

PROCENA STANJA I SANACIJA VIŠESPRATNE JAVNE GARAŽE I PROJEKTOVANJE ZELENOG KROVA I ZELENE FASADE**ASSESSMENT AND REPAIR OF MULTI-STOREY PUBLIC PARKING GARAGE AND DESIGN OF GREEN ROOF AND GREEN FACADE**

Pero Lukić, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – GRAĐEVINARSTVO

Kratak sadržaj – Rad se sastoji iz teorijskog i praktičnog dela. U teorijskom delu su opisane zelene fasade i zeleni krovovi. U praktičnom delu je urađena procena stanja višespratne garaže u Novom Sadu. Kako bi se utvrdio stepen oštećenja i dao predlog sanacionih radova, sproveden je makroskopski pregled svih dostupnih elemenata Konstrukcije. Zaključeno je da na AB elementima postoje brojni defekti i oštećenja. Na osnovu analize registrovanih defekata i oštećenja i rezultata nedestruktivnih metoda dat je predlog sanacionih mera u cilju povećanja trajnosti AB konstrukcije.

Gljučne reči: procena stanja, defekti, oštećenja, sanacija, zelene fasade, zeleni krovovi

Abstract – The paper consists of a theoretical and a practical part. The theoretical part deals with green facades and green roofs. The assessment of the condition of multi-storey parking garage which is located in Novi Sad was carried out in the practical part. In order to determine the level and cause of damages, as well as the type of repairing measures, the detail survey of structural elements was undertaken. The large number of defects and damages has been detected. Based on the analysis of those damages and defects and nondestructive material testing, the repair measures were suggested in order to improve the durability of RC structures.

Keywords: assessment, defects, damages, repair, green facade, green roofs

1. ZELENE FASADE**1.1. Urbana klima**

Vertikalna vegetacija štiti zidove od direktnog sunčevog zračenja. Fasada se manje zagreva, upija manje toplote i noću emituje manje toplote.

Biljke takođe emituju vodenu paru isparavanjem, što takođe pojačava efekat hlađenja u okolini. Zimzelene biljke penjačice poput bršljana takođe štite fasadu od hlađenja u jesen i zimi.

Poništavanje temperatura i leti i zimi može doprineti uštedi energije od grejanja i hlađenja. Biljke penjačice mogu se koristiti i za pergole.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bila dr Mirjana Malešev, red. prof.

Vrste tolerantne na slabo osvetljenje pogodne su za duboko osenčene urbane „kanjone“, dok je potrebna visoka tolerancija svetlosti u izloženim i povišenim uslovima. Fasade se mogu uspostaviti u oblastima sa potpunom senkom, ali je raspon vrsta koje će rasti u ovim uslovima ograničen.

Fasade na visokim nadmorskim visinama, u priobalju ili u urbanim uličnim „kanjonima“ mogu biti izložene jakom i čestom vetru.

Neke biljne vrste, posebno penjačice, više tolerišu vetar, a zrelije biljke imaju tendenciju da budu otpornije u ovim sredinama. Samolepljive fasade mogu se odvojiti od zida u vrlo vetrovitim uslovima.

Vrste sitnih listova sa snažno vezanim lišćem mogu biti pogodnije na mestima sklonim jakim udarima vetra: u ovim uslovima veliko lišće se može ogoliti ili usitniti [4].

1.2. Dizajn i primena

Razlikuju se četiri vrste fasadne vegetacije:

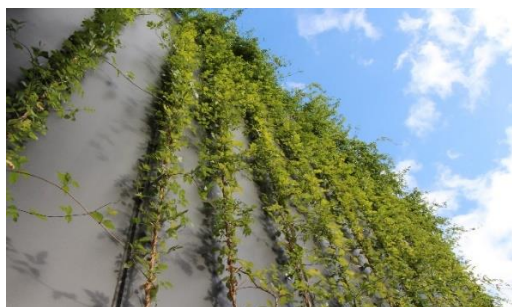
- Vezni - samoveznici koji koriste lepljive korene,
- Puzavice - koje uvijaju svoje stablo oko nosača,
- Izdanci - koji šalju stabljike koje rastu prema gore u pukotinama, i
- Podrška penjačicama.

Samolepljivim vrstama nije potrebna pomoć pri penjanju. Imaju usisne jastučice ili lepljive korene koji rastu dalje od svetlosti. U ovom slučaju je važno da na fasadi ili otvorima između cigli ne bude pukotina, a ventilacioni otvori i drugi izlazi moraju biti bez vegetacije kako bi se sprečila šteta. Bršljan je najpoznatiji tip samolepljive vegetacije.

