

Planiranje obnove fasada malih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Turčinov, Lucija

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://um.nsk.hr/um:nbn:hr:123:915249>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-26**



Repository / Repozitorij:

[FCEAG Repository - Repository of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy, University of Split](#)



UNIVERSITY OF SPLIT



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

DIPLOMSKI RAD

Lucija Turčinov

Split, 2017.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

Lucija Turčinov

**Planiranje obnove fasada malih višestambenih zgrada
u portfelju upravitelja**

Diplomski rad

Split, 2017.

**SVEUČILIŠTE U SPLITU
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA, ARHITEKTURE I GEODEZIJE**

**STUDIJ: DIPLOMSKI SVEUČILIŠNI STUDIJ
GRAĐEVINARSTVA**

KANDIDAT: Lucija Turčinov

BROJ INDEKSA: 610

KATEDRA: **Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja**

PREDMET: Management u građevinarstvu

ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Planiranje obnove fasada malih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Opis zadatka: Zadatak ovog rada je na principima višekriterijalne analize i uz korištenje višekriterijalne metode PROMETHEE izraditi prijedlog plana za realizaciju projekta obnove fasada malih višestambenih zgrada (sa do 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

Predsjednik Povjerenstva
za završne i diplomske ispite:
Doc. dr. sc. Veljko Srzić

Planiranje obnove fasada malih višestambenih zgrada u portfelju upravitelja

Sažetak:

U ovom diplomskom radu oblikovan je koncept za podršku odlučivanju u planiranju obnove fasada malih višestambenih zgrada koje se nalaze u portfelju jednog hipotetskog 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.

Gljučne riječi: Fasada, održavanje, višekriterijalna analiza, PROMETHEE

Planning of facade renovation of small multy-storey building sin the menager's portfolio

Abstract:

In this work is discribe the concept of support for deciding the sustainable management of a small multi-storey facade, which is in the portfolio of a hypothetical 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 objects were evaluated based on all criteria and were compared using the PROMETHEE method. The identified buildings were evaluated according to all the 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 Ź a j

1. UVOD	1
2. OPĆENITO O UPRAVLJANJU I FASADAMA VIŠESTAMBENIH ZGRADA	2
2.1. UPRAVLJANJE VIŠESTAMBENIM ZGRADAMA	2
2.1.1. MODEL INTERNOG UPRAVLJANJA ZGRADAMA	3
2.1.2. EKSTERNI MODEL UPRAVLJANJA ZGRADAMA	4
2.2. FASADE VIŠESTAMBENIH ZGRADA	5
2.2.1. VRSTE FASADA	5
2.2.2. ODRŽAVANJE FASADA	8
2.2.3. PROCJENJIVANJE STANJA FASADA	9
3. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP	17
3.1. VIŠEKRITERIJALNA ANALIZA.....	17
3.2. VIŠEKRITERIJALNA METODA PROMETHEE	21
4. DEFINIRANJE CILJEVA I KRITERIJA	30
4.1. USPOSTAVA HIJERARHIJSKE STRUKTURE CILJEVA ZA ANALIZIRANI PROBLEM	30
4.2. OBRAZLOŽENJE KRITERIJA.....	37
4.2. ODREĐIVANJE TEŽINE KRITERIJA	46
4. DEFINIRANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA	51
5. PRIORITETNO RANGIRANJE VIŠEKRITERIJALNOM METODOM PROMETHEE	57
5.2. ULAZNI PODACI	57
5.3. UKUPNO RANGIRANJE – PLAN OBNOVE.....	58

5.4. OBRAZLOŽENJE REZULTATA.....	60
6. ZAKLJUČAK.....	61
7. LITERATURA	62

1. UVOD

Fasada je lice i odijelo svakog objekta. Ona je na udaru svih vremenskih prilika i neprilika, izložena je ekstremnim vremenskim uvjetima, a ujedno je i štiti cijelog našeg objekta. Iako naizgled ne baš pretjerano važna, ona je jedan od važnijih elemenata svake zgrade. Fasada zimi štiti korisnike od velikog gubitka topline, a ljeti pomaže u sprječavanju ulaska topline u objekat, što ima veliki značaj pri potrošnji energije potrebne za grijanje i hlađenje objekta. Iz prethodno navedenog možemo zaključiti da je pravilo i kvalitetno izvedena fasada od velike važnosti za svaki objekt. Uz pravilan način izvedbe fasade također je važno i upravljanje te održavanje istih, o čemu će biti govora u nastavku.

Tema ovog diplomskog rada je održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih zgrada koji se nalaze u portfelju jednog hipotetskog upravitelja. Male višestambene zgrade su one koje imaju do 6 etaža. Navedena tema će biti analizirana na malim višestambenim zgradama na području Splita. Obrađivati će se upravljanje malim višestambenim zgradama te procjenjivanje stanja fasada malih višestambenih zgrada radi potrebe donošenja upravljačkih odluka koje se odnose na održavanje.

Cilj ovog diplomskog rada je uspostava prioriteta za poduzimanje aktivnosti održavanja (i obnove kao ekstenzivnijeg oblika aktivnosti održavanja) fasada malih višestambenih zgrada između više analiziranih zgrada koje se nalaze u portfelju jednog upravitelja zgrada. U svrhu postizanja cilja izvršit će se istraživanje dostupne literature za primjenu višekriterijalne analize, te analiza dijela portfelja zgrada jednog upravitelja koje spadaju u male višestambene zgrade u smislu njihova stanja i aktivnosti koje treba poduzeti.

U svrhu ostvarivanja navedenog cilja provodi se višekriterijalna analiza (VKA) prethodno definiranog problema. Za potrebe provedbe VKA identificirani su relevantni dionici, definirani ciljevi i kriteriji, provedena je usporedba analiziranih zgrada višekriterijalnom metodom PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation, Brans, J.P., Vincke, Ph, 1984.), analizirani su rezultati u obliku prioritarnog rangiranja te na taj način formirana pologa za odlučivanje o poduzimanju aktivnosti održavanja za upravitelja u čijem se portfelju nalaze analizirane zgrade.

2. OPĆENITO O UPRAVLJANJU I FASADAMA VIŠESTAMBENIH ZGRADA

U ovom poglavlju reći ćemo nešto o upravljanju višestambenim zgradama prema knjizi „Modeli upravljanja višestambenim zgradama“ autora Vilušić Bože, te radu Mie Grgić „Upravljanje zgradama u svjetlu odnosa upravitelja i suvlasnika“. Također definirati ćemo vrste fasada višestambenih zgrada, način održavanja fasada te postupak njihovog procjenjivanja prema priručniku „Procjena stanja fasada“ autora Stunja et al.(2016.)

2.1. UPRAVLJANJE VIŠESTAMBENIM ZGRADAMA

Upravljanje zgradom obuhvaća sve poslove vezane uz održavanje zgrade i njenih dijelova u funkcionalnom smislu.

Zakon o vlasništvu koji je stupio na snagu 1997. Godine izvršio je temeljnu izmjenu sustava upravljanja stambenim zgradama. Zakon je odredio da vlasnici stanova, upravljanje zgradom, povjere upravitelju. Upravitelj je fizička ili pravna osoba koja upravlja zgradom, a izabrana je od strane suvlasnika zgrade. Također zakonom su određene i dužnosti i ovlasti upravitelja zgrade i određena mu je obveza registracije za obavljanje tih dužnosti. Suvlasnici mogu za upravitelja izabrati osobu između sebe, pa čak i više njih, koji bi funkciju upravitelja obavljali volonterski ili uz određenu naplatu. Također za upravitelja može biti izabrana i osoba izvan zgrade registriranu za obavljanje poslova upravljanja.

U upravljanju nekretninom upravitelj je ovlašten voditi u ime svih suvlasnika nekretnine postupke pred sudom ili drugim tijelima vlasti, što uključuje i ovlasti da opunomoćuje stručne zastupnike za vođenje tih postupaka(Čl.93 st2 „Zakona o vlasništvu i drugim stvarnim pravima“). Upravitelj je dužan suvlasnike upoznati sa godišnjom bilancom najmanje jednom godišnje, te je dužan unaprijed napraviti godišnji plan održavanja zgrade kojim precizira koje je popravke potrebno napraviti na zgradi u narednom razdoblju.

Zakon o vlasništvu se ne miješa u izbor upravitelja, to pitanje je ostavljeno suvlasnicima zgrade kao njihovo pravo, ali i dužnost. Prilikom izbora upravitelja potrebno je voditi računa o tome o kolikoj se zgradi radi odnosno o koliko je suvlasnika u zgradi riječ te koliko se oni dobro slažu. Također, osim veličine zgrade od velikog utjecaja je

njena starost. Radi li se o trošnoj zgradi u kojoj su uređaji i instalacije dotrajale ili je riječ o novoj zgradi koja ne iziskuje stalne popravke i održavanje. S obzirom na to postoje dva modela upravljanja zgradama, interni i eksterni model.

Ukoliko se radi o velikim zgradama sa dizalima, kotlovnica i sličnim prostorijama koje zahtijevaju redovito održavanje suvlasnici će sigurno izabrati model eksternog upravljanja gdje će upravljanje prepustiti trgovačkom društvu za upravljanje.

Male zgrade, koje imaju do 6 etaža sa 40-60 stanova, i nemaju sve što je prethodno navedeno za velike zgrade upravljanje će biti izvedeno modelom internog upravljanja odnosno samoupravljanja. Takvo upravljanje podrazumijeva prepuštanje upravljanjem jednom ili više suvlasnika koji će dati veći angažman pri redovnim poslovima održavanja zajedničkih dijelova zgrade u odnosu na neku pravnu osobu van zgrade.

2.1.1. MODEL INTERNOG UPRAVLJANJA ZGRADAMA

Model internog upravljanja zgradama naziva se još i modelom samoupravnog upravljanja. Ovaj model ima brojne prednosti u odnosu na model eksternog upravljanja zgradama. Pri korištenju ovog modela važno je da se radi o maloj višestambenoj zgradi te da se suvlasnici u zgradama međusobno razumiju i uvažavaju.

Pristalice ovog modela su mišljenja da sami suvlasnici najbolje znaju kako održavati zgradu tj. upravljati njome. Bilo tko izvan zgrade nije toliko zainteresiran za zgradu kao sami suvlasnici čija je to zgrada. (B. Vilušić, 2003.)

Uzevši u obzir da male zgrade ne posjeduju liftove ili kotlovnice kojima je potrebno konstantno održavanje i briga stručne osobe, suvlasnicima bi bio samo nepotreban trošak plaćati upravitelja, pravnu osobu ili tvrtku koja se bavi upravljanjem. Suvlasnici međuvlasničkim ugovorom izabiru jednog suvlasnika, ili više njih, koji će uz određenu naknadu, ili bez nje (volonterski) obnašati dužnost upravitelja zgrade. Također je moguće da suvlasnici istim tim ugovorom dogovorno obnašaju dužnost upravitelja naizmjenično, svakih nekoliko godina.

Takvim pristupom suvlasnici uštede i do 50% pričuve, koje bi u modelu eksternog upravljanja isplatili upravitelju i predstavniku. S obzirom da sav prihod od prikupljanja pričuve ostaje za poslove održavanja i popravaka zgrade, suvlasnici se nerijetko odlučuju za plaćanje veće naknade od propisane. Takve zgrade možemo prepoznati po uređenoj okućnici, fasadi, te čistoći zajedničkih dijelova zgrade.

U ovom modelu od posebne važnosti je i to što upravitelj (jedan od suvlasnika) živi u zgradi, te može uočiti određene štete i ukloniti ih u najbržem mogućem roku. Kod modela eksternog upravljanja to nije slučaj jer je upravitelju od veće važnosti naplata njegovih usluga od popravljivanja oštećenja na zgradi. Također nerijetko upravitelj u eksternom modelu upravljanja ne posjećuju redovito zgradu kojom upravljaju već se pojavi jednom godišnje što je još jedna od prednosti internog modela upravljanja odnosno samoupravljanja zgradom.

2.1.2. EKSTERNI MODEL UPRAVLJANJA ZGRADAMA

Eksterni model upravljanja pogodan je za velike zgrade pa čak i nebudere koji imaju dizala i razne druge uređaje za redovitu uporabu zgrade, kotlovnice, poslovne prostore i slično. Takvi dijelovi zgrade zahtijevaju redovito održavanje i stalnu brigu. Suvlasnici takvih zgrada za svog upravitelja trebaju izabrati stručnu osobu, osobu koja ima iskustva u upravljanju zgradama.

Kod eksternog modela upravljanja zgradama suvlasnici će izabrati sposobnu fizičku ili pravnu osobu izvan zgrade. Najčešće će to biti pravna osoba jer je njoj kao takvoj jednostavnije ispuniti zahtjeve suvlasnika u odnosu na fizičku osobu. Pravna osoba je neutralnija prilikom izbora osoba koje će angažirati za održavanje i popravak zgrade, te je sigurnije da će odabrati stručni kadar za rješavanje određenih problema odnosno popravaka. Pozitivna stvar pri korištenju ovog modela upravljanja je ta da suvlasnici mogu opunomoćiti pravnu osobu za prikupljanje zajedničke pričuve, ali i novca za ostale komunalne troškove. Negativna strana eksternog modela upravljanja zgradama jest činjenica da je preskup. S obzirom na obimost posla pri upravljanju velikim zgradama, sa primjerice 70 i više stanova, osim upravitelja suvlasnici imaju i predstavnike. Predstavnik je osoba koja povezuje suvlasnike i upravitelja zgrade. Kod eksternog modela upravljanja više od 50% pričuve odlazi na pokriće troškova upravljanja i troškove predstavnika. Zakon ne propisuje cijenu rada upravitelja i predstavnika, ona je ostavljena na dogovor suvlasnicima, s jedne strane i upravitelju i predstavniku s druge strane.

Potrebno je naglasiti da se ovaj model ne preporuča za upravljanje malim višestambenim zgradama jer bi upravitelj bio samo na teret suvlasnicima. Međutim, ukoliko se prilikom upravljanja suvlasnici malih zgrada ne mogu dogovoriti oko pojedinih pitanja vezanih za održavanje zajedničkih dijelova zgrade, predlaže se upravljanje povjeriti pravnoj osobi van zgrade koja bi ih mogla nepristrano savjetovati.

2.2. FASADE VIŠESTAMBENIH ZGRADA

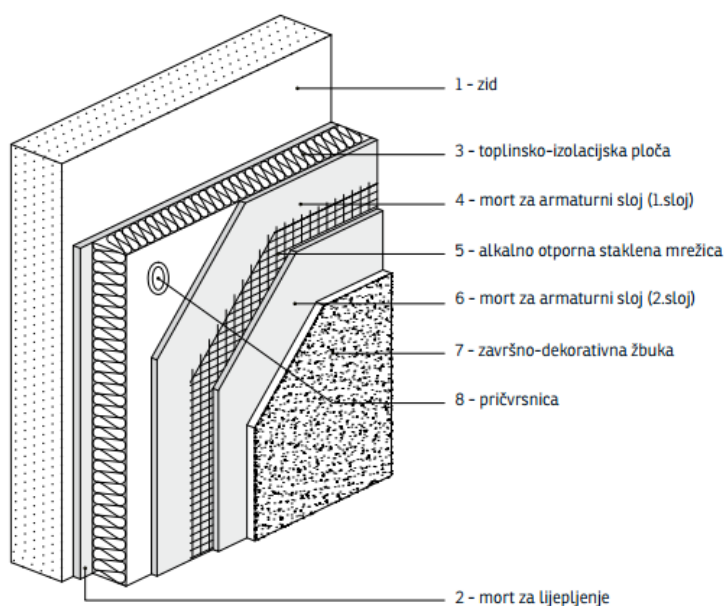
U ovom poglavlju definirati će se pojam fasade, te odrediti vrste fasadnih sustava koji se izvode te materijali koji se mogu koristiti u pojedinom sustavu prema priručnicima „Smjernice o izradi ETICS sustava“ te „Rješenja za izolaciju ventiliranih fasada“. Odmah nakon izgradnje građevine fasada počinje starjeti te joj je potrebna redovita kontrola te održavanje što je objašnjeno u ovom poglavlju. Također naveden je i način procjenjivanja fasade prema priručniku Stunja et al.(2016.).

2.2.1. VRSTE FASADA

Fasada (od latinskog *facies* = izgled) je lice, ali i odijelo svakog objekta, ona mu daje karakterističnost, postojanost te izdrživost zidova objekta. Najveću pažnju treba posvetiti izvedbi hidro i termo izolacije, kao i završno-dekorativnom sloju. Najjeftinije su fasade izrađene od stiropora, nešto kvalitetnija ali i skuplja varijanta je fasada od stirodura dok je najbolje rješenje za termoizolaciju kamena vuna. Kamena vuna je najskuplja kao materijal, ali pruža najveću uštedu prilikom grijanja i hlađenja prostorija u objektu. Kvalitetna i lijepa fasada treba zaštititi građevinski objekt od različitih vremenskih uvjeta (ekstremne temperature, snijeg, kiša..) kojima je građevina neprekidno izložena.

Osnovna podjela fasada je na kontaktne i ventilirane fasade. U osnovne podjele također spada i podjela prema materijalu od kojeg je fasada izrađena. Tako razlikujemo stiropor fasade, drvene, staklene, metalne i fasade od teških elemenata obloge kao što je obloga od kamena, opeke i keramičkih pločica.

