



# nauka + praksa

Centar za građevinarstvo i arhitekturu Niš

23 | 2020





# nauka + praksa

Centar za građevinarstvo i arhitekturu Niš

23 | 2020

**GLAVNI I ODGOVORNI UREDNIK:**

*V. prof. dr Miomir Vasov, dipl. inž. arh.*

**IZDAVAČ:**

**GRAĐEVINSKO-ARHITEKTONSKI FAKULTET UNIVERZITETA U NIŠU**

**REDAKCIONI ODBOR:**

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

*Prof. dr Danica Stanković, dipl. inž. arh.*

*Prof. dr Zoran Grdić, dipl. inž. građ.*

*Prof. dr Gordana Topličić- Ćurčić, dipl. inž. građ.*

*Doc. dr Vladan Nikolić, dipl. inž. arh.*

**TEHNIČKI UREDNIK:**

*Doc. dr Radovan Cvetković, dipl. inž. građ.*

**AUTOR NASLOVNE STRANE:**

*Doc. dr Vladan Nikolić, dipl. inž. arh.*

**Nauka + Praksa**

*Časopis Instituta za građevinarstvo i arhitekturu  
Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu*

**Broj 23, 2020. ISSN 1451-8341**

*Tiraž: 250 primeraka*

## Predgovor

Jedan od važnih segmenata rada nastavnika i saradnika Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu je rešavanje praktičnih zadataka iz različitih oblasti građevinarstva i arhitekture. Ta aktivnost se na Fakultetu odvija preko posebne organizacione jedinice, Instituta za građevinarstvo i arhitekturu, izradom raznih projekata, studija, ekspertiza, tehničkih kontrola, laboratorijskih ispitivanja, naučnoistraživačkih projekata, itd. U rešavanju konkretnih praktičnih zadataka, s obzirom na osnovnu vokaciju učesnika u tom poslu, pored stručnog znanja koriste se i stečena naučna saznanja, te rezultat tog rada predstavlja svojevrsnu sintezu nauke i prakse. Rešavanje nekog stručnog zadatka često nijesamo rešenje nekog konkretnog problema već ima i širi značaj i sadržaj.

Zbog toga je 1992. godine, na tridesetogodišnjicu postojanja Instituta za građevinarstvo i arhitekturu Fakultet odlučio da rezultate svog stručnog i naučnog rada učini dostupnim široj javnosti i počeo sa objavljivanjem časopisa Nauka + Praksa.

Prema kategorizaciji domaćih naučnih časopisa Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Odbora za saobraćaj urbanizam i građevinarstvo, časopis **Nauka + Praksa** je svrstan u kategoriju časopisa M52.

Ovaj **dvadeset treći broj časopisa sadrži pet radova** iz oblasti arhitektonskog projektovanja, urbanizma, enterijera, materijala i konstrukcija, saobraćaja i hidrotehnike. Koautori nekih radova supored nastavnika i saradnika Fakulteta i nastavnici drugih Fakulteta kao i stručnjaci iz drugih institucija. Nadamo se da će čitaoci ovog časopisa pored informativne imati i šire stručne i naučne koristi.

Koristim ovu priliku da se zahvalim svim autorima i koautorima radova, recenzentima, kao i nastavnicima i saradnicima angažovanim na tehničkoj pripremi ovog broja časopisa.

Prodekan za naučnoistraživački rad i direktor  
Instituta za građevinarstvo i arhitekturu:

**V. prof. dr Miomir Vasov, dipl. inž. arh.**

Dekan:

**Prof. dr Petar Mitković, dipl. inž. arh.**

*Institut za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta Univerziteta u Nišu osnovan je 1973. godine.*

*Delatnost Instituta je: izrada naučnih i stručnih projekata, ekspertiza, veštačenja, revizija i elaborata laboratorijskih i terenskih ispitivanja.*

*Organizacione jedinice Instituta su:*

- odeljenja za ispitivanje konstrukcija,*
- odeljenja za konstrukcije,*
- odeljenja za hidrotehniku,*
- odeljenja za saobraćajnice ,*
- odeljenja za građevinske materijale ,*
- odeljenja za geotehniku ,*
- odeljenja za primenjenu matematiku i računarstvo.*

*Načelnici odeljenja rukovode radom odeljenja.*

*Šefovi laboratorija rukovode radom laboratorija.*

## **Sadržaj:**

### **Dragan Milićević:**

PREPORUKE ZA PROJEKTOVANJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆANJE  
OTPADNIH VODA.....1-8

### **Vladan Nikolić, Olivera Nikolić, Dušan Cvetković:**

PRIKAZ PROJEKTA KUĆE U BEČU.....9-13

### **Danijela Đurić Mijović, Jelena Savić, Danijela Milanović**

ISTORIJSKI RAZVOJ, IZAZOVI I POTENCIJALI PRIMENE ZID ZAVESA.....14-19

### **Zoran Bonić, Elefterija Zlatanović, Nebojša Davidović, Nemanja Marinković, Nikola Romić, Branimir Stanković:**

KLIZIŠTE NA LOKACIJI DUBOKA DOLINA U SELU BUNUŠEVAC,  
OPŠTINA VRANJE – PREDLOG I VERIFIKACIJA SANACIONIH MERA.....20-29

### **Vladimir Gumilar, Biljana Avramović, Dragoslav Stojić:**

BOOSTING THE INTERNATIONALISATION FOR CIRCULARITY IN  
THE BUILDING ENVIRONMENT- IC BUILD .....30-40

## PREPORUKE ZA PROJEKTOVANJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆANJE OTPADNIH VODA

UDK : 628.32

Dragan Milićević<sup>1</sup>

**Rezime:** Iako je Srbija jedna od prvih zemalja u Evropi koja je pre nešto više od pedeset godina zakonskom regulativom regulisala oblast zaštite voda, do danas u ovoj oblasti nije učinjeno mnogo. Prema raspoloživim podacima može se zaključiti da se u Srbiji tek nekoliko procenata gradskih otpadnih voda prečišćava sa zadovoljavajućom efikasnošću. Da bi ispunila zahteve i zadovoljila standarde EU u oblasti zaštite voda Srbija mora da izgradi veliki broj postrojenja za prečišćavanja otpadnih voda, a da bi ovako složeni zadaci mogli da se realizuju neophodno je da Srbija sprovede niz aktivnosti u oblasti zaštite voda na svim nivoima. Kontrola zagađenja voda je jedan od najkritičnijih izazova za Srbiju, jer bez hitnih i pravilno usmerenih akcija Srbija će se suočavati sa sve većim problemima širenja bolesti, ekološke degradacije i ekonomske stagnacije, a dragoceni resursi vode postajace sve više i više kontaminirani. U ovom radu je dat kratak prikaz predloga mera za poboljšanje stanja u oblasti zaštite voda u Srbiji i pregled najvažnijih elemenata koji su, prema mišljenju autora od presudnog značaja za uspešno projektovanje efikasnih i ekonomski opravdanih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

**Ključne reči:** zaštita voda, postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda, projektovanje, energetska efikasnost

## RECOMMENDATIONS FOR THE DESIGN OF A WASTEWATER TREATMENT PLANT

**Abstract:** Although Serbia was one of the first countries in Europe to regulate the field of water protection by legislation more than fifty years ago, not much has been done in this area to date. According to the available data, it can be concluded that in Serbia only a small percentage of urban wastewater is treated with satisfactory efficiency. In order to meet the requirements and meet EU standards in the field of water protection, Serbia must build a large number of wastewater treatment plants, and in order for such complex tasks to be realized, it is necessary for Serbia to implement water protection activities on all levels. Water pollution control is one of the most critical challenges for Serbia, because, without urgent and properly targeted actions, Serbia will face growing problems of spreading disease, environmental degradation and economic stagnation, and precious water resources will become more and more contaminated. This paper gives a brief overview of proposed measures to improve the situation in the field of water protection in Serbia and an overview of the most important elements that are, in the opinion of the authors, crucial for the successful design of efficient and economically viable wastewater treatment plants.

**Keywords:** water protection, design of wastewater treatment plant, energy efficiency

### 1. UVOD

Srbija je jedna od prvih zemalja u Evropi koja je pre više od pedeset godina Uredbom o klasifikaciji voda. (Sl. glasnik SRS, br. 5/68) i Uredbom o kategorizaciji vodotoka (Službeni glasnik SRS, br. 5/68) regulisala oblast zaštite voda. Međutim do danas u ovoj oblasti nije učinjeno mnogo.

Prema Vodoprivrednoj osnovi Republike Srbije ukupno opterećenje otpadnim vodama u Srbiji je oko 13.500.000 ES, a oko 40 naselja gradskog tipa ima postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ukupnog kapaciteta oko 1.000.000 ES. Međutim, prema raspoloživim podacima, svega 13% postrojenja radi sa zadovoljavajućim efektima, i vrlo malo doprinosi zaštiti voda. Efikasnost prečišćavanja na postojećim

<sup>1</sup> Prof. dr Dragan Milićević, dragan.milicevic@gaf.ni.ac.rs, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

postrojenjima u Srbiji varira od 95% pa do ispod 40% (u proseku oko 50 %) zavisno od održavanja postrojenja. Najveći broj postrojenja koja su do sada izgrađena, samo u početnom periodu daje projektovane efekte, a zatim se zapuštaju i čak sasvim napuštaju. Više od 10 naselja ima izgrađene uređaje koji su već davno napušteni i ruinirani do te mere, da je eventualna njihova rekonstrukcija neracionalna. Razlozi zbog kojih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda ne funkcionišu, funkcionišu samo delimično i/ili sa nezadovoljavajućim efektima su: zastarela ili neadekvatna tehnologija obrade otpadnih voda, preopterećenje postrojenja, nedostatak prethodnog tretmana industrijskih otpadnih voda, neprofesionalno održavanje i nedostatak odgovarajućeg osoblja, problem rezervnih delova.

Prema raspoloživim podacima može se zaključiti da se u Srbiji tek nekoliko procenata gradskih otpadnih voda prečišćava sa zadovoljavajućom efikasnošću. U tom pogledu Srbija daleko zaostaje ne samo za razvijenim zemljama (gde je procenat prečišćanih otpadnih voda preko 90%) već i za susednim zemljama koje su na sličnom nivou razvoja kao i naša zemlja.

Glavni razlozi zbog kojih je oblast zaštite voda u Srbiji u lošem stanju su: neadekvatna i neusaglašena institucionalna organizacija u ovoj oblasti sa preklapanjem nadležnosti organa državne uprave u oblasti voda, neadekvatna i neusaglašena zakonska regulativa u ovoj oblasti, koja pripada različitim sektorima delatnosti (vodoprivreda, komunalna delatnost, zdravstvo, ekologija, meteorologija, rudarstvo i energetika, ...) i samo delimično pokriva sve aspekte ovog problema, nedostatka mreže koja bi obezbedila kvalitetne podatke o izvorima zagađenja kao i o količinama i sadržaju otpadnih voda, nadekvatan odnos titulara javnih komunalnih i industrijskih objekata prema problematici dispozicije tečnog otpada, nedostatka sredstava za održavanje postojećih sistema i razvoj novih.

Da bi ispunila zahteve i zadovoljila standarde Evropske unije u oblasti zaštite voda Srbija mora da izgradi veliki broj postrojenja za prečišćavanja otpadnih voda. Ukupan broj naselja većih od 2000 stanovnika čije bi otpadne vode prema kriterijumima Evropske unije morale da se podvrgnu sekundarnom biološkom prečišćavanju je 567, od kojih 66 ima od 10.000 do 50.000 stanovnika, a samo 25 više od 50.000 stanovnika. Navedeni broj naselja ne znači istovremeno i ukupan broj postrojenja za prečišćavanje, jer u nekim naseljima zbog veličine zagađenja, uslova kanalsanja ili drugih razloga, neće biti dovoljno jedno postrojenje, a neka

druga naselja mogu biti upućena na regionalna postrojenja za prečišćavanje, ali se svakako radi o nekoliko stotina postrojenja. Da bi ovako složeni zadaci mogli da se realizuju neophodno je da Srbija sprovede niz aktivnosti u oblasti zaštite voda na svim nivoima.

Kontrola zagađenja voda je jedan od najkritičnijih izazova za Srbiju, jer bez hitnih i pravilno usmerenih akcija Srbija će se suočavati sa sve većim problemima širenja bolesti, ekološke degradacije i ekonomske stagnacije, a dragoceni resursi vode postajace sve više i više kontaminirani.

U ovom radu je dat kratak prikaz predloga mera za poboljšanje stanja u oblasti zaštite voda u Srbiji i pregled najvažnijih elemenata koji su, prema mišljenju autora od presudnog značaja za uspešno projektovanje efikasnih i ekonomski opravdanih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

## 2. MERE ZA POBOLJŠANJE STANJA U OBLASTI ZAŠTITE VODA

Da bi Srbija mogla da realizuje složene zadatke koji je očekuju u oblasti zaštite voda neophodno je da sprovede niz aktivnosti na svim nivoima. Program zaštite voda, programske mere i aktivnosti koje su predložene u Vodoprivrednoj osnovi Republike Srbije predstavljaju dobru osnovu za rešavanje problema zaštite voda. Međutim za realizaciju predloženog programa, programskih mera i aktivnosti i za postizanje efikasne kontrole zagađenja voda i osiguranje ekološki održivog razvoja neophodan je dogovorni okvir na svim nivoima vlasti. Odgovornost za upravljanje zaštitom voda je podeljena između države, regionalnih i lokalnih vlasti. Za postizanje efikasne kontrole zagađenja voda neophodna su sva tri segmenta i zato je neophodno da se sva tri segmenta razvijaju uporedo.



Slika 1 – Veze između nacionalne, regionalne i lokalne vizije sanitacije [7]



Na nacionalnom nivou glavni elementi racionalnog sistema za kontrolu kvaliteta voda podrazumevaju:

- podsticajno zakonsko okruženje, kojim se podešava "scena" za kontrolu zagađivača i menadžment vlasti,
- institucionalni okvir koji omogućava blisku interakciju između različitih administrativnih nivoa,
- organizovanje sistematskog praćenja kvaliteta otpadnih voda i recipijenata na mestu ispusta po jedinstvenoj metodologiji, kako bi dobijeni rezultati bili komparativni i poslužili kao osnova za izradu projekata efikasnih sistema za prečišćavanje otpadnih voda,
- planiranje i određivanje prioriteta, što će omogućiti da se donose odluke, o izboru između alternativnih rešenja na osnovu dogovorene politike, raspoloživih resursa, uticaja na životnu sredinu i socijalnih i ekonomskih posledica i da se formira objektivna lista prioriteta zagađivača koje treba sanirati
- obezbeđivanje dugoročnih, stabilnih izvora finansiranja za razvoj komunalne infrastrukture, izgradnju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda,
- edukacija postojećih i zapošljavanje novih stručnih kadrova.

Posebnu pažnju treba posvetiti uspostavljanju podsticajnog zakonskog okruženja, što podrazumeva izmenu i usaglašavanje postojeće zakonske regulative uz prihvatanje i prilagđivanje našim uslovima pozitivnih svetskih iskustava u ovoj oblasti i uz uspostavljanje adekvatne kaznene politike.

Posebnu pažnju treba posvetiti i institucionalnom okviru. Činjenica da sistem u kome je zaštita voda bila razdeljena između nekoliko ministarstava, nije funkcionisao i da je doveo do loših rezultata u ovoj oblasti, ukazuje na to da bi trebalo formirati jedinstveno ministarstvo, koje bi moralo da uloži velike napore na rešavanju nagomilanih problema, čime bi se stvorili uslovi za primenu jedinstvene politike integralnog razrešavanja pitanja zaštite voda.

Na regionalnom i lokalnom nivou, da bi se izbegli problemi u projektovanju, izgradnji, eksploataciji i održavanju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, nadležne institucije bi trebalo da budu svesne složenosti problematike i neophodnosti profesionalnog odnosa prema problemima, naročito u pripremi projektne dokumentacije i investicionih programa.

Komunalna postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda su u nadležnosti lokalnih samouprava, koje

najčešće nemaju odgovarajuće profesionalno osoblje i mogućnosti za upravljanje projektom i investicijama za projektovanje, izgradnju, eksploataciju i održavanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda.

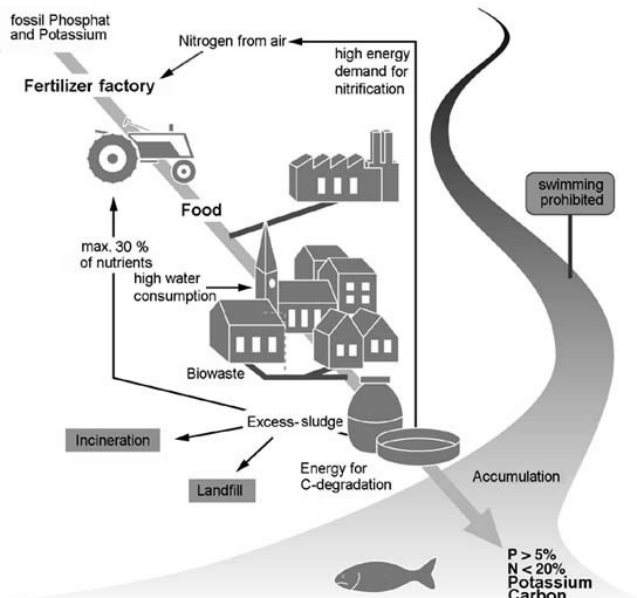
### 3. PROJEKTOVANJE POSTROJENJA ZA PREČIŠĆAVANJE OTPADNIH VODA

Kanalisanje naselja i prečišćavanje upotrebljenih voda se može smatrati najvažnijim urbanim problemom koji zahteva velika finansijska ulaganja. Obzirom na značaj izgradnje i eksploatacije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, ne samo u uskim lokalnim granicama, već i na širem području pre početka izgradnje neophodno je obezbediti kvalitetnu projektnu dokumentaciju i investicioni program kako se ne bi javila razlika između očekivanih rezultata prečišćavanja otpadnih voda i očekivane vrednosti investicije na jednoj strani i stvarnog kvaliteta rada postrojenja za prečišćavanje stvarnih sredstava potrebnih za izgradnju na drugoj strani.

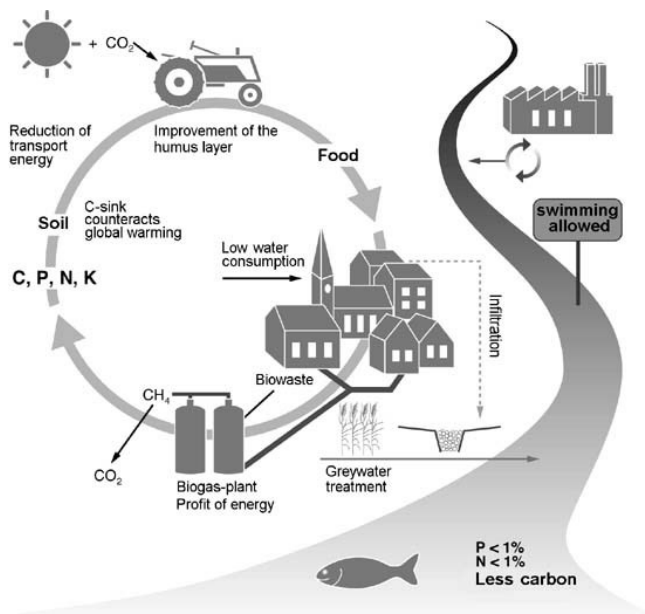
Prvi korak u rešavanju složenih problema kanalisane naselja i prečišćavanje otpadnih voda je izbor koncepta sanitarnog sistema. Izbor koncepta sanitarnog sistema je zadatak koji mora uzeti u obzir mnoge okolnosti, pre svega mora biti higijenski siguran i kulturološki prihvatljiv.

Tradicionalni sanitarni koncept i upravljanje otpadnim vodama u industrijskim zemljama radi sa "End-of-Pipe" tehnologijom (slika 2.). Ovim konceptom rešavaju se akutni, a ne dugoročni problemi, umesto da se oni izbegavaju odgovarajućim sistemskim rešenjima. Centralna postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda efikasno rešavaju probleme akutnog zagađenja i zahtevaju relativno male kapacitete za prečišćavanje po stanovniku. Međutim ovakvi sistemi zahtevaju veliki utrošak energije, velike troškove rada, nefleksibilni su i u mnogim slučajevima neprikladni. Nepromišljena upotreba vode, fosilnih hranljivih sastojaka i energije dovelo je do preispitivanja ovakvog koncepta sanitacije i do zaustavljanja daljeg razvoja ovakvih sistema.

Polazna tačka rasprave o budućem razvoju je izvodljivost sanitarnih sistema koji konačno poštuju odgovornost za budućnost prirode i ljudi (slika 3). Osnovne činjenice održivih sanitarnih sistema su očigledne, ali se u svetu vrše intenzivna istraživanja novih pristupa. Kontrola izvora i ponovna upotreba tretiranih otpadnih voda osnovni su preduslov za sanitarne sisteme koji brinu za opstanak naših potomaka. Savremeni koncepti održive sanitacije trebalo bi da proizvode električnu i toplotnu energiju, bogato organsko đubrivo za poljoprivredu i druge resurse, a ne otpad.



