већину своје свакодневнице проводи у затвореном простору, па је веома важну истакнути све еколошке аспекте који утичу на опште здравље грађана. Биофилна архитектура јавља се као одговор на недостатак биљака у затвореним просторима што може знатно побољшати психофизичко здравље корисника. Оне утичу на пречишћавање ваздуха од штетних материја и повећавају квалитет ваздуха у просторијама. Такође, зеленилом се стимулише креативност и побољшава концентрација и радна ефикасност [12].

Еколошка градња је приступ у архитектури и грађевинарству у чијем је циљу максимална штедна енергије и смањење негативних климатских ефеката. Избором одрживих материјала често можемо допринети уштеди енергије тако што они углавном имају бољу способност за задржавање топлоте, што смањује трошкове загревања и хлађења просторија. Зелена архитектура је такође добар пример за регулисање температуре у унутрашњости објеката. Соларни панели данас представљају стандард за уштеду електричне енергије. Још један начин за уштеду електричне енергије јесте употреба опреме попут лед осветљења, аутоматска и сензорска опрема, као и интеграција паметних технологија [13].

Развијањем свести о стварању одрживе и здраве околине за друштво прави се помак неопходан у борби против климатских промена и остварењу енергетске ефикасности у будућности.

5. НОВОПРОЈЕКТОВАНО РЕШЕЊЕ ОБЈЕКТА КОНДОМИНИЈУМА У НОВОМ САДУ

Анализирајући проблеме и потешкоће савременог становника урбаног насеља, јавља се жеља за пројектовањем стамбеног комплекса кондоминијум који би делимично или у потпуности олакшао свакодневницу станара.

Локација одабрана за пројектовање концепта кондоминија се налази у ужем центру града Новог Сада, на углу једне од главних раскрсница у граду. Као таква, локација даје слободу истицања у контексту форме и испу-

њава све услове за изградњу доминантног објекта на том месту. Поред самог садржаја који би објекат поседовао, близина битних саобраћаница и саобраћајних веза као и доступност важних културних и комерцијалних објеката игра велику улогу у животу станара.

Објекат је дизајниран као двадесетпетоспратница са примарном стамбеном функцијом. Поред становања, зграда би требало да саржи још и простор за забаву, рекреацију и релаксацију.

Форма објекта подељена је на два крила зграде при чему једно достиже висину од девет, док друго достиже висину од двадесет и пет спратова. У урбаном контексту зграда би доминирала у односу на оружење у коме се налазе објекти ниске спратности, до свега три спрата висине.



Слика 1: Прилог из пројекта – рендер објекта

Четири подземна нивоа намењена су просторима паркинг гараже које би биле доступне само становницима објекта.

Приземље зграде садржи само слободну површину која прати партерно уређење околине парцеле и које је уређено зеленилом и урбаним мобилијаром. У приземљу би се налазила само два улаза у лево и десно крило објекта и вертикална комуникација која се протеже од нивоа гараже до последњих спратова.

На првом спрату предвиђен је простор за забаву или казино. Ова намена била би доступна како станарима, тако и свим пролазницима и посетиоцима објекта.



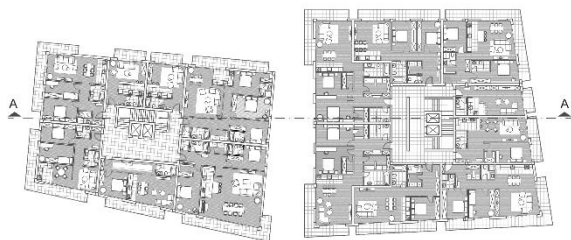
Слика 2: Прилог из пројекта – рендер објекта

На деветом спрату требало би да се налази фитнес центар са погледом на градски пејзаж. Простор за рекреацију био би доступан само станарима зграде како се не би стварала беспотребна гужва и не би реметио ритам корисника зграде.

Десети спрат предвиђен је као простор за релаксацију, тачније спа центар ком би такође само корисници

зграде имали приступ. Половина спа центра захватала би лево крило и у тим границама би се налазиле затворене просторије намењене за масажу, сауне, затворени део базена, као и свлачионице и пријемни пулт, док би други део спа центра који захвата десно крило објекта био отворен. На отвореном делу налазио би се отворени део базена, ђакузији, бар и лежаљке, а он би могао да се користи и у зимском периоду помоћу посебних система загревања.

Остали спратови били би намењени стамбеним јединицама које би се реплицирале по спратовима. Типови стамбених јединица били би различити, од гарсоњера до четворособних станова, док би постојала и могућност проширења простора рушењем преграних зидова између станова. Свака јединица требало би да има свој балкон са погледом на град и с обзром на висину објекта, свака од њих би била довољно осунчана и омогућавала добар продор светлости у унутрашњост просторија што би било подржано и великим отворима на фасади.



Слика 3: Прилог из пројекта – основа станова

Приликом пројектовања и дизајнирања објекта вођено је рачуна о одрживости као битном аспекту самог објекта. На згради би требало применити ефикасне системе за уштеду енергије као и предвидети зелене кровове.

Овај објекат одликује скелетни конструктивни систем, па би се из тог разлога за његово извођење користио армирани бетон како би се поднело оптерећење свих спратова. Стакло се јавља као секундарни доминантан материјал који се појављује на великим прозорским отворима, као и на безбедносним оградама балкона. Фасадна столарија предвиђена је као дрво-алуминијумска, како би се постигао квалитет и еколошки значај. Сви остали материјали који би се употребили на објекту би били еколошки прихватљиви тако да сваки од њих има што мањи утицај на животну средину.

Овај кондоминијум требало би да представља баланс луксуза, функционалности и одрживости, што би одговарало разним потребама станара и допринело обогаћивању градске друштвене средине.

6. ЗАКЉУЧАК

Након анализе концепта кондоминијума доказано је да постоје бројне предности које нуди овакав вид стамбеног објекта и да би као такав доносио вишеструке користи становницима урбаних средина.

Постизањем високог степена функционалности и комфора за становнике, овакве заједнице пружају могућност социјализације и заједничких активности, истовремено штедећи ресурсе и смањујући утицај на животну средину.

Применом одговорних принципа дизајна и инжењерства, постоји могућност стварања објеката који задовољавају потребе становништва и доприносе заштити животне средине.

7. ЛИТЕРАТУРА

- [1] <https://velikirecnik.com/2021/07/23/kondominijum/>
- [2] <https://portoflife.rs/kondominijum-da-li-znate-sta-je-to/>
- [3] <https://roditeljstvo.com/sta-su-kondominijumi-i-zasto-ih-sve-veci-broj-ljudi-bira-za-zivot/>
- [4] <https://www.magicbricks.com/blog/condo-vs-apartment/122860.html>
- [5] <https://dobrestvari.rs/koja-je-razlika-izmedju-kondominijuma-i-stambenog-kompleksa/>
- [6] Географске монографије војвођанских општина - Нови Сад III – др Живан Богдановић
- [7] <https://vojvodinauzivo.rs/istorijski-arhiv-grada-novog-sada-limani-gradeni-kraj-vode-na-pesku/>
- [8] https://sh.wikipedia.org/wiki/Novo_naselje_-_Novi_Sad
- [9] <https://travelerscoffee.ru/bs/tomatoes/vrednye-stroitelnye-materialy-otravyayushchie-nash-organizm/>
- [10] „Building materials and their impact on the environment“ – Gaston Sanglier, Roberto A. Gonzalez Lezcano, Eduardo J. Lopez Fernandez and Carlos M. Iglesias Sanz
- [11] <https://worldgbc.org/article/bringing-the-benefits-of-natural-light-indoors/>
- [12] <https://www.goldenarrow.com/blog/how-plants-help-environment>
- [13] Саветовање, енергетска ефикасност и обновљиви извори енергије – Савез друштва инжењера и техничара града Пожаревца

Кратка биографија:



Милица Миловановић рођена је 03.05.1998. године у Новом Саду. Мастер рад из области Архитектонско пројектовање је одбранла на Факултету техничких наука 2023. године.

контакт:
milicamilovanovicarh@gmail.com

SAVREMENA KOLIBA – KUĆA ZA ODMOR U NASELJU TABANOVIĆ **MODERN COTTAGE - HOLIDAY HOUSE IN TABANOVIC SETTLEMENT**

Jelena Mirković, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast- ARHITEKTONSKO PROJEKTOVANJE

Kratak sadržaj – U ovom radu istražene su osnovne karakteristike primitivnih skloništa i kuće za odmor, paralela između njih i razvoj kroz istoriju, društvene klase, običaje i stil života korisnika.

Ključne reči: Primitivna skloništa, prva kuća, koliba, kuća za odmor

Abstract – This paper explores the basic characteristics of primitive shelters and holiday homes, the parallels between them and the development through history, social classes, customs and lifestyles of the users.

Keywords: Primitive shelters, first house, holiday house

1. UVOD

Predmet i obuhvat istraživanja je kuća za odmor u ruralnom ravničarskom naselju Tabanović. U radu će se analizirati primitivna skloništa i njihov razvoj u prvu kuću, kao i paralela između kolibe i kuće za odmor. U arhitektonskom smislu, načinu konstruisanja, funkcionalnosti i estetici objekta utiče i korisnik. Na način života i potrebe korisnika reflektuje se teritorija na kojoj se nalazi, religija, tradicija i kultura.

Ovim istraživanjem dolazimo do odgovarajućih sadržaja koji bi prilikom projektovanja bili prihvatljivi i odgovarali savremenom društvu u kom se danas nalazimo.

Cilj rada jeste da se obezbedi prostor za okupljanje, socijalizaciju i rad u vandretnim okolnostima, koji će se koristiti par puta godišnje. Obezbediti dovoljno prostora za socijalizaciju svih starosnih grupa na otvorenom i zatvorenom, poboljšati ekološke uslove.

2. RAZVOJ STAMBENE ARHITEKTURE U RURALNIM PODRUČJIMA

Razvoj arhitekture je uslovljen određenim činiocima i u zavisnosti od okolnosti njihovo dejstvo manifestuje se jače ili slabije. Kao osnovne uticaje koji snažno deluju na celokupnu arhitekturu, a posebno na stvaranje primitivnih skloništa i začetak stambene arhitekture možemo navesti prirodne i društvene činioce [1].

2.1. Od primitivnog skloništa do prve kuće

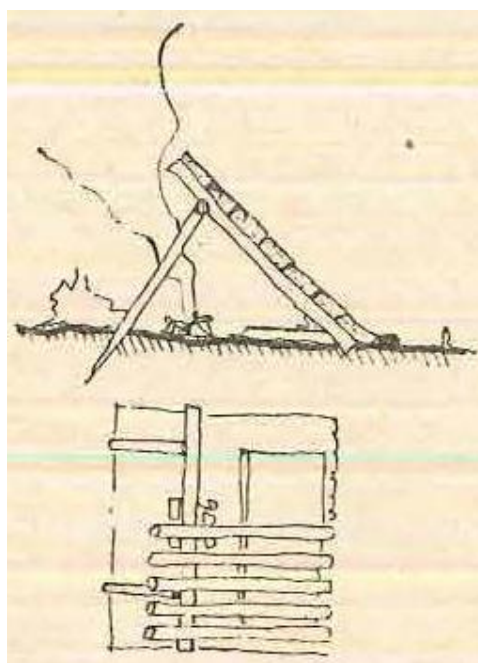
Kako bi došli do krajnje arhitekture stare seoske kuće u čijem se izgledu i funkcionalnosti ogleda kasnije i predmet ovog rada, kuća za odmor, moramo obraditi i osnovne oblike skloništa.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio profesor Marko Todorov.

Njihove oblike bi trebalo posmatrati kao nešto što je u to vreme stanovniku ruralnog naselja bilo neophodno. U građenje skloništa se nije smelo ulagati mnogo, pa su u odnosu na to izgledala siromašno i nekomforno. Bili su to jednostavni oblici građevina koje je bilo lako popraviti.

Najjednostavniji tipovi primitivnih skloništa [1] su: naslon (fotografija 1), sibara, dubirog, busara, korka, koliba, krivulja i lubara.



Fotografija 1. Naslon

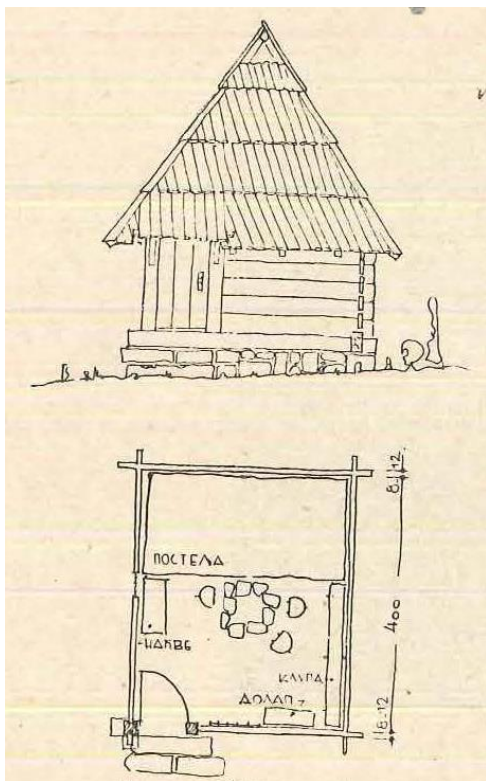
Na fotografiji je prikazan najjednostavniji tip primitivnog skloništa koje se kasnije razvijalo prema potrebama korisnika. U početku na skloništim su bila samo vrata, kasnijim razvijanjem dobijamo dimnjak i prozore. Na kolibi se po prvi put vidi jasna razlika između zidova i krova, tada se pojavljuje i streha u arhitekturi skloništa. Lubara je već početni tip u stvaranju brvnare.

Brvnara [2] je „prva kuća“ čiji su zidovi sastavljeni od tesanih brvana, koji se oslanjaju na kamene temelje, a krovni pokrivač je činila šindra (fotografija 2) ili slama pritiskana oblicima. Vrata su bila pozicionirana sa jedne strane zida, a ognjište se nalazilo u sredini kuće.

2.2. Od kolibe do kuće za odmor (nekad i sada)

U nastavku ovog rada reč koliba je uzeta u najširem smislu. Izgled i oblik kolibe zavise od načina života i delatnosti kojima se ljudi bave u određenom mestu,

dostupnog građevinskog materijala, lokacije (reka, planina, ravnica...) i klime.



Fotografija 2. Brvnara pod šindrom

S obzirom da koliba nije bila stalni dom stanovnicima ruralnih naselja, nego privremeno sklonište u toku sezone, koje im je omogućilo da se sklone od nepogoda, spremaju hranu i prespavaju, bila je jednostavnog oblika. Oko same kolibe nalazili su se pašnjaci, privremene staje, bunar, voćnjaci i bašte. Moglo bi se reći da je to bila privremena, sezonska okućnica za stanovnike ruralnih naselja sa svim potrebnim uslovima za život.

Tako i kuće za odmor predstavljaju jednostavniji oblik kuće, naravno postoje izuzeci. Kao što su kolibe bila sezonska prebivališta u ruralnim područjima namenjena stočarima, tako i kuće za odmor predstavljaju sezonska prebivališta stanovnicima urbanih područja za beg od zagađenog vazduha, urbanog života, gužve i buke...

Vikendica je termin koji se najčešće koristi na ovim prostorima i nastaje oko 1950. godine, izvedena od engleske reči *weekend*. Označava stambeni objekat, namenjen odmoru van stalnog mesta stanovanja. Uglavnom je to manja kuća, smeštena daleko od grada.

Kuće za odmor su rasprostranjene po celom svetu. U engleskoj arhitekturi prepoznatljivi su stilovi u zavisnosti od perioda u kom su nastale i obično su vezane za vladavinu određenog monarha ili dinastije (Edvardijanske, Viktorijanske, Tjudorske i dr.). U Rusiji kuća za odmor se naziva *dača*, kao i u engleskoj arhitekturi jasno se razlikuju stilovi u zavisnosti od razdoblja u kom su građene i za koga je građeno, aristokratiju, buržoaziju ili za vreme Staljinina.

2.3. Arhitektura u širem i bližem okruženju

Na području Mačve nema jedinstvenog stila ili oblika kuće po kom bi se izdvojila arhitektura ili grupisala u neku određenu struju. U ovom zapadnom delu Srbije, južno od reke Save, na obroncima Panonske nizije razvijala se arhitektura pod uticajem sve tri grupe. Na ovim prostorima mogu se naći brvnare, bondručare koje su bile zastupljenije, kao i uticaji vojvođanske arhitekture.

Tipično za Tabanović, lokaciju na kojoj se nalazi predmetna kuća za odmor, je i to da je većina starih kuća bila na temeljima od kamena, pravougaonih osnova i četvorovodnih krovova

Nedaleko od Tabanovića u naselju Štitar nalazi se stambena kuća porodice Gačić (fotografija 3). Sagrađena je 1810. godine, pretpostavlja se da je najstarija stambena porodična kuća na teritoriji Mačve koja je sačuvana. Temelji su od kamena i na njima se nalazi hrastovo brvno u koje su ukopani drveni stubovi i postavljeni kosnici, a zatim isprepletane letve koje su masivno oplepljene mešavinom blata i slame. Pokrivena je četvorovodnim krovom sa strmim krovnim ravnicama i tavanjačom od koljića. U gornjoj zoni, tik ispod strehe sačuvan je deo dekorativnog ornamenta koji je izveden u malteru. Spaljena je 1941. godine u toku Drugog svetskog rata, kasnije obnovljena i vraćena u prvobitno (originalno) stanje prema rečima vlasnika.



Fotografija 3. Stambena kuća porodice Gačić

Vlasnici kuća za odmor u mačvanskom okrugu pretežno stanuju i rade u gradu, a parcela na kojoj se nalazi njihova oaza mira je nedaleko od mesta stanovanja u nekom obližnjem ruralnom naselju ili pored reke. Pored samog objekta na placu se obično nalazi manji voćnjak. Poslednjih godina postalo je aktuelno i javlja se kao zanimljiva investicija gajenje lešnika i borovnica koji posle određenog niza godina donose dosta prihoda.

U ataru naselja izgrađena je kuća za odmor (fotografija 4), pozicionirana je u centralnom delu ograđene parcele, sa severne strane se nalazi obradiva površina sa žitaricama, dok je sa južne strane pozicioniran zasad borovnice. Izgrađena je na betonskim temeljima sa armiranobetonskom skeletnom konstrukcijom, ozidana giter blokom i pokrivena dvovodnim krovom. Dvovodni krov se polovinom oslanja na zidani zatvoreni deo, a drugim na drvene stubove čime se formira nadstrešnica. Namenjena je za druženje u prirodi i boravak u toku godine dok ne zahladi,

takođe i kao sklonište od sunca i nepogoda za vlasnika i zaposlene na plantaži.



Fotografija 4. Kuća za odmor na plantaži borovnica

3. KUĆA ZA ODMOR – SAVREMENA KOLIBA

U nastavku ovog rada bavićemo se predmetnim projektom kuće za odmor koja je nastala po uzoru na primitivna skloništa i prve kuće u Srbiji. Došli smo do određenih informacija koje su bitne za dalji tok ovog istraživanja. Izgradnja nekadašnjih koliba zavisila je od prirodnih i društvenih činilaca. Prirodni činiloci su bili vezani za klimatske i atmosferske uticaje, lokaciju i dostupnost materijala na istoj. Društveni činiloci kao što su poreklo, verska pripadnost, navike i finansijska situacija svakog pojedinca diktirali su oblik i dimenzije objekta za stanovanje.

U današnje vreme kada su nam zbog razvoja saobraćaja i transporta većina materijala dostupni, najveću ulogu u planiranju i izgradnji stambenih objekata imaju društveni činiloci.

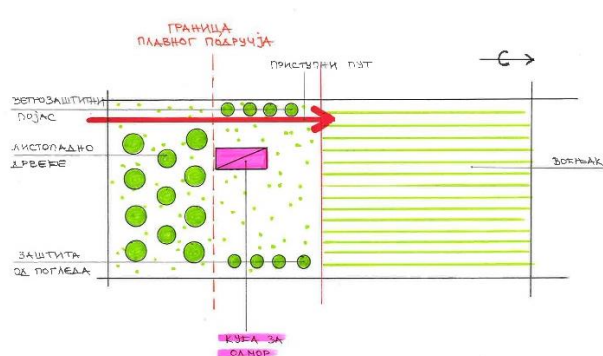
3.1. Položaj objekta na parceli, pejzažno i parterno uređenje

Parceli se pristupa sa južne strane iz ulice Milana Belovukovića Deve, sa istočne strane nalazi se šuma. U toku kišnih dana 20m od regulacione linije na parceli se zadržava voda (skica 1), ovaj problem se rešava samoodrživim rešenjem u vidu zelene privremene retenzije koja služi za skupljanje vode.

Predviđeno je da parcela bude podeljena tako da se u prvom dvorištu nalazi vikendica sa pomoćnim objektom, a drugi deo je predviđen za voćnjak. Prema projektu kuća za odmor je okružena mladim sadnicama listopadnog i četinarskog drveća. Sa južne strane dominira listopadno drveće koje dobro podnosi veću količinu vode koja se pojavljuje u tom delu parcele prilikom obilnih padavina.

U mačvanskom okrugu dominantni su zapadni i jugoistočni vetar, zbog toga se sa tih strana oko objekta planiraju četinari koji su pogodni za formiranje vetrozaštitnih pojaseva.

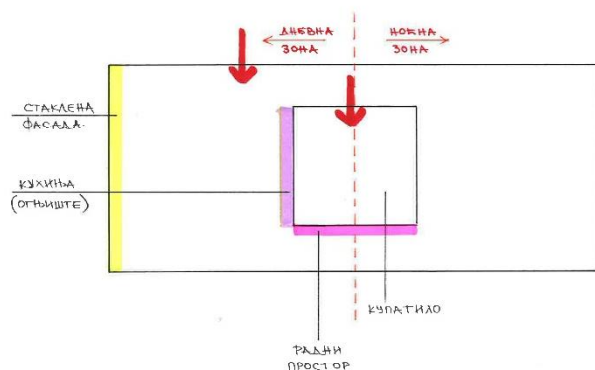
Objekat je orijentisan u pravcu sever – jug i projektovan je da zauzima centralni deo parcele.



Skica 1. Buduće stanje

3.2. Unutrašnja organizacija

Kuća za odmor je planirana kao prizemni objekat, u osnovi pravougaonog oblika, po konceptu otvorenog unutrašnjeg prostora sa centralnim delom u vidu pregrade koji vizuelno odvaja dnevnu od noćne zone (skica 2). Dnevna zona je orijentisana na južnu stranu i kroz veliku staklenu površinu se otvara ka spoljašnjosti. Osvetljena je pored prozorskog otvora na jugu i sa prozorskim nizom sa zapadne strane. Noćna zona pozicionirana je sa severne strane i osvetljena prozorima kroz koje prolaze prvi zraci sunca sa istoka. Prozorski niz na istoku je istog dizajna kao i sa zapadne strane, prozori se prostiru celom visinom fasade.

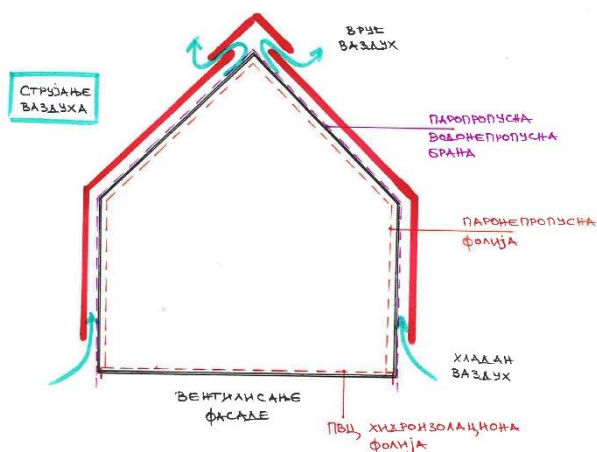


Skica 2. Arhitektura u arhitekturi

3.3. Konstrukcija i materijali

Prilikom projektovanja ove kuće za odmor planirana je jednostavna laka drvena konstrukcija od talpi [3]. Na armiranobetonsku ploču postavlja se okvir od talpi, koji se učvršćuje sa pločama od prerađenog drveta. Ovakva konstrukcija se brzo i jednostavno montira, može biti dugotrajna ako se obezbede dobri uslovi i zaštita od atmosferskih uticaja. Završna obrada ventilisane fasade (skica 3) i krova zamišljena je kao jedna celina bez prekida [4].

Ležeći oluk se nalazi na ivici spoja krovnih ravni i zida. Olučne horizontale su zaštićene mrežicom koja sprečava skupljanje lišća i insekata, a koja je i neophodna s obzirom da su vertikale planirane kroz fasadne zidove i teško su dostupne za revizije.



Skica 3. Ventilisana fasada

3.4. Energetska efikasnost i ekološki aspekti

Gubitak toplote preko hladnih mostova sveden je na minimum uz pomoć ventilisane fasade i krova koji su planirani kao jedna celina. Takođe, termoizolaciona ispunja između konstrukcijskih elemenata predviđena je projektom sa minimalnim prekidima. Ovim rešenjem postiže se obloga oko objekta sa minimalnim gubicima i velikom uštedom prilikom grejanja i hlađenja.

Za izradu prozora planirani su aluminijumski okviri sa termoprekidom i niskoemisionim trostrukim staklom punjenim inertnim gasom.

Preko armiranobetonske podne ploče planirano je postavljanje stirodura čime se rešava gubljenje toplote u donjoj zoni, tako se obezbeđuje zatvoreni krug sa termoizolacijom oko celog objekta u svim zonama.

Primenom ovih materijala i načinom projektovanja postižemo stvaranje kuće koja koristi manje energije i može se smatrati niskoenergetskom kućom po nacionalnim standardima u razredu B.

4. ZAKLJUČAK

Moderne tehnologije i različiti vidovi transporta nam omogućuju da gradimo sa materijalima koji nisu u neposrednoj blizini. Ali nekada je bolje koristiti materijal koji se nalazi u blizini i čijom izradom ne štetimo životnoj sredini ili tim potezom to radimo u nekoj manjoj meri.

Trebalo bi se vratiti nekadašnjem razmišljanju i osvrtni se na prirodne činioce koji su nekada u velikoj meri diktirali način građenja primitivnog skloništa, a kasnije i prve kuće. Naravno, uz osvrt na moderne tehnologije i svest koja se sve više podiže vezano za emisije stvaranja CO₂.

Pandemija Covid virusa pored toga što je veliki broj ljudi zarobila u stanovima i stambenim kućama, smanjila je i korišćenje automobila i stvaranje izduvnih gasova iz istih. Kuća za odmor je postala novo radno mesto u prirodi koje se koristi mnogo češće nego što je prvobitno bilo planirano.

Kao što je prethodno pomenuto u Mačvi kuća za odmor se nalazi u sklopu parcele na kojoj se prostire voćnjak. Čak ako nisu veliki prinosi i zarada, nastavljaju da se neguju i održavaju kako bi ostali povezani sa nekim bezbrižnijim vremenima. Što je nekad bila koliba, danas je kuća za odmor.

5. LITERATURA

- [1] Razvoj primitivnih skloništa - *Stara gradska i seoska arhitektura u Srbiji*, Branislav Đ. Kojić, str. 124-136
- [2] Prve kuće - *Stara gradska i seoska arhitektura u Srbiji*, Branislav Đ. Kojić, str. 137-140
- [3] Okviri od talpi – *Arhitektonske konstrukcije*, Edin Jahić, str. 209-215
- [4] Primer ventilisane fasade - *Arhitektonske konstrukcije*, Andrea Deplazes, str. 466

Kratka biografija:



Jelena Mirković rođena je u Šapcu 1994. godine. Osnovne studije na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture završila je 2020. godine. Kao pripravnik započela je karijeru u projektnom birou firme SET u Šapcu, nakon prvog samostalnog projekta nastavlja posao u izvođačkom sektoru kao inženjer na gradilištu. Trenutno završava master studije na smeru Arhitektonsko projektovanje.

REAKTIVACIJA GRADITELJSKOG FONDA: SLUČAJ „HEROJ PINKI 3“**ADAPTIVE REUSE OF THE BUILT HERITAGE – CASE: „HERO PINKIE 3“**

Jovan Bajić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Rad se bavi istraživanjem, proučavanjem i definisanjem industrijskog nasleđa Novog Sada iz perioda Jugoslavije, kao i njihove ponovne upotrebe u skladu sa savremenicom grada, odnosno inkorporiranjem i „spajanjem“ industrijske zone u svakodnevni tok grada Novog Sada.

Ključne reči: *Industrijsko nasleđe, koncept konverzije*

Abstract – *This master thesis deals with the research, study and definition of the industrial heritage of Novi Sad from Yugoslav period, as well as their reuse in accordance with the modernity of the city, incorporating and „merging“ the industrial zone into the daily flow of the city of Novi Sad.*

Keywords: *Industrial heritage, concept of conversion*

1. UVOD

Industrijski objekti su ključni elementi modernih ekonomija, igrajući vitalnu ulogu u proizvodnji, preradi i distribuciji različitih roba i usluga. Ovi objekti su specifično dizajnirani i opremljeni kako bi omogućili učinkovitu proizvodnju velikih količina proizvoda ili pružanje usluga u raznim sektorima, kao što su proizvodnja hrane, automobila, elektronike, hemikalija, itd. Međutim, prolaskom vremena, veliki broj industrijskih objekata gubi svoju primarnu funkciju zbog nagle promene savremenice. Ipak, poslednjih decenija veliki broj napuštenih industrijskih objekata širom Evrope uspešno je revitalizovan tako što je u arhitektonskom smislu adaptiran, ožvijen novim sadržajima i prenamenjen za nove funkcije i novu upotrebu.

Na žalost, osim nepovezanih i sporadičnih inicijativa, u Srbiji praksa kvalitetne zaštite i uključivanja objekata industrijskog nasleđa u društveno – ekonomski razvoj zajednice kojoj pripada, još uvek nije ustanovljena. Upravo to i predstavlja problem sudbine industrijskih objekata u Srbiji.

S druge strane, postoji veliki broj prostora i napuštenih zgrada čijom bi se kvalitetnom sprovedenom adaptacijom i stavljanjem u novu funkciju mogao sačuvati kulturno – istorijski značaj koji poseduju i stavljanjem u novu funkciju mogao sačuvati kulturno – istorijski značaj koji poseduju i istovremeno obezbediti njihova ekonomska nezavisnost i održivost.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Anica Draganić.

1.1. Predmet i problem istraživanja

Predmet rada predstavlja istraživanje, proučavanje i definisanje industrijskog nasleđa Novog Sada iz perioda Jugoslavije, kao i njihovu ponovnu upotrebu u skladu sa savremenicom grada, odnosno inkorporiranje i „spajanje“ industrijske zone u svakodnevni tok grada Novog Sada. Problematika rada je pre svega usmerena na reaktivaciju napuštenog kompleksa bivšeg ogranka brodogradilišta pod nazivom „Heroj Pinki 3“ na obali Dunava u Novom Sadu.

1.2. Metode istraživanja

Istraživanje zahteva određene metode koje će se sprovesti u radu. Prvi, a ujedino i najbitniji metod je istorijski u kome je potrebno sakupiti što je više moguće arhivske građe i analize istorijskog i društvenog konteksta u kom je objekat izgrađen. Nakon toga, neophodno je istražiti i primere dobre prakse koje se bave revitalizacijom i reaktivacijom industrijskog nasleđa u cilju što boljeg upoznavanja rešavanja problema na ovakvom tipu projekta. Posle ovoga tek sledi utvrđivanje nove namene kao i programskih jedinica za objekte celog kompleksa za bolju buduću funkcionalnost ovog kraja grada. Na kraju jedna sinteza koja obuhvata sve delove rada i donošenje konačnog zaključka.

1.3. Cilj istraživanja

Sam cilj ovog istraživanja jeste očuvanje i zaštita industrijskog nasleđa koje ima potencijal aktiviranja novih sadržaja u starom kompleksu, time i proširujući „aktivan“ deo grada Novog Sada. Veoma je važno pronaći adekvatno idejno rešenje novoformiranog prostora koji bi pored istorijske vrednosti dodatno doprinelo i vrednosti „novog“ mesta. Jedna od bitnih stvari pre svega je aktivno buđenje svesti i podsticanje javnosti na ovakve promene starih objekata kroz nove namene predstavlja jednu od važnih prekretnica prilikom podsticanja kulturnog razvoja grada.