Puzavice su najveća kategorija penjačkih biljaka. Stabljike se navijaju oko debla, žica i bilo kog drugog pomagaa u potrazi za svetlošću; uvek im je potrebna podrška ako se žele koristiti kao vertikalna vegetacija (slika 1). Primer puzavice je glicinija.

Izdanci imaju specifične petriole ili vitice koje se uvijaju oko pomagaa za penjanje. Izdanci takođe uvek zahtevaju podršku. Poznati izdanci su vinova loza, „Parthenocissus quinquefolia“ i klematis.

Vrste kojima je potrebna podrška za penjanje mogu se koristiti u kombinaciji sa samolepljivim vrstama i koristiti ih kao potporu za penjanje [4].



Slika 1. Izgled zelene fasade-puzavice

2. ZELENI KROVOVI

2.1. Termička redukcija i ušteda energije

Koncentracija zelenih krovova u urbanom području može čak i da smanji prosečne gradske temperature tokom leta, suzbijajući efekat urbanog „toplotnog ostrva“. Tradicionalni građevinski materijali upijaju sunčevu radijaciju i emituju je ponovo kao toplotu, čineći gradove toplijim od okolnih područja za najmanje 4 ° C. Zeleni krovovi smanjuju ukupnu količinu oticanja atmosferilija i usporavaju brzinu oticanja sa krova. Utvrđeno je da oni mogu zadržati do 75% kišnice, postepeno je puštajući nazad u atmosferu kondenzacijom i transpiracijom, zadržavajući zagađivače u svom tlu [5].

2.2. Ekološke koristi

Zeleni krovovi stvaraju prirodno stanište kao deo urbane divljine. Čak i u visokim urbanim sredinama visokim do 19 spratova, utvrđeno je da zeleni krovovi mogu privući korisne insekte, ptice, pčele i leptire. Nedavna lista vrsta pčela zabeleženih sa zelenih krovova (široj sveta) ističe i raznolikost vrsta, ali i (očekivanu) pristrasnost prema malim vrstama koje se gnezde na tlu. Zeleni krovovi takođe služe kao zeleni zid, filtrirajući zagađivače i ugljen-dioksid iz vazduha, pomažući smanjenju stope bolesti poput astme. Takođe mogu filtrirati zagađivače i teške metale iz kišnice.

2.3. Vrste biljaka zelenog krova

- Nisko rastuće,
- Zeljaste višegodišnje,
- Jednogodišnje i dvogodišnje,
- Busen,
- Malo grmlje, visoko grmlje i
- Drveće.

Sistem ravnog zelenog krova sastoji se od: vegetacije, humusa, filter tkanine, drenaže, zaštitne tkanine, korenska barijera (ako hidroizolaciona membrana ne postoji), hidroizolaciona membrana, krovna terasa (slika 2) [5].



Slika 2. Izgled zeljaste biljke „sedum“ sa slojevima

3. PROCENA STANJA GARAŽE

3.1. Tehnički opis konstrukcije

Objekat javne garaže se nalazi na Bulevaru oslobođenja broj 28 u Novom Sadu (slika 3). Katastarska parcela br. 6900/49 K.O. Novi Sad. Kolski prilaz je iz središta bloka, a pešački takođe iz središta bloka i sa Bulevara oslobođenja. Objekat javne garaže je projektovan 2003 godine, za potrebe javnog parkinga i poslovnog prostora. Objekat je u funkciji javne garaže, suterena, tri sprata i ravan prohodan krov, dok se u prizemlju duž bulevara nalaze lokali. Kolski ulaz u objekat je predviđen sa zadnje strane objekta u vidu rampe, pri kom se nalaze i poslovne prostorije za naplatu korišćenja parking prostora.

Posebno je predviđena ulazna rampa suterena. Pešački ulaz je sa desne bočne strane objekta u okviru kog su smešteni glavni orman elektro snabdevanja i mernih uređaja, liftovska prostorija, trokrako stepenište i lift okno. Površina zatvorenog parking prostora dovoljna je za smestaj 289 vozila, plus 62 na ravnom krovu. Danas se veliki deo suterena, prizemlja spratova izdaju različitim poslodavcima, čime je promenjena namena unutar garaže i smanjen kapacitet parking mesta.

