

# Modeliranje koncepta za podršku planiranju uklanjanja fizičkih barijera za osobe sa invaliditetom uvođenjem građevinskih poboljšanja

---

Ranj, Vlado

Master's thesis / Diplomski rad

2024

*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:123:237843>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-11-16**



*Repository / Repozitorij:*

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



UNIVERSITY OF SPLIT



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

# **DIPLOMSKI RAD**

**Vlado Ranj**

**Split, 2024.**

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

**Vlado Ranj**

**Modeliranje koncepta za podršku planiranju  
uklanjanja fizičkih barijera za osobe sa  
invaliditetom uvođenjem građevinskih poboljšanja**

**Diplomski rad**

**Split, 2024.**



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

STUDIJ: SVEUČILIŠNI DIPLOMSKI STUDIJ GRAĐEVINARSTVO  
KANDIDAT: Vlado Ranj  
MATIČNI BROJ: 0083221613  
KATEDRA: Katedra za organizaciju i ekonomiku građenja  
KOLEGIJ: Sustavi odlučivanja u građevinarstvu

## ZADATAK ZA DIPLOMSKI RAD

Tema: Modeliranje koncepta za podršku planiranju uklanjanja fizičkih barijera za osobe sa invaliditetom uvođenjem građevinskih poboljšanja

Opis zadatka: U ovom radu, na primjeru planiranja uklanjanja fizičkih prepreka za osobe s invaliditetom na Fakultetu građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu, razmatran je pristup potpori odlučivanju za odabir kompromisnog građevinskog rješenja primjenom višekriterijskih analiza. definirat će se. Utvrdit će se kriteriji i varijante sanacijskih rješenja, prezentirati i analizirati scenariji, te definirana rješenja usporediti i prioritetizirati principima PROMETHEE višekriterijske metode. Konačni rezultat bit će rang lista varijantnih rješenja građevinskih radova na temelju koje će se donijeti odluka.

U Splitu, 10.7.2024.

Mentor:  
Prof.dr.sc. Nikša Jajac

Predsjednik Povjerenstva za završne i diplomske  
ispite studija Građevinarstvo:  
izv. prof. dr. sc. Ivan Balić



SVEUČILIŠTE U SPLITU  
FAKULTET GRAĐEVINARSTVA,  
ARHITEKTURE I GEODEZIJE

UNIVERSITY OF SPLIT  
FACULTY OF CIVIL ENGINEERING,  
ARCHITECTURE AND GEODESY

## IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI

kojom ja, Vlado Ranj, JMBAG: 0083221613, student Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije Sveučilišta u Splitu, kao autor ovog diplomskog rada izjavljujem da sam ga izradio samostalno pod mentorstvom prof. dr. sc. Nikša Jajac / komentorstvom prof. dr. sc. Martina Bučić.

U radu sam primijenio metodologiju znanstvenoistraživačkog rada i koristio literaturu koja je navedena na kraju rada. Tuđe spoznaje, zaključke, teorije, formulacije i grafičke prikaze koje sam izravno ili parafrazirajući naveo u radu citirao sam i povezo s korištenim bibliografskim jedinicama.

---

(vlastoručni potpis studenta)

### *Zahvala*

*Prije svega bih se želio zahvaliti svojoj obitelji i djevojci na razumijevanju, podršci i strpljenju tijekom studija, ali i kolegama koji su mi bili velika podrška. Veliku zahvalnost dugujem i svom mentoru prof. dr.sc. Nikši Jajcu i komentorici izv. prof.dr.sc. Martini Baučić na iznimnom strpljenju te pomoći i savjetima tijekom izrade diplomskog rada.*

## **Modeliranje koncepta za podršku planiranju uklanjanja fizičkih barijera za osobe s invaliditetom uvođenjem građevinskih poboljšanja**

### ***Sažetak:***

*U ovom radu prikazana je primjena višekriterijske analize kao pomoć pri donošenju odluka u graditeljstvu. Predloženi pristup pomaže donositeljima odluka da odaberu kompromisno konstrukcijsko rješenje – rješenje koje uzima u obzir različite poglede na analizirani problem (scenarije), uzima u obzir različita znanja i podatke izražene na različite načine (npr. u različitim mjernim jedinicama) tijekom planiranja. . . obnova zgrade društvene namjene. Predloženi pristup testiran je na primjeru planiranja rekonstrukcije fizičkih barijera zgrade Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu, a ujedno su definirani kriteriji i varijante rješenja sanacije, scenariji. analizirani, a višekriterijski PROMETHEE metodom korišten je za usporedbu i prioritizaciju varijantnih rješenja prema scenarijima. Konačni rezultat je osnova za donošenje odluka o obnovi zgrada u obliku rang liste varijantnih rješenja za poduzimanje građevinskih radova obnove.*

### ***Ključne riječi:***

Višekriterijska analiza, kompromisno rješenje, scenarij, fizičke barijere, metoda PROMETHEE

## **Concept modeling to support planning for the removal of physical barriers for persons with disabilities through the introduction of building improvements**

### ***Abstract:***

This paper presents the application of multi-criteria analysis as an aid in making decisions in construction. The proposed approach helps decision-makers to choose a compromise construction solution - a solution that takes into account different views of the analyzed problem (scenarios), takes into account different knowledge and data expressed in different ways (eg in different measurement units) during planning renovation of a social purpose building. The proposed approach was tested on the example of planning the reconstruction of the physical barriers of the building of the Faculty of Civil Engineering, Architecture and Geodesy in Split, and at the same time the criteria and variants of rehabilitation solutions, scenarios were defined. analyzed, and the multi-criteria PROMETHEE method was used to compare and prioritize variant solutions according to scenarios. The final result is the basis for making decisions on the renovation of buildings in the form of a ranking list of variant solutions for undertaking renovation construction works.

### ***Key words:***

Multi-criteria analysis, compromise solution, scenario, physical barriers, PROMETHEE method

## Sadržaj

1. UVOD.....	1
1.1. Analiza problema .....	1
1.2. Analiza građevine – zgrada obrazovne namjene na području grada Splita .....	2
1.2.1. Postojeće stanje.....	3
1.2.2. Planirano stanje nakon obnove .....	3
1.3. Tehnički propisi .....	4
2. TEORIJSKI KONCEPT .....	21
2.1. Fizičke barijere.....	21
2.2. Višekriterijalni pristup i višekriterijalne metode .....	24
2.2.1. Metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation).....	25
2.2.1.1. Obuhvat kriterija .....	26
2.2.1.2. Procijenjeni graf "višeg ranga" .....	32
2.2.1.3. Korištenje relacije "višeg ranga" .....	33
3. KRITERIJI I VARIJANTNA RJEŠENJA.....	34
3.1. Odabir kriterija.....	35
3.1.1. Vremensko trajanje radova .....	35
3.1.2. Složenost građevinskih radova .....	36
3.1.3. Troškovi obuhvata sanacije.....	37
3.1.4. Korisnost izvedenih radova.....	39
3.1.5. Zaštita graditeljskog naslijeđa.....	40
4. USPOREDBA VARIJANTNIH RJEŠENJA I IZBOR KOMPROMISNOG RJEŠENJA.....	45
4.1. Opis metode i oznake varijantnih rješenja .....	45
4.2. Scenariji .....	47
4.3. Težine kriterija .....	48
4.4. Rezultati .....	50
5. ZAKLJUČAK.....	54
6. LITERATURA .....	55
6.1. Popis slika .....	56
6.2. Popis tablica.....	57



## 1.UVOD

Ovaj dio diplomskog rada analizira problem razvoja modela podrške odlučivanju i odabira kompromisnog rješenja u planiranju uklanjanja fizičkih prepreka za osobe s invaliditetom. Odabir strategije za uklanjanje građevinskih barijera (za osobe s tjelesnim invaliditetom) predstavlja kompleksan zadatak i ključni dio planiranja.

Nadalje, provedena je analiza samog tehničkog problema - objekta koji će biti predmet analize u ovom radu, a to je zgrada Fakulteta građevinarstva, arhitekture i geodezije u Splitu.

### 1.1. Analiza problema

Tjelesni nedostatak nije samo oblik isključenosti iz samog društva, već i sukob s mnogim arhitektonskim preprekama. Visoki stupanj nedostupnosti smatra se odgovornim za socijalnom isključenosti osoba s tjelesnim invaliditetom. Uklanjanje ovih barijera prvi je i najvažniji korak prema uspješnom uključivanju tjelesno hendikepiranih osoba u okolinu. Prilikom utvrđivanja postojećih i potencijalnih građevinskih barijera u okolišu, prioriteti koje treba uzeti u obzir su izgradnja odgovarajućih pristupnih rampi za ulaz i izlaz iz objekata uz minimalan napor, dizala, staze i pomagala za bolje pokretljivost u razini poda, adaptacija sanitarnih čvorova i dr.

Okolinski čimbenici će ili ograničiti ili pomoći osobama s fizičkim nedostacima. U stvaranju građevinskog okruženja prilagođenog osobama s invaliditetom, dizajneri interijera, prostorni planeri/arhitekti, gradski prijevoz, projektanti, građevinski poduzetnici i mnogi drugi trebali bi biti prepoznati kao važni čimbenici. Proces zahtijeva uspješnu razmjenu između posrednika i potrošača (prostorni planeri/arhitekti) i krajnjih korisnika (osobe s invaliditetom) prije početka građenja. Takva integracija znanja i interesa trebala bi rezultirati izgradnjom zgrada koje služe širokom spektru javnosti, ekonomski su izvedive, izbjegavaju skupo naknadno opremanje i omogućuju kreativan dizajn.

Upravljanje projektima uklanjanja građevinskih barijera za bolju pristupačnost okoliša za osobe s invaliditetom složen je zadatak i društveno osjetljiva aktivnost jer uključuje građevinske, gospodarske i socijalne probleme koji zahtijevaju poseban pristup. To ukazuje da se radi o

interdisciplinarnom i višekriterijskom, loše strukturiranom problemu. Kako bi se mogli nositi s tim izazovima, upravljanje takvim projektima treba se temeljiti na dobro promišljenim odlukama. Takve odluke moraju uzeti u obzir sve relevantne aspekte problema, a time i proces odlučivanja bi trebao biti podržan odgovarajućim modelima. Ovi modeli moraju biti nosivi s višekriterijalnošću problema i zato se temelje na višekriterijskim metodama odlučivanja preferencijama Metode organizacije rangiranja za procjenu obogaćivanja (PROMETHEE) II .Ove metode su prilagođene krajnjem korisniku i mogu pružiti interaktivni pristup, što je posebno važno kada se radi o brojnim dionicima. Posebno je važno pružiti podršku tijekom planiranja faza upravljanja projektima s naglaskom nastrateško planiranje vezano uz izbor politika. Činjenica je to koja se pojavila tijekom pregleda raspoloživih i relativno ograničenih resursa, kada su prisutni nedostaci u upravljanju uklanjanja građevinskih barijera u obrazovnim zgradama. Nedostaci se prvi put promatraju u procesima koji su ključni za upravljanje kvalitetom, što je i bio motiv za pokretanje ovog istraživanja. [1]

Cilj ovog diplomskog rada je razviti model podrške odlučivanju i predložiti najbolje kompromisno rješenje u planiranju obnove zgrade društvene namjene. U sljedećim poglavljima osnažit će se primjena višekriterijskih analiza u graditeljstvu, točnije modeliranje podrške odlučivanju primjenom višekriterijskih analiza. Navedeno će biti obrađeno na primjeru adaptacije zgrada, gdje će se metodom PROMETHEE prikazati primjer njene primjene na problem adaptacije zgrada na području grada Splita.

## **1.2. Analiza građevine – zgrada obrazovne namjene na području grada Splita**

Predmet planiranog zahvata je uklanjanje fizičkih barijera za osobe sa invaliditetom na fakultetu građevine, arhitekture i geodezije. Postojeća zgrada smještena je u Splitu. U nastavku je opisano postojeće stanje zgrade te predloženo planirano stanje ukoliko bi se izveli svi predloženi radovi.

### **1.2.1. Postojeće stanje**

Postojeća zgrada FGAG-a izgrađena je 70.-ih godina prošlog stoljeća te se tijekom godina mijenjala. Sastoji se od 3 cjeline odnosno zgrade A,B i C. Zgrade se sastoje od učionica, atriya, knjižnice, laboratorija, restorana i raznih ureda. Postoji glavni ulaz na zapadnoj strani i sporedni ulaz na južnoj strani fakulteta. Zgrade fakulteta su se radile u fazama.

Zgrada A i C imaju 5 etaža dok zgrada B ima 6 etaža. Zgrade imaju ravni krov. Konstrukcija je napravljena od armiranog betona te su se koristile grede za velike raspone i tlačna ploča. Nosivi zidovi su debljine od 20 do 30 cm.

### **1.2.2. Planirano stanje nakon obnove**

Projekt predviđa mogućnost unaprjeđenja unutarnjeg i vanjskog prostora te instalacija kako bi se osigurala bolja kvaliteta i iskoristivost prostora za osobe s invaliditetom. Svi radovi mogu se izvoditi bez građevinske dozvole sukladno Pravilniku o jednostavnim i drugim građevinama i radovima.

Projektom je predviđeno izvođenje više zahvata na postojećoj konstrukciji zgrade kako bi se prilagodila novim potrebama. Sva zahvaćanja su lokalnog karaktera i ne utječu na globalnu stabilnost građevine. Rušenje odgovarajućih dijelova građevine mora biti izvedeno bez uporabe eksplozivnih sredstava, uz tehnologije koje ne ugrožavaju život i zdravlje ljudi, okoliš, prirodu, druge građevine ili stabilnost tla na okolnom zemljištu ni tijekom ni nakon uklanjanja.

Analizom dostupne projektna dokumentacije i literature razmotrena su različita rješenja i njihove kombinacije za poboljšanje funkcionalnosti i estetike građevine. Preporučuje se preuređenje unutarnjeg prostora te povezani građevinski, obrtnički i vodoinstalaterski radovi kako bi se osigurali uvjeti za planirane aktivnosti unutar zgrade.

Ovo predstavlja dovršeni projekt cjelokupne obnove, iz kojeg će se izabrati optimalno rješenje za izvođenje. Ponavljanjem odabira i provedbom odabranih varijanti rješenja, teoretski gledano, postići će se potpuna prilagodba prostora osobama s invaliditetom. Planiranje i

provođenje sanacijskih aktivnosti treba promatrati kao kontinuirani proces održavanja objekta u kvalitetnom stanju i prilagođavanja trenutačnim potrebama.

Radovi obuhvaćaju sve prostorije fakulteta kako bi se uklonile fizičke barijere i omogućila potpuna pristupačnost.

### **1.3. Tehnički propisi**

Tehnički propis, u cilju ispunjavanja osnovnih zahtjeva za sigurnost i pristupačnost građevina tijekom upotrebe, posebno u vezi s pristupačnošću građevinama i izgrađenom okolišu, definira uvjete i načine osiguravanja nesmetanog pristupa, kretanja, boravka i rada osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću u javnim i poslovnim zgradama. Također propisuje jednostavnu prilagodbu stambenih i stambeno-poslovnih zgrada.