Slika 2 – Šema linearnih masenih tokova u tradicionalnom sanitarnom konceptu industrijskih zemalja [8]



Slika 3 – Šema masenih tokova u konceptu održive sanitacije [8]

Koncepti održive sanitacije koji je fokusiran na smanjenje korišćenja vode i potrošnje, promovisanje ponovne upotrebe, recikliranja, restauracije i oporavka vodnih resursa postaje ključna karika integralnog upravljanja vodnim resursima i održivog razvoja i nema alternativu.

Sa aspekta približavanja konceptu održive sanitacije, ali i sa aspekta definisanja optimalnog kapaciteta postrojenja, a samim tim i optimalnih investicionih troškova za njegovu izgradnju pre nego

što se pristupi samom projektovanju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, veoma je važno da se ispunе prethodni uslovi koji uključuju:

- smanjenje hidrauličkog opterećenja (racionalizacija potrošnje vode, recirkulacija, smanjenje dotoka stranih voda)
- rešavanje problema upravljanja kišnim vodama decentralizovanim sistemima i odvođenje u kanalski sistem samo viškova kišnih voda,
- predtretman toksičnih supstanci i postizanje normi za kvalitet efluenta koji se ispušta u gradsku kanalizaciju,
- uvođenje čistijih tehnologija u proizvodne pogone i poljoprivrednu proizvodnju.

Takođe se skreće pažnja na značaj stanja izgradjenosti kanalizacionog sistema, jer se često zaboravlja da je neophodno dovesti otpadnu vodu na lokaciju postrojenja za prečišćavanje. Ako kanalizacioni sistem nije izgrađen ili nije povezan sa lokacijom postrojenja za prečišćavanje, sredstva za izgradnju kanalizacionih kolektora mogu u pojedinačnim slučajevima, po opsegu da predstavljaju znatan udeo ili čak da premaše investiciju samog postrojenja. Prikupljanje dodatnih sredstava za izgradnju kanalizacionog sistema najčešće je sporo i neefikasno, što može da odlaži početak izgradnje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda daleko u budućnost.

Svakako najznačajniji korak u rešavanju problema kanisanje naselja i prečišćavanje otpadnih voda je izrada projektne dokumentacije. Neki od najznačajnijih elemenata na koje treba obratiti posebnu pažnju pri projektovanju postrojenja za prečišćavanje opadnih voda su:

#### • lokacija postrojenja

Lokacija za izgradnju postrojenja se obično definiše u prostornim komponentama dugoročnih planskih akta opština. Pri tome nužno bi moralo da se uzme u obzir nekoliko temeljnih elemenata:

- izgrađenost kanalizacione mreže,
- udaljenost od stambenih kuća,
- provetrenost lokacije,
- namena zemljišta na lokaciji,
- dostupnost, odnosno pristup lokaciji.

Obzirom na izbor tehnologije prečišćavanja otpadnih voda i potrebnih objekata i konstrukcija, u okviru građevinskog plana potrebno je pronaći optimalni situacioni i visinski raspored objekata, odnosno definisati optimalno iskorišćenje mikracije

Zbog smanjenja uticaja potencijalnih aeropolutanata i nezaželenog vizualnog učinaka na mikrolokaciji je potrebno urediti zelenu barijeru.

- **kvalitetni ulazni podaci**

Osnova za projektovanje i dimenzionisanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda su kvalitetni ulazni podaci. U naseljim, posebno manjim i srednje velikim, sistematska merenja količina i kvaliteta otpadnih voda po pravilu se ne vrše. Zbog toga su, u dosadašnjoj praksi, pri projektovanju postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda kvantitativni i kvalitativni parametri otpadnih voda pretpostavljeni po određenim kriterijumima u odnosu na broj korisnika, industrijskih objekata, ugostiteljskih objekata, različitih ustanova i komunalnih delatnosti. Međutim zbog nepoznavanja stanja kanalizacionog sistema, karakteristika otpadnih voda, pojave tuđih voda pretpostavljeni kvantitativni i kvalitativni parametri otpadnih voda najčešće značajno odstupaju od stvarnih, što izaziva brojne probleme u radu postrojenja i efektima prečišćavanja.

Prečišćavanje otpadnih voda ne može se projektovati na osnovu teorijskih podataka, opštih formula ili koeficijenata, a da se prethodno ne obavi snimanje stanja, analiza količine i sastava otpadnih voda i detaljne analitike otpadnih voda i izvrše fizičko-hemijski i bioinženjerski laboratorijski opiti na osnovu čega se definitivno može odabrati i računati tehnološki proces.

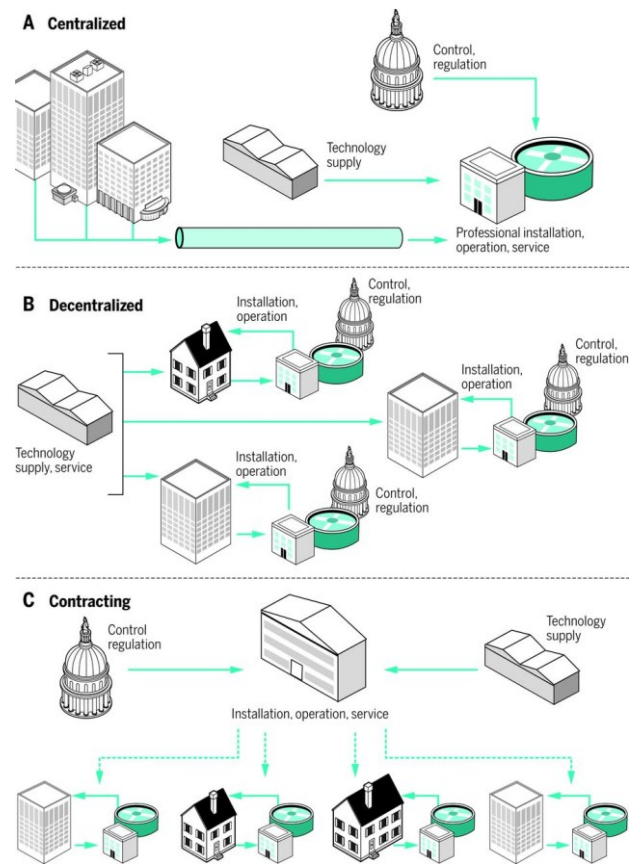
- **konceptije postrojenja**

Različiti pristupi upravljanju otpadnim vodama postoje na različitim nivoima duž lestvice sanitacije (slika 4), geografski od nivoa domaćinstva do nivoa gradske četvrti.



Slika 4 – Sanitaciona lestvica [7]

Na osnovu stanja na terenu i prikupljenih podataka neophodno je izvršiti detaljnu analizu i izbor između alternativnih pristupa: veliko centralno postrojenje i/ili više manjih/decentralizovanih postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda (slika 5).



Slika 5 – Pristupi upravljanju prečišćavanjem otpadnih voda [9]

Pristup centralizovanom prečišćavanju otpadnih voda (slika 3.A) smatran je najisplativijim organizacionim i regulatornim režimom tokom većeg dela XX veka, pre svega zbog činjenice da kod potpuno decentralizovanog pristupa (slika 3.B), komunalne organizacije moraju da nadgledaju veliki broj pojedinačnih uređaja. Međutim, napredak senzorskih i komunikacionih tehnologija omogućava nove pristupe upravljanju (slika 3.C) kod kojih centralni operatori mogu nadgledati veliki broj pojedinačnih uređaja i na taj način garantovati vrlo dobre performanse u pogledu kvaliteta otpadnih voda i pogodnosti za krajnjeg korisnika.

Mali/decentralizovani sistemi za prečišćavanje otpadnih voda mogu se primenjivati za pojedinačne kuće, manja naselja, grupe malih naselja, retko naseljena područja, specifične industrije, kada zajedničko kanalisanje nije opravdano.

Značaj manjih decentralizovanih postrojenja u planu zaštite vode od zagađivanja u dosadašnjoj praksi je potcjenjen, a kod planiranja i projektovanja takvih sistema nisu uvažavane njihove specifičnosti. Nestručna je i neprihvatljiva teza da nema mesta izgradnji manjih postrojenja, već da, po svaku cenu, treba graditi regionalne odvodne sisteme sa centraliziranim prečišćavanjem otpadnih voda.

Mala/decentralizovana postrojenja za preradu otpadnih voda, kada su u pitanju manja naselja, retko naseljena područja i specifične industrije, daleko su jeftinija varijanta u odnosu na centralizovani sistem, posebno kada je u pitanju cena sistema za prikupljanje otpadnih voda. Mala/decentralizovana postrojenja za preradu otpadnih voda se jednostavnije planiraju, lakše finansiraju, lakše i brže realizuju, jer je svaki projekat daleko manji u odnosu na klasični centralizovani sistem. Veliki procenat troškova može da se pokrije privatnim ulaganjima neposrednih korisnika.

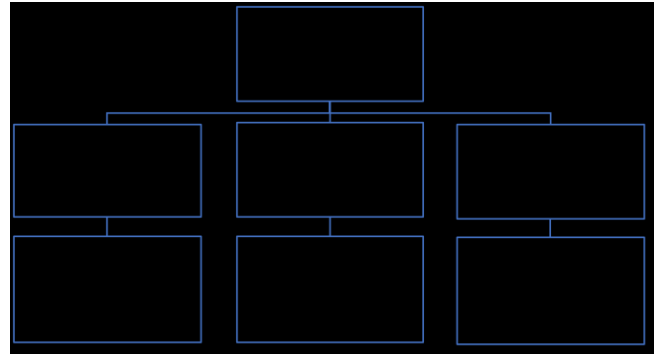
Imajući u vidu navedene prednosti i veliki broj manjih naselja u Srbiji za koja treba obezbediti prečišćavanje otpadnih voda, mala/decentralizovana postrojenja za preradu otpadnih voda predstavljaju rešenje koje u budućnosti treba sve više koristiti.

#### • izbor tehnologije prečišćavanja otpadnih voda

Komunalna postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda "klasično" obuhvataju mehaničko i biološko prečišćavanje otpadnih voda i obradnu mulja. U pojedinim slučajevima potrebno je tercijerno prečišćavanje otpadnih voda za uklanjanje neke od rastvorenih materija, zavisno od analiza otpadnih voda. Izbor tehnologije i postupaka prečišćavanja otpadnih voda svakog stepena prečišćavanja zavisi od analiza otpadnih voda.

Izbor najprikladnije tehnologije prečišćavanja otpadnih voda nije lak zadatak. Dva ključna pitanja u odabiru tehnologije prečišćavanja su pristupačnost i prikladnost. Pristupačnost se odnosi na ekonomske mogućnosti lokalne zajednice, dok se prikladnost odnosi na životnu sredinu i socijalne uslove. Kao takva, najprikladnija tehnologija je ona koja je ekonomski pristupačna, ekološki održiva i društveno prihvatljiva.

Faktori koji utiču na izbor najprikladnije tehnologije prikazani su na slici 6.



*Slika 6 – Faktori koji utiču na izbor najprikladnije tehnologije [7]*

U zavisnosti od kvaliteta otpadnih voda i zahteva prečišćavanja neophodno je pri izboru tehnologije prečišćavanja pažljivo proučiti sledeće elemente:

- pouzdanost operacija i mogućnost prilagođavanja promenama opterećenja,
- koncentraciju suspendovanih i rastvorenih materija na izlazu iz postrojenja,
- emisija buke i gasova,
- životni vek objekata i opreme,
- upotreba energije u drugih pogonskih sredstava i hemikalija,
- mogućnost nabavke opreme i rezervnih delova na domaćem tržištu.

Veoma je važno naglasiti da se tehnološki procesi za prečišćavanje otpadnih voda ne mogu šablonski prenositi i primenjivati na svaku otpadnu vodu.

#### • energetska efikasnost postrojenja

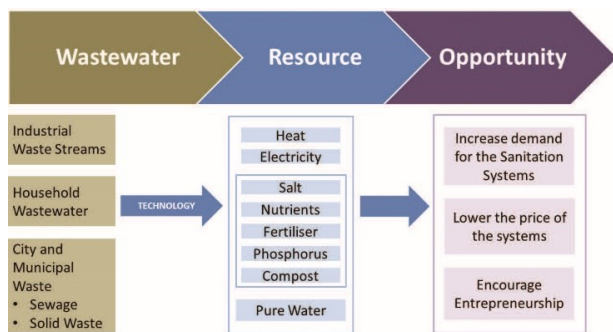
Potrošnja električne energije na postrojenjima za prečišćavanje otpadnih voda ima sve veću važnost u kontekstu sve viših troškova energije, emisije štetnih gasova i promene klime. Postizanje energetski efikasnog postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda nikada nije bilo toliko važno. U najboljem interesu okruženja i ekonomije postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda je da se obezbedi efikasnost u korišćenju energije i to u fazi projektovanja izborom adekvatne tehnologije prečišćavanja i niskoenergetske opreme i performansi procesa, a u fazi eksploatacije edukacijom i uključivanjem operatera sistema u iznalaženje najpovoljnijih režima rada sa aspekta uštede energije.

#### • korišćenje otpadne vode kao resursa

Postoji niz mogućnosti za ponovnu upotrebu otpadnih voda i otpadne vode kao resursa (slika 7).

Međutim, iskustva o ponovnoj upotrebi vode su ograničena. Ponovna upotreba hranljivih sastojaka i ponovna upotreba vode nije česta u svetu ali postoje uspešna iskustva koja mogu pružiti lekcije u ovoj oblasti.

Sve šire je zastupljena proizvodnja energije iz otpadnih voda. Pretvaranje mulja iz otpadnih voda u obnovljivi izvor energije uz pomoć anaerobnih digestora može značajno doprineti u povećanju energetske efikasnosti postrojenja. Anaerobni digester proizvodi metan koji se može koristiti u sistemu za snabdevanje energijom objekta postrojenja uz znatno niže troškove.



**Slika 7** *Mogućosti korišćenja otpadnih voda kao resursa [7]*

- **ekonomska analiza investicija**

Značaj investiranja u postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda se delimično razlikuje od neposrednih motiva za investiranje u proizvodnju osnovnih organizacionih delova. Sa investicijom u postrojenje poboljšavaju se uslovi za opšte povećanje produktivnosti rada, poboljšavaju se uslovi života i rada ljudi, ne samo na području lokalne samouprave, već i šire i na taj način ubrzava razvoj proizvodnih snaga ukupne društvene zajednice. Dohodovni učinci te investicije nisu direktno merljivi niti kod korisnika, još manje kod upravljača tim aktivnostima. Zato je besmisleno vrednovati investiciju koristeći neku od pojedinačnih metoda vrednovanja investicija, što ne znači da su trajanje investicionog objekta i efekti njegovog rada nebitni.

Ulaganje u postrojenje za prečišćavanje nije jednokratna akcija, ali je neophodno imati na umu troškove održavanja objekata i potrebne opreme, kako bi oni u tokovima investicija, zbog porasta inflacije predstavljali ne samo nominalnu, već realno važnu stavku. U tom smislu pored pouzdanosti rada i kvaliteta prečišćavanja otpadnih voda, ocenjuje se tehnologija i izabrani postupci prečišćavanja, kao i način prečišćavanja i performanse potrebne opreme i konstrukcija. Samo na taj način biće moguće opravdati investiciju u užem smislu sa ekonomske tačke gledišta i optimizovati

prosečne operativne troškove po populacionoj jedinici i jedinici prečišćene vode.

Procena investicija koje istovremeno moraju da zadovolje nekoliko kriterijuma ima smisla samo sa međusobnim upoređivanjem varijanti. Varijante treba formirati globalno (npr. varijante nekoliko manjih postrojenja za prečišćavanje, ili jedno veće i slično), kao i za samu tehnologiju i postupke prečišćavanja. Tehnologija i postupci prečišćavanja, kao i njihova ekonomska vrednost, treba da se zasnivaju na unapred postavljenom cilju, odnosno količini i kvalitetu prečišćene otpadne vode. Različita varijantna rešenja mogu značajno doprineti efikasnijem i racionalnijem ekonomsko-tehničkom dizajnu i kvalitetnijem radu postrojenja za prečišćavanje.

Sigurno, redovno i kvalitetno delovanje postrojenja, koje će zadovoljiti zahteve ekonomičnosti, da se sa datim sredstvima ostvare najbolji mogući rezultati, može se dostići samo sa smisleno izabranim kriterijumima za ocenu predloženih varijanti. Predlažu se sledeći kriterijumi za proveru i ocenu alternativnih varijanti:

- kriterijumi za proveru adekvatnosti upotrebljenih metoda i postupaka i savremenosti znanja,
- ekonomski kriterijumi: investicioni troškovi, direktni eksploatacioni troškovi (troškovi energije, amortizacija, bruto dohodak zaposlenih), indirektni troškovi (troškovi rizika, troškovi gubitka imovine),
- dodatni i eliminacioni kriterijumi (potrošnja električne energije, udeo iskorišćenosti kapaciteta nakon konačne investicije, udeo uvozne opreme).

U vezi sa prvim kriterijumom, da bi se sprečila neadekvatna rešenja i neracionalna ulaganja, koja su rezultat upotrebe zastarelih znanja, neophodna je institucija javnog uvida i stručnog pregleda predloženih rešenja. U zavisnosti od važnosti i performansi postrojenja, stručne preglede treba da obavljaju habilitirani stručnjaci i eminentne institucije. Ekonomski kriterijum prema kojem je najpovoljnije tehničko-tehnološko rešenje, koje dugoročno pokazuje najniže troškove po jedinici proizvoda, sam po sebi je dovoljno univerzalan. Međutim, postoji visok rizik da će najniži troškovi biti relativno visoki i stoga neprihvatljivi. S obzirom na ovo, potrebno je uzeti u obzir gore pomenute dodatne kriterijume, koji već unapred sankcionišu pojedine značajne vrste troškova

- **upravljanje i održavanje postrojenja**

Lokalna samouprava nakon izgradnje predaje postrojenje za prečišćavanje otpadnih voda na upravljanje komunalnoj organizaciji.

Jedan od glavnih uzroka da izgrađena postrojenja uopšte ne funkcionišu ili ne funkcionišu na zadovoljavajući način su neprofesionalni ili neobučeni kadrovi za rad u procesu prečišćavanja otpadnih voda, odnosno za održavanje objekata, uređaja i hidromašinske opreme postrojenja.

Zbog značaja pouzdanog i kvalitetnog rada, kao i zbog odgovornosti cele kompanije za stanje u ovoj oblasti, u fazi projektovanja za izabranu tehnologiju prečišćavanja, objekte i opremu neophodno je definisati detaljna uputstva za kontrolu procesa i upravljanje radom postrojenja, a u fazi eksploatacije osigurati da najvažnije delatnosti i zadatke izvršavaju odgovarajuće stručno osposobljeni radnici sa sposobnošću i spremnošću za izvršenje i usklađeno poslovanje sa definisanim uputstvima za rad i potrebama. Stručni kadar treba da bude sposoban da usvoji i preduzme odgovarajuće mere u redovnim uslovima rada, ali i u slučaju mogućih kvarova i problema na postrojenju. Problemi koji bi rezultirali prekidom procesa prečišćavanja ili nekvalitetnim prečišćavanjem mogu dovesti do neposredne opasnosti za život i zdravlje ljudi i do nastanka značajne materijalne štete.

#### 4. ZAKLJUČAK

Dosadašnja aktivnosti Srbije u gradnju, održavanju i kontroli postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, kao i u ostale mere za smanjenje zagađenja nisu bile dovoljne za stvaranje čvrste osnove i odgovarajuću organizaciju koja bi doprinela lakšem uključivanju naše zemlje u evropske i svetske tokove u oblasti zaštite voda.

Srbija će morati što hitnije, bez obzira na ekonomske poteškoće, odgovorno da definiše i sprovodi nacionalne programe zaštite voda pri čemu oslonac treba da bude evropska politika koja je stvarana tokom čitavog proteklog stoleća. Posledice nedefinisanog statusa voda, normativno-zakonodavne nedorečenosti i prevaziđenosti postojećih zakona i propisa, poduprte nebrigom prema vodi, koje ima sve manje, ukoliko se ne preduzmu hitne i radikalne mere, katastrofalno će uticati na funkcionisanje zaštite vodnih resursa i vodoprivrede u celini i biti limitirajući faktor razvoja čitavog društva.

Svakako najznačajniji korak u rešavanju problema kanalizacije naselja i prečišćavanje otpadnih voda je izrada projektne dokumentacije. Da bi se prekinula dosadašnja praksa pripreme projektne dokumentacije i investicionih programa za izgradnju, upravljanje i održavanje postrojenja za prečišćavanje otpadnih voda, koja je dala loše rezultate, u ovom radu je predstavljen predlog kako treba postupati pri projektovanju i vrednovanju investicije u postrojenje, uz napomenu da se situacija razlikuje od naselja do naselja i da se ne može dati

univerzalna šema za projektovanje postrojenja i upravljanje investicijama.

#### ZAHVALNOST

Istraživanja prezentovana u ovom radu finansirana su od strane Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u okviru projekta "Razvoj sistema podrške odlučivanju za potrebe integralnog upravljanja vodnim resursima na slivu", ev. broj TR37018.

