

Divna STANOVIĆ

Arhitektonski fakultet

divnastanovic@gmail.com

Mentor: prof. dr Slavica Stamatović Vučković

BIOMORFIZAM U ARHITEKTURI NAUTIČKOG TURIZMA REKONSTRUKCIJA LUKE *PORTO DI BARI* U BARIJU, ITALIJA

UDK 725.34(043.2)

Sažetak: Spontanost prirodnog pokreta u apstrakciji podstakla je formiranje pravca kontinualnosti i neograničenosti – biomorfizam. Sa svojom vitalnošću i prirodnim entitetom, biomorfizam predstavlja pravac koji inspiriše stvaranje prostora fluidnog karaktera prekidajući barijeru unutrašnjosti i spoljašnjosti. Arhitektura nadahnuta morfološkim aspektom prirode, koristi se u lekcijama bioloških procesa, u cilju ostvarivanja harmonije funkcije i forme. Biomorfizam predstavlja arhitekturu evolutivnog karaktera, a njen morfogeni segment dolazi do izražaja kroz mogućnost fleksibilnosti, samoorganizacije i razvoja. Paralelno organskoj paradigmi, odgovor na prirodu daje u okviru kontekstualne adaptabilnosti kao i integracije biološki prihvatljivih sistema u cilju postizanja odgovarajućeg ekološkog okruženja. Digitalizacija u arhitektonskom dizajnu, omogućila je ostvarivanje spontanosti forme i njenu prilagodljivost različitim okolnostima. Principi biomorfizma podstiču stvaranje arhitekture koja ima za cilj očuvanje životne sredine, ali i formiranje estetičnog prostora. Primjena ovih principa sprovedena je u oblasti arhitekture nautičkog turizma. Projekat predstavlja integraciju više disciplina uključujući saznanja iz oblasti: biologije, nautike i arhitekture. Analičko-teorijsko istraživanje posvećeno je, pored proučavanja biomorfizma, i domenu projektovanja i dizajna objekata nautičkog turizma, obuhvativši luke i putničke terminale. Primjena teorijskog saznanja planirana je kroz rekonstrukciju italijanske luke *Porto di Bari*, oslanjajući se na pomenute principe biomorfizma i njihovu implementaciju u oblasti arhitekture nautike. Cilj je revitalizovati postojeći prostor kroz novi kompleks „luka-terminal“, biološki i ekološki prihvatljiv, koji će prevazići probleme sa kojima se lučki prostor trenutno suočava i zadovoljiti predviđene kapacitete i zahtjeve ovog vida objekta, a pored toga obezbijediti mjesto efikasnosti i turističke atraktivnosti. Biomorfna luka predstavlja ekološku (zelenu) luku neophodnu cirkulisanju velikog broja ljudi i plovila ali i mjesto oživljavanja interakcije ljudi.

Ključne riječi: biomorfizam, digitalna arhitektura, fluidni dizajn, nautički turizam, luke-terminali

UVOD

Tema rada podrazumijeva istraživanje u oblasti biomorfologije fokusirajući se na izučavanje spoja bio-organskih i morfogenetičkih principa i njihovu primjenu u arhitektonskom dizajnu objekata nautičkog turizma sa fokusom na luke i putničke terminale. Biomorfizam svoje korijene ima u dalekoj prošlosti i razvija se paralelno sa ostalim pravcima iako u starijem periodu nije prepoznat kao zaseban arhitektonski stil.

On se oslanja na evolutivne i humanističke teorije uključujući i značajan uticaj teorije vitalizma Henrija Bergsona. Razvojem tehnologije doživljava preobražaj savremenog doba. Generisanje sinteze biološkog i morfogenog koncepta u sklopu softverskog/kompjuterskog arhitektonskog dizajna, omogućava stvaranje biološki kompatibilnih ishoda koji se ispoljavaju kroz formu i samoodrživi potencijal objekta.

Po uzoru na prirodu, ovakvi biosistemi se razvijaju, samoorganizuju i simuliraju rast, stvarajući biološku bazu koja se koristi u strukturalnoj fazi dizajna, istovremeno utičući na njenu funkcionalnu organizaciju. Akcenat je stavljen na sam proces evoluiranja forme koja je pod snažnim uticajem svog okruženja, prirode i čovjeka. Biološki aspekt diktira njegov organski karakter, konekciju sa prirodom i okruženjem i ispoljava se kroz arhitektonski genotip i fenotip. Sa druge strane, morfogeni udio biomorfizma naglašava značaj forme, njenog razvoja i adaptabilnog karaktera.

Kontinualna ekspanzija nautičkog turizma u poslednjim decenijama ima sve veći uticaj na životnu sredinu i čovjeka. U arhitektonskom domenu, objekti ovog tipa, pored krupnih projektantskih zahtjeva, imaju odgovornost prihvatanja velikog broja ljudi, obezbjeđujući neophodne sadržaje i interakciju sa prostorom. Značaj luka i terminala kao turističkih atrakcija primorskih gradova ukazuje na rast pomorske infrastrukturne mreže i sve veću potrebu za formiranjem neophodnog nautičkog kompleksa jednog grada. Problemi sa kojima se suočavaju objekti ovog tipa vezuju se za ekološka zagađenja, a morska voda u neposrednom okruženju trpi posljedice antropogenih pojava poput eutrofikacije i drugih, po biodiverzitet, štetnih procesa.

Implementacija principa biomorfizma posredstvom digitalne arhitekture i kompjuterskog dizajna, planirana je kroz rekonstrukciju turističkog dijela italijanske luke *Porto di Bari* u Bariju, u neposrednoj blizini Starog grada kao najvažnijeg segmenta grada. Dio istraživačkog segmenta rada realizovan je na fakultetu *Politecnico di Bari*, u Bariju, u Italiji. Boravak u Bariju omogućio je pristup neophodnim podacima iz arhive kao i obilazak lokacije na kojoj se intervniše – luke *Porto di Bari* uključujući putnički terminal *Crociere Darsena di Levante* na čijoj je lokaciji planirana rekonstrukcija obuhvaćena ovim projektom.

Sprovedeno analitičko i praktično istraživanje kroz integraciju tri značajne cjeline: biomorfologije, digitalnog dizajna i arhitekture nautičkog turizma, podrazumijeva primjenu multidisciplinarnog pristupa i omogućava sagledavanje i uočavanje korelacija i međuzavisnosti pomenutih disciplina sa krajnjim ciljem pronalazjenja inovativnog ishoda u domenu prevazilaženja postojećih projektantskih barijera.

Svaki od pomenutih segmenata zahtijevao je posebno istraživanje u sklopu kojeg se došlo do zabilježenih rezultata i saznanja.

Počevši od proučavanja biomorfizma, vraćajući se u istoriju arhitekture i umjetnosti, uočen je njen uticaj još u najranijem periodu stvaranja, kako zbog njenog morfogenog karaktera odraženog kroz fluidnost u formi, tako kasnije i njenog biološkog elementa. U istoriji njen dominantan uticaj osjeća se u djelima vodećih ličnosti *Art Nouveau*-a i ekspresionizma. Proučavanje u sklopu teme nautike i nautičkog turizma, fokusirano je na oblast u vezi sa planiranom intervencijom i rekonstrukcijom – luke i putničke terminale. Istraživanje pomenutog obuhvata, prije svega, simbiozu pravila projektovanja objekata ovog tipa i ujedno analizu problema sa kojima se ovi objekti suočavaju kada je reč o ekologiji, kompleksnoj infrastrukturi i samom zahtjevu prihvatanja velikih plovila i značajnog broja ljudi. Na osnovu analize funkcionalnog programa, predviđen objekat predstavljao bi nautički kompleks višeg nivoa „luka-terminal“ kao najkompatibilnije rješenje koje bi integrisalo neophodan sadržaj za putnike, lučku upravu i plovila, i ujedno ispunilo zahtjeve složenosti nautičkog turističkog prostora kao odraza grada.

Teorijski dio istraživanja obuhvata izučavanje principa biomorfologije, ujedno i proučavanje arhitektonskih zahtjeva nautičkih kompleksa sa idejom da se ove oblasti integrišu kako bi se ostvarila nova naučna saznanja i njihova primjena ostvarila na praktičnom nivou rekonstrukcije interventnog područja. Cilj je doći do saznanja koja će predstaviti način evoluiranja organskih, prirodom inspirisanih kompleksa u postojećim geomorfološkim uslovima, proučavajući procese formiranja biointegriranih sistema. Ovo je omogućeno istraživanjem kompjuterskog i generativnog dizajna koje predstavlja korišćenje maksimalnog potencijala tehnologije čija je svrha formiranje samoodrživih formi kao i razumijevanje i manipulacija fenotipom i genotipom u prirodi i arhitekturi. Ishod analitičko-teorijskog istraživanja ima za cilj definisanje principa biomorfologije koji se mogu primijeniti u arhitekturi nautičkog turizma, a ovim dati doprinos razvoju biomorfizma kao posebne arhitektonske discipline.

