Planiranje obnove fasada velikih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Jadrić, Tamara

Master's thesis / Diplomski rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
University of Split, Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy / Sveučilište u Splitu, Fakultet građevinarstva, arhitekture i geodezije

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:123:242007

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

DIPLOMSKI RAD

Tamara Jadrić

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE

Tamara Jadrić

Planiranje obnove fasada velikih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Diplomski rad

Split, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE

STUDIJ:	**DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ GRAĐEVINARSTVA**
KANDIDAT:	Tamara Jadrić
BROJ INDEKSA:	579
KATEDRA:	**Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**
PREDMET:	Management u građevinarstvu

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Planiranje obnove fasada velikih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Opis zadatka: Zadatak ovog rada je na principima višekriterijalne analize i uz korištenje višekriterijalnih metoda PROMETHEE izraditi prijedlog plana za realizaciju projekta obnove fasada velikih višestambenih zgrada (sa više od 6 etaža) koje se nalaze u portfelju jednog hipotetskog upravitelja. U okviru izrade diplomskog rada treba analizirati dostupnu literaturu, portfelj zgrada u smislu njihova stanja i aktivnosti koje treba poduzeti, definirati ciljeve projekta obnove fasada i kriterije vrednovanja prioriteta zgrada za poduzimanje radova, izvršiti rangiranje zgrada po prioritetu za obnovu fasada. Postupak planiranja treba testirati i plan izraditi za skup do najviše 30 zgrada koje se nalaze na području Splita.

U Splitu, 15. ožujka 2017. godine

Voditelj Diplomskog rada:

Izv. prof. dr. sc. Nikša Jajac Doc. dr. sc. Veljko Srzić

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:

Planiranje obnove fasada velikih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Sažetak:

U ovom diplomskom radu oblikovan je koncept za podršku odlučivanju u planiranju obnove fasada velikih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja. Analizirane su vrste fasada te procjena njihova stanja kao i redovite mjere očuvanja fasada. Uspostavljena je hijerarhijska struktura ciljeva za analizirani problem, a temeljem iste definirani su i kriteriji kao i njihove težine uz uvažavanje stavova svih dionika (građevinski eksperti, korisnici i upravitelj). Identificirane zgrade vrednovane su po svim kriterijima te su uspoređene metodom PROMETHEE čime je uspostavljena rang lista zgrada prema prioritetu za obnovu fasada što predstavlja plan obnove te su temeljem tih rezultata doneseni zaključci.

Ključne riječi:

Fasada; održavanje; višekriterijalna analiza; PROMETHEE

Planning the renovation of the facades of large multy-storey buildings in the menager's portfolio

Abstract:

This graduate thesis describes the concept of support for deciding the sustainable management of a multi-storey facade, which is in the portfolio of a manager. The facade types and their condition estimates as well as regular facade conservation measures were analysed. The hierarchical structure of the objectives for the analysed problem has been established. Based on this hierarchical structure, criteria and their relative importance was also defined, taking into account the views of all stakeholders (building experts, users and administrators). The identified buildings were evaluated according to all criteria and were compared with the PROMETHEE method, thus setting the list of buildings according to the priority for the renovation of the facade, which represents the reconstruction plan and based on these results conclusions were made.

Keywords:

Facade; maintenance; multicriteria analysis; PROMETHEE

S a d r ž a j

1. UVOD 1

2. OPĆENITO O FASADAMA VIŠESTAMBENIH ZGRADA 3

2.1. VRSTE FASADA 3

2.2. PROCJENA STANJA FASADA 4

2.3. REDOVITE MJERE OČUVANJA FASADE 11

3. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP - TEORIJSKE POSTAVKE 14

3.1. VIŠEKRITERIJALNA ANALIZA 14

3.2. VIŠEKRITERIJALNA METODA PROMETHEE 16

4. ANALIZA CILJEVA I KRITERIJA U UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM FASADA VIŠESTAMBENIH ZGRADA 26

5. ODREĐIVANJE TEŽINE KRITERIJA OD STRANE DIONIKA 38

6. DEFINIRANJE PORTFELJA VIŠESTAMBENIH ZGRADA KOJI SE ANALIZIRA 43

7. PRIORITETNO RANGIRANJE IDENTIFICIRANIH VIŠESTAMBENIH ZGRADA METODOM PROMETHEE 47

7.1. ULAZNI PODACI 47

7.2. USPOREDBA METODOM PROMETHEE I OBRAZLOŽENJE REZULTATA 49

8. ZAKLJUČAK 51

9. LITERATURA 53

1. UVOD

Tema ovog diplomskog rada je planiranje obnove fasada velikih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja.

Fasada ili pročelje je element kojeg najprije uočimo na objektu. Stanje fasade ili pročelja, je li staro, oronulo i derutno ili pak, svježe obojeno i obnovljeno, govori nam o održavanju objekta, a samim time i o korisnicima tih građevina. Najčešće, prvi utisci oblikuju, odnosno u najvećoj mjeri utječu na stvaranje dojma cijele slike koju imamo o nekoj zgradi. Osim eksterijera odnosno estetske funkcije građevine, važnija je ona zaštitna, a to je pružanje sigurnosti i ugodnosti korisnicima te zaštita nosive konstrukcije od vanjskih klimatskih uvjeta i temperaturnih naprezanja. Možemo ustvrditi da je ta zaštitna funkcija univerzalna tj. njena je uloga jednaka bez obzira radi li se o obiteljskoj kući, stanu u višestambenoj zgradi ili uredskim prostorima.

Kao što je sve u prirodi uslijed proteka vremena podložno promjenama tako i fasada odmah nakon izgradnje počinje starjeti. Starenje materijala fasade u prvoj fazi ne manifestira se na vidljivim fasadnim površinama. Ipak, nakon određenog vremena, najčešće je to protekom nekoliko mjeseci, ako nisu poštivane smjernice za izradu fasade, može doći do vidljivih šteta na fasadi, koja se zbog velike površine smatra jednim od najopterećenijih dijelova građevine.

Najbitnija odrednica za fasadu je da ona i uopće građevina budu trajne i funkcionalne, tj. da budu očuvane kroz cijeli vijek trajanja. Naravno da je u slučaju nastanka oštećenja potrebno što prije otkloniti uzroke istih, sanirati ih odgovarajućim materijalima i redovitim pregledima preventivno djelovati na njihovu eventualnu ponovnu pojavu. Ako se postupa sukladno tim smjernicama, onda možemo kazati da se kroz duže vrijeme, odgovarajućim održavanjem, fasada prikazuje i izgleda lijepa i funkcionalna, a što se onda reflektira i na povećanu vrijednost nekretnine.

Fokus ovog diplomskog rada je usmjeren na rangiranje obnove fasada u smislu zadovoljenja stavova donositelja odluka. Treba imati na umu da vremenski period promatranja ustvari predstavlja životni ciklus objekta, da postoje ekonomski faktori pri čemu polazna cijena ulaganja može biti manja, ali isto tako cijena održavanja fasade i energetska učinkovitost može višestruko poskupiti izbor, a isto tako i da konačna cijena može biti jeftinija ukoliko početno ulaganje bude veće s tim da cijena održavanja i

energetska učinkovitost neće drastično povećati cijenu i da će u konačnici biti najjeftiniji izbor. Prvi korak u procesu donošenja odluke o poduzimanju radnji vezanih uz pokretanje održavanja na zagradama koje su analizirane je uspostava hijerarhijske strukture ciljeva koji će biti pretočeni u kriterije korisne za realizaciju kasnijih koraka ovog pristupa. Pri uspostavi hijerarhijske strukture ciljeva i određivanja težina kriterija sudjeluju svi dionici. Zbog razvidne neujednačenosti važnosti kriterija definiranih u prethodnom koraku potrebno je utvrditi težine tih kriterija kojima se iskazuje kompromisni stav uključenih dionika. Sljedeći korak je generiranje alternativa koji se zasniva na analizama područja obuhvata istraživanja. Odmah po definiranju svih potrebnih parametara za korištenje višekriterijalne metode PROMETHEE (koja će se koristiti za usporedbu generiranih varijantnih rješenja po utvrđenim kriterijima s pripadajućim težinama) u sljedećem koraku provodi se spomenuta usporedba radi prioritetnog rangiranja identificiranih varijantnih rješenja koja su u našem slučaju zgrade u portfelju jednog upravitelja. Dolazi potom do analize rezultata usporedbe odnosno dobivene rang liste. Ovaj pristup (višekriterijalni pristup) se smatra odgovarajućim jer može sagledati više aspekata analiziranja problema, a dobiveni rezultat predložene metodologije postupka rangiranja objekata po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja njihovih fasada je rang lista alternativnih rješenja koja za investitora predstavlja podlogu za donošenje konačne odluke o izboru objekata čijoj će se obnovi pristupiti. U ostalim poglavljima ovog rada dat će se teorijski prikaz fasada višestambenih zgrada i njihova održavanja te vrednovanja njihova stanja koji je formiran na osnovi istraživanja dostupnih izvora literature. Također će se objasniti višekriterijalna analiza kao pristup te višekriterijalna metoda PROMETHEE koja se koristila. Na kraju su temeljem dobivenih rezultata formirani zaključci.

2. OPĆENITO O FASADAMA VIŠESTAMBENIH ZGRADA

U ovom poglavlju će se prvo govoriti o vrstama fasadnih sustava te o procjeni njihova stanja. Također će se govoriti o održavanju fasada i o njegovom utjecaju na trajnost i funkcionalnost. Prethodno navedeno a u nastavku iskazano oblikovano je temeljem više izvora pronađenih na internetu navedenih u literaturi pod brojevima 1. i 2. i 3. Naposljetku će se dati skraćeni prikaz o procjeni stanja fasada kao i o redovitim mjerama njihova očuvanja prema priručniku „Procjena stanja fasada“ autora Stunja et al. (2016.) koji je temelj za daljnju analizu ciljeva i kriterija.

2.1. VRSTE FASADA

Fasada je naziv za vanjski vidljivi dio neke građevine. Riječ fasada potječe od latinske riječi facies što znači lice. Paralelno s razvojem graditeljstva razvijale su se i fasade, kako po obliku, tako i po načinu izrade. Cilj je da privuče pažnju promatrača odnosno kupca. U nastavku iskazano oblikovano je temeljem više izvora pronađenih na internetu navedenih u literaturi pod brojevima 1. i 2.

Osnovna podjela fasadnih sustava:

a) Klasično ožbukana fasada – fasada koja se sastoji od cementno-vapnene temeljne žbuke, sloja za izravnavanje i završne-dekorativne žbuke. Takva fasada nema funkciju toplinske izolacije, nego je njena jedina svrha zaštita zidova od vanjskih atmosferskih utjecaja i estetska funkcija. Izolacijski sloj je moguće postaviti iznutra, što i nije baš najbolje rješenje, no u prošlosti je ovo bio jako čest i skoro jedini način izrade fasada. Inače, žbukanje ima višestruku namjenu. U tehničkom smislu, žbukom se omogućuje izravnavanje neravnih ploha, zidova i stropova i stvaranje ravne podloge za bojanje, polaganje tapeta i sl., štiti se zid i pročelje od atmosferilija, oštećenja i vlage, a poboljšavaju se akustična i toplinska svojstva zida. U higijenskom smislu, zatvara se nepravilnost reška i spojeva, omogućuje lakše čišćenje i održavanje zida, te sprečava uvlačenje kukaca. U estetskom smislu, oblikuje se zidna ili stropna ploha u skladu s arhitektonskim izrazom građevine. Iako je ovaj tip fasade u startu jeftiniji u odnosu na druge tipove fasada, sve se manje preporučuje i radi zbog svojih loših toplinskih karakteristika. Postavljanjem toplinske izolacije na fasadi postiže se kvalitetnija zaštita građevine od vanjskih utjecaja i poboljšava se njena energetska učinkovitost.

Fasadni sustavi s toplinskom izolacijom su dugoročno isplativiji jer osiguravaju uštedu na troškovima grijanja i hlađenja objekta, što u konačnici ima svojih velikih prednosti.

b) Povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS) – fasada se sastoji od ljepila, termo-izolacijske ploče sa ili bez pričvrsnica, sloja za izravnavanje i armaturnog sloja te završne dekorativne žbuke. U današnjem svijetu sve više raste svijest o štednji energije, što značajno utječe i na odluke o toplinskoj izolaciji objekta. Izolacija te vrste ne osigurava samo niže troškove grijanja, već posljedično omogućuje i zdraviju i ugodniju klimu unutar objekta, te udobnije uvjete boravka. Toplinski izolirani objekti su i bolje zvučno izolirani. Kod zidova koji su bez toplinske izolacije, uslijed niskih vanjskih temperatura, dolazi do velikog gubitka topline kroz zid. Ukoliko se na objekt ugradi odgovarajući fasadni toplinsko-izolacijski sustav (ETICS), gubitak topline kroz izolirani zid je puno manji, što posljedično dovodi do toga da je temperatura unutarnjeg zida, a samim time i cijele prostorije, viša nego što bi bila bez izolacije. Osim toga, tijekom vrućih ljetnih mjeseci kvalitetan ETICS sustav na građevini sprečava prodor toplog zraka u unutarnje prostorije, što s jedne strane osigurava ugodnije uvjete boravka u objektu, a s druge značajno umanjuje troškove klimatizacije (hlađenja).

Osim ove podjele fasade se mogu razlikovati i s obzirom na materijal od kojeg su izrađene, one tako mogu biti drvene, staklene, metalne, kamene i betonske.

2.2. PROCJENA STANJA FASADA

U nastavku se nalazi skraćeni prikaz procjene stanja fasada koji se temelji na priručniku „Procjena stanja fasada“ Stunja et al. (2016.).

Zakoni prirode vrijede i za izgrađene zgrade, koje odmah nakon izgradnje nužno stare. U početku materijali na zgradama stare na način koji nije vidljiv, dok u drugoj fazi dolazi do vidljivih nedostataka. Razni su faktori koji utječu na devastaciju građevinskih dijelova zgrade, a to su u prvom redu, kvaliteta i vrsta materijala, način izvedbe, vremenski uvjeti, nedostatak održavanja itd. Prema najnovijim istraživanjima, glavni razlozi šteta su loše projektirani i izvedeni detalji, te druge izvođačke pogreške, dok su manjkavosti materijala tek na trećem mjestu.

Ipak, može se kazati kako stručna izvedba i ugradnja kvalitetnih materijala znatno doprinose kvaliteti, trajnosti fasade i njenom lakšem održavanju. Ukoliko očekujemo da građevina bude trajna i funkcionalna kroz duži vijek trajanja, potrebno je što prije prići

otklanjanju oštećenja i saniranju s odgovarajućim materijalima, a češćim i redovitim pregledima može se preventivno djelovati na nastanak eventualno novih oštećenja Zakonsku osnovu u tom sadrži Pravilnik o održavanju građevina, NN 122/14, pri čemu je obveza vlasnika građevine njeno održavanje. U sklopu tog Pravilnika postoji obveza preventivnog održavanja koja obuhvaća propisane periodične preglede, zamjenu istrošenih materijala i elemenata te planirane periodične radove i popravke. Postoji i kategorija redovitih pregleda kojima se izbjegava pojava mogućih šteta, koje mogu, ukoliko se na vrijeme ne uklone, ugroziti funkcionalnost fasade, a samim tim i zgrade.

Ovim diplomskim radom će se nastojati obuhvatiti sva značajna opterećenja kojima je fasadna površina izložena, te na temelju istih definirati indekse opterećenja uslijed:

• konstrukcijskih utjecaja (strehe, špalete, podnožje i dr.)

• utjecaja ugrađenih materijala (vrsta fasadnog sustava, debljina armaturnog sloja, stupanj refleksije i dr.)

• klimatskih utjecaja (oborine, magla, vlažnost zraka, blizina vode, zagađenje i dr.)

Nakon provedenog definiranja opterećenja potrebno je utvrditi preporučene mjere za eventualnu sanaciju i/ili uklanjanje nedostataka.

Konstrukcijski utjecaji se mogu značajno umanjiti pravilnim oblikovanjem špaleta otvora. Bitno je da se pri oblikovanju špalete otvora naglasak daje na dubinu, tj. uvučenost same špalete nasuprot ukupne fasadne površine. Dublja špaleta dovodi do slabijeg utjecaja atmosferilija na spoj stolarije i fasade i samim tim je taj detalj je trajniji. Može se očekivati da će spoj stolarije i fasade dugoročno rezultirati pojava pukotina, a što je uvjetovano različitim reakcijama materijala na higro-termičke utjecaje jer materijali stolarije i fasadni materijali imaju različiti koeficijent rastezljivosti, pa za posljedicu dubina špalete definira trajnost i stabilnost fasade.

Pored oblikovanja špaleta vrlo bitnu stavku predstavlja i izvedba zone podnožja jer ono uslijed jakog utjecaja vode (kiša, snijeg) i mehaničkih opterećenja (udar), predstavlja najopterećenije područje fasade, pa je podnožje potrebno izvesti uz strogo pridržavanje pravila struke. Pri tome razlikujemo horizontalno i vertikalno oblikovanje podnožja.

U cilju izbjegavanja i smanjenja prskanje vode od tla prema fasadi, bitno je da je ona što je više moguće udaljena od terena, bilo da se radi o kontaktu fasade s nogostupom ili prirodnim terenom. Da bi se to postiglo pristupamo horizontalnom oblikovanju podnožja,

pri čemu je bitno naglasiti da je potrebno oblikovati podnožje s tehnički kvalitetnim odvajanjem od objekta, a to se postiže izgradnjom pojasa od grubog šljunka („batude“) ≥30 cm. Upravo na takav način dolazi se do smanjenja opterećenja podnožja uslijed prskanja vodom i podizanja vlage prema fasadi, a samim time produljuje se trajnost fasade i smanjenja troškova održavanja fasadnog sustava.