1.4. Izbor nove namene u skladu sa savremenim potrebama uz očuvanje integriteta

Tehnološka evolucija neprestano oblikuje naš svet, ali industrijsko nasleđe postaje vredan resurs koji može spojiti prošlost i budućnost. Zato, reaktivacija industrijskih objekata, kao što su fabrike, skladišta i postrojenja, donosi izazovnu ali i uzbudljivu mogućnost za izbor novih namena koje mogu udovoljiti savremenim potrebama društva. Ono što je ključno je osigurati da se ovaj proces odvija uz poštovanje i očuvanje integriteta originalnih struktura i istorijskog značaja.

U cilju očuvanja integriteta intervencije na spomeniku treba da budu reverzibilne, svedene na minimum, odnosno na meru neophodnu za njegov opstanak, uz mini-

malan gubitak postojećeg materijala i jasnu diferencijaciju novog i starog. To znači da zarad očuvanja integriteta industrijskog nasleđa, proces prenamene zahteva saradnju stručnjaka iz različitih oblasti, kao što su arhitektura, istorija, urbanizam, inženjering i održivost. Njihova zajednička vizija treba da osigura da se originalne karakteristike i elementi očuvaju i integrišu u novu funkcionalnost [1]. To može uključivati restauraciju karakterističnih fasada, adaptaciju industrijskih elemenata kao dekorativnih detalja ili čak upotrebu materijala iz tog vremena kako bi se očuvala autentičnost. Kao što je već spomenuto, održivost je takođe ključna komponenta u procesu reaktivacije industrijskog nasleđa gde uključuje razmišljanje o energetske efikasnosti, recikliranju materijala i integraciji zelenih tehnologija. Takve poboljšane tehničke performanse novih namena mogu doprineti dugoročnoj održivosti objekta i okoline. Međutim, tretman industrijskih objekata po principima industrijske arheologije u savremenom trenutku ostao je u senci sve popularnijeg metoda adaptivne prenamene, koji se često tumači kao alat za očuvanje specifičnosti vrednosti u okviru strategije održivog razvoja. Pre nego što se izabere nova namena u skladu sa savremenim potrebama važno je znati koju vrstu prenamene upotrebiti, jer se tu razlikuju tri opcije [2]:

- obnova objekta pod sadašnjim uslovima korišćenja, uz unapređenje u skladu sa savremenim standardima koji odgovaraju njegovoj lokaciji, sektoru i tržištu;
- izmena upotrebe renoviranjem i adaptiranjem objekta za implementaciju novih namena, koje su u istoj klasi sa originalnom;
- promena klase korišćenja, prilagođavanjem objekta za novu pojedinačnu ili mešovitu upotrebu

Preduslovi za uspešnu realizaciju projekta reaktivacije napuštenog industrijskog objekta su: detaljna analiza postojećeg stanja, studija konzervacije, ispitivanje potreba lokalne zajednice i provera predloga nove namene na lokalnom tržištu, idejni projekat na osnovu detaljno pripremljene tenderske dokumentacije, studija isplativosti [3]. Važno je napomenuti da je proces reaktivacije dugotrajan i zahteva strpljenje i kontinuirani angažman zajednice. Uključivanje lokalnog stanovništva, umetnika, preduzetnika i drugih zainteresovanih strana doprinosi bogatstvu ideja i podržava inkluzivni pristup prenameni. Reaktivacija industrijskog nasleđa donosi priliku da se spoji prošlost sa budućnošću na način koji je obogaćujući za društvo i kulturu. Kroz pažljivo istraživanje, kreativan pristup i održivu viziju, moguće je izabrati nove namene koje čuvaju integritet i autentičnost ovakvih objekata, dok istovremeno pružaju vrednost i inspiraciju savremenom svetu. Na putu ka revitalizaciji, važno je imati na umu da je svaki objekat jedinstven i da zahteva pažljivo prilagođavanje prema njegovim karakteristikama što će se i videti u daljem tekstu, kako na samom projektantskom radu, tako i na primerima dobre (a i loše) prakse uvideće se odabir nove namene za industrijske objekte uz očuvanje integriteta i istorijskog značaja.

2. ISTORIJSKI OKVIR

2.1 Razvoj industrije u Novom Sadu

Privredni razvoj grada u drugoj polovini devetnaestog veka omeđen je karakteristikama tadašnje Austrougarske

monarhije, koja je u industrijskoj ekspanziji pomalo zaostajala za državama zapadne Evrope. Osamdesetih godina devetnaestog veka Novi Sad je imao samo svilaru, a nešto kasnije sagrađena je klanica, zatim plinara, a 1910. godine i električnu centralu. Izgradnjom magistralne železničke pruge, 1883. God., koja ga je povezivala sa Budimpeštom, Novi Sad dobija na značaju, ali je industrija u gradu i dalje zanemarujuća [4]. Pre Drugog svetskog rata, Novi Sad je bio važan industrijski centar u Kraljevini Jugoslaviji.

Drugi svetski rat je prošao, a i samim tim doneo velike promene u Novom Sadu, pa tako i u njegovom industrijskom sektoru, kako bi se oporavio od ratnih razaranja i ponovo uspostavio svoju ekonomiju. Nakon oslobođenja ostalo je samo 2.100 radnika i upravo tada počinje neverovatan rast, gde je sve krenulo od apsolutne nule. Od 1953. do 1960. novosadska privreda razvijala se nezamislivo brzo. Otvoren je 21 industrijski "gigant", a oni su na vrhuncu moći zapošljavali i do 30.000 ljudi. Za samo sedam godina društveni proizvod povećan je za 480 odsto, a broj zaposlenih za 260 odsto. Srušene fabrike su obnovljene, izgrađene su nove, a zanatske radnje su izrasle u prave fabrike koje i danas znamo – Neoplanta, HINS, Albus, Jugoalat, Jugodent, Novitet, Novkabel, Pobeda, MOTINS (27. mart), Elektroporcelan, Venac, Niva, Brodogradilište, Dunav, NIT, Neimar, Koteksprodukt, Neobus, Novosadska mlekarica, Danubius, Rafinerija nafte Novi Sad...

U prvih osam godina firme su se konsolidovale i dovodile u red, a 1953. počinje neverovatan uspon koji je trajao do kraja osamdesetih. Jedan od zanimljivih faktora razvoja industrije je upravo taj broj zaposlenih koji je Novi Sad držao. Godine 1952. u Novom Sadu je u industriji radilo 7.780 radnika, a 1956. godine broj je porastao na 10.700, a do 1963. godine se duplirao. Te godine je samo u industriji radilo 21.400 ljudi. Tu se ne staje jer je već sledeće 1964. godine zaposleno neverovatnih 50.000 ljudi.

2.2 Istorijat kompleksa

U skladu sa potrebama privrede, za vreme SFRJ, tačnije 1953. godine osniva se novosadska luka kao deo velikog kompleksa pod imenom „Heroj Pinki“, koja je činila jednu celinu sa slobodnom carinskom zonom, hidrogradnjom i hidrotransportnim preduzećima [4]. Kada se raspala Jugoslavija, raspao se i ovaj privredni kompleks, gde je nekadašnje hidrotransportno preduzeće „Heroj Pinki 3“ prešlo u „Dunav Grupa Agregati“ koje je takođe otišlo u stečaj 2018. godine.

3. PRIMERI DOBRE I LOŠE PRAKSE

Za primere dobre i loše prakse izabrani su objekti koji pripadaju industrijskom nasleđu koji su revitalizovani. Takođe jedan od bitnih kriterijuma pri odabiru primera jeste namjena objekta odnosno njihova prenamena u objekte koji su u službi kulture. Za potrebe ovog rada, urađeno je četiri primera prakse:

- Shewsbury Flaxmill Maltings (*FCB Studios*),
- Stara Papierna in Poznan (*Demiurg studio*),
- The Alembic Factory (*Karan Grover and Associates*),
- Central post office Malmo (*SWEKO*),

Revitalizacija industrijskih objekata i davanje novih namena tim prostorima predstavlja ključan aspekt savremenog urbanog planiranja i održivog razvoja. Uočavanje vrednosti ovih objekata i njihova transformacija u funkcionalne, kulturne, ili stambene prostore ima duboke implikacije na ekonomiju, zajednicu i životnu sredinu [5]. Važnost odabira nove namene revitalizovanih industrijskih objekata leži u očuvanju kulturnog nasleđa i istorijske vrednosti. Ovi objekti često nose sećanja na industrijsku prošlost i mogu biti simboli identiteta jednog mesta. Kroz pažljivu revitalizaciju, moguće je sačuvati duh prošlih vremena i preneti ga na buduće generacije. Najbolji zahvati reaktivacije industrijskog nasleđa su umereni zahvati na spoljašnjoj opni i skoro potpuna reorganizacija unutrašnjosti pod uslovom da originalna industrijska oprema, nameštaj i drugi tipični predmeti koji ilustruju proces rada budu očuvani takođe [6].

4. PROJEKAT REAKTIVACIJE KOMPLEKSA

Iako ovaj industrijski kompleks možda nema toliko „snažnu” istoriju i značaj kao ostatak industrijske zone, on se ipak nalazi na izuzetno značajnoj lokaciji sa velikim potencijalom za reaktivaciju priobalja Dunava i to bi trebalo iskoristiti. Kako je kompleks svakako deo industrijske zone, upravo tu činjenicu treba upotrebiti zarad adekvatne reaktivacije ovog kompleksa i „spojiti” ostatak grada Novog Sada sa njenom industrijskom zonom. Umerenim intervencijama fasada i velikom preraspodelom unutrašnjosti baš kako se pokazalo sa dobrim praksama, tako i ovde se dobija „nov” prostor u starom.

4.1 Lokacija i bonitet objekta

Napušteni kompleks „Heroj Pinki 3” se nalazi u ulici Beogradskog keja 51 sa površinom kompleksa od 16.000 m². Kompleks stoji napušten više od 5 godina i nastavlja da propada jer tokom godina su se dešavale razne devastacije kompleksa kako od ljudskog faktora tako i prirodnog. Kao što se da videti na fotografijama, „Heroj Pinki 3” je u izuzetno kritičnom stanju što se tiče boniteta. Od vandalizacije grafitima, polomljenih prozora, urušenih zidova pa čak i urušenog krova i njene konstrukcije, kompleks zahteva najstrožu sanaciju istih problema.

4.2 Razvoj koncepta

Već pri prvim terenskim analizama se uočavalo da ovaj kompleks ima veliki potencijal za ponovnu upotrebu adaptivnom prenamenom, sinergijom industrije i grada kao i veliki potencijal za reaktivaciju priobalja Dunava. Upravo od te poslednje stavke se i krenulo. Grad Novi Sad ima kako biciklističku tako i pešačku stazu dugu 5,6 km, ali ono što je zanimljivo da se ista ta staza ne koristi ili koristi minimalno nakon Žeželjevog mosta. Te staze su i uzete kao početni pokretači pri spajanju ovog dela grada sa ostatkom. Kraj šetališta i biciklističke staze se završava na samom ušću Dunava i njegovog kanala, na takozvanom „rogu”.

Međutim, produžetkom odnosno „zaokretom” tih staza nastavila bi se putanja kroz industrijsku zonu, prvenstveno pored kompleksa nekadašnjeg industrijskog giganta, mlina Vojvodine, danas mlinovi Danubiusa. Tim zaokretom korisnicima keja se uvodi novi pravac kretanja kao i spontano upoznavanje sa načinom funkcionisanja ove industrijske zone.

Nakon prolaska pored mlinova, staza prolazi kroz kompleks „Heroja Pinkija 3” i nastavlja ka Žeželjevom mostu da bi se time upotpunio pešačko – biciklistički „krug”. Kompleks se sastoji od 3 glavna i 2 mala pomoćna objekta. Ideja je bila da se pri izboru nove namene razmišlja o programima koji bi prvenstveno privukli građane da posete ovu zonu, budući da nije bilo moguće uključivanje lokalne zajednice u projekat.

Time se nametnulo rešenje da u glavnom objektu koji se vidi sa keja, nađe komercijalan program koji bi delom sufinansirao održivost. U tom objektu su se nekada nalazile kancelarije, pa u skladu sa tome je i najbolje rešenje bilo da se tu nađu opet kancelarije koje bi se koristile kao co-working prostori za lokalne start-up firme i prostori za radionice u funkciji značaja industrijske zone, slike 1 do 3. Pored toga kao pomoćni program bi se našao i kafić sa ušuškanom baštom između industrijske hale i glavnog objekta.

Cela lepota ovog projekta leži upravo u obnavljanju industrijskih hala iako one nemaju neku jaku istorijsku vrednost, ali zato imaju veliki potencijal za niz raznih sadržaja upravo zbog njihovih dimenzija. Upravo zbog toga, prva hala ima u sebi dva programa, od kojih je jedan pijaca/bazar uz veliku mogućnost otvaranja ka „trgu” kompleksa. Dimenzije hale, kako svojom dužinom tako i velikom spratnom visinom dopuštaju veliki upad svetlosti i lakše cirkulacije vazduha, stvaraju pogodne uslove za pijacu/bazar.



Slika 1. Ambijentalni prikaz revitalizovanog kompleksa



Slika 2. Ambijentalni prikaz revitalizovanog kompleksa

Pored toga u drugom delu prve hale se ostavlja prazan prostor namenjen za razne događaje, koncerte, izložbe, skupove... Između dve hale se nalazi veliki prazan prostor, u funkciji „industrijskog trga” na koji se otvaraju ostali programi, ali koji takođe može da funkcioniše samostalno, za više namena, od koncerata do letnjih

filmskih projekcija. Za drugu halu je trebao neki program kojeg nema u Novom Sadu, tako da privuče posetioce i tu se idealno uklopila botanička bašta sa dimenzijama hale zbog dobre osvetljenosti i cirkulacije vazduha. Pored bašte se našao još jedan komercijalan program, restoran sa galerijom koji gleda u botaničku baštu.



Slika 3. Ambijentalni prikaz revitalizovanog kompleksa

5. ZAKLJUČAK

Industrijski objekti koji su u procesu urbanog razvoja izgubili namenu i time prepušteni propadanju predstavljaju realan problem okoline u kojoj živimo. Stoga ovaj kompleks možda malog značaja, ali velikog potencijala za neku veću urbanu promenu grada, može doprineti poboljšanju kvaliteta života, kao i lokalne zajednice. Umesto kompletnog urušavanja kompleksa i dizanja novih struktura, adaptivnom prenamenom bi se smanjila emisija ugljen dioksida pri transformaciji prostora. Sam značaj industrije ogleda se kroz njegove prostore proizvodnih pogona, odnosno hala i upravo ovakvom prenamenom bi trebalo korisnicima takvih prostora staviti do znanja značaj razvoja ove, a i ostalih industrijskih zona Novog Sada radi njihovog spašavanja od investitorskog urbanizma.

Pored kompleksa veliki potencijal za aktivaciju samog kompleksa dolazi od priobalja Dunava koju treba uklopiti u reaktivaciju industrijskog nasleđa Novog Sada.

6. LITERATURA

- [1] J. Douet, „Industrial Heritage Re-tooled The TICCIH Guide to Industrial Heritage Conservation“, 2012
- [2] D. Kincaid, „Adapting buildings for changing uses: guidelines for change of use refurbishment“, 2003
- [3] A. Draganić, M. Silađi, „Pristupi u proučavanju, obnovi i prezentaciji industrijskog nasleđa“, Novi Sad, 2021
- [4] A. Draganić, M. Silađi, „Narativi Velikog Limana u Novom Sadu, Industrijsko nasleđe braće Kramer“, Novi Sad, 2022
- [5] M. Stratton, „Industrial Buildings, Conservation and Regeneration“, 2009
- [6] N. Kurtović-Folić, „Industrial Heritage – Good and bad usage experiences“, Novi Sad“, 2013

Kratka biografija:



Jovan Bajić rođen je 26.05.1999. godine u Subotici. Osnovnu školu „J.J. Zmaj“ završio je 2014. godine, dok je srednju Politehničku završio 2018. godine u Subotici. Iste godine upisao se na Fakultet tehničkih nauka, odsek Arhitektura u Novom Sadu. Zvanje diplomirani inženjer arhitekture stekao je 2022. godine i iste je upisao master akademske studije na smeru Arhitektonsko projektovanje, Fakulteta tehničkih nauka u Novom Sadu. Zvanje master inženjer arhitekture stekao je 2023. godine.
Kontakt: jovanbajic73@gmail.com

**ENTERIJER GASTRONOMSKOG CENTRA U OBJEKTU STARE RANŽIRNE STANICE
U NOVOM SADU****THE INTERIOR OF THE GASTRONOMIC CENTER IN THE BUILDING OF THE OLD
MARSHALING YARD IN NOVI SAD**

Milica Čabrilo, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA I URBANIZAM

Kratak sadržaj – Tema ovog istraživačkog rada jeste revitalizacija enterijera stare ranžirne stanice u Novom Sadu, kao polje delovanja u okviru zaštite kulturnog nasleđa. Posebna pažnja je posvećena potencijalu prostora, njegovoj kulturno – istorijskoj vrednosti i kako u skladu sa tim prostor Ranžirne stanice može biti oblikovan, sa kakvom namenom i zašto.

Ključne reči: Ranžirna stanica, ložionica sa okretnicom, gastronomski centar, enterijer, revitalizacija

Abstract – The theme of this research paper is the revitalization of the interior, as a field of activity within the framework of cultural heritage protection. Special attention will be paid to the potential of the space of the old marshaling yard, its cultural and historical values and how this space can be shaped, with what purpose and why.

Keywords: Marshaling yard, stokehold, gastronomic center, interior, revitalization

1. UVOD

Opažanje, percipiranje i vrednovanje kulturnog nasleđa danas je sve češća praksa. U poslednjih nekoliko godina, kako u svetu tako i kod nas, postala je vodeća tema mnogih diskusija i razmena iskustava. Pored opštih pravila, preporuka i težnji, posebna pažnja poklanja se pronalaženju individualnih rešenja i ideja revitalizacije, odnosno rekonstrukcije, prema potrebama predmetnog projekta.

Tema kulturnog nasleđa i bavljenje istom usko je povezano sa istraživačkim radom, ne samo u pogledu arhitektonskih težnji u vremenu koje posmatramo, nego i sa društvenim, socijalnim i kulturnim prilikama. Sve veće interesovanje uživaju određeni kompleksi i celine koji svojim položajem, nekadašnjom namenom i vrednostima danas imaju značaja kako u istorijskom razvoju gradova tako i u cilju održavanja i oživljavanja određenih lokalnih zajednica.

Tema kojom se ovaj rad bavi jeste revitalizacija enterijera jedne takve celine koja je deo železničke infrastrukture grada Novog Sada.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Ivana Miškeljin, vanr.prof.

1.1. Definisanje predmeta i problematike rada

Između velikih novosadskih gradskih stambenih naselja – Novog naselja i Nove detelinare uočava se zapušteno zdanje stare ranžirne stanice, arhitektonski veoma interesantno i u današnjem vremenu, koje inspiriše za traženje nove funkcije tog kompleksa i nove uloge u životima građana revitalizacijom njegovog enterijera.

Predmet istraživanja ovog rada predstavlja proučavanje i izlaganje problema jednog od objekata, ložionice sa okretnicom, u okviru stare ranžirne stanice. Taj objekat je simbol početka razvoja železničkog saobraćaja, ali i jednog vremena. Samim tim ovaj rad se bavi rešavanjem konkretnih problema i predlaže revitalizaciju enterijera pomenutog objekta.

1.2. Cilj rada

Cilj rada jeste da se doprinese ispitivanju mogućnosti očuvanja graditeljskog fonda i negovanju kulturnih dobara u oblasti industrijskog i tehničkog nasleđa, zatim da se skrene pažnja na potencijal ovakvih zdanja čija primarna funkcija nije više aktuelna i kada neadekvatno korišćenje prethodi da izbriše materijalne tragove industrijalizacije u Vojvodini.

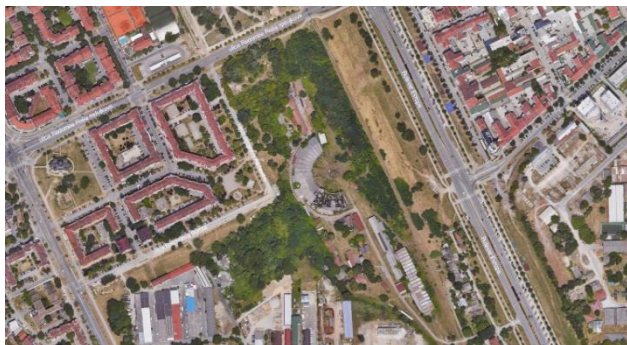
Ranžirna stanica će u okviru ovog rada biti predstavljena kao novi gradski centar, a na taj način možda i turistički. Ideja je da se povežu potencijali današnjice sa našom tradicijom, te da se u okvirima datog prostora razvije sveobuhvatan gastronomski centar.

**2. KOMPLEKS STARE RANŽIRNE STANICE U
NOVOM SADU**

Kompleks stare ranžirne stanice nalazi se u zapadnom delu grada između dva velika stambena naselja: Novog naselja u Nove detelinare. Deo je železničke infrastrukture grada Novog Sada koji je izgubio svoju prvobitnu upotrebnu vrednost, ali zbog svojih arhitektonskih karakteristika predmet je proučavanja mogućnosti njegove revitalizacije i pronalaženja nove namene u životima građana Novog Sada.

Prostor većim delom koristi JP železnice Srbije kao ranžirnu stanicu, a ostali deo je neuređeno građevinsko zemljište. Do nedavno je bio povezan samo jednim kolosekom sa novim novosadskim železničkim čvorom, a sada je i taj kolosek demontiran. Zbog svojih izuzetnih istorijsko – tehničkih i arhitektonskih vrednosti, kompleks je 2003. godine evidentiran kao dobro koje uživa prethodnu zaštitu, a nadležni Zavod za zaštitu spomenika kulture grada Novog Sada priprema konačni predlog

Odluke o proglašenju kompleksa ranžirne stanice sa ložionicom kulturnim dobrom [1]. Planom je predviđeno da se na ovom izuzetno atraktivnom području izgradi novi sekundarni centar i mesto okupljanja koje u širem smislu nedostaje ovom lokalitetu.



Slika 1. Ložionica sa okretnicom u Novom Sadu [2]

Predmetni objekat Ložionica sa okretnicom i sistemom kanala – šina predstavlja dominantni centralni arhitektonski motiv u sklopu kompleksa. Nalazi se u Ložioničkoj ulici bb. Obuhvata oko 4276m² bruto površine objekta i oko 4328m² parterno formirane okretnice sa sistemom kanala sa šinama.



Slika 2. Ložionica sa okretnicom u Novom Sadu

Objekat je prizemni, u osnovi polukružnog oblika sa dvovodnim krovom. Građen je punom opekom kao masivni konstruktivni sistem. Zidovi su obostrano malterisani produžnim malterom. Krovna konstrukcija sastoji se od prostornih čeličnih rešetki oslonjenih na spoljašnje noseće zidove, drvenih greda preko rešetaka i oplata od dasaka preko greda. Za pokrivač korišćene su valovite salonit ploče. Relativna kota venca objekta je 5,92m (u odnosu na postojeći teren), a kota slemena je od 13,10 do 13,40m.

Unutrašnji prostor je specifičan, originalno projektovan kao potpuno otvoren prostor osim uz kalkanske zidove, gde su smeštene kancelarije, garderoba, sanitarni čvor. Na levom kraju objekta ovi prostori su smešteni u nivou prizemlja, dok je na desnom kraju projektovan dvospratni prostor.

Na kopijama planova čitamo da je svojevremeno bilo ucertano unutrašnje stepenište kao vertikalna komunikacija, a današnja situacija na terenu je da postoji spoljašnje čelično stepenište kojim se pristupa prostorijama na spratu. Vremenom prostor je izdijeljen raznim pregradama prema novim potrebama.



Slika 3. Unutrašnji prostor objekta ložionice [3]

Ukupan korpus visokog parternog objekta funkcionalno je podeljen na 22 segmenta, koliko ima i šinskih trasa i kanala. U svaki se ulazi kroz visoku metalnu, dvokrilnu kapiju. Fasadu unutrašnjeg kruga, pored kapija, karakterišu i nadvratnici od opeke starog formata segmentno završeni i plitko ubačeni „u polje“, kao i stubovi od kamenih blokova koji su na uglovima užljebljeni štokovima od čamovine. Na drvene štokove zakačena su krila ulaznih kapija preko šarki od ručno kovanog gvožđa. Sa spoljašnje strane fasada je takođe izdijeljena na 22 dela. Dekorativnim slaganjem žute opeke starog formata istaknuti su detalji i likovnost fasade dok je fasadno platno na ovoj strani ravno malterisano. U okviru polja izdijeljenih pilastrima nalazi se po jedan par velikih prozora, originalnih dimenzija 2.00 x 3.00m, sa plitkim segmentnim natprozornikom, gvozdenim zaštitnim rešetkama i drvetom obloženim parapetima. Najistaknutiji detalj je krovni venac koji je oblikovan estetski vrlo zanimljivo s obzirom da se radi o industrijskoj arhitekturi.

3. KONCEPT IDEJNOG REŠENJA REVITALIZACIJE PROSTORA

Proces revitalizacije nosi sa sobom glavno pitanje, pitanje identiteta, ne samo objekta kao zasebne celine već i njegovog odnosa sa čitavim kompleksom. Posebna pažnja se poklanja revitalizaciji enterijera koja je proizašla iz nove namene koja je ovom objektu kroz ovaj rad dodeljena.

S obzirom na stanje u kojem se objekat nalazi potrebno je izvršiti sve mere tehničke zaštite u pogledu konstrukcije i pristupiti svim zanatskim radovima koji će prethoditi početku uređenja enterijera. Potrebno je izvršiti restauraciju kompletne stolarije vodeći računa o autentičnosti. Nakon završetka svih tehničko zanatskih radova, potrebno je pristupiti pažljivom odabiru materijala, načina osvetljenja i odabiru mobilijara, bilo novoprojektovanog ili postojećeg.

Celokupni prostor podeljen je na tri primarne celine koje su međusobno odvojene tehničkim prostorijama potpuno skrivenim i sekundarnim u odnosu na javno dostupan prostor. Prva celina sastoji se od dva segmenta koji su međusobno odvojeni staklenom pregradom. U prvom segmentu smeštene su mesara i ribarnica, a u drugom prodaja voća i povrća /pijaca/. Prostori u prvoj celini više se koriste u dnevnim časovima bez dužeg zadržavanja. Drugu celinu čini jedinstven prostor koji je, međutim,

organizovan u različitim nivoima u vertikalnom smislu, prilagođavanjem postojećem stanju poda. U toj funkcionalnoj celini lepezasto su poređani lokali tipa prodavnice vina i sireva, pekara, poslastičarnica, kulturni kafe sa mini bibliotekom. Svi ovi prostori gravitiraju ka jednom zajedničkom prostoru za sedenje i zadržavanje. Treća celina projektovana je kao restoran /fine dining/. To je jedinstven prostor koji počinje barom, nastavlja se u prostor restorana sa različito organizovanim celinama za sedenje i završava kuhinjom.

I ovaj prostor je raspoređen u različitim visinskim nivoima sledeći postojeće stanje poda. Iznad kuhinje na prvom spratu smeštena je administracija i to je jedina celina u objektu koja je organizovana u dva nivoa. U primarnim celinama upotreba lakih čeličnih polica biće fizička pregrada i signalizacija „štandova“ na kojima će biti izloženi proizvodi. Intervencija u enterijeru zasniva se u odabiru materijala, njegovom pozicioniranju i kombinaciji. Odabir materijalizacije koja će dominirati prostorom zasnovana je na principu tehničkih, tehnoloških i estetskih karakteristika, zatim svetlo koje ima važnu ulogu u sagledavanju i formiranju dominantnih celina prostora, kao i boja materijala kao vizuelni i temperaturni dojam prostora.

4. ODRŽIVO KORIŠĆENJE OBJEKTA I ENERGETSKA EFIKASNOST

Jedan od osnovnih zadataka svakog projektanta je energetska prihvatljivost objekta. Prilikom projektovanja teži se smanjivanju energetskih potreba jednog objekta: dobrom termičkom izolacijom, opremom niske energetske potrošnje, prirodnim osvetljenjem i ventilacijom prostora [4]. Materijali i delovi objekta ložionice biće zadržani i ponovo upotrebljeni što je više moguće. Pravilno izvođenje termičke izolacije u krovnoj konstrukciji ima posebnu važnost. Na objektu ložionice potrebno je uraditi potpuno novi krovni pokrivač u skladu sa proračunom toplotne efikasnosti objekta.

Najmanje opterećenje a najbolja izolacija biće postignuti sendvič panelima sa slojem termoizolacije prema termičkom proračunu. Originalne čelične okvire prozora restaurirati gde je to moguće, opremiti ih visokokvalitetnim izolacionim zastakljivanjem i ponovo ih koristiti. Tamo gde to nije moguće praviti nove u istim dimenzijama iste profilacije. Ovde primenjujemo veoma tanku varijantu stakla sa argon gasom kao izolatorom između dva sloja.

Podovi će biti blago podignuti u odnosu na postojeći sloj. U tom prostoru biće položena hidroizolacija, termoizolacija, instalacija podnog grejanja, elektro instalacija i instalacije vodovoda i kanalizacije. Kao završni sloj predlaže se mikrocement.

5. OBLIKOVANJE ENTERIJERA

5.1. materijalizacija

Prilikom odabira materijala u oblikovanju enterijera pažnja je usmerena ka nameni i identitetu prostora, sa akcentom na vrstu, teksturu i boju. Siva boja, tekstura betona i opeke, asociraju na industrijske komplekse u punoj snazi. Prirodnim tonalitetima naglašava se namena koja je ovim radom istražena i projektovana. U delovima

enterijera čija funkcija to dozvoljava predviđeno je da se stari malter odstrani do opeke do koje je zid izveden, da se očiste opeka i fuge i obrade odgovarajućim materijalima za zaštitu i isticanje vizuelnog efekta zidova. Za obradu poda odabran je mikrocement u dva tona sive boje za naglašavanje različitih nivoa poda. Dominantna siva boja poda deluje neutralno i doprinosi da delovi zidova, koji su od opeke u prirodnoj boji, budu slabiji u svom izrazu. Kontrasti u vizuelnom efektu podova i zidova stapaju se i stvaraju atmosferu specifičnu za objekte industrijskog nasleđa.

Da bi se ublažila agresivnost opeke u enterijeru predviđeno je da se pojedine površine zidova omalterišu i oboje belom bojom. U onim delovima enterijera, gde to funkcija zahteva, predviđeno je da se sa zidova odstrani stari malter, da se zidovi omalterišu i postave keramičke pločice kao završna obrada zida i poda u skladu sa važećim standardima. Novi materijali odabrani su tako da se uklapaju sa postojećim i doprinose naglašavanju industrijskog karaktera prostora. Od novih materijala odabrani su moderni materijali poput čelika za izradu čeličnih polica u kombinaciji sa pločama od iverice sa površinskom obradom imitacije drveta. Staklene površine upotrebljene su za odvajanje predprostora na ulazima. Kako je prostor izdvojen u tri primarne celine koje se koriste u različito doba dana, boje materijala korištenih u opremanju enterijera odabrane su tako da su svetlije u prostorima koji se više koriste u dnevnim časovima a tamnije kako se prelazi u prostore koji se više koriste u večernjim časovima. Na taj način se bojom upotpunjuje atmosfera u pojedinim celinama.



Slika 3. 3D prikaz enterijera restorana

5.2. Rasveta

Svetlost je važan element u oblikovanju prostora. Prirodna svetlost je poželjna i neophodna za zdrav karakter prostora. Međutim, neophodna je i dodatna rasveta veštačkog osvetljenja koje u mnogome doprinosi atmosferi u prostoru.

Prometne prostore kao što su prostori komunikacije između štandova treba osvetliti da kretanje bude bezbedno i da bude zadovoljen estetski efekat. Prostori gde se posetioci zadržavaju trebaju biti dvojako osvetljeni, direktnom i indirektnom svetlošću, kako bi se funkcije unutar jednog prostora razdvojile i dobio se efekat prividno odvojenih celina prostora.

Prostori pripreme hrane, radni prostori, zahtevaju ujednačenu svetlost sa akcentom na radnom delu shodno nameni prostora. U prostorima namenjenim za prodaju i prezentacije koristi se indirektno osvetljenje koje doprinosi blagoj mističnosti prostora. Osim vizuelnost

efekta, važno je uklapanje oblikovanja rasvetnih tela u karakter i ambijent enterijera.

