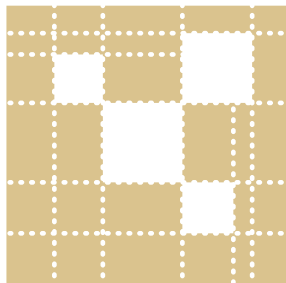


# SVJETLO U DIZAJNU



Srđa  
Hrisafović

Srđa Hrišćević

# Svjetlo u dizajnu

*Svjetlo su boje,svjetlo je energija,  
ono potiče život i hrani dušu,  
ono inspiriše umjetnost, vjeru i nauku.  
Svjetlo čuva tajnu univerzuma.<sup>1</sup>*

*Mojim dragim studenticama i studentima  
bez kojih ova knjiga ne bi bila nikad napisana*

<sup>1</sup>  
Light Fantastic,  
dokumentarni film;  
BBC Four



UREDNIKE NA TEKSTU:

Alma Duraković,  
Nevena Đurić Hrisafović

SARADNICI NA PROJEKTIMA:

Dizajn svjetla: Dragan Martinović,  
Jasmina Memić, Bojan Kanlić  
Fotometrija i proračuni: Ana Drndarević;  
Minel-Schreder, Beograd  
Ilustracije i vizualne komunikacije:  
Mirza Selimović, Fabrika, Sarajevo

DIZAJN KNJIGE:

Adnan Suljkanović

MENTOR NA DIZAJNU KNJIGE:

Bojan Hadžihalilović

FOTOGRAFIJA:

Mehmed Akšamija, Miljenko Bernfest,  
Damir Fabijanić

Zahvaljujem se svima čije sam fotografije  
posudio sa interneta radi bolje  
ilustracije teksta.



# Sadržaj

|                                                                                                      |                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|
| <a href="#">Istorijat .....</a>                                                                      | <a href="#">9</a>   |
| <a href="#">Dizajn svjetla .....</a>                                                                 | <a href="#">12</a>  |
| <a href="#">Koncept svjetla u dizajnu.....</a>                                                       | <a href="#">16</a>  |
| <a href="#">Uticaj svjetla na genius loci .....</a>                                                  | <a href="#">20</a>  |
| <a href="#">Uticaj svjetla na kulturu stanovanja .....</a>                                           | <a href="#">26</a>  |
| <a href="#">Svjetlo i klima .....</a>                                                                | <a href="#">29</a>  |
| <a href="#">Svjetlo i forma.....</a>                                                                 | <a href="#">36</a>  |
| <a href="#">Interakcija svjetla i strukture.....</a>                                                 | <a href="#">42</a>  |
| <a href="#">Interakcija svjetla i materijala .....</a>                                               | <a href="#">46</a>  |
| <a href="#">Svjetlo modeluje prostor .....</a>                                                       | <a href="#">50</a>  |
| <a href="#">Svjetlo kreira repere .....</a>                                                          | <a href="#">54</a>  |
| <a href="#">Svjetlo kao koncept.....</a>                                                             | <a href="#">56</a>  |
| <a href="#">Priroda svjetla – termini i osnovna fizika svjetla .....</a>                             | <a href="#">62</a>  |
| <a href="#">Izvori svjetla.....</a>                                                                  | <a href="#">70</a>  |
| <a href="#">Vrste rasvjete .....</a>                                                                 | <a href="#">74</a>  |
| <a href="#">Projektovanje rasvjete .....</a>                                                         | <a href="#">82</a>  |
| <a href="#">PROJEKAT: Master plan za iluminaciju Baščaršije.....</a>                                 | <a href="#">91</a>  |
| <a href="#">PROJEKAT: Pametna gradska rasvjeta: Iluminacija<br/>istorijskog centra Sarajeva.....</a> | <a href="#">96</a>  |
| <a href="#">Bibliografija: .....</a>                                                                 | <a href="#">102</a> |
| <a href="#">Fotografije: .....</a>                                                                   | <a href="#">104</a> |
| <a href="#">O autoru .....</a>                                                                       | <a href="#">106</a> |



Fig. 1.  
Nebeska svjetlost



# Istorijat

Svjetlo, lumen, lucent, osvijetliti, iluminirati – sve su to termini koje upotrebljavamo kada govorimo o prirodi jednog od najinspirativnijih medija koji konceptualno određuju arhitekturu i dizajn. U starom Egiptu, koncept monumentalne arhitekture bio je baziran na materijalizaciji svjetlosti. Sveukupna mitologija bila je zasnovana na utjelovljenju snage sunčevog svjetla i onaj koji se najviše slavio bio je Amon Ra, bog sunca. U staroj Grčkoj, svjetlost je bila simbol znanja i umjetnosti i uvijek je bila povezana s Apolonom, sinom Zeusa, bogom svih bogova. Zeus, ili “Svijetli”, originalno predstavlja dnevnu svjetlost, boga neba i vremena. Apolon, njegov sin, bio je bog svjetlosti i zbog toga: reda, pravde i zakona smrtnika.

U kršćanstvu, svjetlost postaje spiritualni, duhovni fenomen. Prvi Božji akt, prema Bibliji, bio je: “Neka bude svjetlo!”, što ne mora biti povezano sa suncem. Bog je smatran kao *Pater luminous* (lat. *otac koji osvjetljava*), a božansko svjetlo bilo je manifestacija duha. Cjelokupna religija i mitologija baziraju se na *nebeskoj svjetlosti*.

U svjetovnom životu, značajna otkrića i pronalasci u domenu svjetla i rasvjete počinju s prvim ljudima i otkrićem vatre. U trećem vijeku prije nove ere, grčki filozof Platon postavlja prvu teoriju svjetla pretpostavljajući da oči proizvode zrake koje padaju na predmet gledanja i tako objekat postaje vidljiv. Aristotel nastavlja njegovo učenje i tvrdi da svjetlo putuje “u nečemu sličnom valovima”. U prvom vijeku prije nove ere, rimski arhitekta Vitruvius istražuje upotrebu dnevnog svjetla u arhitekturi. U njegovoj knjizi *De Architectura* prvi put se pojavljuje čitavo poglavlje posvećeno dnevnom svjetlu.

Pronalazak svijeće datira negdje oko 400. godine, ali se tek u 14. vijeku počinje upotrebljavati kao rasvjetno tijelo u domaćinstvu. Hasan Ibn al-Haytham, ili Alhazen, bio je arapski naučnik koji je prvi objasnio i napisao teoriju optike. Alhazen proučava svjetlo, prirodu vida, oko, te sunčeve i mjesečeve eklipse. Njegovi rani



Fig. 2.  
Thomas Edison:  
Električna svjetiljka

eksperimenti doveli su do preteče *camere obscurae* koju je upotrebljavao da dokaže da svjetlo putuje u ravnim linijama. Također je proučavao fiziku svjetla, refleksiju i refrakciju. Sve je to objavio u *Knjizi o optici*, koju je pisao od 1011. do 1021. godine.