Objekat je projektovan kao skeletna armirano-betonska ramovska konstrukcija. Skeletni sistem se sastoji od AB stubova i greda. Međuspratne AB ploče prenose opterećenje u dva ortogonalna pravca na AB grede, koje se, takođe, pružaju u dva pravca.

Međuspratna konstrukcija je puna AB ploča debljine d=20cm tipa kontinualne krstasto armirane ploče. AB ploča je armirana mrežastom armaturom prečnika Ø10 i Ø12 na razmacima od 20 i 25cm. AB ploče se oslanjaju na armiranobetonske grede pravougaonog poprečnog preseka.

Fundiranje objekta izvedeno je na temeljnoj ploči debljine d=30cm, koja je tretirana kao kontinualna krstasto armirana ploča i koja se oslanja na sistem armirano betonskih kontra-greda. Krov je izveden kao ravan prohodan.



Slika 3. Izgled glavne fasade objekta

3.2. Procena stanja – vizuelni pregled objekta

Cilj vizuelnog pregleda jeste proveravanje geometrije objekta i dimenzija konstruktivnih elemenata, registrovanje i klasifikacija vidljivih oštećenja, ucrtavanje u pripremljene podloge i fotografisanje karakterističnih defekata i oštećenja, odnosno, glavni cilj jeste - dobijanje što više relevantnih informacija potrebnih za formiranje zaključka o stanju konstrukcije.

Nakon obavljenog vizuelnog pregleda i dokumentovanja oštećenja pristupa se analizi uzročnika pomenutih oštećenja.

Predmet analize su svi elementi: stubovi, grede, međuspratne konstrukcije, zidovi, fasade i ravan krov [1].

Na osnovu pregleda i procena stanja svih stubova zaključeno je da na svim AB elementima postoji veliki broj defekata koji potiču iz perioda građenja višespratne garaže. Na cca.60% stubova su uočene velike zone segregacije što je uzrok nedovoljne pažnje prilikom ugradnje i kompaktiranja betona (slika 4). Zbog toga se javljaju zone u kojima prevladavaju samo zrna krupnog agregata bez cementnog kamena, što uzrokuje slabu vezu između agregata i cementne matrice.

Na 10% stubova su uočena i mehanička oštećenja koja su nastala verovatno udarcima vrata od vozila budući da se radi o garaži i mestu gde se nalaze i kreću vozila. Oštećenja nisu ozbiljna u meri da je stabilnost stubova ugrožena, ali svakako utiču na redukciju zaštitnog sloja betona. Na stubovima su uočeni i nepravilni prekidi betoniranja gde su stvorena slaba mesta u elementima. Na 70% stubova je uočena i rupičasta površina usled zarobljenih mehurića vazduha, koja predstavlja vizuelni problem estetike elemenata [1].

Na osnovu pregleda i procene stanja AB greda na objektu, zaključeno je da i na njima postoji veliki broj defekata i oštećenja. Nedovoljna debljina zaštitnog sloja betona registrovana je na 70% greda, zone segregacije usled lošeg kompaktiranja betona takođe na 70% greda. Usled nedovoljne debljine zaštitnog sloja betona došlo je do korozije armature na 40% greda, te je ista vidljiva i narušenog integriteta.

Vizuelnim pregledom međuspratnih konstrukcija i rampi, registrovani su: zone segregacije betona usled nedovoljno kompaktiranja betona, tragovi različitih drvenih oplata, tragovi mrlja od rđe iz armature. Nabrojani defekti i oštećenja uočeni su na 60% pregledanih ploča. Uočeni su i mali zaštitni slojevi betona, usled čega se stvorila korozija armature. Vidljivi su nepravilni otvori cevi za odvodnjavanje vode na 10% površina. Na III spratu je uočeno da je 80% donje površine međuspratne konstrukcije bilo izloženo požaru. Oštećenja su se ispoljila u vidu čađave površine betona i ljuskanja betona.

Na pregledanim fasadama, na više od 40% površina, uočene su mrlje od slivanja atmosferilija, one predstavljaju samo estetski problem. Opisane mrlje su posledica neadekvatnog odvođenja atmosferilija i neadekvatnog opšivanja limom atike. Na više od 40% površina uočene su dugačke prsline koje su dominantne oko otvora prozora. U delovima oko otvora pukotine su izraženije, zbog velike koncentracije napona i neadekvatnog armiranja. Pukotine su se javila i na spojevima između AB stubova i zidanih zidova, jer su stubovi noseći elementi i kao takvi imaju sleganja koja se kod zidova ne javljaju, pa se na takvim mestima pojavljuju vertikalne prsline zbog smicanja. Biološka korozija se pojavljuje i na mestima gde se stvara mahovina zbog povećane količine vlage. Na 10% površina je uočeno i procurivanje vode kroz spojeve elemenata atike i greda, kao i ljuskanje samih površina.