Sa druge strane, praktični dio istraživanja obuhvata upotrebu teorijskih saznanja kroz rekonstrukciju luke u Bariju. Kao jedna od najznačajnijih luka u regiji Pulja (Puglia) u Italiji, unapređenjem i rekonstruisanjem, imala bi veći ekonomski potencijal, kao i bolju konekciju pomorskih infrastrukturnih puteva. Rekonstrukcijom postojeće luke pomenutim principima, cilj je formirati novi kompleks kojim se omogućava samoodrživi sistem praćen regulisanim energetske resursima, kao i postizanje integracije biologije, arhitekture i čovjeka. Valorizovanjem pomenutog prostora, njegovim unapređenjem omogućio bi se i ekonomski, komercijalni i turistički razvoj nautičkog turizma.

Očekivani rezultati tiču se beneficija primjene principa biomorfizma koje omogućavaju stvaranje ekspresionističkog prostora sa fleksibilnim i adaptabilnim karakterom. Rezultat se takođe očekuje u domenu postizanja odgovarajućeg stepena ublažavanja hazarda klimatskih nepogoda u budućnosti i doprinos očuvanja ekološke sredine morskog područja. Projekat ima za cilj poboljšanje i ojačanje pomorskih veza juga Italije sa ostatkom svijeta, a samim tim i aktivaciju regije Pulja kao posebne turističke atrakcije kroz planirani kompleks, prateći prirodne biološke forme svog okruženja.

METODE

U toku istraživanja primijenjena je kombinacija naučnih metoda koje uključuju: osnovne, opšte i specijalne metode kao i softverske digitalne metode. Pored pomenutog, za potrebe realizacije projekta, a imajući u vidu njegov futuristički karakter, istraživanje je zahtijevalo i određen stepen eksperimentalnosti. Isto započinje prikupljanjem podataka i analizom postojeće literature u oblasti, do sada nedovoljno istraženog fenomena – biomorfne arhitekture. Prvi dio rada istražuje istorijske podatke koji se vezuju za biomorfizam, dok se u nastavku kompartivnom analizom raznih arhitektonskih srodnih pravaca, uočavaju biomorfni elementi u ključnim razdobljima arhitektonskog razvoja. U nastavku rad obuhvata i istraživanje u oblasti kompjuterskog dizajna i digitalne morfogeneze kako bi realizacija i praktična primjena naučnog saznanja bila moguća. U cilju formiranja biomorfnog nautičkog kompleksa, neophodno istraživanje sprovedeno je i u domenu projektovanja zelenih „održivih“ lučkih kompleksa i terminala sa akcentom na funkcionalne zahtjeve i očuvanje životne sredine.

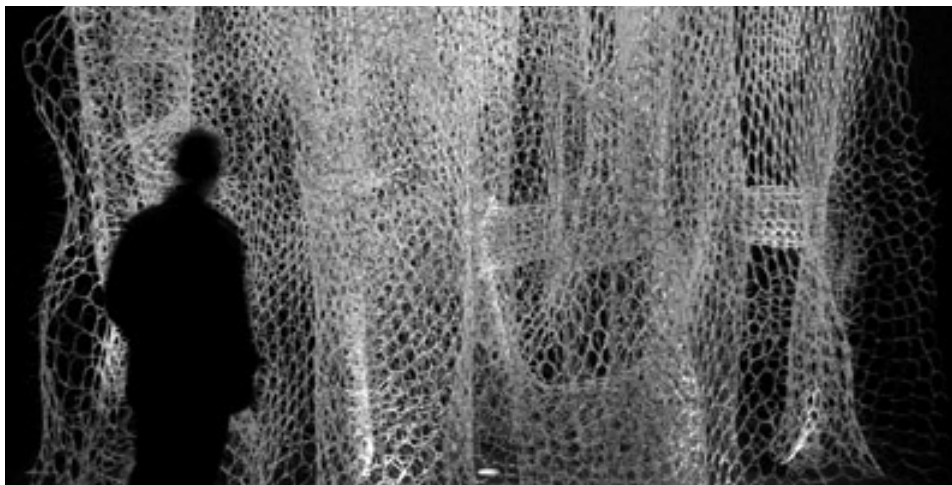
Biomorfizam u arhitekturi

Britanski antropolog i etnolog Alfred Cort Haddon prvi put pominje termin „biomorfno“ (engl. *biomorph*) u svojoj knjizi *Evolucija u umjetnosti* (engl. *Evolution in Art*) 1895. godine koji se odnosio na dizajn živopisnog izvora (Higgie, 2021). Smatra se da upotreba termina „biomorfizam“ zapravo počinje četrdeset godina kasnije, a njegov prvi pomen nalazi se na stranicama modernističkog umjetničkog časopisa *Axis*. U arhitekturi, isti se pominje u dvadesetom vijeku, iako se njegova primjena može uočiti dosta ranije. Biomorfizam se može shvatiti kao reakcija na kubističku morfologiju koju su istraživali vodeći nadrealisti dvadesetih godina. Naime, kubizam je bio revolucionarni pokret čiji je naglasak na geometrijskoj formi koja se interpretira kao dinamički raspored volumena i ravni (*The Art Story* 2012). Kelert (engl. *Stephen R. Kellert*) ističe da je biomorfna arhitektura transcendirala u ranom periodu arhitektonskih praksi, a njeni teorijski temelji zasnovani su na različitim filozofijama. Stoga se njeno shvatanje može tumačiti na više načina (Adshina, 2015). Priroda je bila inspiracija kroz istoriju arhitekture i podstakla je formiranje mnogih stilova koji se i danas primjenjuju, u koje se ubraja i biomorfizam. Riječ je o modernom arhitektonskom stilu koji usvaja ideju morfoloških struktura i obrazaca (proces) iz prirode i primjenjuje ih u arhitektonskom projektovanju i dizajnu. U arhitekturi on označava pokret koji predstavlja integraciju fluidnosti, transformacije ili evolucije u projektovanju.

Biomorfna arhitektura nastoji da održi humanistički identitet i efikasnost strukture, koristeći se potencijalom biološki inspirisanih formi i razmatrajući njihovu strukturnu korisnost iz koje proizilaze sposobnosti održavanja više simulativnih funkcija (Roudavski, 2009). Proučavanje biomorfnih formi uticalo je na sveobuhvatni razvoj ovog pravca u arhitekturi, a među pionirima koji su dali doprinos izdvajaju se: Johan Volfgang fon Gete, Ernest Hekel i D’Arsi Ventvort Tompson kao i Kristofer Aleksander. Adeshin posebno ističe proučavanje Getea, koji se bavio prirodnim formama i koji se smatra tvorcem termina „morfologija“.

Sa druge strane, Snajder i Kataniz (engl. Snyder and Catanese) u djelu *Introduction to Architecture* (1979) definišu biomorfizam kao upotrebu živih organizama kao inspiracije dizajna neživih objekata i životne sredine. Posmatrajući zgradu kao živo biće koje, prema Aristotelovim učenjima, predstavlja fuziju djelova i cjeline, Fojerštajn je tvrdio da je biomorfna arhitektura „...zgrada koja ima izgled života kojoj arhitekta daje dušu“ (Adeshina, 2015). Arhitektonska djela koja se izdvajaju kao najadekvatnija reprezentacija biomorfizma, u periodu prije revolucionarne ekspanzije kompjuterskog i generativnog dizajna, predstavljaju rad Antonija Gaudija. Njegove građevine nasljeđuju neke aspekte avangarde kao što su dinamične forme i valovite površine, a na iste su veliki uticaj imali kubizam, nadrealizam i ekspresionizam. Gaudijeva povezanost sa organskim dizajnom, ogleda se u odnosu prema principima statičnih sila u prirodi koje je pretočio u strukturu svojih zgrada.

Silogistički recept Denisa Dolensa (engl. Dennis Dollens) ističe da su svijest i mišljenje sastavni elementi života, a samim tim i djelovi prirode. Dizajn i arhitektura su komponente svijesti i mišljenja, stoga su dizajn i arhitektura djelovi te prirode. Ovaj koncept povezuje proces i proizvod mišljenja generativne ideje kao elementarnu prirodu (Dollens, 2009). „Forma prati funkciju“, prvi put je upotrijebio Luis Salivan koji je bio veoma inspirisan arhitektonskim stilom *Art Nouveau*-a, pravca u kome dominira prisustvo biomorfizma. Prema Sallivanu, sve stvari u prirodi imaju oblik, to jest, spoljašnji izgled koji ih međusobno razlikuje, a takvi oblici izražavaju unutrašnji život stvari predstavljajući tako zakon prirode koji treba slijediti u svakoj organskoj arhitekturi (Craven, 2019). Diskusija o formi i funkciji pomogla je u propagiranju bioloških analogija u shvatanju arhitekture kao dijela prirode i njenu komparaciju sa živim organizmom. Prema principima koje zagovara organska arhitektura, „forma prati funkciju“ se može shvatiti kao spoljašnji izraz unutrašnjosti (Adshina, 2015). Entitet koji spaja ove dvije nauke jeste čovjek koji ima sposobnost da stvori i doživi biomorfnu arhitekturu. Dakle, arhitektura inspirisana geološkim i biološkim formama stvara duhovni odnos između ljudskog i prirodnog. Jedna od analogija biologije i arhitekture pronalazi se u integraciji prirodnih formi u dizajnu koja može uključivati više nivoa apstrakcije (Joye, 2006).