5.3 Mobilijar

U sve tri prostorne celine mobilijar je najvećim delom unificiran, ali i prilagođen posebnim karakteristikama svakog pojedinog segmenta. Sledeći postojeće podova u različitim nivoima koje je zadržano i u novoprojektovanom stanju, mobilijar je prilagođen prostoru u različitim nivoima. Vrsta materijala, boja i tekstura pojedinih elemenata mobilijara odabrana je u skladu sa primarnim materijalima u enterijeru. Dominantnu ulogu u prostoru imaju unificirane lagane čelične police. Radni pultovi su masivni, od različitih materijala i predstavljaju tačke zadržavanja u prostoru. Mobilijar u prostorima za obradu namirnica mora biti od nerđajućeg čelika – inoksa. Garniture za sedenje različite su po obliku, veličini, boji i teksturi materijala prilagođene prostoru u kome se nalaze.

6. ZAKLJUČAK

Bavljenje temom nasleđa je kompleksan i odgovoran zadatak koji autore obavezuje da, pre svega, poštuju autentičnost predmetnog objekta, da prouče potrebe lokalne zajednice i šire, da poznaju zakone i propise i da sve to ukomponuju i materijalizuju u novu održivu upotrebnu vrednost. Cilj ovog rada je da se skrene pažnja na kompleks ranžirne stanice u Novom Sadu, arhitektonski zanimljiv i istorijski važan, koji je pri tome na vrlo zanimljivoj lokaciji, okružen novim gradskim naseljima koja imaju potrebu za sadržajima predloženim ovim radom. Pored istorijske analize nastanka kao i sagledavanja stanja u kojem se objekat nalazi unutar šireg kompleksa, rad daje jasnu viziju moguće nove funkcije sa ciljem njegovog novog održivog korišćenja.

Gastronomski centar postaje novo mesto susreta i kao takav doprinosi oživljavanju lokalne zajednice što je i bio jedan od ciljeva revitalizacije ovog objekta .

7. LITERATURA

- [1] Katarina Maksimov, *“Kompleks stare ranžirne stanice sa ložionicom u Novom Sadu – zaštićeno kulturno nasleđe potencijal ili teret za grad”*, Seminarski rad – doktorske studije, Departman za arhitekturu i urbanizam, Novi Sad, 2016.
- [2] <https://www.google.com/maps/> (pristupljeno u septembru 2023.)
- [3] iz Arhive Zavoda za zaštitu kulturnih dobara grada Novog Sada, (pristupljeno u decembru 2021.)
- [4] Dr S.Stevović, dr D.Vasilski, *“Održiva arhitektura”*, Zadužbina Andrejević, Beograd, 2016.

Kratka biografija:



Milica Čabrilo rođena je u Novom Sadu 1992. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti – Dizajn enterijera odbranila je 2023.god. kontakt:

PROJEKAT KUĆE NA OSTRVU ANAFI U GRČKOJ**A HOUSE ON THE ISLAND OF ANAFI IN GREECE**

Mila Prokin, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Predmet rada je kontekstualna arhitektura kao pristup projektovanju. Istraživanje obuhvata kontekst kao pojam, primere ovakve arhitekture, analizu podataka o lokaciji ostrva Anafi i njihovu sintezu u projekat kuće „White noise“. Na ovom objektu prikazana je logika projektovanja u odnosu na prirodni i društveno – istorijski kontekst. Idejno rešenje sadrži analize uslova lokacije, tehničku dokumentaciju i predlog enterijera.

Ključne reči: Dizajn enterijera, arhitektonsko projektovanje, kontekst, kuća u Grčkoj, Anafi

Abstract – The subject of the work is contextual architecture as an approach to design. The research includes context as a concept, examples of this kind of architecture, analysis of data on the location of Anafi Island and their synthesis into the "White noise" house project. This object shows the logic of designing in relation to the natural and socio-historical context. The conceptual solution contains analyzes of site conditions, technical documentation and an interior proposal.

Keywords: Interior design, architectural design, context, house in Greece, Anafi

1. U V O D

Anafi je malo, ali veoma karakteristično ostrvo. Projektovanje objekta na ovoj lokaciji uslovalo je mnoga pitanja, poput odabira uže lokacije, orijentacije kuće i njenog oblikovanja tako da se estetički i funkcionalno zadovolje svi zahtevi, a da se pritom ne narušava postojeći karakter ostrva. U pokušaju da se pronađu odgovori, kao inspiracija i alat za projektovanje koristio je kontekst.

1.1. Predmet istraživanja

Predmet istraživanja jeste pojam konteksta u arhitekturi i njegov značaj pri projektovanju. Na projektu kuće u Grčkoj obrađene su teme prirodnog i kulturološkog konteksta, a koje uključuju istraživanje uže i šire lokacije objekta, njenih prirodnih karakteristika, ali i društveno – istorijskih odlika koje su značajne za nastanak ostrva i život njegovih stanovnika danas.

Fokus rada je na analizi svih podataka dobijenih tokom istraživanja, prepoznavanje njihovog značaja za objekat i sinteza svega navedenog u sam projekat kuće.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila prof. dr Ivana Miškeljin.

1.2. Cilj istraživanja

Cilj istraživanja jeste uočavanje svih prirodnih i društvenih uticaja, proisteklih iz lokacije objekta, ukazivanje na njihov značaj, međusobnu povezanost i odnose. Svaka lokacija je jedinstvena, te je neophodno sagledati sve potencijale koje ona pruža, a kako bi se na adekvatan način ovi faktori inkorporirali u logiku oblikovanja objekta i ispunio krajnji cilj rada - jedinstvo konteksta, funkcionalnosti i estetike.

2. KONTEKST U ARHITEKTURI

U smislu projektovanja, kontekstualnu arhitekturu možemo opisati kao proces u kojem je objekat dizajniran kao odgovor na njegovo specifično okruženje. Pre nego što u okruženje postavimo nešto novo, moramo sagledati ono što ga već sačinjava. Objekat treba da odgovara nameni, situaciji i korisnicima, i da u isto vreme unapredi ili barem podrži postojeće okruženje. U tom smislu, kontekst možemo definisati kao skup relevantnih vrednosti, a koje uključuju sve fizičke (prirodne), ali i sociološke i kulturološke faktore. Ove vrednosti neophodno je analizirati, a zatim ih usvojiti u potpunosti ili delimično, prilagoditi ili odbaciti kao nedovoljno bitan aspekt.

2.1. Prirodni kontekst ostrva Anafi

U prirodne odlike lokacije spadaju: geografski položaj, veličina, reljef, klima, zemljište, vode, biljni i životinjski svet.

2.2. Društveno – istorijski kontekst ostrva Anafi

Pod društveno – istorijskim kontekstom smatraju se istorija, stanovništvo, kultura, privreda. Zbog velikog značaja za koncept i projekat kuće, kao poseban kulturološki aspekt dodata je analiza lokalnih materijala i arhitekture ostrva.

3. ISTRAŽIVANJE**3.1. Prirodno osvetljenje u arhitekturi**

Prirodno osvetljenje u velikoj meri utiče na čoveka i njegovo zdravlje. Mnoga istraživanja pokazuju da sunčevi zraci pozitivno utiču na raspoloženje, koncentraciju, pojavu stresa. Izlaganje Suncu povezano je sa proizvodnjom vitamina D i melatonina, koji su bitni za dobro psihičko stanje čoveka. Takođe, prirodno osvetljenje igra veliku ulogu u cirkadijalnom ritmu - biološkom ritmu u organizmu čoveka, koji reguliše brojne neourohormonalne procese u mozgu i na taj način kontroliše i usklađuje

dnevno noćne i brojne druge funkcije svih najvažnijih organa u organizmu. Spoljašnji stimulansi, svetlost i tama, pomažu da regulišemo biološki ritam i ostanemo sinhronizovani sa njihovim smenama.

Danas se zna da je prirodna svetlost neophodna za zdrav život, ali u isto vreme ljudi nastoje da se zaštite od nje i sve više vremena provode u zatvorenom prostoru. Zbog ovoga je veoma bitna uloga arhitekture. Kako bi svakodnevni život bio što kvalitetniji, arhitektura treba da napravi balans svetlosti i tame u objektu. Nije dovoljno samo pustiti sunčeve zrake unutra. Osvetljenje i njegovi uticaji zavise od lokacije i klime objekta, orijentacije i doba dana i noći. Prilikom projektovanja sve ove faktore treba uzeti u obzir kako bi se došlo do najoptimalnijeg rešenja.

Različite orijentacije, tokom četiri godišnja doba, imaju različite uticaje na čovekov biološki ritam. Istočna i zapadna strana variraju u zavisnosti od godišnjeg doba. U toku leta su veoma osvetljene, rano ujutru i kasno uveče, dok preko zime imaju dosta manje svetlosti. Na zapadu, puno svetlosti i toplote u večernjim satima može loše uticati na proizvodnju melatonina i spavanje, zbog toga što telo želi da se oslobodi toplote pre spavanje, a veče je na zapadnoj strani uvek najtoplije. Suprotno tome, jutarnji zraci na istoku pozitivno utiču na cirkadijalni ritam. Sever i jug su stabilniji u toku dana i u odnosu na godišnja doba. Severna strana je najmanje osvetljena u svim periodima i ne preporučuje se za prostorije u kojima se provodi najviše vremena, dok je južna strana osvetljena tokom celog dana pa treba paziti da se izbegne jako osvetljenje u večernjim satima. Cirkadijalni svetlosni sat pokazuje telesni ritam u odnosu na Sunce i rotaciju Zemlje i ukoliko se uzme u obzir prilikom projektovanja, može znatno da doprinese boljem kvalitetu života.

3.2. Uticaj lokacije na projektovanje

Životi ljudi stalno se prepliću sa arhitekturom, kojom smo okruženi većinu svog vremena. Ona može da utiče na naše raspoloženje, osećanja i sećanja, pa se može reći da arhitektura ima veliku ulogu u razvoju identiteta. Ljudi često imaju osećaj da (ne) pripadaju nekom mestu i povezuju se sa njim. Način na koji percipiramo ulice, trgove, gradove možemo nazvati osećajem ili duhom mesta. Taj „duh mesta“ usko je povezan sa arhitekturom i samom lokacijom – užom i širom.

Ciljevi projektovanja objekata slične namene biće isti. Npr. da je objekat bezbedan, funkcionalan, komforan, čist. Međutim, način na koji će se ispuniti ovi zahtevi zavisi od toga gde se projekat nalazi. Pre samog projektovanja neophodno je sagledati šta sve nudi jedna lokacija i kakav je njen duh mesta. Svako mesto ima različitu istoriju i kulturu, kao i geografske uslove, i ovome se treba prilagoditi. Od ovih uslova može zavisiti izbor konstrukcije, materijala, boja, osvetljenja.

4. KUĆA NA OSTRVU ANAFI

4.1. Koncept i forma

Koncept projekta kuće na Anafiju zasniva se na karakteristikama prirodnog i društveno – istorijskog konteksta ostrva, a pre svega na kretanju Sunca. Ove odlike uticale su i na oblik i formu objekta, kao i na prostornu organizaciju.

Za lokaciju objekta izabrana je južna obala ostrva, iz više razloga: zbog razvijenosti same obale, vizura ka moru i susednim ostrvima, zaštićenosti od dominantnih vetrova i kako bi se sunčani dani iskoristili u najvećoj mogućoj meri. Objekat je smešten izvan glavnog naselja Hora kako bi njegovi stanari imali mir, ali i bili dovoljno blizu ukoliko im nešto zatreba. Takođe, objekat se nalazi u blizini obale, ali je pozicioniran tako da nije pored uređene plaže. Na taj način kuća ostaje izolovana, a blizina mora stvara posebnu atmosferu.

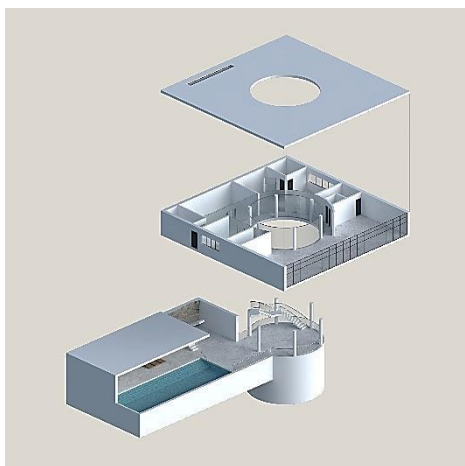
Planinski predeo sa jedne, i širina mora sa druge strane kuće, dominantni su u odnosu na nju, te je objekat projektovan tako da ispoštuje prirodu i uklopi se u pejzaž, kao i da naglasi ovu dominantnost. On je umetnut između planine i mora tako da u isto vreme predstavlja granicu između njih, ali ih i spaja. Posmatrajući objekat sa obale, on se nazire i prožima između stena i vode poput belog šuma, pa je tako i dobio naziv „White noise“ (beli šum).



Slika 1. Prikaz prilaza objekta

Osnovna estetička ideja bila je da se ne narušava postojeći karakter ostrva, poštujući tako tradicionalnu cikladsku arhitekturu, ali sa vidljivim linijama modernizma. Tako se došlo do jednostavne i čiste, ali zanimljive forme koja pruža mnoštvo različitih geometrija i prikaza. Velike staklene površine povezuju spoljašnjost i unutrašnjost, omogućavajući da se iz jednog prostora nazire drugi.

Objekat se sastoji iz tri dela: same kuće, bazena i dvorišta, odnosno tri osnovna geometrijska oblika: kvadrata, pravougaonika i kruga, gledano u osnovi. Svaki od njih je programska celina za sebe, a njihovi volumeni se međusobno spajaju ili prolaze jedni kroz druge. Zbog strmog terena, delovi kuće su na različitim nivoima i svi su okrenuti ka moru. Stambeni deo nalazi se na gornjem nivou i njegova južna fasada je u potpunosti otvorena, kako bi se maksimalno iskoristilo prirodno osvetljenje i jedinstven pogled koji ova lokacija nudi. Na donjem nivou nalaze se bazen i dvorište. Bazen je pozicioniran tako da je veći deo dana na suncu i spojen je sa dvorištem zbog lakšeg pristupa. Njegov krov iskorišćen je kao prilaz kuće. Dvorište čini centar kuće, u isto vreme je i njen temelj, a unutar nje se pretvara u atrijum. Sve prostorije smeštene oko atrijuma imaju staklene zidove kako bi dobile potrebnu svetlost, i kako bi se naglasila važnost samog atrijuma. Dvorište se nalazi ispod kuće, kako bi u toku dana uvek barem jedan njegov deo bio u hladu.



Slika 2. Izometrijski prikaz objekta

4.2. Prostorna organizacija

Sva tri dela objekta postavljena su u odnosu na kretanje Sunca, dok je na prostornu organizaciju stambenog dela uticao i cirkadijalni ritam, kao i potrebe korisnika kuće. Ukoliko pogledamo analizu senki za ovu lokaciju vidi se da je bazen smešten u zapadnom delu kako bi što kraće bio u senci. Dvorište je organizovano tako da je uvek delimično osunčano. Ulaz u kuću je na zapadnoj strani, iznad bazena, a do donjeg nivoa se može doći jedino stepenicama koje vode sa sprata objekta. Glavno stepenište vodi do dvorišta, a pomoćno do bazena. Prostorije u kojima stanari provode najviše vremena, tj. dnevna zona, postavljena je duž južne fasade. Široki prozori omogućavaju prirodnu osvetljenost tokom čitavog dana, a radi zaštite postavljene su zavese. Glavna spavaća soba je na istoku, što je veoma povoljno za cirkadijalni ritam, dok je glavno kupatilo povučeno na sever ka zatvorenoj fasadi i prirodno svetlo dobija preko atrijuma. Na severu se nalazi i radna soba za koju je potrebije kontrolisano osvetljenje nego prirodno. Svakako, u nedostatku prirodne rasvete, postavljen je dodatni krovni prozor. Druga spavaća soba je zapadnoj strani, što nije najpovoljnija pozicija u večernjim satima, ali je ujutru, preko atrijuma, delimično otvorena i ka istoku.

4.3. Konstrukcija, materijalizacija i kolorit

Objekat se celom svojom severnom fasadom oslanja na stene, dok se stambeni deo dodatno, preko stubova, oslanja na dvorište koje predstavlja jedan masivni temelj. Konstrukcija čitavog objekta je armirano betonska, a za završnu boju je izabrana bela, kako bi se uklopila u pejzaž i duh mesta, ali i kako bi odbijala sunčeve zrake. Oba stepeništa su betonska, a ograde staklene. Stene koje se pružaju severnom fasadom objekta ostavljene su vidljive na pojedinim mestima u enterijeru i eksterijeru. Dvorište je popločano kamenom, a belinu objekta razbija plava voda bazena.

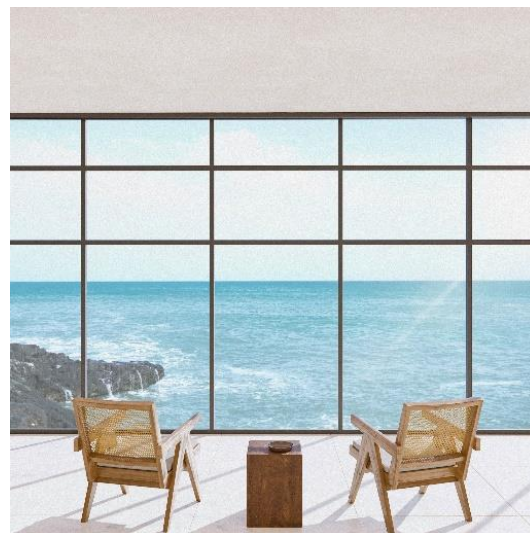
4.4. Enterijer

Enterijer objekta karakterišu zemljani tonovi i prirodni materijali, koji često pokazuju prirodne, ogoljene teksture. Ideja je bila da se unutar bele opne objekta nalazi topao i komforan enterijer. Glavni materijali jesu kamen, mermer, teraco, drvo, staklo i koža. Podovi su prekriveni mermernim pločicama ili parketom, a zidovi su neutralne, svetle boje i grube teksture. Od boja prevlađuju prirodni tonovi, sa akcentom narandžaste boje koja se provlači kroz sve prostorije.

Dnevna soba, trpezarija i kuhinja nalaze se u jednom velikom prostoru bez vizuelnih pregrada, ali projektovane tako da su jasno odvojene. Kuhinja je izrađena od rustičnog drveta, a u trpezariji i dnevnoj sobi se mogu videti teraco stolovi i kožni nameštaj. Dnevni boravak je kružno formiran, radi bolje socijalizacije korisnika i atmosfere, a dodat je i prostor za osamljivanje i uživanje u čitanju. Poseban kutak izdvojen je za „pauzu za pogled“, mesto gde se nalaze samo dve stolice i minimalistički sto, tako da ništa ne ometa pogled na more. Plava boja neba i mora stvara posebnu tenziju sa enterijerom navedenih prostorija.



Slika 3. Prikaz kuhinje i trpezarije



Slika 4. Prikaz mesta za pogled

Ostale prostorije su izdvojene, ali u komunikaciji sa ostatkom kuće preko mlečnog stakla. Na ovaj način je zadržana privatnost u sobama, ali je i propuštena prirodna svetlost. Poseban kontrast između nežnog mlečnog stakla i grubosti stene, javlja se u radnoj sobi.

Ona je dodatno osvetljena krovim prozorom koji stvara specifične vizure u toku dana. Radni deo je projektovan za dve osobe, koje su po zanimanju arhitekte i bave se slikanjem iz hobija. Zbog toga prostorija sadrži deo sa dva radna stola, jedan veliki sto za zajednička razmatranja i saradnju, i kutak za slikarski pribor i šafelaj. Nameštaj je topao, minimalistički i uklopljen sa ostatkom kuće.



Slika 5. Prikaz radne sobe

Za razliku od ostatka kuće, u spavaćim sobama je za pod izabrano drvo, zbog dodatne topline i udobnosti. Zidovi su tretirani isto, a nameštaj je takođe od drveta, toplih, zemljanih tonova.



Slika 6. Prikaz spavaće sobe

Rasveta u objektu se razlikuje po prostorijama. U dnevnoj zoni ona je difuzna, sa nekoliko akcenata u vidu podne lampe ili lustera. U kuhinji postoje tri različita osvetljenja, difuzno na sredini, fokusirano iznad ostrva i led rasveta iznad radne površine. U radnoj i spavaćoj sobi takođe postoje difuzna i usmerena svetla, a temperatura rasvete je svuda topla.

5. ZAKLJUČAK

Svrha ovog rada jeste ukazivanje na značaj lokacije i njenih uticaja na projektovanje objekata - kroz istraživanje, analize i primere, kao i projekat kuće na ostrvu Anafi. Na ovom objektu prikazana je logika projektovanja u odnosu na prirodni i društveno – istorijski kontekst. Može se zaključiti da je kontekstualna arhitektura veoma dobar način projektovanja, i da je u određenoj meri neophodna za dobijanje kvalitetnog i funkcionalnog objekta. Ukoliko se prilikom oblikovanja objekta ispoštuje kontekst, dobija se objekat sigurnije i stabilnije strukture, estetička i prostorna celina koja se uklapa sa okolinom, ali je i jedinstvena. Korisnici dobijaju autentični prostor sa kojim mogu da se povežu, a pritom se ne narušava kulturno nasleđe jednog mesta i naroda.

6. LITERATURA

- [1] Beauchemin KM; Hayes P. (1998): Dying in the Dark, Journal of the Royal Society of Medicine, str. 352-354.
- [2] Büning, E. (1973): The Physiological Clock. 3rd ed., New York: Springer-Verlag
- [3] Kougioumoutzis, Konstantinos; Tiniakou, Argyro; Georgiou, Ourania; Georgiadis, Theodoros (2012): Contribution to the flora of the South Aegean Volcanic Arc: Anafi Island (Kiklades, Greece)
- [4] Volf, Carlo (2013): Light, Architecture and Health – a Method, Aarhus School of Architecture, str.. 97-101.

Kratka biografija:



Mila Prokin, rođena je u Sremskoj Mitrovici 1997. god. Diplomirala je na Fakultetu tehničkih nauka 2022.god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Kontekstualna arhitektura na primeru projekta kuće na ostrvu Anafi u Grčkoj odbranila je 2023.god.

kontakt: mila.prokin@hotmail.rs

IDEJNI PROJEKAT „BENEATH“ - STANOVANJE ISPOD POVRŠINE ZEMLJE**CONCEPTUAL PROJECT “BENEATH” – UNDERGROUND LIVING**

Anastasija Šušak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Idejni projekat „Beneath“ bavi se rešavanjem problema stanovanja u ekstremnim uslovima, odnosno, područjima stalnih zemljotresa, postavljanjem ove funkcije ispod nivoa zemlje. Preispituje način života u ovakvim uslovima i nastoji da zadovolji osnovne potrebe čoveka. Predstavlja stambenu zajednicu koja se kombinuje sa dodatnim sadržajima, čime se dobija nezavisna struktura.

Ključne reči: Stanovanje ispod zemlje, podzemna arhitektura, anatomija zemljotresa

Abstract – Conceptual project “Beneath” deals with problems of living in extreme conditions - areas of constant earthquakes, by placing this type of structure below the ground level. It studies the way of living in these conditions and tends to satisfy the primary needs of human beings. It represents a residential community, which is combined with additional facilities that give this building an independent structure.

Keywords: Underground living, subterranean architecture, anatomy of an earthquake

1. UVOD**1.1 Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja ovog rada je razmatranje mogućnosti svakodnevnog načina života ispod nivoa zemlje u područjima stalnih zemljotresa. Podzemni objekti imaju veću otpornost na delovanje zemljotresa u odnosu na objekte iznad nivoa zemlje. Kako ovakav tip objekta zadovoljava i uslove očuvanja prirode i efikasno rukovodi prirodnim resursima, preispituje se kvalitet života u ovakvim uslovima i nastoji da se zadovolje osnovne potrebe čoveka. Projekat je namenjen za zonu najizrazitijih zemljotresa, gde ova prirodna katastrofa uništava arhitekturu i normalno funkcionisanje.

1.2. Cilj istraživanja

Formiranje stambene zajednice u kojoj je čovek zaštićen od prirodnih nepogoda i katastrofa je jedan od glavnih ciljeva ovog projekta. Istraživanje mogućnosti odvijanja života u ovim uslovima ima za cilj da na najefikasniji način iskoristi prednosti ove vrste objekta, a s druge strane, da razmotri u kojoj meri mane utiču na funkcionisanje prostora i odgovarajućim rešenjem, svedu na minimalan problem. Takođe, od velikog je značaja da se stvore što sličniji uslovi životu iznad nivoa zemlje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Ecet.

2. PODZEMNA ARHITEKTURA**2.1 Konstrukcija podzemnih objekata**

Projektovanje objekata ispod zemlje je kompleksan proces prilikom kog je neophodno imati podatke o: terenu, postojećim nadzemnim i podzemnim objektima, klimatskim uslovima i rezultatima inženjersko-geoloških istraživanja [1]. Isto tako, bitno je da se u obzir uzme i dodatno opterećenje koje izaziva sloj zemlje postavljen na konstrukciju. Beton, kao materijal koji je postojan na vlagu, predstavlja jedan od najboljih opcija materijalizacije prilikom gradnje podzemnih konstrukcija. Većina podzemnih objekata je i izgrađena od armiranog betona i ima adekvatne dodatne zaštitne slojeve.

Na osnovu istraživanja novoizgrađene podzemne arhitekture u Japanu između 1999. i 2003. godine [2], formirano je 6 kategorija konstruktivnih metoda ovih prostora uz pomoć postojećih 28 primera, a to su:

1. zakopavanje (burying) – potpuno zatrpana konstrukcija
2. kopanje (digging) – smeštanje objekta u iskapanu rupu
3. podrum objekta (building basements) – deo objekta
4. planinski vrh (mountain peak) – prati konturu planine
5. terensko zakopavanje (field burying) – u odnosu na teren
6. kosa pećina (slant cave) – u zemljištu pod nagibom

2.2. Energetska efikasnost podzemnih konstrukcija

Jedna od najvećih prednosti podzemnih objekata jeste što obezbeđuju manju potrošnju energije zbog posedovanja prirodne izolacije. Ovakvi prostori su zaštićeni od spoljašnje temperature i radijacije i samim tim je potrošnja energije za zagrevanje prostora znatno manja u odnosu na standardan oblik gradnje. Procenjuje se da ovi objekti štede oko 80% troškova energije zahvaljujući geotermalnoj masi kojom su okruženi i razmeni toplote. Podzemni objekti nastoje da leti ostanu hladni, a zimi topli.

2.3. Strujanje vazduha u prostorima ispod zemlje

Velika brzina strujanja vazduha kroz prostor nije poželjna. Potrebno je da postoji određena ravnoteža između dinamičkih sila ulaznog vazduha i sila uzgona u prostoriji. Razlikujemo dve vrste strujanja vazduha [3]:

1. Strujanje kod ubacivanja sa potiskivanjem
2. Strujanje kod mlaznog ubacivanja

Zbog ravnomernije raspodele temperature u prostoru, prednost se većinom daje mlaznom ubacivanju.

Prema mestu dovođenja vazduha, razlikujemo 4 slučaja otvora: na tavanici, u zidu, na podu i u sredini prostorije. Takođe, ubacivanje vazduha u prostor se razlikuje na osnovu uglova uvođenja vazduha u odnosu na izlaznu ravan.

2.4. Glavni problemi projektovanja ispod zemlje

Neki od glavnih problema prilikom projektovanja podzemnih objekata su nemogućnost prepoznavanja, negativni psihološki efekti, nedostatak prirodnog osvetljenja i negativan uticaj na zdravlje čoveka [4]. Postoje različiti pristupi prilikom rešavanja ovakvih problema.

Definisanje spoljašnjeg izgleda podzemnih objekata nije uvek nužno, jer zavise od koncepta projekta. Jedan od značajnih faktora u formiranju ovih struktura i definisanju oblika jeste projektovanje ulaza, čime se rešava problem. Osvetljenje i ventilaciju prostora je moguće rešiti dobrim razmatranjem terena i pomoćnim sredstvima koji poboljšavaju uslove.

3. STANOVANJE ISPOD ZEMLJE

3.1 Kratak istorijat

Život ispod zemlje se javlja u najranijim vremenima ljudske istorije, kroz mnoge istorijske etape i na raznim mestima. Iz raznih razloga su se ljudi okretali ovakvom načinu života, obično radi zaštite od neprijatelja i visokih ili niskih temperatura nekih područja.

Jedan od primera drevnih podzemnih prostora za život jeste Derinkuyu u Kapadokiji, oblasti u centralnoj Turskoj. Stambene zgrade su bile klesane u mekim stenama, sa nekoliko spratova, formirajući stenske kule. Stanovnici su ih izgradili kako bi se zaštitili od vremena i rata, gde su provodili po nekoliko nedelja ispod zemlje.

Kroz istoriju je bila česta pojava života u katakombama i pećinama na mestima gde je bilo moguće lako kopanje. Danas, čovek se sve više okreće projektovanju koje obezbeđuje energetska efikasnost, a jedno od takvih rešenja jesu i objekti ispod zemlje

3.2. Tipologija podzemne kuće

Oblik i konstrukcija podzemnih kuća zavisi od projektnog zadatka i idejnog rešenja koje iznosi projektant. Na osnovu načina ukopavanja objekata, razlikujemo:

1. Konstruisane pećine – formiranje horizontalnih tunela
2. Iskopati i pokriti – montažni objekti koji se postavljaju u iskopan prostor
3. Nasip – zatrpavanje kuće na ravnom terenu s tim da se ostavi otvoren zid ili krov kako bi se obezbedila prirodna svetlost
4. Elevacija – izgradnja unutar brda gde jedna strana kuće ostaje otvorena
5. Atrijum – stambeni objekat u potpunosti ispod zemlje, gde se formira dvorište oko kog su postavljene prostorije i koje omogućava dovod prirodnog svetla

3.3. Prednosti i mane života ispod zemlje

Život ispod zemlje nudi razne prednosti u odnosu na standardne objekte iznad nivoa zemlje. S druge strane, postoje negativne karakteristike ovakvog načina života koje mogu da utiču na zdravlje i svakodnevni život čoveka.

Jedna od najznačajnijih prednosti ovih konstrukcija jeste energetska efikasnost. Uz kombinaciju sa solarnim sistemom, moguće je svesti troškove energije, za potrebe zagrevanja i hlađenja, na nulu.

Podzemne kuće su obično manjih dimenzija i time ne zahtevaju velike količine materijala. Obezbeđuju osećaj privatnosti i sigurnosti. Prilikom ekstremnih vremenskih i društvenih uslova omogućavaju bezbedno okruženje za život.

Neprovetrenost predstavlja jedan od najvećih problema, kako su otvori na ovim objektima manjih dimenzija ili ne postoje, pa je time delovanje i kretanje vazduha kroz prostorije otežano. Takođe, postoji opasnost od prodora podzemnih voda u prostor i povećana je vlažnost vazduha. Osvetljenost prostora je dosta ograničena, s obzirom na postojanje samo jedne ili dve osvetljene fasade.

4. IDEJNI PROJEKAT „BENEATH“

4.1 Kontekst

Izabrana lokacija je vatreni pojas Pacifika, predeo u obliku potkovice koji okružuje Tihi okean. Predstavlja širok obuhvat u kom se javljaju različite vremenske i klimatske zone, različite kulture naroda i različiti uslovi zemljišta. Glavni cilj projekta jeste da, bez obzira na karakteristike lokacije, integriše novoprojektovani objekat u datu celinu, uklapajući se u sredinu i ne narušavajući postojeće stanje. Ovim rečeno, idejni projekat se može naći u okviru: urbane celine, u sklopu prirodnog okruženja bez izgrađenih površina, u predelima visokih temperatura, kao i niskih itd.

Zaključuje se da lokacija, odnosno, kontekst ne utiče na formu objekta niti njeno funkcionisanje. Ovakva struktura je univerzalna za sve prostore vatrene pojasa Pacifika, gde je njena glavna funkcija da stvori bezbedan prostor u slučaju pojave zemljotresa.

4.2. Koncept

Polazi se od problema prouzrokovanog lokacijom ovog projekta. Takođe, odabrana struktura, po pitanju stanovanja, donosi sa sobom dodatne probleme.

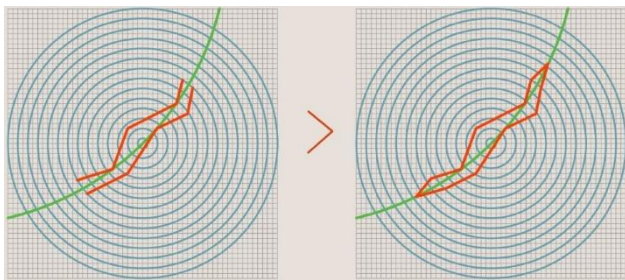
Glavna ideja za rešavanje ovih problema jeste da se formira stambena zajednica u vidu stambenog bloka sa svim dodatnim sadržajima koji su potrebni za svakodnevni život čoveka. Forma bloka nije standardna, jer je ograđena zemljanom masom sa svih strana. Ovim se formira slobodan prostor u vidu atrijuma koji obezbeđuje osvetljenje i ventilaciju. Formiranje otvora na fasadi se što više dovodi u sličnost sa otvorima na objektima iznad zemlje, kako bi se obezbedila dovoljna količina prirodne svetlosti i provetravanja prostora.