#### LITERATURA

- [1] Popović M., Brković-Popović I.: *Savremena evropska praksa i pristup u zaštiti voda, Međunarodna konferencija "Otpadne vode i komunalni čvrst otpad", Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo Beograd, Budva, 20.-22. septembar 1999., str. 3-20*
- [2] *Statistički godišnjak RS 2017, Republički zavod za statistiku, Beograd 2017*
- [3] *Vodoprivredna osnova Republike Srbije, Institut za vodoprivredu "Jaroslav Černi", Beograd, 2001. godine*
- [4] Ljubisavljević D., Đukić A.: *Stanje i perspektive zaštite voda od zagađivanja objedinjenim otpadnim vodama naselja i industrije u Republici Srbiji, Konferencija "Voda za 21. vek", Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, 22.-24.03.1999., Beograd, str. 177-182*
- [5] Bogdanović B., Ljujić B.: *Stanje i problemi prečišćavanja komunalnih otpadnih voda u Srbiji, Zaštita voda '95, Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Društvo za zaštitu voda Srbije, Tara, 7.-9. jun 1995. godine, str. 302-305*
- [6] Bogdanović B., Ljubisavljević D., Babić B.: *Pregled rada gradskih uređaja za prečišćavanje otpadnih voda u Republici Srbiji, Zaštita voda '96, Konferencija o aktuelnim problemima zaštite voda, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda, Društvo za zaštitu voda Crne Gore, Ulcinj, 4.-7. juni 1996. godine, str. 141-145*
- [7] *United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific (ESCAP), United Nations Human Settlements Programme (UN-Habitat) and Asian Institute of Technology (AIT): Policy guidance manual on wastewater management with a special emphasis on decentralized wastewater treatment systems, Bangkok, Thailand, 2015., ISBN: 978-974-8257-87-7*
- [8] Otterpohl R., Albold A., Oldenburg M.: *Differentiating Management of Water Resources and Waste in Urban Areas, <https://www.gdrc.org/uem/waste/oldenburg.html>*
- [9] Larsen T.A., Hoffmann S., Lüthi C., Truffer B., Maurer M.: *Emerging solutions to the water challenges of an urbanizing world, Science Vol. 352, Issue 6288, 2016., pp. 928-933, DOI: 10.1126/science.aad8641*
- [10] Zore J.: *Projektiranje, izgradnja in obratovanje komunalnih čistilnih naprav, Zaštita voda 2001., str. 508-517.*

# PRIKAZ PROJEKTA KUĆE U BEČU

UDK : 728.3(436.1)

Vladan Nikolić<sup>1</sup>, Olivera Nikolić<sup>2</sup>, Dušan Cvetković<sup>3</sup>

**Rezime:** U radu je prikazan proces projektovanja individualne kuće u Beču, sa specifičnim ograničenjima lokacije, predloženim rešenjima i konačnim projektom za izvođenje. Pomenuta specifična ograničenja lokacije i projektni zadatak investitora zahtevali su inventivan pristup razradi idejnog rešenja. Parcela je morala da bude transformisana u smislu promene konfiguracije terena, a sama kuća oblikovna primenom rešenja koja ostvaruju vezu između važećih pravila oblikovanja sa jedne i želja investitora sa druge strane.

**Ključne reči:** arhitektura, arhitektonsko projektovanje, stanovanje, kuća.

**Abstract:** The paper presents the process of designing an individual house in Vienna, with specific location constraints, proposed solutions and the final design. The mentioned specific location limitations and the project task of the investor required an inventive approach to the development of the conceptual design. The site had to be transformed in terms of changing the configuration of the terrain, and the house itself was shaped by applying solutions that make the connection between the valid design rules on the one hand and the wishes of investors on the other.

**Key words:** architecture, architectural design, housing, individual house.

## 1. UVOD

Projekat nove individualne kuće u stambenom delu grada urađen je za parcelu na kojoj su se nalazili kuća sa garažom i nekoliko lakih pomoćnih objekata. Lokacija kuće je u okrugu Floridsdorf u Beču, u ulici *Steinheilgasse 15*, *Slika 1*. Visinska kota ulice je bila veća od kote katastarske parcele, a sama parcela je imala pad od ulice i dodatnu visinsku denivelaciju na polovini dubine parcele. Dve susedne parcele su ranije nivelisane do visine ulice. Postojeći objekti su bili starije gradnje, više puta dograđivani i adaptirani. Položaj kuće od ulice bio je na otprilike sredini parcele, a nalazila se na bočnoj granici parcele sa zapadne strane, *Slika 2*.

Konfiguracija terena unutar parcele i funkcionalna organizacija kuće nisu odgovarali zahtevima investitora. Konstruktivni sistem postojećeg objekta (kuće) nije omogućavao racionalnu rekonstrukciju objekta, pa je odlučeno da se svi postojeći objekti uklone i projektuje nova kuća sa garažom u skladu sa potrebama investitora.

Osnovni zahtevi investitora prilikom razrade koncepcije idejnog rešenja kuće sa garažom bili su:

- nivelacija parcele do visine ulice,
- položaj kuće u dubini parcele,
- što veća zastupljenost južne orijentacije stambenih prostorija,
- uobičajene pune visine svih etaža i
- savremeni arhitektonski izraz i oblikovanje sa kosim krovom malog nagiba sakrivenog iza nadzidaka.



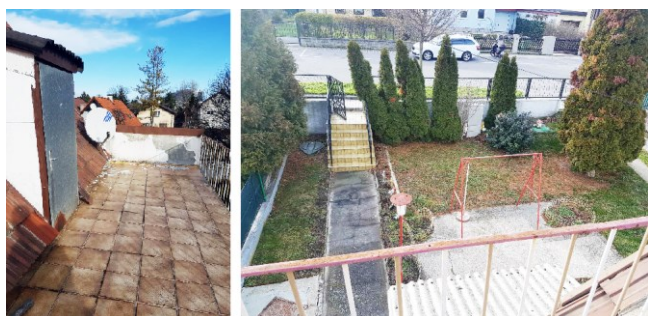
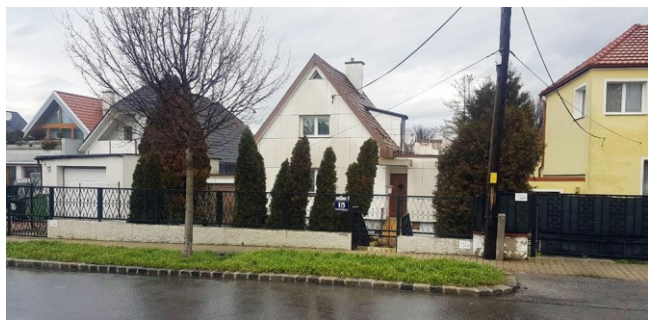
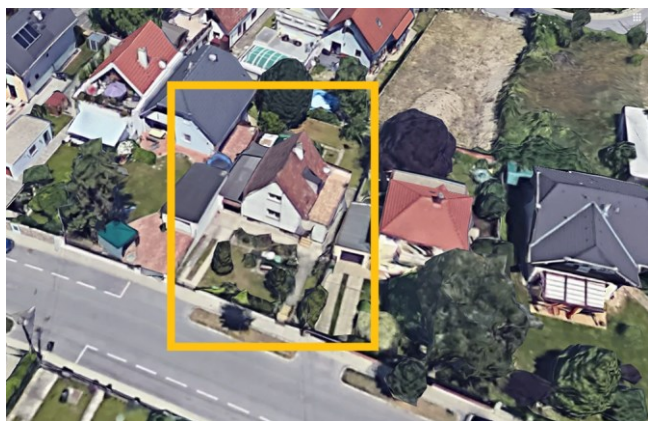
*Slika 1 – Lokacija objekta, Beč, Floridsdorf*

<sup>1</sup> Docent GAF-a u Nišu, dipl.inž.arh.

<sup>2</sup> Asistent GAF-a u Nišu, dipl.inž.arh.

<sup>3</sup> ÖBB-Infrastruktur AG Wien, Dipl.-Ing. (FH)

Pravilima oblikovanja stambenih objekata za ovu lokaciju je, između ostalog, propisana najveća visina venca od 6.00 m i ravan pod uglom od  $45^\circ$  iznad venca, iza koje mora da se smesti gabarit objekta. Ovo ograničenje je bilo moguće ispoštovati projektovanjem kuće spratnosti Po+P+Pk, ili Po+P+1 (sa malim spratnim visinama). Kako ni jedna od ovih varijanti nije odgovarala projektnom zadatku, pristupilo se razradi specifičnog oblikovnog rešenja koje će predstavljati vezu između ograničenja lokacije i zahteva investitora [1].



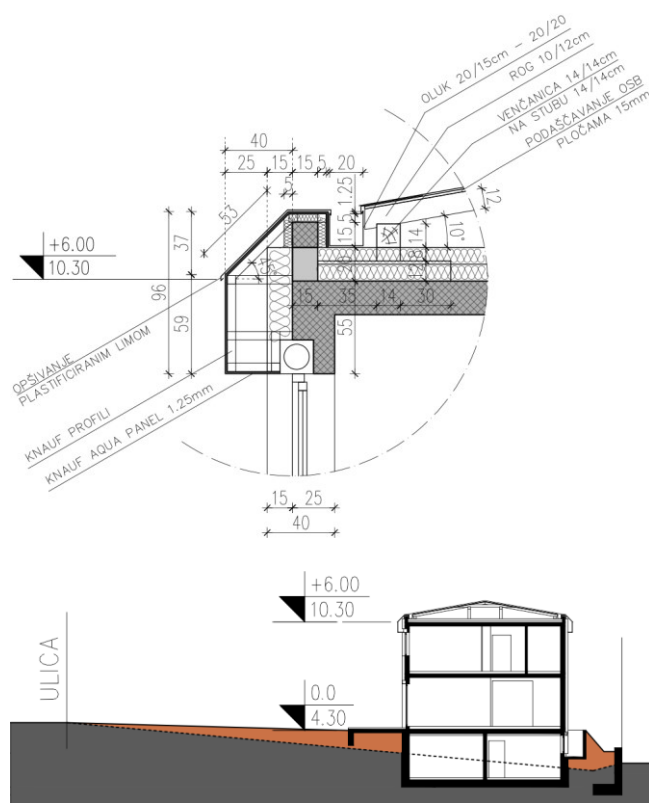
Slika 2 – Zatečeno stanje parcele i kuće

## 2. OPIS PROJEKTA I SPECIFIČNA OBLIKOVNA REŠENJA

Nakon analize uslova lokacije i projektnog programa, predloženo je rešenje sa kućom i garažom smeštenim u dnu parcele, pozicioniranim do granica parcela sa obe bočne strane i odmaknutim od granice

parcele u zadnjem delu od najmanje dozvoljenih 3.00m do 4.20m. Takođe, predloženo je najracionalnije rešenje za nivelaciju parcele sa ulicom. Na osnovu njega je u toku uklanjanja postojećeg objekta, izvršeno nasipanje kompletne površine parcele i njeno nivelisanje u blagom padu od ulice prema severu. Postavljanjem objekta u zadnjem delu parcele, izbalansiran je odnos dubine iskopa i količine materijala neophodnog za nasipanje, s obzirom da kuća i garaža imaju podrumski prostor u celom gabaritu.

Prema važećoj regulativi [2] je usvojena nulta kota u preseku osovine ulične fasade kuće sa površinom novoprojektovanog terena. Visina kuće spratnosti Po+P+1 do kote nadzidka je 6.40m, što premašuje dozvoljenu visinu venca od 6.00m. Zbog toga je fasadna obloga odmaknuta 40cm ispred površine spoljašnjih zidova u vidu okvira koji simulira kotu venca na visini od 6.00m i pravi neophodni prelaz pod uglom od  $45^\circ$  do visine nadzidaka. Na ovaj način su istovremeno zadovoljeni propisani uslovi oblikovanja za konkretnu lokaciju, uz postizanje komfora koji pružaju pune visine svih etaža.



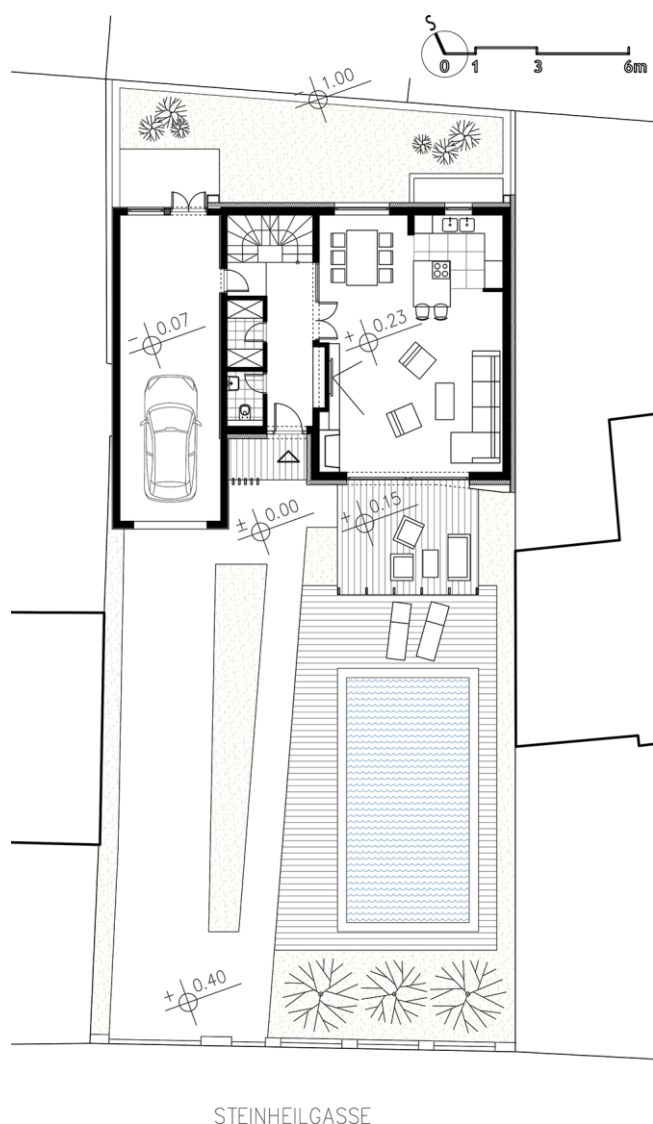
Slika 3 – Presek kroz parcelu i kuću

Na Slici 3 dole je prikazan podužni presek kroz parcelu i kuću na kome se vidi niveleta terena pre i nakon nasipanja. Na istoj slici gore prikazan je



specifičan detalj fasadnog venca koji je omogućio postizanje punih spratnih visina svih etaža uz poštovanje važeće zakonske regulative.

U funkcionalnom smislu kuća je zonirana po etažama, u prizemlju su prostorije za dnevne aktivnosti, u podrumu su pomoćne i ekonomske prostorije, dok se na spratu nalaze spavaće sobe [3]. Ulaz u kuću je centralno postavljen, tako da se poprečna hodnička komunikacija pruža do stepenišnog prostora u severnom delu kuće. Iz hodnika se ulazi u prostranu dnevnu sobu sa trpezarijom i kuhinjom desno, odnosno toalet, ostavu i garažu sa leve strane. Dnevna soba ima široko ostakljenje prema terasi i dvorištu, kao i prema bazenu koji je predviđen u drugoj fazi izgradnje, *Slika 4*.

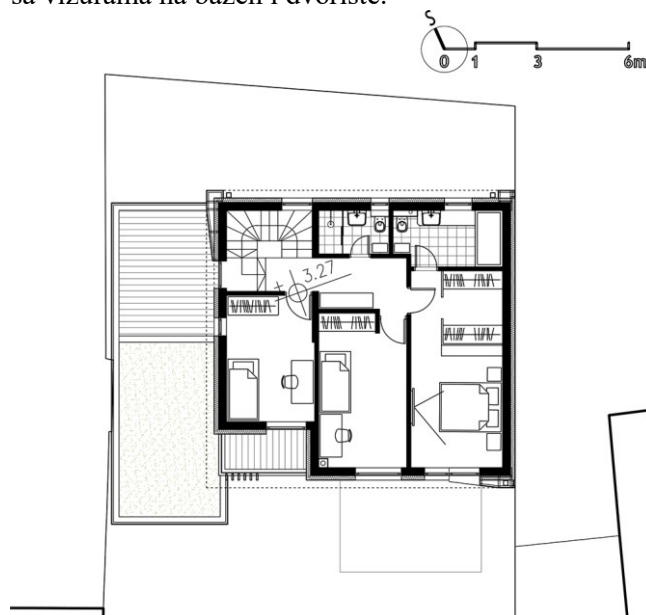


*Slika 4 – Osnova prizemlja sa parterom*

Maksimalnim povlačenjem kuće od ulice i građevinske linije iskorišćene su sve pogodnosti južne

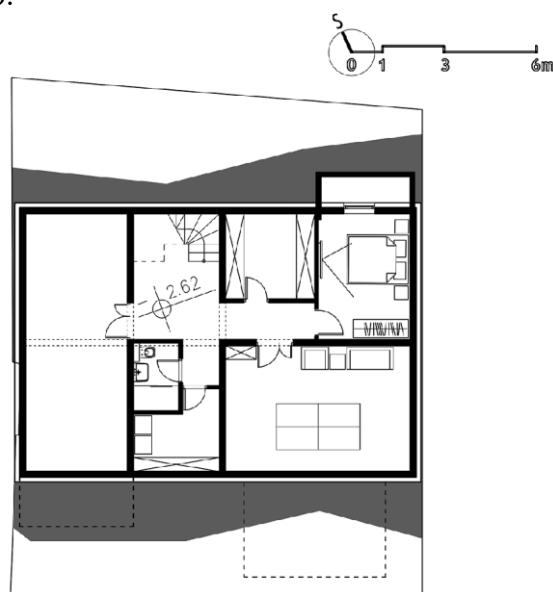
orijentacije, kao i osećaja mira i intime doma smeštenog u urbanom okruženju [4]. Tome doprinosi polutransparentna ograda dvorišta i zelenilo veće visine prema ulici. Terasa prema dvorištu ima drvenu pergolu, delimično pokrivenu staklenim pločama u zoni dnevne sobe.

Sprat kuće sadrži jednu veliku spavaću sobu sa kupatilom i garderobom i dve manje spavaće sobe sa zajedničkim kupatilom i veliku ozelenjenu terasu [5] iznad garaže, *slika 5*. Sve sobe su orijentisane ka jugu, sa vizurama na bazen i dvorište.



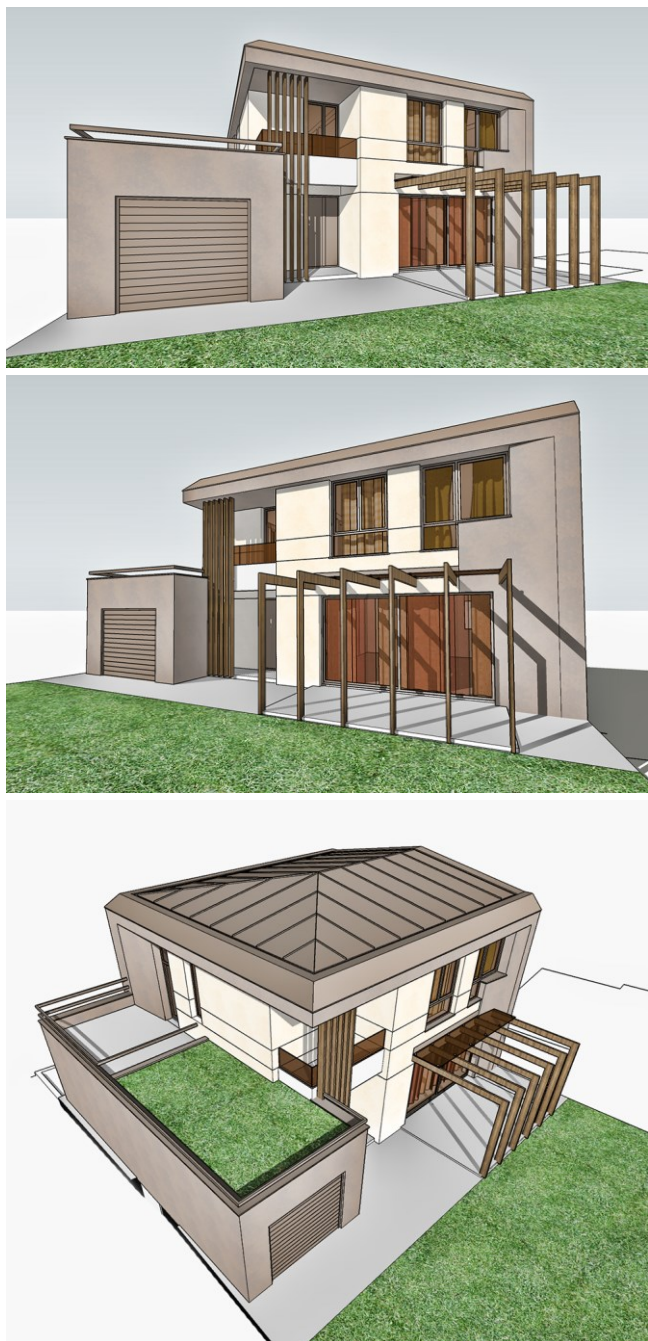
*Slika 5 – Osnova sprata*

Podrum je projektovan u celom gabaritu prizemlja. Sadrži prostoriju za zabavu, pomoćnu spavaću sobu sa kupatilom, ostave i perionicu, *Slika 6*.



*Slika 6 – Osnova podruma*

Krov je kos, malog nagiba, pokriven limenim kasetama u maniru klasičnog pokrivanja bakarnim limenim trakama sa falcevima. Krov je sakriven iza nadzidaka koji su uklopljeni u fasadnu plastiku i opšiveni plastificiranim limom, *Slika 7*.