Slika 1. Jenny Sabin: morfogeneza grananja

U nastavku, rad se bavi komparacijom organske i biomorfne paradigme u cilju definisanja osnovnih principa oba pravca, determinišući razlike među istim. Biomorfizam se često povezuje sa terminom organske arhitekture. Organska arhitektura u smislu forme ne podrazumijeva nužno odstupanje od kubizma, već može biti ortogonalna, pridržavajući se principa koji podržavaju stavove i jednog i drugog stila. Biomorfna arhitektura sa druge strane najčešće prati pravila prirode u njenom morfološkom spektru kao i na nivou principa i procesa koji podstiču njenu održivost. Principe klasične organske paradigme definisao je Bruno Zevi u knjizi *Ka organskoj arhitekturi*. Organsko se u ovom slučaju ne odnosi na prirodne forme, već na ljudski život, a stvaranje novog prostora treba da podrži psihološke, emocionalne i egzistencijalne potrebe čovjeka (Hynynen, 2022). Inspirisan idejama Voltera C. Behrendita, u pomenutoj literaturi, Zevi jasno definiše razliku između organske i neorganske arhitekture naglašavajući da je organska arhitektura intuitivna i istovremeno dinamična, a ne strogo konstruktivna i statična (Barison, 2021). Ovakav pristup arhitekturi nezavisan je od prirode, za razliku od biomorfne arhitekture.

Proučavanje biljne morfologije, algoritama biohemije posredovanjem softvera i digitalne proizvodnje arhitektura se može zamisliti kao nusproizvod prirode i produžetak ljudskog genotipa. U knjizi *Architecture as Nature: A Biodigital Hypothesis*, Dollens ističe da doba bioremedijacije otkriva ugrađene ideje kao potkategoriju molekularnog života u objektima (Dollens, 2009, str. 413). Pojam genotipa i fenotipa prvi je uveo danski botaničar Wilhelm Johannsen, dok se u arhitektonskom dizajnu provlači kroz teorije evolucije forme. Pojam genotipa u arhitekturi klarifikuje se kao apstraktni relacioni model koji rukovodi principima organizacije i formiranja prostornih oblika i struktura u području prostorne sintakse dok fenotip predstavlja stvarnu realizaciju genotipa u fizičkom okruženju (Rahmane, Abbaoui, 2021). Objekat može biti kombinacija genotipova a može imati i izražen dominantni (jedinствен) genotip koji se otkriva onda kada su prisutne prostorno funkcionalne teme (Rahmane, Abbaoui 2021). U djelu *Biomorphic Architecture: Human and Animal Forms in Architecture*, Fojerštajn proučavajući osobine biomorfizma kategoriše osnovne principe u koje spadaju: rast, fluidnost, geomorfna razmatranja i ekonomija životne sredine (Feuerstein, 2002). Rast se može porediti sa darvinističkim konceptom označavajući transformaciju, regeneraciju i prirodni razvojni proces forme (Adeshina, 2015). Ovaj princip se odnosi na idejni i konceptualni nivo koji razmatra objekat kao strukturu koja može da se nadograđuje u zavisnosti od faza kroz koje prolazi i okruženja koje se mijenja i evoluiru.

Digitalna morfogeneza ili kompjuterska morfogeneza, termin je koji se upotrebljava u arhitekturi da bi označio grupu metoda koje koriste digitalne medije kao generativne alate za izvođenje forme i njenu transformaciju (Roudavski, 2009). Ona se oslanja na razvoj analogno morfogenezi u prirodi, ali se razlikuje po tome što nužno ne usvaja stvarne mehanizme rasta ili adaptacije, već se u arhitekturi može interpretirati kroz pojavu samoorganizacije i u svrhu pronalaženja oblika i forme. U djelu *Towards Morphogenesis in Architecture*, prema učenjima Hensela i Mengesa, Rudavski ističe da, za razliku od arhitekture modernističkog

pristupa koja stvara homogene prostore, digitalnom morfogenezom može se postići fleksibilnija i ekološki prihvatljivija arhitektura koja je osjetljiva na lokalni uticaj. Njen koncept podrazumijeva potrebu da u izgrađenom obliku ona izrazi kontekstualne procese (Roudavski, 2009).

Arhitektura nautičkog turizma

Drugi dio teorijsko-analičkog istraživanja predstavljao je savladavanje projektantskih zahtjeva arhitekture nautičkih kompleksa. Osnovni zadaci koje luka treba da ispuni jesu: zaštita brodova od nevremena, pretovar putnika i robe sa vodnog na drugi vid saobraćaja, pružanje servisa brodovima, snabdijevanje gorivom, hranom i drugim potrebama, skladištenja robe u tranzitu kao i obavljanje carinskih, trgovinskih i drugih operacija (Babović, 2014). Luke se mogu kategorisati na više načina. Univerzalna podjela prema namjeni definiše dvije osnovne grupe, a to su: luke za opsluživanje tereta i luke za opsluživanje putnika. Savremeno projektovanje često podrazumijeva objekte složenog tipa „luka-terminal“. Sa druge strane, podjela terminala određena je tipom luke. Putnički terminal predstavlja građevinu u luci koja opslužuje putnike koji se ukrcavaju i napuštaju brodove. Vrsta terminala definisana je tipom plovila, tako da se može govoriti o *ferry* (trajektnim) terminalima i terminalima za kružna putovanja morem (terminali namijenjeni brodovima za krstarenje).

Uloga prostornog planiranja i regeneracije urbanog područja ima sve veći uticaj na razvoj nautičkog turizma. Važna posljedica globalnog rasta turizma i krstarenja jesu sve veći kapaciteti brodova, i potreba za više i većih terminala za krstarenje pogotovo za gradove čiji je cilj da postanu matične luke (McCarthy, Romein, 2012). Terminal za kružna putovanja morem u luci namijenjen je kruzerima i omogućava putnicima da vrše transport između objekata terminala i broda. Ovaj tip terminala je veći u odnosu na trajektno terminalo i ima sadržajnije i kompleksniji funkcionalni program. Objekat kruzerskog terminala najčešće predstavlja objekat mješovite namjene. Funkcionalni zahtjevi: zajednički temelj pomorskih procedura, tehničkih, društvenih i materijalnih obrazaca i dinamika u vezi sa operacijama terminala ekvivalentni su pravilima koje grad i država postavljaju. Stoga se može reći da ne postoji jedinstvena, fiksna šema po kojoj bi se mogao definisati funkcionalni program i cirkulacija kretanja u lučkim terminalima. Međutim, mogu se postaviti neki optimalni parametri i dijagrami na osnovu kojih savremeni terminal obično funkcioniše.

Dijagram cirkulacije u putničkim terminalima često je sličan kada je riječ o lučkom (trajektnom ili kruzerskom) terminalima i terminalima aerodroma. U naučnoj literaturi transportne arhitekture, program i proceduralni sistem ova dva tipa objekta se skoro podudaraju. Najvažnije linije kretanje koje treba ispratiti pažljivo prilikom projektovanja su: dolasci, odlasci, linija kretanja posade (i zaposlenih) i linija kretanja prtljaga. Terminali manjih luka obično imaju jedinstven prostor namijenjen dolascima i odlascima, dok se u većim lukama ova funkcija obavlja u zasebnim cijelinama, najčešće na dva nivoa gdje je zona odlaska na spratu (prvom ili višim nivoima), a zona dolaska obično zauzima prizemlje.

Lučki terminali imaju strog režim kontrole, kako za putnike u odlasku, tako i za putnike u dolasku, kao i adekvatan tretman prtljaga i ostale robe. U sklopu administrativne funkcije neophodno je da objekat sadrži: kontrolu transportnih sredstava i sistema, kontrolu opasnih tereta, sigurnost i bezbjednost unutar lučkog sistema, imigraciona, zdravstvena, sanitarna, carinska i komercijalna kontrola prateće dokumentacije (Dragović i Zrnić, 2014).

Provjera dokumentacije obuhvata: pasošku kontrolu; kontrolu karte (za odlazak ili dolazak); kontrolu vize i drugih dokumenata i neophodnih dozvola. Kriterijum koji bi trebalo pratiti jeste i ekološki koji podrazumijeva kontrolu i monitoring: vazduha, morske vode, čvrstog otpada, buke, radijacije i opasnih materija.

Funkcionalni program putničkih terminala je jako složen jer ne uključuje samo transport putnika, već i njihov boravak u luci koji zbog nepredviđenih okolnosti, kao što su kašnjenje dolaska ili odlaska broda ili otkazivanje krstarenja, može trajati više sati. Problem gužve nastaje i u slučaju putnika u tranzitu. Iz ovog razloga, terminal je kompleksan sistem i pored bezbjednosti kao primarne kategorije, njegov program uključuje i dodatan sadržaj. Glavne programske grupe obuhvataju: 1) terminal (dolasci, i odlasci, čekaonice, kontrole, kupovina karti itd.); 2) administracija (bezbjednost i kontrola, uprava, kancelarije zaposlenih); 3) prateći sadržaj (restorani i kuhinje, kafići, suvenirnice, gift prodavnice, butici, toaleti, pošta, banke, info, čuvanje kofera); 4) servisi (HVAC kontrolni sistemi, menadžment vozila, menadžment prtljaga, protivpožarni sistemi itd.); 5) transport (parking prostor, parking autobusa, kamiona itd.).

Složenost sistema organizacije lučkih terminala posljedica je njene potrebe za sadržajem i programom koji će zadovoljiti njene korisnike. Sa druge strane, najčešći uzrok razlike u organizaciji jeste način obavljanja linijskog putničkog saobraćaja.