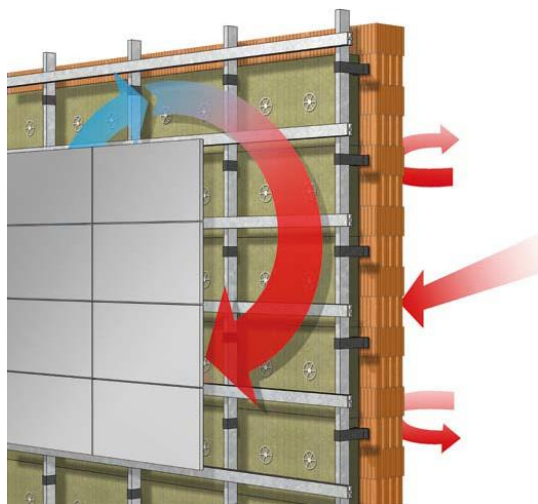
Kontaktne fasade (ETICS sustavi) su najčešće korišteni tip fasadnih sustava. Najčešće korišteni toplinsko-izolacijski materijali za ugradnju u ETICS sustave su ekspanzirani polistiren (EPS) i mineralna vuna. Osim njih za ugradnju u ETICS sustave mogu se koristiti i pluto, poliuretanske ploče (PUR), konoplja te ploče od laganih drvenih vlakana. Sustavi kontaktnih fasada s izolacijskim slojem od kamene vune su optimalno rješenje toplinske zaštite vanjskog ovoja, a najprimjereniji su i s građevinsko-fizikalnog stajališta. Kamena vuna „zaštićena“ ljepilom i završnom žbukom omogućava individualan izgled fasade. Prednost sustava kontaktnih fasada na kamenoj vuni je kompaktna izolacija koja omogućuje izvedbu toplinske, zvučne i protupožarne zaštite fasade bez toplinskih mostova



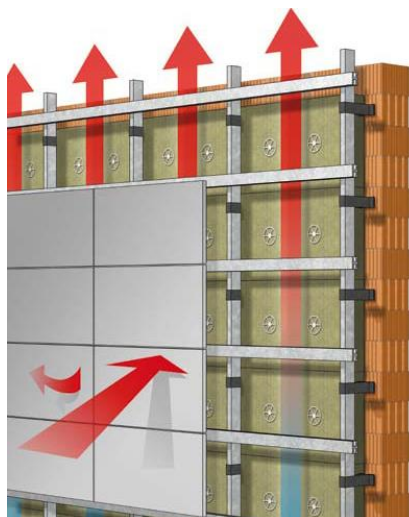
Slika 1. Presjek strukture ETICS sustava (Smjernice za izradu ETICS sustava, Stunja et al.)

Prethodna slika predstavlja strukturu ETICS sustava te redosljed ugradnje označen brojevima. Na postojeći zid se nanese tvornički pripremljen polimer-cementni mort ili pastozno disperzijsko ljepilo, zatim toplinsko-izolacijska ploča najčešće od ekspaniranog polistirena ili mineralne vune. Armaturni sloj ETICS sustava predstavlja staklena prežica utisnuta u mort za armaturni sloj koji je po svom sastavu polimer-cementno ljepilo ili pastozno disperzijsko ljepilo. Završno-dekorativni sloj ETICS sustava čine predpremaz i završno-dekorativna žbuka koja može biti plemenita mineralna žbuka, silikatna, silikatno-silikonska i akrilna žbuka. O debljini i vrsti završno-dekorativnog sloja ovise i svojstva i funkcionalnost čitavog ETICS sustava.

Ventilirana fasada sastoji se od vanjske dekorativne obloge, koja se pričvršćuje mehaničkim elementima, zračnog sloja te izolacijskog sloja. Zračni sloj može biti prirodno ili umjetno provjetravan. Zračni sloj dodatno ističe prednosti izolacije na konstrukciji vanjskog zida stvarajući dinamičku izolaciju koja optimizira energetske učinkovitost obloge u zimskom i ljetnom razdoblju. Vanjska dekorativna obloga može biti izvedena od raznovrsnih materijala kao što su: prirodni kamen, plastični laminat, fibrocement, aluminij, keramika, profilirani lim itd..



Slika 2. Ventilirana fasada- zimsko razdoblje (Rješenja za izolaciju ventiliranih fasada, ROCKWOOL)



Slika 3. Ventilirana fasada - ljetno razdoblje (Rješenja za izolaciju ventiliranih fasada, ROCKWOOL)

Prethodne slike prikazuju kako zrak stuji u zračnom sloju ventilirane fasade u ovisnosti o godišnjem dobu. Slika 2. prikazuje prednost ventiliranih fasada u zimskom razdoblju. Toplinske i higrometrijske karakteristike te zaštita od atmosferskih utjecaja su glavna prednost ventilirane fasade u zimskom periodu. Višeslojnost sustava olakšava propuštanje pare, a postojanje kontinuiranog izolacijskog sloja smanjuje gubitak topline premavan i pojavu toplinskih mostova. Za razliku od zimskog perioda u kojem nastojimo izbjeći propuštanje toplog zraka u ljetnom periodu toplinska opterećenja nastojimo smanjiti. To u ventiliranim fasadama radimo zahvaljujući zračnom sloju dok vanjska obloga preuzima funkciju zaštite unutarnjih prostora od sunca što nam pokazuje slika 3..

2.2.2. ODRŽAVANJE FASADA

Odmah nakon izvedbe, fasada počinje starjeti. U prvoj fazi starenje materijala se ne manifestira na vidljivim površinama fasade, no već nakon nekoliko mjeseci, uslijed nepoštivanja smjernica za izradu fasade može doći do vidljivih oštećenja. Ovaj proces nije moguće zaustaviti, ali ga je svakako moguće usporiti redovitim održavanjem. Cilj održavanja građevine je da se tijekom njenog trajanja očuvaju tehnička svojstva objekta i ispunjavaju zahtjevi određeni projektom.

Prilikom projektiranja objekta osim projekatana potrebno je uključiti i specijaliste za održavanje objekta koji će napraviti projekt održavanja. Sadržaj projekta održavanja koji je naveden u nastavku napravljen je prema članku „Upravljanje održavanjem zgrada“ (Cerić, Katavić, 2000.)

Projekt održavanja treba sadržavati sljedeće:

1. *Definiranje standarda.* Radovi na održavanju kao i svi drugi radovi moraju zadovoljiti određene standarde. Ovisno o tipu zgrade, namjeni, raspoloživom materijalu, vlasničkim odnosima i stanju na tržištu formira se standard kojeg se treba pridržavati
2. *Planiranje pregleda.* U ovom dijelu projekta održavanja potrebno je predvidjeti najveći vremenski razmak između dvaju pregleda objekta.
3. *Definiranje radova na održavanju.* Pregledom objekta definiraju se radovi na održavanju objekta. Potrebno je odrediti uzrok nastanka oštećenja te predložiti mjeru sanacije
4. *Procjena troškova radova na održavanju.* Ovaj dio projekta sadrži predikcijski model cijene koštanja održavanja zgrade koji je napravljen temeljem iskustva pri održavanju sličnih objekata ili temeljem procjene.
5. *Planiranje radova.* Planira se vremenski početak i kraj svakog pojedinog rada na održavanju objekta te utjecaj trajanja izvođenja radova na korisnike zgrade
6. *Organizacija izvedbe radova.* Potrebno je donijeti odluku dali će se s nekim poduzećem ugovoriti godišnje održavanje objekta ili će se za svaki pojedini rad angažirati neovisni izvoditelj
7. *Kontrola troškova i kontrola kvalitete.*

Da bi se provodilo dobro i kvalitetno održavanje građevine osim pridržavanja projekta održavanja važno je i pravovremeno reagiranje na nastala oštećenja. Nastala

oštećenja možemo uočiti redovitim i izvanrednim pregledima objekta. Ovim kontrolnim pregledima utvrđuje se trenutno stanje građevine te odstupanje od njenog početnog stanja. Postupak pregleda fasade primjenom toplinskih kamera i senzora može pomoći pri otkrivanju deformacija na unutrašnjim slojevima fasade.

Za produljenje životnoga vijeka građevine poduzimamo mjere održavanja, popravaka i renoviranja. Renoviranje podrazumijeva restauraciju čitave građevine ili nekih njenih dijelova i dovođenje u stanje koje možemo usporediti sa početnim stanjem, dok se popravkom uspostavlja sigurnost i funkcionalnost dijelova građevine. Pri održavanju potrebno je posebno obratiti pažnju na prozorske klupčice, priključke prozora i vrata, onečišćenja, tanke pukotine, područje podnožja fasade te mehanička oštećenja. Taloženje prljavštine na vodoravnim dijelovima izloženih građevinskih elemenata uzrokuje zaprljanje fasade. Zaprljanje zbog prašine treba čistiti mekom četkom i vodom te izbjegavati upotrebu kemijskih sredstava jer mogu u uzrokovati dodatna oštećenja. Na fasadi su moguća i mikrobiološka oštećenja, kao što su alge i gljivice, koja je potrebno ukloniti vodom pod visokom temperaturom te prebojati fasadnom bojom. Osim prethodno navedenih problema, vezanih uz samu građevinu, nerijetko se susrećemo sa problemom u vidu raslinja na odnosno u blizini fasade. Grmovi, drveće, cvjetne gredice odnosno njihovo tlo ne smije biti uz zgradu, a grane i lišće ne smiju dodirivati fasadu i zato ih je potrebno redovito podrezivati.

2.2.3. PROCJENJIVANJE STANJA FASADA

U vidu što bolje procjene i vjerovanje u stručnost autora stanje fasade procjenjivati će se prema priručniku Procjena stanja fasada autora Stunja et al.(2016.)

Fasada se zbog svoje velike površine i stalnoj izloženosti vremenskim prilikama smatra jednim od najopterećenijih dijelova građevine. Odmah nakon izvedbe fasada počinje starjeti. Kako bi se usporilo starenje odnosno degradacija građevinskih elemenata potrebno je pravilno izvesti građevinu, upotrijebiti kvalitetne materijale za izvođenje te redovito održavanje nakon izgradnje.

U daljnjem tekstu obuhvatiti će se sva relevantna opterećenja kojima je fasada izložena kako bi se što bolje moglo odrediti stanje fasade te interval potrebnih zahvata na održavanju fasade. Za svaki utjecaj razmatrati će se posebno detalji vezani za izgradnju fasade, te će im se pridjeljivati ocjene kako bi se indeksacijom što preciznije odredio interval održavanja fasade.

2.2.3.1.KONSTRUKCIJSKI UTJECAJI

Konstruktivna zaštita od vremenskih utjecaja (krovne strehe) pridonosi dužem vijeku trajanja fasade. Ukoliko fasadu zaštitimo od sunčevog zračenja, kiše, vjetra i ostalih vremenskih, i drugih neprilika, njeno starenje se znatno usporava. Opterećenje uvjetovano konstrukcijom zgrade je prema priručniku podjeljeno u tri kategorije:

-zaštićeni dijelovi fasade.To su dijelovi fasade koji su zbog širokih nadstrešnica potpuno zaštićeni od sunčevog zračenja, oborina i vjetra. Širina nadstrešnice koja prelazi preko fasadnog zida iznosi više od 0,8 m. Takvim zgradama dodjeljujemo ocjenu 0.

- djelomično zaštićeni dijelovi fasade. Zgrade kojima je širina nadstrešnice od 0,4 do 0,8 metara. Na takve dijelove fasade sunčevo zračenje, vjetar i oborine mogu utjecati.Zgradama s takvom vrstom konstruktivne zaštite dodjeljujemo ocjenu 15.

- nezaštićeni dijelovi zgrade. Na dijelovima fasade sunčevo zračenje, vjetar i oborine utječu neometano, te im dodjeljujemo ocijenu 24.

Oblikovanje špalete otvora.Kod dublje špalete možemo očekivati slabiji utjecaj amosferskih prilika na spoj stolarije i fasade. Međutim dugoročno možemo očekivati pukotine na tim dijelovima zbog različitog koeficijenta rastezljivosti među materijalima. Ukoliko je špaleta dubine manje od 5 centimetara dodjeljujemo zgradi ocijenu 15. Ako je špaleta duboka između 5 i 15 centimetaradodjeljujemo ocijenu 6, a za špaletu dubine veće od 15 ocjenu 2.

Izvedba zone podnožja.Podnožje zgrade je izloženo velikom utjecaju kako vode, snijega i kiše tako i mehaničkim oštećenjima kao što su udari.

Kako bismo pravilno izveli horizontalno uređenje podnožja te tako zaštitili fasadu od prskanja vode potrebno kontakt fasade s nogostupom ili prirodnim terenom odvojiti sa pojasom od grubog šljunka minimalne širine 30 cm. Tako izvedenom horizontalnom podnožju dodjeljujemo ocjenu 0. Ako se nogostup nalazi neposredno uz objekt ocijenu 2, a za horizontalno uređenje sa zemljom uz objekt ocjenu 10.

Vertikalno oblikovanje podnožja je kao i horizontalno iznimno bitno za trajnost zgrade. Kod vertikalnog oblikovanja podnožja preporuča se uvlačenje podnožja, u odnosu na gornji dio za 2 ili više centimetara, kako bi se smanjilo dodatno opterećenje vodom koja curi s gornjeg dijela fasade. Takvom oblikovanju podnožja dodjeljujemo ocijenu 0.Za izvedbu podnožja u ravnini dodjeljujemo ocijenu 2. Naročito loša izvedba vertikalnog

dijela podnožja je izvlačenje podnožja te mu dodjeljujemo ocijenu 4. Osim samog oblikovanja podnožja važno je i od kojeg je materijala napravljen. Za izradu podnožja važno je koristiti vodoodbojne materijale, a za završno-dekorativni sloj žbuke na osnovi silikonskih ili akrilnih veziva.

Osnovni materijali podnožja – ocjena:

- XPS – 0
- VC -žbuka – 2
- EPS – 5
- MW – 8

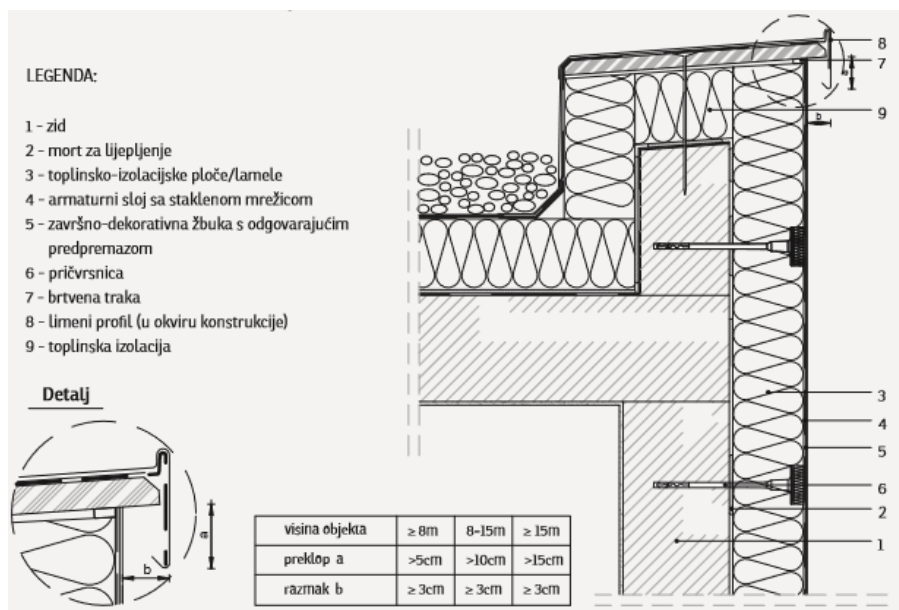
Završno-dekorativni sloj podnožja – ocijena:

- Mozaička žbuka – 1
- Kamena ili keramička obloga – 1
- Silikonska žbuka – 2
- Akrilatna žbuka – 3
- Silikatna žbuka – 5
- Mineralna plemenita žbuka – 7
- Fasadna boja – 10

Oblikovanje detalja. Pri oblikovanju detalja posebno je važno obratiti pažnju na izvedbu klupčica te limarije.

Pravilno izvedena klupčica ima minimalni nagib od 3%, izvučena je minimalno 3 centimetra od fasadne površine, te je pravilno izveden detalj koji štiti otjecanje oborinske vode sa bočnih strana. Za pravino ugrađenu klupčicu dodjeljujemo ocjenu 0, a za nepravilno ocjenu 4.

Na spoju vertikalne i horizontalne izolacije mora biti pravilno izveden spoj atike prema slici 4. Ukoliko je limarija atike pravilno izvedena dodjeljujemo joj ocjenu 0, a ako nije ocjenu 4.



Slika 4. Pravilna izvedba limarije (Smjernice za izradu ETICS sustava, Stunja et al.)

Odvodnja oborinskih voda. Okapnice je potrebno izvesti na svim istakama na objektu kako bi se na spoju vertikalne i horizontalne plohe onemogućilo podlijevanje vode. Ukoliko sui stake pravilno izvedene dodjeljuje im se ocjena 3, a nepravilno izvedenim istakama ocjena 20. Osim istaka na građevini je odgovarajućim nagibom, potrebno riješiti odvodnju sa krovnih površina, te sa svih horizontalnih građevinskih elemenata. Ukoliko je prethodno navedeno izvedeno pravilno dodjelit će se ocjena 3, a za nepravilno izvedenu odvodnju ocjena 20.

Udaljenost predmeta koji mogu izazvati zaprljanje ili mehaničko oštećenje fasade. Kako na fasadi nebi došlo do nepotrebnih oštećenja, fasadu treba zaštititi od konjtenera, parkiranih bicikala, drveća, grmlja, naslaganih zaliha drva za ogrijev i sl.

Udaljenost predmeta i raslinja od fasade – ocijena:

- Naslonjeno na fasadu – 10
- U blizini <1 m – 4
- Udaljeno >1 m – 2

Pričvrsnice. Na pozicijama pričvrsnica, iako u nekim slučajevima obveznih u ETICS sustavu, moguća je kondenzacija vlage. To dovodi do velike mogućnosti za pojavu algi i gljivica na površini fasade. Tako su s obzirom na način montaže pričvrsnica dodjeljene ocjene potrebne za određivanje intervala održavanja fasade.