Obvezni elementi pristupačnosti obuhvaćaju elemente za savladavanje visinskih razlika, elemente za neovisno življenje i elemente pristupačnosti u javnom prijevozu. Ovi elementi se primjenjuju odabirom najpovoljnijeg rješenja, uzimajući u obzir namjenu i ostale značajke građevine, te primjenom univerzalnog dizajna. [3]

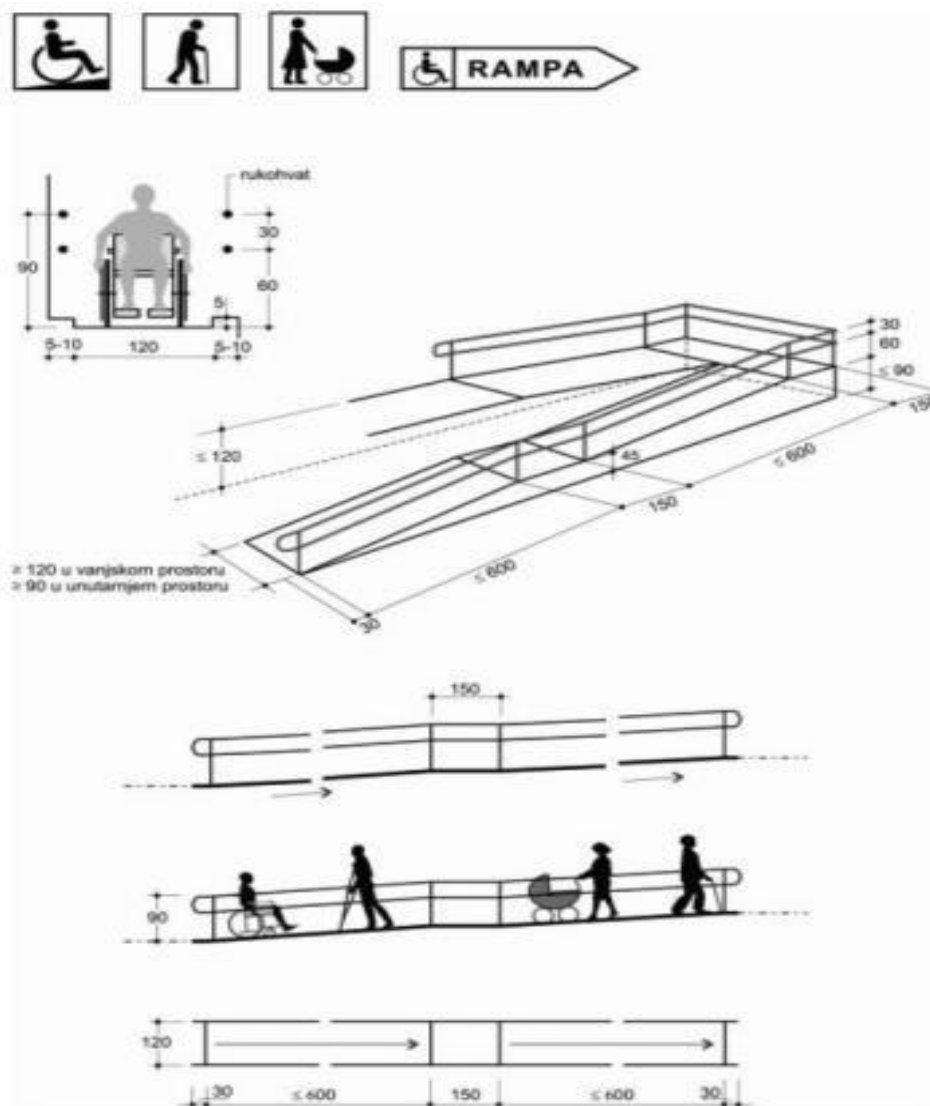
Specifikacije elemenata pristupačnosti za osobe s invaliditetom određene su Tehničkim propisom o osiguranju pristupačnosti građevina za osobe s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću. [3]

Sažeti opis građevinskih poboljšica te smjernice relevantnih za zadatak ovog diplomskog rada opisane su daljnjem tekstu.

Za prevladavanje razlika u visini u prostorima prilagođenim osobama smanjene pokretljivosti koriste se sljedeći elementi pristupačnosti: rampe, stepenice, liftovi, vertikalne platforme za podizanje i sklopive nagibne platforme. [3]

Rampa se koristi kao element pristupačnosti za prevladavanje visinskih razlika do uključivo 120 cm, bilo u unutarnjem ili vanjskom prostoru. Zahtjevi za rampu uključuju:

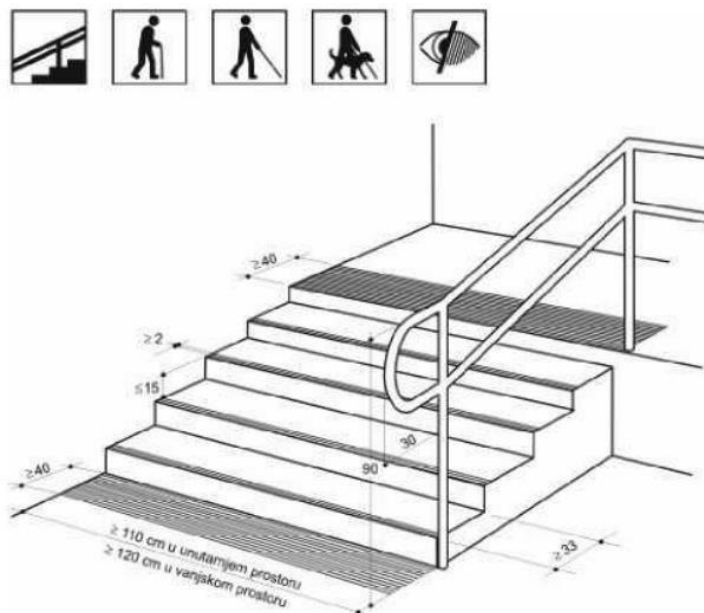
- - Nagib do uključivo 1:20 (5 %).
- - Minimalnu širinu od 120 cm u vanjskom prostoru, odnosno najmanje 90 cm u unutarnjem prostoru.
- - Odmorišni podest minimalne dužine 150 cm na svakih 6 m dužine rampe.
- - Čvrstu površinu obrađenu protukliznim premazom.
- - Ogradu s rukohvatima na nezaštićenim dijelovima.
- - Rukohvate promjera 4 cm, oblikovane da se mogu obuhvatiti dlanom, postavljene na visinama od 60 i 90 cm, produžene za 30 cm iznad nastupne površine rampe s zaobljenim završetkom.
- - Rukohvate na vanjskoj ogradi rampe izrađene od materijala otpornog na termičke promjene. [2]



Slika 1. – rampa [3]

Stubište mora zadovoljiti sljedeće uvjete:

- - Visina svakog koraka najviše 15 cm.
- - Širina nastupne plohe stube minimalno 33 cm.
- - Svijetla širina stubišnog kraka u unutarnjem prostoru minimalno 110 cm, a u vanjskom prostoru minimalno 120 cm.
- - Rub nastupne plohe stube mora biti protuklizno i vizualno kontrastno obrađen u širini od najmanje 2 cm.
- - Rukohvati na zaštitnoj ogradi stubišta moraju biti izvedeni u kontinuitetu duž cijelog stubišta, s produžetkom na početku i kraju za 30 cm iznad nastupne plohe stube, s zaobljenim završetkom.
- - Rukohvati na ogradi stubišta moraju biti dizajnirani da se mogu obuhvatiti dlanom.
- - Rukohvati na ogradi stubišta u vanjskom prostoru moraju biti izrađeni od materijala koji nije osjetljiv na termičke promjene.
- - Stubišni krak širine 250 cm ili više mora imati središnji rukohvat.
- - Prostor ispod početnog stubišnog kraka mora biti ograđen ogradom visine 70 cm do mjesta gdje je visina podgleda stubišnog kraka 210 cm, ili podignut za najmanje 3 cm do tog mjesta.
- - Ograda s ispunom od stakla mora biti uočljivo označena.
- - Ispred prvog i iza posljednjeg koraka stubišta mora biti postavljeno taktilno polje upozorenja u punoj širini stubišnog kraka, širine najmanje 40 cm, s užljebljenjima okomito na smjer kretanja. [3]

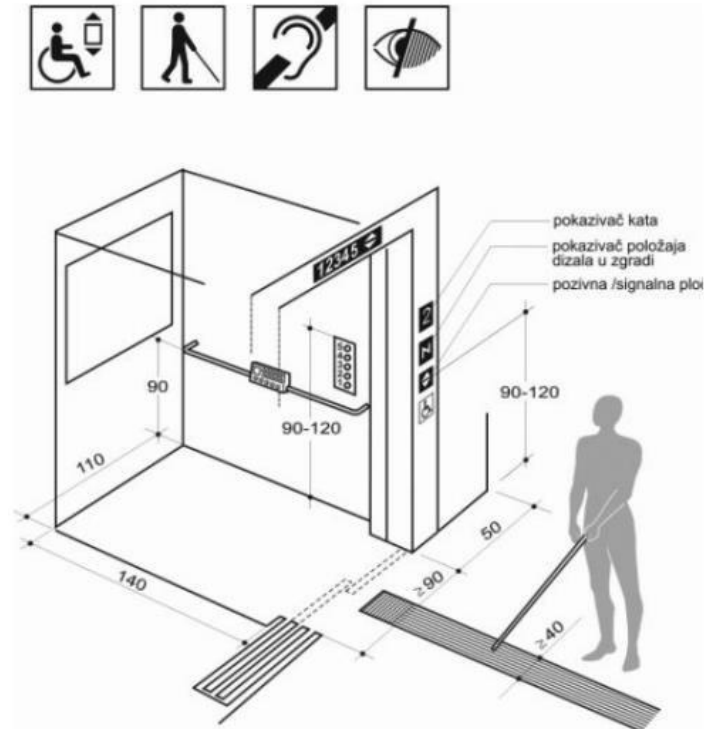


Slika 2. – stubište [3]

Dizalo se koristi kao element pristupačnosti za prevladavanje visinskih razlika većih od 120 cm u unutarnjem ili vanjskom prostoru. Dizalo mora zadovoljiti sljedeće uvjete:

- - Unutarnje dimenzije dizala minimalno  $110 \times 140$  cm.
- - Vrata s otvorom širine najmanje 90 cm, koja se otvaraju posmično ili prema vani u odnosu na kabinu dizala.
- - Pozivnu i upravljačku ploču postavljenu u rasponu visine od 90 do 120 cm.
- - Pozivna i upravljačka ploča moraju imati tipkovnicu s kontrastnim reljefno označenim brojevima etaža i ostalim informacijama na Brailleovom pismu.
- - Rukohvat u dizalu postavljen na visini od 90 cm.
- - Vizualno-svjetlosnu i zvučnu signalizaciju katova.
- - Govorno najavljivanje katova u građevinama javne i poslovne namjene.
- - Taktilnu crtu vođenja širine najmanje 40 cm s užljebljenjima u smjeru vođenja, postavljenu od ulaznih vrata građevine do dizala. [3]



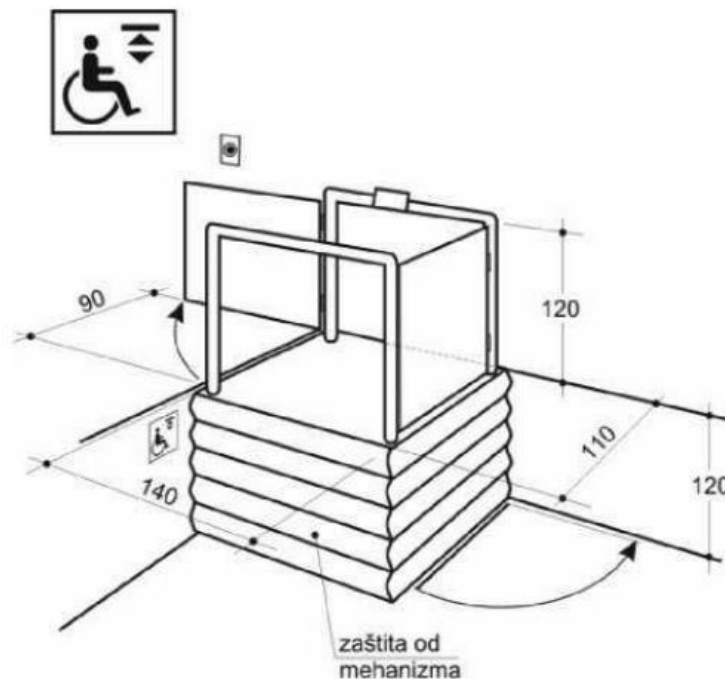


Slika 3. – dizalo [3]

Vertikalno podizna platforma se koristi kao element pristupačnosti za prevladavanje visinskih razlika od 120 cm do 320 cm u unutarnjem ili vanjskom prostoru, kada nije primjenjivo korištenje pristupačnog dizala ili drugog sredstva pristupačnosti.

Zahtjevi koje vertikalno podizna platforma mora zadovoljiti su sljedeći:

- - Nastupna ploha platforme mora biti minimalne veličine 110 × 140 cm.
- - Bočne stranice platforme moraju biti zatvorene do visine od 120 cm.
- - Ulazna vrata s otvorom širine najmanje 90 cm, koja se otvaraju posmično ili zaokretno prema vani.
- - Vanjska pozivna i upravljačka ploča postavljena na visini od 90 cm.
- - Osigurano automatsko rukovanje platformom od strane korisnika s prilazne pozicije (otvaranje, kretanje, zatvaranje). [3]

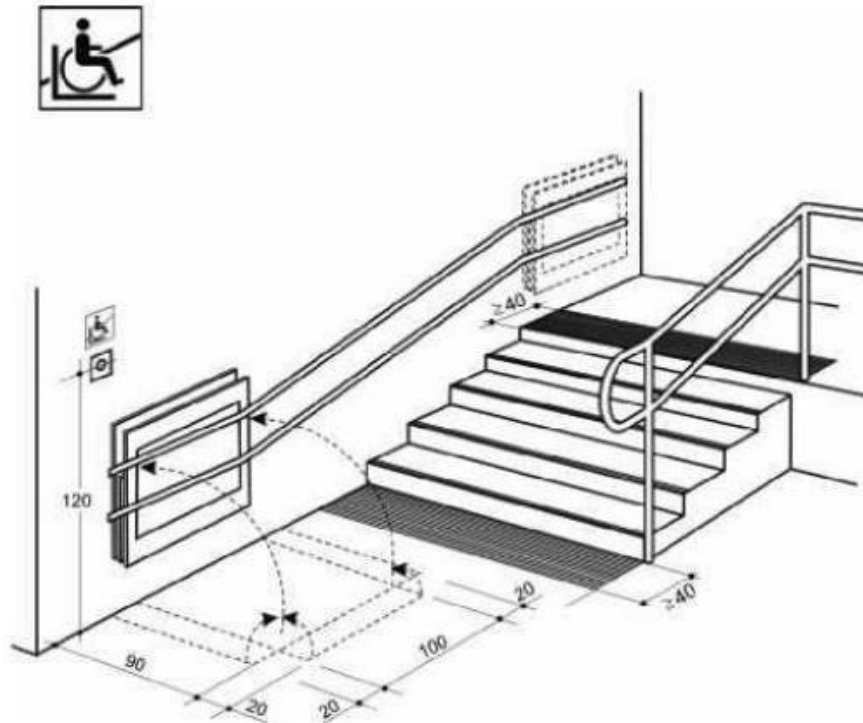


Slika 4. – vertikalno podizna rampa [3]

Koso podizna sklopiva platforma koristi se kao element pristupačnosti za prevladavanje visinskih razlika većih od 120 cm u unutarnjem ili vanjskom prostoru, kada nije primjenjivo korištenje dizala ili drugih sredstava pristupačnosti.