Vertikalno oblikovanje podnožja vrlo je bitno za trajnost i kvalitetu fasade. U cilju smanjenja dodatnog opterećenja vodom koja curi s gornjeg dijela fasade potrebno je uvlačenje podnožja u odnosu na gornji dio ≥2 cm, uz izvedbu okapnice. Primjer kako ne bi trebalo izvoditi fasadu je izvlačenje podnožja uslijed čega se na tim dijelovima skuplja i zadržava vlaga, a kut između vertikalne i horizontalne plohe je često sklon pucanju, naročito ako se izvede bez pada (≥15%) kojim bi se voda odvodila s tog kritičnog mjesta.

Kada je riječ o oblikovanju podnožja dolazimo do značajnog momenta, a to je svakako odabir materijala za izradu podnožja. Pravilo je da za izradu podnožja uvijek treba koristiti vodoodbojne materijale (XPS-ploče, hidrofobirane vapneno-cementne ili cemente žbuke), a kao završno-dekorativni sloj, žbuke na osnovi silikonskih ili akrilatnih veziva.

Bitno je da se pripazi i na oblikovanju detalja kao što su prozorske klupčice, limarija, odvodnja i slično. Kod montaže prozorske klupčice važno je voditi računa da ista ima odgovarajući nagib (min. 3%) i da je izvučena minimalno 3 cm od fasadne površine. Isto tako treba imati na umu da klupčica mora imati pravilno izveden detalj koji sprječava otjecanje oborinskih voda sa bočnih strana. Ukoliko to nije tako oborinske vode otječu bočno sa klupčice niz fasadu, pri tome ostavljajući prljavi trag i narušavajući trajnost fasade. Kada se pravilno izvedu detalji istake onda se onemogućuje podlijevanje oborinskih voda prema spoju vertikalne i horizontalne izolacije tj. zoni brtvene trake. Također, dobra i kvalitetna izvedba onemogućuje podlijevanje oborina nošenih jakim vjetrom.

Pravilo je da sve istake na objektu, naravno ondje gdje je je to moguće, treba izvesti odgovarajućim okapnicama na spoju vertikalne i horizontalne plohe kako bi se onemogućilo podlijevanje vode. Pri tom je bitno da na gornjem djelu istaka treba izvesti opšav sa okapnicom koji onemogućuje otjecanje vode niz fasadu. Potrebno je također napomenuti da je sa krovova i sa svih horizontalnih građevinskih elemenata koji su dio fasade ili se nastavljaju na istu potrebno ispravno riješiti odvodnju sa odgovarajućim nagibom, a sve u cilju onemogućavanja zadržavanja oborinskih voda.

Različiti predmeti u njenoj blizini mogu oštetiti fasadu, pa bi njenu površinu trebalo zaštititi od parkiranih motorkotača, kontejnera, itd. Drveće, njegove grane i grmlja mogu oštetiti ožbukanu vanjsku toplinsku izolaciju i zato ih treba redovito obrezivati. Pri tome ljudi koji osmišljavaju hortikulturu trebaju raslinje treba saditi u dovoljnom razmaku od fasade u skladu s njihovim rastom. Potrebno je naglasiti da je ETICS sustav s pločama stiropora osjetljiv na temperaturu pa se bilo kakvi uređaju koji isijavaju toplinu (bilo plinski, električni ili na kruta goriva), ne smiju postavljati u blizini fasade (razmak od minimalno 1 m).

Iako su pričvrsnice u nekim slučajevima obvezan element ETICS sustava, mogu ponekad uzrokovati štete na fasadi. Pričvrsnice inače predstavljaju hladne mostove, pa je samim tim na istima i moguća kondenzacija vlage, i u tom slučaju je vrlo velika mogućnost pojave mikroorganizama (algi i gljivica) na površini fasade.

Kišni mostovi koji se definiraju kao područja na ETICS fasadnim sustavima gdje oborinska voda najčešće tjerana vjetrom prolazi kroz fasadne slojeve i moči podložni zid također može uzrokovati građevinske štete. Zbog analogije sa toplinskim mostovima, razlikujemo točkaste i linijske kišne mostove.

Točkasti kišni most nastaje uslijed pojedinačnih proboja krovnog sloja fasadnog sustava, npr. uslijed montaže obujmica žljebnih vertikala, držača („fiksera“) žaluzina, nosača metalnih penjalica, vanjskih zidnih svjetiljki, držača obložnih kamenih ploča i slične opreme. Trnovi obujmica, bez obzira na njihov „slučajni nagib“, zimi formiraju točkaste toplinske mostove. Bitno je napomenuti da se opisano načelno ne odnosi na proboje pričvrsnica toplinskih brana ETICS sustava, jer one ne probijaju armaturni sloj ukoliko je ispunjen uvjet ispravne ugradnje i dovoljne debljine armaturnog sloja. U slučaju ekstremno jakih vjetrova treba svakako razmišljati o ugradnji dodatnih hidroizolacijskih premaza radi učinkovitijih brtvljenja područja uz sve proboje. Kod kombinirane odvodnje, gdje odvodna cijev od podnog vodolovnog grla na terasi prolazi kroz zid u sabirni kotlić učvršćen na ETICS fasadi s vanjske strane pa se uz proboj cijevi, kao i uz držače kotlića mogu formirati kišni mostovi može doći do curenja vode i ugrožavanja fasade na taj način. Međutim, može doći i do linijskih kišnih mostova i to u slučaju kada je riječ o izduženim, linijskim područjima gdje se prekida kompletni fasadni sustav što se prvenstveno događa uz prozore i vrata na vanjskim zidovima, ali i uz fasadne ili krovne istake koje probijaju ili oivičuju fasadni sustav. Jedan od većih problema u građenju uvjetuje kišna voda, ili dio te vode, koja ne uđe odmah u zid uz mjesto proboja, nego „potone“ u međuprostor između

toplinsko-izolacijskih ploča i zida i „vrluda“ kroz taj međuprostor i više metara, dok je neka zapreka ne zaustavi i usmjeri prema unutrašnjosti zida (najčešće uz reške, ili razbijenu opeku). Vrlo je teško dijagnosticirati uzroke nastanka ovakvih ovlaženja jer često dolazi i do retencije vode u međuprostoru, pa se unutrašnja ovlaženja javljaju nekoliko dana nakon kiše.

Utjecaj materijala odnosno kvaliteta i vrsta ugrađenih materijala, njihova pravilna primjena i ugradnja u značajnoj mjeri doprinose očuvanju fasade i njenom lakšem održavanju. Polazeći od činjenice da i kod visokokvalitetnog materijala, zbog izloženosti atmosferilijama i konstantnim temperaturnim i mehaničkim opterećenjima dolazi do prirodnog starenja građevine pa se protekom određenog vremena na fasadi javljaju vidljive promjene u izgledu, ipak treba imati na umu da se zbog nepridržavanja osnovnih smjernica ugradnje štete na fasadnim površinama pojavljuju u ranim fazama, najčešće već unutar prve dvije godine, što ukazuje ili na loše izvedene radove ili na materijal loše kvalitete, a moguća je i kumulacija ta dva negativna čimbenika. U slučaju takvih štetnih događaja potrebno je što prije otkloniti uzroke nastalih oštećenja, popraviti ih odgovarajućim kvalitetnim materijalima i budućim redovnim pregledima preventivno utjecati na takve događaje. Proizvođači mortova na tržištu nude široku lepezu materijala za lijepljenje i izradu armaturnog sloja te završno-dekorativnih, tzv. tankoslojnih žbuka koji su direktno izloženi svim vanjskim klimatskim utjecajima, a koje po svojoj kvaliteti jamče trajnosti i funkcionalnosti fasade.

Način na koji je izvedena fasada u velikoj mjeri određuje vrstu fasadnog sustava, a isto tako i završnu dekorativnu žbuku, što u konačnici sve zajedno ima utjecaja na manju ili veću otpornost na propadanje, te na pojavu šteta uzrokovanih nosivom konstrukcijom. Budući da ETICS sustav u svojem sklopu ima sloj toplinske izolacije on predstavlja tampon sloj koji apsorbira pukotine nastale deformacijama konstruktivnih elemenata što je od velike važnosti u konačnici jer se ti nedostaci ne prenose na površinu fasade. Za razliku od navedenog sustava, koji sigurno ima puno prednosti, klasično ožbukana fasada veće je mehaničke otpornosti na udarce, a u većoj mjeri otporna je i na stvaranje algi i gljivica.

Debljina armaturnog sloja značajno utječe na kvalitetu ETICS sustava zbog sljedećeg:

• Osigurava mehaničku otpornost sustavu

• Utječe na vatrootpornost sustava

• Odgovarajuća debljina armaturnog sloja smanjuje rizik od pojave pukotina

• Utječe na toplinski kapacitet važan zbog otpornosti sustava na pojavu algi i gljivica

• Smanjuje direktno provlaživanje toplinske izolacije

• Smanjuje rizik razaranja izolacije insektima ili drugim nametnicima

Važnu ulogu za trajnost fasade pri tome ima odabir tona jer su tamni tonovi manje skloni napadu mikroorganizama iz razloga što se zbog jačeg zagrijavanja kraće zadržava vlagu ali ima i nedostataka jer kod velikog zagrijavanja površine fasade uslijed male refleksije svjetla dolazi do značajne akumulacije topline na fasadnoj površini te uslijed velikih naprezanja nastaju pukotine i trajna oštećenja. Kod svjetlijih tonova refleksija svjetlosti je visoka, nema pretjeranog zagrijavanja, pa samim tim nema ni naprezanja ali se nakupljeni kondenzat sporije suši što za posljedicu ima nakupljanje mikroorganizmima. U proizvođačkoj specifikaciji svaki proizvođač ETICS sustava ovisno o tipu žbuke daje preporuku korištenja tonova s obzirom na stupanj refleksije svjetla, a sve kako bi se izbjegla mogućnost nastanka pukotina i to:

• ≥25 za akrilatnu i silikonsku žbuku

• ≥30 za silikatnu žbuku

• ≥50 za mineralnu tankoslojnu žbuku

Završni izgled i željena struktura fasade ovise o veličini zrna žbuke i načinu pri čemu je pravilo da grublje žbuke oblikuju deblje zaštitne slojeve pri čemu je i zaštita donjih komponenti sustava veća, ali ima i određenih nedostataka poput onog da su sklonije zaprljanju.

Na izvedenoj fasadi ponekad nastaju pukotine koje se mogu razvrstati prema izgledu, veličini, obliku, uzroku nastanka i dr.. Kao jedni od najučestalijih uzroka pukotina na ETICS sustavima su pogrešni načini lijepljenja ploča, nedovoljna debljina armaturnog sloja, neodgovarajuća pozicija staklene mrežice, a svakako da takva klasifikacija može obuhvaćati i druge razloge. Pukotine šire od 0,2 mm imaju za vrlo neugodnu posljedicu

prodor vode u sustav, pa se u takvim prilikama trebaju utvrditi uzorci nastanka pukotina i odrediti postupak popravke i sanacije. Postoje i tolerancije prema kojima se prema strukovnim uputama širine pukotina:

• do 0,2 mm kod ETICS s mineralnom vune i

• do 0,3 mm kod ETICS s EPS-om i klasične, ne smatraju nedostatkom na fasadi.

Klimatski utjecaji su izuzetno bitan čimbenik kako u fazi izvođenja radova tako i u starenju fasade. Pri tome geografski položaj na kojem se nalazi objekt ima svoje specifičnosti (nadmorska visina, blizina mora i voda, brda, kotlina i sl.) što bitno utječe na klimatske uvjete: količina oborina, magla, vlažnost zraka, sunčeva svjetlost, blizina voda i mora. Možemo ustvrditi da te pojave stalno utječu na izvedeno stanje, a tehnologija izvedbe i vrsta ugrađenih materijala određuju otpornost i dugotrajnost. No, završenu fasadu ne možemo promatrati bez uzročno posljedične veze koju treba tražiti još u fazi izvođenja radova kada utjecaji klime moraju biti svedeni u prihvatljive okvire, najbolje optimalne, a sve u cilju učinkovitosti radova na fasadi u sklopu kojih bi građevni materijali koji se ugrađuju postigli puna deklarirana svojstva. Proizvođači materijala u proizvođačkim specifikacijama moraju jasno definirati takve okvire kojih bi se izvođači radova morali pridržavati.

Pored klimatskih utjecaja treba spomenuti i utjecaj razvijene vegetacije na fasadu, a koja se vrlo često nalazi u neposrednoj blizini zgrade, a sve u smislu utjecaja sjene koju pruža grmlje i drveće, a ne treba zanemariti ni utjecaj na mikroklimu fasade u vidu isparavanja koje dovodi do učinka hlađenja i uslijed toga do smanjenog ventiliranja i osunčavanja površine fasade što produljuje zadržavanje kondenzirane i atmosferske vlage. Ovisno o stanju fasadne površine preporučuje se ovisno o oštećenjima slijedeće:

1. Premazivanje bezbojnom silikonskom impregnacijom – radi se onda kada na fasadi nema većih oštećenja (pukotina, ljuštenje i sl.), a završno-dekorativna žbuka je jednolične boje. Ovim postupkom fasadna površina se dodatno hidrofobira čime se sprečava upijanje vode u površinu fasade i smanjuje primanje nečistoća.

2. Premazivanje fasadnom bojom – koristi se u slučaju kada se želi „osvježiti“ izgled fasade, promijeniti nijansa ili sanirati popravljane površine, a istovremeno se površina dodatno hidrofobira.

3. Premazivanje posebnim bojama – u slučaju kada se na fasadnim površinama nalaze vlaknaste pukotine širine do 0,3 mm.

4. Izrada novog armaturnog i završno-dekorativnog sloja – izvodi se kod pukotina širih od 0,3 mm.

Opisani načini održavanja, čišćenja i nanošenja zaštitnih premaza, prikazanih kao nužna „higijena“ fasade, preporučeni su radovi koji ne zahtijevaju velike troškove, a korisno utječu na vijek trajanja, estetsku i toplinska svojstva fasada.

2.3. REDOVITE MJERE OČUVANJA FASADE

Polazeći od činjenice da je fasada plašt ili ovojnica kojoj je primarna funkcija štititi konstrukciju zgrade, a nama omogućiti ugodan boravak u njenom unutarnjem prostoru te da je fasada, uz pokrov i stolariju, element zgrade koji je najviše izložen agresivnom utjecaju okoline, moramo biti svjesni da pravilnim održavanjem fasade poboljšavamo njenu funkcionalnost i produžavamo vijek trajanja cijele zgrade. Zbog agresivnog utjecaja okoline, potrebno je ispravno održavanje fasada kao što je primjerice potrebno i održavanje automobila, plovila i slično. U nastavku iskazano oblikovano je temeljem izvora pronađenog na internetu navedenog u literaturi pod brojem 3.

Planiranje nove fasade sastoji se od nekoliko faza:
Faza 1 – dimenzioniranje, odabir izolacijskih materijala (građevinska fizika), odabir završnih slojeva, vizualizacija fasade, i slično

Faza 2 – izvedba fasade prema smjernicama zadanim u prvoj fazi

Faza 3 – održavanje fasade

U praksi se često dešava da se zanemaruje održavanje fasada, što je velika pogreška jer upravo ono omogućuje njezinu dugotrajnu funkcionalnost. Nažalost, kod nas se stvorila predodžba da se nakon izvedbe fasade više ništa ne treba poduzimati i da će ona kao takva trajati unedogled. U stvaranju takve netočne i nerealne slike pomažu, naravno negativno i sami izvođači radova kao i proizvođači fasadnih materijala, a najčešće iz reklamnih razloga dajući neistinita jamstva kako je izvedena fasada vječna i postojana, a materijal neuništiv i svevremenski. Naprotiv, fasadu treba planski održavati u sklopu čega ulazi i periodično čišćenje (svakih 7-12 godina) pročelja zgrade od nečistoća, prljavštine, posolice

i sl. U tom procesu vrše se i sitni popravci i prebojavanje vodoodbojnim fasadnim bojama, a sve kako bi fasadu dodatno zaštitili i da bi se održala njezina funkcionalnost.

Trajnost i funkcionalnost naše fasade ovisi o nekoliko parametra, a to su:

- vrsta i kvaliteta ugrađenih materijala,

- kvaliteta izvedbe, poštivanje smjernica struke i proizvođača materijala,

- atmosferski utjecaji (sunce, kiša, vjetar, led i sl.),

- specifični utjecaji mikrolokacije u kojoj se objekt nalazi (posolica, smog, i sl.)

U planiranju fasade možemo utjecati samo na parametre navedene u prvim dvjema točkama. Niži životni standard i racionalizacija troškova najčešći su razlozi zbog kojih se ne biraju tehnološki napredni i dugotrajni materijali, već oni najjeftiniji, a koji će zadovoljiti osnovne standarde i propise. Iz sličnih razloga, poslovi se sklapaju s najpovoljnijim izvođačima, ali koji dugoročno gledano ne moraju biti i najisplativiji. Uzimajući na takav način samo cijenu kao glavno, tj. presudno mjerilo, a zanemarujući kvalitetu materijala i kvalifikacije izvođača radova, objektivno se može očekivati da će tako izvedena fasada u konačnici, zbog češćeg održavanje kako bi se omogućio dulji vijek trajanja, imati daleko veću cijenu koštanja.

U nastavku se nalazi skraćeni prikaz redovitih mjera očuvanja fasada koji se temelji na priručniku „Procjena stanja fasada“ Stunja et al. (2016.).