Na osnovu pregleda i procene stanja zaključeno je da je karakterističan defekt na ploči ravnog krova nepravilno izvedeni padovi i odvod kišnice. Ovako izvedeni padovi utiču da se voda zadržava na površini, što utiče na pojavu procurivanja na spratu ispod. Takođe u zimskim mesecima zadržavanje vode i naizmenično odmrzavanje i zamrzavanje dovode do degradacije i dekompozicije betona, što smanjuje i mehaničke karakteristike i trajnost betona.



Slika 4. Segregacija betona u stubu

Od nedestruktivnih metoda ispitivanja primenjena je kolorimetrijska metoda i metoda merenja površinske tvrdoće betona. Kako bi se potvrdilo da je karbonizovao beton i uzrokovao koroziju armature prelomljena površina betona je poprskana „fenolftaleinskim“ indikatorom. Pošto nije došlo do promene boje zaključeno je da je smanjena alkalnost betona i narušena pasivna zaštita armature. Metodom Šmitovog čekića je ispitana površinska tvrdoća betona. Na osnovu dobijenih vrednosti čvrstoće betona, koje su iznad projektnih, može se zaključiti da je došlo do prividno veće čvrstoće zbog nataloženog kalcijum karbonata na površini betona [1].

4. SANACIJA OBJEKTA

Na početku ovog poglavlja su prvo definisane klase izloženosti pojedinačnih elemenata konstrukcije, prema EN 206-1. Na osnovu ovog dati su zahtevi za sastav i svojstva betona i potrebnu debljinu zaštitnog sloja kako bi se obuhvatili i uslovi sredine u kojima će se reparaturni beton nalaziti.

Sanacioni radovi su grupisani po elementima. U svakom delu su radovi podeljeni na pripremne, sanacione i završne radove. U fazi pripreme se uklanja oštećen beton i čisti beton i armatura i priprema za nanošenje reparaturnog materijala. U okviru sanacionih radova su definisani i opisani materijali i tehnologije koji se koriste za sanaciju i zaštitu. Odabirom potrebnih principa i pogodnih metoda prema EN 1504-9 standard dalje upućuje na delove 2 do 7 koji se bave određenim materijalima i sistemima, njihovim karakteristikama i minimalnim potrebnim vrednostima ovih svojstava. Na osnovu toga projektom su navedena potrebna svojstva i vrednosti, a na investitoru, izvođaču, vlasniku je da odabere marku i proizvod koji to ispunjava [2].

Kod stubova se svi defekti i oštećenja rešavaju na isti način, ručnom reprofiliacijom. Pripremni radovi se sastoje od hidromehaničkog uklanjanja betona sa donje trećine visine i mehaničkog, pneumatskim čekićem na mestima lokalnih defekata. Nakon čišćenja armature prelazi se na sanacione radove. Reprofilacija donje trećine se radi kod svakog stuba ručnim nanošenjem reparaturnog maltera, radi restauracije betona (princip 3) i impregnacija betonskih površina i premazivanje zaštitnim premazom.

Pod ravnog krova je neophodno sanirati izvođenjem novog industrijskog poda. Priprema površine se obavlja metodom glodanja. Zbog velikih vibracija koje proizvodi mašina, neophodno je teleskopskim nosačima podupreti međuspratnu konstrukciju trećeg sprata na svakih 3m. Nakon pripreme površine betona, neophodno je proveriti da li postoje eventualna dublja oštećenja i prodiranje pukotina ispod uklonjenog habajućeg sloja. Ukoliko se utvrdi pukotina koja se nalazi ispod uklonjenog sloja neophodno je istu zaseći i zapuniti materijalom koji ispunjava kriterijum 1-zaštite od prodora (nekonstruktivna sanacija).

Nakon izvedenog zasjecanja i zapunjavanja pukotina, ploča se ponovo čisti od prašine i nečistoća radi nanošenja slojeva poda, čije karakteristike treba da budu: velika čvrstoća na pritisak, otpornost na habanje, otpornost na klizanje, vodonepropusnost, dobra adhezija sa betonskom podlogom, otpornost na dejstvo mraza.

