

IDEJNI PROJEKAT „BENEATH“ - STANOVANJE ISPOD POVRŠINE ZEMLJE**CONCEPTUAL PROJECT “BENEATH” – UNDERGROUND LIVING**

Anastasija Šušak, *Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad*

Oblast – ARHITEKTURA

Kratak sadržaj – Idejni projekat „Beneath“ bavi se rešavanjem problema stanovanja u ekstremnim uslovima, odnosno, područjima stalnih zemljotresa, postavljanjem ove funkcije ispod nivoa zemlje. Preispituje način života u ovakvim uslovima i nastoji da zadovolji osnovne potrebe čoveka. Predstavlja stambenu zajednicu koja se kombinuje sa dodatnim sadržajima, čime se dobija nezavisna struktura.

Ključne reči: Stanovanje ispod zemlje, podzemna arhitektura, anatomija zemljotresa

Abstract – Conceptual project "Beneath" deals with problems of living in extreme conditions - areas of constant earthquakes, by placing this type of structure below the ground level. It studies the way of living in these conditions and tends to satisfy the primary needs of human beings. It represents a residential community, which is combined with additional facilities that give this building an independent structure.

Keywords: Underground living, subterranean architecture, anatomy of an earthquake

1. UVOD**1.1 Predmet istraživanja**

Predmet istraživanja ovog rada je razmatranje mogućnosti svakodnevnog načina života ispod nivoa zemlje u područjima stalnih zemljotresa. Podzemni objekti imaju veću otpornost na delovanje zemljotresa u odnosu na objekte iznad nivoa zemlje. Kako ovakav tip objekta zadovoljava i uslove očuvanja prirode i efikasno rukovodi prirodnim resursima, preispituje se kvalitet života u ovakvim uslovima i nastoji da se zadovolje osnovne potrebe čoveka. Projekat je namenjen za zonu najizrazitijih zemljotresa, gde ova prirodna katastrofa uništava arhitekturu i normalno funkcionisanje.

1.2. Cilj istraživanja

Formiranje stambene zajednice u kojoj je čovek zaštićen od prirodnih nepogoda i katastrofa je jedan od glavnih ciljeva ovog projekta. Istraživanje mogućnosti odvijanja života u ovim uslovima ima za cilj da na najefikasniji način iskoristi prednosti ove vrste objekta, a s druge strane, da razmotri u kojoj meri mane utiču na funkcionisanje prostora i odgovarajućim rešenjem, svedu na minimalan problem. Takođe, od velikog je značaja da se stvore što sličniji uslovi životu iznad nivoa zemlje.

NAPOMENA:

Ovaj rad proistekao je iz master rada čiji mentor je bio dr Dejan Ecet.

2. PODZEMNA ARHITEKTURA**2.1 Konstrukcija podzemnih objekata**

Projektovanje objekata ispod zemlje je kompleksan proces prilikom kog je neophodno imati podatke o: terenu, postojećim nadzemnim i podzemnim objektima, klimatskim uslovima i rezultatima inženjersko-geoloških istraživanja [1]. Isto tako, bitno je da se u obzir uzme i dodatno opterećenje koje izaziva sloj zemlje postavljen na konstrukciju. Beton, kao materijal koji je postojan na vlagu, predstavlja jedan od najboljih opcija materijalizacije prilikom gradnje podzemnih konstrukcija. Većina podzemnih objekata je i izgrađena od armiranog betona i ima adekvatne dodatne zaštitne slojeve.

Na osnovu istraživanja novoizgrađene podzemne arhitekture u Japanu između 1999. i 2003. godine [2], formirano je 6 kategorija konstruktivnih metoda ovih prostora uz pomoć postojećih 28 primera, a to su:

1. zakopavanje (burying) – potpuno zatrpana konstrukcija
2. kopaње (digging) – smeštanje objekta u iskopanu rupu
3. podrum objekta (building basements) – deo objekta
4. planinski vrh (mountain peak) – prati konturu planine
5. terensko zakopavanje (field burying) – u odnosu na teren
6. kosa pećina (slant cave) – u zemljištu pod nagibom

2.2. Energetska efikasnost podzemnih konstrukcija

Jedna od najvećih prednosti podzemnih objekata jeste što obezbeđuju manju potrošnju energije zbog posedovanja prirodne izolacije. Ovakvi prostori su zaštićeni od spoljašnje temperature i radijacije i samim tim je potrošnja energije za zagrevanje prostora znatno manja u odnosu na standardan oblik gradnje. Procenjuje se da ovi objekti štede oko 80% troškova energije zahvaljujući geotermalnoj masi kojom su okruženi i razmeni toplote. Podzemni objekti nastoje da leti ostanu hladni, a zimi topli.