Kao što je već navedeno glavni cilj održavanja građevine je da se tijekom njenog trajanja očuvaju tehnička svojstva objekta i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom pa samim tim i funkcionalnost objekta. Prilikom održavanja građevine osigurava se njena svrsishodna uporaba, izbjegavaju mogući štetni događaji, a održavanje građevine provodi se pomoću redovnih mjera i podrazumijeva:

Pregledi objekta – redovnim kontrolama kontinuirano se nadzire prirodni proces starenja i trošenja fasade te se odgovarajuće mjere održavanja mogu poduzeti na vrijeme, a te kontrole mogu biti redovite i izvanredne. Navedenim kontrolnim pregledima utvrđuje se jesu li građevina i njezini dijelovi u ispravnom stanju, postoje li odstupanja od početnog stanja, postoje li oštećenja koja bi mogla utjecati na disfunkcionalnost objekta i sl. U novije vrijeme primjenjuje se i postupak pregleda fasade uporabom toplinskih kamera i/ili senzora koji u ostvarivanju energetske učinkovitosti imaju posebno značenje. Takva moderna

tehnologija i pregled s istom mogu efikasno otkriti deformacije na unutrašnjima slojevima fasade (toplinski mostovi).

Održavanje, popravak, renoviranje – s održavanjem, popravkom renoviranjem se produljuje životni vijek građevine. Popravak služi ponovnoj uspostavi sigurnosti i funkcionalnosti dijelova građevine za neko utvrđeno vrijeme, dok se pod renoviranjem podrazumijeva restauracija čitave građevine ili nekih njenih dijelova i dovođenje u stanje koje je usporedivo sa početnim stanjem.

Čišćenje izloženih građevnih elemenata – prljavština, a naročito ona nataložena na vodoravnim površinama poput prozorskih klupčica, vrhova ograde, izbočenih građevnih dijelova i dr. (npr. žljebovi, odvodnja, vijenci, profilacije oko otvora i sl.) izaziva zaprljanje fasade i treba je češće čistiti. Takva zaprljanja zbog prašine treba očistiti mekom četkom i vodom (preporučljivo pod pritiskom dok kemijska sredstava treba izbjegavati, jer mogu neprimjereno ili čak štetno (abrazivno) kemijski reagirati, ukoliko budu neadekvatno primijenjena.

Uklanjanje slojeva algi i gljivica – ukoliko se ustanovi da je površina obrasla algama ili gljivicama, treba odmah pristupiti čišćenju.

Raslinje na fasadi – cvjetne gredice, grmovi i drveće, odnosno njihovo tlo ne smije biti izravno uz fasadu, a grane i lišće ne smije doći u kontakt s fasadom i zato ih treba redovito podrezivati i uređivati.

3. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP - TEORIJSKE POSTAVKE

U ovom će se poglavlju definirati karakteristike višekriterijalne analize kao i njena primjena uz korištenje višekriterijalne metode PROMETHEE za usporedbu analiziranih zgrada.

3.1. VIŠEKRITERIJALNA ANALIZA

U ovom potpoglavlju su definirane teorijske značajke višekriterijalne analize temeljem skripte „Podrška i odlučivanje u graditeljstvu“ čiji je autor Nenad Mladineo, te korištenjem više knjiga autora Brans et al. navedenih u poglavlju 9.

Višekriterijalno odlučivanje se odnosi na strukturiranje, planiranje i rješavanje problema. Višekriterijalnom pristupu u rješavanju problema se pristupa samo ako je sa sigurnošću utvrđeno da problem karakterizira niz alternativnih rješenja. Stoga je, ukoliko se pristupi rješavanju problema višekriterijalnom analizom neophodno definirati sva moguća rješenja problema. Za što jednostavnije iznalaženje rješenja preporuča se upotreba sustavnog pristupa.

Osnovni cilj višekriterijalne analize je poduprijeti donosioca odluke kada postoji velik izbor alternativa pri rješavanju problema. Pri korištenju višekriterijalnog odlučivanja je kao i kod korištenja bilo koje vrste odlučivanja neophodno korištenje osobne želje donosioca odluke. Problem za rješenje može imati najbolju od ponuđenih alternativa, najbolju alternativu, ili mali skup dobrih alternativa.

Osobine višekriterijalne analize su, kao što je prethodno navedeno, velik broj kriterija, nepodudarnosti među kriterijima, neusporedive mjerne jedince kriterija, izbor najboljeg rješenja i rangiranje alternativa.

Višekriterijalna analiza je snažna tehnika koja pronalazi svoju primjenu kako u znanstvenim tako i u društvenim krugovima. Kako bi se što kvalitetnije i bolje odabralo rješenje za navedeni problem, moramo biti 100% sigurni kako smo prikupili sve podatke vezane za pojedine kriterije te da smo ih sve dobro proučili i ocijenili.

Postoje brojne metode višekriterijalnog odlučivanja, ali je pregledom literature vidljiva dominacija triju grupa:

- **metode ELECTRA** – dolazi od francuskog naziva *elimination et choix traduisant la realite,* što bi u prijevodu značilo eliminacija i izbor izražavanja stvarnosti. Autor metode je Bernard Roy (1976.).
- **metoda AHP** – ovaj skraćeni naziv dolazi od engleskog naziva *analytic hierarhy process,* što u prijevodu znači: analitički hijerarhijski proces. Autor metode je Thomas L. Saaty (1980.)
- **metode PROMETHEE** – autori metode su Brans i Vincke (1984.)

Postavke višekriterijalne analize:

- prvi korak je definiranje kriterija koji cjelovito i sveobuhvatno karakteriziraju problem
- sagledavaju se alternativna rješenja (akcije) problema te se svakome dodjeljuje težinski koeficijent koji odražava njegovu važnost
- zatim se svakom kriteriju dodjeljuje tip preferencije
- prema definiranim kriterijima za svaku akciju se unose adekvatne vrijednosti u apsolutnom iznosu koji su u načelu u međusobno neusporedivim jedinicama

S obzirom na programsku podršku i koncepciju blisku „Sustavima za podršku odlučivanju“ sugerira se korištenje metoda PROMETHEE u procesima odlučivanja.

Postupak primjene višekriterijalne analize korištenjem metode PROMETHEE pretpostavlja sljedeće faze (Nenad Mladineo „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, 2004):

- definiranje karakteristika problema, odnosno skupa alternativa i skupa kriterija (definiranje dimenzija problema),
- usuglašavanje skupa akcija i kriterija s "partnerima" u procesu odlučivanja (obično se događa da se dodaju neki kriteriji na kojima inzistira "partner" u suodlučivanju),
- definiranje težina kriterija i tipova preferencije za svaki pojedini kriterij,
- usuglašavanje težina kriterija u iterativnom postupku,
- definiranje alternativnih "scenarija" obrade težina kriterija, dajući veće težine određenoj skupini kriterija,
- modelska (numerička) obrada problema i prezentiranje numeričkih i grafičkih rezultata rangiranja akcija,

- analiza osjetljivosti (sensitivity analysis), odnosno provjera stabilnosti rješenja prema postavljenim scenarijima težina kriterija,
- korištenje metode GAIA za vizualizaciju karakteristika problema preko geometrijske interpretacije,
- prezentiranje rezultata višekriterijalne analize sudionicima u procesu odlučivanja, te numerička obrada dodatnih scenarija (varijanata težina kriterija),
- elaboriranje rezultata višekriterijalne analize s verbalnom i grafičkom interpretacijom dobivenih rangova.

Prilikom definiranja kriterija veliku pomoć nam pruža ciljna analiza kojom se želi postići rješavanje definiranog problema. U praksi se često susreće konfliktnost kriterija koja je uvjetovana lošom strukturalnošću problema. Upravo je konfliktnost kriterija ta koja opravdava korištenje višekriterijalne analize jer se klasičnim metodama ne može utvrditi optimalno rješenje problema.

3.2. VIŠEKRITERIJALNA METODA PROMETHEE

U ovom će se potpoglavlju objasniti teorijske postavke metode PROMETHEE korištenjem različitih izvora autora Brans et al. te ostale literature navedene u poglavlju 9.

Višekriterijalnu metodu PROMETHEE razvio je Jean-Pierre Brans 1984. godine, a kasnije su je zajedno s njim dodatno razvili i implementirali Ph. Vincke te B. Mareschal. Skraćeni naziv dolazi od engleskog naziva *preference ranking orgnization method for enrichment of evaluations,* a u prijevodu bi PROMETHEE značilo: metoda organizacije rangiranja preferencija za obogaćivanje procjene. Ovom metodom mogu se koristiti pojedinci pri donošenju jednostavnih odluka, ali je najkorisnija kad skupina ljudi rješava probleme s više kriterija.

Metoda PROMETHEE razvijena je s namjerom da pomogne donosiocu odluke kod rješavanja problema višekriterijalnog odlučivanja. Bolje rečeno, metoda PROMETHEE vrši usporedbu i rangiranje različitih alternativa (aktivnosti) istodobno vrednovanih na temelju više kvantitativnih ili kvalitativnih kriterija (atributa).

Metoda PROMETHEE spada u klasu tzv. **"outranking"** metoda za koje se može reći da predstavljaju kompromis između suviše "siromašne" relacije dominacije i pretpostavke da je poznata funkcija korisnosti donosioca odluke.

Razmotrimo prvo višekriterijalni problem oblika:

$$\text{Max } \{f_1(a), f_2(a), ..., f_n(a) \mid a \in A \}$$

gdje je A konačan skup alternativa (aktivnosti), tj.

$$A = \{ A_1, A_2, ..., A_m \},$$

a f_j su n kriterija koje treba maksimizirati. Svaki kriterij je funkcija iz A u R ili u neki drugi uređeni skup.

Za svaku aktivnost A_i neka je $f_j (A_i)$ vrijednost ili procjena vrijednosti j-tog kriterija za i-tu alternativu. Na taj način dobiva se skup osnovnih podataka prikazan u matrici odluke:

Alternative (aktivnosti)	KRITERIJI			
	f_1	f_2	.....	f_n
A_1	$f_1 (A_1)$	$f_2 (A_1)$	.....	$f_n (A_1)$
A_2	$f_2 (A_1)$	$f_2 (A_2)$	.....	$f_n (A_2)$
.....	.....	.....	.....	.....
A_m	$f_1 (A_m)$	$f_2 (A_m)$	.....	$f_n (A_m)$

Tablica 1. Matrica odluke

Kada uspoređujemo dvije alternative a i b (A_k i A_l) moramo biti sposobni rezultat te usporedbe izraziti u terminima preferencija. Iz tih razloga uvodi se **funkcija preferencije P**:

$$P : A \text{ X } A \rightarrow [O, 1]$$

koja predstavlja intenzitet preferencije alternative (aktivnosti) **a** u odnosu na alternativu **b** na sljedeći način:

$P (a, b) = 0$ znači indiferenciju između **a** i **b**, ili nepostojanje preferencije od **a** nad **b**,

$P (a, b) \approx 0$ znači slabu preferenciju od **a** nad **b**,

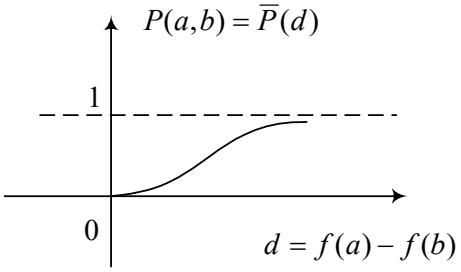
$P (a, b) \approx 1$ znači jaču preferenciju od **a** nad **b**,

$P (a, b) = 1$ znači striktnu preferenciju od **a** nad **b**.

U praksi će funkcija preferencije biti funkcija razlike između vrijednosti (ocjena) tih dviju alternativa po nekom atributu (kriteriju).

Stavimo li d = f(a) - f(b)

možemo uzeti da je $P(a,b) = \overline{P}(d)$ i tada graf funkcije preferencije (koja je sad funkcija jedne, a ne dviju varijabli) ima sljedeći oblik:



Slika 1. Graf funkcije preferencije

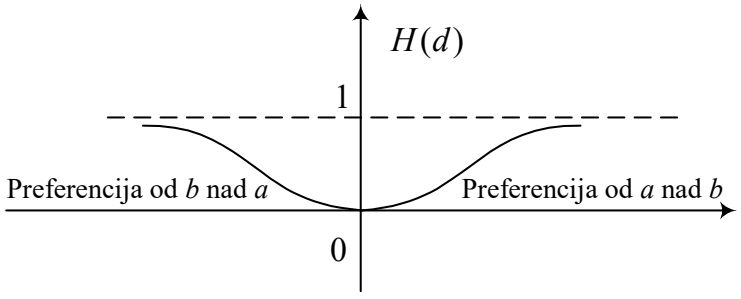
Funkcija preferencije je neopadajuća funkcija, koja je jednaka nuli za negativne vrijednosti od d. Naime, ako je d ≤ 0, tj. f(a) ≤ f(b), tada ne postoji preferencija od a nad b pa je i P(a, b) = 0.

Što je d, tj. razlika u ocjenama tih dviju aktivnosti (alternativa), veća to je P(a, b) bliži jedinici, a za određenu vrijednost od d funkcija postaje jednaka 1 jer dolazi do striktne preferencije.

Da bi imali bolji pregled područja indiferencije može se promatrati funkcija H(d) koja je direktno vezana sa funkcijom preferencije P na sljedeći način:

$$H(d) = \begin{cases} P(a,b), & d \geq 0 \\ P(b,a), & d < 0 \end{cases}$$

Ta funkcija izgleda, dakle, ovako:



Slika 2. Graf funkcije preferencije

Za svaki kriterij f_j razmatra se zatim **generalizirani kriterij** definiran pomoću kriterija f_j i odgovarajuće funkcije preferencije. Autori metode predložili su šest različitih

tipova generaliziranog kriterija. To, naravno, ne iscrpljuje sve mogućnosti ali se za praktičnu primjenu pokazuje i više nego dovoljnim. Od tih šest funkcija analitičar i donosilac odluke dogovorno biraju po jednu za svaki kriterij u odnosu na njihova saznanja o intenzitetu i smjeru preferencije. U svakom pojedinom slučaju treba eventualno unaprijed odrediti i neke parametre, od kojih svaki ima stvarno ekonomsko značenje. To su:

q - **prag indiferencije**, koji definira područje unutar kojeg je razlika vrijednosti dviju alternativa po nekom kriteriju zanemariva za donosioca odluke,

p - **prag preferencije,** koji definira područje stroge preferencije,

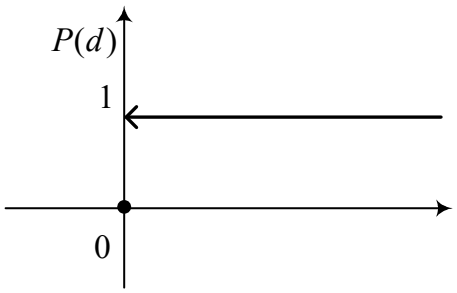
s - parametar čija vrijednost se nalazi između praga indiferencije q i praga preferencije p.

Tih šest tipova generaliziranog kriterija su:

1. Obični kriterij

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \le 0 \\ 1, & d > 0 \end{cases}$$

U tom slučaju indiferencija između a i b postoji ako i samo ako je f(a) = f(b), tj. za d = 0. Čim su procjene po tim dvjema aktivnostima različite to znači da donosilac odluke striktno preferira aktivnost koja ima veću ocjenu, pa je vrijednost funkcije preferencije jednaka 1. Ta funkcija preferencije prikazana je na slici 3.



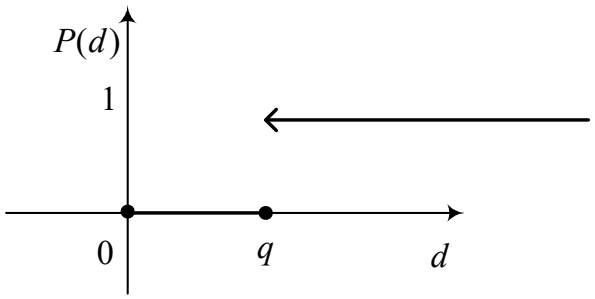
Slika 3. Graf funkcije preferencije-obični kriterij

2. Kvazi kriterij

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \le q \\ 1, & d > q \end{cases}$$

Kao što se vidi na slici 4, kod tog kriterija uvodi se prag indiferencije q, tj. dvije alternative su indiferentne tako dugo dok razlika njihovih ocjena ne premaši prag q, a u protivnom postoji stroga preferencija.

Dakle, ako donosilac odluke želi upotrijebiti takvu funkciju preferencije potrebno je odrediti vrijednost parametra q koji ima strogo ekonomsko značenje.

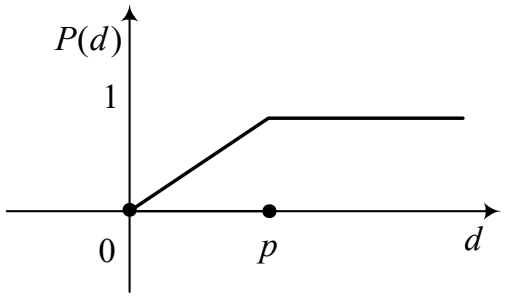


Slika 4. Graf funkcije preferencije-kvazi kriterij

3. Kriterij sa linearnom preferencijom

$$P(d) = \begin{cases} 0 \ , & d \le 0 \\ \dfrac{d}{p} \ , & d < p \\ 1 \ , & d \ge p \end{cases}$$

Dok je d manji od parametra p (praga preferencije) preferencija donosioca odluke raste linearno s vrijednošću d. Čim razlika d postaje veća od p postoji situacija stroge preferencije. Za taj kriterij treba dakle odrediti također samo jedan parametar p koji predstavlja najnižu vrijednost od d iznad koje imamo strogu preferenciju.