Način montaže pričvrsnica – ocjena:

- Bez pričvrsnice – 0
- Upuštena pričvrsnica s rondelom – 1
- Klasično, tanjur u ravnini s pločom – 7

Kišni mostovi. Mogu se definirati kao područja na kojima oborinska voda prolazi kroz slojeve fasade i moči podložni zid. Po načinu proboja možemo razlikovati točkasti kišni most (nastaje uslijed montaže obujmica, nosača metalnih penjalica i sl.) i linijski kišni most (prekida kompletni fasadni sustav, događa se uz prozore i vrata).

Način obrade proboja – ocjena

- Dijelovi ETICS fasade sa probojima izvedenim na uobičajen način i standardnom opremom – 4
- Dijelovi ETICS fasade sa posebno projektiranom i izvedenom zaštitom točkastih proboja, tj. Sa držačima i opremom prilagođenom vremenskim uvjetima – 0

2.2.3.2. UTJECAJI MATERIJALA

Starenje materijala počinje odmah nakon izgradnje. Međutim u početnoj fazi starenje nije naočigled vidljivo, dok kasnije na materijalu možemo uočiti vidljive nedostatke. Iako je starenje materijala normalna pojava, postoji niz faktora koji na to utječu kao što su vremenski uvjeti, vrsta materijala, nedostatak održavanja i slično. Kvaliteta i pravilno postavljanje materijala od ključne je važnosti za fasadu. Ukoliko je materijal kvalitetan, a nije pravilno ugrađen, također može doći do oštećenja fasade što pospješuje starenje materijala.

Vrsta fasadnog sustava i završno-dekorativne žbuke. Po ovom priručniku fasadne sustave dijelimo na klasično ožbukane fasade i povezani sustav za vanjsku toplinsku izolaciju (ETICS). Klasično ožbukana fasada sastoji se od cementno-vapnene temeljne žbuke, sloja za izravnavanje i završno-dekorativne žbuke. Ona kao takva veće je mehaničke otpornosti na udarce te otpornosti na stvaranje gljivica i algi. ETICS sustav se sastoji od ljepila, termo-izolacijske ploče sa ili bez pričvrsnica, sloja za izravnavanje i armaturnog sloja te završno-dekorativne žbuke. ETICS sustav zbog sloja toplinske izolacije apsorbira pukotine i ne prenosi ih na fasadu.

Tablica 1. Indeks fasade s obzirom na vrstu fasadnog sustava i završno-dekorativne žbuke (Procjena stanja fasada, Stunja et al., 2016.)

Vrsta fasadnog sustava i završno-dekorativne žbuke	Završna žbuka s premazom	Završna žbuka bez premaza
Klasično ožbukana fasada	2	8
Fasadni sustav s toplinsko-izolacijskom žbukom	3	5
ETICS sa završno-dekorativnom žbukom		
- Mineralne žbuke	4	10
- Pastozne žbuke	6	16

Debljina armaturnog sloja ETICS sustava. Debljina armaturnog sloja ETICS sustava značajno utječe na kvalitetu fasade. Debljina armaturnog sloja osigurava mehaničku otpornost sustava, smanjuje rizik razaranja izolacije insektima i gljivicama, smanjuje rizik od pojave pukotina, smanjuje direktno provlaživanje toplinske izolacije, utječe na vatrootpornost i drugo.

Srednja debljina armaturnog sloja – indeks

- >5 – 0
- 3-5 – 5
- <3 – 25

Stupanj refleksije završno-dekorativne žbuke. Prilikom izvedbe fasade važan je i pravilan odabir boje fasade. Proizvođač ETICS sustava ovisno o tipu žbuke daje preporuku o tonu boja s obzirom na stupanj refleksije svjetla. Tamniji tonovi su podložniji pukotinama dok su svjetliji tonovi podložniji rastu mikroorganizama na fasadi.

Tablica 2. Indeks fasade s obzirom na korištenu nijansu (Procjena stanja fasada, Stunja et al., 2016.)

NIJANSA	STUPANJ REFLEKSIJA NIJANSE	KLASIČNO OŽBUKANA FASADA	POVEZANI SUSTAV ZA VANJSKU TOPLINSKU IZOLACIJU
Svjetlija	>50	2	8
Srednja	30-50	4	15
tamna	<30	8	23

Struktura i granulacija završno-dekorativne žbuke definiraju konačan izgled fasade .

Tablica 3. Indeks fasade s obzirom na strukturu i granulaciju završno-dekorativne žbuke (Procjena stanja fasada, Stunja et al.,2016.)

	Granulacija zrna $\leq 2\text{mm}$	Granulacija zrna $> 2\text{mm}$
Zrnasta	0	1
žljebasta	4	5

Pukotine. Pukotine se mogu klasificirati prema veličini, izgledu, uzroku nastanka itd. Najčešći uzroci nastanka pukotina na ETICS sustavima su premala debljina armaturnog sloja, neodgovarajuća pozicija staklene mrežice, krivi način ljepljenja ploča i drugi.

Širina pukotina u mm – indeks

- Bez pukotina – 0
- $\leq 0,3$ – 4
- $> 0,3$ – 18

Klimatski utjecaji. Geografski položaj objekta ima izravan utjecaj na klimatske uvjete. Klimatski uvjeti su jako važni prilikom izgradnje i korištenja fasade. Klimatski uvjeti koji utječu na starenje fasade su količina oborina, magla, vlažnost zraka, sunčeva svjetlost, blizina voda i mora. Oborine utječu na vlažnost fasadne površine što utječe na stvaranje algi i gljivica. U ovisnosti o srednjoj godišnjoj količini oborina pridodajemo indeks, što je detaljnije navedeno u nastavku ovog diplomskog rada. Osim oborina na nastajanje gljivica utječe i magla odnosno vlažnost zraka. Indeksi vezani za ove klimatske uvjete su također navedeni u nastavku. Sunčeva svjetlost utječe na mehaničku stabilnost materijala, te na postojanost nijanse završno-dekorativne žbuke. Za srednje godišnje osunčavanje u satima pridodan je odgovarajući indeks.

Srednje godišnje osunčavanje (h) – indeks

- 1600-1900 – 4
- 1900-2200 – 8
- 2200-2400 – 12
- 2400-2700 – 16
- > 2700 – 20

Udaljenost vode utječe na povećanje koncentracije vlage u zraku što ima značajan utjecaj na fasadu, zato ćemo i taj kriterij uzeti u obzir prilikom indeksiranja. Ukoliko je voda udaljena od promatranog objekta (> 200 m) dodjeljujemo mu indeks 1. Ako s objekt nalazi u blizini (50-200m) indeks 4, a za objekt koji je u neposrednoj blizini vode (< 50 m) indeks 9. Prisutnost vegetacije također ovisi o izdržljivosti fasade.

Tablica 4. Indeks fasade s obzirom na udaljenost i vrsu vegetacije (Procjena stanja fasada, Stunja et al.,2016.)

Udaljenost vegetacije od fasade (m)		Indeks	
		Pojedinačna vegetacija	Gusta vegetacija
Udaljeno	> 50 m	0	2
U blizini	10 – 50 m	3	5
Neposredna blizina	< 10 m	10	15
Naslonjeno		15	20

Zagađenje okoline je najveće u blizini industrijskih postrojenja. Zato se za rijetku industriju i slabu naseljenost te za ruralna područja s malo prometa dodjeljuje indeks 1. U slučaju srednje guste industrije i naseljenosti, te normalnog prometa, indeks 3. Ukoliko je visoka gustoća industrije, velika naseljenost, gust promet i čađa nastala zbog sagorjevanja tada fasadi dodjeljujemo indeks 6.

Utjecaj mora je također vrlo bitan pri procjeni stanja fasade jer sol nošena jakim vjetrom prodire u slojeve fasade te smanjuje njen životni vijek.

Opterećenje morem, udaljenost od mora u m – indeks

- > 50 m – 4
- Do 50 m – 28
- Uz more – 41

2.2.3.3. INDEKSACIJA I INTERVALI ODRŽAVANJA FASADE

Interval održavanja objekta definirati će se na temelju konstruktivnih utjecaja i utjecaja materijala. Preporučeni interval održavanja dobiti će se zbrojem indeksa.

Za zbroj indeksa – preporučeni interval održavanja:

- 10-70 – 10 godina
- 71-161 – 8 godina
- 162-222 – 5 godina
- 223-304 – 3 godine

Održavanje najčešće podrazumjeva pranje i prebojavanje fasadnih površina bezbojnom silikonskom impregnacijom, fasadnom bojom, posebnim bojama (u slučaju pukotina širine do 0,3 mm) te izrada novog armaturnog i završno-dekorativnog sloja (kod pukotina širih od 0,3 mm).

3. VIŠEKRITERIJALNI PRISTUP

U ovom poglavlju definirati će se karakteristike višekriterijalne analize, te postupak primjene višekriterijalne analize uz korištenje višekriterijalne metode PROMETHEE za usporedbu analiziranih zgrada. Izvršit će se identifikacija dionika u konkretnom slučaju upravljanja održavanjem fasada malih višestambenih zgrada kao i uspostavljanje hijerarhijske strukture ciljeva istog tog problema čime se započinje proces realizacije VKA o kojoj će u nastavku biti iskazano ono teorijski najvažnije.

3.1. VIŠEKRITERIJALNA ANALIZA

U ovom potpoglavlju definirane su najvažnije teorijske značajke višekriterijalne analize uz pomoć skripte „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“ autora Nenada Mladinea, te više različitih knjiga autora Brans et al. navedenih dolje u literaturi.

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 jedinice 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:

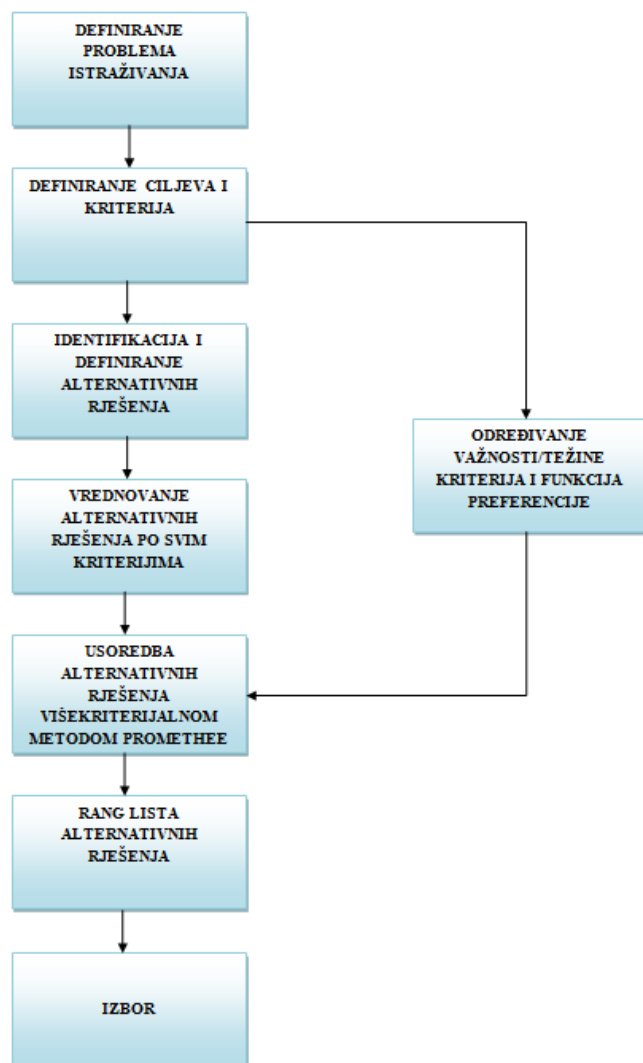
- prvi korak je definiranje kriterija koji cjelovito i sveobuhvatno karakteriziraju problem
- sagledavaju se alternativna rješenja (akcije) problema te se svakome dodjeljuje težinski koeficijent koji odražava njegovu važnost
- zatim se svakom kriteriju dodjeljuje tip preferencije
- prema definiranim 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.



Slika 5. Prikaz modela višekriterijalne analize metodom PROMETHEE (izrađena prema Diplomskom radu Franje Šimića, FGAG Split, 2016.)

Prema američkim autorima kriterije je najbolje svrstati u četiri grupe: ekonomski kriteriji, tehničko-tehnološki kriteriji, društveno-politički kriteriji, te ekološki kriteriji ili alternativno sigurnosni kriteriji. Prema njihovom mišljenju svakom od navedenih grupa kriterija potrebno je dodijeliti 25 % vrijednosti sume težina. Međutim Europski autori su ukazali na važnost ekološkog kriterija, te su mišljenja da je tom kriteriju potrebno dodijeliti veći postotak težine u odnosu na ostale.

Prilikom dodjele težina kriterija valja voditi računa o tome da različitim dionicima nije jednako važan isti kriterij. Iz tog razloga potrebno je odrediti dionike, uvažiti njihova mišljenja i interese, te na osnovu istih donijeti odluke o težinama pojedinih kriterija.

3.2. VIŠEKRITERIJALNA METODA PROMETHEE

Kako bi svi kriteriji bili jednako tretirani i mjerljivi potrebno ih je uključiti u postupak vrednovanja jer inače nisu svi kriteriji direktno kvantitativno mjerljivi. Upravo iz tog razloga, takve je probleme najbolje rješavati višekriterijalnim metodama. U ovom potpoglavlju objasnit će se teorijske postavke metode PROMETHEE korištenjem više literatura autora Brans et al. te ostale literature navedene u poglavlju 7.

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 organization 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.

Tekst u nastavku ovog poglavlja preuzet je od Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.

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:

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

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

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

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:

Tablica 5. Matrica 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	$f_1(A_2)$	$f_2(A_2)$	$f_n(A_2)$
.....
A_m	$f_1(A_m)$	$f_2(A_m)$	$f_n(A_m)$

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**

$$P: A \times A \rightarrow [0, 1]$$

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 ,

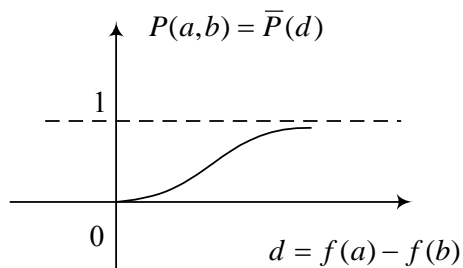
$P(a, b) \approx 1$ znači jaču preferenciju od a nad b ,

$P(a, b) = 1$ 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).

$$\text{Stavimo li } d = f(a) - f(b)$$

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



Slika 6. Graf funkcije preferencije

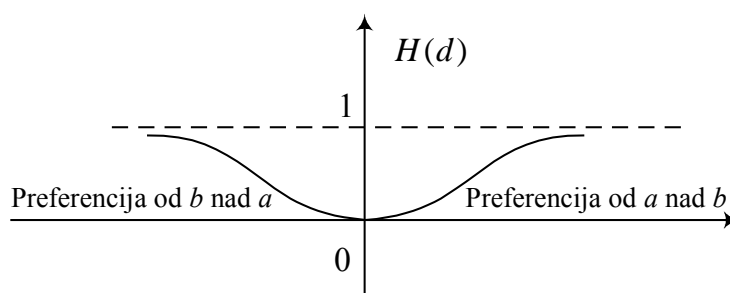
Funkcija preferencije je neopadajuća funkcija, koja je jednaka nuli za negativne vrijednosti od d . Naime, ako je $d \leq 0$, tj. $f(a) \leq f(b)$, tada ne postoji preferencija od a nad b pa je i $P(a, b) = 0$.

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 striktno 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 7. 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,

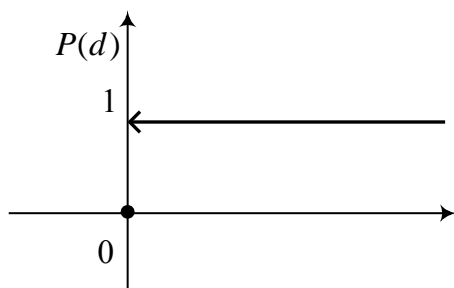
s - parametar čija vrijednost se nalazi između praga indiferencije q i praga preferencije p.

Tih šest tipova generaliziranog kriterija su:

1. Obični kriterij

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

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 8.



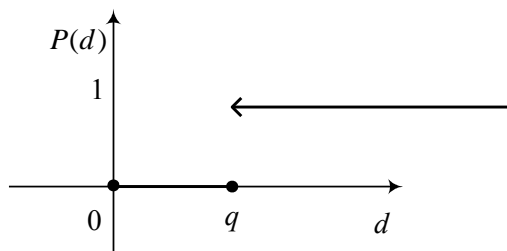
Slika 8. Graf funkcije preferencije- obični kriterij

2. Kvazi kriterij

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

Kao što se vidi na slici 9, 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.

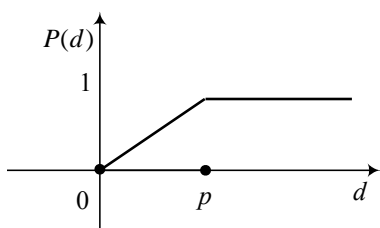


Slika 9. Graf funkcije preferencije- kvazi kriterij

3. Kriterij sa linearnom preferencijom

$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ \frac{d}{p}, & 0 < d < p \\ 1, & d \geq p \end{cases}$$

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.