Vrsta, kapacitet i dimenzije broda utiču na potrebnu raspoloživost prostora i diktiraju važne parametre projektovanja složenih sistema ovog tipa nautičkog kompleksa. Linijski putnički saobraćaj klasifikuje se na: klasične putničke brodove, Ro-Ro putničke brodove i veoma brze brodove (Jugović, Mezak, Lončar, 2007). Ovaj parametar u strukturnoj organizaciji luke od velike je važnosti jer utiče na način njenog funkcionisanja i planiranja. U posljednje vrijeme, pomorsko-putničke luke se projektuju na način organizacije višenamjenskih terminala koji će objediniti sve vrste pomenutog linijsko-putničkog saobraćaja. Riječ je o specijalizovanim putničkim terminalima koji su u stanju da prihvate i odgovore na sve zahtjeve putničkog brodarstva i transporta (Jugović, Mezak, Lončar, 2007).

Length Overall	Passengers	Draft (feet)
400 ft. (1931)	400 - 500	Up to 10
500 ft. (1991)	500	10 - 15
800 ft. (1991)	1,000	15 - 25
900 ft. (1991)	2,000	Less than 25



Slika 2. i 3. Prikaz evolucije plovila u periodu 1900–1990. Izvor: Duluth-Superior Metropolitan Interstate Council (ARDC/MIC) (lijevo)//Presjek – Sydney Cruise Terminal (Johnson Pilton Walker Architects) (desno)

REZULTATI

Rezultati teorijskog istraživanja

Sintezom saznanja ostvarenih u istraživačkim kategorijama (biomorfizam u arhitekturi, digitalni dizajn, arhitektura nautičkog turizma – zahtjevi projektovanja „luka-terminala“) dobijeni su rezultati neophodni za sledeću fazu izrade projekta kao i praktičnu primjenu teorijsko-analičkog segmenta rada. U nastavku prikazan je dio rezultata koji je imao najveći uticaj i doprinos u daljoj realizaciji projekta.

Principi biomorfizma

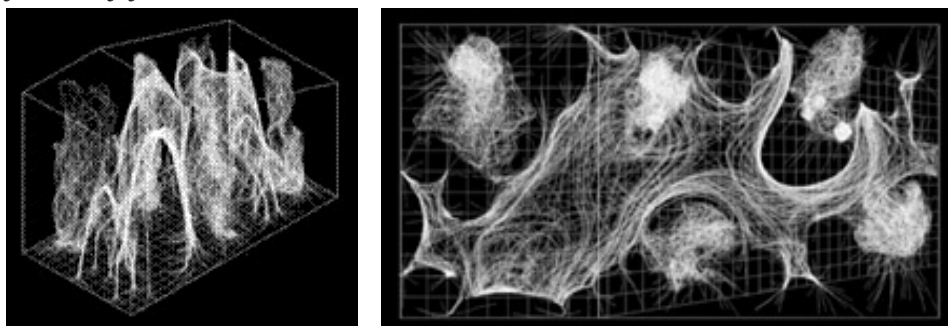
Knjiga *The Evolution of designs – A Revised Edition* (2008) engleskog autora arhitekta Filipa Stedmana, daje uvid u temu integracije biomorfnog kompjuterskog dizajna u arhitektonskom projektovanju koji ujedno predstavlja i polazište u formiranju konceptualne šeme projekta. Ideje koju su iznesene u knjizi pomažu da se lakše razumije evolutivni napredak bioinspirisanog projektovanja i simbolišu temelj razvoja koji je uslijedio u okviru teme biomorfizma. U protekle tri decenije formira se nova organska arhitektura koja se sve manje bazira na principima stare organske analogije kao posledice digitalizacije iste. Ovaj novi „organicizam“ predstavlja podlogu razvoja digitalnog biomorfizma. Stedman izdvaja nekoliko ključnih osobina ove nove paradigme:

- 1) *Metoda kompozicije*
- 2) *Odbacivanje pravougaonog, isticanje neortogonalnog ili krivolinijskog*
- 3) *Arhitektura izvan kartezijanskog okvira i „grida“ Modernističkog pokreta*
- 4) *Kontakt i harmonija sa prirodom*
- 5) *Fluidnost kao spona enterijera i eksterijera*
- 6) *Pirorodni materijali*

Ovi principi se mogu razmatrati kao novi temelji biomorfizma. Metoda kompozicije, kako Stedman objašnjava, odnosi se na proces koji započinje iznutra (objekta), a nastavlja se na spoljašnji izgled. Projektovanje fluidnih formi odvija se kroz konstantno razmatranje unutrašnjosti koja će imati efekat na spoljašnji izgled. Ova metoda se može odnosti i na shvatanje da je „organska forma nešto što raste i razvija se iz materijala“ (Steadman, 2008, str. 237–248). Druga stavka, podrazumijeva fluidnost ili krivudavost koja ne mora nužno da imitira biljku ili životinju, već formu lokalnog terena koji okružuje objekat. Iz istog proizilazi „kontinualnost“ i preklapanje prostornih zona. Steadman daje za primjer Alvar Altov „biodinamizam“ i njegovu potragu za fluidnošću u šablonima koji okupiraju prostor, a ista ga je odvušla od pravougaonih šema. Novi model predstavlja unaprijeđenu verziju starih principa koje ne odbacuje, već ih unaprijeđuje i obogaćuje. Kada je riječ o digitalnoj evoluciji dizajna, mogu se izdvojiti više metoda proisteklih razvojem softvera i algoritamskih tehnika. Prva metoda predstavlja *evolucijski algoritam* kojeg Piter Bentlo opisuje u knjizi *Evolutionary Design by*

Computers. Evolucijski algoritam predstavlja set pravila, potencijalnih rješenja određenog arhitektonskog problema (izazova) formirajući određenu populaciju. Digitalni razvoj omogućio je kreiranje novih softvera koji nisu bazirani isključivo na algoritmima i parametriji. Prema Stedmanu, jedna od metoda zasnovana na biomorfizmu Ričarda Dokinsa upućuje na kompjuterski proces u kome je predstavljena interakcija takozvanog „biomorfa“ (fluidnih formi) sa simulacijom „neprijateljskog“ okruženja.

U odnosu kontekst-forma, princip biomorfizma uključuje komponentu hijerarhije i samoorganizacije. Samoorganizacija, kao jedna kategorija digitalne morfogeneze, odnosi se na svojstvo fleksibilnosti i modifikacije prirodnom selekcijom. Optimalnost samoorganizacije upućuje na mogućnosti povezivanja energetski povoljnih struktura, a prema Mengesu, ova tehnika je pod uticajem spoljašnjih sila. Biološke organizacije sposobne su na prilagodljivu ili adaptivnu samoorganizaciju koja daje odgovor na svojstva nepredvidivog okruženja u kojoj se objekat nalazi (Roudavski, 2009, str. 368). Fluidnost kao važna komponenta biomorfične forme može se ostvariti primjenom digitalne morfogeneze, a u biomorfizmu ona se koristi kao sredstvo sinergije prirodnih uticaja na formu i biološke inspiracije. Patrik Šumaher termin „fluidnog totaliteta“ objašnjava kao karakterizaciju postojećeg društvenog stanja i cilja da se ono učini preceptivno opipljivim unutar globalnog izgrađenog okruženja kako bi se intenzivirao njegov složeni procvat (Schumacher, 2015). Nivo fluidne senzibilnosti utiče na percepciju doživljaja morfoloških formi.



Slika 4. „Informisana interskalarna fluidnost“ koju su razvili studenti u New York-u, Instituta Tehnologije, Škole Arhitekture i Dizajna, Venecija, Venecijansko Bijenale (2020)

Projektovanje održivih lučkih terminala

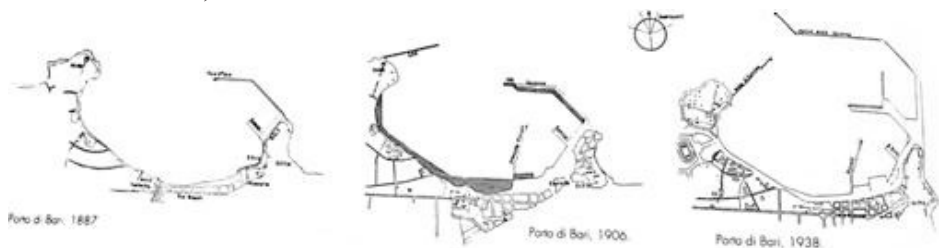
Lučki kompleksi iziskuju složene sisteme koji sprovodeći svoju primarnu ulogu, stvaraju velike posljedice za njihovo okruženje i imaju negativne efekte na životnu sredinu. Poznato je da su pomorski brodovi, kamioni, dizalice, terenska oprema u sklopu lučkog terminala, jedni od glavnih izvora zagađenja. U cilju ublažavanja posljedica narušavanja prirodnog balansa koje su česta pojava lučkih kompleksa, 1992. godine formiran je prvi koncept zelene luke, koji je u nastavku motivisao potragu za unapređenjem ekoloških mjera (Longo, Padovano, 2015).