Zahtjevi koje koso podizna sklopiva platforma mora zadovoljiti su sljedeći:

- - Nastupna ploha platforme mora biti minimalne veličine 90 × 100 cm.
- - Bočna podna preklopna zaštita visine 20 cm i preklopni zaštitni rukohvat.
- - Odgovarajuća preklopna zaštita koja omogućava ulazak i izlazak s platforme te štiti od ispadanja na ulazno-izlaznim i bočnim stranama.
  - - Vanjska pozivna i upravljačka ploča postavljena na visini od 90 cm.
  - - Osigurano automatsko rukovanje platformom od strane korisnika s prilazne pozicije (otvaranje, kretanje, zatvaranje). [3]



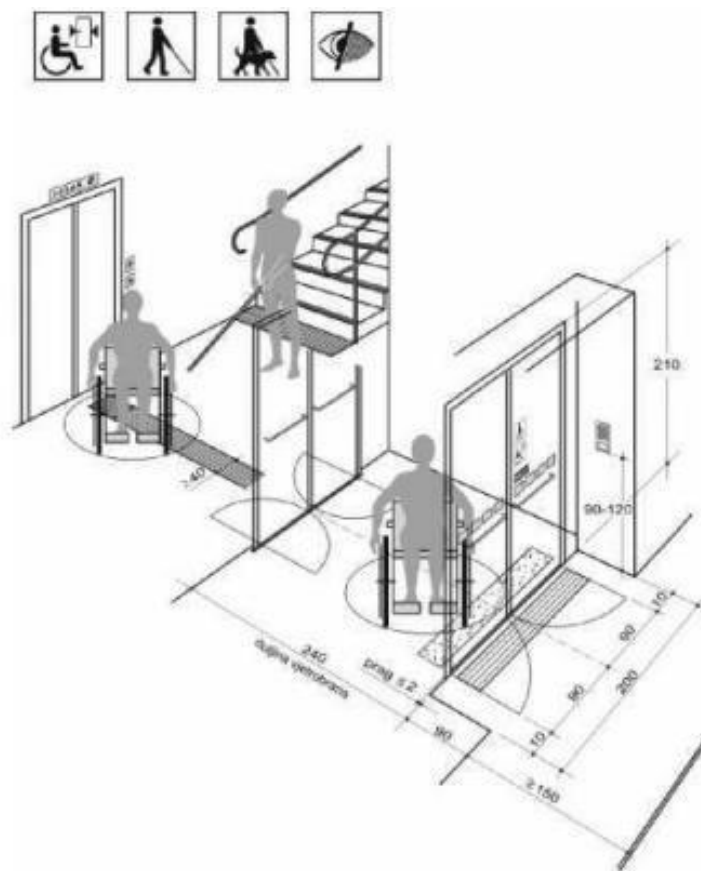
Slika 5. – koso podizna rampa [3]

U svrhu omogućavanja neovisnog pristupa, kretanja i korištenja izgrađenog prostora osobama s invaliditetom i smanjenom pokretljivošću, koriste se različiti elementi pristupačnosti kao što su ulazni prostor, komunikacije, WC, kupaonica, kuhinja, soba, učionica, radni prostor, stan, kavana, restoran, kabina za presvlačenje, tuš kabina, ulaz na plaži i bazenu, mjesto u gledalištu, telefon, tekstofon, faks, bankomat, samoposlužni terminali ugrađeni u građevinu, električne instalacije (parlafon, prekidač za svjetlo, zveno, utičnica u kuhinji, ostale utičnice, izvodna ploča za električnu instalaciju), kvake na vratima i prozorima, šalteri, pultovi, induktivne petlje ili transmisijski obručevi, oglasni panoi, orijentacijski planovi za kretanje u građevinama itd.

Ulazni prostor u građevinu predstavlja ulaz koji se direktno pristupa s javne pješačke površine ili pomoću elemenata pristupačnosti za savladavanje visinskih razlika. Zahtjevi koje ulazni prostor mora zadovoljiti uključuju:

- - Jednokrilna vrata širine otvora od najmanje 110/210 cm ili dvokrilna vrata širine otvora od najmanje  $2 \times 90/210$  cm.
- - Vrata koja se otvaraju prema vani ili posmično.

- - Pristupačnu kvaku.
- - Prag vrata visine do 2 cm, zaobljen s obje strane.
- - Strugač i otirač izrađen od nepropusnog materijala, ugrađen u razinu poda.
- - Kod glavnih ulaznih vrata koja su kružna, uz njih i zaokretna ili posmična vrata širine otvora od najmanje 90 cm.
  - - Kod kliznih glavnih ulaznih vrata, svijetli otvor od najmanje 90/210 cm, s osiguranim prostorom ispred vrata veličine najmanje 150 × 150 cm.
  - - Označen smjer otvaranja vrata.
  - - Vidljivu oznaku u rasponu visine od 90 do 160 cm kada su ulazna vrata i pregradne stijene staklene plohe veće od 1,5 m<sup>2</sup>, bez prečki.
  - - Vjetrobran duljine 240 cm ili toplinski zastor.
  - - Osiguran prolaz s zaokretnom ogradom širine najmanje 90 cm kod usmjeravajućeg ulaza.
- - Osvjetljenje minimalnom razinom osvjetljenja od 200 luxa. [3]

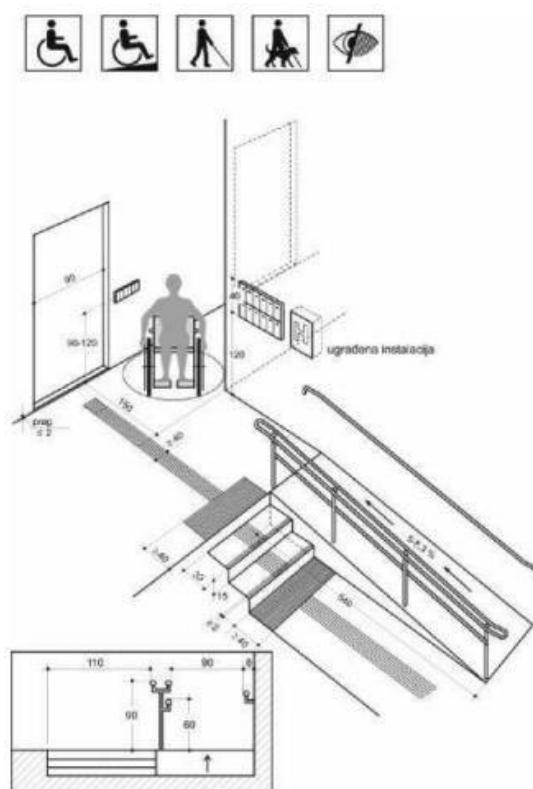


Slika 6.-ulazni prostor [3]

Komunikacije moraju zadovoljiti sljedeće uvjete:

- - Hodnici moraju imati širinu od najmanje 150 cm.
- - Sve hodne površine, u pravilu, trebaju biti u istoj razini.
- - Hodne površine koje nisu u istoj razini moraju biti međusobno povezane elementima pristupačnosti za svladavanje visinskih razlika.
- - Vrata na komunikacijama moraju biti izvedena bez praga, s otvorom širine najmanje 90 cm.
- - Vrata trebaju imati pristupačnu kvaku.
- - Ulazna vrata koja vode iz komunikacija u druge prostore, prostorije, stanove i slično trebaju imati prag koji nije viši od 2 cm.
- - Kod vrata i pregradnih stijena komunikacija koje su staklene plohe veće od 1,5 m<sup>2</sup>, bez prečki, potrebno je postaviti uočljivu oznaku u rasponu visine od 90 do 160 cm.

- - Područje za kretanje treba biti osvijetljeno razinom osvjjetljenja od minimalno 100 luxa.
- - Razmak između ograda na mjestima gdje se ograničava kretanje treba biti najmanje 90 cm.
- - Sva instalacijska i druga oprema šira od 10 cm treba biti ugrađena i postavljena u niše u zidu (npr. protupožarni aparati, vatrogasna crijeva itd.).
- - Potrebno je osigurati odgovarajuće električne instalacije.
- - Sve ostale oznake na komunikacijama trebaju biti postavljene u rasponu visine od 120 do 160 cm. [3]

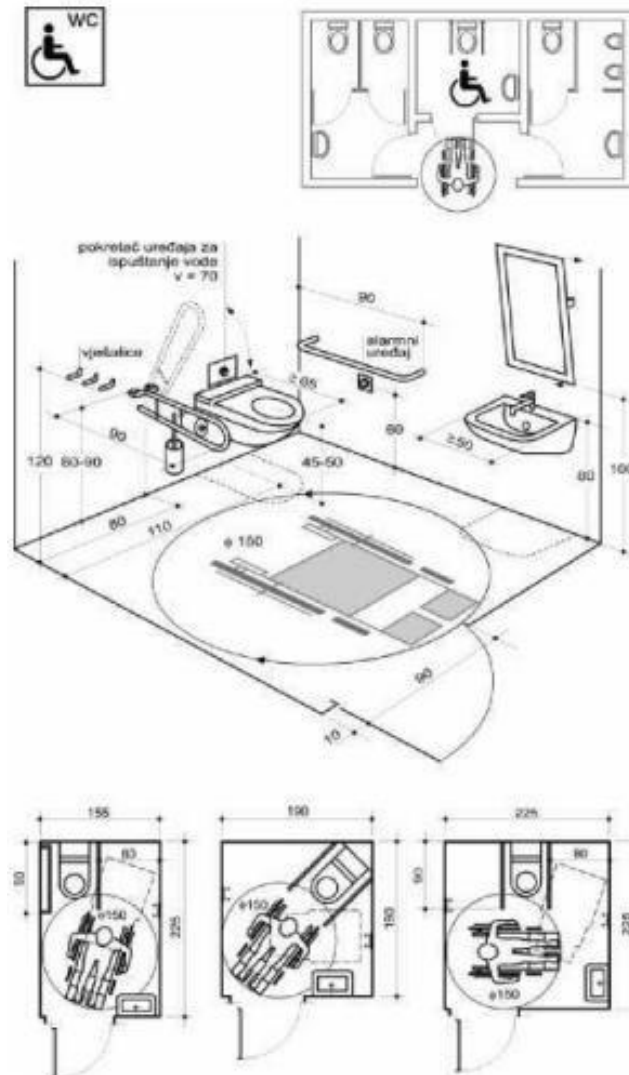


Slika 7.-komunikacije[3]

WC mora zadovoljiti sljedeće uvjete:

- - Vrata trebaju imati otvor širine najmanje 90 cm i otvarati se prema van.

- - Na vratima treba biti pristupačna kvaka.
- - Potrebno je ugraditi mehanizam za otvaranje vrata izvana u slučaju poziva u pomoć.
- - Osigurati odgovarajuće električne instalacije.
- - WC školjka zajedno s daskom za sjedenje mora biti visine od 45 do 50 cm.
- - Uz WC školjku trebaju biti postavljena dva držača za ruke duljine 90 cm, na zidu u rasponu visine od 80 do 90 cm iznad površine poda.
  - - Najmanje jedan od držača za ruke mora biti preklopnog tipa, obvezno s pristupačne strane WC školjke, dok drugi može biti fiksno pričvršćen na zid.
    - - Udaljenost prednjeg ruba WC školjke od zida mora biti najmanje 65 cm.
    - - Pokretač uređaja za ispuštanje vode u WC školjku treba biti postavljen na visini od 70 cm iznad površine poda ili treba biti izvedeno senzorsko ispuštanje vode.
    - - Konzolni umivaonik širine najmanje 50 cm treba biti postavljen na visini od 80 cm, sa sifonom smještenim u ili uz zid.
    - - Slavina može biti jednoručna miješalica ili ugrađeno senzorsko otvaranje i zatvaranje vode.
    - - Širina uporabnog prostora ispred WC školjke i ispred umivaonika mora biti najmanje 90 cm.
    - - Osigurati slobodan prostor za okretanje invalidskih kolica minimalne površine kruga promjera od 150 cm.
    - - Nagnuto zaokretno ogledalo mora biti postavljeno s donjim rubom na visini od 100 cm.
    - - Vješalica za odjeću treba biti postavljena na visini od 120 cm.
    - - Alarmni uređaj s prekidačem na pritisak ili vrpcom za povlačenje treba biti postavljen na visini od 60 cm.
    - - Sva dodatna oprema koja nije nužna za kretanje, a dostupna je iz invalidskih kolica, mora biti učvršćena na zidu, s kontrastnim bojama u odnosu na pod i zidove.
    - - WC treba imati zaseban ulaz, odvojen od muških i ženskih sanitarnih grupa kada je u javnoj uporabi.
    - - Od ulaznih vrata građevine do vrata javnog WC-a mora biti postavljena taktilna crta vođenja širine najmanje 40 cm, s užljebljenjima u smjeru vođenja. [3]



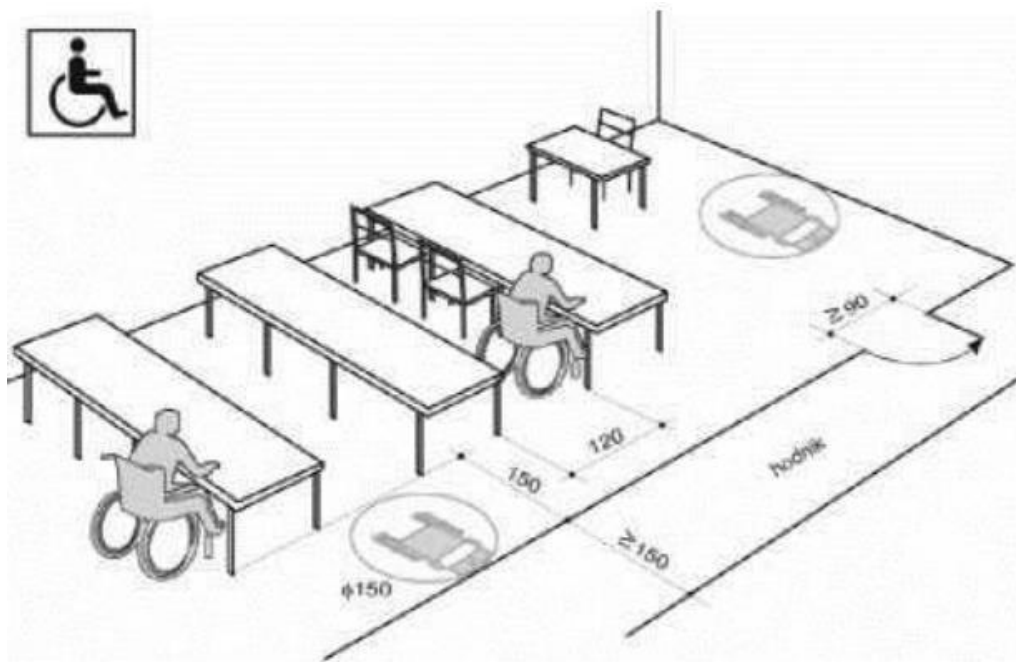
Slika 8.-wc [3]

Soba koja se ulazi iz zajedničke komunikacije, učionica i radni prostor moraju zadovoljavati sljedeće uvjete:

- - Osigurati slobodni prostor za okretanje invalidskih kolica u prostoriji, površine najmanje kruga promjera 150 cm.
- - Imati prostor za kretanje oko namještaja širine najmanje 90 cm.
- - Radni stol treba biti konzolno izveden s gornjom plohom na visini do 85 cm i podgledom na najmanje 70 cm visine, te dubinom pristupa od najmanje 50 cm.
- - Ulazna vrata trebaju imati širinu svijetlog otvora od najmanje 90 cm.