*Slika 7 – Prikazi kuće u perspektivi*

Na *Slici 8* su prikazane slike sa gradilišta tokom izgradnje kuće. Fundiranje je izvršeno na kontraploči, a podrumski zidovi su armirano betonski. Prizemlje i sprat su ozidani opekarskim blokovima sa horizontalnim i vertikalnim serklažima, dok su

tavanice pune armirano betonske. Fasada je termoizolaciona sa savremenim tehničkim rešenjima unapređenja energetske efikasnosti objekta [6]. Pojedini delovi fasade su istureni na metalnoj potkonstrukciji obloženi impregniranim pločama za spoljašnju upotrebu. Spoljašnja stolarija je u kombinaciji materijala aluminijum-drvo u istoj boji kao i limeni opšivi.



*Slika 8 – Tok izgradnje kuće*

## 4. ZAKLJUČAK

Projekat kuće je u potpunosti odgovorio na zahteve investitora i definisani projektni zadatak. Ispostovani su svi propisani uslovi lokacije, a specifičnim oblikovnim rešenjem postignuta je puna spratnost Po+P+1, sa kosim krovom sakrivenim iza nadzidaka. Poseban kvalitet oblikovnog i funkcionalnog rešenja je stvaranje intimne atmosfere i južne orijentacije svih prostorija u kući. Racionalno pozicioniranje i organizacija podrumskih prostorija smanjila je troškove iskopa i kasnijeg nasipanja parcele, s obzirom da je jedan od osnovnih zahteva bio podizanje nivoa dvorišta na kotu ulice. Arhitektonski izraz je savremen uz puno uvažavanje postojećeg okruženja i konteksta lokacije.

## LITERATURA

- [1] Nikolić, V., Nikolić, O., Idejno arhitektonsko rešenje kuće u Beču, 2019.
- [2] <https://www.wien.gv.at/english/living-working/housing/house-rules.html>
- [3] Jovanović, G., Stanimirović, M, Pet projektantskih načela, Nauka i praksa, 21/2018, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, str. 71-76.
- [4] Pfeifer, G., Brauneck, P., Residential Buildings - A Typology, Birkhäuser Verlag GmbH, Basel, 2015.
- [5] Nikolić, V., Estetski i psihološki aspekti primene zelenih krovova. Nauka + Praksa br.12.1/2009, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Nišu, str. 147-150
- [6] Marković, B., Nikolić, V., Stojanović, M., Nikolić, O., Milošević, V., Marković, S. Determining important factors for improving the energy efficiency, optimal economic and ecological characteristics of a building. University of Niš, Faculty of Mechanical Engineering Niš, Society of Thermal Engineers of Serbia, 16th Symposium on Thermal Science and Engineering of Serbia, Soko Banja, Serbia, 2013., ISBN 978-86-6055-0431, pp. 472-484.

## ISTORIJSKI RAZVOJ, IZAZOVI I POTENCIJALI PRIMENE ZID ZAVESA

UDK : 692.232.45

Danijela Đurić Mijović<sup>1</sup>, Jelena Savić<sup>2</sup>, Danijela Milanović<sup>3</sup>

**Rezime:** Zid zavese pripadaju grupi lakih fasadnih sistema i sastoje se od laganih, multifunkcionalnih, najčešće transparentnih fasadnih membrana. S obzirom da fasada zgrade zauzima značajan deo troškova zgrade i da uključuje brojne heterogene materijale i elemente, ona je predmet stalnih istraživanja i usavršavanja, kako u tehnološkom tako i u konstruktivnom smislu. Ovaj rad daje istorijski prikaz nastanka i razvoja zid zavesa sa aktuelnim specifičnostima i problemima vezanim za njihovo projektovanje i izvođenje. Ponekad je njihova osnovna funkcija da zaštite korisnike, na neki način stavljena u drugi plan, dok samo oblikovanje, odnosno formiranje atraktivne i estetski dopadljive fasade, dolazi u prvi plan prilikom projektovanja. Obzirom na svoju kompleksnu funkciju, fasade i fasadne konstrukcije podležu mnogobrojnim kriterijumima zbog čega su predmet stalnih teorijskih i eksperimentalnih istraživanja. Karakteristična opterećenja za ovu vrstu konstrukcija, pored sopstvene težine, su vetar, sneg, led, temperatura i zemljotres, a u nekim slučajevima treba uzeti u obzir i opterećenje koje bi nastalo tokom održavanja konstrukcije. Sagledavanjem svih parametara zid zavesa i njihovih međusobnih uticaja, uviđamo koliko je polje primene ovog tipa fasadnog omotača kompleksno, obimno i ozbiljno.

**Ključne reči:** Fasada, zid zavese, staklo, interakcija, veze, oštećenja

**Abstract:** Curtain walls belong to the group of lightweight façade systems and comprise lightweight, multifunctional, most frequently transparent building envelopes. Considering that the building façade occupies a considerable share of the building cost, and that it includes numerous heterogeneous materials and elements, it is a subject of continuing research and improvement both in technological and in structural senses. This paper provides a historical review of emergence and development of curtain walls with topical specifics and problems in relation with their designing and construction. Sometimes their basic function is to protect users, in a way put in the background, while only the design, or the formation of an attractive and aesthetically pleasing facade, comes to the fore when designing. Due to their complex function, facades and facade constructions are subject to numerous criteria, which is why they are the subject of constant theoretical and experimental research. Characteristical loads for such type of structures, in addition to their own weight are wind, snow, ice, temperature and earthquake, and in some cases one should take into consideration the load which would occur during structural maintenance. Considering all the parameters of the curtain walls and their mutual influences, we see how complex, extensive and serious the field of application of this type of facade cladding is.

**Keywords:** Façade, curtain wall, glass, interaction, connections, damage

<sup>1</sup> Asistent sa doktoratom, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>2</sup> Asistent sa doktoratom, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

<sup>3</sup> Saradnik u nastavi, Građevinsko-arhitektonski fakultet Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Zid zavesa predstavlja fasadnu konstrukciju koja se može definisati kao laka, obodna konstrukcija sastavljena od industrijski proizvedenih elemenata, najčešće stakla i metala, a koja preuzima sve funkcije spoljašnjeg zida, izuzev noseće. Ispred noseće konstrukcije objekta formira se jedinstvena, uglavnom transparentna fasadna membrana koja se brzo gradi i ne zauzima koristan prostor objekta. Zid zavesa predstavljaju sintezu estetskih i tehničko-tehnoloških rešenja a kao materijal za izradu nosećih elemenata, stubića i prečki koriste se čelik, aluminijum i drvo, dok se za elemente ispune mogu koristiti razne vrste stakala i kamena ali i razne vrste panela, gde praktično nema ograničenja u estetskim i arhitektonskim rešenjima. S obzirom na njihove složene funkcije, fasadne konstrukcije podležu brojnim kriterijumima i kontinuiranom teorijskom i eksperimentalnom istraživanju. Konstrukcija zid zavesa, za razliku od noseće konstrukcije zgrade koja se odupire svim opterećenjima, mora da apsorbira, prenosi, ali i izdržava opterećenja koja na nju deluju, kroz pažljivo projektovane vertikalne i horizontalne noseće elemente fasade. U većini slučajeva problemi koji se javljaju na fasadama ovog tipa, direktna su posledica neadekvatnog projektovanja, izgradnje i nekompatibilnosti sa nosećom konstrukcijom zgrade.

Prvi deo rada predstavlja kratak osvrt na istorijski razvoj lakih fasadnih sistema sa posebnim osvrtom na pojavu i istorijski razvoj zid zavesa. Drugi deo rada bavi se prikazom, analizom i sistematizacijom problema koji se javljaju na ovoj vrsti fasada, kao i definisanje strategija za prevazilaženje ovih problema.

## 2 ISTORIJSKI RAZVOJ ZID ZAVESA

### 2.1 OSNOVNE KARAKTERISTIKE

Početak 19. veka došlo je do postepene zamene uobičajenog masivnog konstruktivnog sklopa, skeletnim konstruktivnim sistemom čiji su elementi prvo bili izrađeni od čelika, a kasnije od betona. Ovo je stvorilo mogućnost da se klasični fasadni zid zameni laganom transparentnom fasadom. Fasada u okviru skeletnih konstruktivnih sistema više nema noseću ulogu, već fasadni zid dobija funkciju fasadnog prozora. Razvoj laganih fasadnih sistema

započeo je i razvijao se istovremeno sa razvojem skeletnog konstruktivnog sistema [1].

U nizu referenci preteča, zid zavesa kakve danas poznajemo, je zgrada koju je projektovao Džozef Pakston 1851. godine za Veliku izložbu industrijskih dostignuća svih nacija u Londonu. Ova izložbena hala, koja je popularno nazvana Kristalnom palatom (slika 1), proglašena je najvećom, najbolje osvetljenom i najtransparentnijom zgradom svih vremena. Ova velelepna građevina dugačka 555,3 metra, široka 122,4 metra i visoka 33 metra bila je u potpunosti sagrađena od gvožđa i stakla, a za njenu izgradnju korišćeno je 93000 m<sup>2</sup> stakla, ugrađenog u zidove, kupole i svodove ove zgrade.



*Slika 1 - Crystal Palace, London 1851*  
(<https://blog.inoxstyle.com/en/crystal-palace/>)

Teško je utvrditi ko je prvi osmislio ovu vrstu fasada i na kom objektu je prvi put izvedena zid zavesa. Razlog uglavnom leži u velikoj popularnosti stakla na fasadama zgrada širom sveta i mnoštvu različitih postojećih sistema koji pripadaju grupi zid zavesa. Veruje se da je prvi ovakav fasadni sistem projektovao nemački arhitekta Valter Gropius (1883-1969), koji je bio nastavnik u čuvenoj nemačkoj umetničkoj školi Bauhaus (Mislin 2009) [1]. Kada se ova škola preselila iz Vajmara (Weimar) u Desau (Dessau) 1926. godine, Gropijus je osmislio i isprojektovao novi kampus jednostavnog, funkcionalnog i modernog dizajna. Njegov najvažniji doprinos dobio je naziv „zid zavesa“ i predstavljao je spoljni zid od stakla. Međutim, za prvu zid zavesu u SAD-u može se utvrditi da je isprojektovao arhitekta Luis Kurtis (Louis S. Curtiss) i da je fasada postavljena 1909. godine u Kansas Sitiju na zgradi Bouli Kloting kompanije (Boley Clothing Company) (slika 2). Ova zgrada je i dalje u upotrebi i nalazi se na spisku Nacionalnog registra važnih istorijskih lokacija u SAD-u. U San Francisku je 1918. godine na zgradu

Hallidie postavljena zid zavesa sa čeličnim stubićima. I ova zgrada je i dalje u upotrebi, a ona je centralna kancelarija Američkog instituta za arhitekturu. Međutim, u Njujorku se prva zid zavesa pojavila tek 1952. godine na zgradi Lever House (slika 3).



*Slika 2 - Boley Clothing Company, Kansas City*  
(<https://sah-archipedia.org/buildings/MO-01-095-0001>)



*Slika 3 - Lever House, New York City, 1952*  
([www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org))

Razvoj savremenih zavesnih zidova, kako navodi Vitomir [2], možemo podeliti u tri generacije. Prva generacija vezana je za početak sedamdesetih godina dvadesetog veka i odlikuje se jednostavnim dizajnom, čiji su noseći profili izrađeni od aluminijuma, ugradnja je izvedena na samoj zgradi - što je predstavljalo štapni sistem sa vidnim horizontalnim i vertikalnim podelama. Drugu generaciju zid zavesa (1980-1990) karakterisali su zaštićeni sistemi, dizajnirani prema preporukama proizvođača i standardnim modelima, uzimajući u obzir i većinom sisteme sa štapnim vidnim horizontalnim i vertikalnim podelama, dok su blok sistemi počeli da se pojavljuju. Montaža je, kao u slučaju prve generacije, izvođena pretežno na samoj zgradi. Oni koji su nastali posle 1990. godine nazivaju se trećom generacijom zid zavesa i njene glavne karakteristike su: uglavnom zaštićeni ili posebno projektovani sistemi za posebne namene, sa prevladavajućim blokovskim sistemima za veće objekte i sistemi za lepljenje za manje, sa konstrukcijom od aluminijumskih profila ili nerđajućeg čelika, velike zastakljene površine, sa posebnom opremom i delovima za zaptivanje, pri čemu se na objektu ugrađuju montažne jedinice.

Dugogodišnja težnja arhitekata da projektovane fasade od stakla imaju što manje netransparentne površine, odnosno da stakleni delovi budu što veći, a da se mesta oslanjanja svedu na najmanju moguću meru, polako ali sigurno se bližila realizaciji. Posle klasičnih zid zavesa pojavile su se polustrukturalne fasade, a nešto kasnije, šezdesetih godina prošlog veka, i strukturalne fasade, gde se metalna konstrukcija nalazi u potpunosti iza stakla.

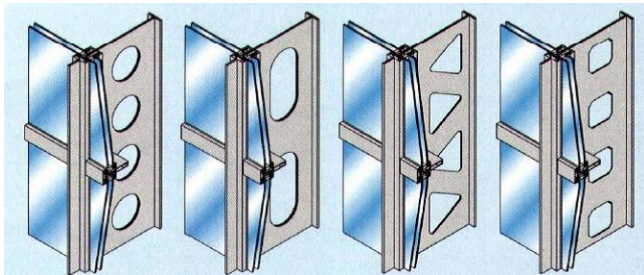
Sledeći korak je bio prelazak sa linijskog oslanjanja stakla, koji je do tada bio prisutan kod sve tri vrste zid zavesa (klasični, polustrukturalni i strukturalni), na tačkasti sistem oslanjanja u cilju potpunog oslobađanja fasadnog omotača metalnih nosećih elemenata. Prva fasada ove vrste, sa tačkastim sistemom nošenja stakla, kako navodi Čikić [3], urađena je na muzeju Wilhem u Duizburgu 1964. godine gde su ugrađeni stakleni paneli visine 4 metra.

### 3 KONSTRUKCIJA ZID ZAVESA I OPTEREĆENJA

Zid zavesa pripadaju grupi lakih fasadnih sistema nastalih sublimacijom svih zaštitnih funkcija zgrade u jednu laku, tanku opnu, propusnu samo za svetlost. Sama konstrukcija zid zavesa se sastoji od vertikalnih

nosećih elemenata, stubića i horizontalnih elemenata, prečki, koji su najčešće izrađeni od aluminijuma, čelika ili drveta i postavljeni su na odgovarajućem razmaku formirajući okvire za ugradnju elemenata ispune koji su pretežno od stakla, od kamena, aluminijuma, bakra, kompozitnih materijala, itd.

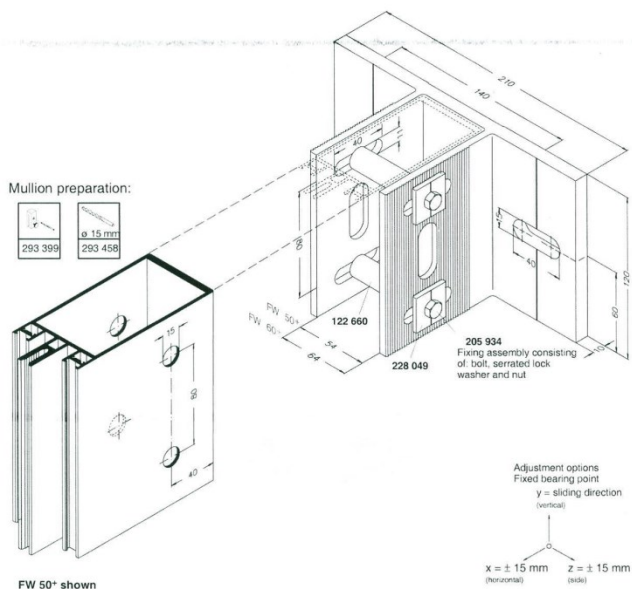
Poprečni preseći stubića i prečki mogu biti različiti ali najčešće su to cevasti, dvostruko ili monosimetrični I preseći, T preseći itd (slika 4).



**Slika 4 - Klasična zid zavesa sa stubićima od čeličnih I profila**

(<https://dokumen.tips/documents/zid-zavese.html>)

Ovi elementi mogu biti puni ili šuplji. Veze između elemenata ali i veze za samu noseću konstrukciju moraju biti takve da omoguće pomeranje usled dejstva spoljašnjih sila, a pre svega vetra i da omoguće dilatacije usled dejstva temperature i gravitacije, ali i zbog sleganja temelja. Projektovanju veza posvećuje se posebna pažnja (slika 5).



**Slika 5 - Karakteristična veza stubića za međuspratnu konstrukciju (Schueco katalog)**

Karakteristična opterećenja za takvu vrstu konstrukcija, pored sopstvene težine, su vetar, sneg, led, temperatura i zemljotres, a u nekim slučajevima treba uzeti u obzir i opterećenje koje bi nastalo tokom održavanja konstrukcije [4]. Važno je obratiti pažnju na temperaturno dejstvo, s obzirom na to da je podkonstrukcija često izrađena od aluminijuma, a koeficijent toplotnog širenja je tri puta veći od čelika, pa dilatacije koje se javljaju u elementima nisu male. Ovaj problem se obično rešava odgovarajućim izborom statičkog sistema, tj. primenom odgovarajućih kliznih veza. Treba naglasiti da je vetar dominantno opterećenje laganih fasadnih konstrukcija. Efekti vetra posebno su izraženi na uglovima zgrada i na delovima fasade blizu krova, kako se navodi i u detaljnoj analizi u [4]. Tamo se, s obzirom na stvaranje vrtloga, stvara jako sišuće dejstvo vetra, a koeficijenti pritiska su višestruko veći od onih na centralnim delovima područja opterećenih vetrom.

#### 4 KARAKTERISTIČNI PROBLEMI FASADA TIPA ZID ZAVESA

U najvećem broju slučajeva problemi koji se javljaju na fasadama ovog tipa su direktna posledica neadekvatnog projektovanja, njihovog izvođenja i nekompatibilnosti sa nosećom konstrukcijom objekta. Iako zid zavesa nemaju ulogu kao glavna noseća konstrukcija koja prima sva opterećenja, one imaju zadatak da prime sva opterećenja koja deluju na nju i prenesu ih putem veza na glavnu noseću konstrukciju zgrade. Ako zid zavesa nije projektovana na adekvatan način i ako dođe do njenog oštećenja, dolazi do narušavanja fasadne opne i ulazak vetra sa kišom, snegom, ledom ali i letećim delovima krhotina (flying debris) u objekat. Na ovaj način dolazi do oštećenja ili pak potpunog uništavanja unutrašnjosti objekta. Cena koštanja oštećene fasade ali i unutrašnjosti objekta uvećana je i nemogućnošću korišćenja objekta ili dela objekta na određeno vreme. Prvi znaci oštećenja zid zavesa usled dejstva jakih vetrova jesu pre svega oštećenja elemenata za zaptivanje, potom se pojavljuju pukotine u samoj oblozi uz koje može doći do izvlačenja spojnih sredstava koja vezuju zid zavesu za noseće elemente konstrukcije, a konačno može nastupiti rušenje delova fasadnog omotača [5]. Dakle, jedan od osnovnih problema zid zavesa jeste njeno neadekvatno projektovanje za opterećenje vetrom (slika 6).



**Slika 6 - Oštećenja zid zavesa usled dejstva jakih vetrova**  
(<https://oceanimpactwindows.com/blog/window-breaks-during-hurricane/>)

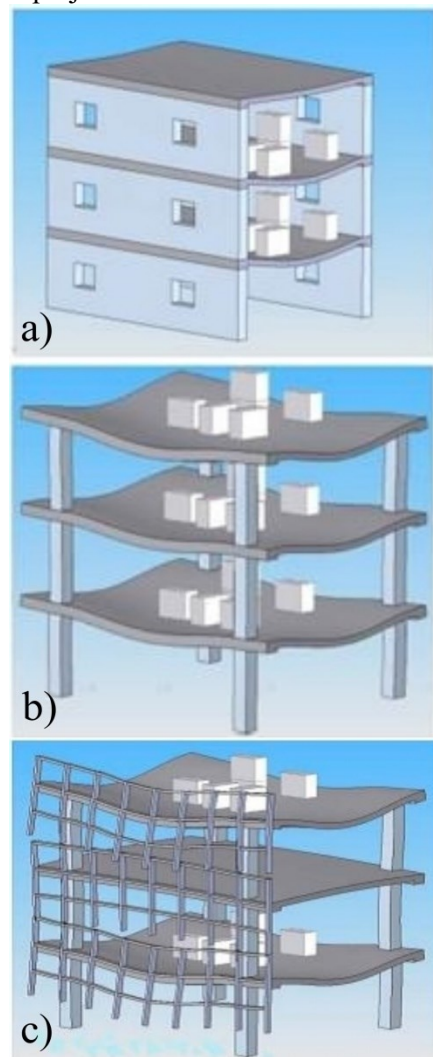
Pored savladavanja sila vetra i njihovog prenošenja na glavnu noseću konstrukciju zgrade fasada je izložena pomeranjima i deformacijama glavne noseće konstrukcije i njenih elemenata. Iz ovog razloga fasada mora biti tako projektovana da može da izdrži i pomeranja i deformacije glavne noseće konstrukcije zgrade. Ovo ponekad nije lako ostvariti obzirom na materijale koji se pojavljuju na fasadi zgrade, njihov broj, raznorodnost i karakteristike. Čest problem fasada tipa zid zavesa, kako navodi i Allana [5], jeste nekompatibilnost sa glavnom nosećom konstrukcijom objekta. Čak i kada je zid zavesa dobro projektovana, mora se na adekvatan način izvršiti integracija sa glavnim nosećim sistemom zgrade.