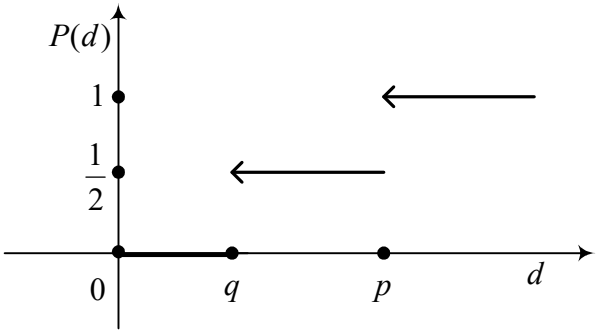


Slika 5. Graf funkcije preferencije - kriterij s linearnom preferencijom

4. Nivo kriterij

$$P(d) = \begin{cases} 0\ , & d \le q \\ \frac{1}{2}\ , & q < d \le p \\ 1\ , & d > p \end{cases}$$

U tom slučaju potrebno je definirati oba praga q i p i kada se razlika d nalazi između njihovih vrijednosti postoji tzv. slaba preferencija (P(d) = 1/2).

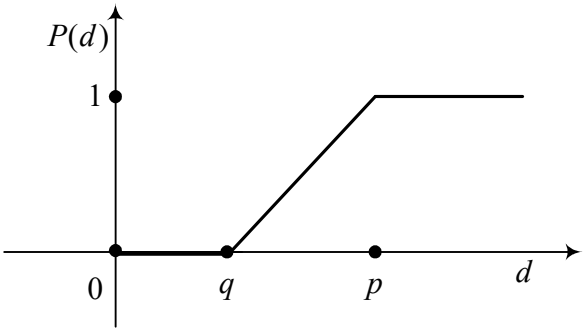


Slika 6. Graf funkcije preferencije - nivo kriterij

5. Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

$$P(d) = \begin{cases} 0\ , & d \le q \\ \frac{d-q}{p-q}\ , & q < d \le p \\ 1\ , & d > p \end{cases}$$

Preferencija donosioca odluke, u tom slučaju, raste linearno u području indiferencije do područja stroge preferencije, tj. u području između pragova q i p (slika 7).

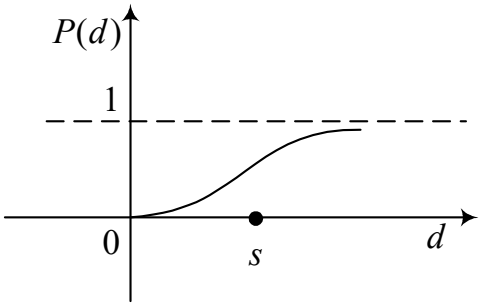


Slika 7. Graf funkcije preferencije - kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

6. Gaussov kriterij

$$P(d) = \begin{cases} 0 & , \quad d \le 0 \\ 1 - e^{-d^2/2s^2} & , \quad d > 0 \end{cases}$$

Ta funkcija zahtijeva definiranje samo parametra s koji leži negdje u području slabe preferencije, a predstavlja ustvari standardnu devijaciju normalne razdiobe. Ta funkcija koja nema prekida ni "šiljaka" može biti interesantna zbog eventualne stabilnosti rezultata.



Slika 8. Graf funkcije preferencije - Gaussov kriterij

Za svaki kriterij potrebno je, dakle, izabrati jedan od predloženih tipova funkcije preferencije. S obzirom da potrebni parametri imaju stvarno ekonomsko značenje potrebno je donosioca odluke upoznati sa svim tim mogućnostima i u dogovoru s njim odlučiti se za jedan od tipova funkcije preferencije.

Sljedeći posao je određivanje relativne važnosti (pondera, težina) za pojedine kriterije. Naravno da je problem određivanja težina w_j za svaki kriterij f_j (j = 1,2, ..., n) veoma težak i važan problem i njemu treba posvetiti izuzetnu pažnju.

Pretpostavimo da je analitičar, u dogovoru s donosiocem odluke, odredio funkcije preferencije P_j (po jednu od 6 mogućih tipova za svaki kriterij) i težine w_j. Definirajmo nadalje **indeks preferencije Π** kao ponderiranu sredinu funkcija preferencije P_j, tj.

$$\Pi(a,b) = \frac{\sum_{j=1}^{n} w_j P_j(a,b)}{\sum_{j=1}^{n} w_j}$$

Budući da je najčešće $\sum_{j=1}^{n} w_j = 1$ imamo:

$$\Pi(a,b) = \sum_{j=1}^{n} w_j P_j(a,b)$$

Indeks preferencije $\Pi(a,b)$ izražava intenzitet preferencije donosioca odluke za alternativu a nad alternativom b simultano razmatrajući sve kriterije. Drugim riječima $\Pi(a,b)$ izražava kako i sa kojim intenzitetom **a dominira nad b** u odnosu na sve kriterije.

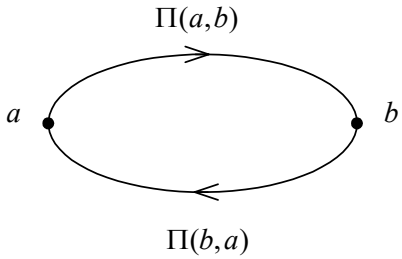
Napomenimo da, budući da je P_j (a,b) = 0 ako b dominira nad a po j-tom kriteriju, indeks preferencije ne može nikad biti negativan. S druge strane najveća vrijednost od P_j (a,b) može biti 1 i to u slučaju stroge preferencije. Iz toga slijedi:

$$\Pi(a,b) = \sum_{j=1}^{n} w_j P_j(a,b) \leq \sum_{j=1}^{n} w_j = 1$$

odnosno:

$$\Pi(a,b) \in [0,1] .$$

Nasuprot tome indeks preferencije $\Pi(b,a)$ izražava kako i sa kojim intenzitetom b dominira nad a u odnosu na sve kriterije. Dakle, između svake dvije alternative **a** i **b** postoje dva luka sa vrijednostima Π(a,b) i Π(b,a).



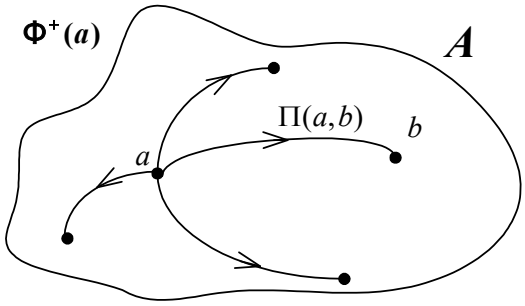
Slika 9. Indeksi preferencije

Za svaku alternativu (aktivnost) definiraju se, nadalje dva "**outranking"** toka Φ^+(a), izlazni ili pozitivni tok, i Φ^- (a), ulazni ili negativni tok.

Izlazni ili pozitivni tok

$$\Phi^+(a) = \sum_{b \in A} \Pi(a,b)$$

predstavlja sumu vrijednosti svih lukova koji izlaze iz čvora (alternative, aktivnosti) **a,** i zato izražava mjeru koliko alternativa **a** dominira nad svim ostalim alternativama (b ∈ A) po svim kriterijima, odnosno pokazuje koliko je alternativa **a** bolja od svih ostalih alternativa. Možemo reći da Φ^+(a) mjeri "snagu" alternative **a**.



Slika 10. Pozitivni tok

Nasuprot tome, definiramo ulazni ili negativni tok Φ^- (a) kao sumu vrijednosti svih lukova koji ulaze u čvor **a,** tj.

$$\Phi^-(a) = \sum_{b \in A} \Pi(b,a)$$

Ulazni ili negativni tok pokazuje koliko je **a** dominirana od svih ostalih alternativa i po svim kriterijima. Dakle, Φ^- (a) mjeri "slabost" alternative **a**, odnosno što je Φ^- (a) manji to je alternativa bolja.

Usporedbom ulaznih i izlaznih tokova dobiju se dva potpuna uređaja skupa alternativa, tj. jedan po Φ^+ (a) i jedan po Φ^- (a). To su:

Φ^+ (a) $\left\{ \begin{matrix} aS^+b \quad ako\ i\ samo\ ako\ je\ \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \\ aI^+b \quad ako\ i\ samo\ ako\ je\ \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \end{matrix} \right\}$

Φ^- (a) $\left\{ \begin{matrix} aS^-b \quad ako\ i\ samo\ ako\ je\ \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \\ aI^-b \quad ako\ i\ samo\ ako\ je\ \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \end{matrix} \right\}$

pri čemu je S tzv. **"outranking"** relacija, tj **a S b** znači: **a** je barem toliko dobar kao i **b** ili bolji.

Presjek tih dvaju uređaja rezultira u parcijalnom uređaju (P, I, R) što je konačan uređaj dobiven metodom PROMETHEE I.

a P b (a dominira nad b)	Ako i samo ako $\begin{cases} aS^{+}b \ \ i \ \ aS^{-}b \\ ili \\ aS^{+}b \ \ i \ \ aI^{-}b \\ ili \\ aI^{+}b \ \ i \ \ aS^{-}b \end{cases}$
a I b (a je indiferentan sa b)	ako i samo ako a I^{+} b i a I^{-} b
a R b (a i b su neusporedivi)	u ostalim slučajevima

Tablica 2. Konačan uređaj dobiven metodom PROMETHEE I

Ako donosilac odluke želi potpuni uređaj skupa alternativa A može se izračunati tzv. neto tok Φ, kao razlika "snage" i "slabosti" pojedine alternative, tj.

$$\Phi(a) = \Phi^{+}(a) - \Phi^{-}(a).$$

Takav uređaj naziva se PROMETHEE II. Iako je donositelju odluke jednostavnije odlučivati na temelju potpunog poretka (PROMETHEE II) ipak parcijalni uređaj (PROMETHEE I) daje mnogo realnije informacije, pogotovo one vezane za neusporedivost koje često mogu biti od velike važnosti za konačno donošenje odluke.

4. ANALIZA CILJEVA I KRITERIJA U UPRAVLJANJU ODRŽAVANJEM FASADA VIŠESTAMBENIH ZGRADA

Ciljevi predstavljaju željeni pravac promjena stanja od strane onoga ili onih koji o njemu odlučuju. Postizanje zadanih ciljeva temeljna je pretpostavka svakog procesa donošenja odluka. Ciljevi se prvo definiraju na strateškoj razini odlučivanja, jer je kvalitetno odabiranje ciljeva odgovorno za cijeli proces odabiranja kompromisnog rješenja. Donositelj strateškog cilja mora biti detaljno upućen u zadani problem. Kako bi cilj bio što kvalitetnije definiran u obzir se moraju uzeti stajališta svih dionika u procesu donošenja odluka, kao i stajališta svih korisnika.

Nakon definiranja ciljeva potrebno je utvrditi kriterije kao i skup mogućih rješenja između kojih donositelj odluke treba izvršiti izbor.

Kako bi se moglo pristupiti rangiranju postavljenih varijantnih rješenja, potrebno je odrediti kriterij po kojem će se ona vrednovati. Odabir kriterija je glavni zadatak u procesu višekriterijalne analize i o njima uvelike ovisi kvaliteta buduće odluke. U većini inženjerskih zadaća, nije moguće definirati samo jedan dominantni kriterij, što ukazuje na postojanje višekriterijalnog problema te upućuje na korištenje višekriterijalne analize kao odgovarajućeg pristupa.

Postupak odabira kriterija je najvažniji zadatak za korištenje višekriterijalnih metoda. Treba naglasiti da nema jedinstvene podjele kriterija, već za svaki specifični problem treba odabrati takve kriterije koji će istaknuti najvažnije aspekte objektivnog optimuma. Radi toga se provodi ciljna analiza koja služi identifikaciji podciljeva glavnom cilju kao i generiranju kriterija. Naime ciljeve koji su dovoljno mjerljivi moguće je tada koristiti kao kriterije vrednovanja varijantnih rješenja. Rezultat ciljne analize iskazuje se u ovom radu formiranom hijerarhijskom strukturom ciljeva.

Radi svega navedenog u nastavku će se objasniti način na koji je uspostavljena hijerarhijska struktura ciljeva i kako su definirani kriteriji. Važno je napomenuti da su za kriterije uzeti ciljevi posljednje hijerarhijske razine jer su dovoljno mjerljivi i dostatni za uspoređivanje predloženih varijantnih rješenja. U nastavku su obrazloženi odabrani cijevi i kriteriji.

Kod ovog projektnog zadatka, glavni cilj je jasno definiran: „Održivo upravljanje održavanjem fasada višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja“.

Nakon definiranja glavnog strateškog cilja, postavlja se pitanje podciljeva, tj. podržavajućih ciljeva glavnom cilju (ciljeva čijim ostvarenjem se podržava ostvarenje glavnog cilja).

Tijekom postupka generiranja ciljeva, poglavito onih koji se odnose na tehničko-građevinske aspekte analiziranog problema, korišteni su dostupni materijali u smislu izvora iz literature te je kao temelji uzet priručnik „Procjena stanja fasada“ Stunja et al. (2016.).

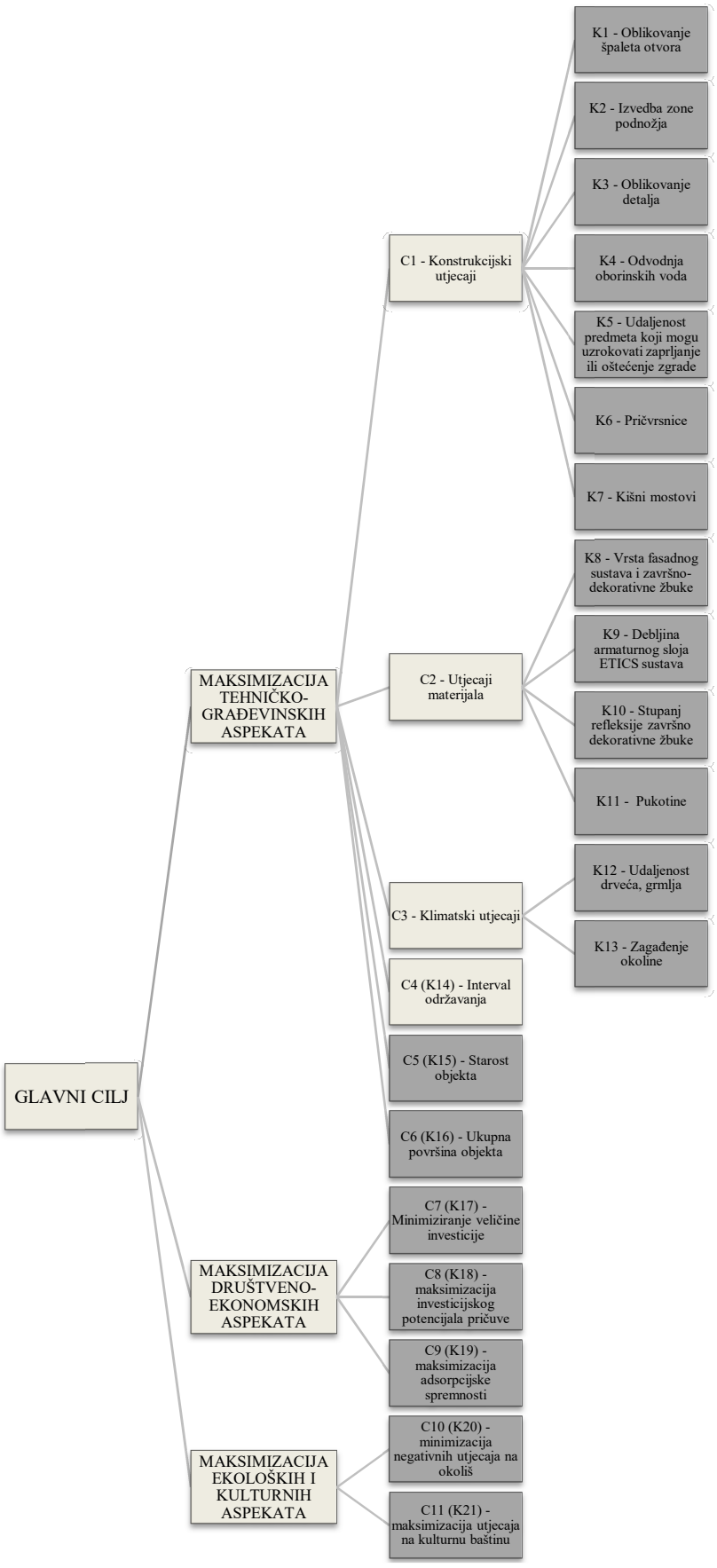
Za ciljeve prve razine definirani su: GPC1 - maksimizacija tehničko-građevinskih aspekata obnove fasada, GPC2 - maksimizacija društveno-ekonomskih aspekata obnove fasada (korisnosti za suvlasnike), GPC3 - maksimizacija ekoloških i kulturnih aspekata obnove fasada. Svaki od ova tri glavna podcilja dalje je razrađen u njima održavajuće ciljeve, a oni u kriterije i to kako je navedeno opisno u nastavku i na slici 11.

GPC1 - maksimizacija tehničko-građevinskih aspekata obnove fasada dijeli se na C1- minimizaciju konstruktivnih utjecaja na stanje fasade, C2 - minimizaciju utjecaja materijala na stanje fasade, C3 - minimizaciju klimatskih utjecaja na stanje fasade, C4 - usklađenost s planiranim intervalom održavanja, C5 - minimalna starost objekta i C6 - maksimizacija površine objekta.

GPC2 - maksimizacija društveno-ekonomskih aspekata obnove fasada (korisnosti za suvlasnike) dijeli se na C7 - minimiziranje veličine investicije, C8 - maksimizaciju investicijskog potencijala pričuve i C9 - maksimizacija adsorpcijske spremnosti (mogućnosti pristupa obnovi i pribavljanju sredstava).

GPC3 - maksimizacija ekoloških i kulturnih aspekata obnove fasada dijeli se na C10 - minimizaciju negativnih utjecaja na okoliš (uštede u korištenju energije) i C11 - maksimizaciju utjecaja na kulturnu baštinu (obnova kulturne baštine).