Ploče, rampe i grede se saniraju zajedno. Potrebno je zameniti i povećati debljinu zaštitnog sloja sa donje strane. Pripremni radovi obuhvataju uklanjanje betona i čišćenje betona i armature za sanaciju. Sa donje strane međuspratne konstrukcije se hidromehanički skida oštećen, mali zaštitni sloj sa ploča, rampi i greda. Radi očuvanja nosivosti i stabilnosti potrebno je skelama podupreti betonsku konstrukciju. Čišćenje otkrivene armature od tragova korozije i cementnog kamena se takođe može izvršiti hidromehaničkim postupkom, do metalnog sjaja ili suvim peskarenjem. Kako bi se odabrali pravilni materijali i metode za sanaciju primenom EN 1504 definišu se principi i svojstva materijala. Očišćena armatura se premazuje zaštitnim premazom prema principu 11- kontrola anodnih oblasti. Za beton novog zaštitnog sloja ploča i greda EN 206-1 daje preporuke za svojstva i debljinu, dok EN 1504 definiše dodatne kriterijume kako bi se zadovoljili princip 3 – restauracija betona i princip 7 – zamena kontaminiranog ili karbonizovanog betona. Ovaj sloj se nanosi torkretiranjem. Završni radovi se izvode impregnacijom betonskih površina i premazivanje zaštitnim premazom.

Gornji slojevi međuspratne konstrukcije - pod garaže se prvo moraju brusiti i očistiti od prašine kako bi se mogao izvesti novi habajući sloj. Nakon toga se vrši završni premaz i toniranje po želji investitora.

Zidovi se moraju prvo očistiti, a zatim treba da se nanese reparaturni malter plastične konzistencije za lokalnu reprofiliaciju. Kao završni sloj neophodno je impregnirati betonske površine i premazati ih završnim premazom.

Fasade se takođe moraju očistiti uz proširivanja na mestima prslina, prslina se moraju zapuniti reparaturnim malterom i sve površine se moraju zaštititi površinskim premazom.

Za vreme izvođenja radova celu garažu je neophodno zatvoriti, zbog elemenata sanacije koji moraju biti podupreti teleskopskim nosačima i radovima preko kojih vozila ne mogu da se kreću, obzirom da se radi i sanacija habajućeg sloja garaže.

5. ZAKLJUČAK

Procena stanja garaže urađena je analiziranjem dostupne projektno-tehničke dokumentacije, detaljnim vizuelnim pregledom i primenom nedestruktivnih metoda i jasno ukazuje na par problema. Trajnost je pre svega ugrožena zbog neadekvatne zaštite objekta od atmosferskih uticaja. Na objektu su dominantni defekti kao posledica grešaka prilikom projektovanja, ali mnogo ozbiljnije greške se pojavile u toku izvođenja garaže.

Oštećenja su u manjoj meri zastupljena, najčešće u vidu mehaničkih oštećenja, zbog namene objekta i kretanja vozila. Na fasadama je uočen veći broj oštećenja nego defekata. Oštećenja su se ispoljila u vidu mrlja, procurivanja, ljuskanja i krunjenja betona, prslina i pukotina i biološke korozije. Najčešći defekt koji je registrovan, pojavio se tokom građenja, a posledica je nepravilnog i nedovoljnog kompaktiranja betona i/ili lošeg zaptivanja oplate, a manifestovao se kroz velike zone segregacije betona i pojavu betonskih gnezda.

Nedovoljna debljina zaštitnog sloja je u velikoj meri ubrzala proces korozije armature na preko 60% površina svih elemenata koji su bili pregledani. Na osnovu toga, primenom Evropskog standarda EN 1504, dat je predlog pogodnih metoda i potrebnih svojstava materijala za sanaciju, zaštitu i produženje životnog veka ove konstrukcije.

6. LITERATURA

- [1] Malešev M., Radonjanin V.: Trajnost i procena stanja betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [2] Malešev M., Radonjanin V.: Sanacija betonskih konstrukcija, Skripta sa predavanja, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad
- [3] <https://srb.sika.com/sr/resenja-u-gradevinarstvu/sanacija-i-zastita-konstrukcija.html>
- [4] <https://www.urbangreenbluegrids.com/measures/green-facades/>
- [5] https://en.wikipedia.org/wiki/Green_roof

Kratka biografija:



Pero Lukić rođen je u Sremskoj Mitrovici 1995. god. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Građevinarstvo - Konstrukcije, procena stanja i sanacija betonskih konstrukcija odbranio je 2020.god.
kontakt: pero.lukic995@gmail.com