Primarna ideja ovog koncepta jeste učiniti lučko poslovanje i promet ekološki prihvatljivim, a isto je moguće postići različitim pristupima. Neki od njih podrazumijevaju: politiku „nulte emisije“, energetske efikasnosti, sakupljanje i reciklažu kišnice i otpada na brodu i slično (Longo, Padovano, 2015). U okviru lučkog sistema, izvori zagađenja su brojni i rasprostranjeni u svim tipovima terminala. U cilju njihovog ublažavanja i konačnog suzbijanja, veliku odgovornost ima čovjek i njegova svijest o ekološkim problemima i njihovim posljedicama. Negativni uticaj luka na sredinu može se podijeliti u tri potkategorije: 1. problemi uzrokovani samom lučkom aktivnošću, 2. problemi na moru uzrokovani brodovima koji pristaju u luku, 3. emisije iz intermodalnih transportnih lanaca koji opslužuju zaleđe luke (Braathen, 2011). Posljedice su: zagađenost vazduha (lokalni vazduh, CO₂, SO₂, CO, VOC, PM), vode (kvalitet, miris, zamućenost) i zemljišta (acidifikacija), problemi ekosistema (erozija, gubitak biodiverziteta), a pored navedenih mogu se javiti problemi degradacije, kongestije i nepravilne manipulacije otpadom (Miola et al., 2009).

Zamisao „zelene luke“ podrazumijeva ekološko-prihvatljivu strukturu i njeno neposredno okruženje, čiji je koncept eliminacija emisija izduvnih gasova nastalih sa brodova ili lučke manipulativne mehanizacije kao i od strane kontinentalnih transportnih sredstava. Ovi kompleksi nastoje da u granicama mogućeg, maksimiziraju upotrebu obnovljive energije (Dragović i Zrnić, 2014). Problemi uzrokovani brodovima tiču se značajne upotrebe električne energije u cilju ostvarenja neophodnih funkcija poput ukrcavanja, iskrcavanja putnika, razne vrste manipulacije, osvjetljenja, hlađenja, grijanja i slično. Ova energija se često proizvodi pomoćnim mašinama zbog čega bi dolazilo do štetnih emisija ugljen-dioksida, sumpor oksida i azotnog oksida i praškastih materijala što dovodi do degradacije kvaliteta vazduha i buke (Dragović i Zrnić, 2014). Regulacija ovog vida zagađenja, ostvaruje se sistemom *cold ironing* (ili sistem elektrifikacije sa operativne obale na brod), koji predstavlja napajanje brodova električnom energijom dok borave u luci, dok su na vezu, u momentu kada su im glavni pomoćni motori isključeni. Primjena ovog principa jeste smanjila porast emisije štetnih gasova, a samim tim doprinijela kvalitetu vazduha, ali je utrošak energije sveden na lučke izvore koji iziskuju dodatne lokalne stanice sa električnom energijom i njihovu specijalnu adaptaciju priključaka i operativnog sistema (Dragović i Zrnić, 2014). Koncept zelene luke podrazumijeva korišćenje obnovljivih izvora energije, stoga je saznanje o konverziji, transformaciji iste od važnog značaja. Alternativni izvori energije koji se mogu naći u prirodi su: energija sunca (solarna), vjetra, energija talasa (plimska) i energija u biomasi, čak i zemljotresima. U okviru ovog master rada pomenuti alternativni izvori su dodatno analizirani kako bi se došlo do adekvatnog rješenja koje se konkretno može primijeniti u sklopu rekonstrukcije luke u Bariju.

Rezultati praktičnog istraživanja

Luka *Porto di Bari* obuhvata prostor od 285 hektara raspoređen između pristaništa *San Cataldo* na zapadu dužine 630 m i novog vanjskog gata na istoku dužine 3100 m (*Piano operativo triennale*, 2020, str. 6). Luka zahvata središnji dio obale grada Barija koji se sastoji od urbanog jezgra srednjovjekovnog porijekla. Smatra se da je luka „mali grad u gradu“, a carinska barijera i šetnica koja se koristi kao brza urbana obilaznica, odvaja je od ostatka grada. Najznačaniji dio luke predstavlja upravo dio u blizini Starog grada. Područje luke je podijeljeno na tri glavne zone koje su namijenjene za ukrcaj i iskrcaj na šengenske trajekte, ukrcaj/iskrcaj na nešengenske trajekte i komercijalnu zonu za ukrcaj/iskrcaj na komercijalne/kontejnerske brodove. Luka Bari posjeduje dvije kapije, od kojih je prva bezbjednosna kapija (prvog nivoa), a druga kapija, drugog nivoa odnosi se na sam lučki objekat i prostorije namijenjene carinskim kontrolama (*Piano operativo triennale*, 2020, str. 101). Današnja nova luka *Il porto nuovo* na istoku zaštićena je složenim spoljnim pristaništem dominantne veličine, a na zapadu pristaništem S. Cataldo. Luka sadrži pet segmenata (basena): *Bacino Grande*, *Darsena di Ponente*, *Darsena di Levante*, *Darsena Vecchia* i *Darsena Interna*. (*Piano operativo triennale*, 2020). Zajedno sa dokom *Molo S. Vito*, basen *Darsen Interna* se koristi za plovila nešengenskih destinacija dok se dok *Vecchio Molo Foraneo* koristi samo za nautička plovila. Za privez brodova za krstarenje kao i trajekata pristiglih iz Šengen zone koristi se basen *Darsen di Ponente*. U ovu svrhu koristi se i basen *Darsen di Levante* na kome se nalaze dokovi *Deposito Franco* i *Molo di Ridosso*. Basen *Darsen Vecchia* namijenjen je manjim brodovima i aktivnostima javnog interesa uključujući finansijsku policiju (*Guardia di Finanza*) i vatrogasnu brigadu. Sadašnji novi dok (*Nuovo Molo Foraneo*), sastoji se iz 5 kraka, od kojih su prva dva u funkciji priveza teretnih brodova, treći se koristi za privez civilnih brodova, dok se četvrti i peti koriste isključivo u vojne svrhe. Dok *Molo Pizzoli* trenutno nije aktivan, već se koristi kao deponija i parking prostor, kao ni dok *Molo S. Cataldo*, koji se nekada koristio kao terminal naftnih kompanija (*Piano operativo triennale*, 2020, str. 6–8).



Slika 5. Razvoj luke *Porto di Bari* u periodu 1887–1938

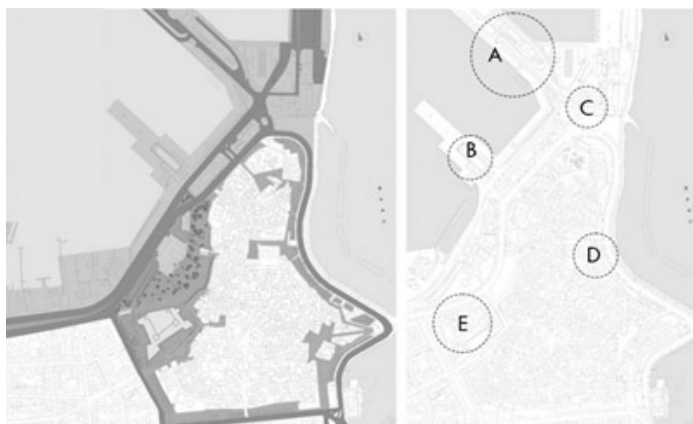
Svojom trenutnom konfiguracijom i velikim zidom koji je odvaja od ostatka grada, luka nema obezbijeden brz, lak i efikasan pristup građanima i turistima, već je u potpunosti izolovana. Prednosti ovakvog odnosa luke i grada jeste dobra kontrola ulaska i izlaska iz ove zone, odnosno zaštita i bezbjednost luke. Sa druge strane, velika mana jeste nepristupačnost i neiskorišten potencijal lokacije uz more u neposrednoj blizini starog grada. U aktuelnoj planskoj dokumentaciji (*Piano*

operativo triennale, 2020), ove barijere su uzete u obzir i radi se na njihovom prevazilaženju. Planirane intervencije podrazumijevaju povećanje nivoa korišćenja lučkih javnih površina i njihovu dostupnost građanima i turistima. Posebna pažnja usmjerena je na rješavanje problema „tačaka sukoba“ koje nastaju na mjestima ukrštanja različitih trasportnih linija. (*Piano operativo triennale*, 2020, str. 78).



Slika 6. Prikaz basena i dokova luke Porto di Bari (lučki prostor je označen bijelom bojom)

Na slici 47. prikazana je uža situacija sa istaknutim objektima od značaja u ovoj zoni. Može se zaključiti da zona rekonstrukcije (a, koja je predviđena ovim projektom), ima veliki potencijal u smislu svog položaja i blizine starog grada. Dvorac Svevo (ital. *Castello Svevo*) koji se nalazi uz stari grad smatra se značajnom turističkom atrakcijom koja bi u slučaju dobre povezanosti sa priobalnim zonom (*Lungo mare*) stvorila priliku za novi razvoj grada (*Piano operativo triennale*, 2020, str. 79–81). Takođe, sve veća zainteresovanost za unaprjeđenjem zelenila ovog dijela grada povećava njegov kvalitet. Još jedan od značajnih objekata ove zone grada jeste i crkva Sv. Nikole koja predstavlja značajn „reper“ grada. Posmatrajući urbanizam analiziranog područja, može se zaključiti da je zona rekonstrukcije locirana u oblasti grada Barija gdje je zastupljenost turista dominantna.