U Evropi, engleski učenjak i teolog Roger Bacon (1214-1294) proučava Alhazena i govori o prvim konkavnim i konveksnim lećama. Britanski fizičar i astronom Isaac Newton (1642-1717) formulirao je korpuskularnu teoriju svjetlosti, tvrdeći da svjetlosno tijelo zrači energiju u česticama, ili *korpuskularima*, te da one putuju u pravim linijama. Čestice zatim djeluju na mrežnjaču oka tako što stimuliraju očni živac koji prenosi informaciju u mozak. Godine 1666. izveo je svoj poznati eksperiment s prizmom i zapisao da je sunčeva svjetlost bijela te da sadrži sve boje spektra. Newton je u svojim istraživanjima identifikovao i principe refrakcije: "Svjetlo se savija pod blagim uglom dok putuje iz jednog medija u drugi, ovisno o njegovoj talasnoj dužini."

U 18. vijeku, industrijska revolucija donosi i prvi pomak ka produkt dizajnu kao profesiji. Istoričar umjetnosti Feđa Vukić, na <http://dizajn.hr/blog/dizajn/>, to ovako objašnjava: "Dizajn se kao fenomen pojavljuje u zapadnoeuropskoj kulturi u drugoj polovici osamnaestog stoljeća, da bi se tijekom razvoja industrijske kulture afirmirao, posebice tijekom dvadesetog stoljeća, kao nezaobilazna metoda i tehnika generiranja novih vrijednosti u stvaranju novih proizvoda i usluga." Industrijska revolucija donosi i razvoj novih tehnologija svjetla.

Godine 1879, u New Jerseyu (SAD), Thomas Alva Edison patentirao je prvu sijalicu sa žarnom niti koja je davala svjetlo od 16 kandel. Sumnja se da ovaj izum vjerovatno pripada Nikoli Tesli, kao i genijalna otkrića bežične niskotlačne gasne svjetiljke napojene visokofrekvencijskim električnim poljem.

Godine 1893, na svjetskoj izložbi u Chicagu, Tesla je izložio prve fluorescentne i neonske lampe. Godine 1909, William Coolidge, elektroinženjer iz SAD-a, razvio je "fleksibilnu tungsten žicu", što je učinilo mogućim razvoj moderne žarulje, tj. sijalice sa žarnom niti. Godine 1911, Georges Claude, francuski inženjer i pronalazač, patentirao je neonsku sijalicu, dok je Nijemac Edmund Germer patentirao fluornu sijalicu 1926.

Pedesetih godina 20. vijeka, Amerikanac Richard Kelly postao je prvi registrovani "dizajner rasvjete" (<http://www.erco.com/guide/>)

[basics/perception-orientated-lighting-design-2896/en/](#)). Godine 1962, Nick Holonyak Jr. (SAD) razvio je prvi vidljivi spektar iz diode koja emituje svjetlo (*light emitting diode – LED*). Godine 1975. osnovano je Međunarodno udruženje dizajnera rasvjete (The International Association of Lighting Designers – I.A.L.D.), koje će obezbijediti edukaciju i trening za profesiju dizajnera svjetla

Da bismo shvatili šta je dizajn svjetla, prvo moramo formulisati dizajn kao profesiju. Dvije su osnovne funkcije dizajna koje ovise o usluzi koju pružaju dizajneri. Prva je produkt dizajn ili industrijski dizajn, gdje se, kako tvrdi Feđa Vukić za portal dizajn.hr: “autorski, u sklopu interdisciplinarnih timova, stvara funkcionalni predmet u svojim svrhovitim i simboličkim funkcionalnim dijelovima koji moraju besprijekorno funkcionirati kao cjelina”. U drugom slučaju, po Vukiću: “dizajner ili dizajnerica stvaraju sredstvo prenošenja vizualne i verbalne poruke u kontekstu šire komunikacijske platforme”.

Definicija ICSID-a, Međunarodnog savjeta udruženja industrijskih dizajnera (*International Council of Societies of Industrial Design*, <http://www.icsid.org>), glasi: “Dizajn je stvaralačka aktivnost koja ima za cilj uspostaviti višestruke kvalitete predmeta, procesa, usluga i sustava za vrijeme njihova trajanja. Prema tome, dizajn jest ključan činitelj inovativnosti koji humanizira tehnologije i bitan je dio kulturalne i gospodarske razmjene.”

Za portal dizajn.hr (<http://dizajn.hr/blog/dizajn/>) Feđa Vukić piše: “Dizajn (engl. *design*) se prakticira i promovira kao djelatnost koja je posrednik između korisnika i predmeta te između pojedinca i zajednice, a ujedno i kao spoznajna tehnika u odnosu korisnika i predmeta. U kontekstu suvremenih društava koja funkcioniraju u sklopu ideje masovne proizvodnje i potrošnje te globalne razmjene kapitala i rada, dizajn bi se najlakše mogao definirati kao intelektualna i kreativna interdisciplinarna djelatnost koja funkcionira unutar društva koje ima potrebu materijalizirati mitove kako bi u sklopu kulturalnog sustava poticala posredovanje identiteta pojedinca u zajednici ali i identifikaciju pojedinca sa zajednicom.”



# Dizajn svjetla

DIZAJN kao riječ u prevodu znači PROJEKTOVANJE, a može se upotrebljavati i kao imenica i kao glagol. Može se odnositi na krajnji produkt ili na sam proces stvaranja ili kreacije. Inženjeri upotrebljavaju formule da bi dizajnirali (projektovali). Produkt dizajneri pri dizajniranju namještaja upotrebljavaju maštu. Proces dizajna kod inženjera je precizan, sistematiziran i mehanički, jer za svoju kreaciju upotrebljavaju matematičke formule. Kod produkt dizajna proces je spontan i nepredvidiv, jer produkt dizajneri upotrebljavaju maštu pri osmišljavanju koncepta kreacije, mada je sam nacrt (projekat) visoko sistematiziran i precizan proces.