Zbog jednake vrijednosti ocjena po kriterijima (ako bi se slijedeće navedeni uzeli za kriterije), a time i nedovoljnog utjecaja na rezultat analize sljedeći kriteriji (iako su generirani u postupku generiranja kriterija) nisu uzeti u obzir: konstruktivna zaštita od vremenskih utjecaja, oborine, magla i vlažnost zraka, sunčeva svjetlost, blizina vode i udaljenost mora. Naime, sve zgrade koje se analiziraju po ovim kriterijima imale bi iste ocjene pa ih prema tome nema smisla uzimati u obzir već ih se predlaže koristiti ukoliko se u portfelju upravitelja nalaze zgrade koje nisu sve na istom području tj. one koje bi imale različite ocjene po nekom ili svim navedenim kriterijima koji bi tada bili od važnosti jer bi utjecali na konačno rangiranje.



Slika 11. Hijerarhijska struktura ciljeva i kriterija

Slika 11. Prikazuje hijerarhijsku strukturu ciljeva kojom se prikazuju međusobni odnosi ciljeva viših i nižih razina. Glavni cilj se grana na 3 podcilja prve hijerarhijske razine, dok se oni granaju na ukupno 11 ciljeva druge hijerarhijske razine.

Iz prethodno prikazane slike vidljivo je kako se cijevi druge razine nejednoliko granaju. Naime, ciljevi koji se nalaze ispod GPC2 i GPC3 granaju se samo do druge razine, dok se ciljevi koji podržavaju GPC1 granaju u dvije razine (drugu i treću). Drugu razini podržavajućih ciljeva GPC1 čine ciljevi C1-C6. Ciljevi treće razine koji podržavaju C1 su K1-K7, oni koji podržavaju C2 su K8-K11, dok C3 podržavaju K12 i K13. Podržavajući ciljevi druge razine za GPC2 su C7-C9, a ciljevi C10 i C11 druge razine podržavaju GPC3. Prethodno navedeni ciljevi C4-C11 nemaju podržavajuće ciljeve na trećoj razini odnosno nije ih potrebno dalje dijeliti. Provedenom analizom mjerljivosti ciljeva druge i treće razine utvrđeno je kako se za kriterije trebaju uzeti ciljevi treće razine ispod C1, C2 i C3 i to su redom kriteriji K1 do K13, te ciljevi druge razine C4, C5 i C6 (u nastavku navedeni kao kriteriji K14, K15 K16) kao i ciljevi druge razine C7-C9 (u nastavku označeni kriteriji K17-K21) jer su jednako mjerljivi i jednako kvalitetni za vrednovanje varijantnih rješenja tj. kvalitetno opisuju problem za potrebe prioritetnog rangiranja prema usuglašenom mišljenju dionika. Naime, dionici su zaključili kako ciljeve ispod GPC2 i GPC3 ne treba dalje dijeliti.

Navedeno je dodatno iskazano u tablici 3. u nastavku.

OZNAKA KRITERIJA	NAZIV	KRATKI OPIS	HIJERARH. RAZINA
GC	*GLAVNI CILJ- ODRŽIVO UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM FASADA VIŠESTAMBENIH OBJEKATA KOJI SE NALAZE U PORTFELJU JEDNOG UPRAVITELJA*	Održivo upravljanje održavanjem fasada višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja.	**0**
GPC1	*GLAVNI PODCILJ 1- MAKSIMIZACIJA TEHNIČKO-GRAĐEVINSKIH ASPEKATA*	Maksimizacija tehničko-građevinskih aspekata.	**1**
GPC2	*GLAVNI PODCILJ 2 - MAKSIMIZACIJA DRUŠTVENO-EKONOMSKIH ASPEKATA*	Maksimizacija društveno-ekonomskih aspekata.	**1**
GPC3	*GLAVNI PODCILJ 3 - MAKSIMIZACIJA EKOLOŠKIH I KULTURNIH ASPEKATA*	Maksimizacija ekoloških i kulturnih aspekata.	**1**
C1	*CILJ 1 - KONSTRUKCIJSKI UTJECAJI*		**2**
C2	*CILJ 2 – UTJECAJI MATERIJALA*		**2**
C3	*CILJ 3 – KLIMATSKI UTJECAJI*		**2**
C4 (K14)	*INTERVAL ODRŽAVANJA***	Odnos intervala od posljednjeg poduzimanja aktivnosti održavanja	**2**

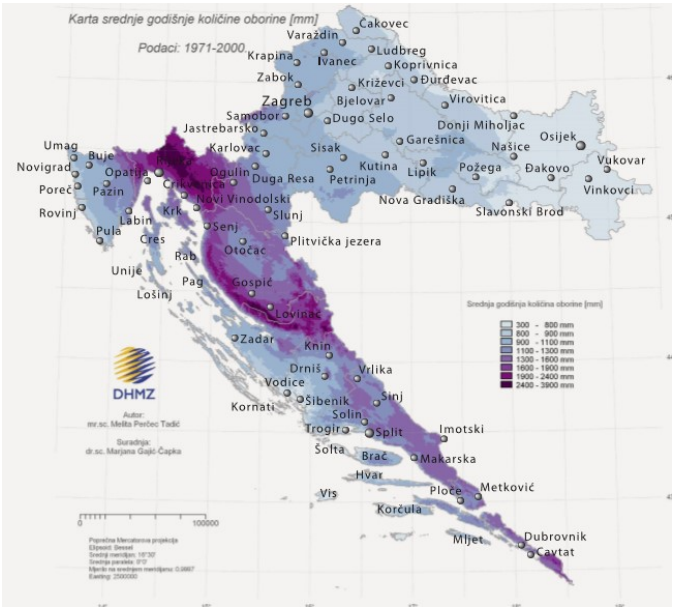
		prema preporučenom intervalu održavanja.**	
C5 (K15)	*STAROST OBJEKTA*	Vrijeme proteklo od izgradnje objekta.	**2**
C6 (K16)	*UKUPNA POVRŠINA OBJEKTA*	Ukupna površina objekta.	**2**
C7 (K17)	*VELIČINE INVESTICIJE*	Ona ovisi o općoj razini cijena i razini potencijalnog proizvoda.	**2**
C8 (K18)	*INVESTICIJSKI POTENCIJAL PRIČUVE*	Iskazuje razvojni dio pričuve koji je raspoloživ za investiranje dio nakon oduzimanja rashoda naknada i ostalih fiksnih rashoda.	**2**
C9 (K19)	*ADSORPCIJSKA SPREMNOST*	Procjenjuje se spremnost suvlasnika u smislu pripreme potrebne projektno-tehničke i ostale dokumentacije.	**2**
C10 (K20)	*NEGATIVNI UTJECAJ NA OKOLIŠ*	Procjenjuje se značajnost umanjenja potrošnje energije za hlađenje i zagrijavanje objekta uslijed poduzimanja aktivnosti održavanja, tj. obnove.	**2**
C11 (K21)	*KULTURNA BAŠTINA*	Utvrđuje se status objekta u smislu zaštićenog kulturnog dobra.	**2**
K1	*OBLIKOVANJE ŠPALETA OTVORA*	Uvučenost same špalete nasuprot ukupne fasadne površine.	**3**
K2	*IZVEDBA ZONE PODNOŽJA*	Izvedba zone podnožja dijeli se na horizontalno i vertikalno uređenje. Stoga je vrlo važno oblikovanje podnožja odvajanjem od objekta u horizontalnom te uvlačenjem podnožja u vertikalnom oblikovanju. Osim oblikovanja samog podnožja bitan je i odabir materijala za njihovu izradu.	**3**
K3	*OBLIKOVANJE DETALJA*	Treba voditi računa da klupčica ima pravilno izveden detalj koji sprječava otjecanje oborinskih voda sa bočnih strana klupčice također pravilna izvedba detalja atike onemogućuje podlijevanje oborina nošenih jakim vjetrom.	**3**
K4	*ODVODNJA OBORINSKIH VODA*	Nagib odvodnje te spajanje horizontalnih i vertiklanih ploha okapnicama treba pravilno izvesti kako bi se onemogućilo podlijevanje oborinskih voda.	**3**
K5	*UDALJENOST PREDMETA KOJI MOGU UZROKOVATI ZAPRLJANJE ILI MEHANIČKO OŠTEĆENJE ZGRADE*	Površinu fasade treba zaštititi od parkiranih bicikala, kontenjera ili naslaganih zaliha drva. Grane drveća i drva potrebno je redovito obrezivati a raslinje posaditi u dovoljnom razmaku od fasade.	**3**
K6	*PRIČVRSNICE*	U ovisnosti o načinu montaže mogu uzrokovati i štete na fasadi (hladni mostovi, kondenzacija vlage i sl.).	**3**
K7	*KIŠNI MOSTOVI*	Kišni mostovi nastaju na fasadnim sustavima tamo gdje oborinska voda tjerana vjetrom prolazi kroz fasadne slojeve i moči podložni zid uzrokujući građevinske štete.	**3**
K8	*VRSTA FASADNOG SUSTAVA I ZAVRŠNO-DEKORATIVNE ŽBUKE*	Ovisno o načinu izvedbe fasade te vrsti fasadnog sustava, ona ima manju ili veću otpornost na propadanje ili pojavu šteta uzrokovanih nosivom konstrukcijom.	**3**
K9	*DEBLJINA ARMATURNOG SLOJA ETICS SUSTAVA*	Ona osigurava mehaničku otpornost sustava, smanjuje rizik od pojave pukotina, utječe na toplinski kapacitet i sl	**3**

K10	*STUPANJ REFLEKSIJE ZAVRŠNO DEKORATIVNE ŽBUKE*	Nijansa zaštitno-dekorativne žbuke mogu imati velik utjecaj na trajnost fasade. Tamniji tonovi su zbog većeg zagrijavanja manje skloni rastu mikroorganizama, ali uslijed male refleksije svjetla dovodi do velike akumulacije topline što uzrokuje pukotine i trajna oštećenja fasade.	**3**
K11	*PUKOTINE*	Pukotine se mogu klasificirati prema izgledu, veličini, obliku itd. Najčešći uzroci pukotina su krivi načini lijepljenja ploča, premala debljina armaturnog sloja, neodgovarajuća pozicija staklene mrežice i drugi.	**3**
K12	*UDALJENOST DRVEĆA, GRMLJA...*	Utjecaji kao što su sjene koju pruža drveće i grmlje, isparavanje, smanjeno osunčavanje površine fasade produljuju zadržavanje kondenzirane i atmosferske vlage.	**3**
K13	*ZAGAĐENJE OKOLINE*	Stupanj zagađenja ovisi o sadržaju zagađenja u atmosferi ono je najveće u industrijski razvijenim i urbanim područjima.	**3**

Tablica 3. Iskaz elemenata hijerarhijske strukture ciljeva po svim njenim razinama

**Zbog nedominantnosti kriterija tj. nedovoljnog utjecaja na rezultat analize u nastavku navedeni kriteriji nisu uzeti u obzir, ali ih zbog ukupnog zbroja u kriteriju „Interval održavanja“ moramo uzeti u obzir kako bismo dobili što bolji rezultat.

Oborine – količina oborina u ovom predmetnom zadatku nije dominantni kriterij jer se svi objekti nalaze na području grada Splita, pa se može zaključiti da je količina oborina na promatranom području ista.



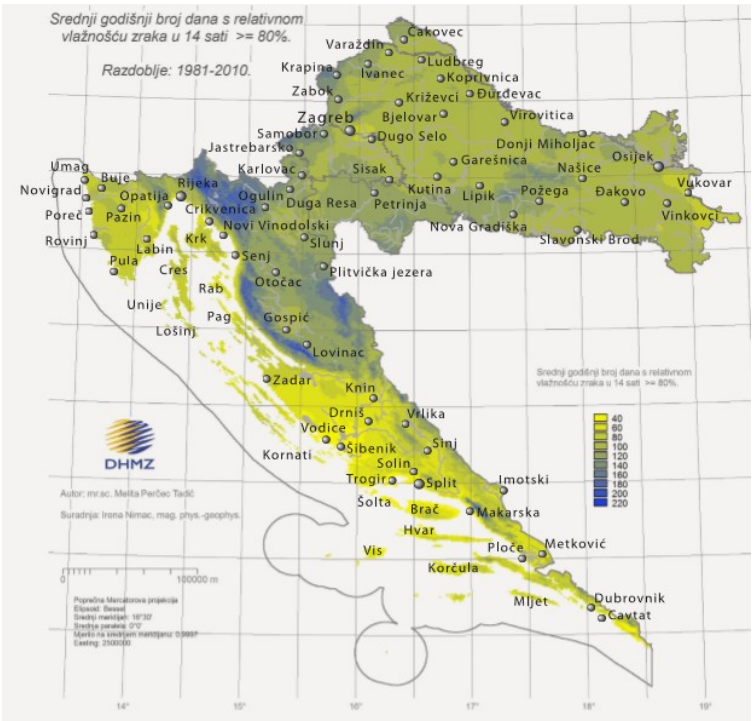
Slika 12. Karta srednje godišnje količine oborina (Stunja et al. 2016.)

Srednja godišnja količina oborina	Indeks
300-800	0
800-900	2
900-1100	4
1100-1300	7
1300-1600	11
1600-1900	15
1900-2400	18
2400-3900	20

Tablica 4. Indeksacija srednje godišnje količine oborina (Stunja et al. 2016.)

Iz prethodno navedene slike vidi se da je na području grada Splita srednja godišnja količina oborina 1300-1600 mm što nam daje indeksni broj 11. Iako kriterij „oborine“ nismo uzeli u obzir ovaj indeksni broj moramo pribrojiti u indeksaciji koja nam utječe na kriterij održavanja objekta.

Magla i vlažnost zraka – ovaj kriterij također nije dominantan kriterij jer se za cijelo područje grada Splita može uzeti da je srednje godišnji broj dana s relevantnom vlažnošću zraka u 14 h ≥ 80% jednak 40, što odgovara indeksnom broju 0. To možemo vidjeti iz slike i tablice u nastavku.

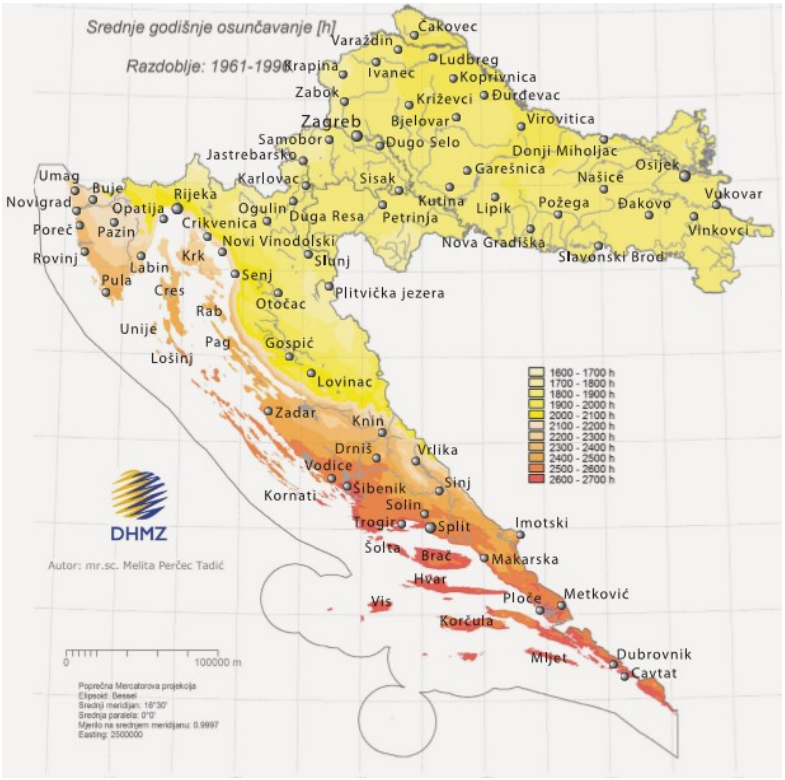


Slika 13. Vlažnost zraka (Stunja et al. 2016.)

Srednji godišnji broj dana s relativnom vlažnošću zraka ≥80%	Indeks
40	0
60	2
80	4
100	6
120	8
140	10
160	12
180	14
200	17
220	20

Tablica 5. Srednji godišnji broj dana s relativnom vlažnošću zraka ≥80% (Stunja et al. 2016.)

Sunčeva svjetlost – sunčevo zračenje povisuje temperaturu fasadnih površina što utječe na mehaničku stabilnost materijala.



Slika 14. Srednje godišnje osunčavanje (Stunja et al. 2016.)

Srednje godišnje osunčavanje (h)	Indeks
1600-1900	4
1900-2200	8
2200-2400	12
2400-2700	16
>2700	20

Tablica 6. Srednje godišnje osunčavanje (Stunja et al. 2016.)

Iz slike 14. i tablice 6. zaključujemo kako je za područje Splita adekvatan indeksni broj 16.

Blizina vode – vodena masa utječe na količinu vlažnosti u zraku.

Udaljenost potoka, jezera, rijeka		Index
Udaljeno	>200 m	1
U blizini	50-200 m	4
Neposredna blizina	<50 m	9

Tablica 7. Udaljenost potoka,jezera, rijeka (Stunja et al. 2016.)

Blizina potoka, jezera i rijeka je za promatrano područje splita veća od 200 metara to odgovara indeksnom broju 1. Iz prethodnih slika i tablica zaključujemo kako se za promatrano područje Splita za kriterij „Interval održavanja“ mora pribrojiti ocjena 28, kako bi interval održavanja bio što točnije određen.

Osim što su prethodno iskazani ciljevi i kriteriji u nastavku će se iskazati i načni tj. tehnike ocjenjivanja varijantnih rješenja po svakom od kriterija i to je prikazano u tablici 8.