Povećana primena skeletnih sistema stvorila je potencijal za formiranje transparentne, lagane fasade, omogućujući brojne arhitektonske opcije povezane sa novom generacijom omotača zgrada. Porast duktilnih, skeletnih ramova doveo je do povećanja pomeranja (ugiba) same konstrukcije i njenih elemenata, u odnosu na, do tada poznate, sisteme masivnih zidova (slika 7.a.).

Pomeranja karakteristična za zavesu mogu se klasifikovati u tri grupe: vertikalna pomeranja, bočna pomeranja u ravni fasadnog zida i bočna pomeranja upravna na fasadni zid. Kod objekata gde se povećao raspon između nosećih elemenata, kao posledica se javlja porast ugiba koji moraju biti podržani fasadnom konstrukcijom (slika 7.b.). Maksimalne vrednosti dopuštenih ugiba u funkciji raspona, date su u brojnim propisima, a preporučene vrednosti su slične [6].

Kada zid zavesa ne može da izdrži pomeranja glavne konstrukcije (slika 7.c.), integritet same fasade postaje ugrožen. Oštećenja mogu biti različitih oblika i stepena, od čisto estetskih oštećenja do pucanja stakla i otkaza nosećih elemenata fasade i njihovih

spojeva. Zbog bočnih pomeranja izazvanih horizontalnim silama, ispunski paneli se često sudaraju, posebno na uglovima zgrada, i oštećuju se, pri čemu se uglovi ispunskih ploča prekidaju, pucaju ili u potpunosti ruše. Treba napomenuti da je u slučaju zid zavesa staklo najčešći materijal za ispunu i krhko je, pa ne može izdržati velike ugibe kao glavna noseća konstrukcija. Posebno su osetljivi, na ova pomeranja, uglovi zgrade u kojima se staklo spaja bez nosećeg okvira. Iz ovih razloga, ako pomeranja primarnog nosećeg sistema zgrade nisu usklađena sa pomeranjima koja zid zavesa može da izdrži, dolazi do oštećenja [6]. Stoga, u fazi projektovanja, kada su poznata pomeranja glavnog nosećeg sistema zgrade, sledeći korak treba da bude analiza pomeranja zid zavesa zbog svih uticaja kojima je izložena. Zato su za celovitost celokupnog sistema od najveće važnosti adekvatno isprojektovane i izvedene veze.



**Slika 7 - Zidni noseći i uokvireni strukturalni sistemi, ponašanje zavesnog zida usled deformacije glavne noseće konstrukcije (Kazmierczak 2010) [6]**



## 5 ZAKLJUČAK

Zid zavese predstavljaju multifunkcionalni omotač zgrade čiji trošak dostiže i do 40% cene celokupne konstrukcije, pa je usvajanje odgovarajućeg fasadnog sistema u najranijim fazama projektovanja od velike važnosti. Međutim, tačno je da je samo deo profesionalne zajednice upoznat kako sa njihovim projektovanjem i konstrukcijom, tako i sa problemima koji prate lagane fasadne sisteme, poput zid zavesa.

Trenutno važeći propisi, iako su modernizovani i ažurirani u prethodnoj deceniji, i dalje se mogu poboljšati uvođenjem specifičnih standarda za projektovanje lakih fasadnih konstrukcija.

Jedan od osnovnih problema zid zavesa je neadekvatno sagledavanje opterećenja vetrom. Razumevanje prirode ponašanja vetra je od ključne važnosti za adekvatno projektovanje laganih fasadnih konstrukcija kao što su zid zavese, a efekti dejstva vetra na objekat, moraju se analizirati u najranijim fazama projektovanja. Poželjno je analizirati numeričkom dinamikom fluida, što suprotno statičkoj analizi, daje preciznija dejstva na fasadu. Njegovom adekvatnom primenom mogu se prevazići nedostaci postojećih propisa, a efekti vetra na fasade zgrada mogu se realnije razmotriti.

U većini slučajeva problemi koji se javljaju na ovoj vrsti fasada direktna su posledica neadekvatnog projektovanja, izgradnje i nekompatibilnosti sa nosećom konstrukcijom zgrade. Analiza opterećenja, prenos opterećenja kroz veze, sa fasadne konstrukcije na glavnu, relativna pmeranja i koordinacija pomeranja glavne konstrukcije i fasadnog omotača moraju se uzeti u obzir u najranijim fazama projektovanja. Samo na taj način zid zavesa će pored estetske zadovoljiti i brojne druge funkcije koje su joj poverene.

## LITERATURA

- [1] Mislin, M.: Annotations on the History of Curtain Walls an Industrial Buildings of the United States and Germany between 1890 and 1920, Proceedings of the Third International Congress on Construction History, Cottbus, 2009.
- [2] Vitomir, J.: Konstrukcija aluminijumskih fasada, AD ALPRO Vlasenica, Vlasenica (in Serbian), 2006.
- [3] Čikić, J.: Staklo i konstruktivna primena u arhitekturi, *Građevinska knjiga*, Beograd (in Serbian), 2007.
- [4] Đurić Mijović, D.: Architectonic - Structural Design of Steel and Aluminium Facade Systems, *Doctoral*

*dissertation, University of Niš, Serbia (in Serbian), 2016.*

- [5] Allana, K.P., Carter, D.: Curtain Wall Issues, Problems and Solutions, Building Envelope Technology Symposium, 2012.
- [6] Kazmierczak, K.: Review of curtain walls, focusing on design problems and solutions, Conference BEST 2 – Design and Rehabilitation, Session EE4-1, Portland, Oregon, 2010.

## KLIZIŠTE NA LOKACIJI DUBOKA DOLINA U SELU BUNUŠEVAC, OPŠTINA VRANJE – PREDLOG I VERIFIKACIJA SANACIONIH MERA

UDK : 625.122(497.11)

Zoran Bonić<sup>1</sup>, Elefterija Zlatanović<sup>2</sup>, Nebojša Davidović<sup>3</sup>, Nemanja Marinković<sup>4</sup>,  
Nikola Romić<sup>5</sup>, Branimir Stanković<sup>6</sup>

**Rezime:** U fokusu ovog rada je klizište na lokaciji Duboka dolina u selu Bunuševac, opština Vranje, kojim je zahvaćen deo naselja i okolni nenaseljeni teren na površini od oko tri hektara. U radu je dat opis uzroka i procesa nastanka klizišta, kao i projektovane mere sanacije. Trenutno stanje terena zahvaćenog procesima kličjenja zahteva preduzimanje kako hitnih, tako i dugoročnih mera sanacije. Na osnovu raspoloživih katastarsko-topografskih podataka i geotehničkog elaborata, predložena je sanacija klizišta ugradnjom horizontalnih drenova, čime bi se u značajnoj meri smanjio nivo podzemnih voda u širem području klizišta, i modifikacijom geometrije kosine nasipanjem zemljanog materijala u donjem delu kosine, što bi doprinelo povećanju sile otpora koja se suprotstavlja kličjenju. Sa ciljem verifikacije predloženih mera sanacije sprovedene su računске analize stabilnosti kosina primenom softvera Geostructural Analysis (Slope Stability). Na osnovu rezultata sprovedenih analiza stabilnosti kosine, zaključeno je da projektovane mere stabilizacije kosine, pod uslovom da se izvedu kako je planirano, obezbeđuju stabilnost kosine.

**Ključne reči:** klizište, mere sanacije, modifikacija geometrije kosine, horizontalni drenovi, računске analize, verifikacija mera

**Abstract:** In the focus of this paper is the landslide at the location of Duboka dolina in the village of Bunuševac, municipality of Vranje, which affected a part of the settlement and the surrounding uninhabited terrain on an area of about three hectares. The paper describes the causes and processes of the landslide occurrence, as well as the proposed remediation measures. The current state of the terrain affected by landslide processes requires the undertaking of both urgent and long-term remediation measures. Based on the available cadastral-topographic data and geotechnical study, a landslide remediation is proposed by installing horizontal drains, which would significantly reduce the groundwater level in the wider landslide area, as well as by modification of the slope geometry with earth filling in the lower part of the slope, which would increase a force of resistance that opposes sliding. To verify the designed remediation measures, computational analyses of slope stability were carried out utilising the software Geostructural Analysis (Slope Stability). Based on the results of the performed slope stability analyses, it was concluded that the designed slope stabilisation measures, provided that they are executed as planned, ensure the stability of the slope.

**Keywords:** landslide, remediation measures, slope geometry modification, horizontal drains, computational analyses, verification of measures

<sup>1</sup> vanredni profesor Građevinsko - arhitektonskog fakulteta u Nišu Univerziteta u Nišu

<sup>2</sup> docent Građevinsko - arhitektonskog fakulteta u Nišu Univerziteta u Nišu

<sup>3</sup> docent Građevinsko - arhitektonskog fakulteta u Nišu Univerziteta u Nišu u penziji

<sup>4</sup> istraživač pripravnik, Građevinsko - arhitektonski fakultet u Nišu Univerziteta u Nišu

<sup>5</sup> asistent, Građevinsko - arhitektonski fakultet u Nišu Univerziteta u Nišu

<sup>6</sup> dipl. inž. građ., Građevinsko - arhitektonski fakultet u Nišu Univerziteta u Nišu

## 1 UVOD

Na lokaciji dela naselja Duboka dolina u selu Bunuševac, pored Vranja, došlo je do značajnih pomeranja zemljane mase i oštećenja stambenih objekata koji su tu izgrađeni. Radi se o poznatom i starom klizištu koje je bilo posebno aktivno tokom 2018. i 2019. godine. Klizištem je zahvaćen deo naselja kako je to prikazano satelitskim snimkom na Slici 1. Teren je jednim delom pod strmim nagibom. Teren je jednim delom pod strmim nagibom prema potoku i nepristupačan pod gustom vegetacijom, dok je drugim delom sa manjim nagibom i koristi se za poljoprivrednu proizvodnju. Ukupna površina terena zahvaćenog klizištem procenjena je na oko 3 hektara. Trenutno stanje terena zahvaćenog klizištem i stepen oštećenja objekata nameću potrebu da se projektuju i izvedu odgovarajuće mere sanacije.

## 2 GEOTEHNIČKO ISTRAŽIVANJE TERENA I ANALIZA UZROKA NASTANKA KLIZIŠTA

U cilju dobijanja potrebnih podloga za izradu projekta sanacije navedenog klizišta, uprava grada

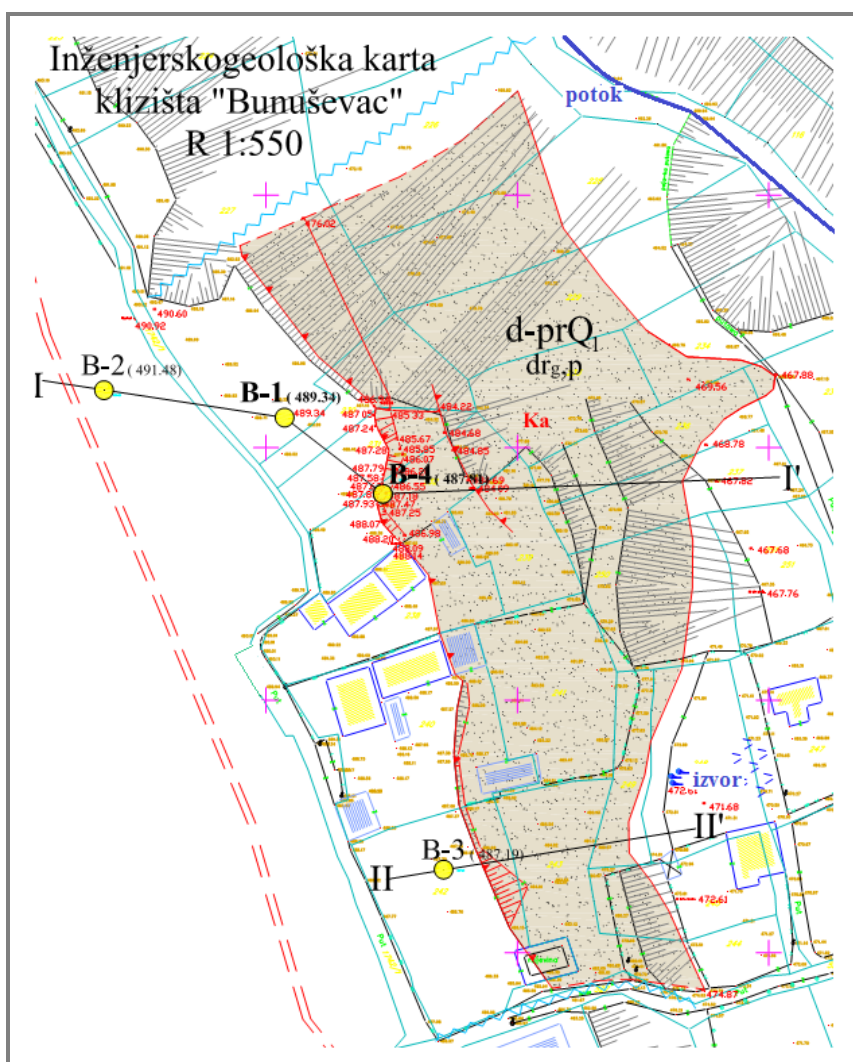
Vranja je naručila geotehnička istraživanja, koja su izvedena septembra 2019. godine, a na osnovu kojih je sačinjen Elaborat pod nazivom „Geotehničke podloge za potrebe izrade idejnog projekta sanacije klizišta u zoni gradskog naselja Duboka dolina u Bunuševcu - Vranje“ [1]. Elaborat je urađen od strane Društva za geološka istraživanja i inženjering „Geoinženjering d.o.o.“ iz Niša.

Ispitivana lokacija predmetnog klizišta sa izvedenim istražnim bušotinama, definisana je sa ciljem određivanja morfoloških i litoloških karakteristika terena, površine i dubine klizanja, kao i utvrđivanja uzroka koji su doveli do pojave klizišta, a time i načina za sanaciju klizišta. Uočeno je da postoji pomeranje masa tla u pravcu nagiba padine – sa čeonim ožiljkom klizišta koje se nalazi na velikom prostoru i koje zahvata nekoliko kuća. Klizište je nepravilnog oblika sa nožicom koja je teško uočljiva, široka i u pojedinim delovima dopire skoro do potoka (Slika 2).

Nastanak klizišta zavisi od velikog broja činilaca, a pre svega od litološkog sastava terena, nagiba, orijentacije, položaja i dužine potencijalne površine klizanja, kao i položaja i režima podzemne vode u pokrenutom terenu, te je stoga posebna pažnja posvećena njihovom utvrđivanju.



*Slika 1 - Deo naselja Duboka dolina u Bunuševcu zahvaćen klizištem*



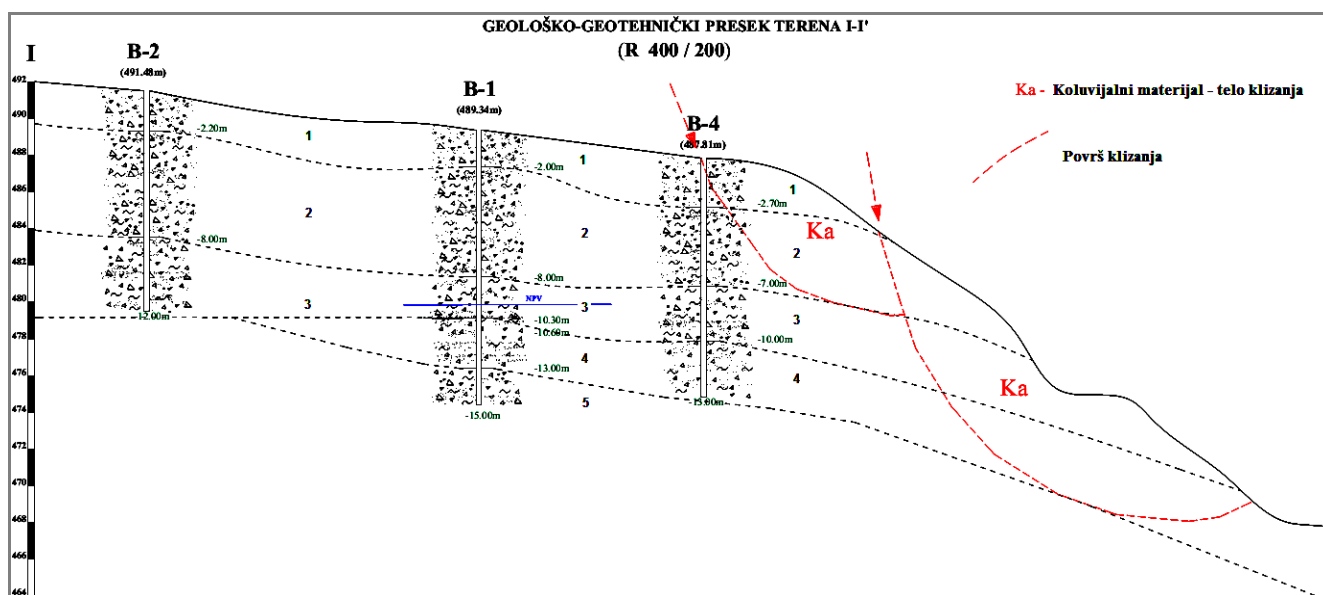
Slika 2 - Inženjersko - geološka karta klizišta sa rasporedom istražnih bušotina

Istražnim bušenjem terena do dubine 10 do 15 m i analizom predhodnih istražnih radova, utvrđene su litološke karakteristike tla u okviru ispitivanja predmetne lokacije. Izdvojeni litološki članovi (Slika 3) su:

- (1) Drobina, sitnozrna, veličine peska i prašina, sa retkim komadima do 4 cm (prema USCS klasifikaciji - *CL*);
- (2) Drobina, sitna, sa laminama sivih prašinstih glina i peskova (prema USCS klasifikaciji - *CL, CH*);
- (3) Drobina, sa proslojcima peska, sitnozrna, slabo zaglinjena (prema USCS klasifikaciji - *CL*);
- (4) Drobina, sitnozrna, sa laminama sivo - plavih prašina, suva, zbijena, veličine peska do sitnog šljunka (prema USCS klasifikaciji - *CL*);

- (5) Drobina, različito zaglinjena, sa nagomilanjima karbonata, zbijena, suva (prema USCS klasifikaciji - *CH*).

Generalno, geneza tla je jasna, dok je materijal nejasnih granica, sličan po sastavu i po fizičko - mehaničkim karakteristikama. Analizom fizičko - mehaničkih parametara tla određena je klizna površ koja je formirana u različitim litološkim sredinama, sa najvećom dubinom klizanja od oko 6,50 m (Slika 3). Prva, starija klizna površ, je verovatno na granici sloja (5) – drobina, dok je druga, mlađa klizna površ na kontaktu sloja (2) i (3). Definisanu kliznu površ i koluvijalni materijal aktivnog klizišta treba uzeti uslovno iz razloga veoma nejasne slike dobijene kartiranjem istražnih bušotina i uvidom u nabušene slojeve tla koji su veoma sličnih karakteristika.



Slika 3 - Geološko - geotehnički presek terena I – I'

Pri utvrđivanju uzroka koji su doveli do pojave klizišta naročito je vođeno računa o registrovanju nivoa podzemne vode u izvedenim bušotinama i postojećim bunarima u neposrednoj okolini klizišta. U bunaru neposredno u blizini bušotine B-1, u bušotini B-3 i bunaru između njih, registrovan je nivo podzemne vode na dubini od 3,0 m. Takođe, registrovano je zabarivanje (izvor) u nožici klizišta. Ovo su činjenice koje su bitno uticale na donošenje suda o nivou podzemnih voda u telu klizišta, uzroku nastanka klizišta, kao i na izbor mera sanacije klizišta.

Na osnovu svega iznetog u Elaboratu, može se reći da se radi o aktivnom, višefaznom, relativno starom klizištu uzrokovanim predisponirajućim karakteristikama lokacije – pre svega nagibom terena i geološkom građom sa narušenim prirodnim stanjem tla dejstvom čoveka. Konačno, na osnovu osmatranja terena, analize njegovog geološkog sastava i merenja i osmatranja nivoa podzemne vode, zaključeno je da je pod uticajem atmosferskih i podzemnih voda (sa dodatnim uticajem neregulisane kanalizacije) došlo do promene fizičko - mehaničkih parametara tla, pa je voda najvećim delom bila inicijator klizanja.