DIZAJN SVJETLA kao profesija nastaje 30-ih godina prošlog vijeka. Ova relativno mlada grana umjetnosti/nauke bavi se kako vještačkim tako i dnevnim svjetlom. Na početku treba razjasniti konfuziju u samom nazivu profesije. Kao i mnogi nazivi koji se direktno prevode s engleskog jezika, LIGHTING DESIGN u našem jeziku doživljava različite prevode, a i značenja. Tačan prevod bio bi projektovanje rasvjete ili osvjetljenja, međutim, riječ dizajn je već ustaljeni termin koji, osim pojma projektovanje, u sebi sadrži i umjetničku komponentu koja prati profesiju. Zato se uz svjetlo uglavnom upotrebljava riječ dizajn jer u našem jeziku projektovanje ima tehničku konotaciju.

Predmet koji predajem na Akademiji likovnih umjetnosti u Sarajevu zove se SVJETLO U DIZAJNU iz jednostavnog razloga: jer pripada Odjelu za produkt dizajn; inače bi se mogao zvati i svjetlo u arhitekturi. Ali ovdje nije naglasak na dizajnu ili arhitekturi kao profesiji, ovdje je naglasak na SVJETLU. Moj pristup temi svjetla u ovoj knjizi je potpuno subjektivan, bar u dijelovima u kojima istražujem konceptualnu moć i snagu svjetla da otkriva formu i oblikuje prostor.

Počeci nastanka struke dizajn rasvjete (lighting design) su i počeci brzog razvoja industrije rasvjetnih tijela. Prva organizacija koja se

bavila svjetlom, Društvo inženjera rasvjete Australije i Novog Ze-landa (The Illuminating Engineering Society of Australia and New Zealand), osnovana je davne 1930. godine. Godine 1950, američki dizajner Richard Kelly radi prve projekte dizajna rasvjete Muzeja umjetnosti Kimbell (Kimbell Art Museum) u Teksasu, arhitekta Louisa Kahna, i Zgrade Seagram, arhitekata Ludwiga Miesa van der Rohea i Philipa Johnsona. Kelly se bavio pitanjem pojedinačnog kvaliteta svjetla naspram uniformnog kvantiteta, uviđajući razliku između tri osnovne funkcije: ambijentalne luminiscencije (ambient luminescence), žarišnog sjaja (focal glow) i igre briljantima (play of brilliants). <http://www.erco.com/guide/basics/perception-orientated-lighting-design-2896/en/>

DIZAJN RASVJETE prvi put se spominje 1969. godine u Međunarodnom udruženju dizajnera rasvjete IALD (International Association of Lighting Designers, <https://www.iald.org>), “profesionalne organizacije za dizajnere rasvjete (lighting designers) čija edukacija može biti na polju arhitekture, elektrotehnike, dizajna enterijera ili pozorišne scene”. Vrlo značajan segment u opisu rada ovog udruženja jeste to da su “članovi IALD-a posvećeni profesionalnom napredovanju struke dizajna rasvjete, i stoga ne mogu na bilo koji način biti uključeni u prodaju rasvjetnih proizvoda”. Evropsko udruženje dizajnera rasvjete (The European Lighting Designers’ Association ELDA, kasnije ELDA+) formirano je 1993. godine, a 2007. godine mijenja ime u Udruženje profesionalnih dizajnera rasvjete (Professional Lighting Design Association PLDA <http://www.pld-c.com>). IALD i PLDA su trenutno glavni autoriteti kada je riječ o svjetlu.

Za nastanak struke i statusa profesionalaca koji se bave dizajnom svjetla veoma važnu ulogu imala je Konvencija profesionalnih dizajnera rasvjete (Professional Lighting Design Convention PLDC), održana 2009. godine u Berlinu. Na njoj je uspostavljen manifest i

ozvaničena profesija dizajna rasvjete. Neki od najbitnijih zaključaka vezanih za profesiju, a koji su izneseni na ovoj konvenciji, jesu: “Dizajn rasvjete je umjetnost i nauka osvjetljenja ljudskog okruženja. Dizajneri rasvjete su profesionalci koji imaju sposobnost da primjenjuju tu umjetnost i nauku u projektima i tako ih dovedu do uspješnog završetka”, i: “Dizajn rasvjete je profesija i disciplina različita od svih ostalih na polju arhitekture, enterijerskog dizajna, okolišnog dizajna, urbanističkog i elektroinženjerskog projektovanja.”

DIZAJN SVJETLA je transdisciplinarna profesija koja je povezana sa svim segmentima projektovanja, integriše znanje prirodnih i društvenih nauka kao i tehnologiju i inženjerstvo. Zahtijeva ekspertize u fizici svjetla, psihologiji i fiziologiji, tj. percepciji svjetla i ergonomiji ljudskog faktora. Izučava se na dodiplomskim i postdiplomskim studijima, a profesionalci u struci dolaze s fakulteta za dizajn, s arhitekture, elektrotehnike i likovnih akademija.

Dizajn je i nauka i umjetnost. Produkt dizajneri su u očima javnosti obično viđeni kao umjetnici, ali je put do gotovog proizvoda isto toliko inženjerski posao kao i umjetnost. Stoga DIZAJNER SVJETLA mora biti i naučnik i umjetnik. “(...) naučnici opisuju kakav je svijet, a dizajneri kakav bi svijet mogao biti. Pošto je dizajn i umjetnost i nauka, dizajner je futurista i srž posla je kreiranje budućnosti.”<sup>2</sup>

EDUKACIJA DIZAJNERA je relativno nov fenomen kao i produkt/industrijski dizajn koji nastaje s početkom Industrijske revolucije sredinom 18. vijeka u Velikoj Britaniji. Početkom 20. vijeka otvaraju se škole industrijskog dizajna, što dovodi i do priznavanja dizajna kao discipline. Većina industrijskih dizajnera je u tim počecima dolazila isključivo iz prakse i to rada s drvetom i metalom. Radeći s prirodom tih materijala i njihovim fizičkim osobinama, dizajneri su ih doživljavali isključivo vizualno i taktilno, za razliku od današnjeg doba kada u školama učimo kako doživjeti materijale konceptualno kroz njihove fizičke i mehaničke osobine.

“Poseban aspekt edukacije na studiju dizajna stavlja se i nadalje na uvažavanje lokalnih socijalnih i ekonomskih datosti proizvodnje, jer se ukazuje na cijeli raspon mogućih načina izvedbe projektiranog proizvoda u užem kontekstu, od uvjeta masovne proizvodnje velikih serija, do obrtničkih produkcijskih uvjeta maloserijske proizvodnje. Uz to značajan je aspekt edukacije i uvažavanje ekološkog aspekta problematike društvene okoline, odnosno uviđanje iscrpivosti materijalnih resursa, kao i problem zagađenja prirodne okoline.”<sup>3</sup>

<sup>2</sup>  
Bryan Lawson: How  
Designers Think:  
The Design Process  
Demystified;  
Architectural Press,  
Oxford, 2001.