OZNAKA KRITERIJA	TEHNIKA OCJENJIVANJA	FUNKCIJA PREFERENCIJE	MIN/ MAX
K1	Ocjene se dodjeljuju u odnosu na dubinu špalete kako slijedi: – ocjena 15 za dubinu manju od 5cm – ocjena 6 za dubinu u intervalu 5-15cm – ocjena 2 za dubinu veću od 15cm	V-SHAPE	MAX
K2	*HORIZONTALNO UREĐENJE PODNOŽJA* - ocjene se dodjeljuju u odnosu na udaljenost objekta od terena obzirom na način uređenja podnožja i to: – ocjena 0 za pravilno uređena zona prskanja (h≥30cm, sa šljunkom b≥30 cm) – ocjena 2 za nogostup neposredno uz objekt – ocjena 10 za zemlju uz objekt *VERTIKALNO UREĐENJE PODNOŽJA* - ocjene se dodjeljuju u odnosu na uvučenost podnožja u odnosu na fasadu: – ocjena 0 za uvučeno podnožje (min. 3 cm) – ocjena 2 za podnožje u ravnini – ocjena 4 za izvučeno podnožje Ocjene ovisno o vrsti materijala: – ocjena 0 za XPS – ocjena 2 za VC žbuku – ocjena 5 za EPS – ocjena 8 za MW Ocjene ovisno o završno-dekorativnom sloju podnožja: – ocjena 1 za mozaičnu žbuku – ocjena 1 za kamenu ili keramičku oblogu – ocjena 2 za silikonsku žbuku – ocjena 3 za akrilatnu žbuku – ocjena 5 za silikatnu oblogu – ocjena 7 za mineralnu plemenitu žbuku – ocjena 10 za fasadnu žbuku	V-SHAPE	MAX
K3	Ocjene se dodjeljuju ovisno o pravilnosti izvedbe klupčice i to ako je:	V-SHAPE	MAX

	– pravilno izvedena ocjena 0 – nepravilno izvedena ocjena 4 Ocjene se također dodjeljuju ovisno o pravilnosti izvedbe limarije atike i to ako je: – u skladu sa smjernicama ocjena 0 – nije u skladu ocjena 4		
K4	Ocjene se dodjeljuju ovisno o pravilnosti izvedbe istaka i to ako su one: – pravilno izvedene ocjena 3 – nepravilno izvedene ocjena 20 Ocjene se također dodjeljuju ovisno o pravilnosti izvedbe odvodnje i to ako je: – pravilno izvedena ocjena 3 – nepravilno izvedena ocjena 20	V-SHAPE	MAX
K5	Ocjene se dodjeljuju u odnosu na udaljenost predmeta i raslinja od fasade i to ako su: – naslonjena na fasadu ocjena 10 – u blizini manjoj od 1 m ocjena 4 – udaljeni više od 1 m ocjena 2	V-SHAPE	MAX
K6	Ocjene se dodjeljuju u odnosu na način montaže pričvrsnica i to: – ocjena 0 ako nema pričvrsnica – ocjena 1 za upuštenu pričvrsnicu s rondelom – ocjena 7 za klasičnu pričvrsnicu	V-SHAPE	MAX
K7	Ocjene se dodjeljuju prema načinu uređenja podnožja i to: – ocjena 4 ako su dijelovi ETICS fasade sa probojima izvedeni na uobičajen način i sa standardnom opremom – ocjena 0 ako su dijelovi ETICS fasade sa probojima izvedeni sa posebno projektiranom zaštitom točkastih proboja, tj. sa držačima i opremom prilagođenom vremenskim uvjetima	V-SHAPE	MAX
K8	Ocjene se dodjeljuju ovisno o načinu izvedbe i o vrsti fasadnog sustava i završno-dekorativne žbuke i to za: – klasično ožbukanu fasadu (bez TI) ocjena 2 ukoliko ima završni premaz s fasadnom bojom ili ocjena 8 ukoliko nema – fasadni sustav s toplinsko-izolacijskom žbukom ocjena 3 ukoliko ima završni premaz s fasadnom bojom ili ocjena 5 ukoliko nema – ETICS sa završno-dekorativnom mineralnom žbukom ocjena 4 ukoliko ima završni premaz s fasadnom bojom ili ocjena 10 ukoliko nema – ETICS sa završno-dekorativnom pastoznom žbukom ocjena 6 ukoliko ima završni premaz s fasadnom bojom ili ocjena 16 ukoliko nema	V-SHAPE	MAX
K9	Ocjenjuje se na temelju srednje vrijednosti reprezentativnog uzorka armaturnog sloja i to: – indeksom kakvoće 0 za debljinu veću od 5 cm – indeksom kakvoće 5 za debljinu u intervalu od 3 do 5 cm – indeksom kakvoće 25 za debljinu manju od 3 cm	V-SHAPE	MAX
K10	Ocjenjuje se u ovisnosti o nijansi, stupnju refleksije te o vrsti fasade i to: – ocjenom 2 za klasično ožbukanu fasadu svijetle nijanse sa stupnjem refleksije većim od 50 ili ocjenom 8 za ETICS sustav – ocjenom 4 za klasično ožbukanu fasadu srednje nijanse sa stupnjem refleksije većim između 30 i 50 ili ocjenom	V-SHAPE	MAX

	15 za ETICS sustav – ocjenom 8 za klasično ožbukanu fasadu tamne nijanse sa stupnjem refleksije manjim od 30 ili ocjenom 23 za ETICS sustav Također se ocjenjuje struktura i granulacija završno-dekorativne žbuke i to : – ocjenom 0 za zrnastu granulaciju zrna ≤2 mm ili ocjenom 1 za granulaciju zrna >2 mm – ocjenom 4 za žljebastu granulaciju zrna ≤2 mm – ocjenom 5 za granulaciju zrna >2 mm		
K11	Ocjenjuje se ovisno o širini pukotine i to: – indeksom 0 ukoliko nema pukotina – indeksom 4 za pukotine ≤0,3 mm – indeksom 18 za pukotine >0,3 mm	V-SHAPE	MAX
K12	Ocjenjuje se u odnosu na udaljenost vegetacije od fasade te o njenoj gustoći: – indeksom 0 za pojedinačnu vegetaciju udaljenu više od 50 m ili indeksom 2 za gustu vegetaciju – indeksom 3 za pojedinačnu vegetaciju na udaljenosti od 10 do 50 m ili indeksom 5 za gustu vegetaciju – indeksom 10 za pojedinačnu vegetaciju u neposrednoj blizini manjoj od 10 m ili indeksom 15 za gustu vegetaciju – indeksom 15 za pojedinačnu vegetaciju naslonjenu na fasadu ili indeksom 20 za gustu vegetaciju	V-SHAPE	MAX
K13	Ocjenjuje se u ovisnosti o opterećenju i uzroku zagađenja: – indeksom 1 za slabo opterećenje čiji je uzrok rijetka industrija i slaba naseljenost ili ukoliko se radi o ruralnom području s malo prometa – indeksom 3 za srednje opterećenje čiji je uzrok srednja gustoća industrije i naseljenosti odnosno normalni promet – indeksom 6 za snažno opterećenje čiji je uzorak čađa nastala zbog sagorijevanja, dim, visoka gustoća industrije i naseljenost te gust promet	V-SHAPE	MAX
C4 (K14)	Ocjena se iskazuje kao omjer odnosa intervala od posljednjeg poduzimanja aktivnosti održavanja prema preporučenom intervalu održavanja i to: – svako 10 godina za zbroj koji spada u interval od 10 do 70 – svako 8 godina za zbroj koji spada u interval od 71 do 161 – svako 5 godina za godina za zbroj koji spada u interval od 162 do 222 – svake 3 godine za zbroj koji spada u interval od 223 do 304	V-SHAPE	MAX
C5 (K15)	Broj godina od izgradnje.	V-SHAPE	MAX
C6 (K16)	m^2	V-SHAPE	MAX
C7 (K17)	U 1000 HRK	V-SHAPE	MAX
C8 (K18)	Ocjena u postotku % od ukupnih prihoda uz pretpostavku nepromijenjenog prihoda i bez interventnih rashoda većeg iznosa.	V-SHAPE	MAX
C9 (K19)	Ocjenjivanje se vrši ekspertnom procjenom upravitelja portfelja i to ocjenama 0(da) ili 1(ne).	USUAL	MIN
C10 (K20)	Ocjenjivanje se vrši ekspertnom procjenom i to ocjenama: – značajno - 1 – bezvrijedno - 0	USUAL	MAX
C11 (K21)	Ocjenjivanje 0(da) ili 1(ne).	USUAL	MIN

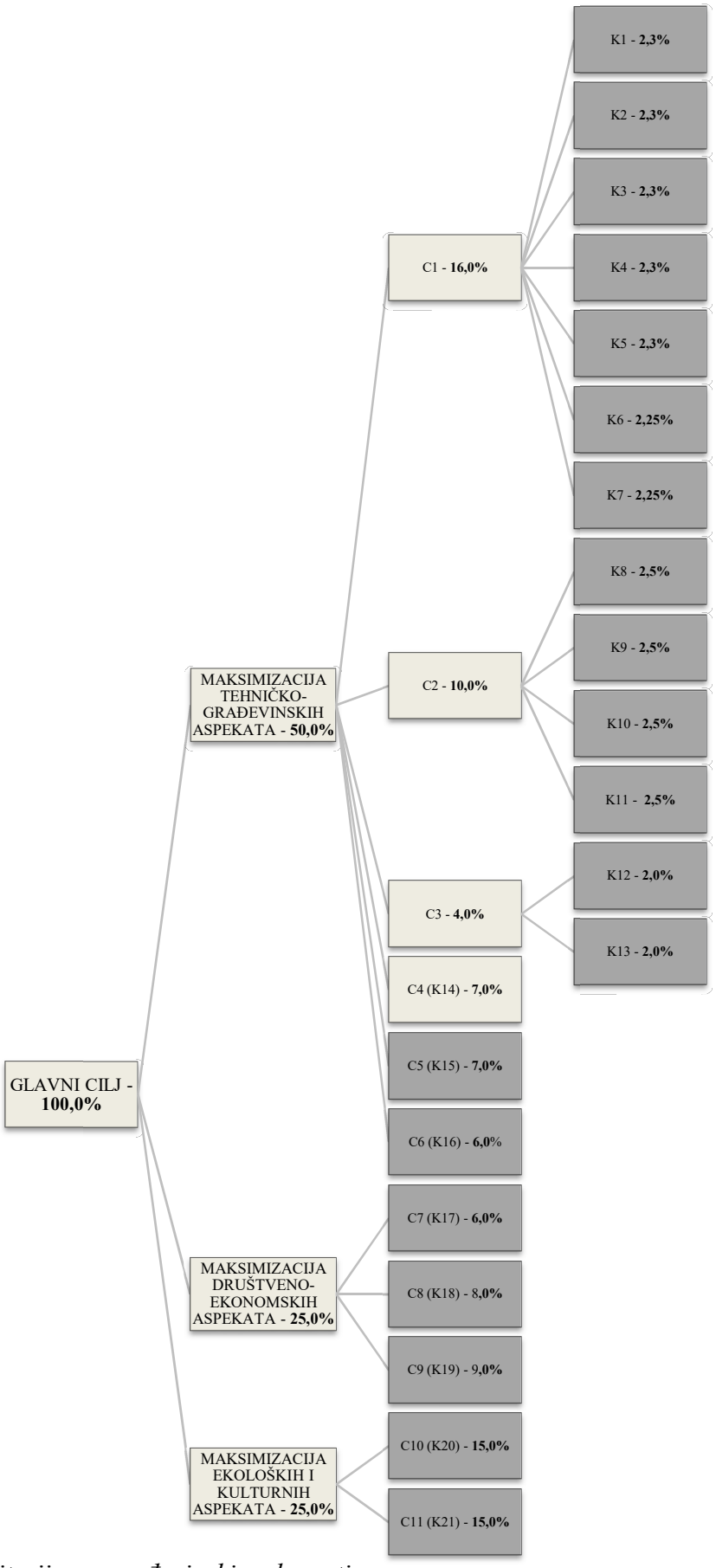
Tablica 8. Tehnika ocjenjivanja kriterija i tehnika vrednovanja

Prethodna tablica osim što prikazuje način ocjenjivanja kriterija iskazuje nam u svoja posljednja dva stupca odabrane funkcije preferencije te definira radi ili se o problemu minimuma ili maksimuma i to za svaki od kriterija. Tako se može zaključiti kako prevladava V-Shape oblik funkcije preferencije dok je samo za posljednja tri kriterija korištena Usual funkcija preferencije. Također uglavnom se radi o problemima maksimuma dok su samo kriteriji K19 i K21 problem minimuma. Prethodno iskazano ukazuje na želju provoditelja višekriterijalne analize da se prilikom rangiranja na najbolje rangiranim mjestima nalaze alternativna rješenja-zgrade koje su u najlošijem stanju odnosno one na kojima treba poduzimati aktivnosti održavanja. Osim toga na taj način će se identificirati i one zgrade čijim uređivanjem će se postići najveći ukupni efekte u smislu stanja svih zgrada koje su analizirane tj. zgrada u portfelju.

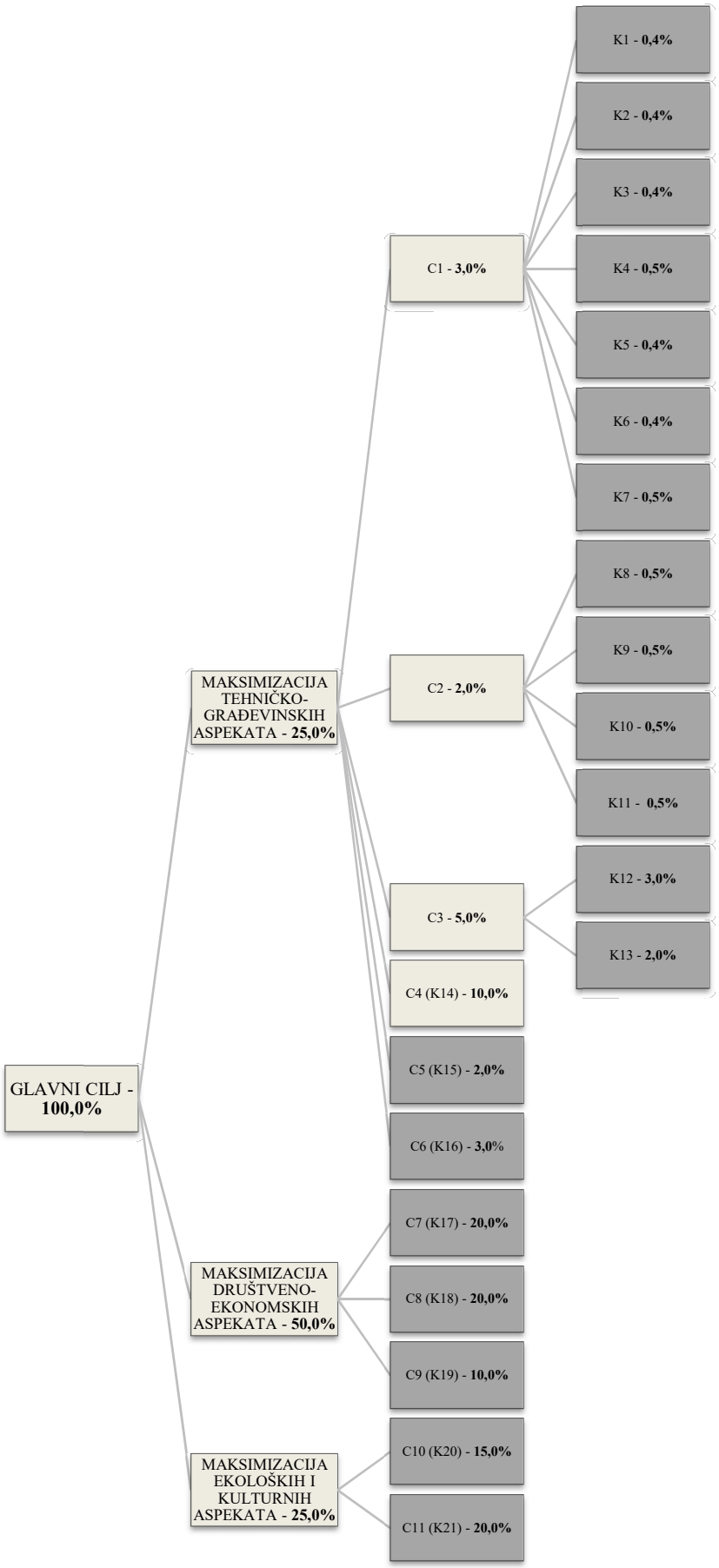
5. ODREĐIVANJE TEŽINE KRITERIJA OD STRANE DIONIKA

Za različite dionike različiti kriteriji nemaju isti značaj. Odnosno svaki od dionika će određenom kriteriju dodijeliti različitu težinu. Kada govorimo o problemu upravljanja održavanjem fasada višestambenih zgrada možemo reći da su dionici ovog problema građevinski eksperti, korisnici i upravitelj. Jasno je da prethodno navedeni dionici neće imati isti pogled u smislu rješavanja problema, te je stoga problem potrebno sagledati sa svih stajališta.