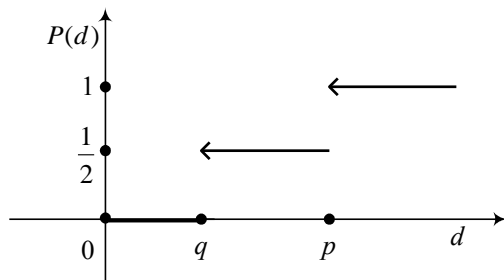


Slika 10. Graf funkcije preferencije- kriterij s linearnom preferencijom

4. Nivo kriterij

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

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

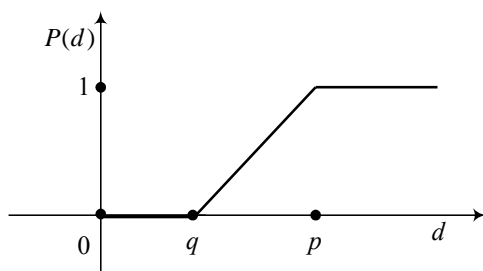


Slika 11. Graf funkcije preferencije - nivo kriterij

4. Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

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

Preferencija donosioca odluke, u tom slučaju, raste linearno u području indiferencije do područja stroge preferencije, tj. u području između pragova q i p (slika 12).

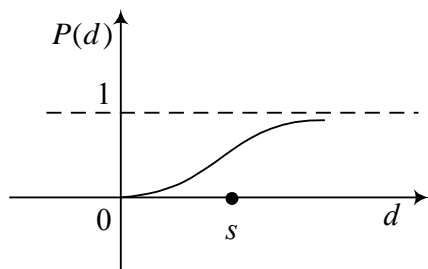


Slika 12. Graf funkcije preferencije - kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

6. Gaussov kriterij

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

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 13. 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 ($j = 1, 2, \dots, n$) 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:

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

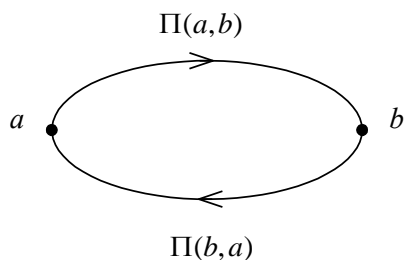
Indeks preferencije $\Pi(a, b)$ izražava intenzitet preferencije donosioca odluke za alternativu a nad alternativom b simultano razmatrajući sve kriterije. Drugim riječima $\Pi(a, b)$ izražava kako i sa kojim intenzitetom **a dominira nad b** u odnosu na sve kriterije.

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 $\Pi(a,b)$ i $\Pi(b,a)$ (slika 14.).



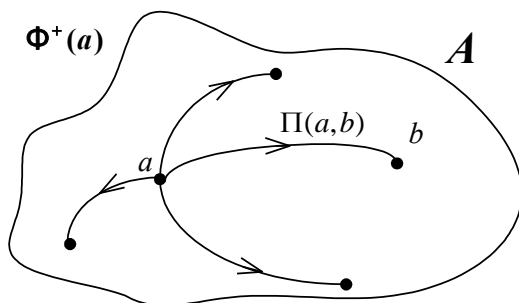
Slika 14. Indeksi preferencije

Za svaku alternativu (aktivnost) definiraju se, nadalje dva "**outranking**" toka $\Phi^+(a)$, izlazni ili pozitivni tok, i $\Phi^-(a)$, 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 ($b \in A$) po svim kriterijima, odnosno pokazuje koliko je alternativa a bolja od svih ostalih alternativa (slika 5.4.10). Možemo reći da $\Phi^+(a)$ mjeri "snagu" alternative a .



Slika 15. Pozitivni tok

Nasuprot tome, definiramo ulazni ili negativni tok $\Phi^-(a)$ kao sumu vrijednosti svih lukova koji ulaze u čvor \mathbf{a} , tj.

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

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

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

$$\Phi^+(a) \begin{cases} aS^+b & \text{ako i samo ako je } \Phi^+(a) > \Phi^+(b) \\ aI^+b & \text{ako i samo ako je } \Phi^+(a) = \Phi^+(b) \end{cases}$$

$$\Phi^-(a) \begin{cases} aS^-b & \text{ako i samo ako je } \Phi^-(a) < \Phi^-(b) \\ aI^-b & \text{ako i samo ako je } \Phi^-(a) = \Phi^-(b) \end{cases}$$

pri čemu je S tzv. "**outranking**" relacija, tj $\mathbf{a S b}$ znači: \mathbf{a} je barem toliko dobar kao \mathbf{b} ili bolji.

Presjek tih dvaju uređaja rezultira u parcijalnom uređaju (P, I, R) što je konačan uređaj dobiven metodom PROMETHEE I. Taj uređaj prikazan je u tablici 6.

Tablica 6. Konačan uređaj dobiven metodom PROMETHEE I

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

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. DEFINIRANJE CILJEVA I KRITERIJA

U ovom poglavlju uspostaviti će se hijerarhijska struktura ciljeva te odrediti kriteriji i način ocjenjivanja kriterija za rješenje problema odnosno postizanje glavnog cilja, a to je „Održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja“. Nakon određivanja kriterija te dionika odredit će se kompromisna težina kriterija sa kojom ulazimo u daljnje istraživanje.

4.1. USPOSTAVA HIJERARHIJSKE STRUKTURE CILJEVA ZA ANALIZIRANI PROBLEM

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 kako 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 ciljevi i kriteriji.

Kod ovog projektnog zadatka, glavni cilj je jasno definiran: „Održivo upravljanje održavanjem fasada malih 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 ciljevakorišteni su dostupni materijali u smislu izvora iz literature te je kao temelj uzet priručnik „Procjena stanja fasada“ Stunja et al. (2016.).

Za ciljeve prve razine definirani su: GPC1- minimizacija konstruktivnih utjecaja na stanje fasade, GPC2 - minimizaciju utjecaja materijala na stanje fasade, GPC3 – minimizacijaklimatskih utjecaja na stanje fasade, GPC4 – usklađenost s planiranim intervalom održavanja, GPC5 – minimalna starost objekta, GPC6 – maksimizacija površine objekta, GPC7 –maksimizacijadruštveno-ekonomskih aspekata obnove fasada(korisnosti za suvlasnike), GPC8 – maksimizacija ekoloških i kulturnih aspekata obnove fasada.

GPC1- Minimizacija konstrukcijskih utjecaja na stanje fasade dijeli se na ciljeve najniže hijerarhijske razine a to su: C1-konstruktivna zaštita od vremenskih utjecaja, C2 - oblikovanje špaleta otvora, C3- izvedba zone podnožja, C4 - oblikovanje detalja, C5-

odvodnja oborinskih voda, C6 - udaljenost predmeta koji mogu uzrokovati zaprljanje ili mehaničko oštećenje zgrade, C7- pričvrsnice, C8- kišni mostovi.

GPC2-Minimizacija utjecaja materijala na stanje fasade se dijeli na: C9- vrsta fasadnog sustava i završno-dekorativne žbuke, C10 - debljina armaturnog sloja ETICS sustava, C11 - stupanj refleksije završno dekorativne žbuke, C12 – pukotine.

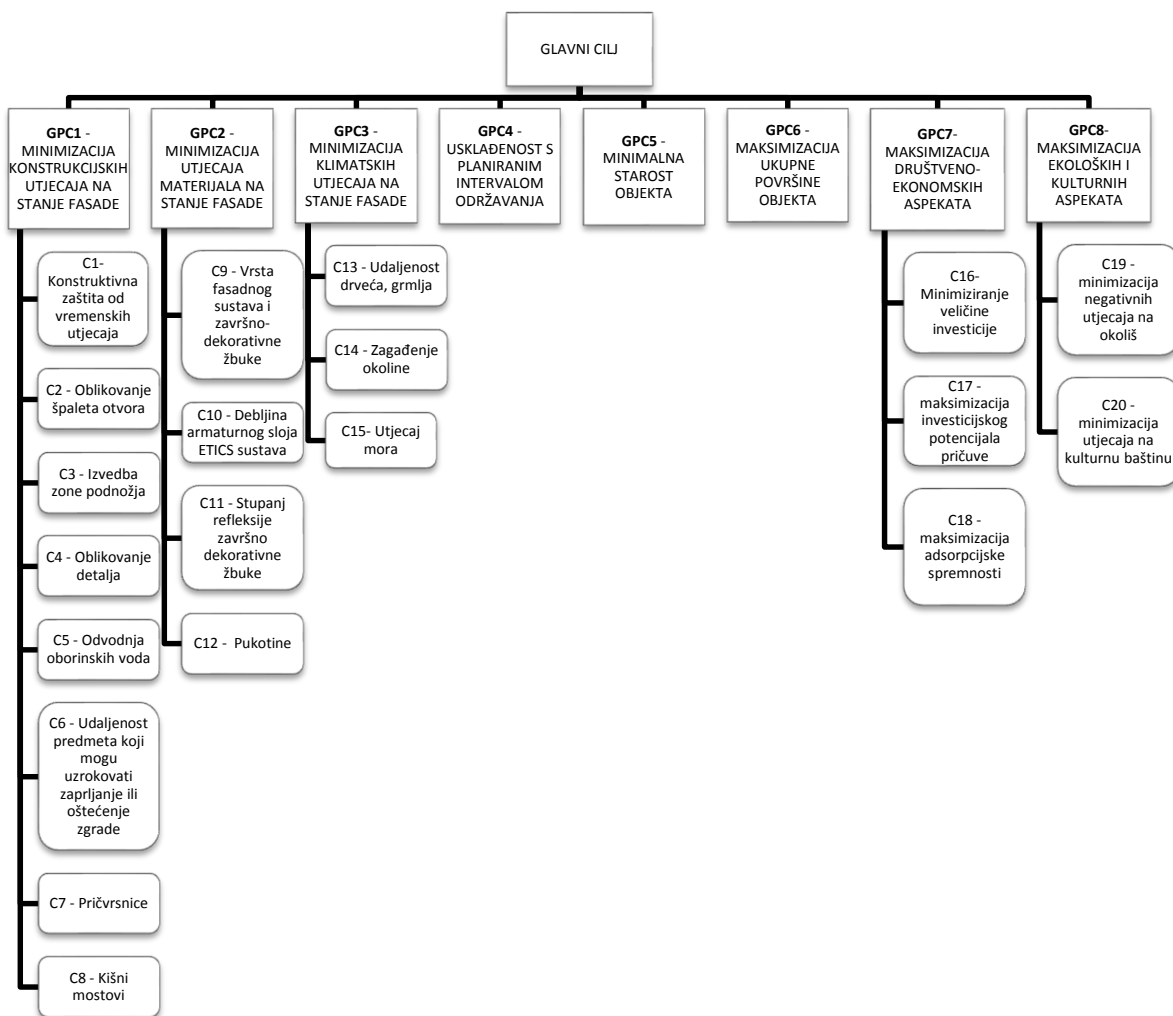
GPC3- Minimizacija klimatskih utjecaja na stanje fasade dijeli se na: C13-udaljenost drveća, grmlja..., C14-zagađenje okoline i C15- utjecaj mora.

Za glavne podciljeve od GPC4-GPC6 može se reći da su ujedno i najniža razina hijerarhijske strukture, te ih kao takve u nastavku promatramo.

GPC7 - Maksimizacija društveno-ekonomskih aspekata obnove fasada (korisnosti za suvlasnike) dijeli se na C1 - minimiziranje veličine investicije, C2 - maksimizaciju investicijskog potencijala pričuve i C3 - maksimizacija adsorpcijske spremnosti (mogućnosti pristupa obnovi i pribavljanju sredstava).

GPC8 - maksimizacija ekoloških i kulturnih aspekata obnove fasada dijeli se na C4 - minimizaciju negativnih utjecaja na okoliš (uštede u korištenju energije) i C5 – maksimizaciju utjecaja na kulturnu baštinu (obnova kulturne baštine).

Zbog jednake vrijednosti ocjena po kriterijima (ako bi se sljedeće 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: oborine, magla i vlažnost zraka, sunčeva svjetlost i blizina vode. 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 16. Hijerarhijska struktura ciljeva

Slika 16. Prikazuje hijerarhijsku strukturu ciljeva kojom se prikazuju međusobni odnosi ciljeva viših i nižih razina. Glavni cilj se grana na 8 podciljeva prve hijerarhijske razine, dok se oni granaju na ukupno 20 ciljeva druge hijerarhijske razine, od toga GPC1 na C1-C8, GPC2 na C9-C12, GPC3 na C13-C15, GPC7 na C16-C18, GPC8 na C19-C20, dok se glavni podciljevi 4,5 i 6 ne granaju nego predstavljaju najnižu hijerarhijsku razinu. Tablica u nastavku prikazuje hijerarhijsku strukturu ciljeva kojim se iskazuje međusobni odnos ciljeva viših i nižih razina.

Tablica 7. Hijerarhijska struktura ciljeva

OZNAKA CILJEVA	NAZIV	HIJERARHIJSKA RAZINA
GC	GLAVNI CILJ- ODRŽIVO UPRAVLJANJE ODRŽAVANJEM FASADA MALIH VIŠESTAMBENIH OBJEKATA KOJI SE NALAZE U PORTFELJU JEDNOG UPRAVITELJA	0
GPC1	GLAVNI PODCILJ 1- KONSTRUKCIJSKI UTJECAJI	1
GPC2	GLAVNI PODCILJ 2 –UTJECAJI MATERIJALA	1
GPC3	GLAVNI PODCILJ 3 –KLIMATSKI UTJECAJI	1
GPC 4	GLAVNI PODCILJ 4 – INTERVAL ODRŽAVANJA	1
GPC 5	GLAVNI PODCILJ 5– STAROST OBJEKTA	1
GPC6	GLAVNI PODCILJ 6 – UKUPNA POVRŠINA OBJEKTA	1
GPC 7	GLAVNI PODCILJ 7 – MAKSIMIZACIJA DRUŠTVENO-EKONOMSKIH ASPEKATA	1
GPC 8	GLAVNI PODCILJ 8 – MAKSIMIZACIJA EKOLOŠKIH I KULTURNIH ASPEKATA	1
C1	KONSTRUKTIVNA ZAŠTITA OD VREMENSKIH UTJECAJA	2
C2	OBLIKOVANJE ŠPALETA OTVORA	2
C3	IZVEDBA ZONE PODNOŽJA	2
C4	OBLIKOVANJE DETALJA	2
C5	ODVODNJA OBORINSKIH VODA	2
C6	UDALJENOST PREDMETA KOJI MOGU UZROKOVATI ZAPRLJANJE ILI MEHANIČKO OŠTEĆENJE ZGRADE	2
C7	PRIČVRSNICE	2
C8	KIŠNI MOSTOVI	2
C9	VRSTA FASADNOG SUSTAVA I ZAVRŠNO-DEKORATIVNE ŽBUKE	2
C10	DEBLJINA ARMATURNOG SLOJA ETICS SUSTAVA	2
C11	STUPANJ REFLEKSIJE ZAVRŠNO DEKORATIVNE ŽBUKE	2
C12	PUKOTINE	2
C13	UDALJENOST DRVEĆA, GRMLJA...	2
C14	ZAGAĐENJE OKOLINE	2

C15	<i>UTJECAJ MORA</i>	2
C16	<i>MINIMIZIRANJE VELIČINE INVESTICIJE</i>	2
C17	<i>MAKSIMIZACIJA INVESTICIJSKOG POTENCIJALA PRIČUVE</i>	2
C18	<i>MAKSIMIZACIJA ADSORPCIJSKE SPREMNOSTI</i>	2
C19	<i>MINIMIZACIJA NEGATIVNIH UTJECAJA NA OKOLIŠ</i>	2
C20	<i>MINIMIZACIJA UTJECAJA NA KULTURNU BAŠTINU</i>	2

U nastavku ovog rada će se prethodno definirani ciljevi čija je mjerljivost dovoljna za provedbu vrednovanja alternativnih rješenja po istima koristiti kao kriteriji te će se nadalje označavati oznakama K_i , gdje je $i=1-23$.

Tablica 8. Pridjeljivanje odgovarajućih funkcija preferencije definiranim kriterijima


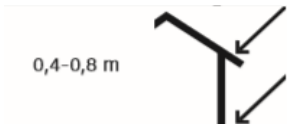
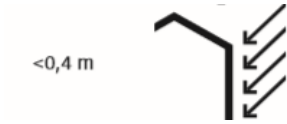

OZNAKA KRITERIJ A	NAZIV	FUNKCIJA PREFERENCIJE	MIN / MAX
K1	<i>KONSTRUKTIVNA ZAŠTITA OD VREMENSKIH UTJECAJA</i>	V-SHAPE	MAX
K2	<i>OBLIKOVANJE ŠPALETA OTVORA</i>	V-SHAPE	MAX
K3	<i>IZVEDBA ZONE PODNOŽJA</i>	V-SHAPE	MAX
K4	<i>OBLIKOVANJE DETALJA</i>	V-SHAPE	MAX
K5	<i>ODVODNJA OBORINSKIH VODA</i>	V-SHAPE	MAX
K6	<i>UDALJENOST PREDMETA KOJI MOGU UZROKOVATI ZAPRLJANJE ILI MEHANIČKO OŠTEĆENJE ZGRADE</i>	V-SHAPE	MAX
K7	<i>PRIČVRSNICE</i>	V-SHAPE	MAX
K8	<i>KIŠNI MOSTOVI</i>	V-SHAPE	MAX
K9	<i>VRSTA FASADNOG SUSTAVA I ZAVRŠNO- DEKORATIVNE ŽBUKE</i>	V-SHAPE	MAX

K10	<i>DEBLJINA ARMATURNOG SLOJA ETICS SUSTAVA</i>	V-SHAPE	MAX
K11	<i>STUPANJ REFLEKSIJE ZAVRŠNO DEKORATIVNE ŽBUKE</i>	V-SHAPE	MAX
K12	<i>PUKOTINE</i>	V-SHAPE	MAX
K13	<i>UDALJENOST DRVEĆA, GRMLJA...</i>	V-SHAPE	MAX
K14	<i>ZAGAĐENJE OKOLINE</i>	V-SHAPE	MAX
K15	<i>UTJECAJ MORA</i>	V-SHAPE	MAX
K16	<i>INTERVAL ODRŽAVANJA</i>	V-SHAPE	MAX
K17	<i>STAROST OBJEKTA</i>	V-SHAPE	MAX
K18	<i>UKUPNA POVRŠINA OBJEKTA</i>	V-SHAPE	MAX
K19	<i>VELIČINA INVESTICIJE</i>	V-SHAPE	MAX
K20	<i>INVESTICIJSKI POTENCIJAL PRIČUVE</i>	V-SHAPE	MAX
K21	<i>ADSORPCIJSKA SPREMNOST</i>	USUAL	MIN
K22	<i>NEGATIVNI UTJECAJ NA OKOLIŠ</i>	USUAL	MAX
K23	<i>KULTURNA BAŠTINA</i>	USUSAL	MIN

Prethodna tablica osim što nam pruža uvid u oznake kriterija i njihove nazive 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 je samo za dva kriterija na stvari problem minimuma. Prethodno iskazano ukazuje na želju provoditelja VKA 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 efekt u smislu stanja svih zgrada koje su analizirane tj. zgrada u portfelju.