<sup>3</sup>  
Feda Vukić: Petnaest  
godina studija dizajna;  
Arhitektonski fakultet  
Sveučilišta u Zagrebu,  
Zagreb 2004., str. 8-13.

Edukacija za dizajnere svjetla ide u dva pravca: arhitektonsko-dizajnerskom i pozorišnom. U prvom, studenti se bave vanjskim i unutrašnjim prostorima, urbanizmom i okolišem (landscape), dok drugi pravac govori isključivo o prostoru scene. Arhitektonsko-dizajnerska edukacija dizajna rasvjete fokusira se na tri fundamentalna aspekta iluminacije objekata ili prostora, bilo da su vanjski ili unutrašnji. Prvi je estetski aspekt osvjetljenog objekta ili prostora. Drugi aspekt su ergonomski ili mjerljivi dijelovi rasvjete koji su bitni za funkciju prostora. Treći aspekt je energetska efikasnost koja se odnosi na konzervaciju ili redukciju energije kroz nerasipanje svjetla ili preosvjetljenje.

Savremene tendencije u edukaciji i profesiji dizajna rasvjete baziraju se na ekologiji i etici (green design, eco design, sustainable design, itd). John Vasson tvrdi da: "Dizajn može biti uspješan samo ako je vođen etikom". Massimiliano Fuksas osnovnoj temi Venecijanskog bijenala 2000 godine. daje naziv Manje estetike, više etike, a Victor Papanek piše: "Dizajn je jako motivisana i visoko organizovana igra... više se ne pitamo kako nešto izgleda ili kako radi, nego u kakvoj je vezi s kontekstom."<sup>4</sup>

Papanek dalje tvrdi da se kontekst savremenog dizajna bazira na ekologiji, očuvanju okoline i održivom razvoju. Osnovno pitanje je šta svako od nas treba da doprinese i šta možemo, ovisno o specifičnoj ulozi u društvu, da učinimo za ekologiju kao profesionalci na polju u kojem djelujemo. Dalje, koji je uticaj posla koji obavljamo na okruženje, jer u svakoj ljudskoj djelatnosti postoji ekološka dimenzija.

4

Victor Papanek:  
The Green Imperative;  
Thames & Hudson,  
1995.



# Koncept svjetla u dizajnu

Dizajn doživljavamo svim osjetilima, a ne samo gledanjem. Vizualne slike daju nam samo informaciju, ali ljepota uvijek ima dublje značenje, ona nije nikad plitka u svojoj vizualizaciji. Ovu tvrdnju možemo ilustrovati riječima Taisena Deshimarua, učitelja zen budizma iz Japana: “Misliti cijelim tijelom.” Samo tako se može osjetiti dizajn.

Dobar dizajn i arhitekturu danas većinom doživljavamo kroz TV sliku, web-projekcije ili kroz slike u knjigama, pa tako i dizajn i arhitektura gube treću dimenziju te postaju dvodimenzionalni. Trodimenzionalne strukture moraju biti dimenzionirane specijalno za zadanu situaciju, koja, opet, mora biti kontekstualno povezana s topografijom, lokalnom vegetacijom, okolišem i klimom. Godišnje doba, različito svjetlo u različitim dijelovima dana, sve to igra veliku ulogu u doživljavanju objekta. U arhitekturi objekat percipiramo samo ako ga obidemo sa svih strana, doživimo promjene prostora i volumena, osjećajući kako objekat funkcionira. Isto važi i za proizvod, koji, da bismo shvatili kako funkcionira, trebamo uzeti u ruke, osjetiti težinu materijala, pomirisati i opipati teksturu završnog sloja.

Victor Papanek uspostavlja relaciju između samo vizualnog doživljaja i upotrebe svih čula: “(...) naučnici tvrde da svijet doživljavamo prvenstveno očima i da je budućnost u sve boljoj rezoluciji TV i LED ekrana, kompjutera, magazina u boji s izuzetnim fotografijama, zatim 3D zidnih televizora u budućnosti itd. Ipak, postoji doza skepticizma, jer smo opremljeni s pet osjetila kojima spoznajemo svijet oko nas. I dalje imamo senzorske nerve koji nam daju koordinate o poziciji i pokretima tijela u odnosu na prostor (kinestezija); imamo i termalne receptore koji registriraju toplo i hladno, intuiciju ili predosjećaj itd. Samo u interakciji svih ovih osjetila mi zaista vidimo, tj. doživljavamo.”<sup>5</sup>

<sup>5</sup>  
Ibid.

U nastavku, Papanek govori o raspoloženju i okolišu, te naglašava da su tek poslije Drugog svjetskog rata ljudi u zapadnom svijetu počeli većinu života provoditi u unutrašnjem prostoru, “zaštićeni” od blistave sunčeve svjetlosti i prirode. Danas mnogi od nas žive u vještačkom okruženju, koje umrtvljuje naša prirodna osjetila. U Kanadi i SAD-u su šoping centri postali mjesto izlaska u *kontrolisanu prirodu*. Sve više takvih kontrolisanih okruženja postoji i u Evropi. Dr. Richard Wurtman tvrdi: “Svi smo mi, ne želeći, postali subjekti dugoročnog eksperimenta o uticajima vještačkog svjetla na naše zdravlje.”

Dalje, Papanek tvrdi da ljepotu prostora u kojem boravimo ili radimo doživljavamo putem multisenzora i dio tog doživljaja leži duboko u našoj podsvijesti. Naprimjer, zrak sadrži jone koji smanjuju melatonin, hormon povezan s nervozom, strahom i osjećajem nesigurnosti. Neki mirisi smanjuju krvni pritisak itd.