### 3 PREDLOŽENE MERE SANACIJE

Uzimajući u obzir sve prethodno navedeno, kao rešenje za sanaciju klizišta usvojeno je dreniranje padine u zoni klizišta, gde se nalaze objekti i

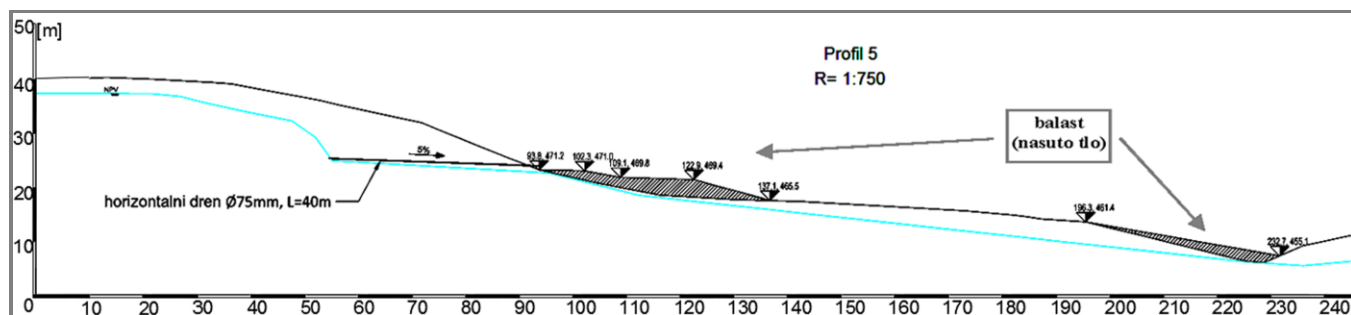
infrastruktura, kao i modifikacija geometrije kosine dodavanjem zemljanog materijala u zoni koja poboljšava stabilnost kosine. Materijal treba dodati u donjem (najnižem) delu kosine u vidu nasipa sa bermama. Predložene mere sanacije, s obzirom na površinu zahvaćenu klizanjem (približno 3 ha, gledano u horizontalnoj projekciji) i dubinu površi klizanja (i do 6,5 m prema Geotehničkom elaboratu) predstavljaju najracionalnije rešenje sanacije. Treba napomenuti da se zbog dubine lokalnih i globalnih kliznih površi, kao i veličine područja zahvaćenog klizanjem u startu odustalo od izvođenja bilo kakve potporne konstrukcije.

Predloženo je da se sanacija klizišta sprovede u dve faze.

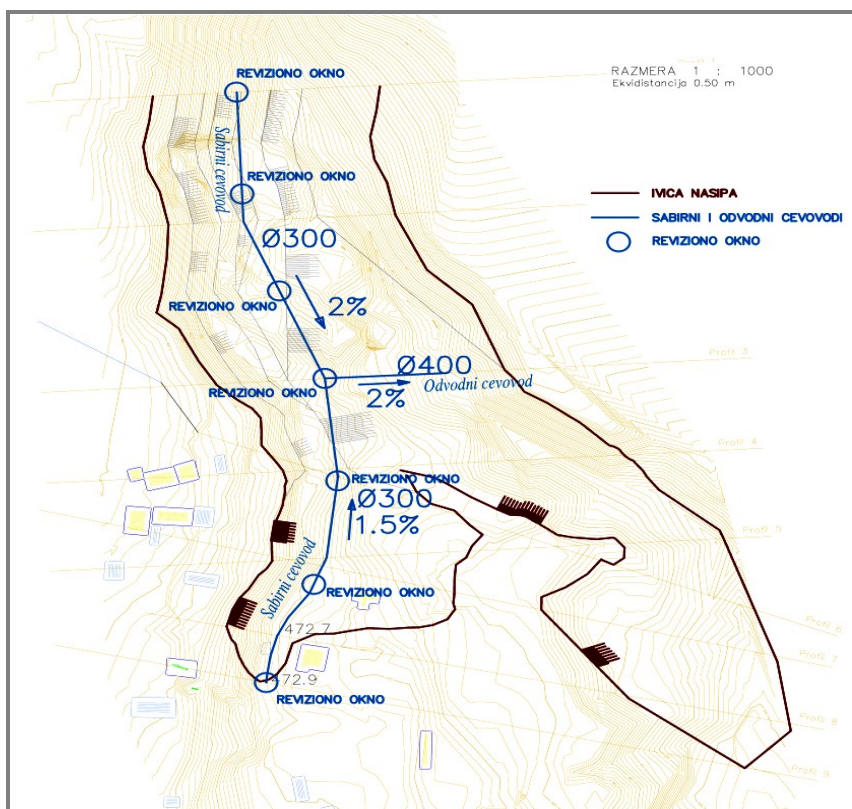
I. Prvu fazu sanacije predstavlja dreniranje kosine. Ovde je najpre ispitivan uticaj izvođenja vertikalne drenaže u dnu kosine, međutim efekti ove mere nisu bili zadovoljavajući. Zato je pri daljem projektovanju tretirana mera izvođenja horizontalnih drenova, koja je, u kombinaciji sa merom preraspodele mase tla, dala prihvatljive rezultate. U tu svrhu je predviđeno izvesti horizontalne drenove u telo klizišta, dužine 40,0 m i prečnika cevi 75 mm. Ugradnju horizontalnih drenova treba uraditi sa prostora nožice klizišta, kako je to dato na Slici 4. Međusobni razmak horizontalnih drenova je 5,0 m, a pad prema sabirnom kanalu 5%. Zadatak planirane horizontalne drenaže je

II. efikasno prikupljanje i odvođenje podzemnih voda iz tela klizišta, što ima za posledicu obaranje nivoa podzemne vode.

u toku eksploatacije predviđeno je ukupno 7 revizionih okana prečnika 1,0 m. Cevovode treba



Slika 4 - Predviđene mere sanacije na klizištu u naselju Duboka dolina, Bunuševac (poprečni presek)



Slika 5 - Predviđene mere sanacije na klizištu u naselju Duboka dolina, Bunuševac (u osnovi)

Iz horizontalnih drenova voda se prihvata sabirnim cevovodom prečnika  $\varnothing$  300 mm, koji ima dva kraka u odnosu na reviziono okno na koti 471,6 m (Slika 5). Sabirni cevovod ima pad 2% u gornjem (severnom) i 1,5% u donjem (južnom) delu klizišta. Njime se sakupljena voda odvodi do odvodnog cevovoda prečnika  $\varnothing$  400 mm i pada 2% ka recipijentu koji ovde predstavlja potok u dnu duboke doline. Radi obezbeđenja mogućnosti kontrole funkcionisanja, čišćenja i popravljanja sabirnog i odvodnog cevovoda

pokriti (zatrpati) zemljanim materijalom u debljini ne manjoj od 1,0 m.

III. Modifikacija geometrije kosine dodavanjem zemljanog materijala u donjem (nižem) delu kosine (gledano u poprečnim preseccima klizišta), u vidu nasipa sa bermama, predstavlja drugu fazu stabilizacije kosine (Slike 4 i 5). Nasipanje zemljanog materijala se

IV. može izvesti samoniklim materijalom iz okoline ili nekim drugim pogodnim materijalom.

Nasip treba završiti površinskim slojem zbijenog glinovitog materijala (glineni čep) koji treba izvesti u debljini od 0,30 m. Nasutu površinu treba izvesti ravno kako bi se izbeglo stvaranje neravnina, izbočina i depresija gde bi eventualno moglo doći do pojave zabarivanja, što bi dalje moglo dovesti do proceđivanja površinskih voda i izazvati lokalne nestabilnosti u pojedinim nasutim delovima.

Za zaštitu kosina od erozije, na celokupnoj površini nasutog zemljanog materijala treba formirati trajni vegetativni pokrivač i to primenom postupka hidrosetve, uz korišćenje organske kokosove mreže. Osim toga, treba uraditi i pošumljavanje bagremom. Na taj način se sprečava erozija terena, a ujedno i obezbeđuje prosušivanje gornjih slojeva terena i vrši stabilizacija tla korenovim sistemom.

Efekat predloženih mera sanacije je dvostruk:

- 1) Dreniranjem bi se u značajnoj meri smanjio nivo podzemnih voda u širem području klizišta, što bi dovelo do smanjenja pornih pritisaka i povećanja smičuće otpornosti tla, čime bi se ovaj prostor učinio stabilnijim.
- 2) Nasipanjem tla u najnižem delu kosine bi se povećala sila otpora koja se suprotstavlja klizenju.

#### 4 VERIFIKACIJA PREDLOŽENIH MERA SANACIJE

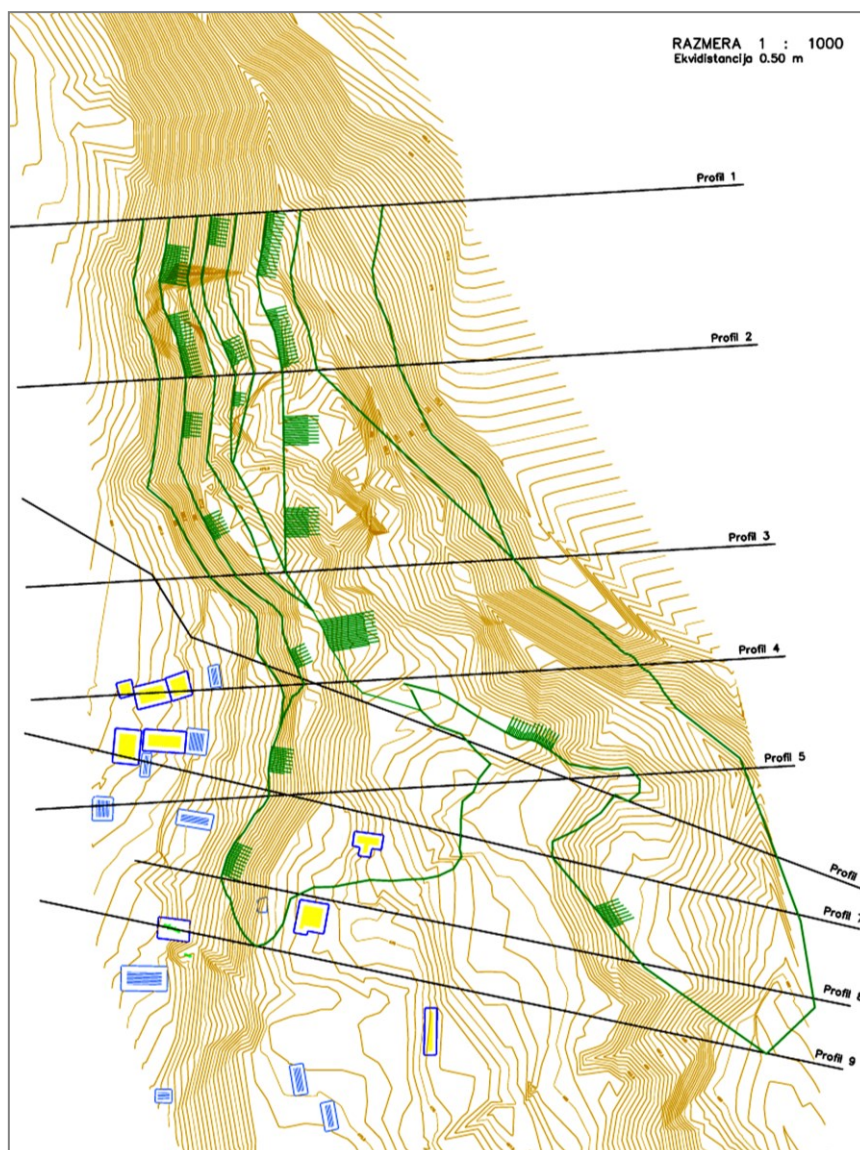
Verifikacija predloženih mera za sanaciju klizišta izvršena je kroz računsku analizu stabilnosti kosina na razmatranim profilima (Slika 6) na predmetnoj lokaciji, korišćenjem softverskog paketa Geostructural Analysis (Slope Stability) [2]. Najpre je na merodavnim poprečnim profilima, za usvojene vrednosti geotehničkih parametara slojeva tla iz pomenutog Geotehničkog elaborata, urađena povratna analiza kako bi se došlo do merodavnih vrednosti geotehničkih parametara slojeva tla. Sa tako usvojenim karakteristikama slojeva tla izvršena je verifikacija predloženih mera u pogledu dostignutih faktora sigurnosti po pojedinačnim profilima. Proračun faktora sigurnosti je urađen primenom rešenja Bishop-a, sa optimizacijom analiziranih kliznih površina. Za potrebe računskih analiza stabilnosti kreiran je računski model kosine, pri čemu su uzeti u obzir:

- opterećenje od sopstvene težine tla;
- saobraćajno opterećenje (16,70 kN/m<sup>2</sup>);
- opterećenje od objekata na kosini;
- seizmički uticaji (preko seizmičkih koeficijenata  $K_h = 0,05$  i  $K_v = 0,04$  koji odgovaraju seizmičkoj zoni mikrolokacije);
- projektovani drenažni sistem (efekat → sniženje nivoa podzemne vode (NPV) u kosini);
- projektovano nasipanje zemljanog materijala u najnižem delu kosine (efekat → povećanje otpora klizenju).

Na karakterističnim poprečnim profilima klizišta izvršene su analize globalne i lokalne stabilnosti kosine. Proračun je sproveden odvojeno za dejstvo statičkog opterećenja (sopstvena težina tla, saobraćajno opterećenje i opterećenje od objekata) i seizmičkog opterećenja. U oba slučaja, odvojeno su analizirane globalna i lokalna stabilnost kosine i dobijene zadovoljavajuće vrednosti faktora sigurnosti (Tabela 1).

Može se videti da su sve sračunate vrednosti faktora sigurnosti  $F_s$  veće od zahtevanih vrednosti: 1,40 za dejstvo statičkog opterećenja i 1,10 za dejstvo seizmičkog opterećenja, u skladu sa odgovarajućim aktuelnim pravilnicima i standardima [3, 4].

Kritične površi klizanja, utvrđene analizama globalne i lokalne stabilnosti kosine, u statičkim i dinamičkim uslovima, prikazane su u nastavku na primeru profila 5 kao jednog od najkritičnijih profila na telu klizišta (Slike 7 – 10).

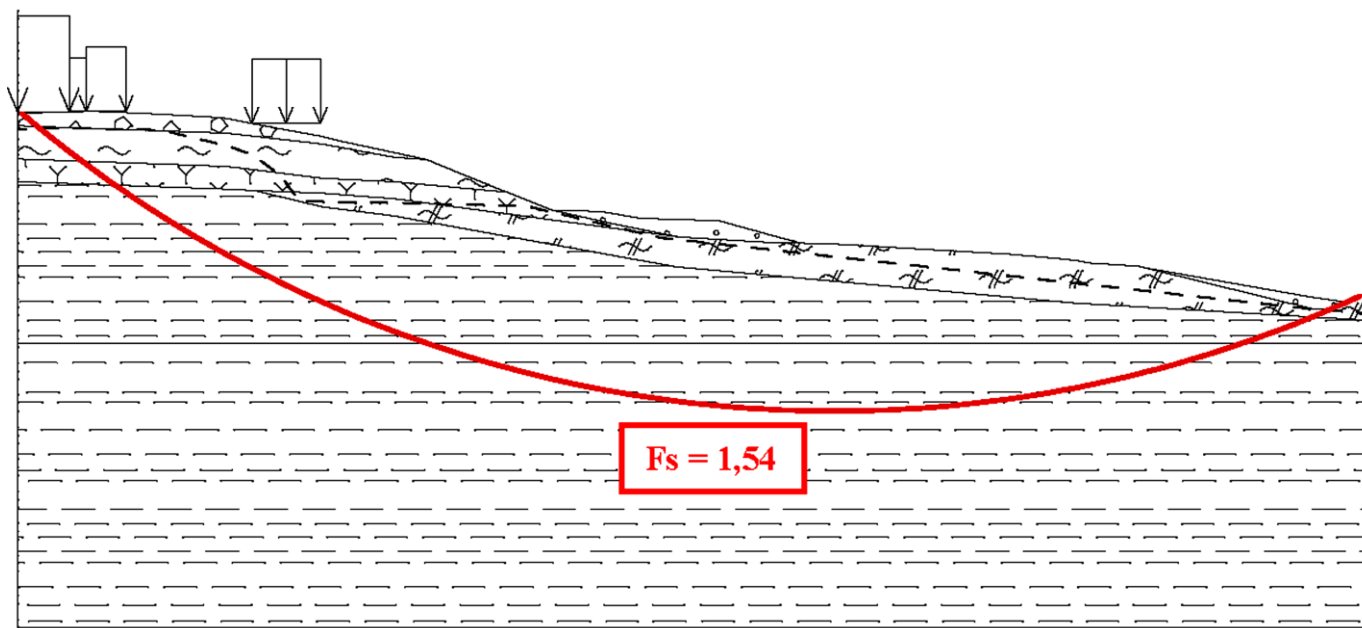


*Slika 6 - Pozicija razmatranih profila na telu klizišta*

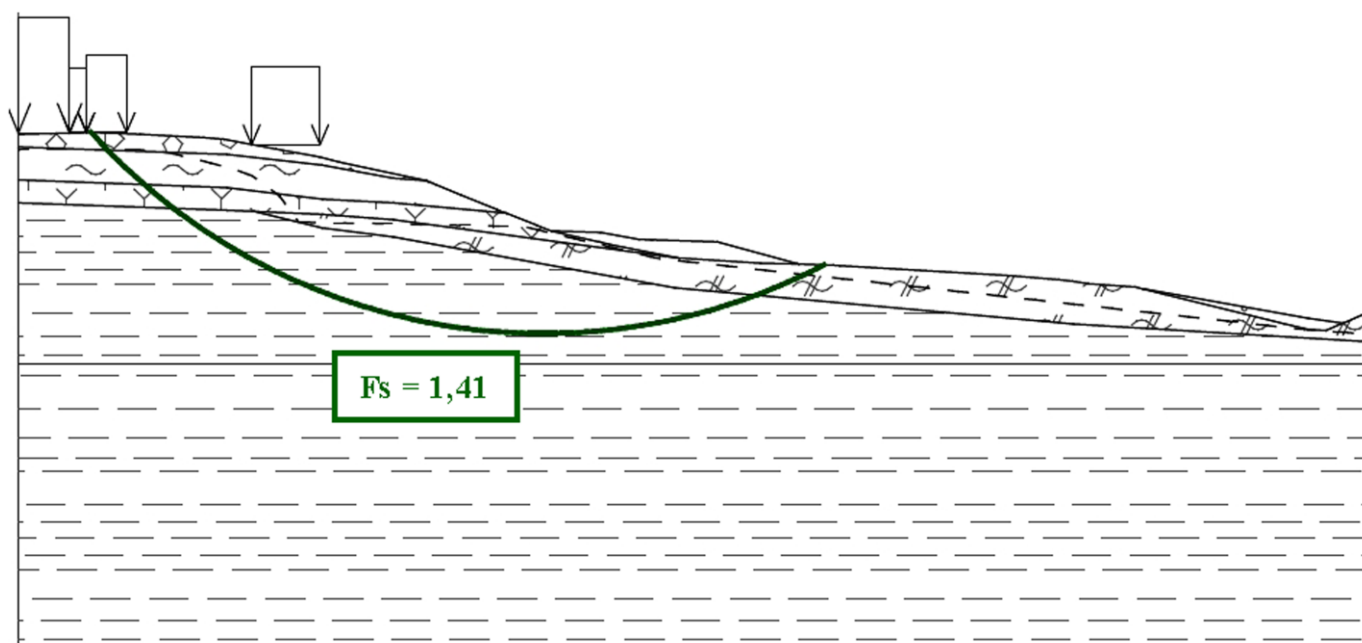
*Tabela 1 - Koeficijenti sigurnosti kosine sa merama sanacije na razmatranim profilima na telu klizišta*

Profil	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>F<sub>s</sub></b> (zahtevano $\geq 1,40$ ) Globalna stabilnost kosine (statičko opterećenje)	1,41	1,41	1,41	1,41	1,54	1,52	1,57	1,54	2,37
<b>F<sub>s</sub></b> (zahtevano $\geq 1,40$ ) Lokalna stabilnost kosine (statičko opterećenje)	1,58	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,61	1,50	1,94
<b>F<sub>s</sub></b> (zahtevano $\geq 1,10$ ) Globalna stabilnost kosine (statičko + seizmičko opterećenje)	1,15	1,14	1,11	1,11	1,12	1,12	1,15	1,12	1,72
<b>F<sub>s</sub></b> (zahtevano $\geq 1,10$ ) Lokalna stabilnost kosine (statičko + seizmičko opterećenje)	1,23	1,25	1,11	1,11	1,11	1,12	1,16	1,15	1,68