Slika 7. Uža situacija – odnos luke *Porto di Bari* (turistička zona), A – *Terminal Crociere* (planirana rekonstrukcija), B – Terminal (države van Šengena), C – Lučka obalska straža i policija, D – Crkva Sv. Nikole, E – Dvorac Svevo

Studija lučkog sistema Južnog Jadrana – *Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale* (u nastavku: AdSP MAM) poslužila je kao inspiracija za početak formiranja koncepta biomorfne luke u njenoj najranijoj fazi. Sprovedena analiza talasnog toka i hidrodinamike uticala je na morfogenezu novog nautičkog kompleksa. Biomorfizam u početnoj fazi, pronađen je u neposrednoj okolini područja intervencije – morskoj vodi luke *Porto di Bari*, iz ovog razloga sinteze brojnih analiza pomogle su u boljem upoznavanju strukture i karakteristika vode u luci. Fluidni segmenti na grafičkim prikazima dobijenih rezultata studije, uticali su na prvu fazu konceptualnog rješenja. Na osnovu hidrauličko-pomorskih studija, definisani su osnovni parametri hidrodinamike unutar i izvan luke. Za potrebe studije koristio se numerički razvijen model, kako bi se sprovele odgovarajuće simulacije hidrodinamičke cirkulacije. Kako se navodi u *Studio idraulico – Marittimo* u Sredozemnom moru plima je mješovitog i poludnevnog tipa sa dva maksimuma i dva minimuma u toku 24 časa. Posmatrajući Jadransko more, maksimalne amplitude plime rastu na sjeveru od 0,50 m do 1,10 m. Istraživanje i analize plime takođe imaju značajan uticaj na biomorfizam i njegov ekološki segment ne isključivo morfogeni, tako da podaci u nastavku pokazuju potencijal iskoristivosti kinetičke energije. Prema dobijenim podacima, u Bariju se mogu kategorisati tri tipa amplituda plime, a to su: niske (0,20 m), srednje (0,40 m) i visoke (0,60 m). Na osnovu sprovedene studije, primijećeno je da duž cijele obale, plima ima umjerene izlete, a kako se navodi u skorije vrijeme maksimalni nivo plime iznosio je + 57 cm dok je minimalni nivo iznosio – 60cm (*Studio Idraulico – Marittimo*, 2021, str. 11). Na slici 8 (desno) prikazani su uslovi maksimalnog izlaznog protoka srednjeg nivoa u opsegu plime sa sličnim uslovima. Na planiranom stanju uočeno je smanjenje površine vodenog ogledala. Iz prikaza brzine strujnih linija može se zaključiti da je brzina u blizini ušća veća. Dakle, smanjena površina vodenog ogledala dovodi do smanjenja protoka i brzine (*Studio Idraulico – Marittimo*, 2021). Nakon nekoliko vršenih simulacija pomoću digitalnog modela, dobijeni su grafici prikaza linija struja izazvanih plimom i osjekom.



Slika 8. Linije struje izazvane plimom i osjekom – inspiracija za biomorfni koncept

Ispitivanje morskih talasa i struja, poslužilo je kao inspiracija za kreiranje biomorfne forme novog nautičkog kompleksa „luke-terminala” u početnoj konceptualnoj fazi. Sa druge strane, istraživanja među kojima je i prethodno navede-

no, koje obuhvata analize intenziteta i brzine talasa, kao i analize plime i osjeke, bila su takođe korisna u energetskom domenu kada je riječ o pronalaženju alternativnih izvora energije i njihova upotreba, kao i proučavanju uslova same lokacije na kojoj se planira intervencija.

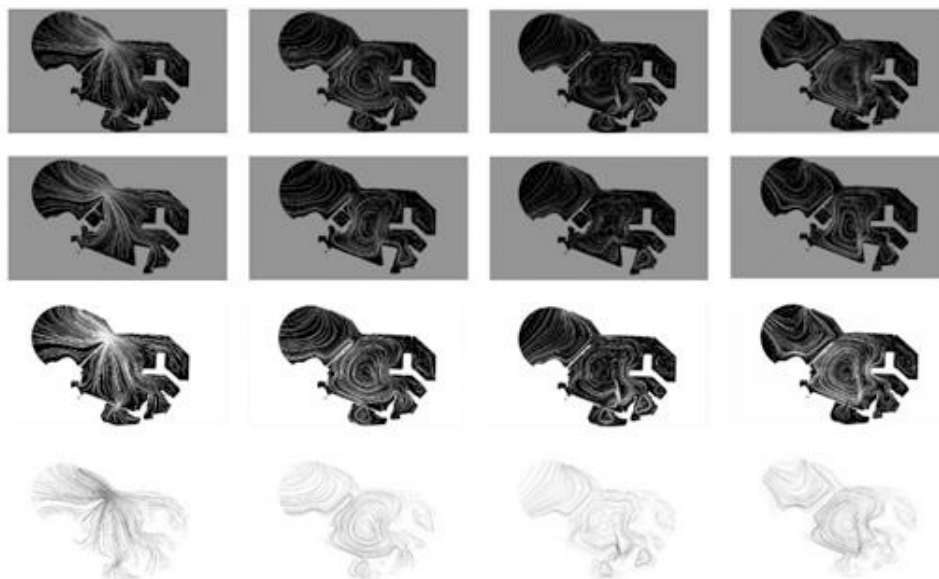
DISKUSIJA

Projektnim zadatkom predviđena je izrada idejnog rješenja nautičkog kompleksa, rekonstruisanjem postojećeg prostora u zoni *Darsena di Levante*. Planirano je rušenje postojećeg terminala *Crociere Darsena di Levante*, i revitalizovanje postojeće zone od 50.000m² (5ha) izgradnjom novog kompleksa integracije „luke-terminala“. Projektnim zadatkom predviđena je potpuna rekonstrukcija pomenutog terminala, namijenjenog koršćenju članicama Šengen Evropske zone, kojeg ograničavaju baseni *Darsena di Levante* i *Darsena Interna*, a na kojem se prostire ulica *Imbraco Grecia*. Rekonstrukcija i reaktivizacija prostora planirana je izgradnjom novog kompleksa koji se oslanja na principe biomorfične arhitekture i predstavlja savremeni oblik nautičkog objekta: „luku-terminal“ koja pored osnovne funkcije integriše i dodatni sadržaj namijenjen nautičkom razvoju grada. Potencijal lokacije uočen je kao prirodni kontinualni nastavak turističke zone koja se nalazi u neposrednoj blizini, u samom Starom gradu, koje se prostire južno od područja na kojem se interveniše. Samim tim, cirkulisanje velikog broja ljudi, uz turističku ponudu grada, determinisalo je lociranje nove nautičko turističke zone.

Koncept – razvoj ideje

Glavna ideja projekta nautičkog kompleksa („luke-terminala“), vođena je biomorfizmom kao osnovnim gradivnim elementom. Imajući u vidu sve nedostatke postojeće lučke konfiguracije, proističe potreba za kompletnom rekonstrukcijom, reorganizacijom i revitalizacijom prostora primjenjujući stečeno znanje o principima biomorfne arhitekture. Polazna tačka projekta jeste spona sa prirodnim modulom, koja se ostvaruje kao simbioza prirodnih sila lokalnog terena. *Elan vital*, koja podstiče evoluciju arhitektonske forme, posljedica je uočenih fluidnih segmenata geomorfologije interventnog područja.

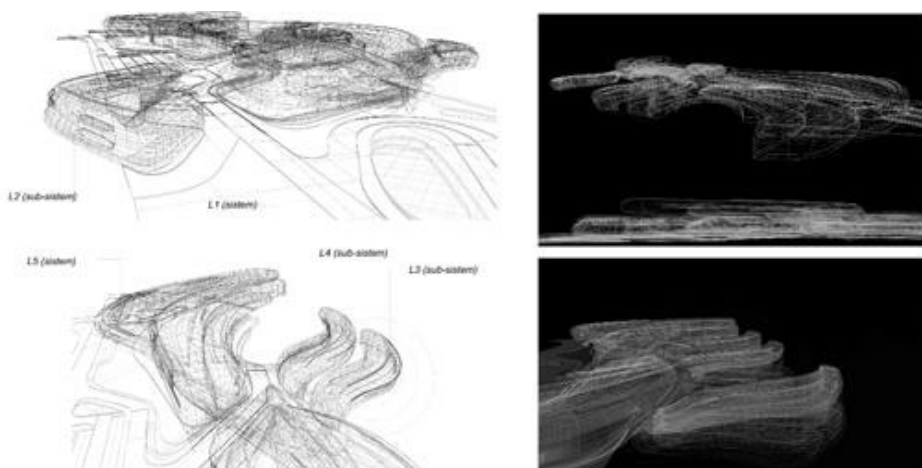
U ovom smislu, topografske i hidrografske analize ostvarene kroz teorijsko istraživanje, determinisale su pravce vitalnih sila koje oblikuju novu morfologiju na terenu. Analizom izobara i pravca pružanja talasa, formiran je genotip budućeg objekta i njegov stepen fluidnosti. Prevazilaženje barijera pri rješavanju kompleksnih i gabaritnih objekata moguće je implementacijom biomorfizma.