Sunčeva svjetlost putem očiju djeluje na hipotalamus gdje se stvara serotonin, hormon koji je direktno povezan s dobrim raspoloženjem i plodnošću. Poglavlje u knjizi koje nas zanima Papanek naziva DIMENZIJA SVJETLA. “Svjetlo – naš prvi vizualni doživljaj pri rođenju – može biti direktno, indirektno, rasuto ili disperzivno, također ima kvalitet boje u ovisnosti o geografskoj lokaciji, godišnjem dobu, dijelu dana i vremenu. Sunce može dati jaku sjenu kreirajući veliki kontrast u boji i temperaturi, može kreirati blještavilo sijajući direktno u sobu kroz prozor. Indirektno svjetlo se odbija sa okolnih ploha. U ovisnosti o materijalu i površini od koje se odbija, svjetlo mijenja boju, jačinu ili smjer. Hodamo kroz prostor sa svjetlom koje ulazi kroz otvore i mijenja ga. Ne samo da vidimo svjetlo, mi ga i osjećamo. Putem senzora koža reaguje na svaku promjenu temperature u prostoru.”<sup>6</sup>

6  
Ibid.

Nedostatak svjetla može prouzrokovati depresiju. Izloženost jakim svjetlu noću ili slabom danju može poremetiti sintezu hormona melatonina. Kad je mrak, tijelo proizvodi više melatonina, a kad je svjetlo, proizvodi ga manje. Poremećenost lučenja ovog hormona izaziva melankoliju i depresiju. Dobro raspoloženje i pozitivnu energiju obezbjeđuje serotonin, kojeg tijelo proizvodi samo ako ima dovoljno dnevnog svjetla tokom cijelog dana. Postoji klinički termin “sezonski afektivni poremećaj” – SAP. Od njega obolijevaju naročito oni koji žive na sjevernim paralelama. Tokom kratkih dana zime, kada je dnevno svjetlo ograničeno, a sunce se pojavljuje vrlo rijetko, ljudi padaju u depresiju i fizički su umorni. Tretman za ovaj poremećaj jeste izlaganje vještačkom svjetlu koje svojom bojom i intenzitetom može zamijeniti dnevnu svjetlost. “Svjetlo može doći i od treperave svijeće, koja je smirujuća i romantična. Svjetlo ognjišta donosi i psihološku i fizičku toplotu. Okupljanje oko vatre je milionima godina upisano u naše genetske kodove kao mjesto zajedništva, kulta kuhanja i socijalizacije, tako da otvorena vatra još uvijek nosi jak osjećaj prijateljstva i druženja. Dizajneri će projektovati suptilne i sofisticirane svjetlosne efekte kako bi uticali na naše raspoloženje i zainteresirali nas za prostor u kojem boravimo. Ali svjetlo, bilo difuzno ili direktno, bijelo ili žuto, samo je početak. Svjetlo treba prostor, prostorija diktira tok svjetlosti – svjetlost modeluje volumen prostorije.”<sup>7</sup>

<sup>7</sup>  
Ibid.



Le Corbusier u kapeli *Notre Dame du Haut* u Ronchampu modeluje enterijer svjetlom koje prolazi kroz nepravilno postavljene otvore. Le Corbusier je ovu interakciju zasljepljujućih zraka dnevnog svjetla, duboke sjene i tame nazvao “vizualna akustika”.

Fig. 3.  
Le Corbusier:  
*Notre Dame du Haut*,  
Ronchamp, Francuska



# Uticaj svjetla na genius loci

Svjetlo utiče na percepciju mjesta. Svako mjesto ima svoje svjetlo koje ga u svakom momentu razlikuje od bilo kojeg drugog mjesta i koje se mijenja s promjenom godišnjih doba. Neka mjesta su prepoznatljiva po svjetlu, kao, naprimjer, Cadiz, grad na obali Atlantskog okeana u Andaluziji, Španija. Svjetlo koje se odbija o površinu okeana i bijele fasade građevina na samoj obali daje prostoru percepciju lakoće i prozračnosti. Veliki španski arhitekta Campo Baeza je rekao: “Prvi put sam ugledao svjetlo kada sam došao u Cadiz.”

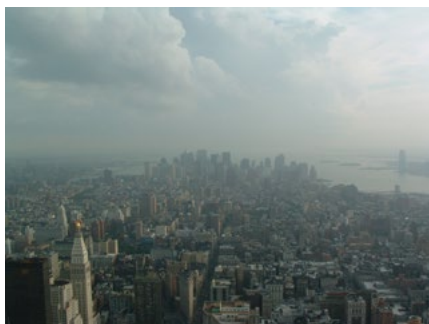
Fig. 4.  
Grad Cadiz,  
Andaluzija, Španija



Ritam svjetla i mraka, vedrog i oblačnog, bistrog i tmurnog, različit je u Sarajevu i Dubrovniku. Ljetni dan u Dubrovniku mnogo je svjetliji i veseliji nego u Sarajevu jer se sunčeva svjetlost reflektuje o površinu mora i bijelog kamena. Međutim, zimski dan može biti veseliji u Sarajevu nego u mnogo toplijem Dubrovniku zbog reflektujućeg svjetla snijegom pokrivenog krajolika.

“U Japanu”, kako piše teoretičar arhitekture Henry Plummer, “lijepo, jasno i jednostavno svjetlo koje pripada starom Japanu kreira raspoloženje usamljenosti u tradicionalnoj arhitekturi, a pritom izvana reflektira vizualni i emotivni doživljaj meke luminacije. Iako umnogome varira iz dana u dan, nebo iznad svakog krajolika pomaže određivanju duha mjesta načinom na koji se zrake sunca filtriraju i projiciraju na zemlju. Na raspoloženje ljudi intenzivno djeluju prevladavajuće svjetlo i način na koji ono može nijansirati boje krajolika onako kako ga vidimo i osjećamo, dajući značaj različitim regionalnim temperamentima i idejama o realnosti. Pod vlažnim sjevernim nebom, predmeti izgledaju meki i zamagljeni, obdareni mistikom, čak i mističnim kvalitetima. Čisto nebo juga producira suprotno – jasnoću i apsolutnu realnost, nedifuzne zrake sunca oštro definiraju sve što je osvijetljeno.”<sup>8</sup>

8  
Henry Plummer:  
Light in Japanese  
Architecture; A + U,  
Japan, 2003.



Ljetni dan u vlažnom New Yorku je magličast u odnosu na čisti, suhi ljetni dan u San Franciscu. Vodena isparenja u vazduhu utiču na vizualnu scenu, ali i na komfor ljudi. Stanje neba je naročito važno za količinu svjetla na Zemlji.

Fig. 5.  
New York vs.  
San Francisco

U poređenju sa žuto-plavim nebom iznad Los Angelesa (ili bilo kojeg velikog grada u Evropi) koji je zagađen velikim količinama smoga, čisto plavo nebo iznad Aucklanda (Novi Zeland) daje osjećaj čistoće i blistavosti. Sunčani ljetni dan u Aucklandu, kada nije vlažno, najbistrije je nebo koje sam vidio. Naravno, na to utiče i nedostatak ozonskog omotača iznad Novog Zelanda i Australije. Također, veliko tijelo okeana, reflektirajući, intenzivira efekat svjetla. Zato su gradovi uz more ili okean generalno sretnija mjesta za živjeti nego gradovi u kotlinama.