Jedna od početnih ideja, prilikom razmatranja rešenja, je bila „nevidljivost“ objekta na površini zemlje. Išlo se ka tome da struktura bude u potpunosti ispod nivoa zemlje, gde će jedina naznaka objekta biti komunikacija pri ulasku u objekat.

4.3. Dobijanje forme

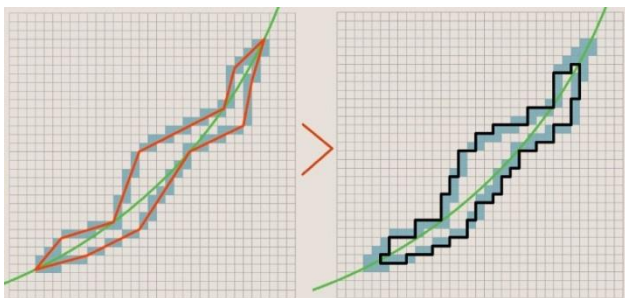
Kao inspiracija za dobijanje forme služila je anatomija zemljotresa, odnosno, proces formiranja pukotina u dubini tla. Kako su ove pojave nepredvidive i neodređene po pitanju oblika, cilj je bio dobiti oblik koji asocira na ovu prirodnu katastrofu. Polazi se od dijagrama delovanja zemljotresa sa njegovim osnovnim elementima.

Zelena linija (greška) se postavlja proizvoljno kroz centar (fokus) koncentričnih kružnica koje predstavljaju seizmičke talase delovanja zemljotresa. Kako se prilikom pomeranja tektonskih ploča javljaju pukotine na Zemljinoj kori, iscrtavaju se proizvoljno prave izlomljene linije sa asocijacijom na pukotine, što je prikazano na slici 1. Linije ne prelaze granicu zelene linije, kako bi se obezbedilo odgovarajuće rastojanje između njih. Pomoćni faktor prilikom određivanja linija jeste raster 5x5m.



Slika 1. Prikaz dobijanja forme – korak 1

Obeležavaju se polja na rasteru kroz koje prolazi kriva linija. Proizvoljnim praćenjem ivica obojenih polja, iscertava se početni oblik prostora, što je prikazano na slici 2. Unutrašnjost ograničenog prostora predstavlja slobodan prostor, dok je prostor izvan linija namenjen za izgradnju objekta.



Slika 2. Prikaz dobijanja forme – korak 2

Dobijeni oblik je kontura poslednjeg sprata. Samim tim, dobijanje forme spratova se kreće naopačke. Na osnovu poslednjeg sprata se dobijaju konture ostalih nivoa.

4.4. Prostorna i programska organizacija

Pored stambenih jedinica, javlja se potreba za uvođenjem dodatnih sadržaja kako bi ova celina mogla samostalno da funkcioniše. Komunikacija se svodi na dva mesta na obodima konstrukcije i povezuje nivo iznad zemlje sa prizemljem. Tek se pristupom na prizemlje omogućava ulazak u prostore svih programa ove strukture. Programi javne namene se smeštaju na prizemlje, dok se stambeni prostori uglavnom raspoređuju iznad njega. U sklopu ove strukture, projektuje se i podzemna garaža na samo jednom nivou niže od površine zemlje.

4.5. Konstrukcija

Konstrukcija je izvedena uz pomoć armiranog betona. Formira se sistem podužnih nosećih zidova kroz ceo objekat koji su ojačani poprečnim zidovima za ukrućenje. Zidovi koji su u kontaktu sa zemljom na obodima objekta, predstavljaju potporne zidove. Oni su dodatno izolovani zbog mogućnosti prodora podzemnih voda i vlage.

4.6. Materijalizacija

Kao obloga fasade korišćene su fiber cementne ploče u dva pravca prostiranja brazda. Kako bi se obezbedio prividan izgled iskopa, ploče fasadne obloge su postavljane u različitim pravcima kroz različite nivoe zgrade. Ovakav način obrade fasade daje izgled sličan promeni slojeva zemlje, kako se strukture njenih slojeva razlikuju i što se vidi na slikama 3 i 4.



Slika 3. Prikaz izometrije objekta



Slika 4. Izometrijski prikaz segmenta prostora

5. ZAKLJUČAK

Idejni projekat „Beneath“ rešava mnoge probleme s kojima se susreću podzemne strukture i formira prostor sličan standardnim objektima. Cilj ovakvog načina razmišljanja jeste da podstakne razradu konstrukcija ispod zemlje, zbog njihovih brojnih prednosti, i smanji ili u potpunosti ukloni njihove nedostatke.

6. LITERATURA

- [1] Z.Tomanović, „Tuneli i podzemne konstrukcije“, skripte sa predavanja, Podgorica, 2015.
- [2] K. Okuyama, „A Study for the Construction Method, Site Environment and it's Usage of Newly Built Underground Architecture in Japan“, Japan, 2007.
- [3] K. Fitzner, „Strujanje vazduha u prostorijama srednje visine sa različitim vrstama izlaznih otvora“, Betzdorf, Nemačka, 2017.
- [4] R. Sterling, J. Carmody, „Underground Space Design: A Guide to Subsurface Utilization and Design for People in Underground Spaces“, New York, 1993.

Kratka biografija:



Anastasija Šušak rođena je u Novom Sadu 1999. godine. Diplomirala je 2022. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Idejni projekat „Beneath“ – stanovanje ispod površine zemlje odbranila je 2023. godine. kontakt: susakanastasija@gmail.com

ВИНАРИЈА У БАРБАРЕСКУ**WINERY IN BARBARESCO**

Драгана Селаковић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај – Рад се бави пројектовањем идејног решења мале винарије у Италији, тачније насељу Барбареско. Идеја пројекта јесте уклапање објекта са природом која га окружује. Спајањем традиционалног и одерног изгледа постиже се атрактивни архитектонски објекат. Винарија омогућава производњу, складиштење као и дегустацију вина. Такође представља место окупљања и социјализације људи из целог света. Подстиче развој туризма и даје печат месту. Циљ пројекта јесте стварање места на коме се сусрећу лепта регије, функционалност објекта и ужитак врхунских вина.

Кључне речи: архитектонско пројектовање, урбанистичко пројектовање, пројектовање јавних објеката, објекти производње и складишта

Abstract – *"The design of a small winery in the village of Barbaresco, Italy, is based on the idea of seamlessly integrating the architectural structure with the surrounding nature. By combining traditional and modern design elements, an attractive architectural complex has been created, not only facilitating the production, storage, and tasting of premium wines but also becoming a gathering place for people from various parts of the world. This winery promotes tourism development and adds a unique signature to the region, with the aim of creating a space where the beauty of the region, functionality of the facility, and the pleasure of fine wines converge."*

Keywords: *Architecture Design, Urban Planing, Public Facility Design, Production and Warehouse Facilities*

1. УВОД

Винарија би требало да представи спој културе и традиције насеља са елементима модерног. Мале уске улице насеља Барбареско су једна од главних полазних тачака при пројектовању идејног решења. Више мањих објеката постављених на одређеним удаљеностима стварају унутрашњи простор који функционише као улица. Тако постављени, објекти, формирају мали плато који би требало да функциониште као трг и буде место окупљања и простор за манифестације. Такође замисао је винарију уклопити у природан терен који је у нагибу и искористити га за просторе подрума.

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Ивана Мишкељин.

2. ПОЈАМ И ИСТОРИЈА ВИНАРИЈЕ

Винарија представља објекат или групу објеката заједно са виноградарским земљиштем које га окружује. Винарије могу да се састоје од једног централног објекта и више мањих у којима се одвија производња и прерада гроздја. Винарије већег обима могу поред свих потребних садржаја, прераде, чувања, испитивања, обраде и на крају флаширања, садржати ресторане, барове, галерије и још многе друге активности.

Сматра се да поступак производње вина датира још од пре 8 000 година.

Најранији познати докази о производњи вина пронађени су на Блиском истоку, али не и остаци објеката у којима се поступак одвијао. Нешто касније тим археолога открио је пресу за вино у пећини у Јерменији. Та локација идентификована је као мала производна винарија.

Археолошка ископавања у грузијском региону Квемо Картли указују нам на доказе о постојању опреме за производњу вина још пре 8 000 година. Тачније откривени су контејнери звани кевври. Најзначајнији проналазак из 2017. године јесу остаци објекта који је служио као винарија, стари су 8 000 година и откривени су 20 миља јужно од Тбилисија у Грузији.

3. ТЕХНОЛОГИЈА ПРОИЗВОДЊЕ ВИНА

Када је реч о упоредној анализи ове две архитектонске форме бројне су разлике, како у погледу саме форме и организације, тако и у начину функционисања и управљања ових стамбених комплекса.

Кључна разлика лежи у власничкој структури, при чему кондоминијум пружа већу аутономију и одговорност појединцима који поседују јединице, док је код обичног стамбеног комплекса контрола у рукама инвеститора или власника зграде.

Покретање производње вина састоји се из неколико корака који нису ни мало једноставни и захтевају веома велику посвећеност. Потребно је доста знања и умећа како би се процес започео и како би се достигао жељени резултат.

Винова лоза (*Vitis vinifera*) јесте биљка од које се производи и добија вино. Да би се достигао жељени производ потребан је рад и труд током целе године. Циклус почиње у зиму, тада биљка мирује, док у касно лето почиње берба. Веома важна ствар код процеса јесте да гроздје у винарију на прераду стигне што пре и неопштењено. У овој занимљивости се огледа разлика између одличног и просечног вина. Такође веома битна ставка јесте да се гроздје у винарију допрема у малим

контејнерима, како се зрна која се налазе на дну не би оштетила од тежине.

Технолошки зрело и здраво грожђе црних сорти бере се по времену сазревања за сваку сорту и то тако да проценат шећера не прелази 18%. Затим грожђе одлази на прераду. Прва ставка при процесу јесте благо сумпорисање у шахту затим се прелази на процес муљања⁴ где се одвајају петелке и добија се кљук. Следећи корак јесте ферментација кљука. Такође исти процес важи и за производњу белог вина.

Процес ферментације вина, у зависности од услова, траје од 20-30 дана од почетка ферментисања. После 30-40 дана од потпуне ферментације врши се декантирање и добија се младо бело вино. Последњи корак у процесу производње вина јесте флаширање или паковање вина. Флаширање може да буде саставни део винарије, али и не мора. Ферментисано вино може да се допрема до фабрика у којима се даље пакује и иде на тржиште.

4. УТИЦАЈ НА ТУРИЗАМ И СОЦИЈАЛИЗАЦИЈУ

Званични почетак винског туризма почиње средином XIX века и наставља се и у XX веку. Доказ томе јесу такозване Асоцијације винских путева, чији је задатак био да координира активности између земаља које су биле чланице.

Аустралија је једна од првих земаља у којој је настао вински туризам, доказ томе јесу појава малих butik-винарија, почетком 70-их година. Вински туризам свој савремени облик добија 80-их година XX века у Француској. Нешто касније и у Италији, оснивањем Италијанског друштва за вински туризам, 1993. године.

Вински туризам је комплексан феномен који захтева систематско и свеобухватно истраживање, посебно што је он у великој мери повезан и са другим индустријама и има вишеструки утицај на регионе у којима се развија. Дефинисањем винског туризма бавили су се многи теоретичари, постоје многи аспекти сагледавања и разне теорије.

Вински туризам се односи на вино, као производ, и на локацију на којој се вино производи и има снажне везе са животним стилем. Сличну дефиницију дали су и Charters i Ali-Knight (2002:312) који су указали да вински туризам представља „путовање у сврху доживљаја винарија, винских регија и њихових веза са начином живота“. Поред ових аутора који вински туризам повезују са начином живота, постоје и они који доживљај стављају у први план, па се у том контексту јављају следеће дефиниције. Вински туризам представља самосталне и организоване посете виноградима, винаријама, винским фестивалима, винским демонстрацијама, са мотивом дегустације вина и стицања доживљаја који пружа посета винском региону. Вински туризам јесте комбинација естетски привлачног пејзажа и конзумације вина. Најважнији елементи винског туризма: знање особља винарија о вину, гостољубивост, повољне цене смештаја, атрактиван пејзаж, доступност информација, гастрономски специјалитети, вински фестивали, традиционална винска села.

Јављају се још неке претпоставке чији се акценат ставља и на велики утицај који вински туризам има на привредни развој региона, па и целокупни развој

привреде. Истиче се да има велику улогу у развоју одређене регије, пре свега у економском смислу, али и у друштвеном. На друштвени и економски аспект винског туризма који се огледа кроз изградњу регионалног идентитета и имиџа, мотивацију младих да не напуштају свој завичај, обезбеђивање прихода локалној заједници, развој туризма и инфраструктуре.

Поред свих указаних веза и утицаја које има вински туризам, истиче се још једна, а то је његова комплементарност са културним туризмом. Вински туриста међусобно везује вински и културни туризам, јер поред доживљаја који са собом носи посета винарији, велику пажњу поклања и култури домицилног становништва, културном наслеђу региона, историјским местима. Локалним фестивалима истичу да свако путовање које као подстицај има гастрономију, као и да нужно у својој понуди садржи и компоненте културног туризма.

Поред многобројних аспеката који утичу на туризам постоје и они који су веома значајни за социолошки развој. У самом корену они јесу повезани и могу се сагледати као једна целина.

Постојање винарије као објекта не представља само зграду у којој се врши производња, у овом случају вина, него један скуп културе и историје неког места. Градњом винарија оживљавају се простори, даје им се неко ново светло и прилике за окупљање и дружење.

Винарије поред своје примарне функције могу да садрже многе друге елементе. Чести примери јесу винарије које у свом склопу садрже ресторане, кафе барове. Такође постоје и винарије које у свом садржају пружају услуге преноћишта, организација прославе, итд. Често у свом садржају посетиоцима пружају мини туре као и галерије Фотографија и предмета значајних за сопствене почетке.

Свака од ових ставки нам указује то да поред примарне функције, винарију корисници могу посетити и у функцији дружења, мини одмора, опуштања са драгим људима, као и обиласцима знаменитости.

5. АРХИТЕКТУРА НАСЕЉА БАРБАРЕСКО

Барбареско је део региона Пијемонт, провинције. Поред своје архитектонске лепоте, са предивном средњовековном кулом која је прави симбол насеља, Барбареско нуди посетиоцима огромну површину винограда који га окружују, стварајући поглед који одузима дах.

На брду на коме се налази ово село истиче се кула (Torre di Barbaresco), симбол града. Непознатог порекла, али великог визуелног утицаја. Не само зато што се можете видети издалека, већ зато што је отворена и за посете, може се попети и дивити панорама која се простира преко великог дела Лангеа. Претпоставља се да је кула представљала део одбрамбеног система, датира из 11. века. Тренутно је ова величанствена грађевина која стоји на стени иза цркве затворена и не може јој се приступити због радова на реновацији исте.

Град је има типичну средњовековну архитектуру коју чине уске улице и камене куће. Углавном се градило од материјала који се могу наћи у околини са нагласком на уклапање у околину, што га и чини једним веома специфичним и посебним насељем.

6. ИДЕЈНО РЕШЕЊЕ ВИНАРИЈЕ

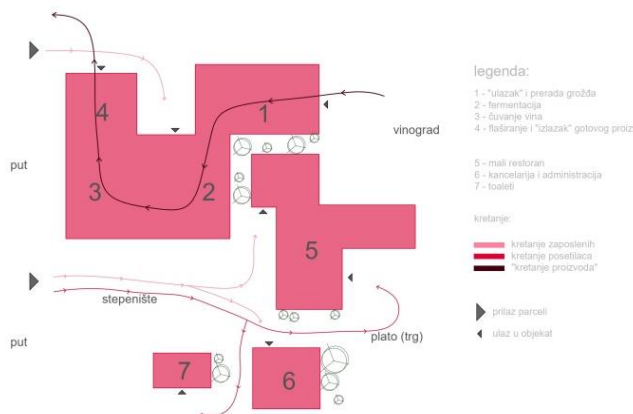
Винарија ће се налазити у регији Пијемонт, тачније у насељу Барбареско. Терен локације није раван, постоји природан нагиб, који ће касније допринети самом концепту винарије. Веома повољна локација парцеле доприноси значају винарије. Са једне стране окружена шумом и реком, а са друге просторствима и виноградима, слика 1. Такође веома велики значај има и близина насеља, тако да се веома лако стиже и приступачна је како моторним возилима тако и пешацима.



Слика 1. Тродимензионални приказ винарије

Архитектонски стил који комбинује традиционалне елементе са модерним дизајном представља један интригантан спој. Употребом опеке као основног градивног материјала постиже се спој рустичног и модерног стила. Опека, материјал који се употребљава деценијама уназад у комбинацији са стаклом одају утисак модерног. Објекти су замишљени потпуно од опеке са великим стакленим отворима различитих димензија. На деловима који су укупани, као што је простор за складиштење вина, идеја је да постоје перфорирани делови зида, како би се простор природно осветлио и добио утисак игре светлости у самом простору.

Свака функција поседује засебну структуру и тако винарију чини јединственом.



Слика 2. Дијаграм кретања кроз винарију

Садржај који чини винарију јесте ресторан који је постављен тако да је из њега омогућен поглед на долину и винограде, слика 2. Производни део објекта смештен је ближе винограду како би се лакше приступило самом уношењу грозђа на даљу обраду. Затим, врло логички, у наставку производње поставља се простор ферментације, чувања вина и на крају

паковања, односно флаширања. Нагиб терена је искориштен како би објекат делимично био укупан, што и простор за чување вина изисује. Такође у комплексу винарије постоји и административни део као и посебно одвојени тоалети, који посетиоце не обавезују на нужно коришћење ресторана. Замишљен је као јавни објекат и доступан свима.

7. ЗАКЉУЧАК

Кроз пажљиво осмишљену архитектуру, винарија пружа оптималне услове за производњу и складиштење вина, истовремено пружајући атрактиван простор за дегустацију и друге активности. Комбинација традиционалних материјала, опеке и модерних елемената, стакла, ствара јединствену естетику која се уклапа у околину и привлачи пажњу.

Не само да допринесе очувању локалне културе и наслеђа Барбареска, винарија доприноси и локалној заједници кроз стварање радних места и подстицаје туризма. Поред тога што представља простор за врхунски доживљај, афирмира регију Пијемонт као важну виноградарску дестинацију.

Идеја је да представи место сусрета лепоте регије, функционалности објекта и ужитка врхунских вина.



- тродимензионални приказ винарије

8. ЛИТЕРАТУРА

- [1] The Ofoel Companion to Wine, Jansis Robinson, Julia Harding
- [2] The World Atlas of Wine, Hugh Johnson, Jansis Robinson
- [3] Дипломски радови и научни радови – Конкурентност, са освртом на органску производњу вина (Мастер рад, Београд 2012. год)

Кратка биографија:



Драгана Селаковић рођена је 23.07.1998. године у Сремској Митровици. Мастер рад из области Архитектонско пројектовање – Винарија у Барбареску, одбрана је на Факултету техничких наука 2023. године. контакт: dragana.se98@gmail.com

IDEJNO REŠENJE VERTIKALNOG KAMPA U CENTRAL PARKU**CONCEPTUAL SOLUTION OF A VERTICAL CAMP IN THE CENTRAL PARK**

Katarina Đurić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Projekat se bazira na stvaranju savremenog smeštaja za jednu od najstarijih rekreacija-kampovanje. Kao adekvatna lokacija bira se Central park u Njujorku. U sadržaj kampa se uvrštava sve ono što je kamperima različitog uzrasta i preferenci potrebno tokom boravka. Fasada je u vidu ogledala, čime se kamp „kamouflira“ i stapa sa postojećim okruženjem.

Ključne reči: kampovanje, Central park, savremena tehnologija, sistem za navodnjavanje u objektima

Abstract – The project is based on the creation of modern accommodation for one of the oldest recreations-camping. Central Park in New York is chosen as an adequate location. The contents of the camp include everything that campers of different ages and preferences need during their stay. The facade is in the form of a mirror, which „camouflages“ the camp and blends in with the existing environment.

Keywords: camping, Central Park, modern technology, irrigation system in buildings

1. KONCEPT**1.1 Uvod**

Izbor kampa kao namene objekta, potekao je iz ideje da se stvori moderan prostor za ovu vrstu rekreacije koja potiče iz davnina. Tehnologija je nešto što mnogo toga olakšava danas, ali postavlja se pitanje da li kamperi baš to žele da izbegnu. Takođe, jedan od glavnih problema današnjice, a koji je usko povezan sa kampovanjem, su i ekološki problemi. Neki od primarnih su: otpad, krčenje šuma i uništavanje staništa, zagađenje vode, buka, svetlosno zagađenje, požar, uticaj na klimu, oštećenje kulturnih i istorijskih lokaliteta. Glavno pitanje koje se postavljalo tokom projektovanja bilo je: „Kako spojiti moderno i tradicionalno, a da se uzmu u obzir različite želje i potrebe kampera?“ Odgovor je zapravo shvatanje šta moderan objekat kampa suštinski predstavlja.

Prioriteti i ciljevi kampera su različiti. Čitajući razne članke i komentare kampera, izdvojila bih sledeće: povezivanje sa prirodom, učenje o istoriji prostora na kom se kampuje, kontakt sa životinjama, aktivan način života u okviru kampa, odmor, udobnost kampa, mogućnost dovođenja beba, dece i psa, druženje sa drugim kamperima, mogućnost adekvatnog skladištenja otpada, udaljevanje od tehnologije.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Ecet.

Ovi podaci su služili kao referenca za izbor adekvatnog sadržaja budućeg kampa. Kampovi 21. veka su prostori na koje je uticala tehnologija i gde se koriste obnovljivi izvori energije koji smanjuju uticaj na prirodno okruženje (pre svega vodu). Mora postojati odgovorno kampovanje, uz poštovanje propisa koje postavlja uprava parka u kom se kampuje.

1.2 Sadržaj objekta

Ono što objekat kampa poseduje odgovara različitim uzrastima, preferencama i iskustvima kampera. Postoje prostori koji su namenjeni za zajedničko druženje, ali i takvi gde je moguće izdvojiti se i osamiti. S tim u vezi, može se doći individualno, u krugu porodice, kao i manje ili veće grupe prijatelja.

Sadržaji objekta kampa:

1. recepcija sa infopultom
2. vešeraj
3. prva pomoć
4. prodavnica
5. kuhinja i ostava
6. prostor za odlaganje otpada
7. prenočište
8. toalet
9. bašta
10. aktivnosti, socijalizacija, zabava:
 - zajedničko roštiljanje
 - gledanje filmova
 - slušanje muzike
 - čitanje knjiga
 - igranje društvenih igara
 - posmatranje zvezda
 - slikanje u prirodi
 - badminton, frizbi
 - obilazak atrakcija

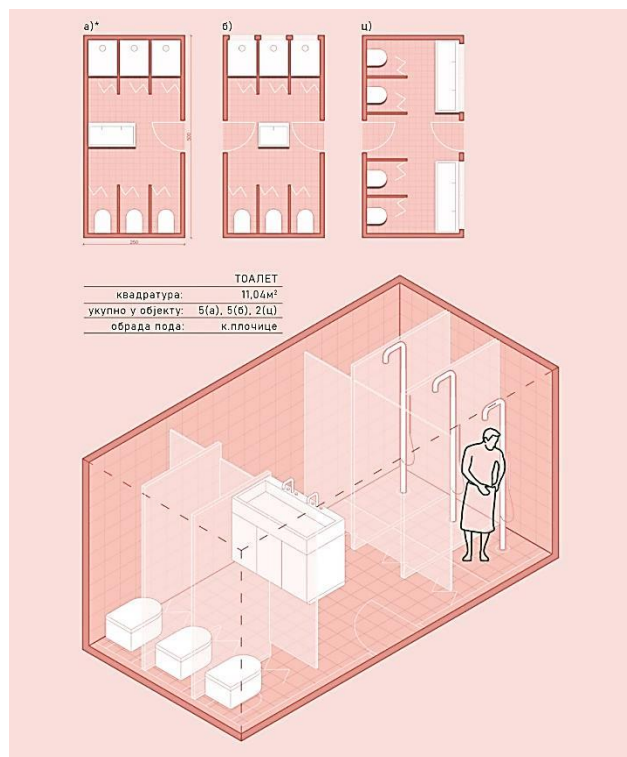
Kako bi svi budući gosti mogli da izaberu usluge koje žele da koriste, a i zbog ograničenog prostora, sadržaji objekta su raspoređeni po modulima, tako da svaki od njih ima svoju namenu, bez njihovog mešanja. Izuzetak predstavljaju duplekse, gde se osim kreveta, može naći kupatilo i/ili prostor za opuštanje.

1.3 Moduli

Svi moduli su jednakih dimenzija: dužine 5 m, a širine 2,5 m (slika 1). Njihovi zidovi su debljine 10 cm, i time je korisna površina 1 modula: $4,8 \text{ m} \times 2,3 \text{ m} = 11,04 \text{ m}^2$.

Prema podatku iz Pravilnika o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova (član 19), minimalna površina sobe za 2 osobe je $11,00 \text{ m}^2$ [1]. Obzirom

da se radi o kamperskom načinu života, ali i privremenom boravku gostiju, izabrane su navedene dimenzije modula. Ova logika dimenzionisanja se prenosi i na objekat, pa su dimenzije unutrašnjeg dvorišta 50 m x 25 m.



Slika 1. Primer jednog od modula; toalet

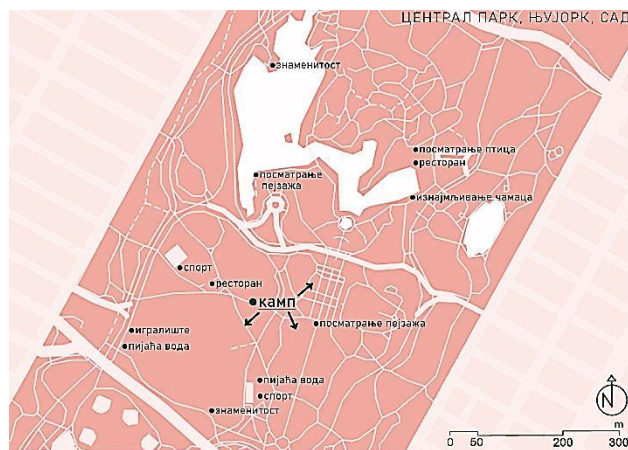
2. KONTEKST

Kao adekvatna lokacija za ovakav tip objekta bira se Central park. Neke od aktivnosti koje ovaj park pruža su (slika 2):

- šetnja
- trčanje
- biciklizam
- vožnja kočijama
- vožnja čamcem
- zoološki vrt
- posmatranje životinja
- pozorište, koncerti
- posete fontana i monumenata
- igrališta za decu
- sport
- restorani, kafići

Kroz ceo park se prožima razvijena mreža pešačkih i biciklističkih staza [2]. Na nekoliko mesta se nalaze objekti gde se može iznajmiti bicikl na određeno vreme. Ono što je od suštinskog značaja za svakog kampera je „sakrivanje” u prirodi i, po mogućnosti, blizina vode kao izvor mira i odmora. U Central parku postoji nekoliko jezera, a i prilika za vožnjom čamcem.

Park je bogat slobodnim životinjama koje se mogu posmatrati u različito doba godine, a postoji i organizovano posmatranje ptica uz vodiča. Veliki broj istorijskih znamenitosti i sadržaja je moguće videti na svakom koraku. Mesta za bavljenje sportom, igranje sa decom, opuštanje u kafiću ili restoranu, takođe, su dostupni u celom parku.



Slika 2. Uža situacija sa okolnim sadržajima parka

Vertikalni kamp je ušuškan između drveća u južnom delu Central parka. Do njega se dolazi stazom koja poprečno „seče” i prolazi kroz prizemlje objekta. Predviđeno je da kamperi sa sobom nose samo najosnovnije potrepštine jer u objektu imaju sve neophodne sadržaje za boravak na kraći vremenski period.

U skladu sa tipom rekreacije, pretpostavka je da oni dolaze sa rancima, te zbog toga u okviru objekta ne postoji parking. Sve potrebne hitne službe na raspolaganju su unutar samog parka.

3. DOBIJANJE FORME OBJEKTA

Objekat je smešten u parku. Postojeće drveće i staze ostaju na svom mestu, a objekat ga okružuje, te zbog toga drveće i deo staze postaju elementi unutrašnjeg dvorišta. Da bi prizemlje ostalo rasterećeno, kamp, odnosno moduli, se ređaju po vertikali, umesto po horizontali. Ovo daje mogućnost da se prizemlje maksimalno iskoristi za zajedničke aktivnosti kampera, ali i da se sačuvaju stabla drveća.

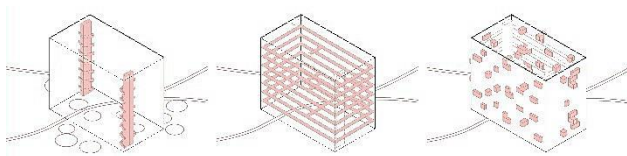
Vertikalna komunikacija je u vidu stepeništa koje okružuje 2 lifta. Takvi u paru se nalaze na dva kraja objekta i omogućavaju kretanje korisnika po spratovima. Stepeništem se prelazi visina od 5,61 m, čime se sa prizemlja dolazi na drugi sprat, sa drugog na četvrti, itd.

Vertikalna komunikacija unutar dupleksa je pomoću klizećih merdevina. Time se štedi na prostoru i približava kamperskom načinu života.

Horizontalna komunikacija je u vidu rampe koja se pruža uz unutrašnju ivicu spoljašnjih zidova. Rampa se nalazi na svakom drugom spratu i preko nje se jedino može pristupiti modulima. Ovakav raspored je biran kako bi se objekat rasteretio od rampi i da bi se smanjila gustina modula. Moduli se „kače” na spoljašnji zid po rasporedu koji je praktičan za goste kampa i različit je po etažama (slika 3).

Ono što je karakteristično za ovaj objekat jeste to što su sadržaji okrenuti ka unutrašnjosti. Time što su otvori svih modula okrenuti ka unutrašnjem dvorištu, kamperi se povezuju sa prirodom i dobijaju osećaj zajednice.

Izuzetak su bašte koje su jedini moduli čiji otvori se nalaze na sve četiri strane, a time i gledaju na spoljašnjost- park.



Slika 3. Vertikalna komunikacija (levo), horizontalna komunikacija (sredina), moduli u spoljašnjem zidu (desno)

Što se tiče fasade, postavljeni su paneli u vidu ogledala između kojih bi bila sakrivena konstrukcija i instalacija (vodovodne i kanalizacione cevi, sistem za navodnjavanje bašta). Odrazom prirode zadržava se osećaj sakrivenosti i stapanja objekta u okruženje (slika 4).



Slika 4. Izometrijski prikaz

4. SISTEM ZA NAVODNJAVANJE BAŠTA

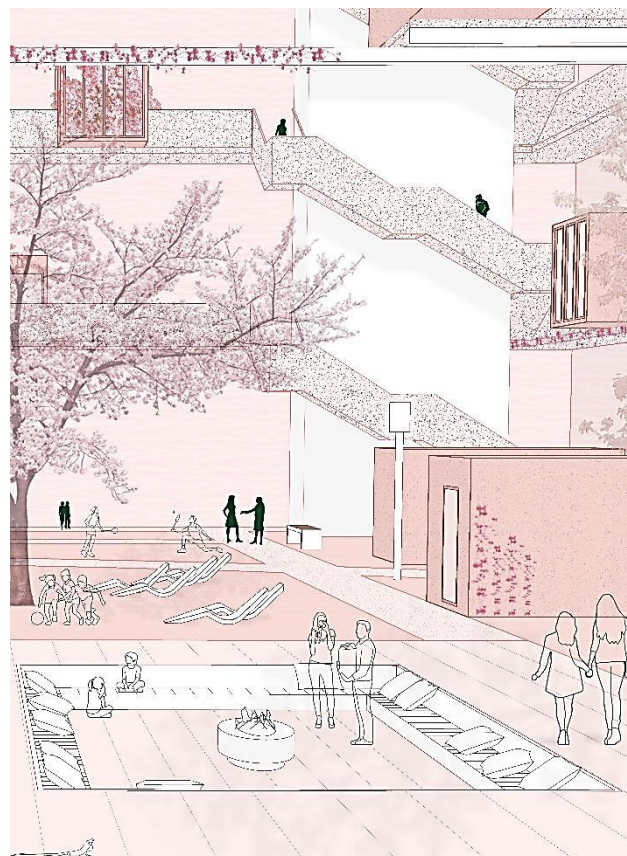
Po ugledu na savremene načine navodnjavanja u objektima sveta, urađen je predlog i za Vertikalni kamp. Navodnjavanje je podzemnim vodama, tipa „kap po kap“. Voda koja se crpi iz zemlje prolazi kroz niz cevi- vertikalala i horizontalala. U samim baštama postavljene su kapaljke koje predstavljaju poslednju stanicu do vegetacije [3]. Obzirom da postoje 3 tipa bašte, urađena su 3 različita rasporeda cevi koja odgovaraju datoj poziciji biljaka.