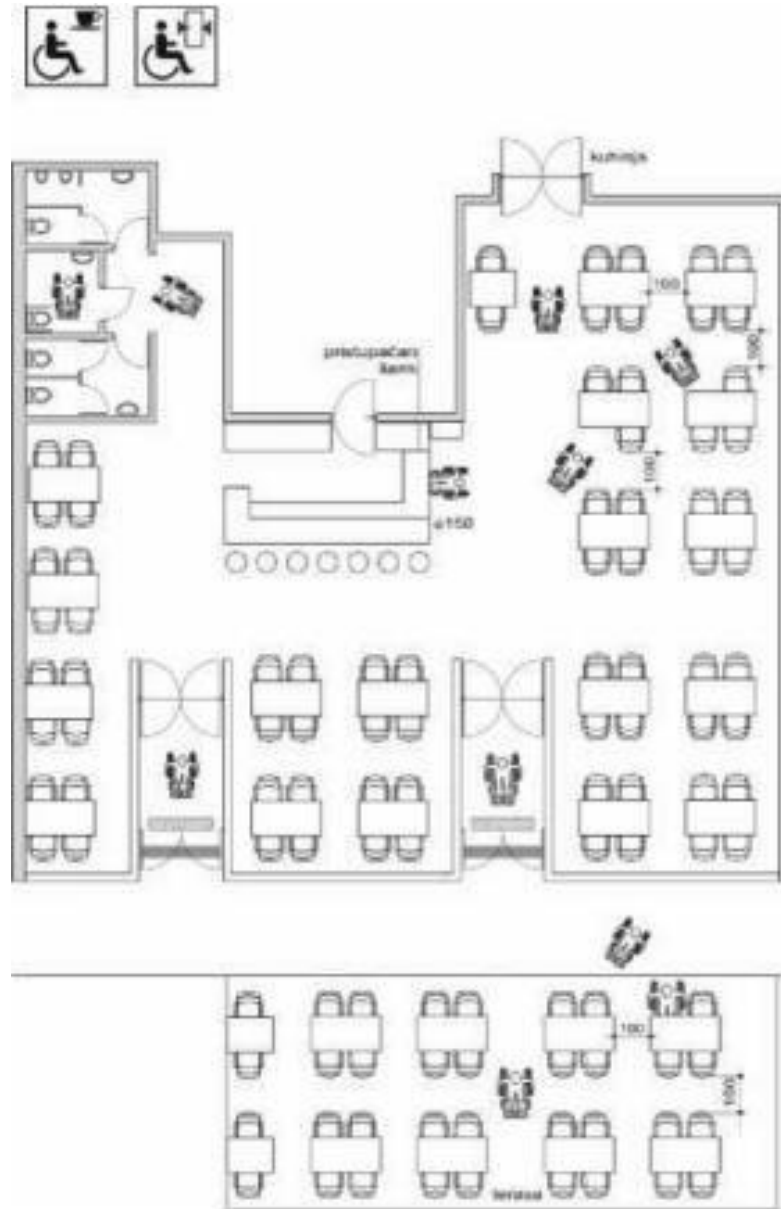
- - Vrata i prozore opremiti pristupačnim kvakama.
- - Osigurati odgovarajuće električne instalacije. [3]



Slika 9.-učionica [3]

Kavana i restoran moraju zadovoljavati sljedeće uvjete:

- - Osigurati prolaz između stolova, stolica i drugih vertikalnih prepreka širine najmanje 100 cm za najmanje 20 % uporabne površine namijenjene korisnicima usluga.
- - Stolove treba izvesti tako da je gornja ploha na visini do 85 cm, s podgledom na najmanje 70 cm, omogućujući pristup stolu za najmanje 20 % stolova.
- - Koristiti podnu oblogu od čvrstog materijala koja olakšava kretanje invalidskih kolica.
- - Postaviti uočljivu oznaku u rasponu visine od 90 do 160 cm na staklenim površinama vrata i pregradnih stijena kavane ili restorana većih od 1,5 m<sup>2</sup>, bez prečki.
- - Vrata opremiti pristupačnom kvakom. [3]



Slika 10.-kavana i restoran [3]

Električne instalacije moraju zadovoljavati sljedeće uvjete:

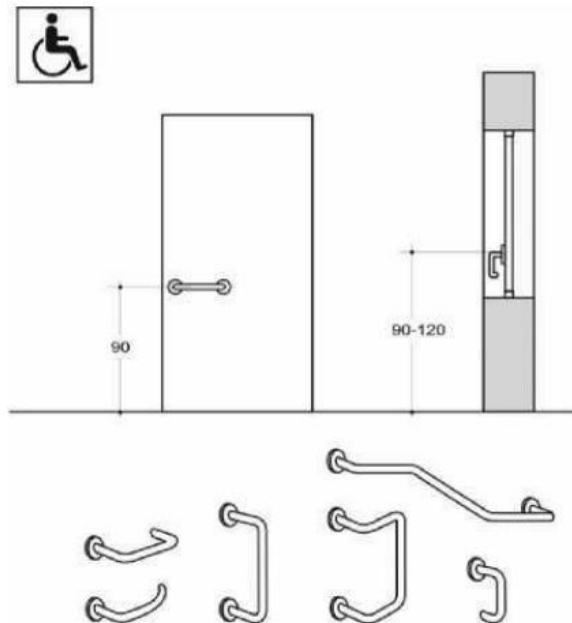
- - Parlafon treba biti postavljen na visinu od 110 do 120 cm, opremljen svjetlosnom oznakom.
- - Prekidač za svjetlo i zvonce trebaju biti postavljeni u rasponu visina od 90 do 120 cm.
- - Utičnica u pristupačnoj kuhinji treba biti postavljena neposredno iznad radne plohe.

- - Ostale utičnice trebaju biti postavljene u rasponu visina od 90 do 120 cm.
- - Izvodna ploča za električnu instalaciju treba biti postavljena gornjim rubom u rasponu visina od 90 do 120 cm.
- - Sva oprema električnih instalacija treba biti izvedena u kontrastu s podlogom zida, s tipkama koje su vidljive u mraku. [3]

Kvake i brave na vratima i prozorima trebaju biti ergonomski oblikovane i postavljene prema sljedećim smjernicama:

- Kvake na vratima trebaju biti smještene na visini od 90 cm.
- Za prozore, kvake ili ručice mehanizama za otvaranje trebaju biti postavljene u rasponu visina od 90 do 120 cm.

Rukovanje kvakom i bravom za pokretanje mehanizma za otvaranje i zatvaranje vrata/prozora mora biti jednostavno i lagano za upotrebu. [3]



Slika 11.-kvaka [3]

Šalter namijenjen osobama u invalidskim kolica mora udovoljavati sljedećim zahtjevima:

- Radna površina šaltera treba biti postavljena na visini do 85 cm.
- Donja ivica radne površine treba biti na visini od najmanje 70 cm.
- Šalter treba biti konzolno oblikovan s pristupom dubine od najmanje 50 cm.



Slika 12.-šalter [3]

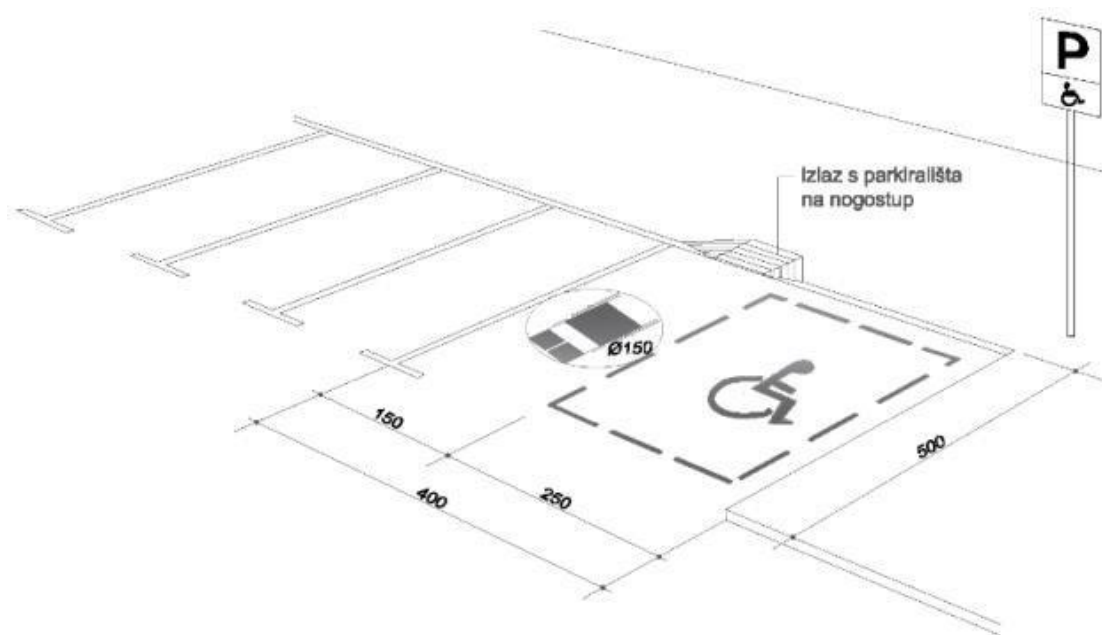
Orijentacijski plan za kretanje unutar građevine treba biti izrađen u reljefnom obliku i mora zadovoljiti sljedeće uvjete:

- - Treba biti postavljen horizontalno ili približno horizontalno na visini do 90 cm, ili vertikalno ili približno vertikalno na visini gornjeg ruba do 180 cm.
- - Moraju biti sadržane informacije na Braille pismu.
- - Treba biti smješten uz ulaz u građevinu.
- - Od ulaznih vrata građevine do plana mora biti postavljena taktalna crta vođenja širine najmanje 40 cm, s užljebljenjima u smjeru vođenja.

Za osiguranje neovisnog kretanja osoba s invaliditetom i smanjene pokretljivosti u javnom prometu koriste se sljedeći elementi pristupačnosti: stajališta i peroni, parkirališna mjesta, javne pješačke površine, semafori, pješački prijelazi, pješački otoci i raskrižja.

Parkirališno mjesto mora biti smješteno što bliže pristupačnom ulazu u građevinu i mora zadovoljavati sljedeće uvjete:

- - Za jedan automobil u nizu parkirališnih mjesta, okomito u odnosu na nogostup, dimenzije trebaju biti  $400 \times 500$  cm.
- - Za jedan automobil u uzdužnom nizu parkirališnih mjesta, s nogostupom u razini kolnika, dimenzije trebaju biti  $250 \times 900$  cm.
- - Za dva automobila u nizu parkirališnih mjesta, okomito na nogostup, dimenzije trebaju biti  $650 \times 500$  cm, s međuprostorom širine 150 cm.
- - Izlaz s parkirališnog mjesta na nogostup treba biti osiguran ukošenim rubnjakom nagiba do najviše 10 %, širine najmanje 120 cm. Ako nije moguće osigurati nagib manji od 10 %, razina pločnika se spušta na razinu parkirališta uz primjenu dopuštenih nagiba za rampe.
- - Iza izlaza s parkirališnog mjesta treba biti osigurana horizontalna površina nogostupa širine najmanje 75 cm.
- - Površina parkirališnog mjesta treba biti izrađena od materijala koji ne otežava kretanje invalidskih kolica, kao što su šljunak, pijesak, zatravljena površina i slično. [3]



Slika 13.-parking [3]

## 2. TEORIJSKI KONCEPT

U ovom dijelu rada prikazana je analiza dostupne projektne dokumentacije vezane uz radove na građevini, kao i pregled literature o višekriterijskom načinu odlučivanja u graditeljstvu i njegovoj primjeni. Razmotreni su osnovni pojmovi, uključujući vrste građevinskih radova primjenjive na konkretnu građevinu, kao i temeljni principi, definicije i metode višekriterijske analize te njihova specifična primjena u kontekstu graditeljstva.

### 2.1. Arhitektonske barijere

Arhitektonske barijere za invalide su fizičke prepreke ili nedostaci u građevinskim objektima koji otežavaju ili onemogućuju pristup osobama s invaliditetom. Ovi nedostaci mogu uključivati nedostatak prilagođenih rampi ili liftova za osobe u invalidskim kolicima, nedostatak širokih vrata ili hodnika za prolazak invalidskih kolica ili hodalice, nedostatak prilagođenih sanitarnih prostora i sl.

Neki od primjera arhitektonskih barijera uključuju:

- Visoki pragovi na ulazu u zgrade ili kuće koji otežavaju ulazak osobama u invalidskim kolicima.
- Uzak prostor između parkirnih mjesta ili nedostatak rezerviranih parkirnih mjesta za osobe s invaliditetom.
- Strme stepenice bez pratećih rampi ili liftova.
- Nedostatak prilagođenih toaleta s dovoljno prostora za kretanje i držačima za invalidska pomagala.
- Visoki pultovi na recepcijama, trgovinama ili bankama koji otežavaju pristup osobama u invalidskim kolicima.
- Uski hodnici ili vrata koja ne omogućuju prolazak invalidskih kolica ili hodalice.

Kako bi se osigurala pristupačnost i uklonile arhitektonske barijere za osobe s invaliditetom, važno je da građevinski propisi uključuju standarde pristupačnosti, a arhitekti i urbanisti trebaju uzeti u obzir potrebe osoba s invaliditetom prilikom projektiranja i planiranja građevinskih objekata. Također, postoje zakoni i propisi koji propisuju prilagodbe koje su obavezne u građevinskim projektima kako bi se osigurala pristupačnost osobama s invaliditetom.

[3]

## 2.2. Višekriterijalni pristup i višekriterijalne metode

U graditeljstvu, posebno u segmentu izvođenja radova, susrećemo se s problemima koji spadaju u kategoriju "loše strukturiranih problema". Struktura problema ključna je karakteristika koja određuje primjenjivost metoda i postupaka podrške odlučivanju u rješavanju konkretnih problema. Dobro strukturirani problemi obuhvaćaju jasno definirane komponente rješenja, precizno određene ulazne podatke, strategije za alternativna rješenja te metodologiju za analizu i odabir optimalnog rješenja.

Nasuprot tome, loše strukturirani problemi karakteriziraju nepotpuna definicija problema, nedostatak preciznih ulaznih podataka i strategija, što čini tradicionalne metode odlučivanja manje primjenjivima. Za rješavanje ovakvih problema razvijeni su matematički modeli koji omogućuju višekriterijalni pristup, što znači da se istražuje više alternativa i definiraju kriteriji za evaluaciju svake od njih.

Višekriterijalna analiza razlikuje se od tradicionalnih metoda operacijskih istraživanja koje uzimaju u obzir jednu funkciju cilja. Umjesto toga, višekriterijalna analiza uključuje više funkcija cilja koje odražavaju različite aspekte problema i povezane kriterije. Glavne karakteristike višekriterijalne analize uključuju velik broj kriterija, često međusobno suprotstavljene kriterije, te izazov uspoređivanja kriterija koji koriste različite jedinice mjere.

Konflikti među kriterijima česta su pojava u loše strukturiranim problemima, budući da vanjski ciljevi mogu biti u sukobu s internim ciljevima sustava. Višekriterijalna analiza pruža metodologiju za rješavanje takvih konflikata i odabir najprikladnijih alternativa ili njihovo rangiranje prema zadanim kriterijima.