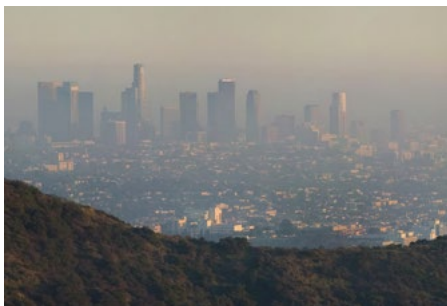


Fig. 6.  
Auckland vs. Los  
Angeles

*“Neko odluči nacrtati svijet. Tokom godina ispuni prostor slikama pokrajina, kraljevina, planinskih masiva, brodova, otoka, riba, soba, instrumenata, sazviježda, konja i ljudi. Nedugo prije smrti otkrije da taj strpljivi labirint linija prikazuje sliku njegovog vlastitog lica.”* Jorge Luis Borges

GENIUS LOCI Romanski koncept na latinskom jeziku znači *duh mjesta*. U knjizi *Genius Loci: Prema fenomenologiji arhitekture*, norveški arhitekta Christian Norberg-Schulz razvio je teoriju duha mjesta baziranu na filozofiji Martina Heideggera. U raspravi o jeziku i estetici, Heidegger tvrdi da je koncept “kuće ili doma egzistencijalni oslonac”, kuća je sinonim i kuća je u egzistencijalnom smislu svrha arhitekture. Kasnije dodaje: “Na način na koji si ti, i ja, na način na koji smo mi, ljudska rasa na zemlji, jeste stanovanje... ali na zemlji, to već znači ‘ispod neba’.” (*“The way in which you are, and I am, the way in which we humans are on earth, is dwelling... but on the earth, already means ‘under the sky.’”*)<sup>9</sup> Stanovati podrazumijeva nešto više od skloništa. Podrazumijeva da je prostor, gdje se dešava život, mjesto u pravom smislu riječi. Mjesto je prostor koji je jasno okarakterisan.

<sup>9</sup>  
Christian Norberg-Schulz: *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*; Rizzoli, 1979.

Od davnih vremena, *genius loci*, ili duh mjesta, bio je prepoznat kao konkretna realnost s kojom se čovjek mora suočiti i uspostaviti

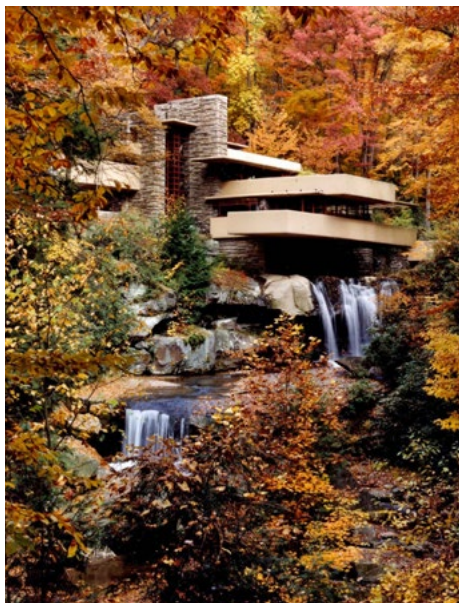
ti relaciju unutar njegovog dnevnog života. Arhitektura znači vizualizacija *geniusa loci* i zadaća arhitekta je da kreira, osmisli mjesto koje će pomoći čovjeku da “stanuje”. Norberg-Schulz tvrdi: “Stvar, poredak, karakter, svjetlo i vrijeme su osnovne kategorije konkretnog prirodnog razumijevanja. Dok su stvari i poredak prostorni, karakter i svjetlo se odnose na generalnu atmosferu mjesta... Ne postoji drugačija vrsta arhitekture, samo drugačija situacija, situacija koja zahtijeva drugačije rješenje da bi zadovoljila čovjekove fizičke i psihičke potrebe.”<sup>10</sup>

10  
ibid.

Pojedina mjesta su pamtljiva po kvalitetu svjetla, kao i neki arhitekti koji svjetlom kreiraju prostor, poput Franka Lloyda Wrighta i njegovog remek-djela *Fallingwater* ili *Kaufmann Residence*. Izgrađena 1930, ova građevina je postala paradigma organske arhitekture, koja je i formom i funkcijom integralni dio prirode koja je okružuje. Različiti kvaliteti svjetla u različitim sezonama mijenjaju *Fallingwater* kroz godišnja doba.

Wright je eliminirao razlike između vanjskog i unutrašnjeg: struktura kamena je ista i vani i unutra, pod se nastavlja bez pragova, niski stropovi se nastavljaju na razinu strehe, usmjeravajući pažnju na vanjski prostor, u prirodu. Kao rezultat varijacije prirodnog svjetla i sezonskog mijenjanja šume, mijenja se, animira, i sam objekt.

Fig. 7.  
Frank Lloyd Wright:  
*Fallingwater*  
(*Kaufmann Residence*),  
Pensilvanija, SAD



Da svako mjesto ima svoje svjetlo, najbolje je predstavljeno u slikarstvu. Slikari često otkrivaju raspoloženje ili atmosferu mjesta upotrebljavajući svjetlo. Različiti kvaliteti svjetla u različitim dijelovima dana mijenjaju sliku katedrale u Rouenu, najdražeg motiva francuskog impresioniste Claudea Moneta.