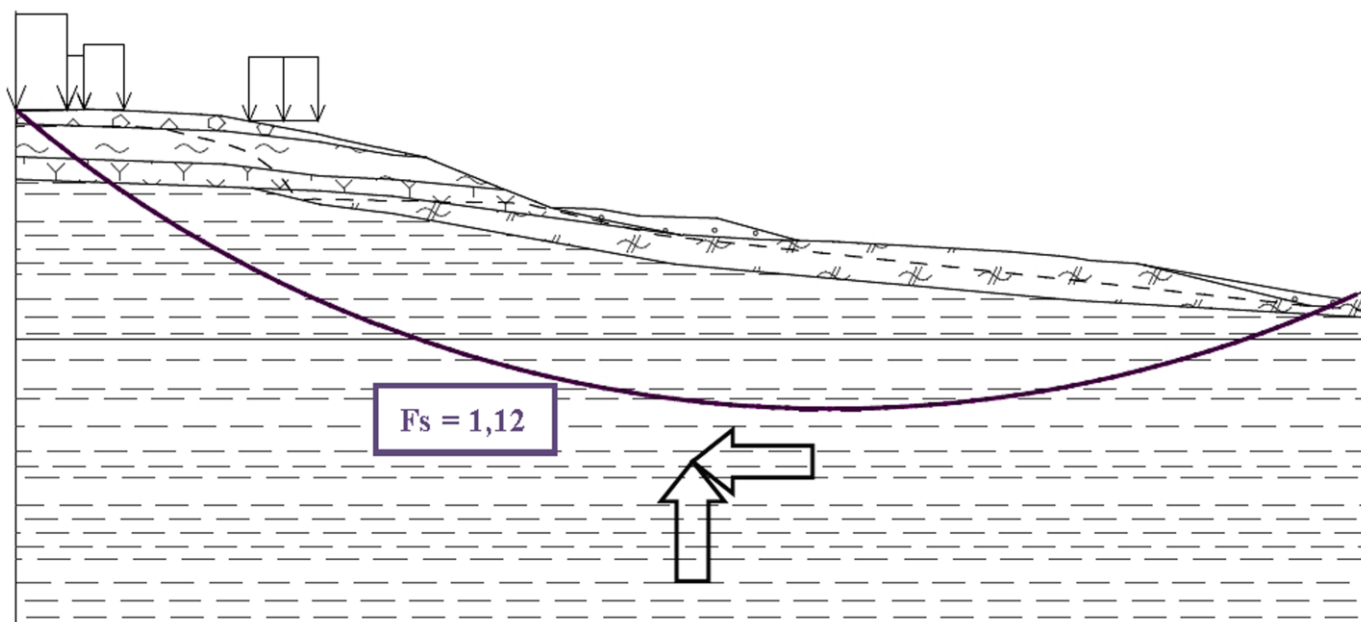




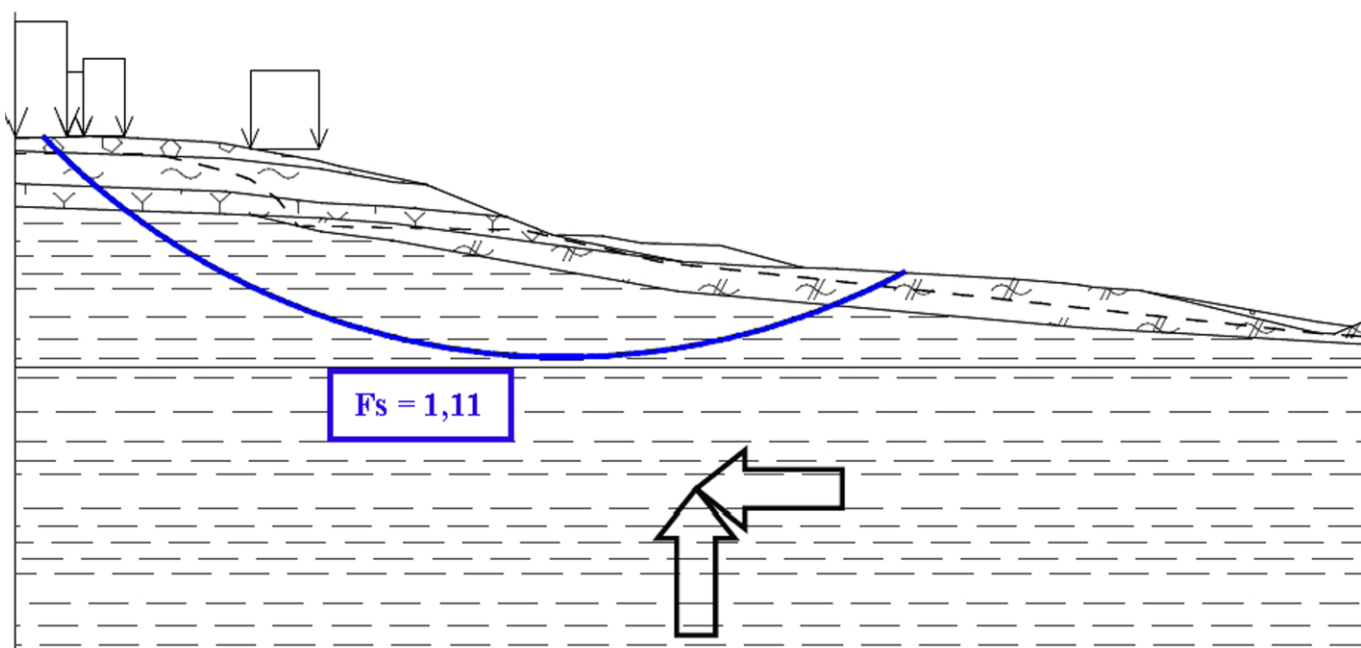
Slika 7 - Predviđene mere sanacije i kritična klizna površ za globalnu stabilnost kosine na profilu 5 (dejstvo statičkog opterećenja)



Slika 8 - Predviđene mere sanacije i kritična klizna površ za lokalnu stabilnost kosine na profilu 5 (dejstvo statičkog opterećenja)



Slika 9 - Predviđene mere sanacije i kritična klizna površ za globalnu stabilnost kosine na profilu 5 (dejstvo statičkog + seizmičkog opterećenja)



Slika 10 - Predviđene mere sanacije i kritična klizna površ za lokalnu stabilnost kosine na profilu 5 (dejstvo statičkog + seizmičkog opterećenja)

Na osnovu rezultata sprovedenih analiza stabilnosti kosine, zaključeno je da projektovane mere stabilizacije kosine, pod uslovom da se izvedu kako je planirano, obezbeđuju stabilnost kosine.

## 5 ZAKLJUČAK

Na lokaciji dela naselja Duboka dolina u Bunuševcu, opština Vranje, došlo je do značajnih pomeranja zemljane mase i oštećenja objekata koji su tu izgrađeni. Ugroženo područje obuhvata prostor od oko 3 hektara sa nekoliko manjih klizišta uz obalne strane potoka koji protiče kroz naselje. U cilju sanacije klizišta predložene su mere koje podrazumevaju dreniranje kosine ugradnjom horizontalnih drenova i modifikaciju geometrije kosine dodavanjem zemljanog materijala u vidu nasipa sa bermama. Verifikacija predloženih mera za sanaciju klizišta izvršena je kroz računsku analizu stabilnosti razmatranih profila na predmetnoj lokaciji, korišćenjem softverskog paketa Geostructural Analysis (Slope Stability), pri čemu su uzeta u obzir dejstva statičkog, saobraćajnog i seizmičkog opterećenja. Navedene mere bi trebalo da doprinesu smirivanju klizišta, što bi merenjima trebalo kasnije potvrditi i pratiti.

## ZAHVALNOST

Autori rada zahvaljuju se na podršci Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije u okviru naučnoistraživačkog projekta TR 36028 (2011 – 2020).

## LITERATURA

- [1] *Geotehničke podloge za potrebe izrade idejnog projekta sanacije klizišta u zoni gradskog naselja Duboka dolina u Bunuševcu – Vranje*, “Geoinženjering” d.o.o. Niš, 2019.
- [2] *Geostructural Analysis (Slope Stability)*, Bentley Systems, 2014.
- [3] *Zbirka jugoslovenskih pravilnika i standarda za građevinske konstrukcije - deo: Geotehnika i fundiranje*, Jugoslovensko društvo građevinskih konstruktera, Beograd, 1995.
- [4] *Pravilnik o tehničkim normativima za projektovanje i proračun inženjerskih objekata u seizmičkim područjima*, Jugoslovensko društvo građevinskih konstruktera, Beograd, 1986.

## BOOSTING THE INTERNATIONALISATION FOR CIRCULARITY IN THE BUILDING ENVIRONMENT - ICBUILD<sup>1</sup>

UDK : 624:65.012.65

Vladimir Gumilar<sup>2</sup>, Biljana Avramović<sup>3</sup>, Dragoslav Stojić<sup>4</sup>

**Summary:** Construction Cluster DUNDJER from Niš, Serbia, is taking part in an European COSME project, „Boosting the Internationalization for Circularity in the Building Environment,“ (acronyme ICBUILD, Call: COS-CLUSINT-2020-3-01 – Clusters Go International). The main objective of this project is to intensify the collaboration of the European construction and building-related industry clusters across borders, to establish the European Strategic Cluster Partnership, and to lead international cluster cooperation in fields of strategic interest for SMEs companies towards foreign markets beyond Europe.

**Keywords:** *International Cluster Colaboration, Construction Industry, Circular Economy, Green Building, SME in Building Industry, Canada, Mexico, Brasil, India, UAE, COSME, resource efficiency, inovations in construction.*

**Rezime:** Gradjevinski Klaster DUNDJER iz Niša, Srbija, učestvuje u Evropskom COSME projektu sa akronimom ICBUILD (Poziv: COS-CLUSINT-2020-3-01 – Clusters Go International). Glavni cilj ovog projekta je intenziviranje prekogranične saradnje evropskih klastera u građevinarstvu i srodnim industrijama, uspostavljanjem Evropskog strateškog klsterskog partnerstva – ICBUILD, kao i jačanje internacionalizacije radi cirkularnosti u građevinskom okruženju koje bi vodilo ka međunarodnoj klsterskoj saradnji na poljima od strateškog interesa za kompanije i MSP prema stranim tržištima izvan Evrope.

**Ključne reči:** *Medjunarodna saradnja klastera, Gradjevinska industrija, Cirkularna ekonomija, Zelena gradnja, MSP u gradjevinarstvu, Kanada, Meksiko, Brazil, Indija, Ujedinjeni Arapski Emirati, COSME, Efikasno korišćenje resursa, Inovacije u gradjevinarstvu.*

<sup>1</sup> Research supported by project ICBUILD in frame of EU COSME project line (Call: COS-CLUSINT-2020-3-01);

<sup>2</sup> Slovenian Construction Cluster, Ljubljana, Vaša 41a, 1215 Medvode, e-mail: [Vladimir.Gumilar@sgg.si](mailto:Vladimir.Gumilar@sgg.si) ;

<sup>3</sup> Construction Cluster Dundjer, Niš, Ivana Milutinovića 24, e-mail: [KlasterDundjer@yahoo.com](mailto:KlasterDundjer@yahoo.com) ;

<sup>4</sup> University of Niš, Faculty of Civil Engineering and Architecture, Niš, A. Medvedeva 14, e-mail: [dragoslav.stojic@gaf.ni.ac.rs](mailto:dragoslav.stojic@gaf.ni.ac.rs) .

## 1. INTRODUCTION

As we head into the first portion of 2021, we are able to take a comprehensive look on the impact COVID-19 had in a variety of industries. Construction industry professionals, and particularly MSME– Micro, Small and Medium-sized Enterprises, faced unprecedented hurdles as a result of worldwide lockdown mandates and other COVID-19 mitigation measures. Closed borders and warehouses caused breaks in the supply chain that were a huge disruption and set construction timelines back weeks to months. Customer relations were strained because of these delays that no one wanted. Alternatively, projects were cancelled altogether because customers no longer had funds to move forward with new builds or renovations. Further, on top of travel restrictions and quarantine, the industry was challenged to adapt to evolving COVID-19 regulations at a moment's notice.

The pandemic has laid bare the entrenched shortcomings of the built environment sector; underscoring the prevalence of low-quality buildings, issues around the affordability of decent housing, and the lack of adaptability of our current building stock. These issues, coupled with the growing concern around the industry's highly wasteful and resource-intensive nature, present a strong impetus for the sector's transformation. From the other side, in the unparalleled response to the Covid-19 emergency, trillions of dollars in economic stimulus have been made available around the world while the calls for a recovery that is in alignment with other global challenges, have never been louder. We should see beyond the pandemic a rare opportunity to build a resilient and low-carbon economic recovery.

Our world is only 9% circular and the trends are negative. The circularity gap is not closing<sup>1</sup>. Buildings still account for 45% of worldwide energy but also for enormous resource consumption. For example, the construction industry and the EU28 renovation segment is the largest single waste source being generated (42% covering 461 Mt/year of CDW and expected to reach close to 570 Mt/year in 2030). For example, in EU, almost one-half final energy consumption and extracted materials, and about one-third of water consumption, is related to the construction and occupancy of buildings. The sector also generates about one-third of all waste. Nowadays,

most of the EU countries are only recycling about 50% of their CDW<sup>2</sup>. This situation in many third countries is not improving. This is a global challenge and opportunity for growth and internationalization. It opens new business occasion for companies developing circular solutions – a huge green or circular construction market yet to be unveiled and exploited.

Transition to a more circular economy requires changes throughout value chains, from product design to new business and market models, from new ways of turning waste into a resource to new models of consumer behaviour. Circular construction adopts the principles of circular economy along the life-cycle of buildings. Design and construction of resource efficient, smart, modular, durable, easy to dismantle buildings, building as a service, off-site production, integration with mobility services, re-use of components, use of recycled materials, reduction of waste at retrofitting and demolishing, CDW management - are some of the challenges of the circular construction. Circular construction involves the entire supply chain, it changes many traditional business models and requires cross sector collaboration with different business actors which need to integrate their products and services in a complex product such as smart building.

Sustainable construction can be defined as a dynamic of developers of new solutions, investors, the construction industry, professional services, industry suppliers and other relevant parties towards achieving sustainable development, taking into consideration environmental, socio-economic and cultural issues. It embraces a number of aspects such as design and management of buildings and constructed assets, choice of materials, building performance as well as interaction with urban and economic development and management.

Circularity and sustainability are from the perspective of average stakeholder in construction close concepts. The green building is also known in particular countries and environments. Even there is slight difference in focus, they share the same overall goal. All three notations are used through the proposal, accordingly. Circular renovation projects play a

notable role in helping meet climate targets. Building construction and the production of building materials currently account for 11% of the world's energy-related carbon emissions. Simply choosing to renovate rather than demolish and construct new buildings can lower these emissions.

#### Circular economy in the entire life cycle of build environment

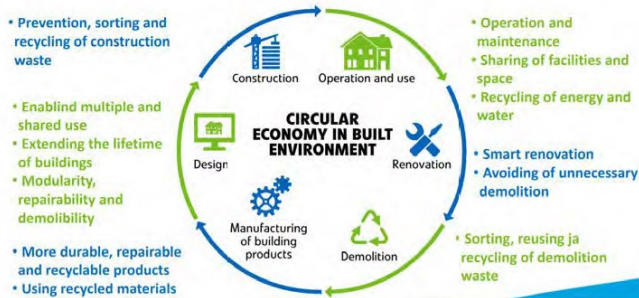


Fig. 1 Circular economy in the build environment, Source: EU2019.fi <https://www.sitra.fi/en/publications/circular-economy-built-environment>

European construction companies have played leading role in development and implementation of energy efficient, sustainable, eco-innovative and smart solutions which are being upgraded to circular solutions. This international competitiveness needs to play an increasingly important role for the long-term sustainability of the construction sector, especially if we consider that the European markets are predicted to be overall less dynamic than emerging markets in the Asia-Pacific region, in the Middle East, and in Latin America.

Despite a huge potential for internationalization, European clusters and their members face a number of barriers to foster internationalization of circular construction solutions:

1. A number of circular construction solutions has been put to the market and many are still being developed, or face barriers of rigid regulation, low trust among clients, slow changes of value chains and business models.
2. The circular approach in most cases requires collaboration beyond the companies' borders but also cross-sector collaboration.
3. Going on a third or any market is for circular construction solution (such as circular approach to

CDW management) much more market (framework conditions) dependent and challenging compared to some consumable or product for end users. The market barriers in any, including third countries, need again collaborative approach with local value chain actors, and new business models of capturing and sharing of the value delivered.

Considering the above, and the dramatic consequences of the pandemic, putting SME internationalization at the heart of internationalisation and export strategies is critical, both at EU level and beyond its borders. SMEs thrive when they are integrated into global value chains. The pandemic has disrupted supply chains and international trade, and SMEs don't have the resources to rebuild the broken connections and even more to create new ones on their own. Besides, the speed of recovery after Covid-19 outbreak will depend on the ability of SMEs to return to sustainable operations post crisis after current stimulus measures put in place by national and regional governments run out. Cluster organisations should think in a medium and long-term period and direct their focus to delivering three foundational interventions that are of highest impact and relevance to SMEs: access to local and foreign market demand both private and public, support for internationalization, and enhancement of productivity.

The main objective of this proposal is to intensify the collaboration of the European construction and building-related industry clusters across borders and to establish the European Strategic Cluster Partnership – ICBUILD - Boosting the Internationalisation for Circularity in the Building Environment - to lead international cluster cooperation in fields of strategic interest for SMEs companies towards foreign markets beyond Europe.

ICBUILD proposal born from the strong willingness of the six cluster organisations and associations from Slovenia, Italy, Poland, Hungary, and Serbia – SGG, ELCA, DOMUS, INNOWATOR, ARCHENERG, and DUNDJER, to broaden horizons and extend their vision to bring the individual internationalization process of their clusters to the next level and develop the joint internationalization strategy that will go beyond the ad-hoc export promotions and individual business trips.

ICBUILD partner clusters aim to create better conditions and mechanisms for their companies to innovate, grow, and compete at an international level.

The project partners know well their members' unfavourable position in the global value chains due mainly to SMEs limitations, such as scale and scope disadvantages that do not justify the magnitude of investment in foreign expansion, financial constraints, lack of time, difficulty in accessing external capital, inadequate knowledge of foreign markets and inexperience in managing foreign exchange.

The rationale of the ICBUILD consortium is to provide more efficient and better-customised supporting measures and tools to their member companies on their paths towards internationalisation in the third countries, thanks to joined forces and a comprehensive mid- and long-term joint internationalization strategy with a strong unique selling point. This is defined as International Collaborative Innovation Partnership, a medium to long term agreement on collaboration encompassing not only clusters, their members, but also other stakeholders which may be important to enable collaborative projects and business cooperation between European and third country companies. The latest can than range from join approach to new competences and skills development, join collaborative projects on circular solutions, to join venture to new technologies/products development and their commercialization, on third market, but also on European ones.

## 2. THE SPECIFIC OBJECTIVES OF THE ICBUILD PARTNERSHIP ARE THE FOLLOWING

The specific objectives of the ICBUILD partnership are the following:

- To develop a specific, comprehensive and long-term market-driven ICBUILD joint internationalization strategy for the reciprocal actual benefit of partner clusters and their SMEs while approaching third countries markets;
- To strengthen the role of ICBUILD partner clusters as drivers for member companies' internationalization, and as tools for stimulating the post-pandemic business rebound and increasing their national and regional business attractiveness;
- To support the ICBUILD affiliated SMEs to take a proactive approach and think beyond the immediate effect in realising the go-to-market

processes, making them more strategic in foreign markets deployment applying entry modes other than exporting, be more self-confident but prepared and consequently more successful in the international ventures;

- To highlight the vital role of cooperative alliances in internationalization strategy and to develop long-lasting International Collaborative Innovation Partnerships with foreign and European stakeholders to ease companies' participation in global value chains.

Upon a preliminary consultation with partner clusters management boards and their affiliated companies, the ICBUILD consortium identified 5 third countries beyond Europe to be target by the project activities: CANADA, INDIA, MEXICO, UNITED ARAB EMIRATES, and BRAZIL.

The global construction market size is expected to decline from USD 11,217.4 billion in 2019 to USD 10,566.8 billion in 2020. However, the industry will show signs of recovery in 2021 and reach a market size of USD 11,496.7 billion, projecting a CAGR of 1.2% between 2019 and 2021. The construction industry is expected to grow due to expected economic recovery resulting also in increasing awareness about sustainable building solutions and specific demand for antibacterial construction materials (due to pandemic).

## 3. FOCUS ON GREEN BUILDINGS GLOBAL MARKET

Green building or sustainable construction is referred to structures that are environmentally responsible and energy-efficient throughout its life cycle. Green building practices aim to reduce the environmental impact of a building. Most of the materials used in green buildings such as lumber, recycled metal, fiberglass, and mineral wool are renewable and non-toxic in nature. Green buildings use onsite generation of renewable energy through biomass, solar power, hydropower, and wind power. These practices make a building reduce its operating energy usage. Furthermore, low energy consumption appliances are used in green buildings to keep energy costs low. Most of the green building materials including cellulose and fiberglass are being used in green buildings owing to their superior insulating properties. Methods such as rainwater harvesting are adopted in green buildings to conserve reduce wastage of water. Green buildings

also seek to reduce wastage of energy and materials thus reducing the overall environmental impact. Green buildings are widely used for residential, commercial, and industrial purposes owing to their low operational costs, energy efficiency, and low carbon footprint. Focus on sustainability and the imperative need for nations to reduce their carbon footprint are anticipated to push market growth throughout the forecast period. Supportive government policies to support the construction of green buildings, combined with sustainable certifications such as the Leadership in Energy and Environmental Design (LEED), are expected to boost industry demand. The high resale value of these properties is another factor expected to kick-start the development of these buildings, mainly in emerging economies such as India and Latin America.

In particular, the global non-residential green buildings market is expected to decline from \$85.1 billion in 2019 and to \$79.05 billion in 2020 at a compound annual growth rate (CAGR) of -7.1%. The decline is mainly due to economic slowdown across countries owing to the COVID-19 outbreak and the measures to contain it. The criteria for green building constructions are expected to change in preparedness to prevention and control of such pandemic diseases in coming years. The market is then expected to recover and reach \$103.08 billion in 2023 at CAGR of 9.3%. Increased need for sustainable and eco-friendly solutions contributed to the growth of the Non-residential green building market. According to the USGBC (U.S. Green Building Council) report, green buildings can reduce carbon emission by 34% and consume 25% less energy than the conventional buildings. It has now become essential for Commercial construction companies to give priority to sustainable design and construction techniques to utilize our planets finite resources in a sensible way.