Slika 9. I faza biomorfizma – Analiza morskih talasa i topografije/hidrodinamika/ geomorfologija – Analiza predstavlja grafičku elaboraciju podataka istraživanja sprovedenog od strane uprave lučkog sistema Južnog Jadrana (ital. *Autorita di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale*) u Bariju, a tiče se karakteristika morske vode i talasa u luci Porto di Bari. Sprovedena analiza talasnog toka i hidrodinamike uticala je na morfogenezu novog nautičkog kompleksa. Fluidni segmenti na grafičkim prikazima dobijenih rezultata studije, uticali su na prvu fazu konceptualnog rješenja, determinišući evoluciju i razvoj forme

Prema učenju Stedmana (*The Evolution of Designs, A Revised Edition*, 2008, str. 173) kompleksni sistemi moraju imati određen stepen interkonekcije kako bi jedna od važnih osobina biomorfne arhitekture – adaptibilnost – bila ostvarena. Sistem nikada nije u potpunosti fiksna, on se sastoji iz nezavisnih pod-sistema, od kojih se svaki može adaptirati i parcijalno izolovati po potrebi, ne narušavajući balans preostalih pod-sistema. Ovo je ujedno i vodeći element u evolutivnom razvoju arhitektonske forme i funkcije, imajući u vidu i stav da forma prati funkciju i da je ona spoljašnji izraz unutrašnjosti. Iz pomenutog, novi nautički kompleks, razvija se po tipologiji više pod-sistema, koji su zglobno (fleksibilno) vezani za glavni organizam.

Pod-sistemi predstavljaju terminale, dok glavni sistem čini dio objekta sa svim važnim funkcijama nautičkog kompleksa uključujući prijem putnika, upravu i dodatne sadržaje, poput smještajnog prostora za putnike u tranzitu, galerije nautike i tako dalje. Komponenta hijerarhije i samoorganizacije, ostvarena je kroz modifikacije prirodnom selekcijom. Funkcionalna organizaciona šema, pored tipologije koja je proistekla iz biomorfizma, određena je setom drugog stepena vitalnih sila, koje čine novu mrežu strujnih linija.



Slika 10. Razvoj modela – Konceptualni modeli razvoja forme, vođeni „vitalnim silama“ (fluidnih pravcima) proisteklih iz analiza morske vode luke *Porto di Bari*. Ritam, repeticija, samoorganizacija, fleksibilnost, adaptacija i automatizam – primijenjeni principi

One su proizvod pravca kretanja putnika u dolasku, odlasku, pravca kretanja vozila takođe u oba smjera kao i kretanjem plovila, a imajući u vidu veći broj terminala koji čini ovu luku složenim sistemom. Finalni element biomorfizma koji je neophodno integrisati u ovako složenu strukturu, jeste biološki segment, ostvaren u vidu pomoćnog sistema koji će se pobrinuti za održivi karakter objekta. Luke kao proizvođači velikih štetnih emisija, narušavaju životnu sredinu, te je stoga neophodno razviti biodinamičnu podlogu.

Korišćenjem resursa iz neposrednog okruženja, a sprovedenom teorijskom analizom potencijala konverzije energije, implementiran je sistem koji omogućava energetska efikasnost. Iskorišćeni resursi podrazumijevaju: sunčevu (toplotnu energiju), ali i kinetičku energiju talasa (morske vode).

Terminali kao fleksibilne strukture prikačene za glavni objekat, imaju funkciju proizvodnje energije koja se koristi kao električna, a njena transformacija ostvaruje se hidrogeneratorima. Naime, terminali se blago pomjeraju po vodi, a energija plime i osjeke koristi se kako bi se njen novi oblik, pomoću generatora, iskoristio za drugi oblik energije. Pored kinetike, maksimalni potencijal solarne energije koristi se takođe fleksibilnošću ovakvog vida organizacione šeme strukture objekta, na način da pokretne strukture omogućavaju takav položaj da po svojoj potrebi njihova površina na najbolji način prima ovaj vid energije, i po potrebi je koristi za druge oblike, u zavisnosti od godišnjeg doba.

Enterijerska komponenta objekta, čija fluidnost takođe reprezentuje biomorfni karakter, predstavlja prostor namijenjen boravku putnika, i projektovan je u skladu sa njihovim potrebama, imajući u vidu velika zadržavanja koje pomorski saobraćaj nosi sa sobom.



Slika 11. Uži situacioni prikaz sa naznačenim ulazima (slika gore). Prikaz sjeveroistočne fasada (slika ispod)

ZAKLJUČAK

Pronalaženje korelacija između arhitekture i biologije otkriva nove perspektive projektovanja afirmišući holistički pristup rešavanju problema. Arhitektura, učeći iz prirode i bioloških procesa, a zadržavajući autonomnost, može stvoriti stabilne održive sisteme koji su korisni za čovjeka i njegovo okruženje čineći ravnotežu između ljudskog i prirodnog. Biomorfizam postavlja prirodni modul u evolutivni idejni proces koji utemeljuje vezu između prirodnih formi i organskog.



Slika 12. Trodimenzionalni prikaz projekta idejnog rješenja novog nautičkog kompleksa, biomorfne „luke-terminala“. Autorski rad_Divna Stanović

Forma predstavlja rezultat sudara unutrašnjih i vanjskih sila kao i simbioze faktora okruženja. Stepenn fluidnosti zavisi od funkcionalne i strukturalne komponente reprodukovanja prirodne morfologije.

Prednost biomorfne arhitekture ogleda se u njenoj mogućnosti adaptacije i fleksibilnosti ostvarene kroz integraciju ritma, ravnoteže i harmonije u procesu dizajna. Implementacija principa na kojima počiva biomorfizam u arhitekturi objekata nautičkog turizma od velike je koristi imajući u vidu da se radi o objektima čiji je stepenn emisije štetnih materija visok kao i stepenn zagađenosti neposrednog okruženja uzrokovan sve većim brojem plovila i sve intenzivnijim pomorskim saobraćajem.

U smislu složenosti objekata tipa „luke-terminali“ kao kompleksnih nautičkih centara koji su neophodni da podrže veliki saobraćaj, praveći paralelu organizacione složenosti poput one u prirodi moguće je stvoriti funkcionalne prostore ne narušavajući prirodni balans i biodiverzitet. Automatizam kao bitna osobina biomorfizma, predstavlja spontani pokret, Bergsonovu „vitalnu silu“, podsticaj koji je odražen u fluidnosti i objašnjava evoluciju spontane morfogeneze.

Primjena digitalne morfogeneze omogućava izvođenje forme, koja pored prirodne inspiracije, najčešće proističe iz lokalnog okruženja. U slučaju lučkih objekata, okruženje je morska voda, čiji potencijal primijenjujući principe biomorfizma, može postaviti nove standarde održivog projektovanja.

Prekomjerno zagađenje lučkog područja dovodi do destabilizacije prirodnog balansa. Najveći problemi uzrokovani su lučkim aktivnostima i ispuštanjem štetnih materija aktivacijom plovila koji borave u luci. Emisije intermodalnih transportnih sistema, degradacija i pad kvaliteta morske vode, moguće je suzbiti bioinspirisanim sistemima. Ovakav vid sistema, pravilno integrisan u arhitekturu najčešće podrazumijeva sistem konverzacije energije.



Slika 13. Trodimenzionalni prikaz projekta idejnog rješenja novog nautičkog kompleksa, biomorfne „luke-terminala“. Autorski rad_Divna Stanović

Upotreba energije iz okruženja, u ovom slučaju priobalnog područja (sunca, vjetera, talasa i biomase), i njenom transformacijom u drugi vid energije, a posredstvom odgovarajućih generatora, omogućen je stabilan održivi sistem. Nakon sprovedene analize područja intervencije u sklopu postojeće konfiguracije luke *Porto di Bari*, uočeni su problemi sa kojima se suočava trenutni sistem funkcionisanja.



Slika 14. i 15. Trodimenzionalni prikaz projekta idejnog rješenja novog nautičkog kompleksa, biomorfne „luke-terminala“. Autorski rad_Divna Stanović



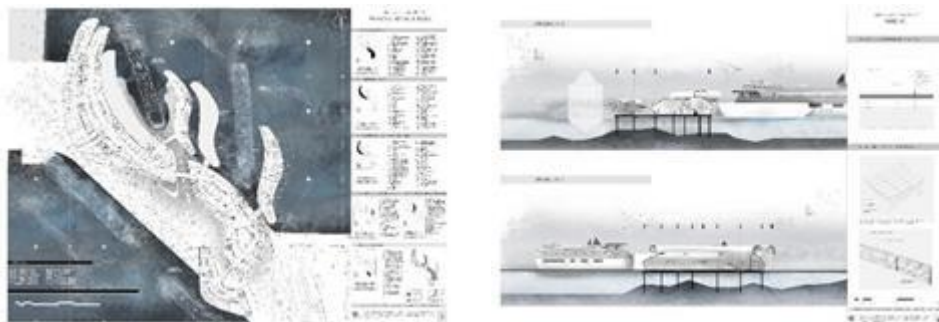
Slika 16. i 17. Trodimenzionalni prikaz projekta idejnog rješenja novog nautičkog kompleksa, biomorfne „luke-terminala“. Autorski rad_Divna Stanović

Nepristupačnost terenu i neiskorišćenost potencijala lokacije područja koje je u neposrednoj blizini velikog priliva turista Starog grada, ogleda se u saobraćaju i transportu koji je u određenim segmentima nekontrolisan. Atraktivan dio urbanog grada, zona Šengen terminala na kojoj je previđena rekonstrukcija i revitalizacija, daje novu mogućnost korišćenja lučke površine koja neće biti striktno izolovana, već obezbijediti prostor dostupan svim stanovnicima i turistima grada, obezbjeđujući, pored primarne transportne funkcije, i prostor namijenjen nautičkom razvoju grada Barija.