4.2. OBRAZLOŽENJE KRITERIJA

Tablica 9. Naziv kriterija, kratki opis i način ocjenjivanja

OZNA-KA-KRITERIJA	NAZIV	KRATKI OPIS	NAČIN OCJENJIVANJA
K1	<i>KONSTRUKTIVNA ZAŠTITA OD VREMENSKIH UTJECAJA</i>	<p>Zaštićenost dijelova fasade krovnom strehom:</p> <p>- zaštićeni dijelovi fasade</p> <p>>0,8 m </p> <p>- djelomično zaštićeni dijelovi fasade</p> <p>0,4-0,8 m </p> <p>- nezaštićeni dijelovi fasade</p> <p><0,4 m </p>	<p>Konstruktivna zaštita od vremenskih utjecaja nekog objekta ocjenjuje se na način da se:</p> <ul style="list-style-type: none"> - dijelovi fasade ocjenjuju ocjenom 0 - djelomično zaštićeni dijelovi zgrade ocjenom 15 - nezaštićeni dijelovi zgrade ocjenom 24
K2	<i>OBLIKOVANJE ŠPALETA OTVORA</i>	<p>Uvučenost same špaleta nasuprot ukupne fasadne površine</p> 	<p>Ocjene se dodjeljuju u odnosu na dubinu špaleta kako slijedi:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocjena 15 za dubinu manju od 5cm - ocjena 6 za dubinu u intervalu 5-15cm - ocjena 2 za dubinu veću od 15cm

K3	<i>IZVEDBA ZONE PODNOŽJA</i>	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.	<p><i>HORIZONTALNO UREĐENJE PODNOŽJA</i> -ocjene se dodjeljuju u odnosu na udaljenost objekta od terena obzirom na način uređenja podnožja i to:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocjena 0 za pravilno uređena zona prskanja ($h \geq 30\text{cm}$, sa šljunkom $b \geq 30\text{cm}$) - ocjena 2 za nogostup neposredno uz objekt - ocjena 10 za zemlju uz objekt <p><i>VERTIKALNO UREĐENJE PODNOŽJA</i> -ocijene se dodjeljuju u odnosu na uvučenost podnožja u odnosu na fasadu:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocjena 0 za uvučeno podnožje (min. 3 cm) - ocjena 2 za podnožje u ravnini - ocjena 4 za izvučeno podnožje <p>Ocjene ovisno o vrsti materijala:</p> <ul style="list-style-type: none"> - ocjena 0 za XPS - ocjena 2 za VC žbuku - ocjena 5 za EPS - ocjena 8 za MW <p>Ocjene ovisno o završno-dekorativnom sloju podnožja:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
K4	<i>OBLIKOVANJE DETALJA</i>	Trebalo bi voditi računa da klupčica ima pravilno izveden detalj koji sprječava otjecanje oborinskih voda sa bočnih strana klupčice također pravilna izvedba detalja atike omogućuje podlijevanje oborina nošenih jakim vjetrom	<p>Ocjene se dodjeljuju ovisno o pravilnosti izvedbe klupčice i to ako je:</p> <ul style="list-style-type: none"> - pravilno izvedena ocjena 0 - nepravilno izvedena ocjena 4 <p>Ocjene se također dodjeljuju ovisno o pravilnosti izvedbe limarije atike i to ako je:</p> <ul style="list-style-type: none"> - u skladu sa smjernicama ocjena 0 - nije u skladu ocjena 4

K5	<i>ODVODNJA OBORINSKIH VODA</i>	Nagib odvodnje te spajanje horizontalnih i vertikalnih ploha okapnicama treba pravilno izvesti kako bi se onemogućilo podlijevanje i zadržavanje oborinskih voda.	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
K6	<i>UDALJENOST PREDMETA KOJI MOGU UZROKOVATI ZAPRLJANJE ILI MEHANIČKO OŠTEĆENJE ZGRADE</i>	Površinu fasade treba zaštititi od parkiranih bicikala, kontejnera ili naslaganih zaliha drva. Grane drveća i drva potrebno je redovito obrezivati a raslinje posaditi u dovoljnom razmaku od fasade.	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
K7	<i>PRIČVRSNICE</i>	U ovisnosti o načinu montaže mogu uzrokovati i štete na fasadi (hladni mostovi, kondenzacija vlage i sl.)	Ocjene se dodjeljuju u odnosu na način montaže pričvrsnica i to: – ocjena 0 ako nema pričvrsnica – ocjena 1 za upuštenu pričvrscopicu s rondelom – ocjena 7 za klasičnu pričvrscopicu
K8	<i>KIŠNI MOSTOVI</i>	Kišni mostovi nastaju na fasadnim sustavima tamo gdje oborinska voda tjerana vjetrom prolazi kroz fasadne slojeve i moči podložni zid uzrokujući građevinske štete.	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
K9	<i>VRSTA FASADNOG SUSTAVA I ZAVRŠNO- DEKORATIVNE ŽBUKE</i>	Ovisno o načinu izvedbe fasade te vrsti fasadnog sustava, ona ima manju ili veću otpornost na propadanje ili pojavu šteta uzrokovanih nosivom konstrukcijom.	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

			<ul style="list-style-type: none"> – 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
K10	<i>DEBLJINA ARMATURNOG SLOJA ETICS SUSTAVA</i>	Ona osigurava mehaničku otpornost sustava, smanjuje rizik od pojave pukotina, utječe na toplinski kapacitet i sl.	<p>Ocjenjuje se na temelju srednje vrijednosti reprezentativnog uzorka armaturnog sloja i to:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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
K11	<i>STUPANJ REFLEKSIJE ZAVRŠNO DEKORATIVNE ŽBUKE</i>	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.	<p>Ocjenjuje se u ovisnosti o nijansi, stupnju refleksije te o vrsti fasade i to:</p> <ul style="list-style-type: none"> – 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 15 za ETICS sustav – ocjenom 8 za klasično ožbukanu fasadu tamne nijanse sa stupnjem refleksije manjim od 30 ili ocjenom 23 za ETICS sustav <p>Također se ocjenjuje struktura i granulacija završno-dekorativne žbuke i to :</p> <ul style="list-style-type: none"> – ocjenom 0 za zrnastu granulaciju zrna ≤ 2 mm ili ocjenom 1 za granulaciju zrna > 2 mm – ocjenom 4 za žljebastu granulaciju zrna ≤ 2 mm ili ocjenom 5 za granulaciju zrna > 2 mm

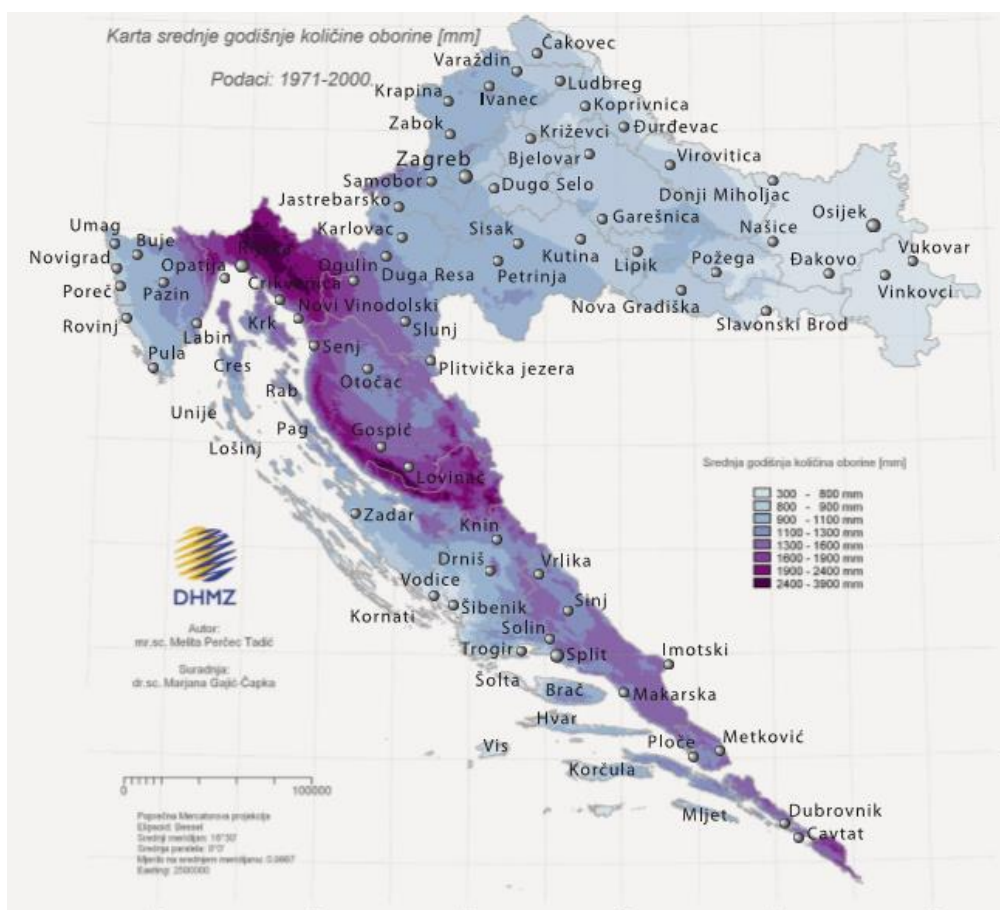
K12	<i>PUKOTINE</i>	Pukotine se mogu klasificirati prema izgledu, veličini, obliku itd. Najčešći uzroci pukotina su krivi načini lijepljenja ploča, premala debljina armaturnog sloja, neodgovarajuća pozicija staklene mrežice i drugi.	Ocjenjuje se ovisno o širini pukotine i to: <ul style="list-style-type: none"> - indeksom 0 ukoliko nema pukotina - indeksom 4 za pukotine $\leq 0,3$ mm - indeksom 18 za pukotine $> 0,3$ mm
K13	<i>UDALJENOST DRVEĆA, GRMLJA...</i>	Utjecaji kao što su sjene koju pruža drveće i grmlje, isparavanje, smanjeno osunčavanje površine fasade produljuju zadržavanje kondenzirane i atmosferske vlage.	Ocjenjuje se u odnosu na udaljenost vegetacije od fasade te o njenoj gustoći: <ul style="list-style-type: none"> - 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
K14	<i>ZAGAĐENJE OKOLINE</i>	Stupanj zagađenja ovisi o sadržaju zagađenja u atmosferi ono je najveće u industrijski razvijenim i urbanim područjima.	Ocjenjuje se u ovisnosti o opterećenju i uzroku zagađenja: <ul style="list-style-type: none"> - 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.
K15	<i>UTJECAJ MORA</i>	Zbog jakih udara vjetra, soli, velike količine vlage te visokih temperatura utjecaj mora je bitan kod odabira završnih slojeva fasade.	Ocjenjuje se u ovisnosti o udaljenosti objekta od mora: <ul style="list-style-type: none"> - > 50 m ocjena 4 - do 50 m ocjena 28 - uz more ocjena 41

K16	<i>INTERVAL ODRŽAVANJA</i>	Odnos intervala od posljednjeg poduzimanja aktivnosti održavanja prema preporučenom intervalu održavanja. Opširnije o kriteriju pod **	Ocjena se iskazuje kao omjer odnosa intervala od posljednjeg poduzimanja aktivnosti održavanja prema preporučenom intervalu održavanja i to: <ul style="list-style-type: none"> – 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 godine za zbroj koji spada u interval od 223 do 304
K17	<i>STAROST OBJEKTA</i>	Vrijeme proteklo od izgradnje objekta	Broj godina od izgradnje
K18	<i>UKUPNA POVRŠINA OBJEKTA</i>	Ukupna površina objekta	m ²
K19	<i>VELIČINA INVESTICIJE</i>	Ona ovisi o općoj razini cijena i razini potencijalnog proizvoda	u 1000 HRK
K20	<i>INVESTICIJSKI POTENCIJAL PRIČUVE</i>	Iskazuje razvojni dio pričuve koji je raspoloživ za investiranje nakon oduzimanja rashoda naknada i ostalih fiksnih rashoda	Ocjena u postotku % od ukupnih prihoda uz pretpostavku nepromijenjenog prihoda i bez interventnih rashoda većeg iznosa.
K21	<i>ADSORPCIJSKA SPREMNOST</i>	Procjenjuje se spremnost suvlasnika u smislu pripreme potrebne projektno-tehničke i ostale dokumentacije	Ocjenjivanje se vrši ekspertnom procjenom upravitelja portfelja i to ocjenama 0(da) ili 1(ne).
K22	<i>NEGATIVNI UTJECAJ OKOLIŠ NA</i>	Procjenjuje se značajnost umanjenja potrošnje energije za hlađenje i zagrijavanje objekta uslijed poduzimanja aktivnosti održavanja, tj. obnove	Ocjenjivanje se vrši ekspertnom procjenom i to ocjenama: <ul style="list-style-type: none"> - značajno - 1 - bezvrijedno – 0
K23	<i>KULTURNA BAŠTINA</i>	Utvrđuje se status objekta u smislu zaštićenog kulturnog dobra	Ocjenjivanje 0(da) ili 1(ne).

Tablica 9. prikazuje oznake kriterija, njihov naziv, kratki opis te način ocjenjivanja kriterija. Ocjenjivanje kriterija u najvećoj je mjeri preuzeto iz priručnika „Procjena stanja fasade“ autora Stunje (2016.) dok je ostatak kriterija nastao iz potrebe što boljeg rangiranja fasada s obzirom na održavanje. U tablici je također vidljivo kako se za kriterij „Interval održavanja“ osim zbroja ocjena kriterija koji mu prethode mora uzeti i zbroj ocjena izbačenih kriterija navedenih u nastavku.

**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 nalazimo na području grada Splita, pa se može zaključiti da je količina oborina na promatranom području ista



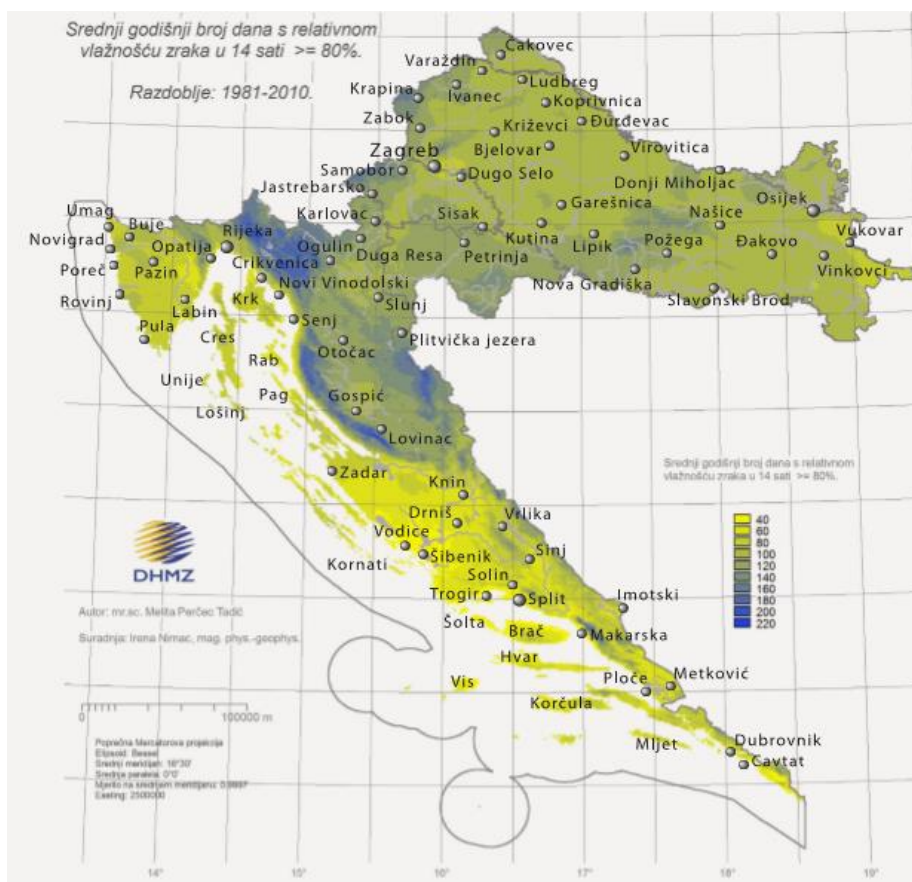
Slika 17. Karta srednje godišnje količine oborina (Stunja et al. 2016.)