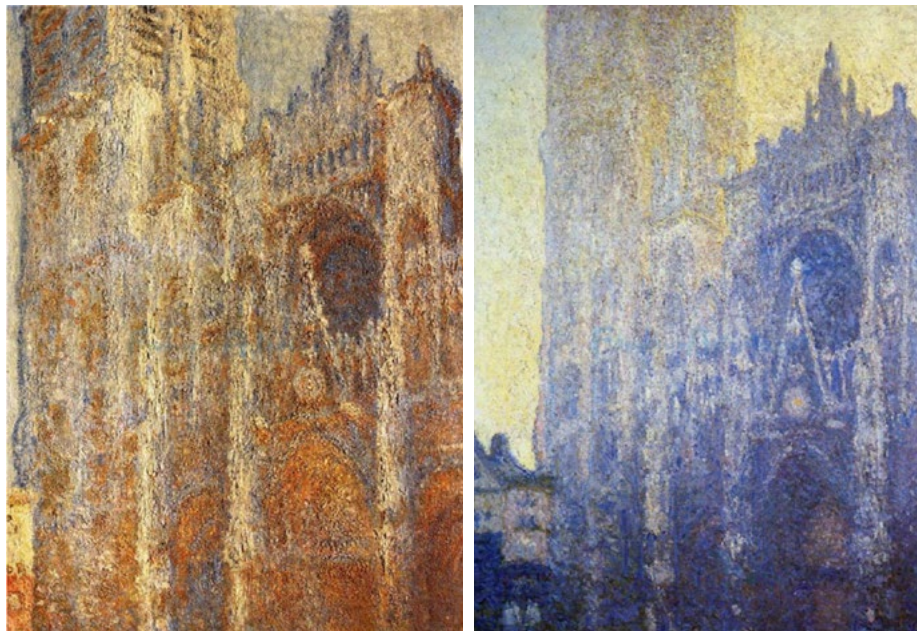


Fig. 8.  
Claude Monet:  
*Katedrala u Rouenu*

Edgar Degas bio je zainteresiran za svijet pozorišta i njegovo svjetlo. Na slici *Balet viđen iz operske lože*, Degas istražuje vještačko, dramatično i romantično svjetlo koje služi kao medij i koje separiše scenu baleta od realnosti te je pomiče iz sadašnjeg vremena i mjesta u neki ljepši svijet mašte. Giorgio de Chirico na slici *Melankolija ulice* kreira atmosferu zastrašujućeg, stranog. Upotrebljava duboku perspektivu, jako svjetlo i sjenu za emotivne efekte. Nebo je tamno, a u izrazito osvijetljen prostor između kuća ulazi djevojčica. Okrećući točak, ona nezaustavljivo ide prema crnoj sjeni lika iza tamne kuće.



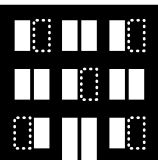
Fig. 9.  
Edgar Degas: *Balet  
viđen iz operne lože*

Fig. 10.  
Giorgio de Chirico:  
*Misterija i melankolija  
ulice*

Vincent van Gogh slikao je *Zvezdanu noć* u sanatoriju, gdje je bio odveden nakon drugog nervnog sloma. Malo selo miruje ispod zvijezda i planeta koje eksplodiraju u haosu Posljednjeg suda. U pozadini jablani u tamnosmeđim tonovima sugeriraju tminu noći koja će zavladati Zemljom nakon trenutnog bljeska svjetla.



Fig 11.  
Vincent van Gogh:  
*Zvezdana noć*



# Uticaj svjetla na kulturu stanovanja

11  
Henry Plummer: *Light  
in Japanese Architectu-  
re*; A + U, Japan, 2003.

Veza između svjetla i *geniusa loci* (duha mjesta) također je veza između svjetla i kulture stanovanja. Govoreći o *geniusu loci* u Japanu, Henry Plummer kaže: “Isprani kvalitet svjetla, koji tako snažno determiniše *genius loci* Japana, mora da je imao jak uticaj na razvijanje osjetila i misli starih naroda, pa čak i na poeziju i umjetnost inspirisane preovladavajućim raspoloženjem odsutnosti (*prevailing mood of absence*).”<sup>11</sup>



Fig. 12.  
Ulica u Kopenhagenu,  
Danska



Fig. 13.  
Ulica u Dubrovniku,  
Hrvatska

Prozori u danskoj arhitekturi su veza između svjetla i kulture življenja. Bez obzira na relativno hladnu klimu, veliki prozori na fasadama pokazuju otvorenost danskog društva. Također njihova funkcija je i da prime što veću količinu sunčeve energije. Po principu pasivnog solarnog – direktnog zagrijavanja, masivni zidovi ili podovi akumuliraju toplotu. Noću se prostor hladi, a po principu prirodne ventilacije, uskladištena toplota zagrijava prostor.

U staroj arhitekturi Dalmacije prozori su otvoreni prema ulici samo radi rituala socijaliziranja. Visoki prozori - vrata otvoreni su ka malim balkonima i tu su da omoguće stanarima da učestvuju u životu koji se dešava ispod, na ulici. Ljeti su unutrašnji prostori zaštićeni od pregrijavanja venecijanama ili škurama kako bi svjetlo ušlo u prostor, ali ne i toplota.

U bosanskoj tradicionalnoj arhitekturi, “doksat”, ili konzolni dio dnevnog boravka, pruža se vani, prema ulici, iz istog razloga: da bi stanari participirali u životu ulice. Doksat je tipičan detalj kuća građenih na padinskim dijelovima grada. Zidovi prizemlja prate liniju ulice, a doksat na spratu mijenja orijentaciju kako bi u enterijeru dobili što bolji upad sunca i pogled. Ali zbog vjerskih običaja i materijala za gradnju, jezik arhitekture u Bosni je drugačiji nego u Dalmaciji.

U islamu, žene se pokrivaju pred vanjskim svijetom, kao što doksat (konzolni istak) ima mušebek (drveni rešetkasti dio prozora). Kroz mušebek žena može učestvovati u rituelu socijaliziranja na ulici a da je pritom skrivena, pokrivena. Mušebek je neka vrsta arhitektonskog vela iza kojeg vidiš a ne možeš biti viđen.

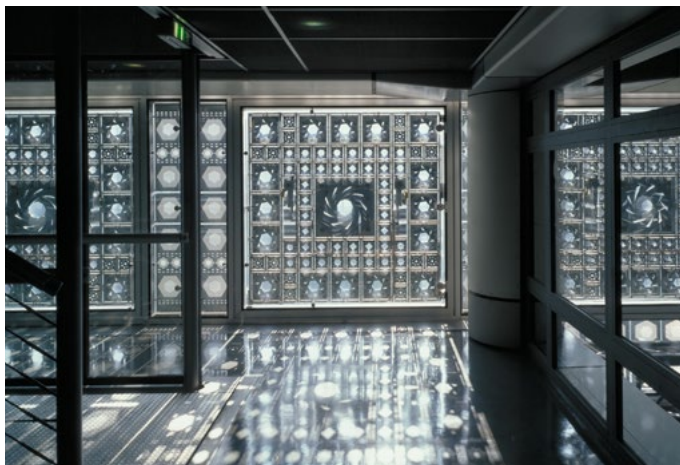


Fig. 14.  
Sarajevska mahala



Fig. 15.  
Mušebek

Fig. 16.  
Jean Nouvel:  
Institut arapskog  
svijeta, Pariz,  
Francuska



Jean Nouvel upotrebljava isti jezik arhitekture za kontrolu dnevnog svjetla u Institutu arapskog svijeta (*l'Institut du Monde Arabe IMA*) u Parizu. On koristi tehnologiju fotografskih blendi u svrhu dizajniranja remek - djela svjetla i sjene. Južna fasada građena je od nekoliko stotina osjetljivih membrana (senzitivnih dijafragmi) koje reguliraju količinu dnevnog svjetla koja ulazi u prostore zgrade. Dok ovi sofisticirani uređaji stvaraju nevjerovatnu estetiku, također su i funkcionalni sa stanovišta kontrole pretjeranog zagrijavanja ili intenziteta svjetla. Blende vođene senzorima otvaraju se i zatvaraju u ovisnosti o potrebnoj količini svjetla u odnosu na pojedine funkcije prostora. Nouvel je ovim projektom uspio da poveže tradicionalne elemente arapske arhitekture i sofisticiranog dizajna, a sve zbog dramatične igre svjetla i sjene koja u konačnici mijenja unutrašnji prostor iz sata u sat.