2.3. Strujanje vazduha u prostorima ispod zemlje

Velika brzina strujanja vazduha kroz prostor nije poželjna. Potrebno je da postoji određena ravnoteža između dinamičkih sila ulaznog vazduha i sila uzgona u prostoriji. Razlikujemo dve vrste strujanja vazduha [3]:

1. Strujanje kod ubacivanja sa potiskivanjem
2. Strujanje kod mlaznog ubacivanja

Zbog ravnomernije raspodele temperature u prostoru, prednost se većinom daje mlaznom ubacivanju.

Prema mestu dovođenja vazduha, razlikujemo 4 slučaja otvora: na tavanici, u zidu, na podu i u sredini prostorije. Takođe, ubacivanje vazduha u prostor se razlikuje na osnovu uglova uvođenja vazduha u odnosu na izlaznu ravan.

2.4. Glavni problemi projektovanja ispod zemlje

Neki od glavnih problema prilikom projektovanja podzemnih objekata su nemogućnost prepoznavanja, negativni psihološki efekti, nedostatak prirodnog osvetljenja i negativan uticaj na zdravlje čoveka [4]. Postoje različiti pristupi prilikom rešavanja ovakvih problema.

Definisanje spoljašnjeg izgleda podzemnih objekata nije uvek nužno, jer zavise od koncepta projekta. Jedan od značajnih faktora u formiranju ovih struktura i definisanju oblika jeste projektovanje ulaza, čime se rešava problem. Osvetljenje i ventilaciju prostora je moguće rešiti dobrim razmatranjem terena i pomoćnim sredstvima koji poboljšavaju uslove.

3. STANOVANJE ISPOD ZEMLJE

3.1 Kratak istorijat

Život ispod zemlje se javlja u najranijim vremenima ljudske istorije, kroz mnoge istorijske etape i na raznim mestima. Iz raznih razloga su se ljudi okretali ovakvom načinu života, obično radi zaštite od neprijatelja i visokih ili niskih temperatura nekih područja.

Jedan od primera drevnih podzemnih prostora za život jeste Derinkuyu u Kapadokiji, oblasti u centralnoj Turskoj. Stambene zgrade su bile klesane u mekim stenama, sa nekoliko spratova, formirajući stenske kule. Stanovnici su ih izgradili kako bi se zaštitili od vremena i rata, gde su provodili po nekoliko nedelja ispod zemlje.

Kroz istoriju je bila česta pojava života u katakombama i pećinama na mestima gde je bilo moguće lako kopanje. Danas, čovek se sve više okreće projektovanju koje obezbeđuje energetska efikasnost, a jedno od takvih rešenja jesu i objekti ispod zemlje

3.2. Tipologija podzemne kuće

Oblik i konstrukcija podzemnih kuća zavisi od projektnog zadatka i idejnog rešenja koje iznosi projektant. Na osnovu načina ukopavanja objekata, razlikujemo:

1. Konstruisane pećine – formiranje horizontalnih tunela
2. Iskopati i pokriti – montažni objekti koji se postavljaju u iskopan prostor
3. Nasip – zatrpavanje kuće na ravnom terenu s tim da se ostavi otvoren zid ili krov kako bi se obezbedila prirodna svetlost
4. Elevacija – izgradnja unutar brda gde jedna strana kuće ostaje otvorena
5. Atrijum – stambeni objekat u potpunosti ispod zemlje, gde se formira dvorište oko kog su postavljene prostorije i koje omogućava dovod prirodnog svetla

3.3. Prednosti i mane života ispod zemlje

Život ispod zemlje nudi razne prednosti u odnosu na standardne objekte iznad nivoa zemlje. S druge strane, postoje negativne karakteristike ovakvog načina života koje mogu da utiču na zdravlje i svakodnevni život čoveka.

Jedna od najznačajnijih prednosti ovih konstrukcija jeste energetska efikasnost. Uz kombinaciju sa solarnim sistemom, moguće je svesti troškove energije, za potrebe zagrevanja i hlađenja, na nulu.

Podzemne kuće su obično manjih dimenzija i time ne zahtevaju velike količine materijala. Obezbeđuju osećaj privatnosti i sigurnosti. Prilikom ekstremnih vremenskih i društvenih uslova omogućavaju bezbedno okruženje za život.

Neprovetrenost predstavlja jedan od najvećih problema, kako su otvori na ovim objektima manjih dimenzija ili ne postoje, pa je time delovanje i kretanje vazduha kroz prostorije otežano. Takođe, postoji opasnost od prodora podzemnih voda u prostor i povećana je vlažnost vazduha. Osvetljenost prostora je dosta ograničena, s obzirom na postojanje samo jedne ili dve osvetljene fasade.