Tablica 10. Indeksacija 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

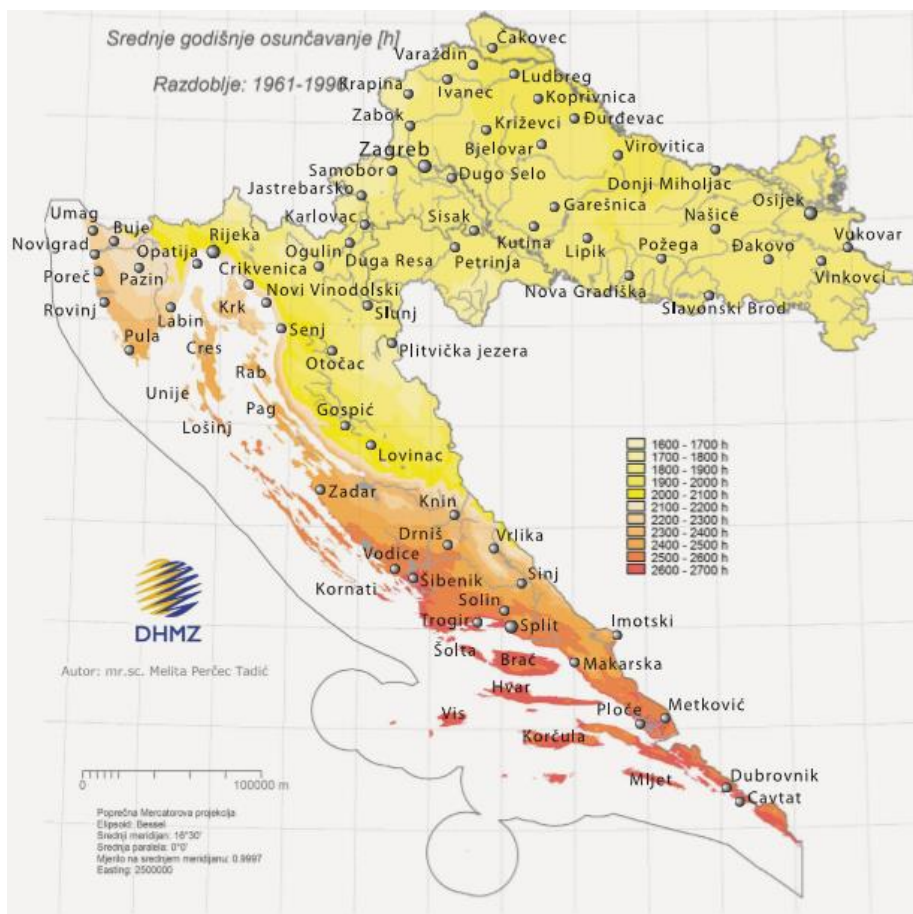
Iz prethodno navedene slike vidi se da je na području grada Splita srednja godišnja količina oborina 1300-1600 mm što nam daje indeksni broj 11. Iako kriterij „oborine“ nismo uzeli u obzir ovaj indeksni broj moramo pribrojiti u indeksaciji koja nam utječe na kriterij održavanja objekta.

- **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 $\geq 80\%$ jednak 40, što odgovara indeksnom broju „0“. To možemo vidjeti iz slike i tablice u nastavku.



Slika 18. Vlažnost zraka (Stunja et al. 2016)

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



Slika 19. Srednje godišnje osunčavanje (Stunja et al. 2016.)

Tablica 11. 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

Iz slike 19. i tablice 11. zaključujemo kako je za područje Splita adekvatan indeksni broj 16.

- **blizina vode** – vodena masa utječe na količinu vlažnosti u zraku

Tablica 12. Udaljenost potoka, jezera, rijeka (Stunja et al. 2016.)

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

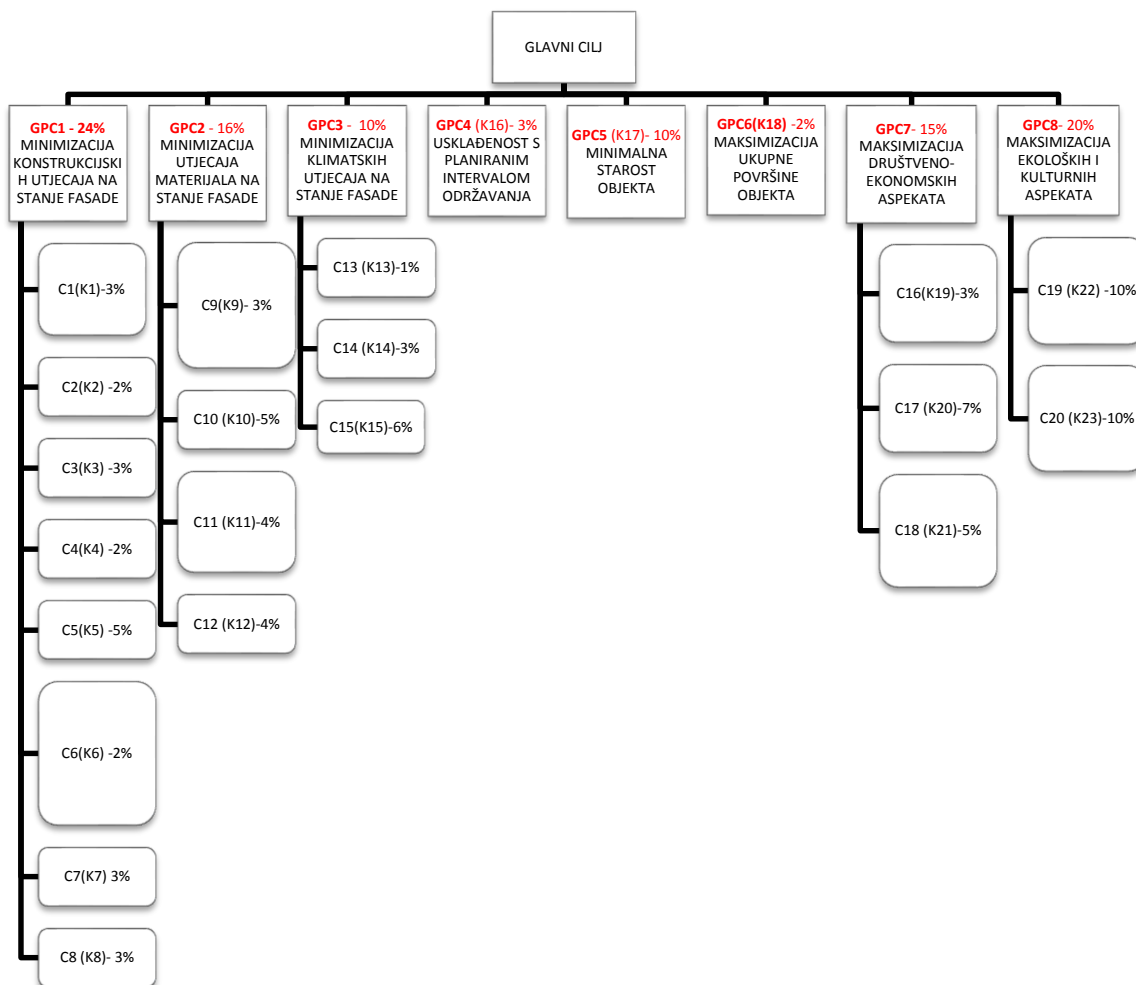
Blizina potoka, jezera i rijeka je za promatrano područje Splita veća od 200 metara to odgovara indeksnom broju 1.

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.

4.2. ODREĐIVANJE TEŽINE KRITERIJA

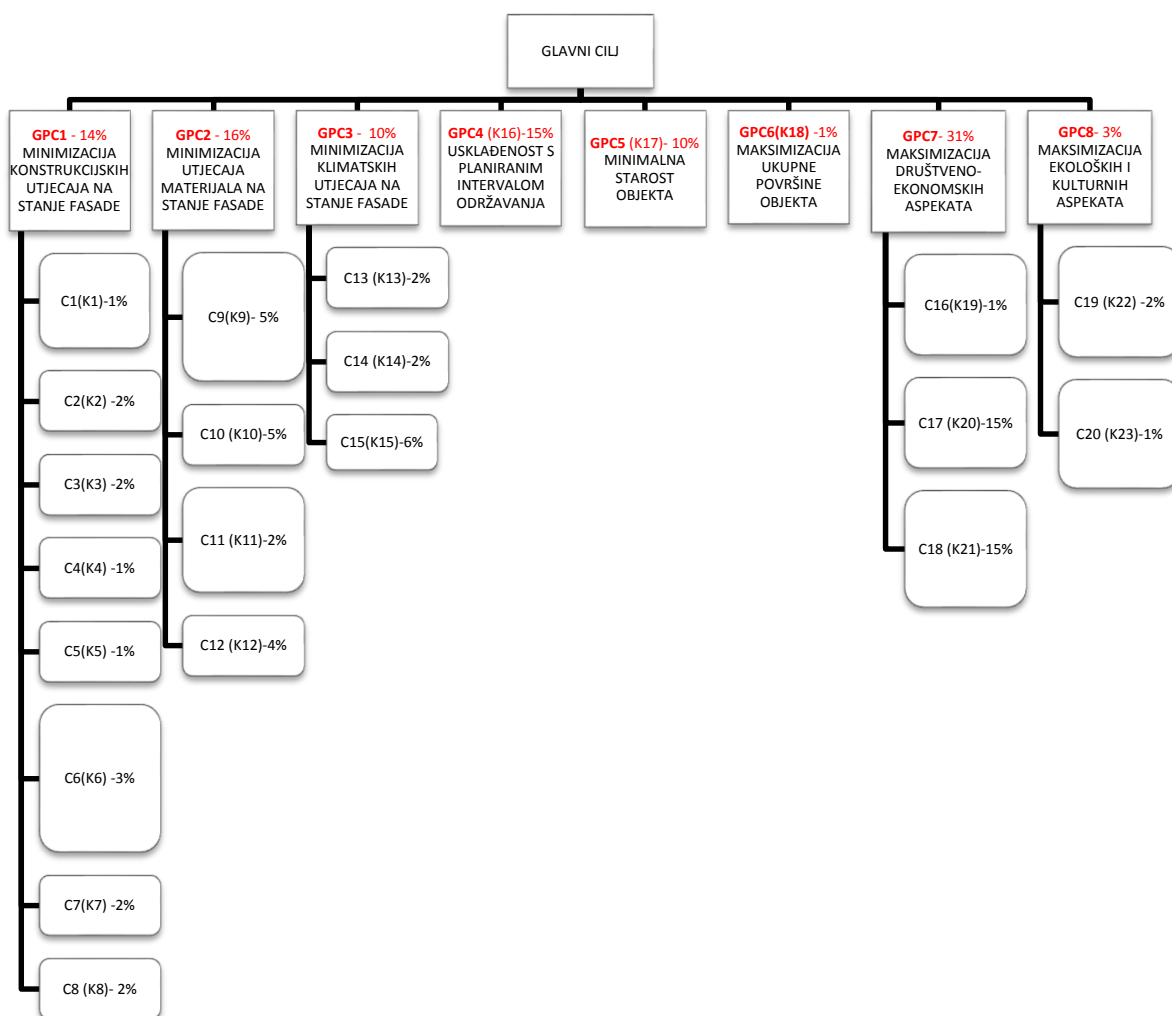
Različiti kriteriji su za različite dionike, različitog značaja. Odnosno svaki od dionika će za određeni kriterij dodijeliti različitu težinu kriteriju. Kada govorimo o problemu upravljanja održavanjem fasada malih višestambenih zgrada možemo reći da su dionici ovog problema građevinski ekspert, upravitelj i korisnici.

Već pri prvom pogledu na dionike ovog problema možemo zaključiti da nemaju isti pogled na fasadu, odnosno da će istom kriteriju dodjeljivati različite težine. Iz tog razloga problem je potrebno promotriti sa svih gledišta. Zatim zbrojiti težine kriterija svih dionika te ih podijeliti sa brojem dionika, u ovom slučaju sa tri. Na taj način će se dobiti kompromisna težina kriterija, odnosno težina kriterija će se koristiti u daljnjim proračunima.



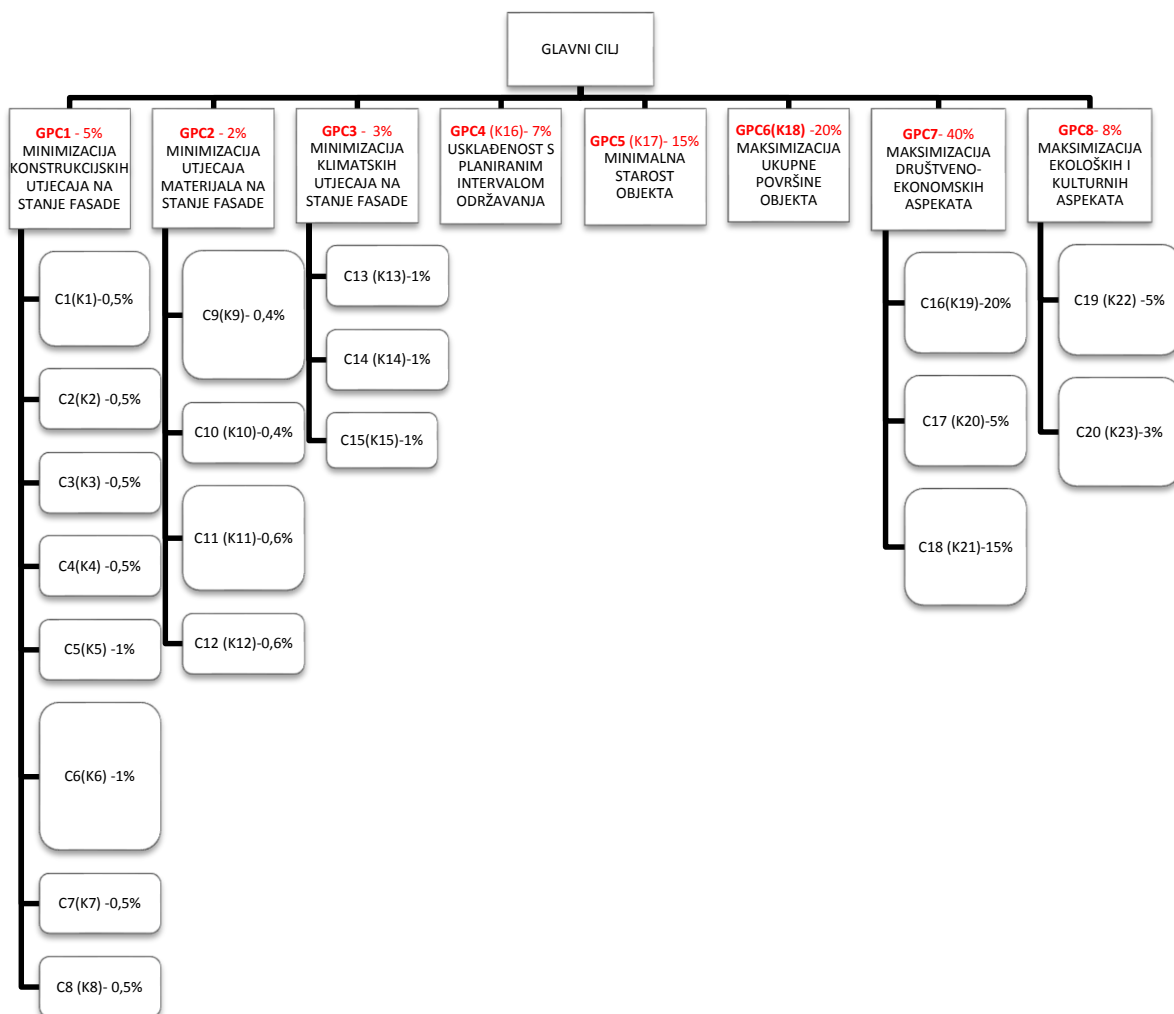
Slika 20. Težina kriterija - Građevinski ekspert

Prethodna slika nam prikazuje težine zadanih kriterija sa gledišta građevinskog eksperta na glavni cilj: „Održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja“. Najvažniji kriteriji su starost objekta, sprječavanje negativnih utjecaja na okoliš i minimalan utjecaj na kulturnu baštinu.



Slika 21. Težina kriterija – Upravitelj

Prethodna slika nam prikazuje težine zadanih kriterija sa gledišta upravitelja na glavni cilj: „Održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja“. Najvažniji kriteriji sa gledišta upravitelja su interval održavanja, adsorpcijska spremnost te investicijski potencijal pričuve.



Slika 22. Težina kriterija –Korisnik

Prethodna slika nam prikazuje težine zadanih kriterija sa gledišta korisnika na glavni cilj: „Održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog upravitelja“. Najvažniji kriteriji sa gledišta korisnika su ukupna površina objekta kao i veličina investicije dok im je minimizacija konstrukcijskih utjecaja na stanje fasade, te minimizacija utjecaja materijala na stanje fasade kao glavnih podciljeva od jako malog značaja.