U toku svog boravka, kamperima su na raspolaganju bašte gde mogu da sade voće, povrće i začine, i iste konzumiraju u sklopu ishrane. Ovo je još jedan korak ka povezivanju sa prirodom, ali i osećaju zajednice.

5. ZAKLJUČAK

Nakon detaljne analize potreba današnjih kampera, projektovan je adekvatan objekat savremenog kampa, sa savremenom tehnologijom u meri koja mu odgovara. Pored osnovnih sadržaja, korisnicima su ponuđeni i dodatni, gde mogu provoditi svoje slobodno vreme (slika 5). Ono što je zanimljivo je sličnost između Central parka i objekta kampa. Osim geometrije u osnovi, može se povući i paralela između njih koja se tiče koncepta.

Kao što je Central park oaza Njujorka i potpuno odvojeni svet od užurbanog grada, tako je i objekat kampa sakriveno mesto za odmor i udaljšavanje od svakodnevnog života.



Slika 5. Prikaz unutrašnjeg dvorišta Vertikalnog kampa

6. LITERATURA

- [1] – *Pravilnik o uslovima i normativima za projektovanje stambenih zgrada i stanova* („Sl. glasnik RS”, br. 58/2012, 74/2015 i 82/2015)
- [2] – Morrison H. Heckscher – *Creating Central Park*, The Metropolitan Museum of Art Bulletin, Njujork, 2008.
- [3] – *Regional Water-Providers Consortium* – <https://www.regionalh2o.org/water-conservation/outdoor-water-conservation/watering-systems>

Kratka biografija:



Katarina Đurić rođena je u Novom Sadu 1999. godine. Diplomirala je 2022. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – *Idejno rešenje vertikalnog kampa u Central parku* odbranila je 2023.god. kontakt: kacaa608@gmail.com

АГРО ЦЕНТАР У РУМИ**AGRO CENTER IN RUMA**

Теодора Миличих, *Факултет Техничких наука, Нови Сад*

Област- АРХИТЕКТУРА

Кратак садржај: *Предмет истраживања је како побољшати начин живота због пренасељености становништва, односно хоризонтално баштованство ставити у други облик, тј. вертикално баштованство. Како тако нови начин изградње објеката, рада утиче на околину и какве су позитивне, а какве негативне стране.*

Кључне речи: *Вертикално баштованство, становништво, околина, пренасељеност*

Abstract – *The subject of the research is how to improve the way of life due to population overpopulation, that is put horizontal gardening in another form, that is vertical gardening. How does the new way of building objects and working affect the environment and what are the positive and negative aspects.*

Keywords: *Vertical Gardening, Population, Environment, Overpopulation.*

1. УВОД

Вертикално баштованство у високим зградама, које се често назива "вертикална пољопривреда", представља иновативан и одржив приступ урбаној пољопривреди.

Укључује узгој усева у наслаганим слојевима или на вертикално нагнутим површинама унутар зграде, и нуди неколико предности:

1.1 Предности истраживања

1. Ефикасност простора
2. Ефикасност ресурса
3. Смањена употреба пестицида
4. Локални и свежи производи
5. Избор усева
6. Прилагођавање
7. Смањени отисак земљишта
8. Безбедност хране, одрживост биљака
9. Иновације

НАПОМЕНА:

Овај рад проистекао је из мастер рада чији ментор је била др Јелена Атанацковић- Јеличић.

1.2 Изазови истраживања:

1. Почетна инвестиција
2. Трошкови енергије
3. Вештина и знање
4. Одабир усева
5. Тржишна потражња

Вертикално баштованство у високим зградама је узбудљиво поље са потенцијалом да револуционира урбану пољопривреду, повећа сигурност хране и смањи утицај производње хране на животну средину. Како технологија напредује и постаје исплативија, вероватно је да ће вертикална пољопривреда постати све раширенија у урбаним подручјима.

2. СТУДИЈА СЛУЧАЈА

1. Дизајн стакленика: Обезбеђивање напредне технологије стакленика да би унапредили контролисано окружење за раст биљака. Треба мислити о модуларном дизајну са више нивоа подова стакленика. Значајан пример је концепт „Вертикалне фарме“, који користи наслагане стакленике да оптимизује простор и максимизира производњу усева.
2. Енергетска ефикасност: Имплементирање енергетски ефикасне карактеристике као што су прозори са дуплим стаклом, изолација и рефлектујући материјали да би се смањило губитак топлоте и потрошња енергије. Треба размотрити обновљиве изворе енергије као што су соларни панели на крову за напајање објекта. "The Plant" у Чикагу, Илиноис, служи као одличан пример енергетски ефикасне урбане фарме.
3. Контрола климе: Инсталација најсавременије „HVAC“ (грејање, вентилацију и климатизацију) системе са прецизним могућностима контроле климе за одржавање идеалне температуре, влажности и нивоа CO₂ за раст биљака. „Gotham Greens“ стакленици на крову у Њујорку представљају напредну технологију контроле климе.
4. Рециклирање воде: Дизајнирати систем воде са затвореним кругом са ефикасном рециклажом и пречишћавањем воде како би се смањило губитак воде. Вертикална фарма "AeroFarms" у Њуарку, Њу Џерси, демонстрира иновативне праксе управљања водом.
5. Природно осветљење: Уграђивање кровних прозора, материјале који распршују светлост и површине које рефлектују светлост да би се максимално повећали продори природне дневне светлости. Ово смањује потребу за вештачким осветљењем током дана. Вертикална фарма "Oasis Biotech" у Лас Вегасу, Невада, наглашава дизајн природног осветљења.

6. Зелени кров: Постављање зеленог крова на врху агро центра да би се обезбедила додатна изолација, смањила отицања атмосферских вода и створили станиште за корисне инсекте. „*Brooklyn Grange*“ у Њујорку је добро познат пример урбане фарме зелених кровова.

ЗАКЉУЧАК СТУДИЈЕ СЛУЧАЈА

Пројектовањем осмоспратног агро центра у Руми на Борковцу требало би да се постигне баланс између ефикасне пољопривреде, одрживости и интеграције са локалном средином. Ови примери и карактеристике могу послужити као инспирација за модеран и продуктиван објекат прилагођен потребама региона

3. ПРОЦЕС РАЗВИЈАЊА ИДЕЈЕ АГРО ЦЕНТРА У РУМИ

3.1 Опис објекта

Агро центар се налази у Руми на Борковцу. Изградња осмоспратног пољопривредног центра у Руми на Борковцу је значајан и амбициозан пројекат. Захтева промишљен приступ који узима у обзир локалну климу, пољопривредне потребе и аспекте одрживости.

3.2 Концепт

Пројектовањем осмоспратног агро центра у Борковцу требало би да се постигне баланс између ефикасне пољопривреде, одрживости и интеграције са локалном средином. С обзиром на природну лепоту Борковца, урађени су велике стаклене површине на фасади и видиковци који омогућавају посетиоцима да цене околни пејзаж, а истовремено уживају у искуству пољопривреде у затвореном простору.

3.3 Локација

Рума је град који се налази у северном делу Србије, у региону Војводине. Налази се у Јужнобачком округу, који је познат по плодним равницама и пољопривредним делатностима.

Локација овог објекта је на Борковцу у Руми, на којем се тренутно налази паркинг, који би био замењен Агро центром.

3.4 Садржај

Објекат се састоји од осам спратова. Приземље је отворено, подигнутог тла за шест метара.

I Етажа- кафетерија и економске просторије

II Етажа- управне и економске просторије

III Етажа- вишенаменска зона, зона за изложбе и радионице

IV Етажа- економске просторије (алат, опрема, механизација)

V Етажа- пијаца

VI Етажа- зона за производњу хране

VII Етажа- зона за узгајање прехранбених биљака

VIII Етажа- Изложбени простор са отвореном терасом за уживање.

3.5 Материјали

Изградња осмоспратног агро центра у Руми или било којој другој локацији захтевала би пажљиво планирање и избор одговарајућих материјала како би се обезбедио интегритет конструкције, енергетска ефикасност и погодност за предвиђену намену.

Бетон: Армирани бетон је уобичајен избор за структурални оквир високих зграда. Пружа снагу и стабилност. Префабриковани бетонски панели се могу користити за спољне зидове.

Челик: Челик се често користи за уоквиривање и структурне компоненте у високим зградама. Нуди висок однос чврстоће и тежине и омогућава велике отворене просторе унутар зграде.

Стакло: Висококвалитетно изоловано стакло се може користити за прозоре и фасаде како би се омогућило природно светло у зграду, истовремено пружајући изолацију.

Изолациони материјали: Правилна изолација је неопходна за енергетску ефикасност. Материјали попут изолације од пене или минералне вуне могу се користити у зидовима и крововима како би се одржало контролисано окружење.

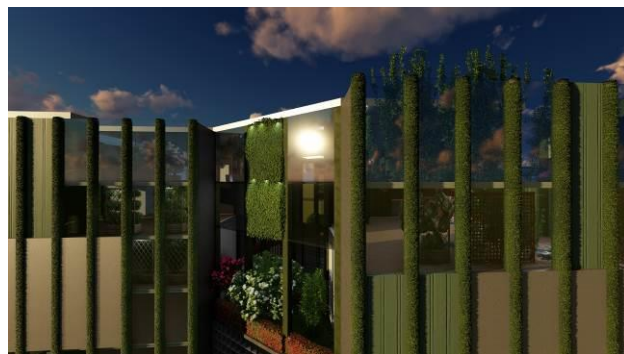
„HVAC“ системи: Системи грејања, вентилације и климатизације су кључни за контролу климе у агро центру. Треба инсталирати високоефикасну HVAC опрему.

Кровни материјали: У зависности од дизајна, могу се узети у обзир кровни материјали као што су мембрански кровови, зелени кровови или соларни панели.

Хидропонски и материјали за узгој: За унутрашње површине за узгој могу бити потребни материјали као што су хидропонски системи за узгој, системи за испоруку хранљивих материја и полице или сталци за посуде за биљке.

Противпожарна заштита: Противпожарни материјали и системи треба да буду постављени како би се осигурала безбедност, посебно у пољопривредним окружењима где ризик од пожара може бити већи.

Одрживи материјали: Уграђивање одрживих грађевинских материјала, као што су материјали од рециклираног садржаја или материјали са малим утицајем на животну средину, како би се ускладили са праксама зелене градње.



Слика 1. Поглед на екстеријер и изглед дела фасаде



Слика 2. Поглед из унутрашњости објекта

3.6 Конструкција

Јаки темељи способни да издрже тежину осам спратова и пољопривредну опрему. Издржљиви грађевински материјали отпорне на земљотресе. Челична или армирано-бетонска конструкција оквира ради стабилности структуре.



Слика 3. Поглед на отворену терасу која се налази на осмом спрату

4. Допринос Агро центра у Руми

Изградња Агро центра у Руми може допринети различитим аспектима локалне заједнице, привреде и животне средине.

1. Локална производња хране: Агро центар може обезбедити доследно снабдевање свежим, локално узгојеним производима током целе године, смањујући зависност од увозне хране. Ово повећава сигурност хране и промовише здравије навике у исхрани међу локалним становништвом.
2. Економски раст: Објекат може стимулирати економски раст стварањем могућности за запошљавање, како у пољопривреди (узгој усева, одржавање, истраживање) тако и у сродним секторима (дистрибуција, маркетинг, образовање).
3. Одрживост: Применом одрживих пракси као што су ефикасно коришћење ресурса, смањење отпада и обновљиви извори енергије, Агро центар може послужити као модел еколошки одговорне пољопривреде. Може да минимизира утицај на животну средину повезан са традиционалном пољопривредом.
4. Смањење миља хране: Локалном производњом хране, Агро центар може значајно смањити раздаљину коју храна путује од фарме до стола (познато као миље за храну). Ово може довести до

ниже емисије гасова стаклене баште у вези са транспортом и мањег угљичног отиска.

5. Ефикасност ресурса: Пољопривреда у контролисаном окружењу у Агро центру омогућава високо ефикасно коришћење ресурса. Може да користи мање воде у поређењу са традиционалном пољопривредом и оптимизује потрошњу енергије кроз напредну контролу климе и ЛЕД системе осветљења.
6. Побољшани приноси усева: Пољопривреда у контролисаној животnoj средини у Агро центру може резултирати већим приносима усева по јединици земљишта и уложеним ресурсима. То може довести до повећања пољопривредне продуктивности и већих економских користи.
7. Заштита животне средине: Применом одрживих пракси, као што су методе органске пољопривреде, смањена употреба пестицида и очување станишта (нпр. зелени кровови), Агро центар може допринети очувању локалних екосистема и биодиверзитета.

5. ЗАКЉУЧАК

Материјализација осмоспратног агро центра у Руми је критичан аспект његовог пројектовања и изградње. Избор материјала треба да даје приоритет функционалности, одрживости, енергетској ефикасности и специфичним потребама објекта. Кључни материјали који се могу узети у обзир за изградњу укључују армирани бетон и челик за структурални интегритет, висококвалитетну изолацију за енергетску ефикасност и стакло за природно светло и изолацију.

Утицај агро центра на животну средину може бити значајан, позитиван и негативан.

Са позитивне стране, вертикални приступ фарми у оквиру објекта омогућава ефикасно коришћење земљишта, смањујући потребу за великим површинама пољопривредног земљишта. Такође промовише локалну производњу хране, што може смањити угљични отисак повезан са транспортом хране на велике удаљености.

Осмоспратни агро центар у Руми има потенцијал да позитивно утиче на локалну заједницу обезбеђивањем свежих, локално узгојених производа и доприносећи безбедности хране. Међутим, требало би да буде пројектован и изграђен уз пажљиво разматрање материјала и одрживих пракси како би се смањило његов утицај на животну средину и обезбедила дугорочна одрживост као ресурсно ефикасан пољопривредни објекат. Сарадња са стручњацима за одрживу архитектуру и пољопривреду је од суштинског значаја за постизање ових циљева и стварање модела урбане пољопривреде који је и продуктиван и еколошки одговоран.



Слика 4. Унутрашњост агро центра



Слика 4. Изглед објекта

Кратка биографија:



Теодора Миличић рођена је у Сремској Митровици 1994. године. Из Шида је дошла у Нови Сад у средњу грађевинску школу. Дипломирала на ФТН-у 2022., смер Архитектура. Мастер рад одбранила је 2023. године на Факултету техничких наука из области Архитектонско пројектовање. Контакт: teodora.milicic@gmail.com

UPOREDNI PRISTUP STVARANJA INTERAKTIVNE SCENE U ODNOSU NA IMERSIVNOST**A COMPARATIVE APPROACH TO CREATING AN INTERACTIVE SCENE IN RELATION TO IMMERSIVENESS**

Dejan Bogavac, Marko Jovanović, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Popularnost tradicionalnih Escape Room igara i razvoj imersivnih tehnologija je uticao na pojavu virtualnih Escape Room igara. U ovom istraživanju je ispitana mogućnost predstavljanja koncepta tradicionalne Escape Room igre kroz imersivnost virtualnih igara. Testirane su i verzija igre za računar i verzija za virtualnu realnost.

Ključne reči: Escape Room, VR, Virtualna realnost, imersivnost, Virtualna igra, Vizualizacija

Abstract – The popularity of traditional Escape Room games and the development of immersive technologies have influenced the emergence of virtual Escape Room games. This research explores the options of representing the concept of a traditional Escape Room game through the immersion of virtual games - PC and VR. Both versions of the game were tested.

Keywords: Escape Room, VR, Virtual Reality, Immersion, Virtual Game, Visualization

1. UVOD

Arhitekta u savremenoj arhitekturi teže ka stvaranju multifunkcionalnih i inovativnih okruženja koja pružaju jedinstvena iskustva. Nekad to može biti oblikovanje modernih kancelarija, gde se podstiče kreativnost i produktivnost zaposlenih, dok se nekad u okviru arhitekture može kreirati i prostor za zabavu i rekreaciju, poput Escape Room igara.

Iako pružaju izvanredno iskustvo, Escape Room igre se suočavaju sa svojim ograničenjima. Investiranje u fizički prostor za ovakvu igru može biti finansijski zahtevno, a ne garantuje uvek visok povrat ulaganja. Osim toga, postoji razlika u preferencama igrača, pa nije sigurno da će se iskustvo dopasti svima.

S obzirom na ovakve izazove, razvijanje digitalnih Escape Room igara koje koriste računarsku grafiku postalo je efikasna alternativa koja omogućava jednostavnije kreiranje sadržaja, kao i njihovu daleko veću raznovrsnost.

1.1. Oblast istraživanja

Jedan od pristupa za prevazilaženje gorenavedenih izazova u arhitektonskom dizajnu je upotreba statičnih rendera koji omogućavaju korisnicima da vide kako će prostor izgledati pre nego što se projekat izvede. Međutim, u slučaju Escape Room igara, statični renderi nisu dovoljni, jer je potrebno prikazati interakcije sa predmetima i kreirati autentičan osećaj boravka u tom prostoru.

Za razliku od statičnih rendera, virtualna realnost omogućava korisnicima da steknu iskustvo boravka u prostoru pre nego što je projekat završen. Na primer, u kontekstu dizajniranja enterijera, ova vrsta tehnologije omogućava korisnicima da hodaju, menjaju osvetljenje, otvaraju i zatvaraju vrata, te eksperimentišu sa različitim završnim obradama poda i zidova, čime se postiže dublje razumevanje i bolja saradnja između projektanta i korisnika.

Imersivnost, prisutnost i interaktivnost su karakteristične osobine virtualne stvarnosti koje je izdvajaju od drugih tehnologija prikaza [1]. Koristeći VR opremu aktiviramo različita čula korisnika koja utiču na povećanje imersivnosti u prostoru.

1.2. Predmet istraživanja

Pažljivim dizajniranjem prostora za Escape Room i uvođenjem zanimljivog sadržaja može se privući pažnja korisnika, što može direktno uticati na povećanje imersivnosti. U ovom delu istraživanja biće predstavljena analiza prostora dizajniranih za Escape Room igre, ali ovog puta kao digitalne modele koji se mogu istražiti kroz primenu interaktivnog kretanja. Uvođenjem ovog digitalnog aspekta, istražuje se način na koji igrači mogu doživeti Escape Room iskustvo u virtualnom svetu.

Potrebno je razviti obe verzije digitalnih Escape Room igara kako bi se moglo adekvatno sprovesti istraživanje nivoa imersivnosti. Ovaj pristup omogućava upoređivanje iskustava igrača u oba okruženja i analiziranje razlike u doživljaju Escape Room-a kroz različite digitalne platforme.

1.3. Stanje u oblasti

Tradicionalne Escape Room igre uvek prate određenu tematiku inspirisanu scenom iz filma, video igrom, knjigom i sl. U zavisnosti od teme, soba je dizajnirana sa različitim vrstama izazova koje igrači moraju da prevaziđu za određeni vremenski period. Postoje tri moguća pravca po kojima se rešavaju izazovi, a oni su

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Jovanović, docent.

definisani kao otvoreni, linearani i multi-linearani put. Linearni put je rešavanje izazova tačno definisanim redosledom, multi-linearani put podrazumeva da nije jasno definisan redosled rešavanja, ali pojedini izazovi su uslovljeni nekim od prethodnih, dok otvoreni put podrazumeva da nije definisan redosled rešavanja izazova i svi izazovi mogu da se rešavaju nezavisno od ostalih [2]. Kako bi se osiguralo da igrači imaju izazovno, ali i zadovoljavajuće iskustvo, svaka igra ima svog domaćina koji nadgleda igrače, prati njihov napredak i kontroliše pravilan tok igre.

Jedan od primera tradicionalne Escape Room igre je „Hari Potter”, napravljena od strane firme Viper iz Novog Sada. Dizajn sobe i scenario je osmišljen po uzoru na knjige o Hariju Potteru. Da bi se igra pobedila potrebno je da tim do šest igrača reši sve izazove otvorenog tipa za šezdeset minuta. .

Još jedan primer je „Kutija izgubljenih legendi”, dizajnirana od strane Door 404 iz Novog Sada. Za razliku od „Hari Potter” sobe, ova igra je dizajnirana tako da su svi igrači pozicionirani na sredini sobe oko kutije u kojoj je sakrivena nagrada. Prevazilazeći određene izazove otvaraju delove kutije koji vode do novih zadataka.

Sa druge strane, 2016. godine fondacija Artanim je napravila demo verziju Escape Room igre koja koristi VR opremu, ali sa elementima tradicionalnog načina igranja. Na ovaj način igračima mogu da igraju u virtualnoj realnosti koristeći rekvizite iz realnog sveta. Ovaj pristup omogućava raznovrsniji sadržaj igračima, kao i veću imersivnost tokom igranja. Sa druge strane, potrebno je obezbediti fizički prostor kao i vrlo skupu opremu za praćenje rekvizita u realnom vremenu, kao što je dvanaest infracrvenih kamera, Oculus VR oprema i rančevi za napajanje i bežičnu komunikaciju [3].

Razvoj tehnologije je omogućio da VR oprema postane finansijski pristupačna širim masama. Kao posledica toga, na tržištu se pojavljuje sve veći broj VR Escape Room igara. Jedan od primera je igra „A Fisherman’s Tale”. Igra se u potpuno virtualnom okruženju koristeći *headset* i kontrolere za interakciju sa predmetima i ne zahteva poseban fizički prostor ili neku dodatnu opremu. Međutim fizički prostor je ograničen zbog kretanja sa VR opremom. Iako igra pruža mnoštvo raznovrsnog sadržaja, kao i zanimljiv narativ koji uvodi u priču, u grafičkom pogledu ima svoja ograničenja. Igra je dizajnirana sa vrlo jednostavnim 3D modelima, materijali su niske rezolucije, a razlog je to što VR tehnologija još uvek ne može da podrži grafički zahtevne video igre, kao što je slučaj kod PC video igara [4]. Jedan od načina da se poveća imersivnost tokom igranja je dodavanje zvučnih efekata, kao i zanimljivih interakcija koje će okupirati pažnju igrača [5].

1.4. Problem istraživanja

Kroz pažljivu analizu trenutnog stanja u oblasti, primećeno je nekoliko značajnih problema koji se javljaju prilikom dizajniranja VR Escape Room igara. Jedan od ključnih izazova jeste prilagođavanje kretanja unutar virtualne realnosti, jer većina dostupne VR opreme zahteva ograničen fizički prostor za korisničko kretanje. Ovo navodi na razmišljanje o potrebi za prilagođavanjem

samog VR okruženja tako da se podudara sa stvarnim granicama kretanja u fizičkom prostoru, ili korišćenjem jednog od alternativnih načina kretanja korisnika unutar virtualnog sveta, kao što je na primer teleport.

Još jedan izazov koji se javlja tiče se nedovoljno razvijenog hardvera za VR, što direktno utiče na grafički dizajn igara. Ograničenja hardvera mogu ozbiljno uticati na kvalitet materijala i kompleksnost 3D modela u igri, što može dovesti do gubitka imersivnosti. Stoga je neophodno sprovesti detaljniju analizu, kako bi se pronašli načini za prilagođavanje grafičkog dizajna VR Escape Room igara radi očuvanja visoke imersivnosti i istovremenog neometanog funkcionisanja igre. Takođe, potrebno je istražiti dodavanje drugih elemenata, poput zvuka, na uticaj povećanja imersivnosti.

1.5. Cilj istraživanja

Na osnovu uočenih problema može se definisati cilj istraživanja, kao i kriterijumi koje je potrebno zadovoljiti. Cilj ovog istraživanja je dizajniranje VR i PC verzija Escape Room igre koje će omogućiti da se uporednim analizama istraži koja od ove dve verzije ostavlja bolji utisak na igrače. Drugim rečima, potrebno je utvrditi da li PC verzija može da pruži dovoljno informacija kako bi se korisnici odlučili da je igraju uživo, ili im u tome pak više pomaže VR iskustvo.

Kriterijumi koje je potrebno zadovoljiti su:

- Vreme izrade 3D okruženja
- Vreme izrade virtualnih igara
- Dopadljivost igre

Vreme izrade 3D okruženja podrazumeva potrebno vreme za modelovanje 3D scene. Ovde je neophodno uzeti u obzir kako rekvizite, tako i postavku materijala unutar scene. Kako su u pitanju dve verzije igre koje koriste različitu opremu za komunikaciju sa virtualnom realnošću, neophodno je sagledati vreme potrebno za izradu adekvatne vrste interakcija za svaku od verzija.

Pitanje dopadljivosti igre odnosi se na to da li će se kod korisnika stvoriti dovoljno interesovanje za koncept Escape Room igre nakon što odigraju PC verziju, ili će dodatno iskustvo putem VR headseta imati veći uticaj na njihov afinitet prema tradicionalnoj Escape Room igri.

Polazne hipoteze su sledeće:

- Generisanje interaktivne scene će biti zahtevnije za izradu VR verzije nego PC verzije.
- Igrači će razviti interesovanje za koncept Escape Room igara nakon odigrane PC verzije.

1.6. Metode primenjene u istraživanju

Za potrebe istraživanja korišćene su sledeće metode:

1. Metoda modelovanja – podrazumeva izradu digitalnih trodimenzionalnih modela scene, uključujući i postavku materijala, osvetljenja i zvuka. Takođe, uključuje i prilagođavanje interakcija za PC i VR verzije igre. Za modelovanje geometrije korišćen je softver 3ds Max, dok je za postavku materijala, osvetljenja i

zvuka, kao i prilagođavanje interakcija korišćen Unreal Engine 5.

2. Metoda matematičkih simulacija i računanja – podrazumeva renderovanje u realnom vremenu (eng. real time rendering), odnosno pokretanje simulacije igre sa finalnim osvetljenjem i materijalima, kao i interakcijama koje reaguju na zadate komande igrača, takođe u realnom vremenu. Za potrebe simulacije korišćen je softver *Unreal Engine 5*.
3. Anketa – podrazumeva anketiranje igrača nakon odigrane igre.

2. METODE IZRADE

Potrebno je definisati određenu temu na osnovu koje će se dizajnirati soba i izazovi unutar nje. Za potrebe ovog istraživanja, za temu sobe odabrana je i analizirana scena iz video igre „The Curse of Monkey Island“, iz 1993. godine, slika 1. Scena iz ove igre je prilagođena za potrebe ovog istraživanja. Takođe, prikazane su metode modelovanja scene, kao i proces izrade PC i VR verzija igre i pitanja za anketiranje igrača.



Slika 1. Scena korišćena kao uzor za izradu igre [6]

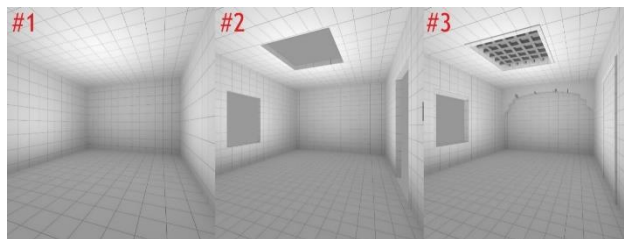
2.1. Analiza scene

U ovoj celini prikazan je proces modelovanja scene u softveru *3ds Max*, kao i postavljanje materijala i osvetljenja u softveru *Unreal Engine 5* (UE5). Tokom procesa modelovanja, generisana je osnovna verzija prostorije sa rekvizitima, a zatim je proširena dodatnim sadržajem, kako bi se dobila finalna verzija sobe.

2.2. Modelovanje scene

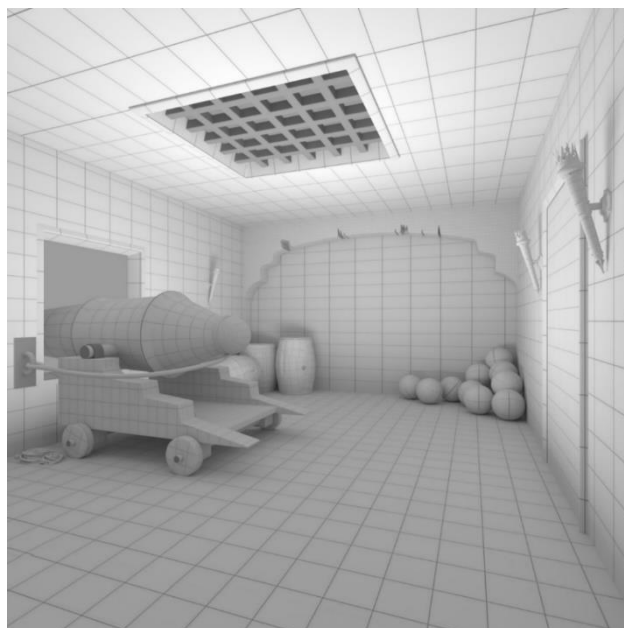
Geometrija je modelovana u *3ds Max*-u, pri čemu je svaki objekat prvo generisan kao primitivna geometrija, a zatim su primenjeni odgovarajući modifikatori kako bi se postepeno oblikovala kompleksnija geometrija i dodali svi potrebni detalji. Modelovanje sobe započinje kreiranjem kvadra kao primitivne geometrije, nakon čega su primenjeni odgovarajući modifikatori kako bi se dobili otvori za vrata i prozore, i ostali detalji, kao slika 2.

Nakon što su postignuti željeni rezultati, proces je nastavljen modelovanjem rekvizita kao što su top i konopac kojim je pričvršćen za zid kod prozora, slika 3.



Slika 2. Proces modelovanja geometrije sobe

S ciljem smanjenja broja poligona u sceni radi efikasnijeg upravljanja resursima tokom renderovanja aplikacije, modeli 3D objekata su kreirani sa jednostavnijom geometrijom, a cela scena sadrži manje od 230,000 poligona.



Slika 3. Prikaz geometrije sobe sa ubačenim rekvizitima

Za prebacivanje scene iz *3ds Max*-a u UE5, istražena su dva pristupa prenosa modela između ova dva softvera.

Za prvi pristup je korišćen *Datasmith* dodatak za softvere koji omogućava prenos celokupne scene u UE5. Međutim, ovaj pristup se pokazao neefikasnim i nisu postignuti željeni rezultati, pa je izabran drugi način. Konkretno, 3D model sobe i svaki od rekvizita je izdvojen i izvezen kao fajl sa ekstenzijom *.obj*, što je omogućilo uvoz ovih modela u *Unreal Engine 5*.

Ostatak istraživanja je nastavljen u softveru UE5. Za stvaranje atmosfere koja je karakteristična za noć, kao i postavku ostatka osvetljenja, korišćena je kombinacija dinamičnog i statičnog osvetljenja.

Što se tiče materijala, korišćeni su različiti *PBR* materijali dostupni za simulaciju različitih površina, uključujući drvo, metal, konopac i slično. Kako je ranije pomenuto, generisani su 3D modeli sa niskim brojem poligona, što utiče na nivo detaljnosti objekata u sceni. Kako bi se kompenzovali izgubljeni detalji, za kreiranje specifičnih materijala korišćene su *bump* i *normal* mape koje dodatno utiču na prikaz trodimenzionalnosti pojedinih 3D modela, bez povećanja broja poligona u sceni.

Za simulaciju plamena baklje korišćena je kombinacija *Cascade Particle System*-a i dinamičnog osvetljenja kako bi se postigao realističan efekat simulacije zapaljene baklje. Kao poslednji detalj, dodata je magla kako bi se dodatno naglasio efekat prodora mesečevih zraka kroz krovni otvor.

2.3. Izrada interakcija i razlike kod PC i VR verzije

Nakon završenog modelovanja virtualne scene, interakcije su prilagođene tako da odgovaraju i PC i VR verziji. Za kreiranje interakcija korišćen je postupak vizualnog programiranja alatima koje pruža *Blueprint* u sklopu UE5.

Kako bi se obezbedile neophodne instrukcije koje igrač dobija, bilo je neophodno smisliti na koji način će se komunicirati sa njim. Na početku igre, na ekranu se pojavi tekst koji daje neophodna uputstva o igri i kontrolama. Za potrebe ovog načina komunikacije kreirani su virtualni prozori pomoću *Widget Blueprint*-i. Takođe, osmišljene su interakcije koje su prilagođene za obe verzije igre.