4. IDEJNI PROJEKAT „BENEATH“

4.1 Kontekst

Izabrana lokacija je vatreni pojas Pacifika, predeo u obliku potkovice koji okružuje Tihi okean. Predstavlja širok obuhvat u kom se javljaju različite vremenske i klimatske zone, različite kulture naroda i različiti uslovi zemljišta. Glavni cilj projekta jeste da, bez obzira na karakteristike lokacije, integriše novoprojektovani objekat u datu celinu, uklapajući se u sredinu i ne narušavajući postojeće stanje. Ovim rečeno, idejni projekat se može naći u okviru: urbane celine, u sklopu prirodnog okruženja bez izgrađenih površina, u predelima visokih temperatura, kao i niskih itd.

Zaključuje se da lokacija, odnosno, kontekst ne utiče na formu objekta niti njeno funkcionisanje. Ovakva struktura je univerzalna za sve prostore vatrene pojasa Pacifika, gde je njena glavna funkcija da stvori bezbedan prostor u slučaju pojave zemljotresa.

4.2. Koncept

Polazi se od problema prouzrokovanog lokacijom ovog projekta. Takođe, odabrana struktura, po pitanju stanovanja, donosi sa sobom dodatne probleme.

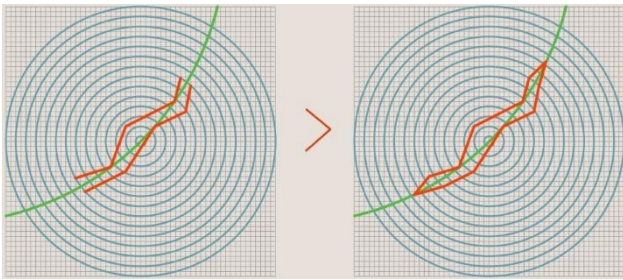
Glavna ideja za rešavanje ovih problema jeste da se formira stambena zajednica u vidu stambenog bloka sa svim dodatnim sadržajima koji su potrebni za svakodnevni život čoveka. Forma bloka nije standardna, jer je ograđena zemljanom masom sa svih strana. Ovim se formira slobodan prostor u vidu atrijuma koji obezbeđuje osvetljenje i ventilaciju. Formiranje otvora na fasadi se što više dovodi u sličnost sa otvorima na objektima iznad zemlje, kako bi se obezbedila dovoljna količina prirodne svetlosti i provetranja prostora.

Jedna od početnih ideja, prilikom razmatranja rešenja, je bila „nevidljivost“ objekta na površini zemlje. Išlo se ka tome da struktura bude u potpunosti ispod nivoa zemlje, gde će jedina naznaka objekta biti komunikacija pri ulasku u objekat.

4.3. Dobijanje forme

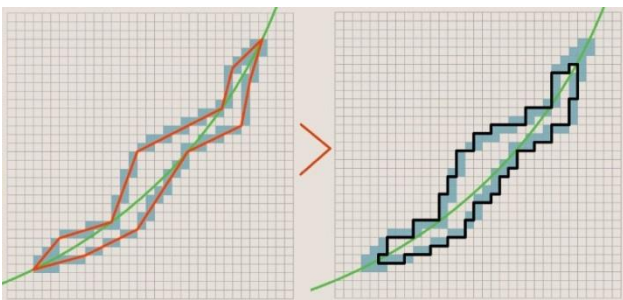
Kao inspiracija za dobijanje forme služila je anatomija zemljotresa, odnosno, proces formiranja pukotina u dubini tla. Kako su ove pojave nepredvidive i neodređene po pitanju oblika, cilj je bio dobiti oblik koji asocira na ovu prirodnu katastrofu. Polazi se od dijagrama delovanja zemljotresa sa njegovim osnovnim elementima.

Zelena linija (greška) se postavlja proizvoljno kroz centar (fokus) koncentričnih kružnica koje predstavljaju seizmičke talase delovanja zemljotresa. Kako se prilikom pomeranja tektonskih ploča javljaju pukotine na Zemljinoj kori, iscrtavaju se proizvoljno prave izlomljene linije sa asocijativom na pukotine, što je prikazano na slici 1. Linije ne prelaze granicu zelene linije, kako bi se obezbedilo odgovarajuće rastojanje između njih. Pomoćni faktor prilikom određivanja linija jeste raster 5x5m.