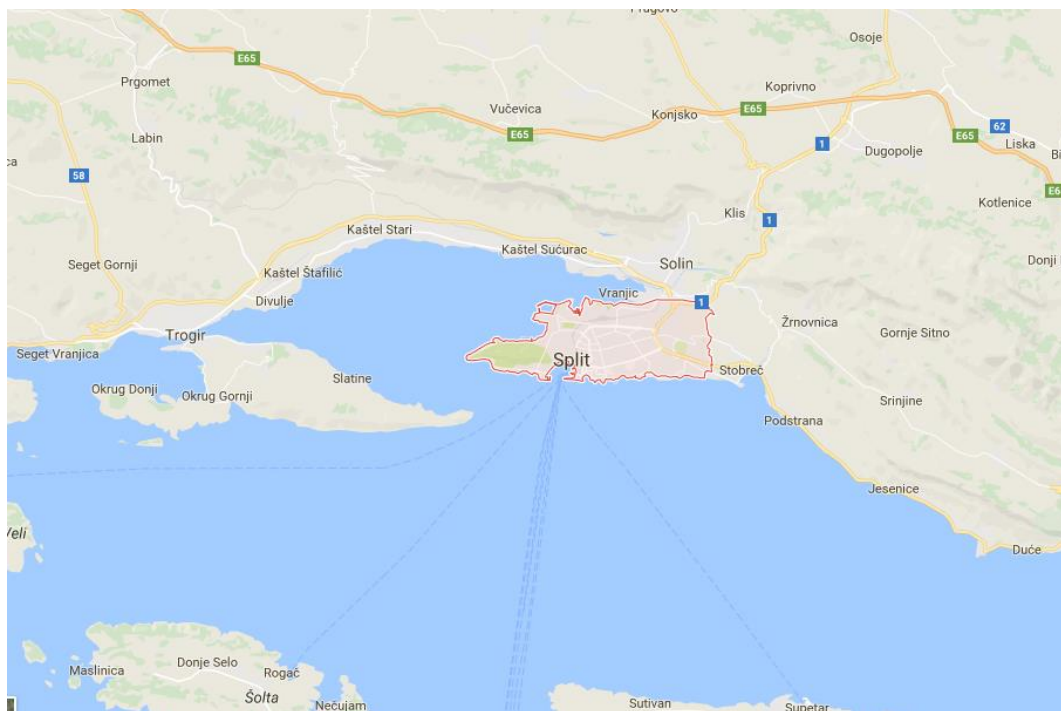
Tablica u nastavku predstavlja kompromisnu težinu kriterija između građevinskog eksperta, upravitelja i korisnika koja je nastala zbrojem težina pojedinog dionika za određeni kriterij, te je taj broj podjeljen s brojem dionika promatranog problema. Tako tobivenim težinama najmanje bitan je kriterij udaljenosti drveća, grmlja..., dok je starost objekta te adsorpcijska spremnost najvažnija za rješavanje ovog problema.

Tablica 13. Težine kriterija

OZNAKA KRITERIJA	DIONICI			KOMPROMISNA TEŽINA $\frac{a + b + c}{3}$
	a) GRAĐEVINSKI EKSPERT	b) UPRAVITELJ	c) KORISNICI	
K1	3 %	1 %	0,5 %	1,50 %
K2	2 %	2 %	0,5 %	1,50 %
K3	3 %	2 %	0,5 %	1,83 %
K4	2 %	1 %	0,5 %	1,17 %
K5	5 %	1 %	1 %	2,33 %
K6	3 %	3 %	1 %	2,33 %
K7	3 %	2 %	0,5 %	1,83 %
K8	3 %	2 %	0,5 %	1,83 %
K9	3 %	5 %	0,4 %	2,80 %
K10	5 %	5 %	0,4 %	3,47 %
K11	4 %	2 %	0,6 %	2,20 %
K12	4 %	4 %	0,6 %	2,87 %
K13	1 %	2 %	1 %	1,33 %
K14	3 %	2 %	1 %	2,00 %
K15	6 %	6 %	1 %	4,33 %
K16	3 %	15 %	7 %	8,33 %
K17	10 %	10 %	15 %	11,67 %
K18	2 %	1 %	20 %	7,67 %
K19	3 %	1 %	20 %	8,00 %
K20	7 %	15 %	5 %	9,00 %
K21	5 %	15 %	15 %	11,67 %
K22	10 %	2 %	5 %	5,67 %
K23	10 %	1 %	3 %	4,67 %
Σ	100 %	100 %	100 %	100 %

4. DEFINIRANJE VARIJANTNIH RJEŠENJA

Kako je i prethodno navedeno, glavni cilj je: „Održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog hipotetskog upravitelja“. Za varijantna rješenja glavnog cilja po odabiru upravitelja uzeti su objekti na području Grada Splita (slika 23.). Točnije radi se o 22 objekta na spomenutom području.



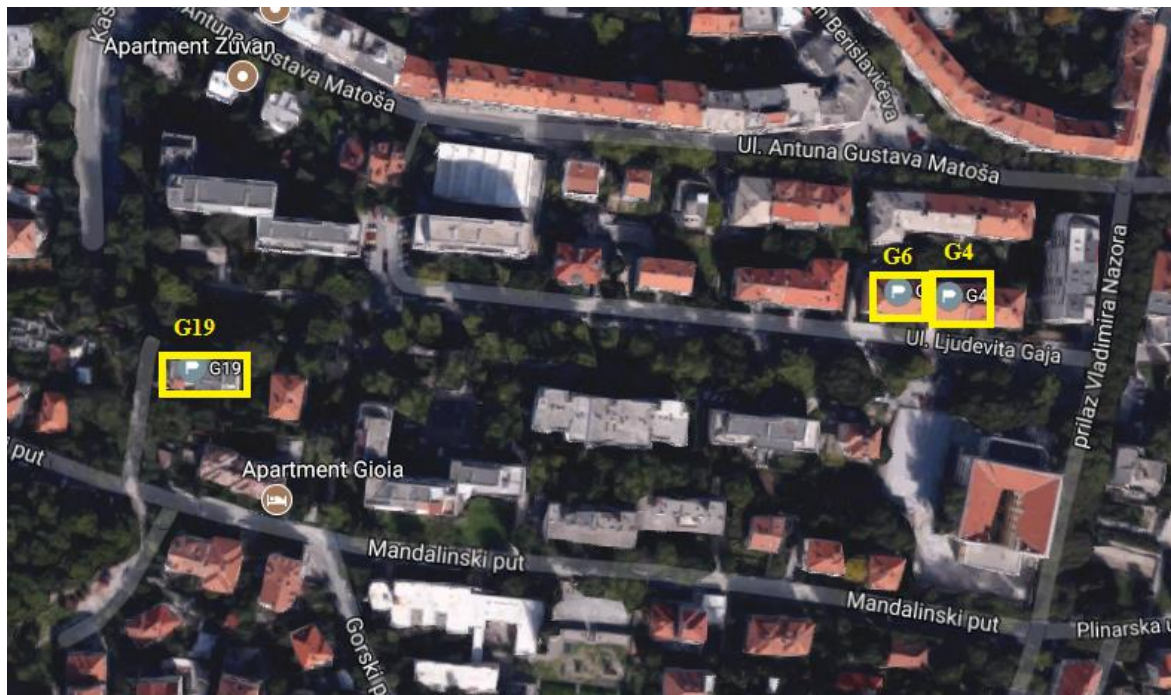
Slika 23. Područje promatranja problema



Slika 24. Promatrano područje podijeljeno na zone

Zbog jednostavnosti promatranja obuhvat istraživanja je podijeljen u četiri zone kako je prikazano na prethodnoj slici. Kako bi smanjili obuhvat istraživanja u ovom

diplomskom radu je pretpostavljeno da su navedeni objekti čine cjelokupan portfelj upravitelja, što u stvarnosti nije slučaj. Svi objekti (odnosno zone) se nalaze u stambenoj zoni i to u gradskim četvrtima Spinut, Meje, Ravne njive te Mertojak. Zasebno je svaka zona prikazana u nastavku na slikama 25-28.

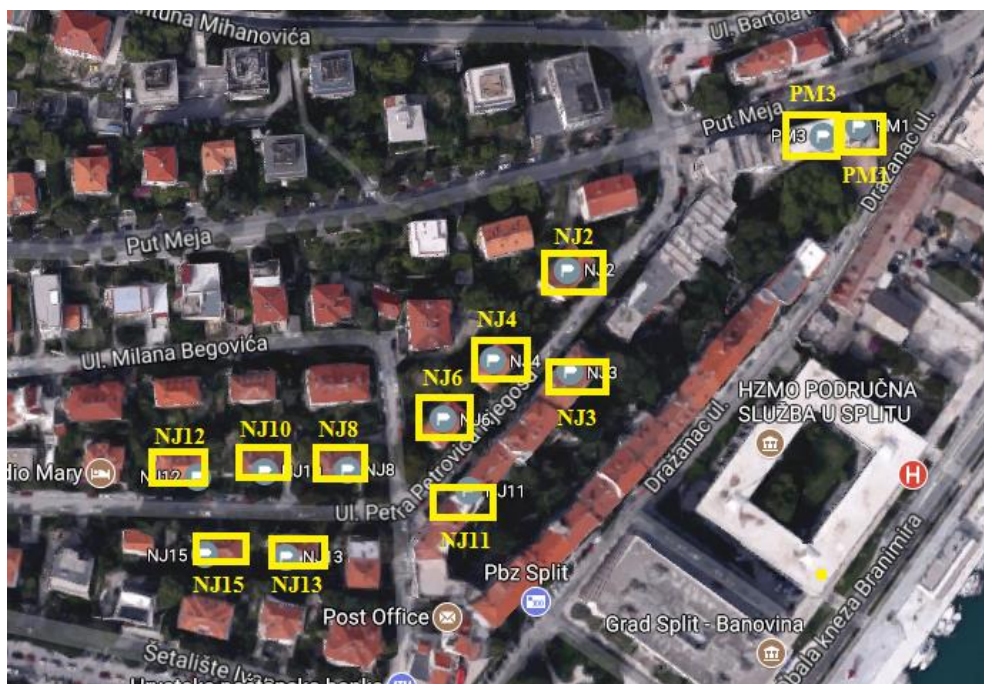


Slika 25. Promatrani objekti u zoni 1

Zona 1 nalazi se u gradskoj četvrti Spinut koja se nalazi na zapadnom dijelu grada. U ovoj zoni su prema objektima odabranim od strane upravitelja smještene tri male višestambene zgrade. Sve tri se nalaze u Ulici Ljudevita Gaja sa kućnim brojevima 4, 6 i 19. Navedenim objektima dodjeljene su oznake navedene u tablici 14.

Tablica 14. Naziv i oznake zgrada u zoni 1

Naziv zgrade(ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade
Ulica Ljudevita Gaja 4	G4
Ulica Ljudevita Gaja 6	G6
Ulica Ljudevita Gaja 19	G19

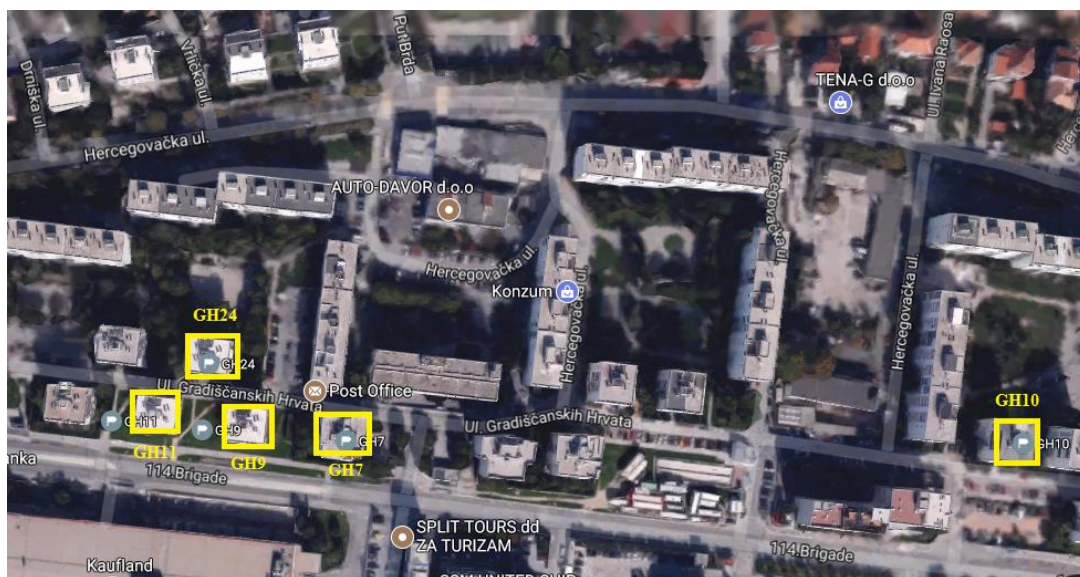


Slika 26. Promatrani objekti u zoni 2

Slika 26. prikazuje zonu 2 koja se nalazi u gradskoj četvrti Meje također na zapadnom dijelu grada Splita. U ovoj zoni je smješteno najviše promatranih objekata, smještenih u dvije ulice i to Ulicu Petra Petrovića Njegoša (u nastavku Njegoševa ulica) te Put Meja. U Njegoševoj ulici smješteno je 10 malih višestambenih zgrada sa kućnim brojevima 2, 3, 4, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15. Na Putu Meja smještena su još dva objekta sa kućnim brojevima 3 i 4 što zajedno čini brojku od 12 objekata u ovoj zoni (tablica 15.).

Tablica 15. Naziv zgrade sa oznakama u zoni 2

Naziv zgrade (ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade	Naziv zgrade (ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade
Njegoševa 2	NJ2	Njegoševa 11	NJ11
Njegoševa 3	NJ3	Njegoševa 12	NJ12
Njegoševa 4	NJ4	Njegoševa 13	NJ13
Njegoševa 6	NJ6	Njegoševa 15	NJ15
Njegoševa 8	NJ8	Put Meja 1	PM1
Njegoševa 10	NJ10	Put Meja 3	PM3



Slika 27. Promatrani objekti u zoni 3

Zona 3 prikazana na slici 27. nalazi se u gradskoj četvrti Ravne njive u istočnom dijelu grada. U ovoj zoni se nalazi 5 malih višestambenih zgrada u Ulici Gradišćanskih Hrvata sa kućnim brojevima 7,9,10,11 i 24. U tablici ispod prikazane su oznake navedenih objekata.

Tablica 16. Naziv i oznake zgrada u zoni 3

Naziv zgrade(ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade
Ulica Gradišćanskih Hrvata 7	GH7
Ulica Gradišćanskih Hrvata 9	GH9
Ulica Gradišćanskih Hrvata 10	GH10
Ulica Gradišćanskih Hrvata 11	GH11
Ulica Gradišćanskih Hrvata 24	GH24



Slika 28. Promatrani objekti u zoni 4

Zona 4 se nalazi u gradskoj četvrti Mertojak koja se nalazi na istočnom dijelu grada. U zoni 4 se nalaze 2 promatrana objekta u Doverskoj ulici sa rednim brojevima 4 i 10. Kao i zgradama u prethodnim zonama i ovim zgradama je pridjeljena oznaka zgrade kako slijedi u tablici u nastavku. U ovoj se zoni nalazi najmanje promatranih objekata igradenih 1980 – tih godina.

Tablica 17. Naziv i oznake zgrada u zoni 4

Naziv zgrade (ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade
Doverska ulica 4	D4
Doverska ulica 10	D10

Tablicom u nastavku (tablica 18.) su objedinjene sve tablice prikazane po zonama. Ova tablica u prvom stupcu prikazuje nazive zgrada točnije ulicu i kućni broj zgrade, te u drugom stupcu oznaku svake pojedine zgrade. Prethodno navedenim definirana su varijantna rješenja tj. akcije koje će se u nastavku ovog rada vrednovati po prethodno definiranim kriterijima te međusobno usporediti korištenjem VKM PROMETHEE.

Tablica 18. Nazivi zgrada sa dodjeljenim oznakama za sve promatrane zone

Naziv zgrade(ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade
Ulica Ljudevita Gaja 4	G4
Ulica Ljudevita Gaja 6	G6
Ulica Ljudevita Gaja 19	G19
Njegoševa 2	NJ2
Njegoševa 3	NJ3
Njegoševa 4	NJ4
Njegoševa 6	NJ6
Njegoševa 8	NJ8
Njegoševa 10	NJ10
Njegoševa 11	NJ11
Njegoševa 12	NJ12
Njegoševa 13	NJ13
Njegoševa 15	NJ15
Put Meja 1	PM1
Put Meja 3	PM3
Ulica Gradišćanskih Hrvata 7	GH7
Ulica Gradišćanskih Hrvata 9	GH9
Ulica Gradišćanskih Hrvata 10	GH10
Ulica Gradišćanskih Hrvata 11	GH11
Ulica Gradišćanskih Hrvata 24	GH24
Doverska ulica 4	D4
Doverska ulica 10	D10

5. PRIORITETNO RANGIRANJE VIŠEKRITERIJALNOM METODOM PROMETHEE

U ovom poglavlju iskazani su prikupljeni podaci s kojima ulazimo u daljnju analizu, potom uspoređivanje korištenjem metode PROMETHEE, ukupno rangiranje prikupljenih podataka te je na posljertku prokomentirana dobivena rang lista rezultata odnosno redosljed obnavljanja promatranih malih višestambenih zgrada na području Splita.