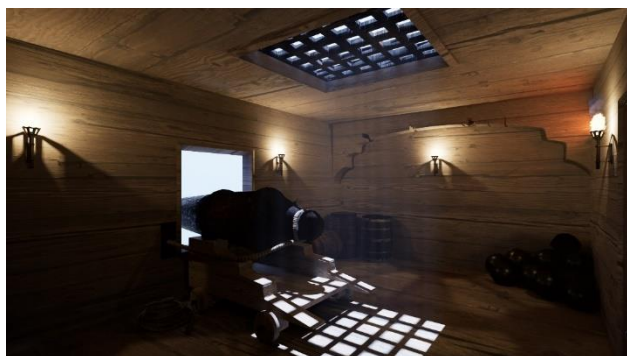
Za rešavanje izazova premenjen je multi-linearni put, dok za povećanje imersivnosti je dodata pozadinska muzika sa gusarskom tematikom i zvučni efekti koji simuliraju određena dešavanja, kao što je zvuk podizanja metalne rešetke ili zvuk pucnja iz topa.

2.4. Anketa

Za potrebe ovog istraživanja osmišljene su dve ankete. Prva anketa je sprovedena sa igračima nakon odigrane PC verzije, dok je druga sprovedena nakon odigrane VR verzije igre. Svaka anketa se sastoji od pet pitanja, kako bi se rezultati lakše poredili. Pitanja su ista u obe ankete.

3. REZULTATI

Dizajnirana scena za virtualnu igru, prati tematiku gusarskog broda, a cilj je pronaći sve tragove i rešiti zadatke kako bi se napustila prostorija, slika 4. Igra se završava kad igrač uspe da prođe kroz uništena vrata koja vode u drugu prostoriju.



Slika 4. Scena korišćena kao uzor za izradu igre

Što se tiče modelovanja scene, vreme izrade je jednako - obe verzije igre su kreirane na osnovu istih 3D modela. Sa druge strane, proces kreiranja interakcija za VR verziju igre je zahtevalo komplikovanja podešavanja i uvođenje dodatnih elemenata u poređenju sa PC verzijom. Shodno tome, za izradu interakcija za PC verziju bilo je potrebno oko četiri sata, dok je za VR bilo potrebno približno šest sati.

Takođe, analizirani su i rezultati sprovedenih anketa.

4. ZAKLJUČAK

Analiziranjem rezultata može se zaključiti da je izrada VR verzije zahtevnija u poređenju sa PC verzijom. Kao što se može videti iz prikazanih rezultata ankete, više od 50% igrača se izjasnilo da se slaže sa izjavom da bi nakon odigrane PC verzije probalo i tradicionalnu igru. Iz toga se može zaključiti da je dovoljno generisati PC verziju igre kako bi se pokazao koncept tradicionalne Escape Room igre.

S druge strane, analiziranjem ankete sprovedene nakon odigrane VR igre, dolazi se do zaključka da iako je scena dizajnirana identično kao i za PC verziju, igrači su je doživeli kao bolju. Takođe, veći procenat igrača bi odigrao i tradicionalnu verziju nakon VR igre, što može biti presudan faktor da se koncept Escape Room igre pokaže kroz VR verziju.

5. LITERATURA

- [1] Mandal, S., 2013. Brief introduction of virtual reality & its challenges. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, 4(4), pp.304-309.
- [2] Wiemker, M., Elumir, E. and Clare, A., 2015. Escape room games. *Game based learning*, 55, pp.55-75.
- [3] Nafarrete J. 2016., This is the Future of VR Escape Rooms, *VRScout*, <https://vrscout.com/news/the-future-of-vr-escape-rooms/> (pristupljeno u septembru 2023.)
- [4] Chad J., 2023. Why Do Vr Games Have Bad Graphics? (Fact Checked), *TechReviewTeam Blog*, <https://techreviewteam.com/hardware/why-do-vr-games-have-bad-graphics-fact-checked/> (pristupljeno u septembru 2023.)
- [5] Brown, E. and Cairns, P., 2004, April. A grounded investigation of game immersion. In *CHI'04 extended abstracts on Human factors in computing systems* (pp. 1297-1300)
- [6] https://www.adventuresplanet.it/scheda_recensione.php?game=monkey3 (pristupljeno u septembra 2023.)

Kratka biografija:



Dejan Bogavac rođen je u Novom Sadu 1994. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Arhitektonske vizualizacije i simulacija odbranio je 2023.god.

kontakt: bogavac3de@gmail.com



SUPPORT CENTAR

SUPPORT CENTER

Aleksa Šakota, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – *Usled povećanog broja ljudi koji boluju od depresije, anksioznosti i drugih mentalnih poremećaja, javlja se potreba za objektom koji bi pružio pomoć i utočište tim ljudima. Pojekat Suport centra ima ideju da na jednom mestu pruži svu neophodnu pomoć ljudima u kriznim situacijama. Bio bi opremljen sobama za meditaciju, bazenom, ordinacijama, raznim sadržajem za rekreaciju, kao i japanskim vrtom.*

Ključne reči: *suport centar, depresija, anksioznost, mentalne krize, krizne situacije, japanski vrt*

Brief content - *Due to the increased number of people suffering from depression, anxiety and other mental disorders, there is a need for a facility that would provide help and shelter to these people. Project of the Support center has the idea of providing all the necessary help to people in crisis situations in one place. It would be equipped with meditation rooms, a swimming pool, medical offices, various recreational facilities, as well as a Japanese garden.*

Keywords: *support center, depression, anxiety, mental crises, crisis situations, Japanese garden*

1. UVOD

Depresija, anksioznost i slična mentalna stanja su sve učestaliji i ozbiljni problem, kako u Srbiji, tako i u ostatku sveta. Ova stanja utiču na veliki broj ljudi i mogu da imaju duboke posledice na njihovu svakodnevnicu kao i na život njihove porodice i ljudi koji ih okružuju.

Takva stanja možemo nazvati i mentalnim poremećajima i karakteriziraju ih emocionalna i psihička patnja, te promene u ponašanju i funkcionisanju pojedinca, što se direktno može odraziti i na kolektiv, odnosno, zajednicu.

Pandemija COVID-19 virusa koja je nastala 2019, stvorila je pogodno tlo za porast mentalnih poremećaja, i stvaranja kriznih situacija u životima ljudi širom sveta. Mnogi ljudi su iskusili povećanu anksioznost i depresiju tokom pandemije, često izazvanu brigama o zdravlju, gubicima prihoda ili posla, promenama u svakodnevnom životu i društvenoj izolaciji.

Takođe, mere socijalnog distanciranja koje su bile na snazi samo su dodatno doprinele otuđenju ljudi i povećale usamljenost.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Jelena Atanacković Jeličić, red.prof.

Pored ove situacije, koja je iz korena promenila život svih ljudi na svetu i značajno uticala na njihovu psihu, tu su i finansijske krize, krize identiteta, krize socijalnih i društvenih nereda, nastale kao posledica ove globalne promene.

2. KONCEPT

Arhitektura nije samo stvar građevinskih materijala, funkcije i prostornih oblika. To je jezik koji govori o našoj prošlosti, pokazuje našu sadašnjost i opisuje našu psihu, težnje, oblikuje naša osećanja i usmerava naše misli. Kroz arhitekturu, stvaramo mesta koja mogu inspirisati, smiriti ili izazvati duboka emocionalna iskustva. Ona je most između fizičkog i duhovnog sveta, i kao arhitekta, imamo priliku da oblikujemo ne samo okoliš, već i ljudske duše.

Sa ovom idejom isprojektovan je objekat za podršku i rehabilitaciju ljudi u teškim emotivnim, psihičkim i kriznim situacijama. Njegova svrha je da ponudi prostore u kojima će se osobe suočiti sa svojim problemima i pronaći utočište. Objekat u kojem se ljudi mogu osećati dobrodošli, prihvaćeni i podržani.

Neki od sadržaja kao što su sala za rekreaciju i bazen pružaju fizičke aktivnosti koje su važne za mentalno blagostanje. Redovno vežbanje može smanjiti nivo stresa i anksioznosti, poboljšati raspoloženje i doprineti opštem osećaju zadovoljstva. Ovi prostori takođe mogu biti mesto za grupne terapeutske aktivnosti, kao što su vežbe disanja ili joga, koje pomažu u postizanju emocionalne ravnoteže.

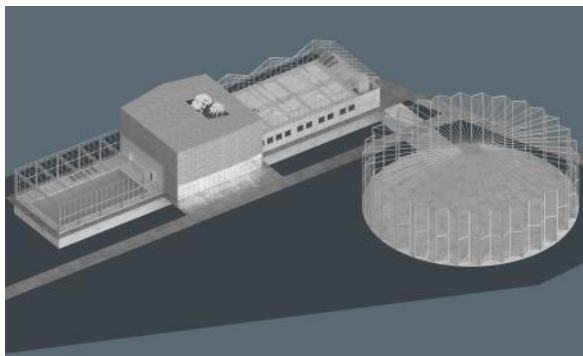
Tu su i sale za terapije muzikom i slikanjem koje nude mogućnost kreativnog izražavanja i oslobađanja uma kroz stvaralaštvo. Takođe u centru se nalaze i tihe sobe koja su mesta gde se korisnici mogu povući kako bi pronašli mir i unutrašnji balans. Ovo su prostori za meditaciju, introspekciju i opuštanje.

Terapije usmerene na smanjenje stresa, poput meditacije i dubokog disanja, mogu biti od velike koristi u upravljanju anksioznošću i depresijom. Takođe poželjna bi bila i saradnja sa lokalnim azilima za pse, koja ne samo što omogućava korisnicima da imaju interakciju sa životinjama, što pozitivno utiče na njihovu empatiju, nego bi se otvorila i mogućnost usvajanja životinja. Ova inicijativa može izuzetno doprineti emocionalnom blagostanju ljudi, jer ljubimci često pružaju bezuslovnu ljubav i podršku.

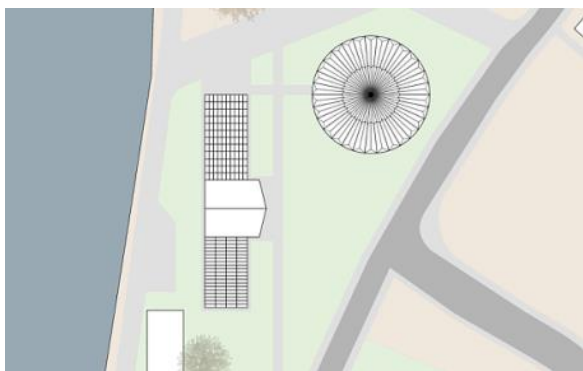
Botanička bašta sa japanskim vrtom donosi prirodnu harmoniju i umirujuće okruženje. Japanske biljke poznate su po svojim terapeutskim svojstvima, a ova bašta takođe promovise povezanost sa prirodom i podstiče sva čula na

opuštanje. Sama bašta je fizički odvojena od ostatka centra, povezana je podzemnim prolazom, a zatvorena je staklenom kupolom.

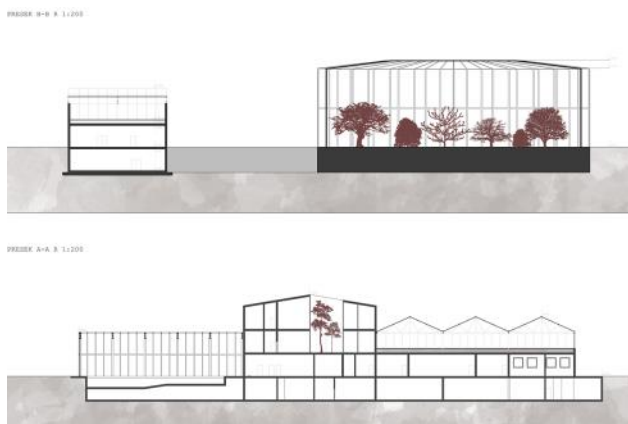
3. GRAFIČKI PRILOZI



Slika 1. Izometrijski prikaz



Slika 2. Situacija kompleksa



Slika 3. Preseci kompleksa



Slika 4. Ambijentalni prikaz

4. FUNKCIONALNA PODELA

Objekat je u funkcionalnom smislu veoma raznovrstan, pruža veliki broj usluga i poseduje raznovrstan sadržaj. Kako bismo na lakši način razumeli funkcionisanje samog objekta i raspored sadržaja u njemu, objekat je podeljen u četiri celine.

4.1. Celina 1

Celinu 1 jedan čini zatvoreni bazen, koji je sa tri strane zatvoren staklenim portalima kako bi se omogućio maksimalni prodor svetlosti u objekat i kako bi se ostvarila direktna veza sa rekam Savom. Celina se proteže kroz tri etaže: u podrumu se nalazi betonski koš bazena, dok se kroz prizemlje pristupa samom bazenu, a čista visina bazena se proteže do prvog sprata.

Prilikom projektovanja bazena posebno se vodila pažnja o njegovoj funkcionalnosti i sigurnosti. Bazen zadovoljava i sve higijenske standarde sa odvojenim tuševima i svlačionicama.

4.2. Celina 2

Celina 2 je funkcionalno najkompleksnija celina koja se proteže kroz 4 etaže objekta.

U podrumu se nalazi pretežno tenički sadržaj i funkcije koje su neohodne za normalan rad i funkcionisanje objekta. Tu je restoranska kuhinja sa hladnom sobom, svlačionicama i toaletom za radnike kuhinje, kao i ostavom. Par tehničkih kancelarija i soba za radnike drugih sektora, kao i kotlarnica, elektro soba i tehničke prostorije bazena.

Prizemlje formira: glavni ulaz sa velikim staklenim portalom koji se proteže celom dužinom Celine 2, ulazni hol sa portirnicom i lobijem, koji su opremljeni prostorijom za radnike, kao i svlačionicama, toaletom i tuševima namenjenim takođe radnicima.

Preko dezo brijere omogućen je direktan pristup radnika ka bazenu. Iz lobija se direktno pristupa zoni sa tuševima, svlačionicama i toaletima koji su podeljeni na muški i ženski deo. Iz glavnog hola, pored hodnika za bazene, moguće je pristupiti hodniku koji vodi direktno ka tihoj sobi, pa dalje ka salama za slikanje i rekreaciju koji su u Celinu 3.

Na prvom spratu dominantni sadržaji su ordinacije i savetovališta koji su orijentisani ka otvorenim fasadama i oko otvorenog atrijuma. Na ovaj način se omogućava bolja osunčanost samih prostorija i lagodniji i lepši boravak u njima. Pored ordinacija i savetovališta, na ovoj etaži se nalaze i sve prostorije neophodne za lagodniju upotrebu istih kao što su toaleti, pomoćne prostorije za ordinacije, čekaonica, soba za odmor i rekreaciju radnika.

Na četvrtoj etaži odnosno na drugom spratu nalazi se administrativni i poslovni deo objekta sa kancelarijama, salama za predavanja i sastanke. Kroz ovu etažu se takođe proteže otvoreni atrijum za osunčanje. Osim toga, ovde se nalaze i svi propratni sadržaji kao što su: lobi, čajna kuhinja, toaleti i ostave.

4.3. Celina 3

Celina tri je u svom gabaritu najveći deo centra za krizne situacije, proteže se na tri etaže, i njena forma je drugačija u odnosu na druge dve. Na fasadi se dešava ritam punog i praznog prostora, a krov je sačinjen od tri simetrična arhetipska krova.

U podrumu se nalazi menza kao dominantan prostor te etaže, pored menze tu su muški i ženski toaleti kao i toalet za osobe sa posebnim potrebama. Još jedna važna uloga celine tri je to što se preko nje ostvaruje veza sa botaničkom baštom preko podzemnog prolaza.

Prizemlje treće celine je namenjeno za rehabilitaciju i tu su sala za rekreaciju, soba za meditaciju, soba za slikanje, tiha soba, soba sa psima, soba za muzičku terapiju, kao i propratne prostorije poput svlačionica, ostava.

Na poslednjoj etaži nalazi se zastakljena bašta za uzgoj povrća. Aktivnost u vidu brige o biljkama i njihovom uzgoju može biti terapijska aktivnost. Rad u vrtu ili briga o kućnim biljkama može pomoći u procesu opuštanja, smanjiti stres i povećati osećaj postignuća.

4.4. Celina 4

Celina četiri je botanička bašta sa japanskim vrtom. Bašta je u svojoj osnovi kružnog oblika, i njoj je moguće pristupiti direktno sa pešačke staze ili putem podzemnog prolaza koji povezuje botaničku baštu i centar za krizne situacije.

Japanski vrtovi predstavljaju jedinstvenu i duboku estetiku u kojoj su kombinovani prirodni i duhovni elementi, u određenom filozofskom konceptu. Ovi vrtovi su umetnički izrađeni prostori koji odražavaju ravnotežu između čoveka i prirode, a njihova arhitektura je često minimalistička, elegantna i svedena.

5. ZAKLJUČAK

Kao zaključak ovog rada ističem važnost pažljivog i promišljenog dizajna koji treba pozitivno da utiče na mentalno zdravlje i pomoć u kriznim situacijama svakog pojedinca.

Ovaj objekat nije samo zgrada već bi trebalo da bude svetionik nade onima kojim je pomoć najpotrebnija bilo da se bore sa izazovima mentalnog zdravlja ili sa trenutnim životnim krizama. Ključni elementi ovog projekta kao što su umirujući materijali, obilje svetlosti, prostori za odmor, podršku, rehabilitaciju, su tu da na što brži i bezbolni način pospeše oporavak i transformaciju čoveka.

Ovaj objekat bi trebalo da predstavlja centar u kome su okupljeni stručnjaci i uslovi, mesto sigurne pomoći, mesto puno empatije, podrške i razumevanja.

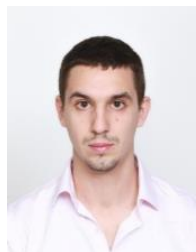
Kroz ovaj projekat izraženo je kako arhitektura i dizajn mogu postati sastavni deo terapijskog procesa i kako mogu poboljšati život onih koji se bore sa depresijom ili bilo kojim traumatičnim događajem u životu. Potrebno je dosta ovakvih, i boljih projekata, kako bismo unapredili naše društvo i doprineli kvalitetnijem načinu i standardu življenja.

S obzirom na brojne vrednosti koje kompleks ove vrste može da ponudi, jasno je da postoji značajna potreba čovečanstva za ovakvim obrazovnim i inovativnim institucijama koje doprinose napretku i obogaćivanju opšteg društvenog i kulturnog života.

6. LITERATURA

- [1] "Mental health" ("Ментално здравље")
https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response/?gclid=CjwKCAjwgsqoBhBNEiwAwe5w07WUFPmLFW6MoM5yno4wVsQNOAE1HEptmzrX9rDpluH3BWiqVxk2yBoCGNIQAvD_BwE
- [2] "Poetics of Space and Mental Health: How Architecture Can Help Prevent Suicides" ("Поетика простора и ментално здравље: како архитектура може помоћи у спречавању самоубиства")
<https://www.archdaily.com/989999/poetics-of-space-and-mental-health-how-architecture-can-help-prevent-suicides>
- [3] "Declaration on "Belgrade on the Water"
("Декларација о „Београду на води")
<https://pescanik.net/deklaracija-o-beogradu-na-vodi/>

Kratka biografija:



Aleksa Šakota rođen je u Novom Sadu 1998. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Dizajn enterijera odbranio je 2023.god. kontakt: aleksasakota@gmail.com

**ANALIZA OPTIMALNE DISPOZICIJE OBJEKATA NA PARCELI PRIMENOM BIM
TEHNOLOGIJE I GENERATIVNOG DIZAJNA****ANALYSIS OF THE OPTIMAL BUILDING DISPOSITION ON THE LOT BY USING BIM
TECHNOLOGY AND GENERATIVE DESIGN**

Filip Nikolić, Marko Lazić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Rad se bavi optimizacijom dispozicije objekata u odnosu na maksimalnu privatnost korisnika prostora u zgradi. Izrađen je algoritam kojim je ovo omogućeno. Ulazni parametri za izvršenje algoritma su 3D geometrija objekta, gabaritno okruženje okolnih objekata i linija parcele. Izlazni rezultat je optimizovana lokacija i dispozicija objekta dobijena korišćenjem specifičnog algoritma i generativnog dizajna. Tehnologija je primenjena korišćenjem Autodesk Revit softvera i Dynamo dodatka. U algoritmu su korišćene vrednosti dobijene iz literature o ljudskim čulima za model vidnog polja.

Ključne reči: kvalitet pogleda, optimalna dispozicija objekata, algoritam za privatnost, BIM tehnologija, generativni dizajn

Abstract – This paper discusses the optimization of the disposition of residential structures in relation to the maximum privacy of the users in the building. An algorithm that makes this possible has been developed. The input parameters for the execution of the algorithm are the 3D geometry of the object, the dimensional environment of the surrounding buildings, and the parcel line. The output result is an optimized location and disposition of the building obtained using a specific algorithm and generative design. The technology implemented was Revit software and the Dynamo plugin. For the visual field model, the algorithm used values obtained from the literature on human senses.

Keywords: quality of the view, building disposition optimisation, algorithm for privacy, Building Information Modeling, Generative Design

1. UVOD

Potreba za privatnošću unutar svojih domova prisutna je kod čoveka od najstarijih vremena pa sve do danas. Pored ove potrebe prisutne su i potreba za prirodnim osvetljenjem i ventilacijom. Sve ove potrebe izvršavaju se pomoću otvora na objektima, koji, ako su dobro pozicionirani, podižu kvalitet stanovanja. Urbanizacijom dolazi do povišene koncentracije ljudskog stanovništva u gradovima. Gustina naseljenosti u urbanim centrima raste, a sa porastom gustine naseljenosti sve je

teže zadovoljiti ove potrebe, a da se pri tome ne naruši privatnost domova. Ovo istraživanje bavi se kreiranjem alata uz pomoć kojih se pronalazi optimalno mesto za objekat na parceli, tako da kvalitet pogleda kroz otvore domova bude na što višem nivou.

**2. PROBLEM KVALITETA POGLEDA SA
PROZORA U ARHITEKTURI**

Pogled sa prozora u savremenoj arhitekturi često se zanemaruje. Privatnost se najčešće narušava izgradnjom novih objekata na maloj udaljenosti od prozora starih. Ovaj problem nije moguće rešiti samo novim pravilnicima, pošto je neophodno uzeti u obzir brzinu kojom se povećava gustina stanovanja u modernim gradovima.

3. METODOLOGIJA

Analizirana su istraživanja o ljudskom vidu i konusu pogleda kako bi se pravilno geometrijski predstavio na modelu. U literaturi su ispitane granice privatnosti ljudi kako bi se mogli primeniti u analizi.

U radu je formulisan alat koji uz pomoć ulaznih parametara o kvalitetu pogleda ispituje, analizira i prikazuje analizirane rezultate.

Rešenje je izrađeno u BIM softveru, Autodesk Revit i dodatku Dynamo. Ovo softversko rešenje sadrži sve neophodne alate da bi se analiza izvršila.

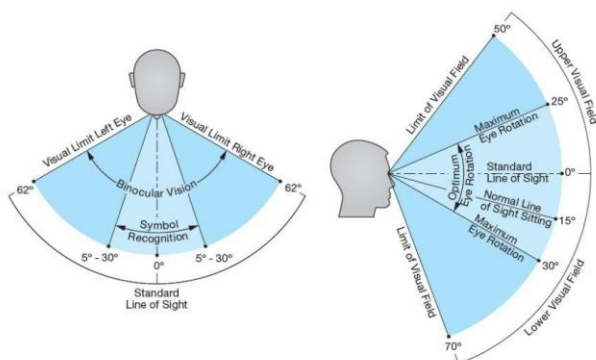
4. PARAMETRI I NJIHOVE VREDNOSTI

Apstraktovanje vidnog polja moguće je izvršiti upotrebom geometrijskog modela. Pogled koji se pruža iz ljudskog oka moguće je geometrijski predstaviti kao niz linija koje polaze iz iste tačke i kreću se u jednom generalnom pravcu, pravcu centralne linije pogleda. Linije pogleda koje zaklapaju najveći ugao sa centralnom linijom pogleda su granične linije pogleda.

Za potrebe ovog istraživanja utvrdićemo granične linije po horizontalnoj i vertikalnoj osi. Studije [1,2] pokazuju da vidno polje ljudskog oka u horizontalnoj osi iznosi 124°. 62° sa leve i 62° sa desne strane u odnosu na centralnu liniju pogleda. Vidno polje ljudskog oka u vertikalnoj osi iznosi 120°, od toga 50° nalazi se između centralne linije i najviše granične linije pogleda dok se između centralne linije pogleda i najniže granične linije pogleda formira ugao od 70°. Ovakav konus pogleda prikazan je na slici 1.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Marko Lazić, docent.



Slika 1. Vidno polje čoveka

Drugi parametar je minimalna dužina neprekinutog pogleda koji se smatra uspešnim odnosno zadovoljava minimum kvaliteta kako ne bi ima štetan uticaj po korisnike koji borave u ovim prostorima. Minimalna dužina pogleda treba da iznosi 30 metara prema Alenovom istraživanju [3].

Treći parametar je pozicija predmetnog objekta za koji se direktno vezuju sve pozicije otvora sa kog se projektuju linije pogleda. Potrebno je zadati poziciju pomoću koordinata x i y, kao i rotaciju. Pozicija objekta ograničena je građevinskom parcelom i objekat u celosti mora biti unutar nje.

Poslednji parametar je urbano tkivo koje okružuje parcelu i dovodi do smanjenja kvaliteta linija pogleda koje se sa njom seku na rastojanju manjem od 30 metara.

5. DIZAJN I DEFINISANJE ALGORITMA

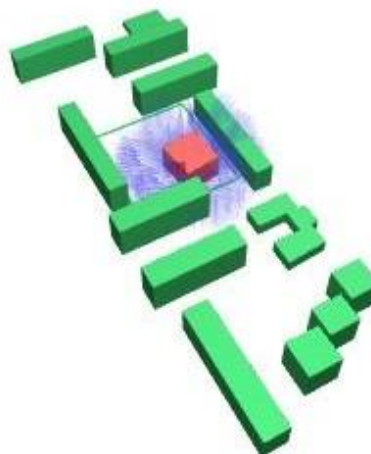
Parametri algoritma su opisani u prethodnom poglavlju. Algoritam izvršava sledeće radnje.

1. Projektuje konus pogleda koji je predstavljen linijama gde su granice standardnog pogleda i dodatnim linijama koje su interpolirane između njih.
2. Izvršava se detekcija svih prozora u objektu i iz centra svakog od njih se projektuje jedan konus pogleda u pravcu upravnom u odnosu na površinu prozora.
3. Objekat se postavlja u specifičnu poziciju u odnosu na lokaciju i ne pomera se van zadatih granica parcele (sl. 2).
4. Detektuje se koliko linija je presečeno objektima iz okruženja u odnosu na ukupni broj linija. Ukoliko je linija presečena njena dužina se smatra da je 0m
5. Priprema se rešenje za primenu generativnog algoritma koji je integrisan u program Autodesk Revit.

Rešenje je kreirano u programskom okruženju *Dynamo*, koji predstavlja alat za vizuelno programiranje. Za potrebe ovog istraživanja bilo je neophodno instalirati dodatne pakete za *Dynamo*. Instalirani paketi softvera koji su korišteni u ovom istraživanju su *Generative Design 1.3.1*, *Clockwork for Dynamo 2.3.0* i *Genius Loci*. Bilo je neophodno povezati nekoliko različitih skupova funkcija kako bi skript radio.

Nakon izvršenja algoritma primenjuje se alat za generativni dizajn. U okviru njega izvršavaju se izmene parametara i prati se optimizacija rešenja nekog od merljivih parametara koji se dobijaju kao rezultat analize. Parametri koji se menjaju su x i y koordinate centra objekta u okviru parcele i rotacija objekta po z-osi.

Kriterijum za maksimalnu optimizaciju je maksimalna dužina zbira svih linija pogleda.

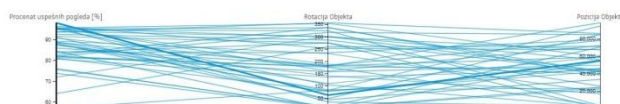


Slika 2. Projekcija linija pogleda (plavo), između predmetnog objekta (crveno) i okoline (zeleno)

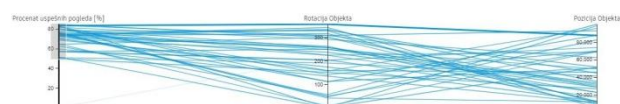
6. REZULTAT

Rezultate dobijene u procesu generativnog dizajna treba meriti, upoređivati i analizirati koliko su dobro postigli prethodno željeni cilj. Ukoliko ni jedan od generisanih rezultata ne zadovoljava zadati cilj dizajner se vraća korak u nazad i ponovo koriguje ulazne podatke. Nakon uspešno generisane serije rezultata dizajner odabira najbolji rezultat.

Dijagramski prikaz odabranih rešenja je na slikama 3-5. Linije predstavljaju ulazne i izlazne parametre. Uspravna osa levo definiše procenat uspešnih pogleda na skali od 30% do 90%. Srednja osa predstavlja rotaciju objekta od 0° do 359°. Desna osa predstavlja lokaciju u horizontalnoj ravni. Linije koje su prikazane plavom bojom predstavljaju sva rešenja koja je algoritam analizirao i moguće je lako izabrati i primeniti jedno od njih.



Slika 3. Dobijena rešenja sa preko 50% uspešnih linija pogleda za lokalitet 1



Slika 4. Dobijena rešenja sa preko 50% uspešnih linija pogleda za lokalitet 2



Slika 5. Dobijena rešenja sa preko 50% uspešnih linija pogleda za lokalitet 3

Procenat uspešnih pogleda kreće se u intervalu od 48,3% do 98,1%. Na prvom lokalitetu pronađena je najbolja dispozicija objekta sa 98,1% uspešnih pogleda. Najniži

rezultat zabeležen je na lokalitetu broj 2 i iznosi 48,3% uspešnih pogleda. Rezultati na različitim parcelama su pored redovnih parametara uslovljeni i mnogim drugim uticajima. Visok rezultat zabeležen na prvom lokalitetu je rezultat visokog stepena otvorenosti bloka, dok je gotovo zatvoren blok na lokalitetu rezultira sa najlošijim rešenjima.

7. ZAKLJUČAK

U ovom radu istraženo je kako poboljšati kvalitet pogleda iz stambenog objekta pomoću dispozicije na parceli i međusobnog odnosa sa građenim tkivom iz neposrednog okruženja. Tokom istraživanja uzeti su u razmatranje važnost neometanog pogleda i njegov uticaj na produktivnost i zdravlje ljudi koji borave u tim prostorima. Utvrđeni su parametri koji mere kvalitet pogleda kao i parametri koji utiču na njegov kvalitet, kao što su prekinutost odnosno neprekinutost pogleda sa građenim tkivom koje se nalazi u neposrednom okruženju posmatrača. Pokazalo se da je neophodno napraviti alat za proveru svih apsaktovanih linija pogleda kao i njihovo pozicioniranje unutar granica ispitivane parcele.

Skript predstavlja još jedan alat koji potpomaže, ali ne diktira, dizajn pomoću podataka. Omogućava obradu velikog broja permutacija i pomoću podataka argumentovano ističe najbolja rešenja. Najbolje rezultate pruža u kombinaciji sa ostalim alatima koji analiziraju uticaje vetra, sunca, kvalitet pogleda i drugih parametara. Skripta opisana u radu, ima svoja ograničenja. Iako je predviđen da pokriva što veći broj situacija iz arhitektonske prakse, skript nije izbacivao korisne rezultate u studijama gde objekat nije slobodnostojećeg tipa usled ograničenja u njegovoj dispoziciji na parceli.

Rezultati koji su dobijeni tokom istraživanja ukazuju najbolje dispozicije objekata na parceli u odnosu na parametar kvaliteta pogleda.

8. LITERATURA

- [1] Peponis J. et al. "Designing space to support knowledge work, Environment and Behavior", 39(6), pp. 815-840, 2007.
- [2] Kabo F. W. Doctoral Thesis, University of Michigan, Low-cost housing design and provision: A case study of Kenya, 2006.
- [3] T.J. Allen, "Managing Flow of Technology", *R&D Management*, Vol. 1(1), pp. 14-21, 1970.

Kratka biografija:



Filip Nikolić rođen je u Novom Sadu, 17.01.1992.

Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Digitalni dizajn i fabrikacija odbranio je u septembru 2023. godine.
@: zeronnix@gmail.com



Dr Marko Lazić (1985) je profesor na predmetu Napredne BIM tehnologije na Fakultetu tehničkih nauka, Departmanu za arhitekturu i urbanizam. Bavi se teorijom i praksom u domenu BIM tehnologije.