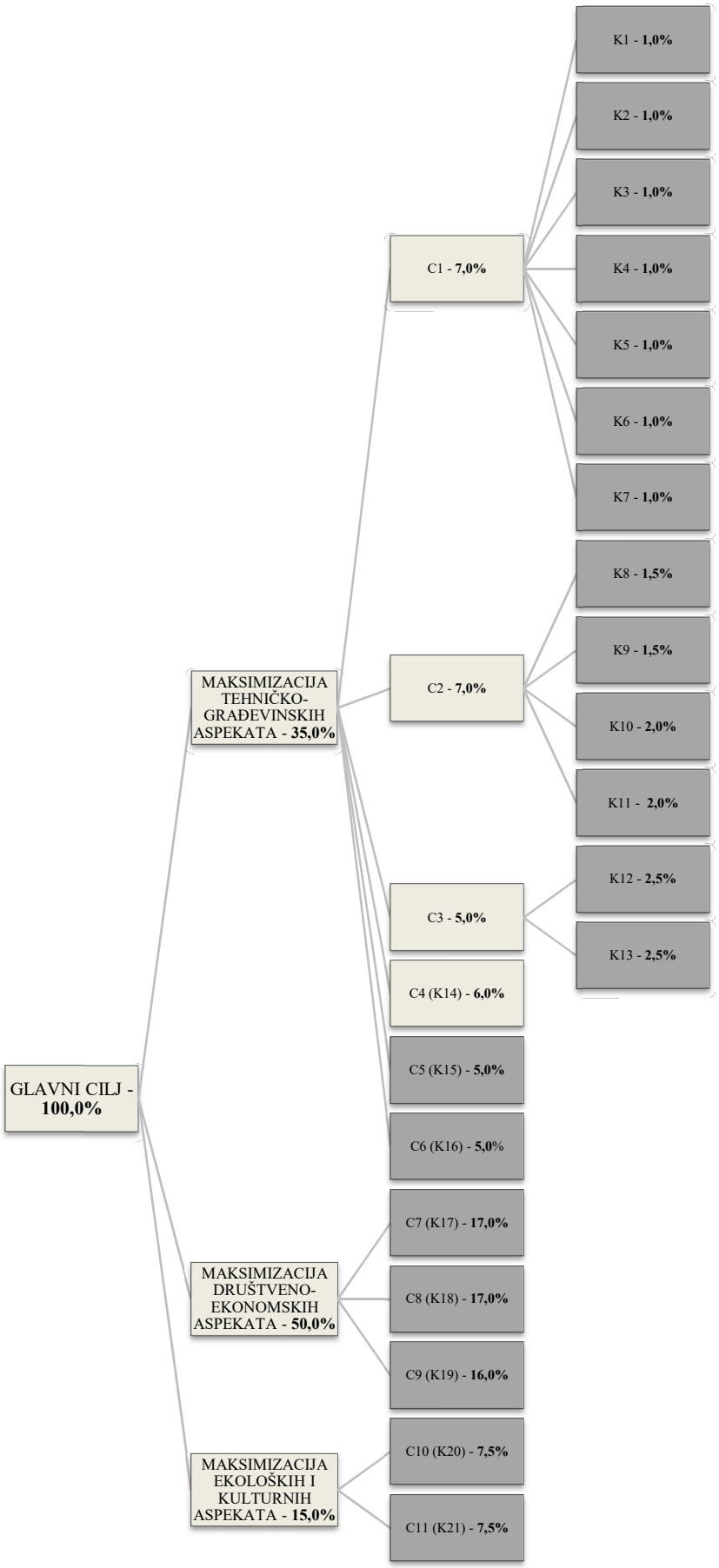
Na slikama u nastavku su prikazane težinske vrijednosti ciljeva prve, druge i treće hijerarhijske razine i to sa stajališta građevinskih eksperta, korisnika i upravitelja. Sa slike 15. se vidi da je građevinskim ekspertima najvažniji cilj maksimizacija tehničko-građevinskih aspekata te da on ima najveću težinu i to 50% vrijednosti sume težina za razliku od maksimizacije društveno-ekonomskih aspekata i maksimizacije ekoloških i kulturnih aspekata koji imaju težinu svaki po 25%. Nadalje se iz slike 16. vidi da je korisnicima najbitnija maksimizacija društveno-ekonomskih aspekata te da ona u ovom slučaju ima težinu 50% dok ostala dva cilja imaju težinu svaki po 25%. Upravitelju je također najbitnija maksimizacija društveno-ekonomskih aspekata te ona i u ovom slučaju ima težinu 50% dok maksimizacija tehničko-građevinskih aspekata ima težinu 35% a maksimizacija ekoloških i kulturnih aspekata 15%. Prethodno definirane težine su zapravo težine glavnih podciljeva prve hijerarhijske razine čija je suma u konačnici 100% te se te težine dalje dijele na ciljeve druge a zatim i treće razine. U prethodnom poglavlju su jasnije definirane podjele ciljeva te je na sljedećim slikama prikazana samo njihova težinska vrijednost.



Slika 15. Težine kriterija po građevinskim ekspertima



Slika 16. Težine kriterija po korisnicima



Slika 17. Težine kriterija po upravitelju

U sljedećoj tablici su iskazane težine kriterija po skupinama dionika kao i njihova kompromisna težina dobivena kao suma svih podijeljena sa 3, odnosno iskazana kao aritmetička srednja vrijednost. Ovakvim načinom odabira kompromisne težine kriterija jednoliko su uvažena mišljenja svih dionika (građevinskih eksperta, korisnika i upravitelja) u procesu donošenja odluke. Ovako određene kompromisne težine dalje će se koristiti prilikom uspoređivanja metodom PROMETHEE u nastavku.

KRITERIJ	**DIONICI**			**KOMPROMISNA TEŽINA KRITERIJA**
	GRAĐEVINSKI EKSPERTI (%)	KORISNICI (%)	UPRAVITELJ (%)	
K1	2,30	0,40	1,00	**1,23**
K2	2,30	0,40	1,00	**1,23**
K3	2,30	0,40	1,00	**1,23**
K4	2,30	0,50	1,00	**1,27**
K5	2,30	0,40	1,00	**1,23**
K6	2,25	0,40	1,00	**1,22**
K7	2,25	0,50	1,00	**1,25**
K8	2,50	0,50	1,50	**1,50**
K9	2,50	0,50	1,50	**1,50**
K10	2,50	0,50	2,00	**1,66**
K11	2,50	0,50	2,00	**1,66**
K12	2,00	3,00	2,50	**2,50**
K13	2,00	2,00	2,50	**2,17**
C4 (K14)	7,00	10,00	6,00	**7,67**
C5 (K15)	7,00	2,00	5,00	**4,67**
C6 (K16)	6,00	3,00	5,00	**4,67**
C7 (K17)	8,00	20,00	17,00	**15,00**
C8 (K18)	8,00	20,00	17,00	**15,00**
C9 (K19)	9,00	10,00	16,00	**11,67**
C10 (K20)	15,00	15,00	7,50	**12,50**
C11 (K21)	10,00	10,00	7,50	**9,17**
SUMA	100,00	100,00	100,00	**100,00**

Tablica 9. Težine kriterija

Iz prethodne tablice je vidljivo da najveće težine u kompromisnom scenariju imaju kriteriji K17, K18, K19, K20 i K21 te da je njihov ukupni zbroj iznosi 63,34% od sumarnih 100%, dok najmanje težine imaju kriteriji od K1 do K7 i to sveukupno 8,66%. Iz prethodno navedenog može se zaključiti da su kriteriji kao: veličina investicije, investicijski potencijal pričuve, adsorpcijska spremnost, negativni utjecaj na okoliš te kulturna baština mnogo dominantniji od kriterija konstrukcijskih utjecaja odnosno da će ti kriteriji imati znatno veći utjecaj na konačno rangiranje.

6. DEFINIRANJE PORTFELJA VIŠESTAMBENIH ZGRADA KOJI SE ANALIZIRA

U nastavku je dat iskaz područja koje je analizirano u ovom diplomskim radu (obuhvat istraživanja) koje je podijeljeno u tri zone. Za potrebe ovog rada izabrane su tri karakteristične zone s dvadeset i jednim objektom iz portfelja upravitelja po njegovom izboru, karakterističnih višestambenih zagrada viših od 6 katova. Zone su prikazane na slici 18. koja slijedi. Za potrebe ovog diplomskog rada uzeto je da ove zgrade čine cjelokupni portfelj upravitelja iako je on dosta veći tj. u njemu se nalazi više sličnih zgrada.



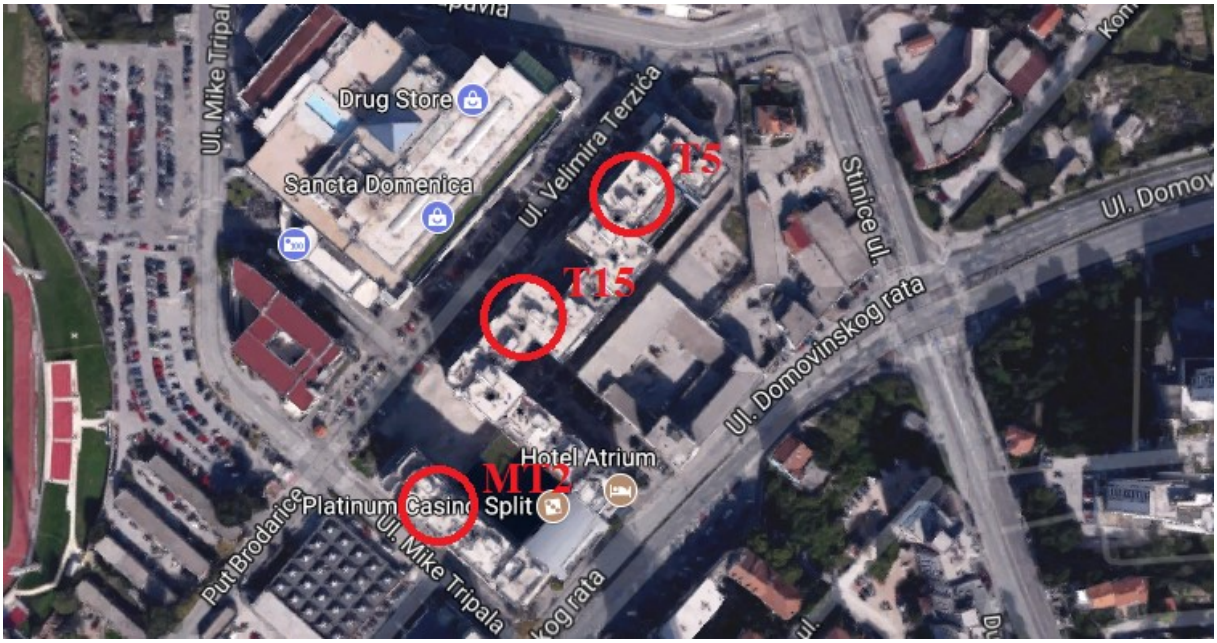
Slika 18. Prikaz zona u kojima se nalaze analizirane zgrade

Iz prethodne slike se vidi da se u sva tri slučaja radi o stambenim zonama koje se nalaze u različitim dijelovima grada Splita. Zona 1 se nalazi u kotaru Spinut, zona 2 u kotaru Brodarica dok se Zona 3 nalazi u kotaru Mertojak. Spinut je zapadni dio grada, Brodarica predstavlja središnji dio grada orijentiran ka sjeveru dok se Mertojak nalazi na istočnom dijelu grada. U prvoj zoni se nalazi najviše zgrada i to 10, dok se u trećoj zoni nalazi 8 zgrada u a drugoj samo tri. Najnovije zgrade se nalaze u drugoj zoni te su sve tri stare 12 godina dok se najstarije zgrade nalaze u Doverskoj ulici odnosno u trećoj zoni. U prvoj zoni su sve zgrade stare 37 godina osim one koja se nalazi u Jobovoj ulici (49 godina). Zone su detaljnije prikazane na slikama 19., 20. i 21. u nastavku.



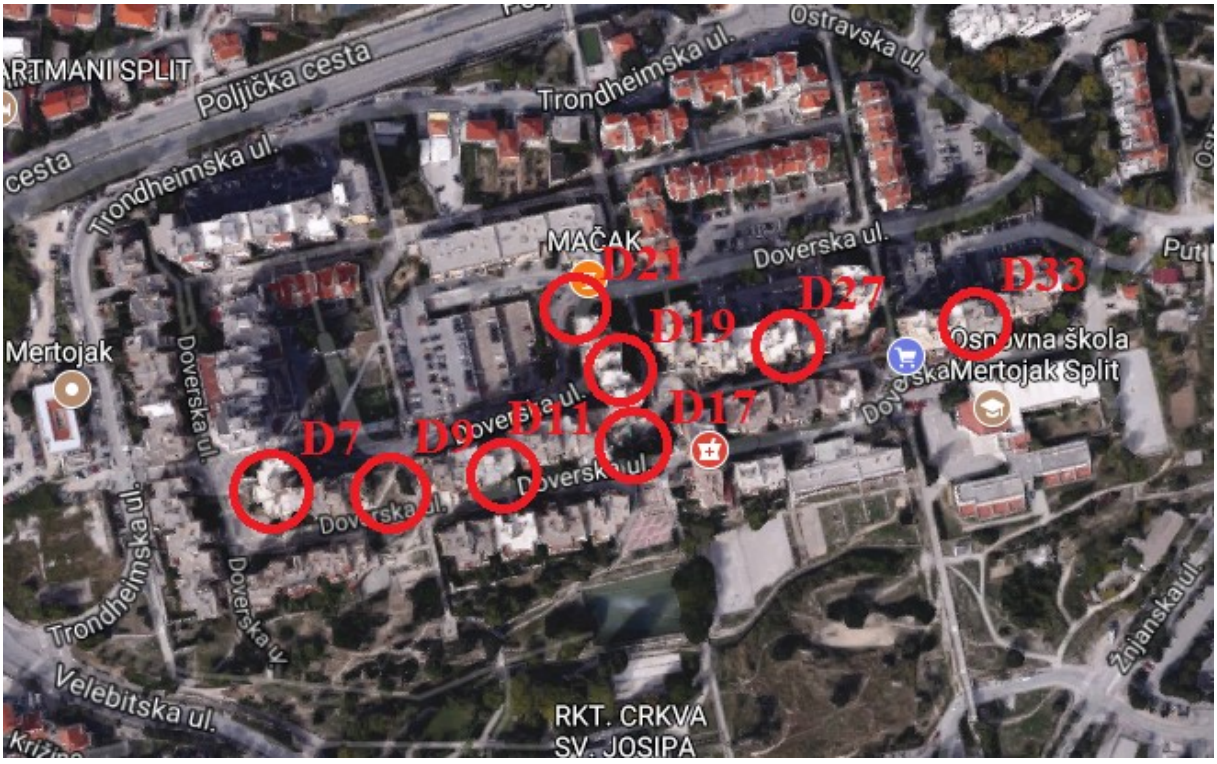
Slika 19. Zona I s pripadajućim zgradama

U zoni 1 se nalazi 10 zgrada i to redom: Jobova ulica 3 (J3), Ulica Ivana Rendića 16 (R16), Ulica Ivana Rendića 18 (R18), Ulica Ivana Rendića 20 (R20), Ulica Ivana Rendića 22 (R22), Ulica Ivana Rendića 24 (R24), Ulica Ivana Rendića 26 (R26), Ulica Sedam Kaštela 2 (SK2), Ulica Sedam Kaštela 6 (SK6) i Ulica Sedam Kaštela 8 (SK8).



Slika 20. Zona II s pripadajućim zgradama

U zoni 2 se nalaze tri zgrade i to: Ulica Mike Tripala 2 (MT2), Ulica Velimira Terzića 5 (T5) i Ulica Velimira Terzića 15 (T15).



Slika 21. Zona III s pripadajućim zgradama

U zoni 3 se nalaze 8 zgrada i to: Doverska ulica 7 (D7), Doverska ulica 9 (D9), Doverska ulica 11 (D11), Doverska ulica 17 (D17), Doverska ulica 19 (D19), Doverska ulica 21 (D21), Doverska ulica 27 (D27) i Doverska ulica 33 (D33).

Prethodno prikazane lokacije objekata nalaze se objedinjene u tablici u nastavku i svakoj je od njih pridijeljena oznaka kako je navedeno na slikama.

Dakle u sljedećoj su tablici definirana varijantna rješenja tj. akcije koje će se u nastavku ovog rada vrednovati po prethodno definiranim kriterijima te međusobno usporediti korištenjem višekriterijalne metode PROMETHEE.

Naziv zgrade (ulica i kućni broj)	**Oznaka zgrade**
Jobova ulica 3	J3
Ulica Ivana Rendića 16	R16
Ulica Ivana Rendića 18	R18
Ulica Ivana Rendića 20	R20
Ulica Ivana Rendića 22	R22
Ulica Ivana Rendića 24	R24
Ulica Ivana Rendića 26	R26
Ulica Sedam Kaštela 2	SK2
Ulica Sedam Kaštela 6	SK6
Ulica Sedam Kaštela 8	SK8
Ulica Mike Tripala 2	MT2
Ulica Velimira Terzića 5	T5
Ulica Velimira Terzića 15	T15
Doverska ulica 7	D7
Doverska ulica 9	D9
Doverska ulica 11	D11
Doverska ulica 17	D17
Doverska ulica 19	D19
Doverska ulica 21	D21
Doverska ulica 27	D27
Doverska ulica 33	D33

Tablica 10. Popis zgrada obuhvaćenih analizom s nazivima i pridijeljenim oznakama

U prvom stupcu prethodne tablice se nalazi naziv zgrade odnosno ulica i kućni broj, a u drugom oznaka zgrade.

7. PRIORITETNO RANGIRANJE IDENTIFICIRANIH VIŠESTAMBENIH ZGRADA METODOM PROMETHEE

U ovom poglavlju su iskazani prikupljeni podaci s kojima se ulazi u daljnju analizu i to je navedeno u potpoglavlju „Ulazni podaci“. Potom je iskazano uspoređivanje korištenjem metode PROMETHEE te je prikazano ukupno rangiranje u istoimenom poglavlju. Nakon toga su obrazloženi rezultati rangiranja tj. komentirana je dobivena rang lista zgrada po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja.

7.1. ULAZNI PODACI

U sljedećoj tablici redovima su iskazane analizirane zgrade, a stupcima kriteriji. Kako je vidljivo iz tablice promatramo 21 zgradu po 21 različitom kriteriju kako bismo dobili konačno rangiranje zgrada. Svaka zgrada je u svom redu ocjenjena po svim kriterijima, na način da je u kućicu koja predstavlja sjecište retka koji pripada zgradi sa stupcem koji predstavlja jedan od kriterija dana ocjena upravo te zgrade po tom kriteriju. Problem je postavljen tako da zgrada koja bude najbolje rangirana mora biti prva obnovljena, odnosno ona je u najlošijem stanju.