5.2. ULAZNI PODACI

Tablica 19. Matrica odluke - ocijene svih analiziranih zgrada prema svim kriterijima

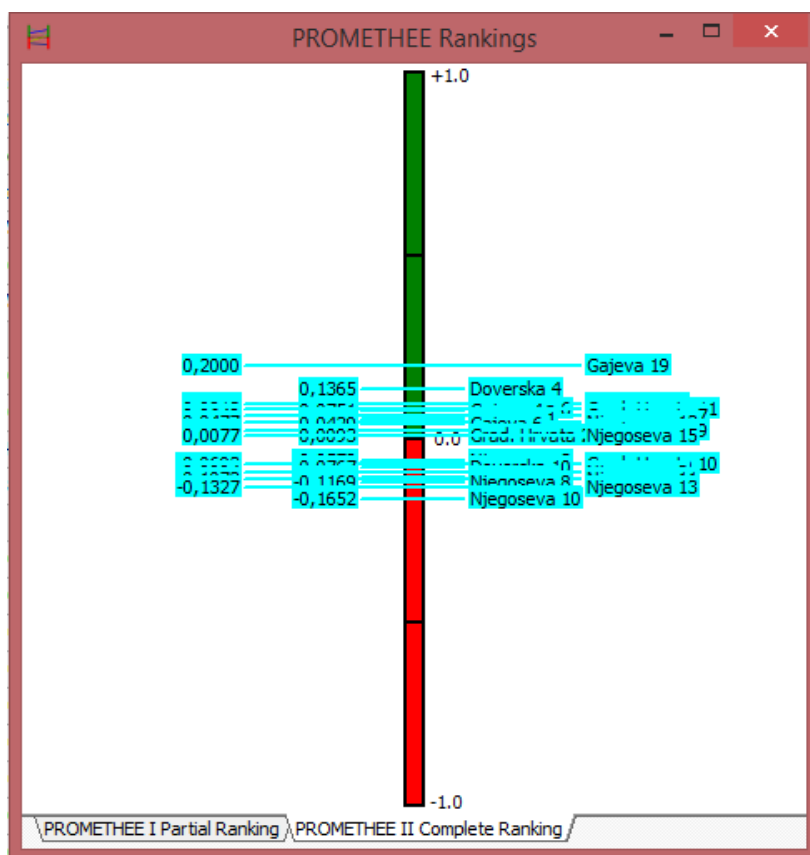
Naziv zgrade (Ulica i kućni broj)	Oznaka zgrade	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9	K10	K11	K12	K13	K14	K15	K16	K17	K18	K19	K20	K21	K22	K23
Doverska 4	D4	24	6	16	0	20	2	7	4	3	25	4	18	10	3	4	5	35	6120	1082	17	0	1	1
Doverska 10	D10	24	6	19	0	18	2	7	4	3	25	4	18	10	3	4	5	35	5950	819	14	1	0	1
Grad. Hrvata 7	GH7	24	6	16	4	6	4	7	4	3	25	2	18	3	6	4	5	40	2280	407	40	0	0	1
Grad. Hrvata 9	GH9	24	6	16	4	8	4	7	4	3	25	2	18	0	6	4	8	40	2280	491,4	10	1	1	1
Grad. Hrvata 10	GH10	24	6	16	8	40	4	7	4	3	25	2	18	3	6	4	5	40	2280	322,9	0	1	1	1
Grad. Hrvata 11	GH11	24	6	16	4	8	4	7	4	3	25	2	18	3	6	4	5	40	2280	386,1	22	0	1	1
Grad. Hrvata 24	GH24	24	6	16	8	30	4	7	4	3	25	2	18	3	6	4	5	40	2280	386,1	34	1	1	1
Gajeva 4	G4	15	2	15	6	23	4	0	4	3	25	4	4	15	3	4	8	50	1600	156,6	25	1	1	1
Gajeva 6	G6	15	2	15	6	23	4	0	4	3	25	4	4	15	3	4	8	50	1600	165,6	11	1	1	1
Gajeva 19	G19	24	6	16	4	40	4	7	4	3	25	2	18	3	3	4	5	50	2250	360	18	0	1	0
Put Meja 1	PM1	24	6	5	4	40	2	0	4	5	25	2	18	10	3	28	5	37	1275	135,2	5	0	1	0
Put Meja 3	PM3	24	6	5	4	40	2	0	4	5	25	2	18	10	3	28	5	37	1275	135,2	10	1	1	1
Njegoševa 2	NJ2	0	15	22	0	6	2	7	0	3	0	2	0	10	3	28	8	37	1056	244	12	0	0	1
Njegoševa 3	NJ3	15	15	24	0	6	2	7	4	3	5	2	4	10	3	28	8	37	1056	270	30	1	0	1
Njegoševa 4	NJ4	15	15	5	4	23	4	7	4	3	25	2	18	10	3	28	5	37	1056	285,6	35	0	1	1
Njegoševa 6	NJ6	15	15	5	8	40	4	7	4	3	25	2	18	15	3	28	5	37	1056	285,6	21	0	1	1
Njegoševa 8	NJ8	24	15	5	4	6	4	7	4	3	25	2	18	10	3	28	5	37	1056	270	1	1	1	1
Njegoševa 10	NJ10	24	15	5	8	23	4	7	4	3	25	2	18	15	3	28	5	37	1056	162	0	1	0	1
Njegoševa 11	NJ11	15	15	5	8	23	4	7	4	3	25	2	18	10	3	28	5	37	1056	265	0	1	1	1
Njegoševa 12	NJ12	15	15	5	8	23	2	7	4	3	25	2	18	10	3	28	5	37	1056	244	25	0	1	1
Njegoševa 13	NJ13	24	15	5	8	6	2	7	4	3	5	4	18	10	3	28	5	37	1056	360	11	1	1	1
Njegoševa 15	NJ15	15	15	5	0	6	2	0	4	3	5	4	4	10	3	28	8	37	1056	244	2	0	1	1

Ovom tablicom prikazani su ulazni podaci za metodu PROMETHEE. Točnije u prvom stupcu prikazani su nazivi zgrada (Ulica i kućni broj), u drugom stupcu oznake zgrade, a u svim ostalim stupcima prikazane su težine po kriterijima pojedinih zgrada. Kako je vidljivo iz tablice promatramo 22 zgrade po 23 različita kriterija kako bismo dobili konačno rangiranje zgrada. Valja napomenuti kako je problem postavljen tako da zgrada koja bude najbolje rangirana mora biti prva obnavljana, odnosno ona je u najlošijem stanju.

Također, kako bismo pojednostavili problem u obzir nisu uzimata 3 različita scenarija po dionicima već je u obzir za potrebe ovog diplomskog rada bilo dovoljno uzeti kompromisnu težinu ta tri dionika.

5.3. UKUPNO RANGIRANJE – PLAN OBNOVE

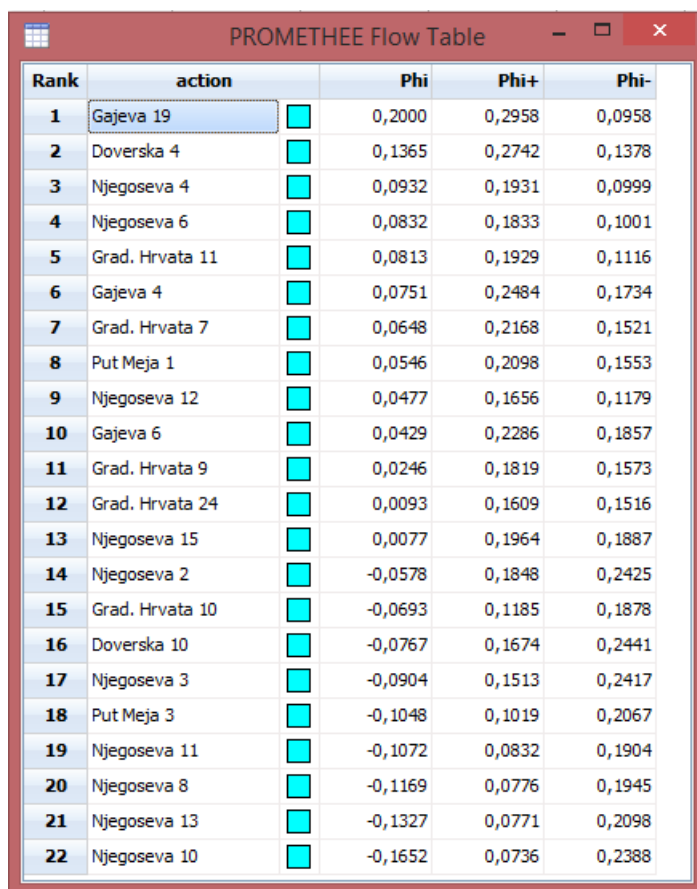
Ukupno rangiranje iskazano u nastavku rezultat je provedbe višekriterijalne metode PROMETHEE na prethodno iskazanim ulaznim podacima o ocjenama zgrada po postavljenim kriterijima uz uvažavanje utvrđenih kompromisnih težina i funkcija preferencije ovog diplomskog rada.



Slika 29. Ukupno rangiranje po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja – grafički prikaz

Na slici je prikazano prioritarno rangiranje analiziranih zgrada prema prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja. Rezultati su dobiveni višekriterijalnom metodom PROMETHEE na osnovu ulaznih podataka prikazanih u ovom poglavlju. Iz slike je vidljivo da zgrada Gajeva 9 zauzima prvo mjesto u rangiranju što znači da se na njoj najprije moraju provesti aktivnosti održavanja, tj. obnove jer će se poduzimanjem aktivnosti prema postavljenim prioritetima postići najveći učinak na stanje fasada zgrada koje se nalaze u portfelju, a time i maksmizirati stanje portfelja.

Tablica 20. Ukupno rangiranje po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja – prikaz toka funkcije Phi (neto tok, pozitivni i negativni tokovi)



Rank	action	Phi	Phi+	Phi-
1	Gajeva 19	0,2000	0,2958	0,0958
2	Doverska 4	0,1365	0,2742	0,1378
3	Njegoseva 4	0,0932	0,1931	0,0999
4	Njegoseva 6	0,0832	0,1833	0,1001
5	Grad. Hrvata 11	0,0813	0,1929	0,1116
6	Gajeva 4	0,0751	0,2484	0,1734
7	Grad. Hrvata 7	0,0648	0,2168	0,1521
8	Put Meja 1	0,0546	0,2098	0,1553
9	Njegoseva 12	0,0477	0,1656	0,1179
10	Gajeva 6	0,0429	0,2286	0,1857
11	Grad. Hrvata 9	0,0246	0,1819	0,1573
12	Grad. Hrvata 24	0,0093	0,1609	0,1516
13	Njegoseva 15	0,0077	0,1964	0,1887
14	Njegoseva 2	-0,0578	0,1848	0,2425
15	Grad. Hrvata 10	-0,0693	0,1185	0,1878
16	Doverska 10	-0,0767	0,1674	0,2441
17	Njegoseva 3	-0,0904	0,1513	0,2417
18	Put Meja 3	-0,1048	0,1019	0,2067
19	Njegoseva 11	-0,1072	0,0832	0,1904
20	Njegoseva 8	-0,1169	0,0776	0,1945
21	Njegoseva 13	-0,1327	0,0771	0,2098
22	Njegoseva 10	-0,1652	0,0736	0,2388

Ova tablica prikazuje ukupno rangiranje po prioritetu za poduzimanje aktivnosti održavanja prikazom toka funkcije Phi. Ovom tablicom zornije je prikazano ukupno rangiranje odnosno točan redosljed potrebe poduzimanja aktivnosti održavanja, što će biti bolje objašnjeno u nastavku ovog rada. Prethodna tablica predstavlja prijedlog plana obnove fasada višestambenih zgrada koje su analizirane koji se prezentira upravitelju na konačno odlučivanje o realizaciji plana.

5.4. OBRAZLOŽENJE REZULTATA

Rezultati zadanog problema su prikazani slikom 29. i tablicom 20. dobivenim rješavanjem problema pomoću višekriterijalne metode PROMETHEE. Iz navedene slike vidljivo je da se varijantna rješenja u ovom slučaju male višestambene zgrade grupiraju u tri skupine što je i potvrđeno uvidom u tablicu.

Najbolje rangirana zgrada nalazi se u Gajevoj ulici i to pod kućnim brojem 19 (G19), odmah nakon nje, na drugom mjestu nalazi se zgrada u Doverskoj ulici pod kućnim brojem (D4). Ta dva objekta predstavljaju prvu grupu rezultata. U drugu skupinu rezultata uz postepene padove neto toka smjestile su se zgrade od 3 do 13. pozicije na rang ljestvici. Nakon njih u treću skupinu spadaju zgrade od 4 do 22. odnosno posljednjeg mjesta ove ljestvice. Na posljednjem mjestu nalazi se zgrada u Ulici Petra Petrovića Njegoša pod kućnim brojem 10 (NJ10).

Kao što se moglo i pretpostaviti na prvom mjestu se nalazi zgrada koja je najranije izgrađena, točnije prije 50 godina, također ova zgrada spada i pod kulturnu baštinu što još više pridonosi značajnosti redovitog održavanja. Zgrade koje se nalaze u istoj zoni kao i prvo rangirana i koje su izgrađene u istoj godini kao i prethodno navedena zauzele su 6. i 10. mjesto na listi rezultata zbog boljeg održavanja do provođenja ovog istraživanja.

Na kraju valja zaključiti kako bi upravitelj trebao sve raspoložive kapacitete najprije usmjeriti ka vršenju aktivnosti održavanja na najbolje rangiranim zgradama jer su to zgrade koje su u lošijem stanju, a imaju istovremeno pozitivnije ostale uvjete kao što su udaljenost vegetacije od fasade, udaljenost od mora, adsorpcijska spremnost, investicijski potencijal i sl. Dok održavanje niže rangiranih zgrada ima najmanji učinak na održivo upravljanje i stanje cijelog portfelja upravitelja.

6. ZAKLJUČAK

U ovom diplomskom radu predstavljene su neke teorijske značajke koje se odnose općenito na upravljanje zgradama, te vrste fasadnih sustava, zatim njihovo održavanje te procjenu stanja fasada.

Višekriterijalna analiza je korištena za određivanje i rasčlanjivanje glavnog cilja, a to je održivo upravljanje održavanjem fasada malih višestambenih objekata koji se nalaze u portfelju jednog hipotetskog upravitelja. Za navedeni problem rasčlanjivanjem glavnog cilja na njemu podržavajuće određeni su kriteriji koji utječu na stanje same fasade te na utvrđivanje inteziteta i potencijala u smislu potrebe poduzimanja aktivnosti njenog održavanja. Zatim su određeni relevantni dionici, njihovi stavovi i pogledi na održavanje fasada, s ciljem kvalitetnog i odgovornog raspoređivanja vlastitih raspoloživih sredstava uz uvažavanje ostalih investicijskih ne neovčanih parametara u smijeru donosšenja kvalitetnije i kasnije provedljivije odluke o poduzimanu ili ne aktivnosti obnove fasade.

Analizirane su četiri zone na području splita i to u gradskim četvrtima Meje, Spinut, Mertojak te Ravne njive. U promatranom području analizirano je ukupno 22 objekta, tj. male višestambene zgrade sa do 6 katova. Sva varijantna rješenja su težinski ocjenjena po 23 kriterija po pojedinim dionicima. Izračunata je kompromisna težinska ocjena za svaki kriterij te je kako takva uvedena u daljnji proračun. VKM PROMETHEE korištena je pri uspoređivanju analiziranih objekata te je dobiveno ukupno rangiranje analiziranih zgrada.

Analizom rezultata je utvrđeno da je najpotrebnije poduzimanje aktivnosti na zgradama koje su bolje rangirane i to na zgradama Gajeva 19 i Doverska 4, dok je najmanje nužno poduzimanje aktivnosti na zgradama Njegoševe 13 i 10, no ne i nebitno, samo manje hitno od više rangiranih. U cilju što boljeg upravljanja zgradama u portfelji potrebno je upravitelju dostaviti rezultate uz preporuku da svoje kapacitete usmjeri na prethodno navedene prioritete koji predstavljaju prve aktivnosti predviđene prijedlogom plana obnove u obliku rang liste prioriteta.

7. LITERATURA

- [1] Brans, J.P., Vincke, Ph.: Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (The PROMETHEE Method for Multi-criteria Decision-Making), Centrum voor Statistiek en Operationeel Onderzoek, Vrije Universiteit Brussel, 1984.
- [2] Vilušić Božo, Modeli upravljanja višestambenim zgradama, 2003., http://www.pravnadatoteka.hr/pdf/Vilusic_Modeli_upravljanja_visestambenim_zgradama.pdf preuzeto dana: 6. lipnja 2017.
- [3] Mia Grgić, Upravljanje zgradama u svjetlu odnosa upravitelja i suvlasnika, 2015.
- [4] NN, Zakon o vlasništvu i drugim stvarnim pravima, 2015.
- [5] Krešimir Stunja et al., Smjernice za izradu ETICS sustava, <http://www.hupfas.hr/images/ETICS-smjernice-HUPFAS.pdf>, preuzeto dana: 30. svibnja 2017.
- [6] ROCKWOOL ADRIATIC d.o.o., Rješenja za izolaciju ventiliranih fasada, <http://rwiumbracohr.inforce.dk/media/287675/rockwool-ventilirane-fasade-hr.pdf>, preuzeto dana: 30. svibnja 2017.
- [7] Krešimir Stunja et al., Procjena stanja fasade, 2016.
- [8] Anita Cerić i Mariza Katavić, Upravljanje održavanjem zgrada, Građevinar 53, 2000.
- [9] Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.
- [10] Franjo Šimić, Oblikovanje koncepta za podršku odlučivanju o izboru tipa staklene fasade u procesu projektiranja, FGAG, 2016.
- [11] Brans, J.P.: “L’Ingeniere de la Decision. Elaboration d’Instruments d’Aide a la Decision. Methode PROMETHEE”, Universite LAVAL, Colloqued’Aid a la Decision, Quebec, Canada, 1982.
- [12] Brans, J.P., Vincke. Ph.: Preference ranking organisation method. The PROMETHEE method for MCDM, Management Science, 1985.
- [13] Brans, J.P., Mareschal, B., Vincke, Ph.: How to select and how to rank projects. The PROMETHEE method, EJOR, Vol. 24, 1986.,

-
- [14] Briggs, Th., Kunsch, P.L., Mareschal, B.: Nuclear Waste Management. An application of the Multicriteria PROMETHEE Method, *EJOR*, 44,
- [15] D'Avignon, G.R., Mareschal, B.: Specialisation of Hospital Services in Quebec. An application of the PROMETHEE and GAIA Methods, *Mathematical and Computer Modelling*, 12, 1989.
- [16] Dubois, Ph., Brans, J.P., Cantarino, F., Mareschal, B.: MEDICIS: An expert system for computer-aided diagnosis using the PROMETHEE Method, *EJOR*, 39, 1989.
- [17] Mladineo, N., Margeta, J., Brans, J.P., Mareschal, B.: Multicriteria ranking of alternative locations for small scale hydroplants, *EJOR*, 1987.
- [18] 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.
- [19] Ribarović, Z., Mladineo, N.: Application of Multicriterial Analysis to the ranking and Evaluation of the Investment Programmes in the Ready Mixed Concrete Industry, *Engineering Costs and Production Economics*, 12, 1987.