@: lazic.m@uns.ac.rs

IMPLEMENTACIJA BOOTLOADER-A ZA MIKROKONTROLER STM32F413ZH

BOOTLOADER IMPLEMENTATION FOR STM32F413ZH MICROCONTROLLER

Žarko Milojić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – MEHATRONIKA, ROBOTIKA I AUTOMATIZACIJA

Kratak sadržaj – U ovom radu opisana je arhitektura i način implementacije bootlaoder-a za STM32 mikrokontroler, kao i način njegovog testiranja.

Ključne reči: Bootloader, embedded sistemi, mikrokontroleri

Abstract – This paper describes the architecture and implementation method of the bootloader for the STM32 microcontroller as well as the method of its testing.

Keywords: Bootloader, embedded systems, microcontrollers

1. UVOD

U toku razvoja embedded sistema često se dešava da pored raznih testiranja tokom razvoja, softver sadrži greške koje dovode do nepouzdanog rada sistema. Sam proces vraćanja uređaja proizvođaču kako bi se greška ispravila bi u određenim slučajevima bio jako neisplativ po pitanju vremena i novca. Iz tog razloga je projektovan bootloader-a koji omogućava ažuriranje trenutnog softvera bez potrebe za kontaktiranjem proizvođača.

Bootloader je aplikacija koja omogućava da se softver embedded sistem ažurira bez korišćenja dodatnog specijalizovanog hardvera kao što je npr. JTAG programator.

Da bi se softverski sistem mogao ažurirati, bootloader mora na neki način da primi novu verziju softvera (binarni fajl tj. image aplikacije), a to se može postići korišćenjem različitih protokola kao što su: UART, I2C, Ethernet, USB, WIFI, Bluetooth, itd. [1].

Bootloader se ne razlikuje mnogo od standardnih aplikacija. Jedina razlika je u tome što deli memorijski prostor sa drugom aplikacijom i to što ima sposobnost da drugu aplikaciju izbriše iz memorije ili da na njeno memorijsko mesto upiše neku drugu aplikaciju.

Osim što mora da ima mehanizme koji omogućavaju primanje novog image-a (binarni fajl programa) i njegovo smeštanje u memoriju, bootloader takođe mora da ima sposobnost validacije novog image-a. Ta validacija podrazumeva proveru integriteta i autentičnosti novog primljenog image-a ili image-a koji treba pokrenuti.

2. ZAHTEVI BOOTLOADER-a

Pored osnovnih funkcija koje bootloader treba da ispuni postoje i dodatni zahtevi koji se mogu svesti na sledeće:

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, red. prof.

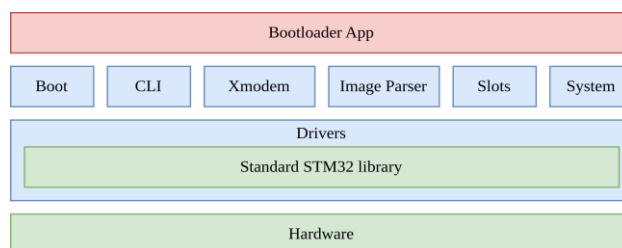
1. Čuvanje više image-a aplikacija.
2. Primanje novog image-a putem UARTa.
3. Provere integriteta image-a.
4. Mora postojati aplikacija koja će se pokretati kada se uređaj uključuje prvi put nakon proizvodnje ili kad integritet svih ostalih image-a nije validan.
5. Omogućiti korisnički interfejs korisniku u slučaju neuspešnog pokretanja image-a, koji će ponuditi opciju: kopiranja, brisanja, ažuriranja.
6. Prikaz informacija o image-ima koji se nalaze u memoriji.
7. Omogućiti ažuriranje aplikacije prilikom novog pokretanja, ukoliko postoji novi image.
8. Memorijski prostor u kome se nalazi bootloader mora biti zaštićen prilikom rada korisničke aplikacije.

Jedan od zahteva je da se bootloader mora implementirati za mikrokontroler STM32F413ZH koji ima sledeće karakteristike:

- Procesor Arm Cortex-M4.
- 1,5 MB of Flash.
- 320 KB of SRAM.
- Clock 100MHz.

2. ARHITEKTURA BOOTLOADER-A

Na osnovu postavljenih zahteva u prethodnom poglavlju, došlo se do arhitekture bootlaoder-a koja je prikazana na sledećoj slici (slika 1).



Slika 1. Arhitektura bootlaoder-a.

Kao što se može videti na slici, sam bootloader koristi sledeće module:

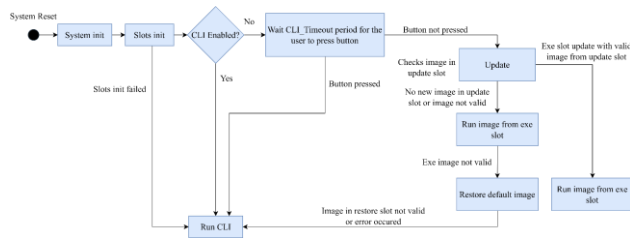
- Slot system – odgovoran za sve operacije koje se vrše nad fleš memorijom, kao što je upis novih podataka, kopiranje, brisanje i čitanje podataka iz fleš memorije. Ovaj modul biće korišćen i od strane korisničke aplikacije. Modul deli fleš memoriju na slotove u kojima će se smeštati image-i aplikacija:
1. Bootloader (128 kB) – Čuva bootloader aplikaciju.
 2. Izvršni slot (exe slot) (256 kB) – Čuva image koja treba da se izvrši.
 3. Slot za ažuriranje (update slot) (256kB) – Čuva image koja se dobija tokom ažuriranja.

4. Fabrički slot (default slot) (256kB) – Čuva fabrički image (recover image).
 5. Prazan slot 1 (empty slot 1) (256kB) – Čuva backup image.
 6. Prazan slot 2 (empty slot 2) (256kB) – Prazan slot (za slučaj nekih drugih potreba korisnika).
- Command line interface – Modul koji omogućava komunikaciju između uređaja i računara putem UART-a, omogućava korisniku da pošalje komande uređaju koje će potom uređaj izvršiti.
 - Xmodem – Modul koji omogućava slanje image-a ka uređaju koristeći UART Xmodem protokol.
 - Image parser – Izdvađa informacije iz image-a o samom image-u.
 - Boot – Modul koji upravlja svim operacijama nad image-ima koristeći slot modul i image parser, vrši proveru integriteta aplikacije koje treba pokrenuti.
 - System – Modul koji inicijalizuje sve periferije neophodne za rad i jedinicu za zaštitu memorije.
 - Driver – deo standardne STM32 biblioteke koje se koriste od strane ostalih modula.

Ovakvom arhitekturom pokriveni su svi zahtevi bootloader-a koji su bili postavljeni.

2. OPŠTI OPIS FUNKCIONALNOSTI BOOTLOADER-A

Algoritam rada bootloader-a do kojeg se došlo na osnovu postavljenih zahteva je prikazan na slici 2. Osim što ispunjava sve zahteve, algoritam omogućava i lakše testiranje prilikom razvoja dodavanjem CLI_enabled flag-a. Ovaj flag je uključen samo prilikom razvoja kako bi se funkcionalnosti lakše testirale, dok se u produkciji on isključuje.



Slika 2. Algoritam rada bootloader-a.

Prilikom uključivanja uređaja i nakon inicijalizacije sistema, korisnički meni biće prikazan korisniku ako je CLI_Enabled flag uključen.

Ako je komandni korisnički interfejs (CLI) onemogućen, korisniku se daje nekoliko sekundi da pritisne bilo koje slovo na tastaturi kako bi se CLI pokrenuo. Ako korisnik ne pokrene CLI, bootloader će prvo proveriti da li postoji novi image u slotu za ažuriranje. Ako je image validan (CRC je tačan), napraviće se rezervna kopija image-a izvršnog slotu (ako je omogućena backup opcija) kopiranjem image-a iz izvršnog slotu u backup slot. Ako nema image-a u izvršnom slotu, pravljenje rezervne kopije će biti preskočeno.

Sledeći korak jeste kopiranje slotu za ažuriranje u izvršni slot. Pre kopiranja image-a iz izvornog slotu u određeni slot, određeni slot treba da se obriše i to se radi svaki put. Kada se novi image uspešno premesti u izvršni slot, slot za ažuriranje se briše. Pre pokretanja novog image-a iz izvršnog slotu, proverava se njegov magični broj i CRC, ako je ispravan novi image će se pokrenuti, ako nije,

image iz fabričkog slotu će biti kopiran u izvršni slot i biće pokrenut.

Pre samog pokretanja image-a iz izvršnog slotu vrši se zaštita slotu u kojem se nalazi bootloader aplikacija, fabričkog slotu kao i zaštita svih header-a slotova u kojima se nalaze informacije o njima. Ukoliko korisnička aplikacija pokuša upis u te slotove tokom rada, hard fault će se desiti.

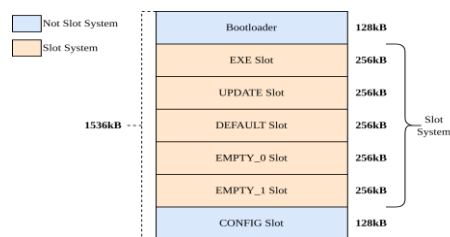
3. MODULI BOOTLOADER-A

U ovom poglavlju biće opisani moduli koji su korišćeni u bootloader-u kako bi se bolje razumelo njegovo funkcionisanje.

3.1 Slot sistem

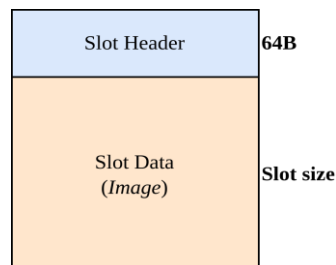
Slot sistem predstavlja modul koji upravlja fleš memorijom uređaja, tj. upravlja slotovima u kojima su smeštene image-i aplikacija. Slot sistem obavlja funkciju upisa, čitanja i brisanja fleš memorije pri tome koristeći STM32 HAL biblioteku.

Svaki slotu dodeljeno je 256kB memorijskog prostora. Izgled slot sistema može se videti na slici 3.



Slika 3. Slot sistem u fleš memoriji.

Kao logička celina, svaki slot se sastoji iz dva dela, slot header-a i podataka slotu, kao što je prikazano na slici 4. Sam slot header sadrži sve potrebne informacije o slotu, a podaci slotu predstavljaju sam image aplikacije.



Slika 4. Slot sistem u fleš memoriji.

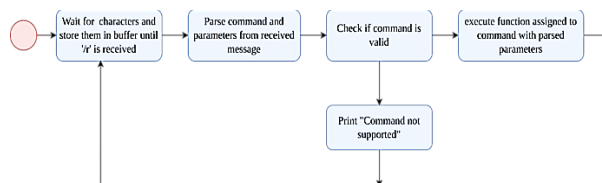
Slot header je veličine 64B, i on sadrži sledeće informacije:

1. Magični broj slotu (4B) – Koristi se za proveru da li slot uopšte postoji.
2. Ime slotu (32B) – Naziv slotu.
3. Tip slotu (4B) – Govori da li je u slotu image aplikacije ili podatak koji nije image.
4. Veličina slotu (4B) – Predstavlja veličinu slotu.
5. Dozvola slotu (2B) – Govori koje operacije mogu biti izvršene nad slotom, upis/čitanje ili samo čitanje slotu.
6. Status korišćenja (2B) – Govori da li je slot zauzet ili nije.

3.2 Komandni korisnički interfejs

Da bi korisnik mogao da šalje komande uređaju sa računara i da bi ih uređaj izvršavao, potrebno je uvesti komandni korisnički interfejs (Command line interface -

CLI). U ovom slučaju, UART će se koristiti za komunikaciju između računara i uređaja. Korisnik šalje komandu sa parametrima, ako komanda postoji ona se izvršava, ako ne postoji korisnik će o tome biti obavešten. Algoritam komandnog korisničkog interfejsa prikazan je na slici 5.



Slika 5. Slot sistem u fleš memoriji.

3.3 XMODEM Protokol

XMODEM je UART protokol za prenos datoteka koji omogućava korisnicima da prenose datoteke između različitih uređaja. XMODEM deli podatke u niz paketa koji se šalju prijemnoj strani. Takođe sadrži dodatne informacije koje omogućavaju primaocu da utvrdi da li je taj paket ispravno primljen ili ne. Paket se ponovo šalje nakon što ga traži primalac ako naiđe na grešku. Transfer se prekida u slučaju primljenog određenog broja paketa koji nisu validni [2]. Sadržaj paketa prikazan je u tabeli 1.

Tabela 1. Sadržaj paketa Xmodem protokola.

Header	Packet number	1's Compliment of packet number	The packet	CRC16
1B	1B	1B	128B	2B

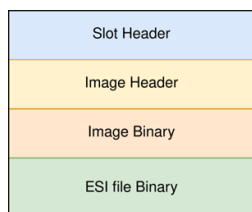
3.3 Image parser

Image parser je modul koji se koristi za raščlanjivanje image header-a. Informacije iz header-a se koriste za uspešno izvršenje procesa pokretanja.

Image header sadrži sledeće informacije:

- Magični broj – služi za proveravanje da li slika uopšte postoji.
- Veličina slike
- Ime slike – maksimalan broj karaktera u imenu je 32.
- Verzija slike – Formata X.X
- Veličina ESI fajla – veličina binarnog fajla koji je smešten iza slike.
- Prazni bajtovi – u slučaju dodatnih potreba i modifikacija.
- Potpis – U ovom prostoru biće smeštena CRC32 vrednost koja je izračunata na osnovu binarnih vrednosti same slike i ESI fajla od strane korisnika.
- Dopunski bajtovi - bajtovi koji se dodaju da bi početak vektora tabele (sam početak image-a) bio poravnan na 0x200 (Adresa početka vektora tabele mora biti deljiva sa 0x200). Ovo predstavlja uslov za pravilno pokretanje programa postavljenog od strane STM-a.

Nakon uvođenja image header-a sam slot će izgledati ovako:



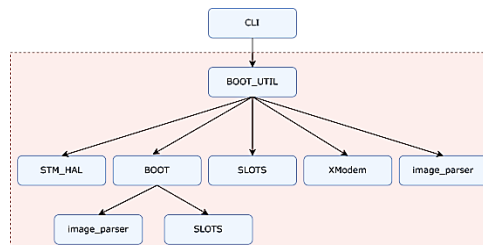
Slika 6. Prikaz celog slot-a.

3.4 Boot modul

Boot modul upravlja svim operacijama nad image-om koristeći funkcije slot modula i image parsera. Modul za pokretanje se sastoji od dve celine:

1. boot – Upravlja svim operacijama nad image-ima u slotovima.
2. boot_util – Predstavlja wrapper oko boot modula i korišćen je od strane CLI modula.

Veza između boot i boot_util modula je prikazana na slici 7. Vrh strelice označava modul koji se poziva od strane modula koji se nalazi na početku strelice:



Slika 7. Veza između modula.

Boot modul može da izvodi sledeće operacije:

- Pokretanje image-a iz izvršnog slot-a.
- Provera integriteta image-a u slotu koristeći CRC32 algoritam.
- Pokretanje image-a iz određenog slot-a – image se prvo kopira iz slot-a u izvršni slot, odakle se pokreće.
- Ažuriranje izvršnog slot-a – Image iz slot-a za ažuriranje se kopira u izvršni slot, nakon čega se image u slotu za ažuriranje briše, zatim se image u izvršnom slotu pokreće ako je validan.
- Pokretanje image-a iz fabričkog slot-a – Image se kopira iz fabričkog slot-a u izvršni slot, nakon čega se image u izvršnom slotu pokreće.

Boot_util modul implementira sledeće komande koje se prikazuju preko CLI-a korisniku:

1. List – Ova opcija prikazuje koji slot je iskorišćen, veličinu image-a u njima i verziju aplikacije u svakom slotu.
2. Boot – Pokreće aplikaciju iz izabranog slot-a (image iz željenog slot-a biće kopiran u izvršni slot odakle će biti pokrenut).
3. Format – Briše image iz izabranog slot-a.
4. Update – kopira image iz update slot-a u exe i pokreće ga.
5. Restore – Image iz fabričkog slot-a se kopira u izvršni slot, odakle se pokreće.
6. Copy – Kopira image iz jednog slot-a u drugi.
7. sendImage – Ažuriranje putem UART-a se pokreće, uređaj očekuje početak slanja image-a od strane računara.
8. FormatSlots – Kreira ceo slot sistem. Koristi se u slučaju kada je slot sistem oštećen.
9. Reset– resetuje uređaj.

Prikaz svih CLI komandi koje su omogućene korisniku mogu se videti na slici 8:

```
AFSBL: Bootloader v1.0
AFSBL: Command line interface is ready
AFSBL: To see supported commands, enter "-h" command
AsensusBL/>-h
Available commands are:
-----
boot - Boot specific slot (n - slot number)
list - List slots content (list -d for image details)
format - format -n; n is slot id
update - Update current image
restore - Restore old image
copy - Copy one slot to another (copy 12, copies slot 1 to slot 2)
sendImage - Send new image over the uart to device
reset - Reset system
formatSlots - Format slots system
-----
```

Slika 8. CLI komande

3.4 System modul

System modul se koristi za inicijalizaciju svih potrebnih periferija i jedinice za zaštitu memorije. Njegova init funkcija se prva poziva tokom pokretanja bootloader-a. Procedura pokretanja je prikazana na slici 9:



Slika 9. Procedura inicijalizacije

4.0 PROCES AŽURIRANJA APLIKACIJE

Proces ažuriranje se pokreće pozivom komane sendImage, nakon koje bi iz terminala trebalo da se inicira početak slanja. Status terminala koji je uspešno poslao image-a prikazan je na slici 10:

```
-----[xmodem upload - Press CTRL-C to quit]-----
Sending /home/zarko/Desktop/image_creator_test/App_image_v4.0.bin, 128
3 blocks: Give your local XMODEM receive command now.
Bytes Sent: 164352 BPS:7525
Transfer complete
READY: press any key to continue...
```

Slika 10. Poruka terminala nakon uspešno poslatog image-a.

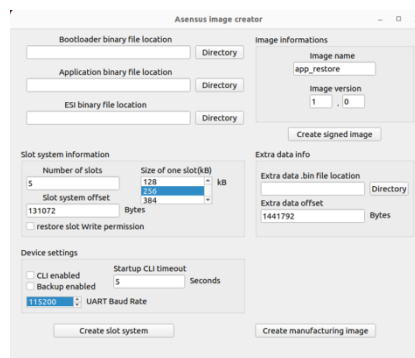
Nakon uspešnog prijema image-a, novi image se može videti u slotu za ažuriranje.

```
AsensusBL/>sendImage
AFSBL: UART update started...
AFSBL: Press any button few times on keyboard to stop update
CCL: File successfully received...
AsensusBL/>list -d
AFSBL: ----- There are 5 slots -----
AFSBL: 0. Status: FREE; Permissions: RW; Size: 256kB; Type: IMG; Name: "exe_slot";
AFSBL: 1. Status: USED; Permissions: RW; Size: 256kB; Type: IMG; Name: "update_slot";
|- Image name: app_restore; Image version: v4.0; Size: 158kB; Magic number: 0xa5a5a5a5;
|- Image name: app_restore; Image version: v1.0; Size: 158kB; Magic number: 0xa5a5a5a5;
AFSBL: 3. Status: FREE; Permissions: RW; Size: 256kB; Type: IMG; Name: "slot_0";
AFSBL: 4. Status: FREE; Permissions: RW; Size: 256kB; Type: IMG; Name: "slot_1";
```

Slika 11. Prikaz slotova nakon primljenog image-a.

5. APLIKACIJA ZA FORMIRANJE FABRIČKOG IMAGE-A

Na slici 12 prikazan je interfejs aplikacije koja se koristi za kreiranje image-a kojim će se flešovati uređaj prilikom proizvodnje. Osim celog image-a koji će sadržati bootloader, slot sistem sa image-om u restore slotu i dodatne podatke, aplikacija ima mogućnost da kreira posebno potpisani image (koji se koristiti prilikom ažuriranja) i image koji sadrži samo slot sistem bez bootloader-a i ostalih celina.



Slika 12. Interfejs aplikacije za kreiranje image-a.

6. TESTIRANJE

Testiranje je izvršeno tako što je svaka komanda testirana sa različitim parametrima. Pored ovog testiranja izvršeno je testiranje slučajeva koji nisu tipični kao što je prekidanje napajanja tokom ažuriranja i kopiranja image-a, kao i prikadanje komunikacije tokom slanja image-a. U ovim slučajevima bootloader ne sme pokrenuti image koji je oštećen, što znači da bi bilo koja aplikacija, koja se pokrene, morala da radi normalno.

7. ZAKLJUČAK

Na osnovu postavljenih zahteva došlo se do arhitekture bootloader-a kojom su identifikovani potrebni moduli, a nakon toga i algoritam rada.

Iz razloga što je bootloader jedan od bitnijih komponenti embedded sistema potrebno ga je temeljno istestirati na tipične i ne tipične slučajeve, pritom se dodatno finalno testiranje prepušta trećem licu koje može proći kroz još veći broj slučajeva.

Ovim su obuhvaćena sva poglavlja koja opisuju razvoj i testiranje bootloader-a jednog embedded sistema.

8. LITERATURA

- [1] Jacob Beningo, Bootloader Design for Microcontrollers in Embedded Systems, 2015.
- [2] Internet stranica <https://www.techopedia.com/definition/1886/xmodem> (pristupljeno u avgustu 2023)

Kratka biografija:



Žarko Milojević rođen je 10.02.1996. god. u Kraljevu. Osnovnu i srednju školu završio je u Kraljevu. Osnovne akademske studije završio je na Fakultetu tehničkih nauka 2019. god. i nakon toga upisao master akademske studije na istom fakultetu. Master rad iz oblasti Mehatronika, robotika i automatizacija odbranio je 2023. god. Kontakt: zarko.kv036@gmail.com



IMPLEMENTACIJA MQTT PROTOKOLA KORIŠĆENJEM ARDUINO 2560 + ESP8266 RAZVOJNE PLOČE

IMPLEMENTATION OF MQTT PROTOCOL OVER ARDUINO 2560 + ESP8266 DEVELOPMENT BOARD

Marko Boberić, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

Oblast – MEHATRONIKA

Kratak sadržaj – U ovom radu, uspešno je implementiran MQTT protokol pomoću Arduino Mega 2560 + ESP8266 ploče i besplatne mobilne aplikacije IoT MQTT Panel. Cilj zadatka bio je da se pomoću telefona upravlja sistemom koji izvršava upravljanje stanjem diode, očitavanje temperature, upravljanje otključavanosti vrata, detekciju pokreta kao i detekciju plamena.

Ključne reči: MQTT komunikacija, automatizacija objekata, neindustrijska robotika, kućni uređaji

Abstract – In this project, the MQTT protocol was successfully implemented using an Arduino Mega 2560 + ESP8266 board and a free mobile application IoT MQTT Panel. The goal of the task was to use the phone to control a system that performs diode state management, temperature reading, door unlocking management, motion detection and flame detection.

Keywords: MQTT communication, building automation, non-industrial robotics, home appliances

1. UVOD

MQTT (Telemetrijski transport za čekanje poruka, Message Queuing Telemetry Transport (eng.)) je protokol za razmenu poruka zasnovan na standardima, ili skup pravila, koji se koristi za komunikaciju između mašina. Pametni senzori, nosivi uređaji i drugi uređaji Interneta stvari (IoT, Internet of Things) obično moraju da prenose i primaju podatke preko mreže sa ograničenim resursima u ograničenom propusnom opsegu. Ovi IoT uređaji koriste MQTT za prenos podataka, jer je jednostavan za implementaciju i može efikasno prenositi IoT podatke. MQTT podržava razmenu poruka između uređaja u oblaku i oblaka do uređaja [1].

1.1 Princip rada MQTT protokola

Protokol MQTT radi na principima modela objavi/pretplati se. U tradicionalnoj mrežnoj komunikaciji, klijenti i serveri međusobno komuniciraju direktno. Međutim, MQTT koristi obrazac objavljivanja/pretplatne da odvoji pošiljaoca poruke (izdavača) od primaoca poruke (pretplatnika). Umesto toga, treća komponenta, nazvana broker poruka, upravlja komunikacijom između izdavača i pretplatnika.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Gordana Ostojić, red. prof.

Posao brokera jeste da filtrira sve dolazne poruke od izdavača i da ih pravilno distribuira pretplatnicima.

2. ANALIZA ZADATKA

Cilj ovog rada jeste upoznavanje sa MQTT protokolom i svim povezanim pojmovima, a sve u cilju implementacije MQTT protokola između razvojne ploče Arduino Mega 2560 + ESP8266 koja će predstavljati server(broker), i android aplikacije (IoT MQTT Panel) pokrenute na mobilnom telefonu koja će predstavljati klijenta.

Nakon upoznavanja sa protokolom, biće prikazano korišćenje besplatne biblioteke uMQTTBroker koja implementira MQTT protokol u C programskom jeziku.

2.1. Odabir biblioteke za implementaciju MQTT protokola

Postoji velik broj dostupnih biblioteka za implementaciju MQTT protokola. Neke od tih biblioteka su otvorenog koda, dok su druge komercijalne i zahtevaju određeno plaćanje da bi se njima pristupilo. Na osnovu jednostavnosti, za ovaj rad je izabrana uMQTTBroker biblioteka.

Njene prednosti su:

- Besplatna je za korišćenje.
- Napisana je u skladu sa C99 standardom.
- Zahteva malo memorijskog prostora.

Neke od poznatih biblioteka koje takođe implementiraju MQTT protokol:

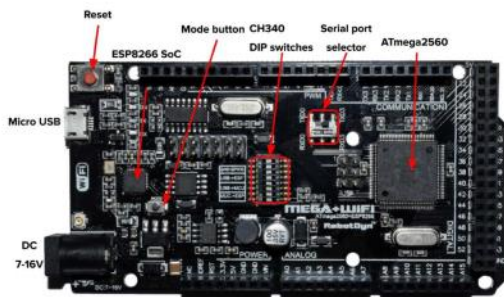
- Blynk
- BlynkESP8266-master

3 KOMPONENTE KORIŠĆENE ZA IZVRŠENJE ZADATKA

3.1 Arduino Mega 2560 + ESP8266

Za rešavanje postavljenog zadatka izabran je ESP8266 zbog njegove prilagođene podrške firmvera za ESP-link i Arduino Mega 2560 zbog velikog broja digitalnih i analognih pinova, RAM-a i FLASH memorije, slika 1.

Postoji 8 DIP prekidača koji kontrolišu kako su USB, Arduino i ESP komponente međusobno povezane [2], različite kombinacije aktiviranja DIP prekidača i njihove svrhe prikazane su na slici 2.



Slika 1. Hardver razvojne ploče

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.USB to ESP8266 (upload firmware)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	-
2.USB to ESP8266	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF	-
3.USB to Mega2560 (upload sketch or firmware)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-
4.USB to Mega2560 on Serial, Mega to ESP8266 on Serial 0or3	ON	ON	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-
5.Mega2560 to ESP8266 on Serial 0or3	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-
6.All modules work independently	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	-

Slika 2. Funkcije kombinacija uključenosti/isključenosti DIP prekidača

Prebacivanje koda na ESP8266 mikrokontroler

Nakon pisanja i kompajliranja koda za ESP8266 mikrokontroler, potrebno je povezati ploču sa računarom putem serijske veze. Nakon toga je potrebno postaviti DIP prekidače u položaj prikazan na slici 3.

	1	2	3	4	5	6	7	8
1.USB to ESP8266 (upload firmware)	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	ON	-

Slika 3. Raspored pinova za prebacivanje koda na ESP8266 mikrokontroler

Nakon toga je potrebno pritisnuti taster Mode koji je prikazan na slici 1. Posle toga je bezbedno spustiti kod na ESP8266 mikrokontroler.

Prebacivanje koda na Arduino Mega 2560 mikrokontroler

Nakon pisanja koda i kompajliranja istog, potrebno je konektovati razvojnu ploču na računar putem serijske komunikacije. Nakon toga je potrebno postaviti DIP prekidače u raspored kao na slici 4.

	1	2	3	4	5	6	7	8
3.USB to Mega2560 (upload sketch or firmware)	OFF	OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	-

Slika 4. Raspored pinova za prebacivanje koda na Arduino Mega 2560 mikrokontroler

Sledeći korak je pritisnjanje tastera Mode (slika 1).

I nakon izvršenih svih koraka, kod za Arduino Mega 2560 mikrokontroler, može da se prebaci.

3.2 Termistor 100K NTC B 3950 ±1%

Za rešavanje zadatka izabran je ovaj NTC termistor jer ima mali temperaturni opseg (-55°C, +125°C), vrlo je jednostavne primene i zadovoljavajuće osetljivosti. Mogao se koristiti i NTC termistor druge otpornosti. Na primer 10kΩ, ali je lakše nabaviti 100 kΩ. Takođe je moguće koristiti termopar K tipa sa mesinganom glavom. Termistor je temperaturno osetljivi otpornik, koji se pravi od čistog germanijuma, oksida metala hroma, kobalta, železa ili nikla.

3.3 RC522 modul za očitavanje oznaka, kompatibilan sa Arduinoom

Radiofrekventna identifikacija (RFID, Radio frequency identification) se odnosi na bežični sistem koji se sastoji od dve komponente: oznaka i čitača. Čitač je uređaj koji ima jednu ili više antena koje emituju radio talase i

primaju signale nazad od RFID oznake. Oznake, koje koriste radio talase da saopšte svoj identitet i druge informacije obližnjim čitaocima, mogu biti pasivne ili aktivne. Pasivne RFID oznake napaja čitač one i nemaju bateriju. Aktivne RFID oznake se napajaju baterijama.

RFID oznake mogu da čuvaju niz informacija od jednog serijskog broja do nekoliko stranica podataka. Čitači mogu biti mobilni tako da se mogu nositi u ruci, ili se mogu montirati na stub ili iznad glave. Sistemi za čitanje se takođe mogu ugraditi u arhitekturu kabineta, sobe ili zgrade [3].



Slika 5. RFID čitač, oznaka i kartica

3.4 Servo motor SG90

Servo motori su poseban oblik motora koji se može fiksirati u preciznom ugaonom položaju i držati dok se ne zada nova instrukcija. Popularni ToverPro SG90 plavi servo ima obrtni moment od 1,5 kg/cm za samo 9 g. Odlikuje ga niska cena i lakoća kontrole putem Arduinoa. Za razliku od konvencionalnog motora, većina osnovnih servo motora može da se okreće samo između 0 i + 180 stepeni. Ovaj aktuator se može upravljati korišćenjem signala modulisanog širinom impulsa od 50 herca (PWM), koji proizvodi impuls svakih 20 ms. Položaj aktuatora se može podesiti promenom trajanja impulsa između 1 ms i 2 ms.

Optimalan napon napajanja za SG90 servo motor je 5 V. Servo motori troše mnogo energije, posebno kada su izloženi velikom obrtnom momentu. Kada se koristi 2 ili više servo motora, najbolje je koristiti odvojeno napajanje. Izgled servo motora koji je upotrebljen za rešenje ovog zadatka prikazan je na slici 6.



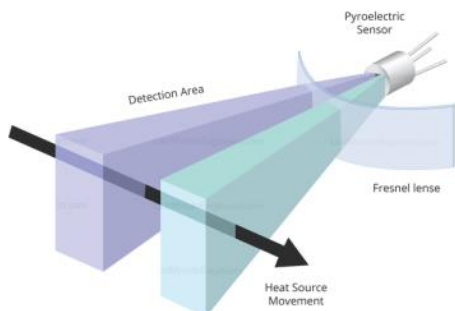
Slika 6. Izgled servoa SG90

3.5 HC-SP501 PIR infracrveni senzor pokreta

PIR senzor omogućava otkrivanje kretanja osoba ili životinja u ili izvan dometa senzora [4]. Piroelektrični senzor sastoji se od prozora sa dva pravougaona proreza i

napravljen je od materijala (obično obloženog silikona) koji omogućava da prođe infracrveno zračenje. Iza prozora se nalaze dve odvojene infracrvene senzorske elektrode, jedna je odgovorna za proizvodnju pozitivnog izlaza, a druga za proizvodnju negativnog izlaza.

Dve elektrode su ožičene tako da se međusobno poništavaju. Zato kada jedna polovina vidi više ili manje IR zračenja od druge, dobija se izlaz. Skica rada piroelektričnog senzora je prikazana na slici 7.