The global residential green buildings market is expected to decline from \$119.63 billion in 2019 and to \$116.46 billion in 2020 at a compound annual growth rate (CAGR) of -2.65%. The decline is mainly due to economic slowdown across countries owing to the COVID-19 outbreak and the measures to contain it. The criteria for green building constructions are expected to change in preparedness to prevent and control such pandemic diseases in the coming years. The market is expected to recover and reach \$150.95 billion in 2023 at a CAGR of 9.03%. Greater

consumer interest has contributed to the growth of residential green buildings. Customers, particularly millennials, are showing more interest in sustainable and net-zero energy homes considering the environmental concerns as sustainable (green) building design include the use of natural and renewable sources. The high cost associated with green features and practices is a potential barrier to the expansion of the green building market

The global market for green building materials (interior and exterior products) estimated at US\$238 billion in the year 2020, is projected to reach a revised size of US\$425.4 billion by 2027, growing at a CAGR of 8.6% over the analysis period 2020-2027. Among the noteworthy geographic markets are Canada that forecasts to grow at 7.1%, led by India and Latin America that will expand at a 13% CAGR through the analysis period.

#### 4. FOCUS ON THE TARGET THIRD COUNTRIES

##### CANADA

According to Canada Green Building Council (CaGBC) report, the potential of a green recovery that prioritizes green building is high and indicates that Canada's green building sector can contribute 1.5 million jobs and \$150 billion in Gross Domestic Product (GDP) by 2030 while cutting greenhouse gas emissions (GHG) by 53 megatons compared with 2018 levels. Climate change awareness is on the rise in Canada, and companies and regulators alike are making serious moves to reduce the carbon footprint of commercial and industrial construction. In Canada, office buildings use 18% of the country's electricity, with residential buildings accounting for a further 33%. New construction guidelines like Net Zero have established a standard for sustainable building practices, and heavy government subsidies are making it more affordable to meet the higher upfront costs associated with green building. Main focus is given to air-tight building envelopes, improving heating and ventilation efficiency, smarter appliances and high-efficiency LED lighting, HVAC systems and a surge in demand for the green materials. Canada government is also taking actions to support combination of deep retrofits, installation of on-site renewables (such as solar panels or wind turbines), fuel-switching and recommissioning.





Fig. 2 Canada Impact of the Climate Forward Scenario, Source: Canada’s Green Building Engine report

**MEXICO**

Mexico is a rising leader in Green Building and sustainability. As the second-largest construction market in Latin America, the country is poised for significant growth in its buildings sector, estimated at 2.6 million new residential units and \$286 billion in total investment between 2018 and 2025 alone. The way it designs these buildings will have implications for the country’s ability, and the region’s and world’s ability, to curb climate change. Zero-carbon buildings are achievable in Mexico today given the current policy landscape, which is more favourable than in many other emerging economies. And we’re starting to see promising signs of market momentum toward their broader adoption.

Mexico has several critical, foundational policies for energy efficiency and distributed clean energy. The country established building energy norms and an energy code (IECC-Mexico) that require energy-efficient construction practices.

The national government also has programs to provide incentives for efficient construction (INFONAVIT’s green mortgage program and SHF’s EcoCasa program). Local governments and the private sector are acting, too. Yucatan State became the first jurisdiction in Mexico and one of two in Latin America to sign on to the Net Zero Carbon Buildings Commitment, stating its intention to reach zero emissions in its building portfolio by 2030 and work toward all buildings in the state achieving zero emissions by 2050.

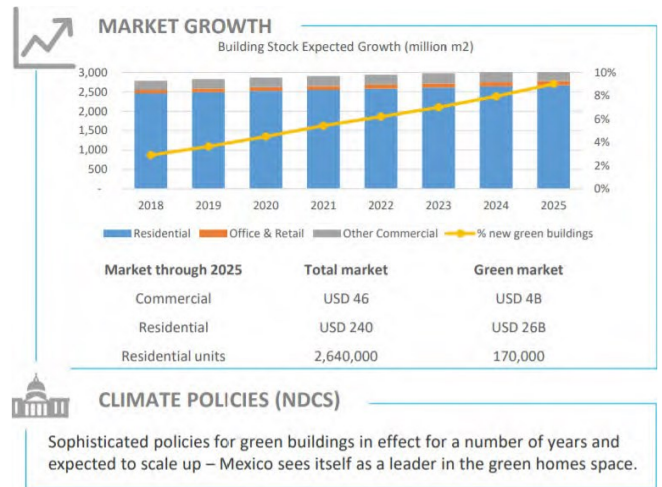


Fig. 3 Mexico Green Building market growth, Source: IFC Country profile, www.edgebuildings.com

**BRAZIL**

The construction industry in Brazil is expected to record a CAGR of 14% to reach BRL 1,013.1 billion by 2024. In particular, the commercial building construction market in value terms is expected to record a CAGR of 16.8% over the forecast period. Over the next 2 years, the publisher expects growth across residential, commercial, industrial, and institutional sectors in Brazil to remain impacted due to the economic downturn caused by the COVID-19 outbreak. Despite near term challenges, medium to long term outlook remains positive. Over the short term, investment in the construction industry will be driven by government spending in the infrastructure recovery that included green building and infrastructures.

In fact, Brazil is the second country in the world to implement a new net zero building certification process, following Canada. Brazil is expected to experience steady growth with green buildings over the next few years. This forecast is based on the fast rise of green certifications which has led to a fairly mature market, as well as the introduction of international and local certification schemes which can serve the different needs of the market.

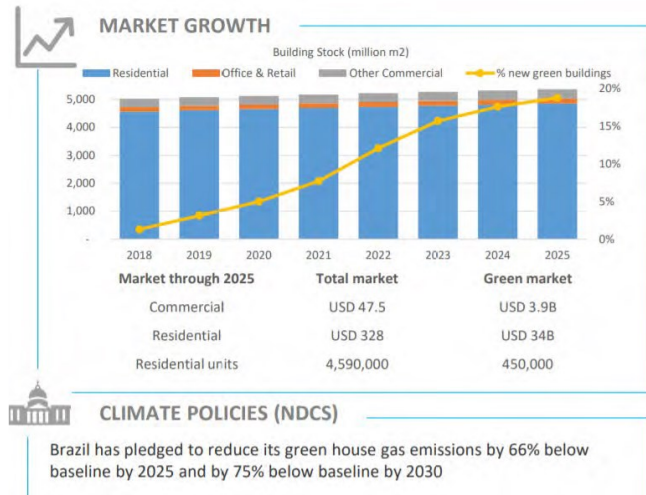


Fig. 4 Brazil Green Building market growth, Source: IFC Country profile, www.edgebuildings.com

Offices and retail – which are leading the market in current certifications – will continue leading the green space in a quick rise of green through 2025, reaching 20% penetration or higher. Due to certification schemes specifically geared to the residential sector, the commercial sector will be quickly followed by the residential market. Overall, IFC forecasts overall green penetration of 20% or even higher.

**INDIA**

The Indian economy shrank 23.9% year-on-year in the second quarter of 2020, much worse than market forecasts of an 18.3% drop. It is the biggest contraction on record, as India imposed a coronavirus lockdown in late March and extended it several times, halting most economic activities. According to the report, ‘Go Green: The Mantra for Sustainable Living’, India ranks second after the US in terms of the number of green technology projects and built-up area. About four percent of buildings in the country are ‘green’ today. Almost 14 lakh houses of total residential properties in India have chosen to go for a ‘green building’ tag, amounting to about 6.33 billion sq ft. India now has an ambitious target of having 10 billion sq ft green building footprint by 2022.

As the country slowly reopens after the pandemic emergency, the need for sustainable buildings with the focus on hygiene will be the calling card of urban planning. The Great Indian Green Building Movement today stands high with 4,000 projects. The Indian

regulation already mandates housing to have solar panels, sewage treatment plant, and insulation. The main need is to bring the overall building consumption to come down as part of green building movement. However, as India’s population kept expanding and the migration from rural regions to cities kept rising, urban planning needs to fit the increasing number of people and ensures spaces for work and homes. Those if not build according to sustainable principles put immense stress on energy, water and waste.



Fig. 5 India Green Building market growth, Source: IFC Country profile, www.edgebuildings.com

Government push to have 200 million sq. meters of green certified buildings by 202 and several states beginning to build awareness and provide tax incentives and subsidies to encourage investment in green buildings. 70% of buildings needed by 2030 yet to be constructed.

**UAE**

On the back of an already struggling market and the COVID-19 outbreak, coupled with low oil prices, construction output in the UAE is expected to contract by 4.8% in 2020, but a rebound of 3.1% in 2021. In 2019, the UAE was among the first national governments that announced its commitment to the ‘Zero Carbon Buildings for All’ initiative, a multipartner global initiative led by the World Resources Institute. According to the 2020 UAE Green Building Market Brief published by Emirates GBC, the UAE has 63.96 million square metres of built up area adapted to local green building regulations or certification programmes. With a growing footprint of buildings being developed under green building regulations, the nation is progressing

towards its goal of achieving all net zero carbon buildings by 2050. The recent approval of a new Dubai Building Code is also a positive development; the new code outlines a revised set of construction rules and standards and seeks to reduce construction costs by streamlining building rules. Furthermore, Emirates GBC has also revealed that the health and wellbeing of building occupants has become a focal point within the green building realm, and the COVID-19 pandemic has brought even more attention to how indoor environmental quality is a major factor influencing wellness. The UAE government is also strongly supporting the development of national and emirate level roadmaps to deep retrofits and decarbonisation of the existing building stock.

The above reported findings show that there will be strong demand in industry stakeholders for new green and circular solution to brought to this market and strengthen their competitive advantage. This is an important business opportunity for EU SME companies, and other organizations to offer their solutions already implemented in EU.

## 5. TARGET GROUP/AUDIENCE

5.1. SIX INDUSTRIAL CLUSTER ORGANISATIONS – PROJECT PARTNERS, and in particular their cluster managers and international/export managers.

The project activities will be dedicated to the SGG, ELCA, SIPH Innowator, Archenerg, DUNDJER and ECODOMUS clusters general managers and cluster internationalization managers, both “junior” and “senior” figures. In particular 19 cluster professionals will be involved: 2 staff from SGG, 2 staff from ELCA, 4 staff from SIPH, 4 staff from Archenerg, 2 staff from Dundjer and 5 staff from ECODOMUS.

5.2. MSMEs – Micro, Small and medium sized companies - FROM THE CIRCULAR, GREEN, AND SUSTAINABLE BUILDING AND CONSTRUCTION SECTOR:

The Micro, Small and medium sized companies constitute the largest group in building and construction supply chains. The ICBUILD cluster beneficiaries represent a total number of 817 MSMEs (cluster associates):

- SGG: 15 SMEs (and a network of about 50 SMEs – non-members);

- ELCA: 460 SMEs (associates of ELCA members – lighting clusters in Italy, Poland, Spain, Belgium and France);
- SIPH Innowator: 66 SMEs;
- ARCHENERG: 74 SMEs;
- DUNDJER: 50 SMEs;
- ECODOMUS: 152 SMEs.

The target SMEs from the sustainable building value chain have a high growth potential, but need market-tailored business support and increased market know-how to enhance their capacity to access new third countries markets and positioned themselves on the international market arena.

The target SMEs are active in the following value chains:

- Construction: construction materials and products manufacturing, architectural design and engineering, contracting works, building operation/maintenance, retrofitting, CDW management;
- Building systems and utilities: HVAC, energy, lighting, Energy Efficient Smart Devices & Systems;
- ICT: supporting digitalization (BIM, IOT), building automation, smart domotic systems and products, smart building and smart city, Home & Building Energy Management, Energy Flexibility Ready Building, Digital Twins;
- Bio sectors: wood sector, production of bio materials and products for construction;
- Eco-innovation: waste recycling, byproduct/waste management from other industries for use in building materials and products and also looking at buildings as materials bank for reuse.

5.3. BUSINESS ACTORS, SMEs AND OTHER STAKEHOLDERS IN THE TARGET THIRD COUNTRIES:

In order to set-up sustainable cooperation, a long term and systemic one within the ICIP partnerships with third country and to set-up appropriate condition for B2B cooperation, the ICBUILD third country strategic and business partners are:

- Clusters in building and construction field, targeting sustainable building and circular construction, and clusters from complementary industrial sectors such as environmental technologies, renewable energy sources, production

- of materials, ICT interested to set-up long term cooperation with similar clusters from EU;
- Members of the clusters, namely SMEs / aiming to improve their competitiveness on their market by cooperating with partners from EU countries;
- R&D organizations, universities with competences and knowledge needed to support a transition to circular construction, interested to cooperate with a similar organization from the EU in collaborative R&D projects;
- Private, green investors (VCs, Business Angels,...) from third countries being interested to investing in novel technologies and entrepreneurship in third countries, e.g. support joint ventures and other international business projects with high ROI.

The following foreign strategic actors support the ICBUILD partnership with the respected letters of support (more of them in attachments):

- Clúster de Tecnologías de la Información del Estado de Colima, A.C., México;
- Anna University, Tamil Nadu, India;
- Sandeep Goswami Associate, Mumbai India and its imitative Climate Resilient Integrated Smart City.

#### 5.4. TARGET THIRD COUNTRIES BUSINESS INTERMEDIARIES AND TRADE ORGANIZATIONS

The project activities regarding the specific market intelligence gathering and C2C & B2B business cooperation and cross-fertilization will envisage direct interaction with target countries business intermediaries and export support bodies, located both - in each partner region and/or country and – in the target Extra-EU countries, that will be consulted on the target markets characteristics, opportunities, product demand, risk factors, regulatory environment, IPR issues, local culture and customs, and other relevant issues for the building SMEs.

This target group will include in particular the following business intermediaries and export support bodies from the 5 preselected markets of the Canada, UEA, Brazil, Mexico, and India:

- target third countries Chambers of Commerce, Trade and Export Offices located in Slovenia, Italy, Hungary, Serbia and Poland (both at regional and national level);
- target third countries Embassies and Trade representatives of the Ministries of Foreign Affairs;

- Enterprise Europe Network internationalization offices related to the target countries;
- European Union Chambers of Commerce in Canada, UEA, Brazil, Mexico and India;
- EU business and IP helpdesks in particular: EUCCAN, Latin America IP SME Helpdesk, Business Support to the EU-India Policy Dialogues with EBTC – European Business and Technology Centre (New Delhi, India) and EUROCHAMBERS;
- Slovenian, Italian, Hungarian, Serbian, and Polish Trade promotion agencies of the country's consulates in target countries;
- Slovenian, Italian, Hungarian, Serbian, and Polish Chambers of Commerce in Canada, UEA, Brazil, Mexico and India like for example the Italian Chamber of Commerce for Brazil, Rio de Janeiro, Brazil (Letter of Support).

#### 5.5. OTHER ESCP4i PARTNERSHIPS and international cluster networks

ICBUILD partners will establish knowledge and experience exchange connections and networking with other European Strategic Cluster Partnerships for Going International (ESCP-4i), with particular focus on the ESCP-4i partnerships targeting the building and construction connected industries and markets.

The preliminary individuated ESCP-4i projects come from the following industry sectors:

- Construction (SENTINEL, WELLIANCE);
- Smart city (ESCT Go Global);
- Smart Lighting (ELCA4i).

Moreover, other European and third countries Clusters in building and construction field, targeting circular construction and sustainable building, which extends eco innovation, smart building technologies to the circular economy principles application, and the cluster from other complementary industrial sectors such as environmental technologies, renewable energy sources, lighting, ICT – Smart house/city, wood sector.

#### 5.6. OTHER RELEVANT COOPERATION STAKEHOLDERS

- R&D organisations, universities with competences and knowledge needed to support transition to circular construction and built environment sustainability.

- Public stakeholders / governmental bodies, municipalities, regional governments – planning, investing, managing, regulation setting to initiate, support, finance, control investments in building and infrastructure following the circular economy principles and EU policies in this field.
- NGO, associations, networks, technological platform – communication, awareness raising, training, promotion, polices' initiation.

#### 5.7. SPECIAL TARGET GROUP - WOMEN IN BUILDING SECTOR

The construction sector has the worst gender balance of any other industries. ICBUILD partnership supports and encourages women entrepreneurship in the building sector. The specific raising awareness campaign will address women working in the building and construction SME companies to inform them about the project internationalisation opportunities and training, and also to support gender-equity in the companies. Having more women on the boards of companies improves the operation of the boards themselves. They provide a greater range of perspectives and insights, more closely representing companies' demographically diverse stakeholders, as well as improving collaborative teamwork. Having more women at all levels is also good for team performance. Finally, better gender diversity at board level improves the image of companies – with both the public and with investors. This helps to boost sales and market performance.

As the construction sector suffers from an extremely poor public image, this impact would be particularly positive for building firms.

Project consortium will exploit synergies in this context with the Europe-wide online platform WEgate and its network as well as with the EEN women entrepreneurship group. CBUILD will also promote the EU gender-smart finance initiatives under the InvestEU programme, to support female-led companies in building.

The ICBUILD proposal foresees that the above-mentioned target groups of stakeholder set-up collaboration in medium term in the promoted International Collaborative Innovation Partnerships, including partners of same categories from third countries.

The important regional/national authorities and sector entities support the SMEs internationalisation

expressed a strong endorsement to the ICBUILD activities through the respective Letters of Support.

In particular, we highlight the following:

- Slovenian National Building and Civil Engineering Institute – ZAG,
- I.E.ME.S.T. The Euro-Mediterranean Institute of Science and Technology,
- Enterprise Europe Network, Southern Poland,
- Regional Chambers of Industry and Commerce in Poland and Serbia,
- Green Building Council Italy,
- The Regional Department of Energy Sicily Region.

Moreover, already more than 40 SMEs have also expressed a strong interest in the ICBUILD proposal with their Letters of Support which is already an important critical mass of companies being already interested to be actively involved in ICBUILD ESCP4i project implementation.

## 6. ICBUILD DISSEMINATION & EXPLOITATION

Sound dissemination and communication activities are a key part of the ICBUILD project and they will be the product of a shared effort afforded by all partners. Along with communicating the project objectives and results, they also contribute to stronger visibility of the ICBUILD internationalisation objectives, ambitions and activities in the target third countries.

The Communication Plan will be drafted at an early stage of the project implementation and shall provide a framework for all the partners, helping to effectively communicate and report all relevant activities and outcomes. It will define the outreach strategy aimed at communicating valuable information to a broad range of recipients (as other clusters, SMEs, target third countries market representatives and intermediary bodies, relevant public authorities, Funding Authority, ECCP platform, etc.). The plan will be aligned with the project specific objectives (why, mission & vision), the communication subjects (what), the target audience (to whom), the due timing (when), the relevant tools and channels (how), the partner

responsibilities for dissemination (who will perform the dissemination) as well as the rules for performing the dissemination activities and the way to evaluate and assess the impact of the outreach actions.

A visible and distinguishable branding of the ICBUILD project will be created to make it easily recognisable in a way that all the communicative actions undertaken during the project are traceable. The communication materials and outreach channels will be developed to strengthen the information campaign and marketing of the ICBUILD joint value proposition in Europe and in the foreign markets.

Communication activities of the ICBUILD project aim to:

- Bring ICBUILD project to the attention of different audiences which are directly or indirectly affected by ICBUILD results or can contribute to implementation and overall project goodwill;
- Highlight and promote the benefits and achievements, for example ICIP partnership set-up, agreement reached, and how this may relate to businesses involved and other impact related to circular change;
- Communicate the importance of circular construction for sector, SMEs, economy and society at large, for competitiveness and growth;

- Create market awareness and demand for circular construction products and services in EU and third markets;
- Explore the ICIP agreements and attract new foreign stakeholders to the ICBUILD internationalisation initiatives.

The ICBUILD dissemination activities will be harmonised with the partners' communication plans and marketing initiatives to ensure the complementarity of the internationalization activities carried out by the consortium.

The dissemination activities foresee also several business cross-fertilisations events. In particular, project partners plan to use the building industry business matchmaking and brokering events organised in Europe beside the most relevant trade fairs and exhibitions, to maximise the opportunities for face-to-face meetings with the target third countries business intermediaries, industrial organizations and foreign companies. The consortium has preliminary individuated the potential construction and building fairs in their countries, and across Europe where to attend the B2B matchmaking. Partnership will also join the European events promoting the learning and knowledge exchange activities organised other ESCP4i Partnerships and the European Observatory for Clusters.

## LITERATURE

- [1] <https://www.innovation.ca/> : Canada foundation for innovation;
- [2] <https://www.ic.gc.ca/eic/site/icgc.nsf/eng/home> : Innovation, Science and Economic Development of Canada;
- [3] [https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international\\_cooperation/market\\_access\\_intelligence\\_for\\_dbi\\_in\\_cleantech\\_sectors\\_2013.pdf](https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international_cooperation/market_access_intelligence_for_dbi_in_cleantech_sectors_2013.pdf) : Doing Business in India in Cleantech Sectors;
- [4] [https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international\\_cooperation/examples\\_of\\_successful\\_clusters\\_in\\_india.pdf](https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international_cooperation/examples_of_successful_clusters_in_india.pdf) : Examples of successful clusters in India;
- [5] [https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/mexico\\_preparatory\\_briefing.pdf](https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/mexico_preparatory_briefing.pdf) : Mexican cluster landscape and cluster policies;
- [6] [https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international\\_cooperation/report-market\\_analysis\\_2013\\_0.pdf](https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international_cooperation/report-market_analysis_2013_0.pdf) : Analysis of the Mexico market;
- [7] <http://www.lowcarbonbrazil.com/index.php> : Support to SME in Low Carbon Business in Brazil;
- [8] [https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international\\_cooperation/industrial\\_clusters\\_and\\_economic\\_performance\\_in\\_brazil\\_2013.pdf](https://clustercollaboration.eu/sites/default/files/international_cooperation/industrial_clusters_and_economic_performance_in_brazil_2013.pdf) : Industrial Clusters and Economic Performance in Brazil.