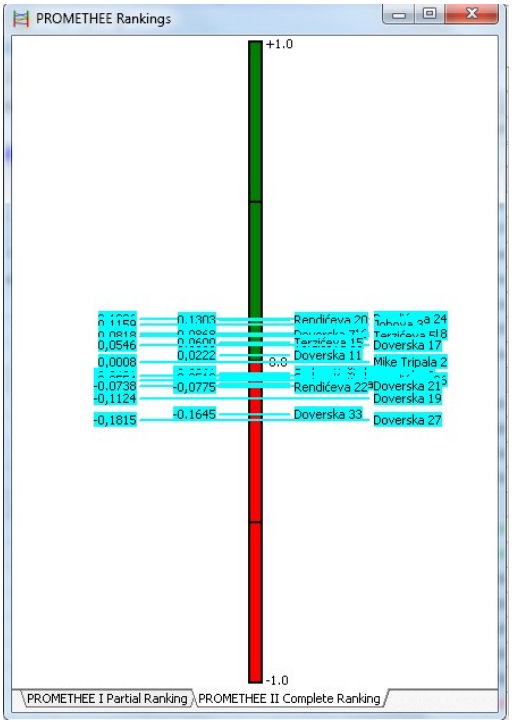
Također, kako bismo pojednostavili problem u obzir nisu uzimata 3 različita scenarija po dionicima već je uzeta kompromisna težina svih dionika. Kriteriji K19 i K21 su problem minimuma dok su svi ostali problem maksimuma, što znači da ako je kriterijima K19 i K21 ocjena manja (nula) tj. ako su objekti adsorpcijski spremni te zaštićeni u smislu kulturnog dobra oni će u smislu tog kriterija biti važniji za obnovu, dok je kod ostalih kriterija što je ocjena veća kod neke zgrade to je ona prioritetnija za obnovu.

Naziv zgrade (ulica i kućni broj)	**Oznaka zgrade**	**K1**	**K2**	**K3**	**K4**	**K5**	**K6**	**K7**	**K8**	**K9**	**K10**	**K11**	**K12**	**K13**	**K14**	**K15**	**K16**	**K17**	**K18**	**K19**	**K20**	**K21**
Jobova ulica 3	J3	6,00	14,00	4,00	23,00	4,00	0,00	4,00	2,00	25,00	8,00	4,00	3,00	1,00	8,00	49,00	9000,00	1113,75	30,00	0,00	1,00	1,00
Ulica Ivana Rendića 16	R16	15,00	10,00	8,00	6,00	4,00	1,00	4,00	3,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	37,00	5400,00	931,50	3,00	1,00	1,00	0,00
Ulica Ivana Rendića 18	R18	15,00	10,00	8,00	6,00	4,00	1,00	4,00	3,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	37,00	5400,00	810,00	22,00	0,00	1,00	0,00
Ulica Ivana Rendića 20	R20	15,00	10,00	8,00	6,00	4,00	1,00	4,00	3,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	37,00	5400,00	810,00	26,00	0,00	1,00	0,00
Ulica Ivana Rendića 22	R22	15,00	10,00	8,00	6,00	4,00	1,00	4,00	3,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	37,00	5400,00	810,00	0,00	1,00	1,00	0,00
Ulica Ivana Rendića 24	R24	15,00	10,00	8,00	6,00	4,00	1,00	4,00	3,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	37,00	5400,00	810,00	27,00	0,00	1,00	0,00
Ulica Ivana Rendića 26	R26	15,00	10,00	8,00	6,00	4,00	1,00	4,00	3,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	37,00	5400,00	931,50	2,00	1,00	1,00	0,00
Ulica Sedam Kaštela 2	SK2	2,00	12,00	0,00	6,00	2,00	0,00	4,00	2,00	25,00	2,00	0,00	3,00	1,00	8,00	37,00	12000,00	1215,00	10,00	1,00	1,00	1,00
Ulica Sedam Kaštela 6	SK6	2,00	12,00	0,00	6,00	2,00	0,00	4,00	2,00	25,00	2,00	0,00	3,00	1,00	8,00	37,00	12000,00	1215,00	15,00	1,00	1,00	1,00
Ulica Sedam Kaštela 8	SK8	2,00	12,00	0,00	6,00	2,00	0,00	4,00	2,00	25,00	2,00	0,00	3,00	1,00	8,00	36,00	12000,00	1215,00	20,00	1,00	1,00	1,00
Ulica Mike Tripala 2	MT2	6,00	5,00	0,00	6,00	2,00	0,00	0,00	2,00	5,00	4,00	0,00	0,00	3,00	10,00	12,00	9600,00	900,00	48,00	0,00	0,00	1,00
Ulica Velimira Terzića 5	T5	6,00	5,00	0,00	6,00	2,00	0,00	0,00	2,00	5,00	2,00	0,00	0,00	3,00	10,00	12,00	15000,00	1350,00	46,00	0,00	0,00	1,00
Ulica Velimira Terzića 15	T15	6,00	5,00	0,00	6,00	2,00	0,00	0,00	2,00	5,00	2,00	0,00	0,00	3,00	10,00	12,00	15000,00	1350,00	39,00	0,00	0,00	1,00
Doverska ulica 7	D7	15,00	22,00	8,00	23,00	10,00	7,00	4,00	2,00	25,00	2,00	18,00	3,00	1,00	5,00	55,00	8400,00	1606,50	30,00	1,00	1,00	1,00
Doverska ulica 9	D9	15,00	22,00	8,00	23,00	10,00	7,00	4,00	2,00	25,00	2,00	18,00	3,00	1,00	5,00	55,00	5600,00	661,50	31,00	1,00	1,00	1,00
Doverska ulica 11	D11	15,00	22,00	8,00	23,00	10,00	7,00	4,00	2,00	5,00	2,00	0,00	3,00	1,00	8,00	55,00	4760,00	472,50	15,00	0,00	1,00	1,00
Doverska ulica 17	D17	15,00	22,00	8,00	23,00	10,00	7,00	4,00	2,00	5,00	2,00	4,00	3,00	1,00	8,00	55,00	4760,00	567,00	20,00	0,00	1,00	1,00
Doverska ulica 19	D19	15,00	22,00	8,00	23,00	10,00	7,00	4,00	2,00	5,00	2,00	4,00	3,00	1,00	8,00	55,00	3570,00	567,00	8,00	1,00	1,00	1,00
Doverska ulica 21	D21	15,00	22,00	8,00	23,00	10,00	7,00	4,00	2,00	5,00	2,00	0,00	3,00	1,00	8,00	55,00	5600,00	472,50	22,00	1,00	1,00	1,00
Doverska ulica 27	D27	15,00	20,00	8,00	23,00	4,00	0,00	4,00	2,00	5,00	2,00	4,00	0,00	1,00	8,00	48,00	5600,00	378,00	7,00	1,00	1,00	1,00
Doverska ulica 33	D33	15,00	20,00	8,00	23,00	4,00	0,00	4,00	2,00	5,00	2,00	0,00	0,00	1,00	8,00	48,00	5040,00	661,50	3,00	1,00	1,00	1,00

Tablica 11. Matrica odluke - ocjene svih analiziranih zgrada prema svim kriterijima

7.2. USPOREDBA METODOM PROMETHEE I OBRAZLOŽENJE REZULTATA

Ukupno rangiranje iskazano u nastavku rezultat je provedbe višekriterijalne metode PROMETHEE na prethodno iskazanim ulaznim podacima o ocjenama zgrada po postavljenim kriterijima uz uvažavanje utvrđenih kompromisnih težina iz poglavlja 5. i funkcija preferencije iz poglavlja 4. ovog diplomskog rada.



Slika 22. Ukupno rangiranje po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja - grafički prikaz.

PROMETHEE Flow Table

Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Rendićeva 24	0,1336	0,2264	0,0928
2	Rendićeva 20	0,1303	0,2242	0,0939
3	Jobova 3	0,1159	0,2280	0,1121
4	Rendićeva 16	0,0887	0,2119	0,1232
4	Rendićeva 18	0,0887	0,2119	0,1232
6	Doverska 7	0,0868	0,2442	0,1575
7	Terzićeva 5	0,0818	0,3006	0,2188
8	Terzićeva 15	0,0600	0,2805	0,2205
9	Doverska 17	0,0546	0,1771	0,1225
10	Doverska 11	0,0222	0,1675	0,1453
11	Mike Tripala 2	0,0008	0,2442	0,2434
12	Sedam Kaštela 8	-0,0361	0,1364	0,1725
13	Doverska 9	-0,0431	0,1530	0,1961
14	Sedam Kaštela 6	-0,0513	0,1304	0,1817
15	Rendićeva 26	-0,0554	0,1425	0,1979
16	Sedam Kaštela 2	-0,0677	0,1257	0,1935
17	Doverska 21	-0,0738	0,1135	0,1873
18	Rendićeva 22	-0,0775	0,1331	0,2106
19	Doverska 19	-0,1124	0,1002	0,2126
20	Doverska 33	-0,1645	0,0689	0,2335
21	Doverska 27	-0,1815	0,0680	0,2495

Tablica 12. Ukupno rangiranje po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja - prikaz toka funkcije „Phi“ (neto tok, pozitivni i negativni tokovi).

Slika 22. daje grafički prikaz prioritetnog rangiranja analiziranih zgrada prema prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja. Iz slike 22. se može zaključiti kako se ukupan portfelj zgrada po prioritetu dijeli u dvije skupine, ali se potpomognuto rezultatima toka funkcije „Phi“ iz tablice 12. može uočiti grupiranje analiziranih zagrada po prioritetu u tri skupine što u grafičkom prikazu nije evidentno na prvi pogleda. Upravo radi navedenog se prilikom analize rezultata uzelo u obzir i grafičke i tablične prikaze istih kako bi se izbjegle ovakve situacije. Nadalje iz tablice 12. može se zaključiti kako pad vrijednosti neto toka funkcije „Phi“ doživljava veći skok na prijelazu između deseto i jedanaesto plasiranih zgrada. Naime, deseto plasirana zgrada Doverska 11 ima neto tok funkcije „Phi“ od 0,222, a jedanaesto plasirana Mike Tripala 2 ima 0,0008. Izraženije

formiranje skupine u iskazanim rezultatima kako u grafičkom tako i u tabličnom prikazu očituje se u nekoliko posljednje plasiranih zgrada i to redom Doverska 19, Doverska 33 i Doverska 27.

Najbolje rangirana zgrada što je ujedno i zgrada kod koje najprije treba pristupiti obnovi i poduzimanju adekvatnih aktivnosti održavanja je zgrada Rendićeva 24, a najslabije rangirana zgrada, dakle ona čiji je prioritet za poduzimanje aktivnosti održavanja najmanji je Doverska 27. Redoslijed iskazan na slici 22. i u tablici 12. predstavlja prijedlog plana za pduzimanje aktivnosti obnove fasada.

Iz rezultata se može zaključiti kao su uglavnom zgrade koje pripadaju položajno istim skupinama zauzele i približno jednake pozicije na rang listi prioriteta. Zanimljivo je kako najnovije zgrade u ulicama Terzićeva i Mike Tripala nisu i one zgrade koje imaju najniži prioritet za poduzimanje aktivnosti obnove i/ili održavanja kako bi bilo za očekivati već su to zgrade iz skupine Doverske ulice. Značajno je kako se u srednjem dijelu rang liste miješaju po redoslijedu zgrade iz dviju prethodno navedenih skupina što ukazuje na pravilno postavljene kriterije odnosno njihovu usklađenost s stavovima upravitelja portfelja koji su bili iskazani tijekom razgovora s njima. Temeljni njihov stav bio je kako su u praksi najvažnija spremnost suvlasnika za poduzimanje aktivnosti održavanja i/ili obnove, kako ukupan iznos nije presudan ali je vrlo važan te kako navedene stavove treba dovesti u kompromisni odnos. Tako se postiže ujednačeno unaprjeđenje kvalitete ukupnog portfelja, dakle njegovo održivo upravljanje.

8. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu provedena je višekriterijalna analize problema održivog upravljanja održavanjem fasada višestambenih objekata koji su u portfelju jednog upravitelja kojom su identificirani relevantni dionici, njihovi stavovi te je ostvareno njihovo uključivanje u planiranje aktivnosti koje poduzimaju upravitelji portfelja, a radi kvalitetnog iskorištenja vlastitih raspoloživih kapaciteta i osiguranja održivosti portfelja kojim upravljaju u smislu vrijednosti i kvalitete za suvlasnike. Ovo je od posebnog značaja što su analizirane visoke zgrade, dakle one sa preko šest katova koje inače predstavljaju najveće probleme u smislu planiranja i upravljanja portfeljem za upravitelje. Predloženi pristup ukazao je na provedivost uključivanja svih dionika i to eksperata, upravitelja i korisnika (uglavnom suvlasnika) u proces planiranja čime je kod istih, a prvenstveno kod korisnika podignuta svijest o realnom stanju njihovih objekata i doprinijelo se njihovom shvaćanju stanja i potrebnih aktivnosti za njihove zgrade u doglednoj perspektivi.

Konkretno su analizirane tri skupine zgrada u tri područja u Splitu i to zapadna skupina Rendićeva, Jobova i Sedam Kaštela, sjeverna skupina koju čine zgrade u Terzićevoj i ulici Mike Tripala te istočna koju čine zgrade u Doverskoj ulici. Ukupno je obuhvaćena 21 zgrada. Izvršeno je određivanje kriterija i njihovih važnosti/težina uz sudjelovanje svih dionika, odabir funkcija preferencije i definiranje radi li se o problemu maksimuma ili minimuma za svaki od kriterija. Imajući sve navedene odrednice definirane pristupilo se pregledu objekata na terenu te je na taj način izvršeno vrednovanje tj. ocjenjivanje svakog od njih po svim definiranim kriterijima. Kada su svi podaci prikupljeni izvršeno je uspoređivanje analiziranih objekata za što je korištena VKM PROMETHEE te je dobiveno ukupno rangiranje analiziranih zgrada.

Analizom rezultata konkretno je utvrđeno da je najpotrebnije poduzimanje aktivnosti na zgradama koje su bolje rangirane i to: Rendićeva 24, Rendićeva 30 i Jobova 3, a najmanje hitno ili preciznije najmanje nužno je poduzimanje aktivnosti održavanja na zgradama koje su najlošije rangirane (to su: Doverska 19, Doverska 33 i Doverska 27) jer se djelovanjem na njih postiže najmanji učinak na održivo upravljanje i općenito stanje cijelog portfelja upravitelja. Upravitelju se navedeni rezultati trebaju predočiti kao podloga za donošenje njegove odluke o poduzimanju radnji vezanih uz pokretanje održavanja na zagradama koje su analizirane uz preporuku kako bi svoje kapacitete trebao usmjeriti uvažavajući dobivene prioritete.

Dobiveno rangiranje stoga predstavlja prijedlog plana za poduzimanje aktivnosti obnove/održavanja fasada višestambenih zgrada koje se nalaze u portfelju jednog upravitelja.

9. LITERATURA

[1] Krešimir Stunja et al, Procjena stanja fasade, 2016.

[2] Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.

[3] Brans, J.P., Vincke, Ph.: Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (The PROMETHEE Method for Multiole Criteria decision-Making), Centrum voor Statistek en Operatineel Onderzoek, Vrije Universiteit Brussel, 1984.

[4] Brans, J.P.: “L’Ingeniere de la Decision. Elaborationd’ Instrumentsd’ Aide a la Decision. Methode PROMETHEE”, Universite LAVAL, Colloqued’Aid a la Decision, Quebec, Canada, 1982.

[5] Brans, J.P., Mareschal, B., Vincke, Ph.: PROMETHEE. A new family of outranking methods in MCDM, IFORS 84, North Holland, 1984.

[6] Brans, J.P., Vincke. Ph.: Preference ranking organisation method. The PROMETHEE method for MCDM, Management Science, 1985.

[7] Brans, J.P., Mareschal, B., Vincke, Ph.: How to select and how to rank projects. The PROMETHEE method, EJOR, 1986.

[8] Briggs, Th., Kunsch, P.L., Mareschal, B.: Nuclear Waste Management. Anapplication of the Multicriteria PROMETHEE Method, EJOR, 1990.

[9] D’Avignon, G.R., Mareschal, B.: Specialisation of Hospital Servicesin Quebec. Anapplication of the PROMETHEE and GAIA Methods, Mathematical and Computer Modelling, 1989.

[10] Dubois, Ph., Brans, J.P., Cantarine, F., Mareschal, B.: MEDICIS: An expert system for computer-aided diagnosis using the PROMETHEE Method, EJOR, 1989.

[11] Maldineo, N., Margeta, J., Brans, J.P., Mareschal, B.: Multicriteria ranking of alternative locations for small scale hydroplanst, EJOR, 1987.

[12] Mladineo, N., Grabovac, J.: The application of Multicriteria Analysis in the Selection of the optimal renewable energy sources for Tourist facilities, Proceedings Zbornik Radova, Yugoslavia, 1988.

[13] Ribarović, Z., Mladineo, N.: Applicationof Multicriterional Analysis to the ranking and Evaluation of the Investment Programmes in the Ready Mixed Concrete Industry, Engineering Costsand Production Economics, 12, 1987.

WEB IZVORI:

[1] http://www.ceresit.hr/hr/products/toplinska-izolacija-i-etics-sustavi.html (Anon., 2017.)

[2] http://www.size-projekti.hr/ventilirane-fasade-p10 (Anon., 2011.)

[3] http://www.udruga-stanara.hr/hr/odrzavanje_fasada_na_nasim_proceljima/788/169 (Anon., 2012.)