U zaključku, upravo zbog složenosti i konfliktnosti kriterija, loše strukturirani problemi opravdavaju primjenu višekriterijalne analize, jer klasične metode često ne mogu pružiti optimalno rješenje u ovakvim situacijama. [4]



---

Pregledom raspoložive literature uočena je dominacija triju grupa metoda višekriterijalne analize u svijetu: [4]

- Metoda **ELECTRE** (*Élimination Et Choix Traduisant la Réalité* - "Elimination and Choice Translating Reality") – Roy (1976)
- Metoda **AHP** (analytic hierarchy processing) – Saaty (1980)
- Metoda **PROMETHEE** (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation) – Brans i Vincke (1984)

### 2.2.1. Metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluation)

Iako je višekriterijalna analiza prvobitno bila primijenjena uglavnom za donošenje investicijskih odluka, njezina primjena se s vremenom proširila na rješavanje i drugih vrsta problema. Danas je jednokriterijsko ili intuitivno odlučivanje rijetko ispravno, jer često ne postoji dominantni kriterij za većinu suvremenih problema.

Da bi se olakšalo donošenje odluka u konkretnim situacijama, razvijene su tri osnovne vrste metoda:

1. **Metode agregiranja koje koriste funkcije korisnosti (utility functions):** Ove metode kombiniraju različite kriterije koristeći funkcije koje ocjenjuju korisnost opcija.
2. **Interaktivne metode (metode "cjenjkanja"):** Ove metode uključuju proces interakcije između donosioca odluka i analitičara radi postizanja konsenzusa o važnosti kriterija i ocjenjivanju opcija.
3. **Metode "višeg ranga" (outranking methods):** Ove metode ističu se zbog svoje prilagodljivosti realnim problemima, koji su često slabo strukturirani. One su također jasne i razumljive donosiocu odluka u usporedbi s drugim metodama. [4]

Svaka metoda "višeg ranga" uključuje dvije osnovne faze:

- **Sastavljanje relacije "višeg ranga":** Ovo uključuje uspostavljanje hijerarhijske strukture koja reflektira preferencije i važnosti kriterija.
- **Korištenje relacije "višeg ranga" u donošenju odluka:** Ova faza uključuje primjenu hijerarhijske strukture kako bi se procijenile i usporedile različite opcije.

Metoda PROMETHEE (Preference Ranking Organisation Method for Enrichment

Evaluation) je jedna od značajnih metoda u višekriterijalnoj analizi. Karakterizira je sljedećih tri segmenta:

1. **Obuhvat pojma kriterija:** Ovdje se preferencije donosioca odluka oblikuju kroz različite funkcije koje odražavaju intenzitet preferencije prema kriterijima.
2. **Procijenjena relacija "višeg ranga":** Koristeći oblikovane preferencije, konstruira se procijenjena hijerarhijska relacija koja olakšava donošenje konačne odluke.
3. **Korištenje relacije "višeg ranga":** Ova faza uključuje specifičnu primjenu procijenjene relacije kako bi se rangirale opcije od najbolje do najgore, ovisno o potrebama donosioca odluka. [4]

PROMETHEE I pruža djelomično rangiranje opcija, dok se potpuno rangiranje postiže pomoću metode PROMETHEE II.

#### **2.2.1.1. Obuhvat kriterija**

Obuhvat kriterija temelji se na uvođenju funkcije preferencije koja izražava preferenciju "donosioca odluke" za akciju "a" u odnosu na akciju "b" za svaki kriterij posebno. Ova funkcija definira se na skali od 0 do 1, gdje vrijednost bliža 1 označava jaču preferenciju za akciju "a", dok vrijednost bliža 0 označava manju preferenciju ili čak indiferenciju između akcija "a" i "b". [4]

Manja vrijednost funkcije preferencije ukazuje na veću indiferenciju "donosioca odluke" između akcija "a" i "b". Što je vrijednost funkcije bliže 1, veća je preferencija "donosioca odluke" za akciju "a" u odnosu na akciju "b". U slučaju stroge preferencije za akciju "a" nad akcijom "b", vrijednost funkcije preferencije bi bila jednaka 1. [4]

Ako je  $f(\cdot)$  određeni kriterij, a "a" i "b" dvije alternative iz skupa akcija A. Pridružena funkcija preferencije  $P(a,b)$  od "a" u odnosu na "b" bit će definirana kao: [4]

$$P(a,b) = \begin{cases} 0, & \text{ako je } f(a) \leq f(b) \\ p[f(a), f(b)], & \text{ako je } f(a) > f(b) \end{cases}$$

Za konkretan slučaj će se izabrati  $p(\cdot)$  funkcije slijedećeg tipa:

$$p[f(a), f(b)] = p[f(a) - f(b)]$$

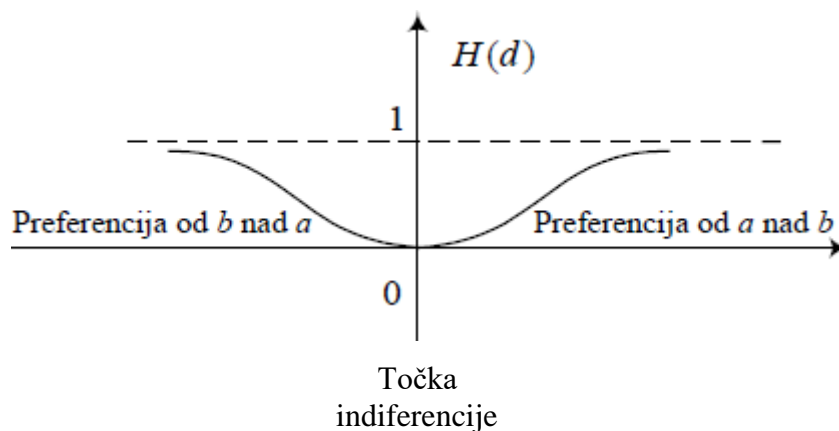
tj. funkcije kod kojih je  $p(\cdot)$  u ovisnosti o razlici između vrijednosti  $f(a)$  i  $f(b)$ .

Da bi se ukazalo na područja indiferencije u okolini  $f(b)$  označava se:

$$d = f(a) - f(b)$$

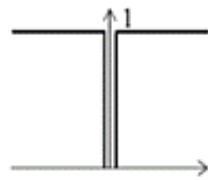
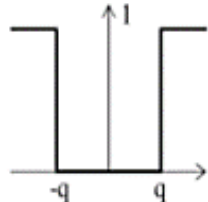
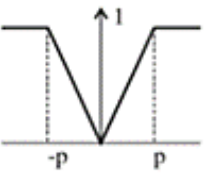

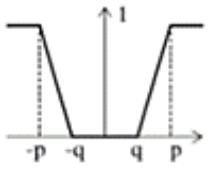
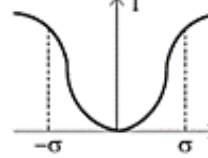
i grafički predočava funkcija  $H(d)$ , tako da je:

$$H(d) = \begin{cases} P(a, b) & \text{ako je } d \geq 0 \\ P(a, b) & \text{ako je } d \leq 0 \end{cases}$$



Slika 14.- grafički prikaz funkcije preferencije

Postoji šest različitih tipova funkcija preferencije koje obuhvaćaju većinu slučajeva koji se mogu susresti u praktičnoj primjeni. Za ove funkcije, donosioci odluka trebaju definirati najviše dva parametra. Detaljni tipovi funkcija prikazani su u tablici 1. [4]

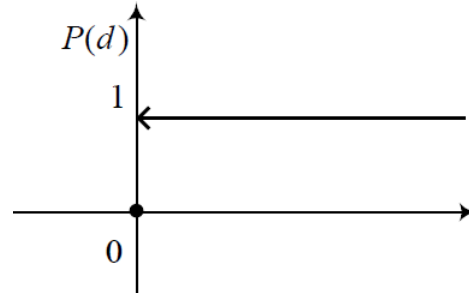
Tip kriterija	Analiitička definicija	Graf	Parametri za određivanje
Običan kriterij	$p(d) = \begin{cases} 0, & d = 0 \\ 1, & d \neq 0 \end{cases}$		-
Kvazi-kriterij	$p(d) = \begin{cases} 0, &  d  < q \\ 1, &  d  \geq q \end{cases}$		q
Kriterij s linearnom preferencijom	$p(d) = \begin{cases} \frac{ d }{p}, &  d  < p \\ 1, &  d  \geq p \end{cases}$		p
Kriterij razina	$p(d) = \begin{cases} 0, &  d  < q \\ 0.5, & q <  d  < p \\ 1, &  d  > p \end{cases}$		q, p
Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije	$p(d) = \begin{cases} 0, &  d  < q \\ \frac{ d  - q}{p - q}, & q <  d  < p \\ 1, &  d  > p \end{cases}$		q, p
Gaussov kriterij	$p(d) = 1 - e^{-\frac{d^2}{2\sigma^2}}$		$\sigma$

Tablica 1. -funkcije preferencije

## 1. Običan kriterij

$$P(d) = \{0, \text{ ako } jed \leq 0 \ 1, \text{ ako } jed > 0\}$$

Indiferencija između "a" i "b" postoji samo ako je  $f(a) = f(b)$ , odnosno kada je  $d = 0$ . To znači da donositelj odluka preferira aktivnost koja ima veću ocjenu, što implicira da je vrijednost funkcije preferencije jednaka 1. [5,6,7,8]

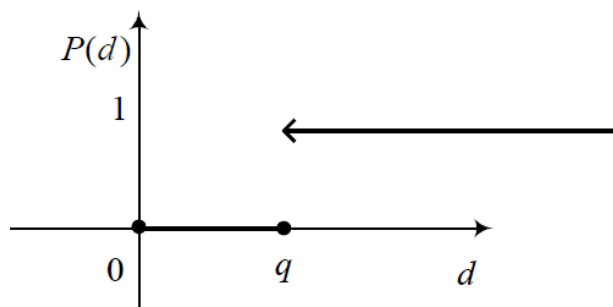


Slika 15.-graf funkcije preferencije za običan kriterij

## 2. Kvazi kriterij

$$P(d) = \{0, \text{ ako } jed \leq q \ 1, \text{ ako } jed > q\}$$

Na grafu funkcije preferencije za kvazi kriterij vidljivo je da se uvodi prag indiferencije  $q$ . Dvije alternative smatraju se indiferentnima sve dok razlika njihovih ocjena ne premaši prag  $q$ ; u suprotnom, postoji stroga preferencija. Kada donositelj odluke želi koristiti ovakvu funkciju preferencije, važno je odrediti vrijednost parametra  $q$  koja ima jasno ekonomsko značenje. [5,6,7,8]

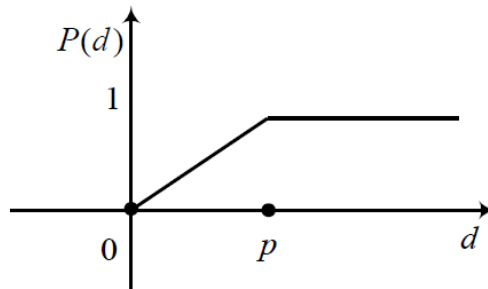


Slika 16.- graf funkcije preferencije za kvazi kriterij

### 3. Kriterij s linearnom preferencijom

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

Kada je  $d < p$  (prag preferencije), preferencija donosioca odluke raste linearno s vrijednošću  $d$ . Tek kada razlika postane  $d > p$ , dolazi do situacije stroge preferencije. Za ovaj kriterij potrebno je odrediti samo jedan parametar  $p$ , koji predstavlja najmanju vrijednost  $d$  iznad koje se javlja stroga preferencija. [5,6,7,8]

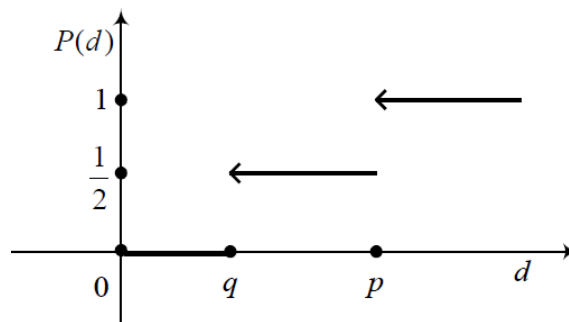


Slika 17. -graf funkcije preferencije za kriterij s linearnom preferencijom

### 4. Kriterij razina

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

Potrebno je definirati oba praga  $q$  i  $p$ . Kada se razlika  $d$  nalazi između njihovih vrijednosti postoji slaba preferencija ( $P(d) = 1/2$ ). [5,6,7,8]

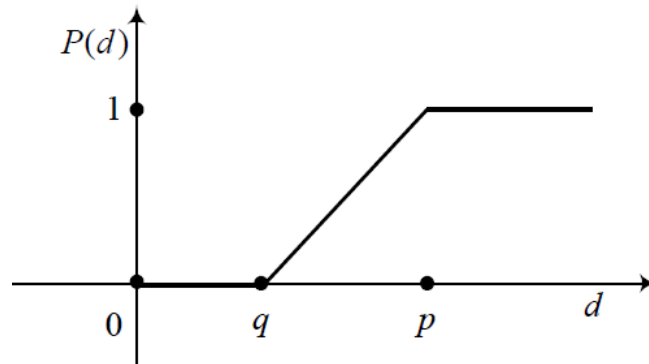


Slika 18. -graf funkcije preferencije za kriterij razina

### 5. Kriterij s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

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

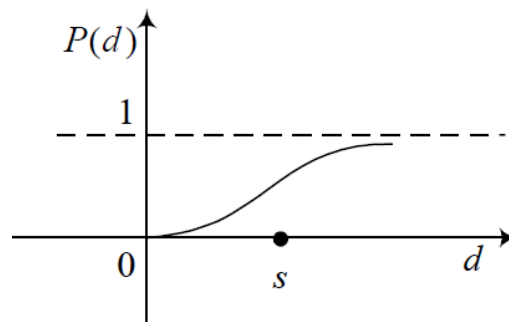
Kod ovog tipa kriterija, alternative "a" i "b" smatraju se indiferentnima sve dok apsolutna razlika između  $f(a)$  i  $f(b)$  ne dosegne vrijednost parametra "q". Preferencija donosioca odluke raste linearno u području indiferencije, koje se proteže od praga  $q$  do praga  $p$  na prikazanom grafu. Nakon što razlika premaši prag  $p$ , dolazi do situacije stroge preferencije. [5,6,7,8]



Slika 19.- graf funkcije preferencije s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

### 6. Gaussov kriterij

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



Slika 20.- graf funkcije preferencije za Gaussov kriterij



Funkcija zahtijeva definiranje samo jednog parametra koji određuje područje slabe preferencije, a taj parametar predstavlja standardnu devijaciju normalne distribucije. Ova funkcija je bez prekida i "šiljaka", što može biti zanimljivo zbog potencijalne stabilnosti rezultata. [5,6,7,8]

### 2.2.1.2. Procijenjeni graf "višeg ranga"

Za svaki par akcija  $(a, b \in A)$ , prvo se računa višekriterijski indeks preferencije za akciju "a" u odnosu na akciju "b" prema svim kriterijima. Pretpostavka je da je svaki kriterij identificiran kao jedan od različitih tipova kriterija, te su funkcije preferencije  $(P_j(a, b))$  definirane za svaki  $(j = 1, 2, \dots, k)$ . Višekriterijalni indeks preferencije definiran je izrazom: [4]

$$G(a, b) = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k P_j(a, b), k = \text{broj kriterija}$$

Ovaj indeks pruža mjeru preferencije "a" nad "b" kada se uzmu u obzir svi kriteriji. Što je indeks bliži jedinici, to je preferencija za "a" veća u usporedbi s "b". Postoji mogućnost razmatranja i drugih indeksa. Na primjer, može se pretpostaviti da su svi kriteriji jednako važni, no ako to nije slučaj, može se koristiti ponderirani indeks preferencije. [4]

Uz pretpostavku da se funkcije preferencije  $P_j(a, b)$  i težine kriterija  $W_j$  određuju specifično za svaki kriterij  $j=1, \dots, k$ , tada se za  $\forall a, b \in A$  višekriterijalni indeks preferencije definira kao:

$$G(a, b) = \frac{\sum_{j=1}^k W_j P_j(a, b)}{\sum_{j=1}^k W_j}, W_j = \text{težina kriterija}$$

Graf čiji su čvorovi akcije iz skupa  $(A)$ , takav da za svaki par  $(a, b \in A)$  grana  $(ab)$  ima vrijednost  $(P_i(a, b))$ , naziva se procijenjeni graf "višeg ranga". Ovaj graf značajno proširuje početni graf dominacije, iako ta proširenja nisu toliko ključna kao kod funkcija koristi (utility functions). Važno je napomenuti da ako akcija "a" dominira nad akcijom "b", tada vrijednost  $(P_i(b, a) = 0)$ . Također,  $(P_i(a, b))$  nije nužno jednako 1, jer akcija "a" može biti bolja od akcije "b" po svakom kriteriju, ali ta preferencija ne mora biti stroga. [4]

### 2.2.1.3. Korištenje relacije "višeg ranga"

Dobivanjem procijenjenog grafa "višeg ranga", "donositelj odluke" dobiva važne informacije, iako taj graf može biti ograničen za rješavanje određenih problema odlučivanja. U slučaju kada "donositelj odluke" želi rangirati akcije iz skupa  $(A \setminus)$  od najbolje do najlošije, to se naziva problemom rangiranja. U prikazanom slučaju, problem se sastoji u korištenju procijenjenog grafa "višeg ranga" za izradu djelomičnog ili potpunog poretka akcija iz  $(A \setminus)$ .