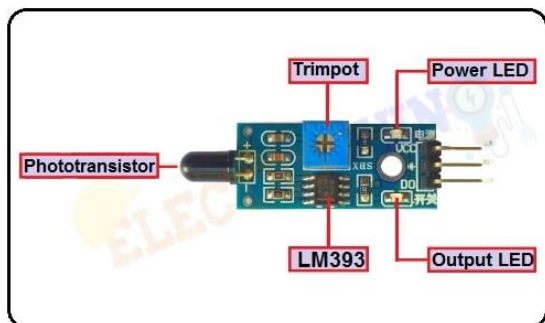


Slika 7. Prikaz rada piroelektričnog senzora

Kada nema kretanja oko senzora, oba slota detektuju istu količinu infracrvenog zračenja, što rezultira nultim izlaznim signalom. Ali kada toplo telo poput čoveka ili životinje prođe, ono prvo presreće polovinu senzora. Ovo uzrokuje pozitivnu razliku između dve polovine. Kada toplo telo presreće drugu polovinu senzora (napusti oblast senzora), dešava se suprotno i senzor proizvodi negativnu diferencijalnu promenu. Očitavanjem ove promene napona detektuje se kretanje.

3.6 Infracrveni detektor plamena i temperature

Modul senzora plamena ili modul senzora požara je elektronski uređaj male veličine koji može da otkrije izvor požara ili bilo koji drugi izvor jakog svetla. Ovaj senzor u osnovi detektuje IR (Infracrvenu) talasnu dužinu svetlosti između 760 nm – 1100 nm koja se emituje iz plamena vatre ili izvora svetlosti. Senzor plamena dolazi sa IG1006 fototranzistorskim senzorom koji ima veliku brzinu i visoku osetljivost. Dva tipa IR infracrvenog modula senzora plamena dostupna na tržištu, jedan koji ima tri pina (DO, GND, VCC) i drugi koji ima četiri pina (AO, DO, GND, VCC), oba se mogu lako koristiti sa Arduino i drugim mikrokontrolerskim pločama [5].



Slika 8. Komponente modula za detekciju plamena i temperature

Ali, ovi moduli imaju veliku razliku, a to je da se jedan modul sastoji od 3 pina (DO, GND, VCC) i može da obezbedi samo digitalni izlaz. Drugi modul se sastoji od 4 pina (AO, DO, GND, VCC) i može da obezbedi digitalni izlaz i analogni izlaz.

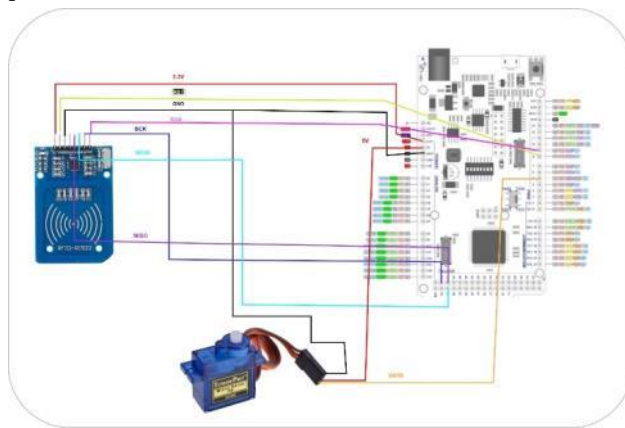
Kada ovaj senzor detektuje vatru/plamen (svetlost u opsegu od 760 nm – 1100 nm talasne dužine), tada se otpor fototranzistora smanjuje. Tada će maksimalna količina napona biti dodeljena preko otpornika (R2). Dakle, niska količina napona sa fototranzistora se daje na invertujući ulaz (2) IC-a. Zatim komparator IC upoređuje ovaj napon sa naponom praga. U ovom stanju, ovaj ulazni napon je manji od graničnog napona, tako da je izlaz senzora Nizak (0).

4. REALIZACIJA REŠENJA ZADATKA

Ovo poglavlje opisuje preduzete korake za implementaciju MQTT protokola na Arduino Mega 2560 + ESP8266 ploči, korišćenjem besplatne C biblioteke uMQTTBroker. Naredni paragrafi predstavljaju implementaciju i testiranje pojedinih modula, u cilju testiranja ispravnosti delova korišćenih za realizaciju konačnog rešenja.

4.1 Implementacija i provera rada RFID sistema za otključavanje i zaključavanje vrata

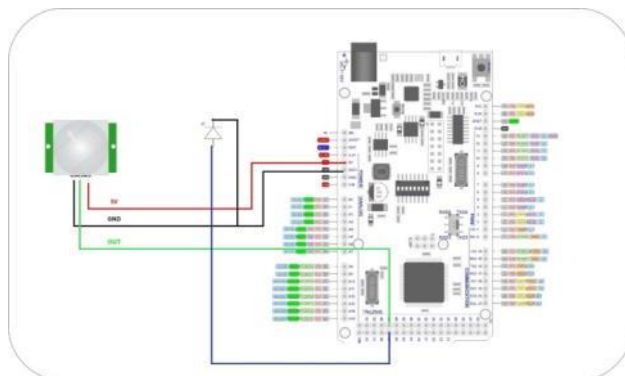
Nakon pribavljanja potrebnih delova za implementaciju rešenja, potrebno je istestirati svaki modul ponaosob, prvi modul za testiranje je modul za zaključavanje i otključavanje vrata. Šema za proveru rada ovog sistema je prikazana na slici 9.



Slika 9. Način povezivanja svih potrebnih elemenata za otključavanje i zaključavanje vrata

4.2 Implementacija i provera rada sistema za prepoznavanje pomeraja

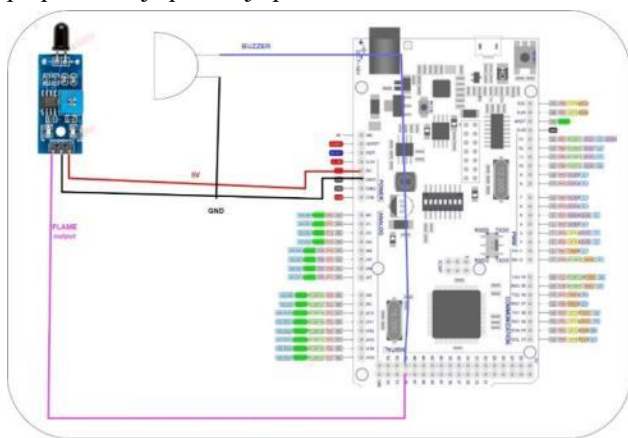
Šema za proveru ispravnosti rada sistema za prepoznavanje pomeraja je prikazana na slici 10.



Slika 10. Šema povezivanja komponenata za detekciju prisustva

4.3 Implementacija i provera rada sistema za prepoznavanje požara

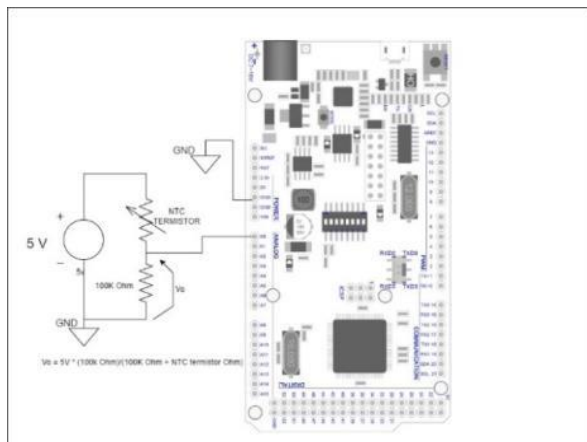
Nakon pribavljanja komponenti sistema za prepoznavanje požara, potrebno je testirati ispravnost i kompatibilnost istih. Šema za proveru ispravnosti rada sistema za prepoznavanje požara je prikazana na slici 11.



Slika 11. Šema povezivanja sistema za detekciju požara

4.4 Implementacija i provera rada sistema za merenje temperature u prostoriji

Kako bi se dobila vrednost temperature u prostoriji, potrebno je da se vrednost sa temperaturnog senzora prenese na mikrokotroler. Šema za proveru ispravnosti rada sistema za merenje temperature je prikazana na slici 12.

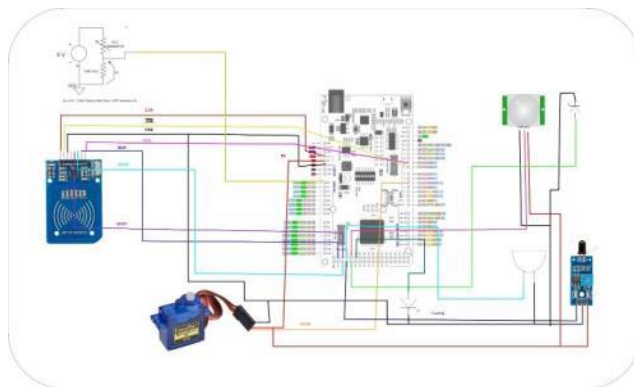


Slika 12. Električna šema rešenja

4.5 Realizacija konačnog rešenja

Kombinacijom prethodne četiri šeme dobija se konačno rešenje za sistem koji ima sposobnost da identifikuje pokret tela, da identifikuje pojavu vatre, da obezbedi informaciju o temperaturi u prostoriji i da upravlja otključavanjem i zaključavanjem vrata. Šema povezivanja svih komponenti koje su korišćene za konačno rešenje je prikazana na slici 13.

Nakon povezivanja šeme, na android mobilni telefon, potrebno je preuzeti aplikaciju IoT MQTT Panel. Kad se aplikacija instalira, potrebno je otvoriti istu i napraviti novu konekciju i novi panel. Nakon podešavanja IoT panela, potrebno je spustiti programski kod na Arduino Mega i ESP mikrokontroler.



Slika 13. Šema konačnog rešenja

Zaključak testiranja jeste da svaki od modula radi ponaosob kao i u jednoj celini, sistem se uspešno odaziva na komande poslate od strane android aplikacije, isto tako uspešno šalje podake na aplikaciju.

5. ZAKLJUČAK I PRAVCI DALJEG ISTRAŽIVANJA

U ovom radu, uspešno je implementiran MQTT protokol pomoću Arduino Mega 2560 + ESP266 ploče i besplatne mobilne aplikacije IoT MQTT Panel. Cilj zadatka je bio da se pomoću telefona upravlja sistemom koji izvršava upravljanje stanjem diode, očitavanje temperature, upravljanje otključanosti vrata, detekciju pokreta kao i detekciju plamena.

Za dalje istraživanje, na ovaj rad bi trebalo dodati i slučaj konektovanja više klijenata na jedan broker i pratiti brzinu odziva brokera i pouzdanost sistema. Nakon uspešnog testiranja, sledeći nivo proširenja bi predstavljao sistem sa više brokera a jednim klijentom tj. upravljanje više sistema korišćenjem jedne aplikacije.

6. LITERATURA

- [1] <https://aws.amazon.com/what-is/mqtt/>
- [2] <https://sites.google.com/site/growboxguy/esp-link/esp8266>
- [3] <https://srituhobby.com/how-to-make-an-rfid-door-lock-system-using-an-arduino-nano-board/>
- [4] <https://lastminuteengineers.com/pir-sensor-arduino-tutorial/>
- [5] <https://www.electroduino.com/ir-infrared-flame-sensor-module/>

Kratka biografija:

Marko Boberić rođen je u Novom Sadu 1999. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Mehatronika, robotika i automatizacija odbranio je 2023.god.
kontakt: boberic68@gmail.com

РАЗВОЈ РОБОТСКЕ ЋЕЛИЈЕ СА SCARA РОБОТОМ ЗА РУКОВАЊЕ СТАТОРИМА МОТОРА**DEVELOPMENT OF ROBOT CELL WITH SCARA ROBOT FOR HANDLING MOTOR STATORS**

Игор Бабић, Факултет техничких наука, Нови Сад

Област – МЕХАТРОНИКА

Кратак садржај – Рад се састоји из две целине – теоријске и експерименталне. Теоријска целина ће бити обухваћена другим поглављем, где ће бити описани основни појмови, дефиниције, начин рада и карактеристике роботских конфигурација. Након тога, у експерименталном делу, који обухвата треће поглавље, биће приказан рад робота у лабораторијским условима, симулација у софтверу за програмирање робота (енг. ориг. SRS скраћено од Stäubli Robotic Suite) као и процес пројектовања и развоја механизма за слагање и изузимање (енг. ориг. stacker/destacker).

Кључне речи: Роботска ћелија, роботска хватаљка, SCARA роботска конфигурација, програмирање робота

Abstract – The paper consists of two units - theoretical and experimental. The theoretical unit will be covered in the second chapter, where the basic concepts, definitions, work methods and characteristics of robot configurations will be described. After that, in the experimental part, which includes the third chapter, the work of the robot in laboratory conditions will be shown. Also the simulation made in the robot programming software (SRS for short from Stäubli Robotic Suite) as well as the process of designing and developing the stacking/destacking mechanism will be shown.

Keywords: Robot cell, robot gripper, SCARA robot configuration, robot programming,

1. УВОД

Овај рад се бави израдом роботске ћелије са свим пропратним механизмима потребним за аутоматизацију процеса рада. У поглављима која следе биће представљен процес програмирања робота, израде одговарајуће хватаљке (енг. ориг. gripper) као и пројектовање механизма за слагање и изузимање (енг. ориг. stacker/destacker).

Главни циљ рада јесте прелазак са мануелног на аутоматизован начин рада. Процес који се аутоматизује јесте изузимање радних предмета (кућишта мотора) из правоугаоног складишта (енг. ориг. tray), њихово постављање на носаче (енг. ориг.

carrier) који се крећу на покретној траци и слагање празних правоугаоних складишта.

Дати процес се до сада обављао мануелно од стране радника у фабрици. Аутоматизацијом истог редукује се могућност повреде радника на раду, а повећава брзина, продуктивност као и квалитет рада. Све то доприноси усмерењу радне снаге од монотоних и опасних ка изазовним и занимљивим позицијама за рад.

2. МАТЕРИЈАЛИ И МЕТОДЕ**2.1. Основни појмови**

Структура индустријских робота представља различите сегменте повезане зглобовима, при чему сваки зглоб може вршити ротацију или транслацију. Према томе зглобови се могу поделити у две групе: ротационе и линеарне (транслаторне). Кретање које зглоб дозвољава назива се степеном слободe (СС). Задатак механичке конструкције робота је да обезбедити неопходно кретање хватаљке робота тако да исти може успешно извршавати радне операције. Хватаљка у свакој тачки путање треба да оствари жељену позицију и оријентацију. Овај аспект је кључан за успешно пројектовање и израду индустријских робота. Када механичка структура робота има тачно шест степени слободe, увек постоји једна комбинација углова у зглобовима која омогућава да хватаљка буде на жељеној позицији и у одговарајућој оријентацији у простору. У случају када постоји више од шест степени слободe, тада постоји и више могућих начина да се оствари исти положај и оријентација хватаљке. Одатле произилази да се редундантност робота дефинише као разлика између потребног броја степени слободe за извршење жељеног задатак и броја степени слободe које поседује механичка структура робота. Ако робот има више степени слободe него што је потребно за одређени задатак, он се сматра редундантним за тај задатак.

Целокупна механичка конфигурација обично се дели на два дела. Прва три сегмента, када се гледа од основе, са њиховим припадајућим зглобовима, називају се минималном конфигурацијом. На основу минималне конфигурације индустријски роботи се могу поделити на неколико основних механичких структура односно конфигурација. Неке од њих јесу: антропоморфна, цилиндрична, SCARA, декартова и друге. Преостала три зглоба конфигурације чине зглоб хватаљке [1] [2].

НАПОМЕНА:

Овај рад је проистекао из мастер рада чији је ментор био др Мирко Раковић, ван. проф.

Роботска хватаљка или грипел (енг. ориг. *gripper*) је суштинска компонента роботског манипулатора. Он служи као "рука" робота и омогућава манипулацију објектима.

У скорије време, роботски грипел се широко користи за задатке у различитим областима. Развијен је разноврстан спектар роботских грипела са високом флексибилношћу и мултифункционалношћу.

2.2. Основни координатни системи

За ефикасну употребу робота, од суштинског је значаја имати унифициран и стандардизован начин представљања информација које су битне како за робота тако и за извршавање задатка.

Ово се постиже коришћењем координатних система који су придружени свим сегментима робота и свим релевантним објектима у његовом окружењу. У односу на основни координатни систем (енг. ориг. *world coordinates*), дефинише се глобални положај робота и радног места [1]. Глобални положај робота описује се помоћу координатног система који је придружен основи робота.

Положај хватаљке робота дефинише се помоћу координатног система чији се координатни почетак поставља у посебну тачку, карактеристичну за дату хватаљку и која се често назива ТЦП (енг. ориг. *TCP* скраћено од *Tool Center Point*). За сваког робота, произвођач дефинише основни ТЦП који се налази на последњем сегменту механичке структуре и остаје независан од конкретног алата који робот користи.

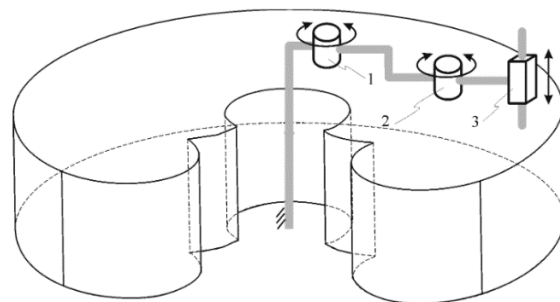
2.3. Робот SCARA конфигурације

Као што је наглашено, роботи SCARA конфигурације представљају једну од основних механичких конфигурација (енг. ориг. SCARA скраћено од *Selective Compliance Assembly Robot Arm*).

Она обухвата четири осе кретања, са два ротациона зглоба постављена паралелно на хоризонталној равни и трећи зглоб који омогућава вертикално кретање. Ево детаљнијег описа:

1. Први ротациони зглоб: Овај зглоб омогућава ротацију првог дела робота око вертикалне осе. На тај начин робот може изводити ротације око своје осе као прва тачка флексибилности.
2. Други ротациони зглоб: Други ротациони зглоб омогућава ротацију другог дела робота око вертикалне осе која је паралелна са првом. Овај зглоб допушта роботу да врши ротације другог дела у хоризонталној равни.
3. Транслаторни зглоб: Трећи зглоб који је транслаторни, омогућава вертикално подизање и спуштање другог дела робота. Путем овог зглоба, робот се може кретати горе-доле у вертикалној равни.

Четврти зглоб је зглоб хватаљке који омогућава обртање прирубнице робота око вертикалне осе [3]. Према томе SCARA конфигурација има четири степена слободе и њена кинематска шема је приказана на слици 2.3.



Слика 2.3 Приказ кинематске шеме роботске конфигурације [1]

3. РЕЗУЛТАТИ И СИМУЛАЦИЈА

3.1. Изабран модел робота

На основу потреба за реализацију задатка изабрани модел робота је марке Штојбли (енг. ориг. *Stäubli*) и ознаке TC80 (енг. ориг. *TS80*). То је управо робот SCARA конфигурације који има 4 степена слободе. Одабран је из разлога што је за рализацију пројекта потребно позиционирање у 3D простору за шта нам треба три координате да опишу позицију врха у тродимензионом еуклидском простору као и оријентација врха робота у равни за шта је потребна једна координата. Према томе, потребна су нам 4 степена слободе за наш задатак, што овај робот испуњава. Увек је могуће употребити робота са више степени слободе него што је потребно, али то свакако повећава потребне ресурсе.

Постоје две верзије изабраног робота у зависности од тога да ли се причвршћује за зид или за под. Неке од битних карактеристика су следеће:

максимално оптерећење 8 kg,
дохват 800 mm,
поновљивост $\pm 0,01$ mm,
опсег покрета

- први зглоб $\pm 140^\circ$
- други зглоб $\pm 155^\circ$
- трећи зглоб 400 mm
- четврти зглоб $\pm 500^\circ$

маса

- подна верзија 56,8 kg
- зидна верзија 56,8 kg

заштита IP54,

радна температура од $+5^\circ\text{C}$ до 40°C ,
номинална влажност ваздуха од 30% до 95% ,
контролер: CS8C [4].

3.2. Избор хватаљке

За потребе пројекта разматрано је неколико реализација хватаљке.

Прва разматрана опција је била да се користи магнетна хватаљке. Такве хватаљке користе магнетизовану површину да ухвате металне предмете при чему обично не користи прсте или чељуст, већ се ослања на глатке магнетне површине.

Друга разматрана опција је била вакум хватаљка која има велику примену при руковању материјала. Вакуум хватаљке се састоје од генератора вакуума, вакуум сисаљке и осталих потребних елемената.

Трећа и усвојена опција је тропрста хватаљка која са својим прстима хвата радни предмет за његов врх и без проблема обавља задатак преношења истог. Изабрана хватаљка је макре Шунк (енг. ориг. schunk) ознаке ПЗН 80-1 (енг. ориг. PZN 80-1).

3.3. Симулација у SRS-y

SRS скраћено од енгл. *Stäubli Robotics Suite* представља софтверско окружење које олакшава управљање роботским системом. Почевши од концепта и симулације, преко поставке, до производње, омогућава унапређење роботских апликација.

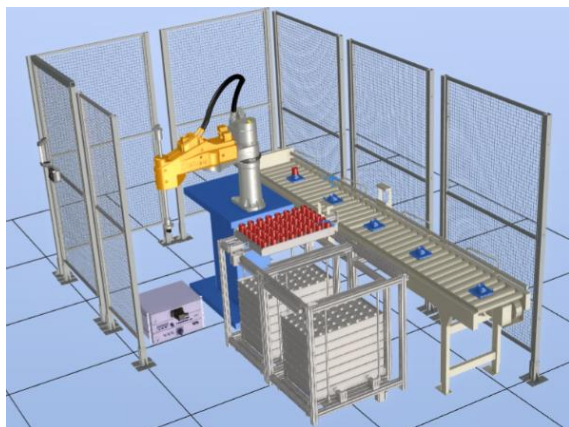
Рад у софтверу за израду симулације састоји се из неколико корака. Први корак је креирати нову празну роботску ћелију где се затим додаје жељени модел робота и њему одговарајући контролер из уграђене библиотеке. У овом пројекту је додат робот SCARA конфигурације Штојбли TC80 у верзији где се дати робот фиксира за под и са радним ходом трећег зглоба од 400 mm.

После тога се одабира верзија контролера. За потребе пројекта одабран је CS8C контролер. Након што су успешно додати робот и контролер следећи корак је креирати графички изглед станице. То се може постићи на два начина. Први јесте цртањем основних геометријских облика у самом SRS софтверу или убацивањем готових CAD модела измоделованих у неком од CAD програма.

Графички део израде пројекта је приказан на слици 3.3. Након завршеног графичког дела креће се са програмирањем саме станице и први корак у томе јесте креирање нове апликације (енгл. ориг. *New Application*).

Како сваки индустријски робот има себи својствен програмски језик тако се програмски језик који Штојбли контролер користи назива VAL 3. Свака апликација се састоји од најмање два програма – start() и stop(). Поред ових базичних програма корисник може да направи произвољан број нових програма.

Комбиновањем различитих инструкција за кретање, дигиталних сигнала са контролера и идејним решењем задатка, написан је одговарајући код за реализацију преношења предмета рада на покретну траку.



Слика 3.3 Графички изглед роботске ћелије

3.4. Демонстрација на ABB роботу

Иако је за решавање проблема одабран SCARA робот марке Штојбли и ознаке TC80, прво је демонстрација одрађена у лабораторијским условима на роботу марке ABB и ознаке IRB140.

Робот ABB IRB140 је робот антропоморфне роботске конфигурације која има шест степени слободе за разлику од робота Штојбли TC80 који има свега четири. Према томе робот ABB IRB140 има више степени слободе него што је потребно за извршавање нашег задатка и у том случају се каже да је дати робот редундантан. Вишак степени слободе се може корити за различите додатне услове који у нашем случају могу бити избегавање препреке услед ограниченог радног простора, чиме се ми у оквиру овог рада нећемо бавити. Дати робот је кориштен за демонстрацију из практичних разлога, али такође је добра прилика да се упореде две роботске конфигурације и нагласи разлика између њих.

Демонстрација је урађена по узору на симулацију и извршава идентичне кораке. Кораци су следећи:

- Робот се креће према првом радном предмету са наредбом movej и зауставља на 200 mm од радног предмета
- Наставља кретање наредбом movel, односно спушта се линеарно до врха радног предмета
- Затвара хватаљку и линеарно подиже предмет
- Преноси предмет изнад носача кретајући се притом наредбом movej
- Спушта предмет линеарно на носач
- Отвара хватаљку, линеарно се подиже и одлази по следећи предмет рада

На слици 3.4 приказана је поставка демонстрације са ABB IRB140 роботом у лабораторијским условима.



Слика 3.4 Приказ поставке за демонстрацију на роботу ABB IRB140

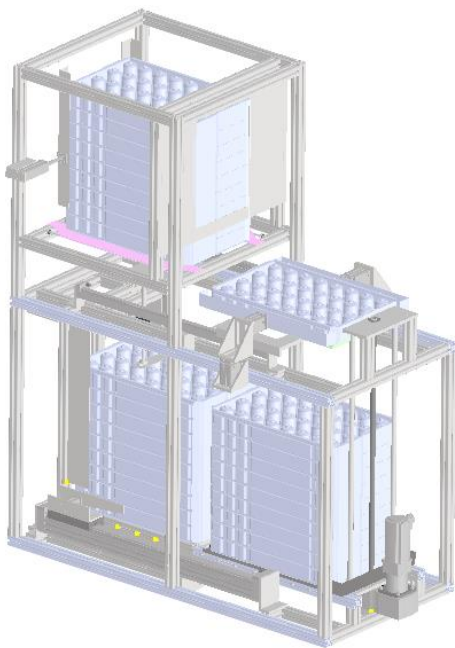
3.5. Пројектовање механизма за одлагање и изузимање

Први корак у пројектовању механизма за одлагање и изузимање био је осмислити начин функционисања читавог механизма и израда његовог CAD модела. Приликом пројектовања датог механизма уочене су четири целине, односно сегмента. Први сегмент обухвата улазни магацин у који је потребно да радник смести колица са наслаганим правоугаоним складиштима, која се затим помоћу пнеуматских цилиндара преносе до другог сегмента.

Други сегмент је лифт који подиже правоугаона складишта до радне позиције односно трећег сегмента. У оквиру лифта се налази серво мотор који помоћу навојног вретена и линеарних вођица подиже плочу лифта.

Трећи сегмент обухвата процес прихватања правоугаоних складишта са лифта и њихово позиционирање на радну површину, где робот извршава свој задатак премештања предмета рада.

Након што је робот завршио свој задатак, празна правоугаона складишта се преносе до четвртог сегмента који представља излазни магацин где се празна складишта слажу једно на друго. На слици 3.5 је приказан CAD модел датог механизма.



Слика 3.5 CAD модел механизма за слагање и изузимање

Након израде CAD модела датог механизма, извршен је избор и димензионисање актуатора - пнеуматских цилиндара и серво мотора. Затим су на основу одабраних пнеуматских цилиндара дефинисани и потребни разводни вентили. Након тога су у оквиру сензорике одабрани: сензори позиције (REED сензори), ултразвучни сензори и микропрекидачи.

Све претходно је било урађено како би се одредио коначан број улазних и излазних сигнала.

Установљено је да је потребно 33 улазна и 19 излазних сигнала на основу чега је изабран модел PLC-а. Након избора PLC-а прорачуната је највећа количина струје коју читав механизам може да захтева у једном тренутку и она износи 24,65A. На основу датог прорачуна је димензионисано AC/DC напајање. Као последњи корак пре израде прототипа датог механизма, формирана је техничка документација која обухвата електричну и пнеуматску шему читавог механизма као и списак компоненти и њихових оквирних цена на тржишту, ради процене исплативости датог механизма.

4. ЗАКЉУЧАК

Истраживање и рад на пројекту израде целокупне роботске ћелије се показао као веома изазован задатак који захтева интеграцију знања из више научних дисциплина, али је веома инспиративан за даље стицање знања из дате области. Главна предност ове теме јесте њена комплексност пошто обједињује области аутоматизације, управљања, пројектовања и имплементације.

5. ЛИТЕРАТУРА

- [1] Бранислав Боровац, Горан Ђорђевић, Мирко Раковић, Милан Рашић, „Индустријска роботика“, Факултет техничких наука, Нови Сад (2017).
- [2] Микић Данило, Ашоња Александар, „Konfiguracija radnog prostora industrijskih robota“, NS-Termomontaža, Novi Sad (2011.)
- [3]<http://automatizacija1.etf.rs/poglavlja/Robotika%202022.htm> (приступљено у септембру 2023.)
- [4]http://robotforum.ru/assets/files/Staubli/LeafletTS80_GB_D18153904_092009.pdf (приступљено у септембру 2023.)

Kratka biografija:



Игор Бабић рођен је 11.10.1999. године у Новом Кнежевцу где је завршио основну школу и гимназију. ОАС завршио на Факултету техничких наука у Новом Саду на смеру мехатроника. Исте године изабран је у звање сарадника у настави на катедри за мехатронику, роботiku и аутоматизацију.
контакт: igor.babic@uns.ac.rs

U realizaciji Zbornika radova Fakulteta tehničkih nauka u toku 2022. godine učestvovali su sledeći recenzenti:

Aco Antić	Dragana	Marija Silađi	Nemanja Kašiković
Aleksandar	Konstantinović	Marinko Maslarić	Nemanja Sremčev
Anđelković	Dragana Šarac	Marko Lazić	Nemanja Tasić
Aleksandar Kovačević	Dragoljub Šević	Marko Marković	Nenad Grahovac
Aleksandar	Drago Žarković	Marko Todorov	Nenad Simeunović
Kupusinac	Duško Bekut	Marko Vekić	Nikola Vojnović
Aleksandar Ristić	Đorđe Vukelić	Maša Bukurov	Petar Mirković
Aleksandar Selakov	Goran Jeftenić	Matija Stipić	Platon Sovilj
Aleksandra Radulović	Goran Savić	Mijodrag Milošević	Radivoje Dinulović
Aleksandra Pešterac	Goran Sladić	Milan Delić	Radomir Kojić
Andraš Anderla	Goran Švenda	Milan Gavrić	Ratko Obradović
Andrija Rašeta	Goran Tepić	Milan Marinković	Sandra Dedijer
Atila Zelić	Gordan Stojić	Milan Mirković	Saša Medić
Bojan Batinić	Gordana Ostojić	Milan Rapajić	Slavica Mitrović
Bojan Matić	Igor Dejanović	Milan Rackov	Senka Bajić
Bojan Tepavčević	Igor Peško	Milan Trivunić	Slobodan Morača
Borislav Savković	Iva Šiđanin	Milan Vidaković	Slobodan Šupić
Branislav Atlagić	Ivana Mihajlović	Milena Krklješ	Srđan Popov
Branislav Stevanov	Igor Maraš	Milica Kostreš	Srđan Vukmirović
Branka Nakomčić	Ivan Prokić	Milica Miličić	Stevan Gostojić
Branko Milosavljević	Ivana Katić	Miloš Simić	Stevan Grabić
Branko Škorić	Ivana Maraš	Milovan Lazarević	Stevan Milisavljević
Damir Đaković	Ivana Miškeljin	Milja Simeunović	Stevan Stankovski
Danijela Ćirić	Ivana Vasiljević	Miodrag Milutinov	Strahil Gušavac
Danijela Gračanin	Jasmina Dražić	Miodrag Žigić	Svetlana Bačkalić
Danijela Lalić	Jelena Atanacković	Mirjana Malešev	Svetlana Nikoličić
Darko Čapko	Jeličić	Miroslav Zarić	Tamara Čeranić
Darko Reba	Jelena Borocki	Mirko Borisov	Veran Vasić
Darko Stefanović	Jelena Demko Rihter	Mirko Raković	Vesna Stojaković
Dejan Ecet	Jelena Ivetić	Miro Govedarica	Višnja Žugić
Dejan Lukić	Jelena Radonić	Miroslav Kljajić	Vladimir Ilić
Dejan Reljić	Jelena Slivka	Miroslav Popović	Vladimir Katić
Dejan Jerkan	Jelena Spajić	Miroslav Zarić	Vladimir Mučenski
Dejan Movrin	Kalman Babković	Mitar Jcanović	Vlastimir Radonjanin
Dejan Ubavin	Lazar Kovačević	Mladen Tomić	Vuk Bogdanović
Dejana Nedučin	Lidija Krstanović	Mladen Radišić	Vuk Vranjkovic
Dragan Ivanović	Ljiljana Popović	Nataša Samardžić	Zdravko Tešić
Dragan Ivetić	Ljubica Duđak	Nebojša Brkljač	Zoran Čepić
Dragan Jovanović	Magdolna Pal	Nebojša Radović	Zoran Jeličić
Dragan Pejić	Maja Turk Sekulić	Nebojša Ralević	Zoran Papić
Dragan Ružić	Maja Petrović	Neda Milić Keresteš	Željen Trpovski