Slika 1. Prikaz dobijanja forme – korak 1

Obeležavaju se polja na rasteru kroz koje prolazi kriva linija. Proizvoljnim praćenjem ivica obojenih polja, isctava se početni oblik prostora, što je prikazano na slici 2. Unutrašnjost ograničenog prostora predstavlja slobodan prostor, dok je prostor izvan linija namenjen za izgradnju objekta.



Slika 2. Prikaz dobijanja forme – korak 2

Dobijeni oblik je kontura poslednjeg sprata. Samim tim, dobijanje forme spratova se kreće naopačke. Na osnovu poslednjeg sprata se dobijaju konture ostalih nivoa.

4.4. Prostorna i programska organizacija

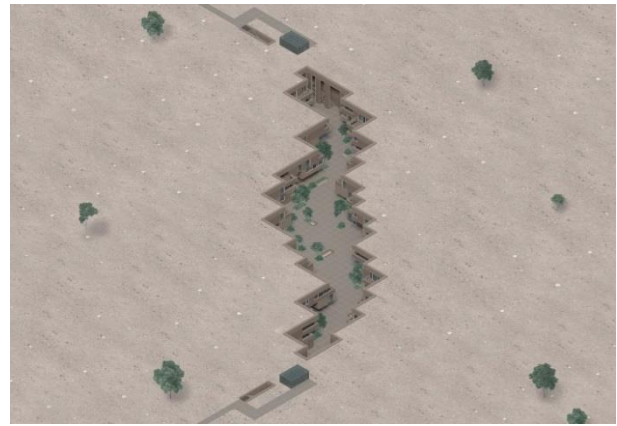
Pored stambenih jedinica, javlja se potreba za uvođenjem dodatnih sadržaja kako bi ova celina mogla samostalno da funkcioniše. Komunikacija se svodi na dva mesta na obodima konstrukcije i povezuje nivo iznad zemlje sa prizemljem. Tek se pristupom na prizemlje omogućava ulazak u prostore svih programa ove strukture. Programi javne namene se smeštaju na prizemlje, dok se stambeni prostori uglavnom raspoređuju iznad njega. U sklopu ove strukture, projektuje se i podzemna garaža na samo jednom nivou niže od površine zemlje.

4.5. Konstrukcija

Konstrukcija je izvedena uz pomoć armiranog betona. Formira se sistem podužnih nosećih zidova kroz ceo objekat koji su ojačani poprečnim zidovima za ukrućenje. Zidovi koji su u kontaktu sa zemljom na obodima objekta, predstavljaju potporne zidove. Oni su dodatno izolovani zbog mogućnosti prodora podzemnih voda i vlage.

4.6. Materijalizacija

Kao obloga fasade korišćene su fiber cementne ploče u dva pravca prostiranja brazda. Kako bi se obezbedio prividan izgled iskopa, ploče fasadne obloge su postavljane u različitim pravcima kroz različite nivoe zgrade. Ovakav način obrade fasade daje izgled sličan promeni slojeva zemlje, kako se strukture njenih slojeva razlikuju i što se vidi na slikama 3 i 4.



Slika 3. Prikaz izometrije objekta



Slika 4. Izometrijski prikaz segmenta prostora

5. ZAKLJUČAK

Idejni projekat „Beneath“ rešava mnoge probleme s kojima se susreću podzemne strukture i formira prostor sličan standardnim objektima. Cilj ovakvog načina razmišljanja jeste da podstakne razradu konstrukcija ispod zemlje, zbog njihovih brojnih prednosti, i smanji ili u potpunosti ukloni njihove nedostatke.

6. LITERATURA

- [1] Z.Tomanović, „*Tuneli i podzemne konstrukcije*“, skripte sa predavanja, Podgorica, 2015.
- [2] K. Okuyama, „*A Study for the Construction Method, Site Environment and it's Usage of Newly Built Underground Architecture in Japan*“, Japan, 2007.
- [3] K. Fitzner, „*Strujanje vazduha u prostorijama srednje visine sa različitim vrstama izlaznih otvora*“, Betzdorf, Nemačka, 2017.
- [4] R. Sterling, J. Carmody, „*Underground Space Design: A Guide to Subsurface Utilization and Design for People in Underground Spaces*“, New York, 1993.

Kratka biografija:



Anastasija Šušak rođena je u Novom Sadu 1999. godine. Diplomirala je 2022. godine na Departmanu za arhitekturu i urbanizam, na Fakultetu tehničkih nauka. Master rad na Fakultetu tehničkih nauka iz oblasti Arhitekture – Idejni projekat „Beneath“ – stanovanje ispod površine zemlje odbranila je 2023. godine. kontakt: susakanastasija@gmail.com