Ako "donositelj odluke" treba odabrati najbolje akcije iz  $(A \setminus)$ , to je problem izbora. U višekriterijalnim problemima općenito ne postoji jedno najbolje rješenje, pa se problem sastoji u određivanju skupa dobrih akcija iz  $(A \setminus)$ . [4]

Poznate su dvije tehnike rješavanja problema rangiranja, pri čemu se rangiranjem može dobiti i skup akcija kao rješenje problema izbora: [4]

- **PROMETHEE I** omogućuje rangiranje akcija pomoću djelomičnog poretka. Neki parovi akcija su usporedivi, dok su drugi neusporedivi, što rezultira djelomičnim relacijama ili procijenjenim grafom "višeg ranga". Ova metoda pruža važne informacije o međusobnim odnosima akcija.

- **PROMETHEE II** omogućuje potpuno rangiranje akcija bez neusporedivosti. Međutim, ova metoda može izgubiti dio informacija zbog balansirajućih efekata između izlaznog i ulaznog toka, koji su karakteristični za PROMETHEE metodologiju.

### 3. KRITERIJI I VARIJANTNA RJEŠENJA

U procesu definiranja kriterija ključna je ciljna analiza, koja uključuje identifikaciju ciljeva koje treba postići prilikom rješavanja određenog problema. Postupak određivanja ciljeva često je složen jer ti ciljevi nisu uvijek jasno definirani. U tom procesu sudjeluju svi relevantni sudionici u odabiru alternativnih rješenja, kao što su investitori, projektanti i izvođači.

Konačne težinske vrijednosti koje se koriste za usporedbu alternativnih rješenja dobivaju se kao srednja vrijednost težinskih koeficijenata predloženih od strane svih sudionika u procesu odlučivanja. Karakteristike problema modeliraju se definiranjem kriterija i dodjeljivanjem numeričkih vrijednosti težinama, koje odražavaju preferencije donositelja odluka.

Kriteriji su obično razvrstavani u četiri grupe:

- ekonomski kriteriji;
- tehničko – tehnološki kriteriji;
- društveno – politički kriteriji;
- ekološki ili alternativno sigurnosni kriteriji. [4]

Za graditeljske sustave Tavares (1999) razvija tri glavne skupine kriterija

- kriteriji koji utječu na proces izgradnje sustava;
- kriteriji koji govore o sustavu;
- kriteriji koji se odnose na integraciju sustava u okoliš, društvo, politiku, kulturu, itd.

[4]

### 3.1. Odabir kriterija

Proces primjene višekriterijalne analize obuhvaća sljedeće korake:

- - Definiranje problema i kriterija koji opisuju problem.
- - Identifikacija alternativnih rješenja problema, što uključuje razvoj akcija koje predstavljaju alternative rješenja, varijante planova sanacije i slično. Te akcije se namjeravaju međusobno uspoređivati i rangirati na temelju određenih kriterija.
- - Dodjela težinskih koeficijenata svakom kriteriju kako bi se odrazila važnost kriterija prema procjeni donositelja odluka.
- - Za svaku akciju se prema definiranim kriterijima unose odgovarajuće vrijednosti u apsolutnom iznosu. [4].

Svi navedeni kriteriji su odabrani kako bi se naglasile prednosti i nedostaci svake od ponuđenih opcija rješenja. Kriteriji koje uzimamo u obzir su sljedeći:

- Vremensko trajanje radova – K1 (ekonomski kriteriji);
- Složenost građevinskih radova – K2 (tehničko – tehnološki kriteriji);
- Troškovi sanacije – K3 (ekonomski kriteriji);
- Korisnost izvedenih radova – K4 (društveno – politički kriteriji).

U nastavku u potpoglavljima je opisan svaki kriterij i način na koji je vrednovan.

### 3.1.1. Vremensko trajanje radova

Kriterij s značajnom ekonomskom i socijalnom vrijednosti je vrijeme potrebno za izvođenje građevinskih radova na objektu. S ekonomske strane, kraće vrijeme izvođenja može smanjiti troškove, dok sa sociološkog stajališta prednost je brže puštanje zgrade i prostorija u uporabu.

Prilikom procjene vremena trajanja građevinskih radova, treba uzeti u obzir sljedeće faktore: detaljan plan radova, raspored aktivnosti, procjenu resursa, iskustvo izvođača, utjecaj vremenskih uvjeta, potrebne dozvole, inspekcije, promjene u projektu te neočekivane situacije. Potrebno je izraditi detaljan plan svih faza građevinskih radova, uključujući rušenje konstrukcije, instalacije, završne radove i sl. Svaka faza treba biti jasno definirana i razrađena, uz razmatranje redoslijeda aktivnosti i njihovih ovisnosti.

Na primjer, neke aktivnosti ne mogu se izvoditi istovremeno ili prije završetka drugih. Potrebno je procijeniti vrijeme potrebno za nabavu materijala, opreme i radne snage, uzimajući u obzir dostupnost resursa i moguća kašnjenja u isporuci. Također treba uzeti u obzir utjecaj vremenskih uvjeta na napredak radova te administrativne procedure kao što su dozvole i inspekcije.

Zbog potencijalnih problema ili neočekivanih situacija koje mogu utjecati na vremenski okvir, preporučuje se ostavljanje određenog vremenskog prostora za eventualna kašnjenja ili neočekivane izazove. Vrednovanje varijantnih rješenja prema ovom kriteriju vrši se na temelju broja radnih dana potrebnih za izvođenje građevinskih radova.

### 3.1.2. Složenost građevinskih radova

Kriterij složenosti vezan je na razinu izvedbe projektiranih zahvata, ali utječe na mnoge druge aspekte vezane za zgradu. Osim na estetiku prostora kvaliteta i složenost zahvata utječe i na snižavanje ili povećanje kasnije potrebe za prijevremenim sanacijama.

Složenost građevinskih radova ovisi o različitim čimbenicima, a neki od ključnih faktora uključuju:

Vrsta građevinskog projekta:

-Jednostavni projekti, poput izgradnje jednostavnih kuća, obično su manje složeni od velikih infrastrukturnih projekata, kao što su mostovi, tuneli ili stambene zgrade

Lokacija projekta:

-Položaj građevinskog mjesta može značajno utjecati na složenost. Pristupnost, klimatski uvjeti, geološki uvjeti i zakonski propisi razlikuju se ovisno o lokaciji.

Veličina projekta:

-Veći projekti obično su složeniji zbog većeg opsega posla, potrebnih resursa i logističkih izazova.

Tehnički zahtjevi:

-Građevinski radovi koji uključuju složene inženjerske zahtjeve, visoke tehnologije ili posebne materijale mogu biti složeniji od standardnih projekata.

Vrsta materijala:

-Korištenje posebnih materijala ili tehnologija može povećati složenost projekta. Na primjer, izgradnja s betonskim strukturama može biti različita od onih koje koriste čelik ili drvo.

Regulatorni zahtjevi:

-Različiti propisi i standardi, kako lokalni tako i nacionalni, mogu značajno utjecati na složenost projekta. Treba osigurati da se svi propisi poštuju tijekom izvođenja radova.

Razina iskustva izvođača radova:

-Iskustvo izvođača radova i njihova sposobnost upravljanja projektom mogu značajno utjecati na složenost. Iskusni izvođači često bolje upravljaju rizicima i izazovima.

Zemljište i geotehnički uvjeti:

-Geotehnički uvjeti, kao što su tlo, stabilnost tla i potrebna geotehnička istraživanja, igraju ključnu ulogu u određivanju složenosti građevinskih radova.

Vremenski okvir:

- Kratak vremenski okvir za izvođenje radova može povećati pritisaki izazove, posebno ako su rokovi vrlo strogi.

Sve ove čimbenike treba pažljivo uzeti u obzir prilikom procjene složenosti građevinskih radova kako bi se pravilno planirali resursi, vrijeme i proračuni.

U skladu s ovim kriterijem vrednovanje varijantnih rješenja se vrši ocjenom od 1 do 10.

### **3.1.3. Troškovi obuhvata sanacije**

Trošak obuhvata sanacije uključuje trošak izvođenja radova, ali i trošak uklanjanja i deponiranja materijala. Cijena izvedbe radova predstavlja najveću stavku troškovnika te samim time najviše utječe na odabir metode sanacije predmetne građevine. Trošak uklanjanja ovisi o samom obuhvatu sanacije, točnije za sanaciju cijelog prostora troškovi će biti najveći dok će za određene zahvate biti minimalni ili nepostojeći.

Novčana sredstva osigurava investitor te je potrebno odabrati najoptimalniju opciju sanacije bez prekoračenja limita novčanih sredstava, a istodobno osigurati najbolji ishod gledano sa strane korisnika prostora. Po ovom kriteriju vrednovanje varijantnih rješenja se vrši procijenjenim veličinama troškova iskazanim u tisućama €.



### **3.1.4. Korisnost izvedenih radova**

Korisnost izvedenih radova za invalide ovisi o različitim čimbenicima, uključujući: Prilagođenost: Radovi trebaju biti prilagođeni specifičnim potrebama i sposobnostima osobe s invaliditetom. To može uključivati prilagodbu radnog okoliša, alata ili procesa kako bi ih osoba s invaliditetom mogla koristiti učinkovito.

Obuka i podrška: Osobe s invaliditetom trebaju adekvatnu obuku i podršku kako bi uspješno obavljale radne zadatke. To može uključivati tečajeve obuke, mentorstvo ili pristupačnu tehničku podršku.

Sigurnost: Radovi za invalide trebaju biti sigurni za obavljanje i osigurati zaštitu od ozljeda ili neugodnosti. To može zahtijevati prilagodbe radnog okoliša ili dodatne sigurnosne mjere.

Učinkovitost: Radovi trebaju biti dizajnirani na način koji omogućuje osobama s invaliditetom da budu produktivne i učinkovite u svom radu. To može uključivati upotrebu prilagođenih alata ili tehnologije koja olakšava obavljanje zadataka.

Socijalna integracija: Radovi za invalide trebaju podržavati socijalnu integraciju i inkluziju osoba s invaliditetom u radnom okruženju. To može uključivati stvaranje podržavajući i prihvaćajući radne kulture te promicanje suradnje i međusobne podrške među kolegama.

Korisnost izvedenih radova za invalide ovisi o tome koliko uspješno zadovoljavaju potrebe i ciljeve osoba s invaliditetom te koliko doprinose njihovom osjećaju zadovoljstva, samopoštovanjaj i neovisnosti u radnom okruženju.

### **3.1.5.      Zaštita graditeljskog naslijeđa**

Primarni cilj kriterija zaštite graditeljskog naslijeđa jest očuvanje kulturne baštine u što autentičnijem obliku, što će ovisiti o vrsti sanacijskih radova provedenih na građevini. Objekt se nalazi na listi preventivno zaštićenih dobara, stoga je potrebno pristupiti adaptaciji u skladu s tim statusom. Preventivno zaštićena dobra obuhvaćaju kulturna i prirodna dobra koja su pravno zaštićena radi očuvanja, zaštite i promicanja njihove vrijednosti i integriteta. Prepoznaju se kao važna za kulturno nasljeđe ili ekološku raznolikost te su podvrgnuta posebnim mjerama zaštite kako bi se spriječilo njihovo oštećenje ili uništenje. Kriterij zaštite neće se primjenjivati jer navedeni radovi neće bitno promijeniti izvorni arhitektonski oblik objekta.

### 3.2. Varijantna rješenja obnove predmetne građevine

U planiranom obuhvatu obnove objekta razmatrat će se različite varijante rješenja opisane u nastavku rada. Varijante su detaljno nabrojene i opisane u smislu vrste građevinskih radova koje se preporučuje izvesti, kao i u smislu prostorne podjele zgrade. Osim navedenih varijanti, u radu su također predložene dodatne opcije.