Slika 18. i 19. Prikaz osnove i presjeka idejnog rješenja novog nautičkog kompleksa, biomorfne „luke-terminala“. Autorski rad_Divna Stanović

Rasterećenost prekomjernog saobraćaja planirana je kroz potpunu rekonstrukciju trenutnog sistema, te kroz biomorfni pristup projektovanju daje novu šansu revitalizacije prostora. Vodeći se pravilima biomorfne arhitekture, bilo je neophodno ući u detaljniju analizu lokalnog terena i pronaći izvor prirodne i spontane evolucije morfologije. Proučavanjem fizionomije morfološke strukture, uključujući hidrografiju i hidrodinamičke analize, uočen je potencijal korištenja istih u kreiranju koncepta biomorfne strukture luke. Zaključeno je da su beneficije biomorfizma višestruke, i da implementacija principa koje ona afirmišu mogu stvoriti arhitektonski prostor koji nudi atraktivne doživljaje, ali i strukture koje uspješno podižu kvalitet održivosti i pozitivno djeluju na prirodu, okruženje i čovjeka.



Slika 20. Trodimenzionalni prikaz projekta idejnog rješenja novog nautičkog kompleksa, biomorfne „luke-terminala“. Autorski rad_Divna Stanović

LITERATURA

- Adshina, M. M. (2015). *Exploring the principles of Biomorphic Architecture in the design of civic center Kaduna* (MSc thesis). Faculty of Environmental Design, Zaria, Ahmadu Bello University.
- Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale. (2021). *Marittimo impatto delle nuove opere sulla circolazione idrodinamica nelle aree esterne e interne al porto*. Bari: Autorità di Sistema Portuale del Mare Adriatico Meridionale.
- Babović, A. (2014). *Luke i pristanista* (doktorska disertacija). Građevinski fakultet, Beograd, Univerzitet u Beogradu.
- Barison, M. (2021). Beyond the Organic Paradigm. Biomorph Digital Architecture. *Aesthetica Preprint*, 117, 25-39. <https://doi.org/10.7413/0393-8522064>
- Braathen, N.A. (2011). *Environmental Impacts of International Shipping: The Role of Ports*. OECD Publishing.
- Craven, J. (2019). The meaning of 'Form Follows Function'. *Thought Co*. Preuzeto 14.10.2023. s <https://www.thoughtco.com/form-follows-function-177237>.
- Dollens, D. (2009). Architecture as nature: A biodigital hypothesis. *Leonardo*, 42(5), 412-420. <https://doi.org/10.1162/leon.2009.42.5.412>
- Dragović, B., Zrnić, N., (2014). *Lučka sredstva*. Beograd: Mašinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Fuerstein, G. (2001). *Biomorphic Architecture: Human and Animal Forms in Architecture*. Stuttgart-London: Edition Axel Menges.
- Higgie, J. (2021). Guide to Biomorphism. *TATE*. Preuzeto 14. 10. 2023. s <https://www.tate.org.uk/tate-etc/issue-52-summer-2021/guide-biomorphism-jennifer-higgie>
- Hynnen, A. (2022). Seven Steps to Organic Modernism: Alvar Aalto's Civic Centre in Seinäjoki Seen through the Lenses of Bruno Zevi. *Athens Journal of Architecture*, 8(2), 91-112. <https://doi.org/10.30958/aja.X-Y-Z>
- Joye, Y. (2006). Cognitive and evolutionary speculations for biomorphic architecture. *Leonardo*, 39(2), 145-152. <https://doi.org/10.1162/leon.2006.39.2.145>
- Jugović, A., Mezak, V., & Lončar, S. (2006). Organization of maritime passenger ports. *Pomorski zbornik*, 44(1), 93-104.
- Longo, F., Padovano, A., Baveja, A., & Melamed, B. (2015). *Challenges and opportunities in implementing green initiatives for port terminals*. In Proceedings of the International Workshop on Simulation for Energy, Sustainable Development and Environment, SESDE 2015 (pp. 138-145).
- McCarthy, J. P., & Romein, A. (2012). Cruise passenger terminals, spatial planning and regeneration: The cases of Amsterdam and Rotterdam. *European planning studies*, 20(12), 2033-2052. doi: <https://doi.org/10.1080/09654313.2012.722914>
- Miola, A., Paccagnan, V., Mannino, I., Massarutto, A., Perujo, A. M. D. P., & Turvani, M. (2009). *External costs of Transportation Case study: maritime transport*. Ispra: JRC.

- Rahmane, A., & Abbaoui, M. (2021). The architectural genotype approach in contemporary housing (1995 to 2010): the case study of Setif, Algeria. *Engineering, Technology & Applied Science Research*, 11(1), 6810-6818. <https://doi.org/10.48084/etasr.4006>
- Roudavski, S. (2009). Towards morphogenesis in architecture. *International journal of architectural computing*, 7(3), 345-374.
- Schumacher, P. (2015). *Fluid Totality – The dream of inhabiting a nature-like built environment*. Basel: Institute of Architecture & University of Applied Arts Vienna, Birkhaeuser Verlag.
- The Art Story (2012). Cubism Movement Overview and Analysis. *The Art Story*. Preuzeto 14. 10. 2023. s <https://www.theartstory.org/movement/cubism/>

Divna STANOVIĆ

BIOMORPHISM OF ARCHITECTURE OF NAUTICAL TOURISM. RECONSTRUCTION OF PORTO DI BARI, IN BARI, ITALY

Summary: The spontaneity of natural movement in abstraction encouraged the formation of the direction of continuity and limitlessness – biomorphism. With its vitality and natural entity, biomorphism represents a direction that inspires the creation of spaces of fluid character, breaking the barrier of interior and exterior. Architecture inspired by the morphological aspect of nature, uses the lessons of biological processes, in order to achieve the harmony of function and form. Biomorphism represents the architecture of an evolutionary character, and its morphogenic segment comes to the fore through the possibility of flexibility, self-organization and development. Parallel to the organic paradigm, the response to nature is given within the framework of contextual adaptability, as well as the integration of biologically acceptable systems, in order to achieve an ecologically appropriate environment. Digitization in architectural design has made it possible to realize the spontaneity of the form and its adaptability to different circumstances. The principles of biomorphism encourage the creation of architecture that aims to preserve the environment, but also to create an aesthetic space. The application of these principles was carried out in the field of nautical tourism architecture. The project represents the integration of several disciplines, including knowledge from the fields of: biology, nautics and architecture. In addition to the study of biomorphism, analytical research is also devoted to the domain of planning and design of nautical tourism facilities, including ports and passenger terminals. The application of theoretical knowledge is planned through the reconstruction of the Italian port Porto di Bari, relying on the mentioned principles of biomorphism and their implementation in the field of nautical architecture. The goal is to revitalize the existing space through a new complex "port-terminal", biologically and ecologically acceptable, which will overcome the problems that the port area is currently facing and meet the anticipated capacities and requirements of this type of facility. In addition, it will provide a place of efficiency and tourist attractiveness. The biomorphic port represents an ecological (green) port, necessary for the circulation of a large number of people and vessels, but also a place of revitalization of human interaction.

Keywords: biomorphism, digital architecture, fluid design, nautical tourism, ports-terminals



Arhitektonski fakultet

DIVNA STANOVIĆ rođena je 17. jula 1998. godine u Baru. U periodu 2005. do 2013. pohađala je OŠ „Blažo Jovkov Orlandić“ u Baru. Godine 2013. upisuje Gimnaziju „Niko Rolović“, takođe u Baru, koju završava 2017. godine i maturira sa odličnim uspjehom. Iste godine upisuje Integrisane master studije arhitekture na Arhitektonskom fakultetu u Podgorici, program 5+0, Univerziteta Crne Gore. U toku studija učestvuje na brojnim arhitektonskim konkursima, na kojima ostvaruje uspješne rezultate, a među kojima se izdvaja priznanje finaliste na internacionalnom takmičenju organizacije *Archstorming* za timski projektat Etiopske škole u Africi. Dobitnik je posebnog priznanja nagrade „Božidar Milić“, a aktivni je učesnik arhitektonskih

izložbi i konferencija. Petu godinu studija provodi u Italiji u okviru programa studentske razmjene, gdje se u periodu zimskog semestra edukuje na fakultetu *Universita La Sapienza u Rimu*, a pored arhitektonskih studija, na njemu usavršava znanje italijanskog jezika. Ljetnji, ujedno i posljednji semestar, provodi u italijanskom gradu Bariju, na fakultetu *Politecnico di Bari*, gdje sprovodi istraživanje teme magistarskog rada. Tečno govori i piše engleski i italijanski jezik. Završni master rad brani 2022. godine koji je ocijenjen odličnom ocjenom „A“, a studije završava sa najvišim prosjekom u svojoj generaciji (9.40). Za uspjeh na studijama na Arhitektonskom fakultetu, proglašena je za najboljeg studenta generacije za studijsku godinu 2021/22.