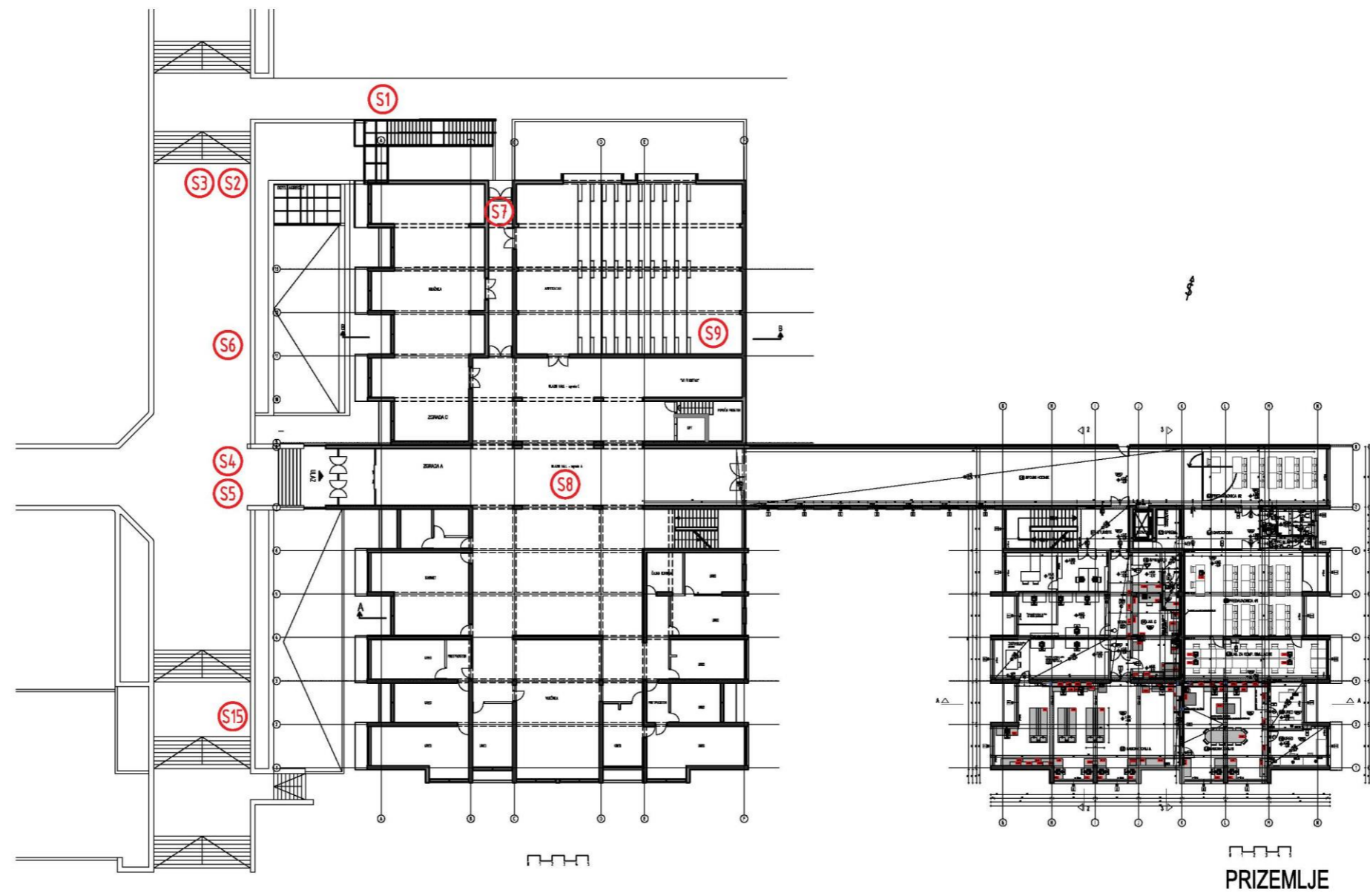
<b>S</b>	<b>Tip</b>	<b>Opis</b>	<b>Razina pozicije</b>	<b>Cijena (euro)</b>
S1	Rampa	Sanacija postojećeg kolnika i ugradnja rampe za svladavanje visinske razlike sa sjevernog parkirališta na pješačku stazu	Prizemlje	250
S2	Rampa	Ugradnja kose rampe kojom bi se svladala visinska razlika stubišta koje vode od sjevernog parkinga do glavnog ulaza fakulteta	Prizemlje	1200
S3	Koso podizna visinska platforma	Ugradnja koso podizne visinske platforme kojom bi se svladala visinska razlika stubišta koje vode od sjevernog parkinga do glavnog ulaza fakulteta	Prizemlje	2400

S4	Rampa	Ugradnja kose rampe kojom bi se svladala visinska razlika stubišta na glavnom ulazu u fakultet	Prizemlje	1500
S5	Koso podizna visinska platforma	Ugradnja koso podizne rampe kojom bi se svladala visinska razlika stubišta na glavnom ulazu u fakultet	Prizemlje	2400
S6	Taktilna traka	Postavljanje vanjske taktilne trake kojom bi se riješilo kretanje slijepih osoba od sjevernog parkinga do glavnog ulaza na fakultet	Prizemlje	1250
S7	Sporedni ulaz	Omogućavanje ulaza u zgradu fakulteta sa sjevernog pomoćnog ulaza tako da se koristi kod ili neka vrsta kartice	Prizemlje	800
S8	Taktilna traka	Postavljanje taktilne trake kojom bi se riješilo kretanje slijepih osoba od ulaznog prostora fakulteta do svih ureda na razini prizemlja	Prizemlje	2575
S9	Koso podizna visinska platforma	Ugradnja koso podizne rampe kojom bi se svladala visinska razlika u amfiteatru fakulteta	Prizemlje	4800

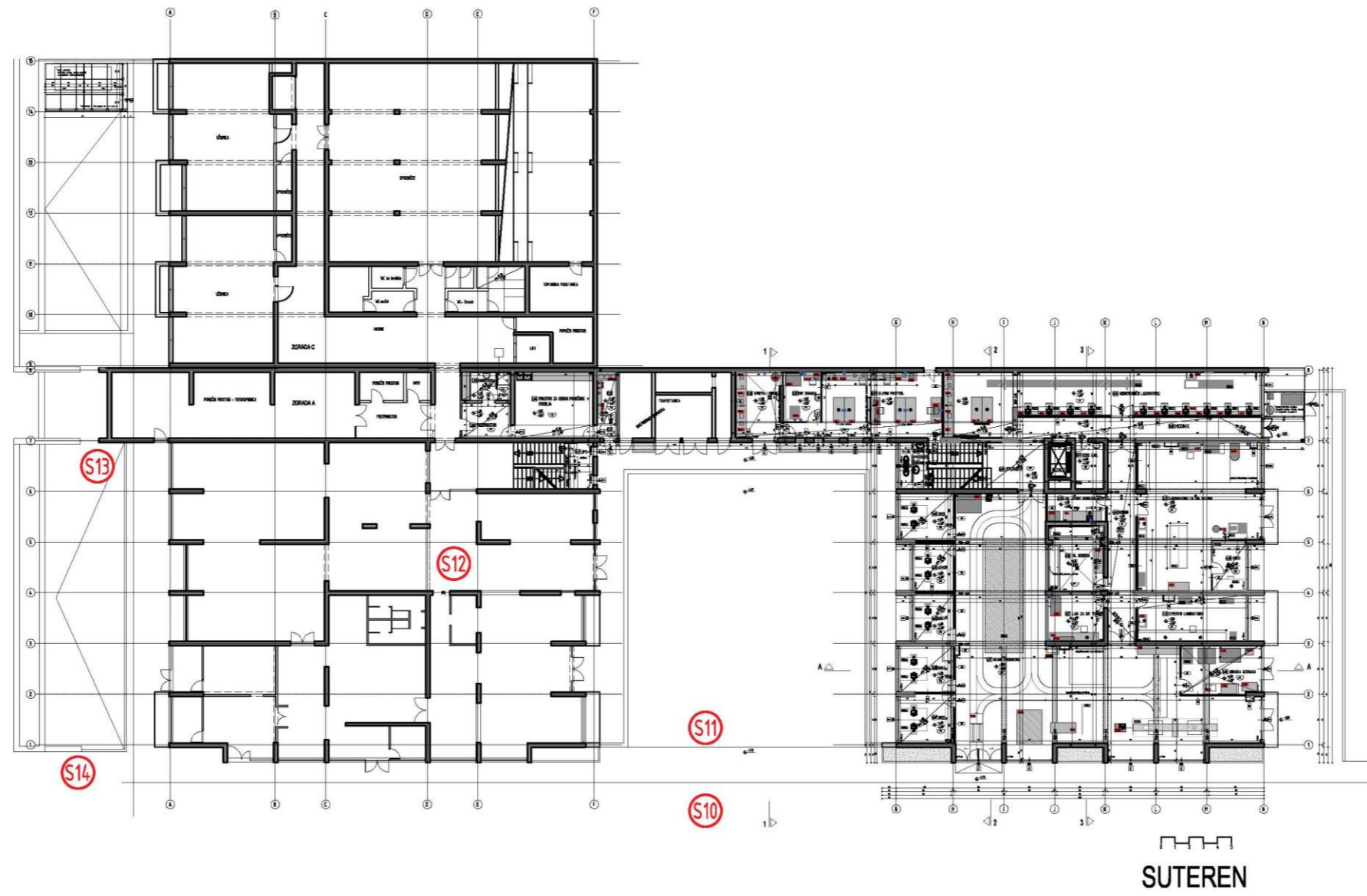
S10	Rampa	Sanacija postojećeg kolnika i ugradnja rampe za svladavanje visinske razlike sa južnog parkirališta na pješačku stazu	Suteran	250
S11	Rampa	Sanacija postojećeg kolnika i ugradnja rampe za svladavanje visinske razlike sa pješačke staze na dvorište u suteranu	Suteran	250
S12	Taktilna traka	Postavljanje taktilne trake kojom bi se riješilo kretanje slijepih osoba na razini suterana	Suteran	2400
S13	Vertikalno podizna rampa	Sanacija dijela zida ispred glavnog ulaza i ugradnja vertikalno podizne rampe koji povezuje razinu suterana i prizemlja	Suteran	4600
S14	Taktilna traka	Postavljanje vanjske taktilne trake kojom bi se riješilo kretanje slijepih osoba od južnog parkinga do glavnog ulaza na fakultet	Suteran	2250
S15	Koso podizna visinska platforma	Ugradnja koso podizne rampe kojom bi se svladala visinska razlika stubišta od južnog	Suteran	8200

		parkinga do glavnog ulaza na fakultet		
S16	Taktilna traka	Postavljanje taktilne trake kojom bi se riješilo kretanje slijepih osoba na razini svih katova A i C zgrade	1.kat,2.kat,3,kat	1575
S17	Koso podizna visinska platforma	Ugradnja kose rampe kojom bi se svladala visinska razlika stubišta do izlaza za izvanredne okolnosti u zgradi C	1.kat	1500
S18	Taktilna traka	Postavljanje taktilne trake kojom bi se riješilo kretanje slijepih osoba na razini svih katova B zgrade	1.kat,2.kat,3,kat,4.kat	2200

Tablica 2.- Varijante rješenja

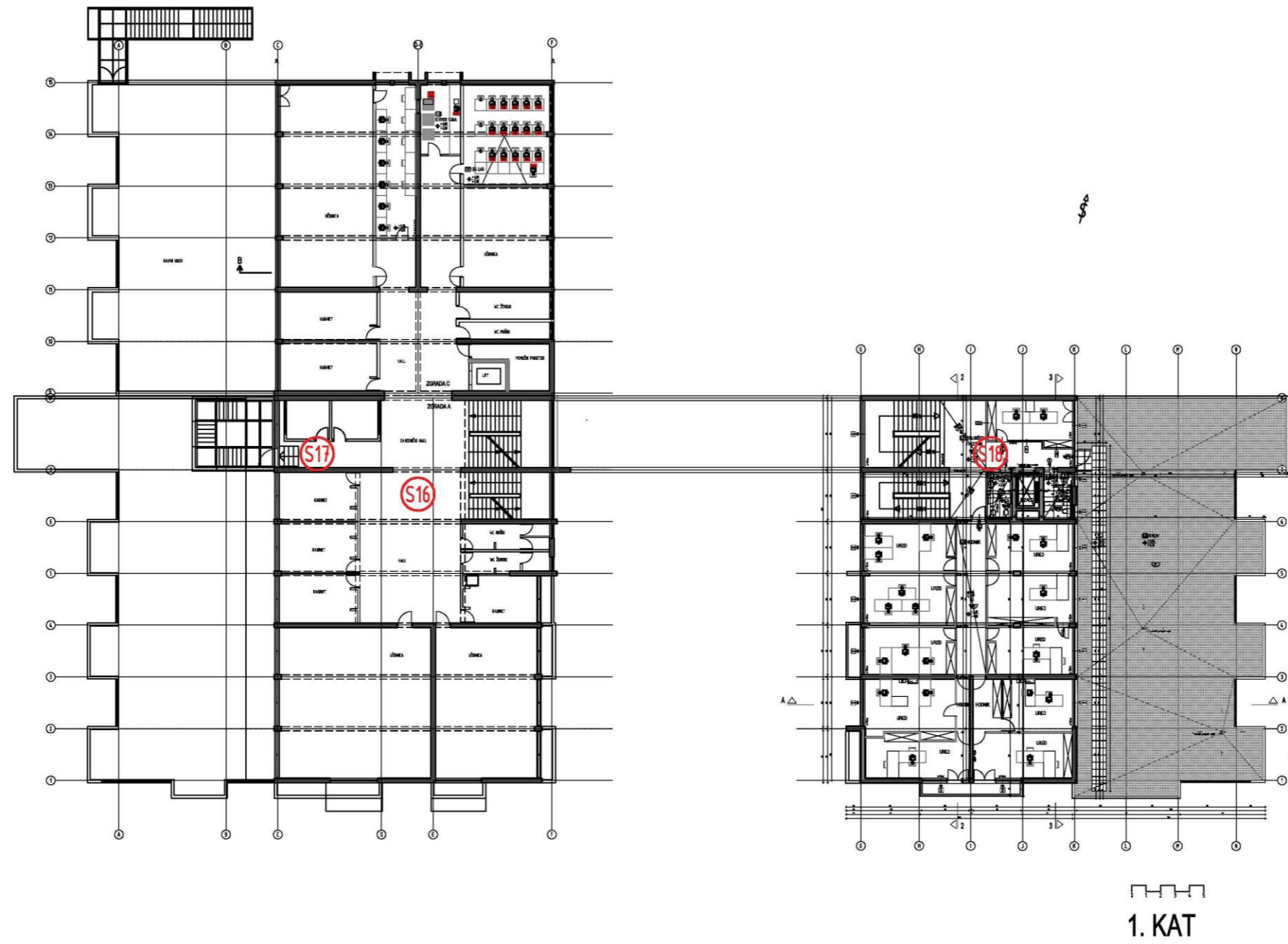


Slika 21.- varijantna rješenja u prizemlju



Slika 22.- varijantna rješenja u suterenu





Slika 23.- varijantna rješenja na 1.katu (ista varijantna rješenja su na ostalim katovima)

## 4. USPOREDBA VARIJANTNIH RJEŠENJA I IZBOR KOMPROMISNOG RJEŠENJA

### 4.1. Opis metode i oznake varijantnih rješenja

Definiranje opsega i vrste rekonstrukcije dijela građevine društvene namjene započinje postupkom primjene višekriterijalne analize pomoću metode PROMETHEE. Prvi korak je definiranje kriterija koji karakteriziraju problem u cjelovitosti. Bitno je razviti hijerarhijsku strukturu ciljeva i detaljno je razgraditi na razinu koja zadovoljava kao kriterij za vrednovanje svih alternativnih rješenja. Svaki kriterij dobiva težinski koeficijent koji reflektira njegovu važnost prema sudionicima u procesu izvedbe i eksploatacije projekta.

Nakon definiranja problema, ciljeva i kriterija, slijedi identifikacija svih mogućih alternativnih rješenja. Svaka varijanta se detaljno analizira i vrednuje prema prethodno definiranim kriterijima. Nakon evaluacije varijantnih rješenja i određivanja težina kriterija, provodi se njihovo uspoređivanje primjenom metode višekriterijalne analize.

Za svaki kriterij se utvrđuje oblik funkcije preferencije koja omogućava rangiranje jednog alternativnog rješenja u odnosu na drugo, uz definiranje da li se radi o minimizaciji ili maksimizaciji po tom kriteriju.

Primjenom metode PROMETHEE kao rezultat se dobiva rang lista svih varijantnih rješenja. Takav format rezultata pruža jasniji uvid i osigurava temelj za donošenje odluka o izboru optimalnog rješenja. Ovaj proces odlučivanja omogućava integraciju znanja svih relevantnih sudionika kroz različite faze odabira najboljeg kompromisnog rješenja, osiguravajući njihovo adekvatno uključivanje u proces odlučivanja.

Radi lakšeg vođenja i unos podataka za rangiranje, u nastavku će se tablično prikazati sve prethodno definirane vrijednosti povezane s troškovima, vremenom trajanja i kompleksnošću izvođenja radova. Ova matrica odluke sadrži varijantna rješenja u redovima i kriterije u stupcima, a svako sjecište reda i stupca prikazuje ocjenu svakog varijantnog rješenja po pojedinom kriteriju.

U tablici, kriteriji K1 i K3 imaju numeričke vrijednosti, dok su K2 i K4 ocijenjeni na skali

od 1 do 10. Kriterij K1 (vremensko trajanje radova) označava procijenjeno trajanje u radnim danima, K2 (složenost građevinskih radova) ocjenjuje se na skali od 1 do 10, K3 (troškovi sanacije i instalacije) predstavljaju financijski aspekt zahvata, dok K4 (korisnost izvedenih radova) mjeri korisnost prema skali od 1 do 10.

<b>S</b>	<b>K1(dani)</b>	<b>K2(0-10)</b>	<b>K3(euro)</b>	<b>K4(0-10)</b>
S1	1	3	250	8
S2	3	7	1200	6
S3	3	9	2400	6
S4	4	8	1500	7
S5	2	9	2400	9
S6	2	4	1250	9
S7	1	8	800	9
S8	2	5	2575	8
S9	4	3	4800	9
S10	1	3	250	8

S11	1	3	250	8
S12	2	5	2400	9
S13	5	10	4600	4
S14	2	8	2250	8
S15	1	5	8200	6
S16	2	5	1575	9
S17	3	8	1500	6
S18	2	5	2200	9

Tablica 3. Definirane vrijednosti brojčanih podataka varijantnih rješenja

#### 4.2. Scenariji

- **Ekonomski scenarij** - Kao što samo ime implicira, troškovi se uzimaju u obzir kao najvažniji kriterij, s većom težinom u odnosu na ostale.– Sc1
- **Socijalni scenarij** – U obzir se uzima komponenta zadovoljstva korisnika i funkcionalnosti prostora kao kriterij s većim naglaskom, temeljem autorovog iskustva i poznavanja prostora na fakultetu.– Sc2
- **Konzervatorski scenarij** – Veću težinu pridaje kriterijima koji zadovoljavaju konzervatorske zahtjeve.– Sc3

- **Građevinski scenarij** – Prednost se daje tehničkim kriterijima koji su važniji od ostalih s inženjerskog stajališta gledano.– Sc4

#### 4.3. Težine kriterija

Težine pridijeljene pojedinim kriterijima ovise o perspektivi ili scenariju s kojeg se promatra problem sanacije. Svaki kriterij ima definiranu važnost, ocijenjenu na skali od 1 do 10, što odražava njegovu relativnu važnost u procesu odlučivanja. Na temelju tih težina, provedena je metoda PROMETHEE kako bi se odredilo optimalno rješenje za sanaciju građevine. Težine kriterija proizlaze iz iskustvenih pretpostavki temeljenih na poznavanju fakulteta..

KRITERIJ	SCENARIJI				
	SC1	SC2	SC3	SC4	KOMPROMISNI SC
K1	7	9	8	7	7,8
K2	8	9	7	6	7,5
K3	9	8	8	8	8,3
K4	6	10	6	9	7,8

Tablica 4. Težine kriterija u ovisnosti o pojedinom scenariju

KRITERIJ	SCENARIJI					min/ max	funkcija preferencije
	SC1	SC2	SC3	SC4	KOMPROMISNI SC		
K1	23,1	20,6	22,2	17,9	20,9	min	v-shape
K2	26,9	26,5	25,9	21,4	25,2	min	v-shape
K3	30,8	23,5	29,6	28,6	28,1	max	v-shape
K4	19,2	29,4	22,2	32,1	25,8	max	v-shape

Tablica 5. Tablica težina kriterija

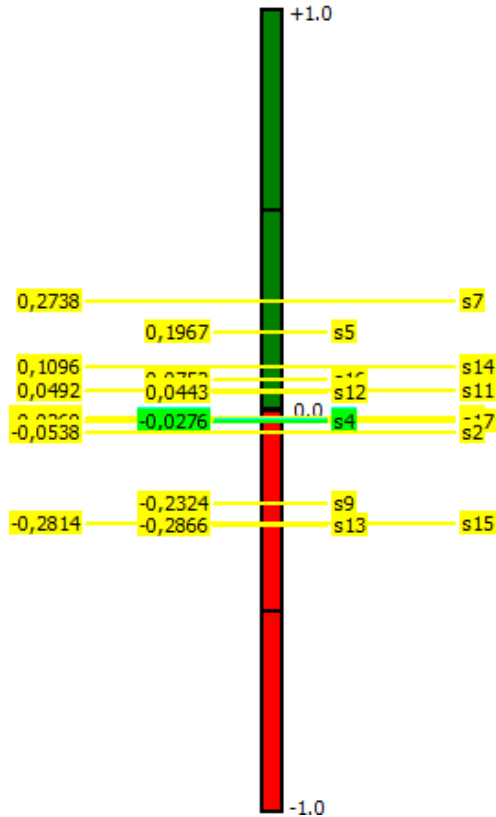
Tablica 5. predstavlja uniformiranu tablicu težina kriterija koja uključuje i kompromisni scenarij kao aritmetičku sredinu pojedinačnih scenarija. Dodana su dva dodatna stupca s desne strane koji označavaju tip problema (minimum ili maksimum) te odabranu funkciju preferencije za svaki kriterij. Za sve kriterije je odabrana V-oblika funkcija preferencije. Uočavamo da su kriteriji K1 i K2 definirani kao problemi minimuma, dok su kriteriji K3 i K4 problemi maksimuma.

#### 4.4. Rezultati

<b>Preferences</b>					
Min/Max	min	max	min	max	
Weight	20,90	25,20	28,10	25,80	
Preference Fn.	V-shape	V-shape	V-shape	V-shape	
Thresholds	absolute	absolute	absolute	absolute	
- Q: Indifference	n/a	n/a	n/a	n/a	
- P: Preference	4,00	7	€ 7.950,00	5,00	
- S: Gaussian	n/a	n/a	n/a	n/a	
<b>Statistics</b>					
Minimum	1,00	3	€ 250,00	4,00	
Maximum	5,00	10	€ 8.200,00	9,00	
Average	2,28	6	€ 2.244,44	7,67	
Standard Dev.	1,15	2	€ 1.905,96	1,45	
<b>Evaluations</b>					
s1		1,00	3	€ 250,00	8,00
s2		3,00	7	€ 1.200,00	6,00
s3		3,00	9	€ 2.400,00	6,00
s4		4,00	8	€ 1.500,00	7,00
s5		2,00	9	€ 2.400,00	9,00
s6		2,00	4	€ 1.250,00	9,00
s7		1,00	8	€ 800,00	9,00
s8		2,00	5	€ 2.575,00	8,00
s9		4,00	3	€ 4.800,00	9,00
s10		1,00	3	€ 250,00	8,00
s11		1,00	3	€ 250,00	8,00
s12		2,00	5	€ 2.400,00	9,00
s13		5,00	10	€ 4.600,00	4,00
s14		2,00	8	€ 2.250,00	8,00
s15		1,00	5	€ 8.200,00	6,00
s16		2,00	5	€ 1.575,00	9,00
s17		3,00	8	€ 1.500,00	6,00
s18		2,00	5	€ 2.200,00	9,00

Slika 24. -programsko sučelje za unos podataka - Visual PROMETHEE Academic

Prethodni prikaz prikazuje ulazne podatke i sučelje programske podrške Visual PROMETHEE Academic, koja je korištena za usporedbu različitih varijantnih rješenja metodom PROMETHEE. Nakon što su uneseni broj kriterija i varijantnih rješenja, u vrhu sučelja unose se podaci o kriterijima kao što su naziv, tip problema (min ili max), oblik funkcije preferencije te težine kriterija. U donjem dijelu sučelja unose se vrijednosti ocjena svih varijantnih rješenja po svim kriterijima, kako je prikazano u prethodnoj Tablici 4.



Slika 25. Grafički prikaz ukupnog rangiranja metodom PROMETHEE II

Na slici 25. prikazano je rangiranje 18 varijantnih rješenja. Primjetno je izdvajanje dva najlošija rješenja: S13 – Sanacija dijela zida ispred glavnog ulaza i ugradnja vertikalno podizne rampe koja povezuje razinu suterena i prizemlja, te S15 – Ugradnja koso podizne rampe za svladavanje visinske razlike stubišta od južnog parkinga do glavnog ulaza na fakultet. Ta dva rješenja definitivno neće biti uzeta u obzir.

Investitoru se predlaže razmotriti prvoplasirana rješenja koja se mogu financijski realizirati. Prema slici, rješenja su podijeljena u dvije glavne skupine. Prva skupina obuhvaća gusto posložena rješenja s većinom pozitivnih tokova Phi funkcije. Druga skupina, manje gusto posložena, sadrži rješenja s negativnim tokom Phi funkcije. Stoga se također ne preporučuje investitoru odabir rješenja iz ove druge skupine. Negativna vrijednost Phi funkcije ukazuje da su ta rješenja u cjelini lošija u usporedbi s onima čije su vrijednosti toka Phi funkcije pozitivne.



RANG	VARIJANTNO RJEŠENJE	Phi
1	s7	0,2738
2	s5	0,1967
3	s14	0,1096
4	s16	0,0752
5	s18	0,0518
6	s6	0,0492
7	s1	0,0492
8	s10	0,0492
9	s11	0,0492
10	s12	0,0443
11	s8	-0,0169
12	s3	-0,0225
13	s17	-0,0269
14	s4	-0,0276
15	s2	-0,0538
16	s9	-0,2324
17	s15	-0,2814
18	s13	-0,2866

Tablica 6. Numerički iskaz ukupnog rangiranja metodom PROMETHEE II

Iz prethodne tablice jasno je da je najbolje rangirano varijantno rješenje S7 – Omogućavanje ulaza u zgradu fakulteta sa sjevernog pomoćnog ulaza koristeći kod ili karticu. Slijede ga S5 – Ugradnja koso podizne rampe za svladavanje visinske razlike stubišta na glavnom ulazu, S14 – Postavljanje vanjske taktilne trake za kretanje slijepih osoba od južnog parkinga do glavnog ulaza, S16 – Postavljanje taktilne trake za kretanje slijepih osoba na razini svih katova A i C zgrade, S18 – Postavljanje taktilne trake za kretanje slijepih osoba na razini svih katova B

---

zgrade te S6 – Postavljanje vanjske taktilne trake za kretanje slijepih osoba od sjevernog parkinga do glavnog ulaza.

Ovi rezultati su značajni jer pružaju smjernice za ulaganje u stvaranje prostora koji je jednako pristupačan za sve sudionike na fakultetu. Odabirom bilo kojeg od prvoplasiranih varijantnih rješenja, ili njihove kombinacije unutar raspoloživih sredstava, postići će se najveći učinak uz uzimanje u obzir stavova svih dionika. Nakon implementacije odabranih rješenja, preporučuje se ponovno rangiranje prije donošenja odluka o daljnjim varijantnim rješenjima za sanaciju. Ovo je važno zbog mogućih promjena u međusobnim odnosima rješenja nakon implementacije, kao i eventualnih promjena potreba korisnika ili propadanja prostora. Također, ova faza omogućuje uključivanje novih ili promijenjenih stavova dionika koji su se mogli razviti tijekom procesa.

## 5. ZAKLJUČAK

Ovaj rad pruža sveobuhvatan uvid u problem planiranja adaptacije s obzirom na sve relevantne aspekte. Korištenjem višekriterijske metode PROMETHEE postignuto je rješenje koje uzima u obzir kompromisni stav svih sudionika. Ova metodologija je primjenjiva i može poslužiti kao korisna smjernica u području građevinarstva za upravljanje sustavima.

Investitoru su preporučeni određeni radovi i njihov redoslijed izvođenja kako bi se što prije postiglo okruženje bez fizičkih barijera. To uključuje radove S7, S5, S14 i S16. Analizom zgrade Fakulteta građevine, arhitekture i geodezije u Splitu pružena je relevantna podloga za donositelje odluka, investitore, s ciljem obnove prostora bez fizičkih prepreka.

Tijekom izrade ovog diplomskog rada uočena je mogućnost unapređenja provedbe sličnih projekata primjenom predložene metodologije. Ovaj pristup omogućava uključivanje svih zainteresiranih strana u planiranje i uzimanje njihovih stavova u obzir na vrijeme, s ciljem izbjegavanja kasnijih prigovora i želja.

Otvorenim pristupom također se omogućava planerima u građevinarstvu i investitorima bolje razumijevanje problema te stvaranje kvalitetnije podloge za donošenje odluka. Transparentnost postupka planiranja također je od velike važnosti za sve korisnike prostora fakulteta.

Buduća istraživanja mogla bi se usmjeriti na uvođenje upravljačkih odluka kao što su godišnji budžeti i funkcijske povezanosti predloženih rješenja, što se može ostvariti primjenom cjelobrojnog linearnog programiranja u kombinaciji s funkcijom cilja razvijenom u ovom diplomskom radu.

---

## 6. LITERATURA

- [1] [https://www.researchgate.net/publication/324820036\\_Achieving\\_a\\_Construction\\_Barrier-Free\\_Environment\\_Decision\\_Support\\_to\\_Policy\\_Selection](https://www.researchgate.net/publication/324820036_Achieving_a_Construction_Barrier-Free_Environment_Decision_Support_to_Policy_Selection)
- [2] [file:///C:/Users/Vlado/Downloads/CELEX\\_32019L0882\\_HR\\_TXT.pdf](file:///C:/Users/Vlado/Downloads/CELEX_32019L0882_HR_TXT.pdf)
- [3] [https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023\\_02\\_12\\_237.html](https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2023_02_12_237.html)
- [4] Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.
- [5] Dr.sc. Nenad Mladineo: „Podrška izvođenju i odlučivanju u graditeljstvu“, skripta za internu upotrebu, Građevinsko-arhitektonski fakultet u Splitu, 2004.
- [6] Brans, J.P., Vincke, Ph.: Preference Ranking Organisation Method for Enrichment Evaluations (The PROMETHEE Method for Multi-criteria decision-Making), Centrum voor Statistiek en Operatief Onderzoek, 1984.
- [7] Brans, J.P., Mareschal, B., Vincke, Ph.: PROMETHEE. A new family of outranking methods in MCDM, IFORS 84, North Holland, 1984.
- [8] Brans, J.P., Vincke, Ph.: Preference ranking organisation method. The PROMETHEE method for MCDM, Management Science, 1985.

## 6.1. Popis slika

Slika 1. – rampa

Slika 2. – stubište

Slika 3. - dizalo

Slika 4. – vertikalno podizna rampa

Slika 5. – koso podizna rampa

Slika 6.-ulazni prostor

Slika 7.-komunikacije

Slika 8.-wc

Slika 9.-učionica

Slika 10.-kavana i restoran

Slika 11.-kvaka

Slika 12.-šalter

Slika 13.-parking

Slika 14.- grafički prikaz funkcije preferencije

Slika 15.-graf funkcije preferencije za običan kriterij

Slika 16.- graf funkcije preferencije za kvazi kriterij

Slika 17.- graf funkcije preferencije za kriterij s linearnom preferencijom

Slika 18. Graf funkcije preferencije za kriterij razina

Slika 19.- graf funkcije preferencije s linearnom preferencijom i područjem indiferencije

Slika 20.- graf funkcije preferencije za Gaussov kriterij

Slika 21.- varijantna rješenja u prizemlju

Slika 22.- varijantna rješenja u suterenu

Slika 23.- varijantna rješenja na 1.katu (ista varijantna rješenja su na ostalim katovima)

Slika 24. -programsko sučelje za unos podataka - Visual PROMETHEE Academic

Slika 25. Grafički prikaz ukupnog rangiranja metodom PROMETHEE II

**6.2. Popis tablica**

Tablica 1. -funkcije preferencije

Tablica 2.- Varijante rješenja

Tablica 3. Definirane vrijednosti brožanih podataka varijantnih rješenja

Tablica 4. Težine kriterija u ovisnosti o pojedinom scenariju

Tablica 5. Tablica težina kriterija

Tablica 6. Numerički iskaz ukupnog rangiranja metodom PROMETHEE II