# Svjetlo i klima

Ljudi iz različitih klimatskih zona imaju različite percepcije, različitog su senzibiliteta i imaju različite ideje o realnosti. Raj za Eskime je pod zemljom, gdje je toplo i zaštićeno. Pakao je gore, na nebu, gdje je uvijek hladno, vjetrovito i sivo. Boja i ritam svjetla su fundamentalni u formiranju ljudske percepcije i mašte, a također doprinose duhu mjesta. U skandinavskoj arhitekturi, svjetlo i toplota obično idu zajedno kako bi obezbijedili termalni komfor u kući. Ljeti na Mediteranu je problem kako držati toplotu van kuće, što podrazumijeva i svjetlo. Tu projektovanje sa suncem uvijek negira projektovanje sa svjetlom. Svjetlo i klima se skoro uvijek prepliću na nivou termalnog i vizualnog komfora.

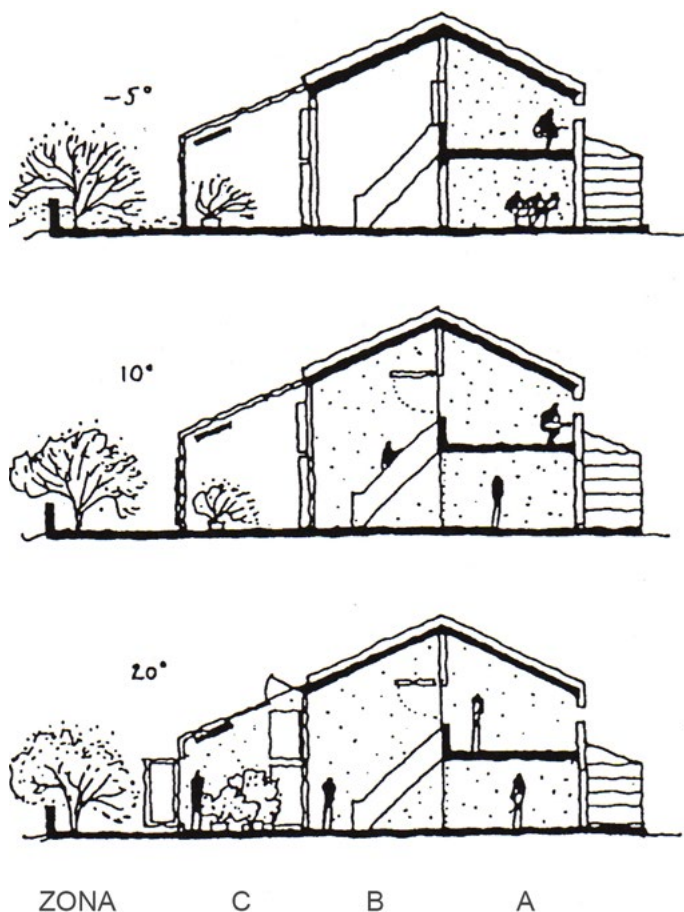


Fig. 17.  
Aude, Lundgaard, Rotne,  
Sørensen; *Skriverhusene*;  
Greve, Danska

U hladnim klimatskim pojasevima toplota se gubi kroz staklene plohe, ali kroz staklo unutrašnjost kuće dobija toliko željenu sunčevu svjetlost, a samim time i toplotu. U toplim predjelima sa svjetlošću u enterijere ulazi i toplota, a takvi prostori traže tamnije i hladnije okruženje. Uloga arhitekta i dizajnera je da obezbijedi balans između energetske efikasnosti, vizualnog i fiziološkog komfora u različitim klimatskim uslovima.

Niz pasivnih solarnih kuća u naselju Greve kraj Kopenhagena savršena je kombinacija energetske efikasnosti i dnevnog svjetla. Kuće u nizu su projektovane po “sistemu zoniranja pasivne solarne arhitekture”. Koncept je da se stanari povlače dublje u kuću s dolaskom zime. Kuća je podijeljena na četiri zone: prva je zona A, sjeverni dio kuće koji je najizoliraniji kako bi stanari proveli zimu u najtoplijoj prostoriji. S dolaskom toplijih dana, aktivnosti stanara sele se u zonu B (rano proljeće i kasna jesen) i zonu C (proljeće i jesen) koja je ustakljena zimska bašta, da bi ljeti najviše vremena provodili u vanjskom prostoru bašte.

Fig. 18.  
Aude, Lundgaard, Rotne,  
Sørensen; *Skriverhusene*;  
Greve, Danska – šematski  
prikaz sezonskog  
prilagođavanja



U Americi postoje najstariji primjeri pasivne solarne arhitekture građene u stijeni. U 8. vijeku, Anasazi, indijanska plemena, gradili su *pueblos*, komune s kućama koje imaju sve komponente pećine. Palača u stijeni (*Cliff Palace*) u Nacionalnom parku Mesa Verde, u saveznoj državi Colorado, prirodno je vjetreni, grijani i hlađeni prostor, 110 m širok i 30 m dubok, s krovom koji konzolno izlazi van njega i do 20 m te natkriva selo. Ljeti je unutrašnji prostor u potpunom hladu zahvaljujući konzolnom stropu pećine, dok je zimi kompletno selo osunčano. Sunce prodire do samog kraja sela, zagrijava kamene litice i toplota je uskladištena u stijeni. Noću, usljed hlađenja okoline, toplota izlazi iz stijena i grije prostor pećine.



Istražujući pećinu, prof. Ralph Knowles u svojoj knjizi *Sun Rhythm Form* kaže sljedeće: “Zimi je sasvim druga slika. Dok je ljeti osunčana samo četvrtina unutrašnjosti pećine, zimi samo četvrtina ostaje u sjeni. Pećina zimi služi kao veliki hvatač toplote, a ljeti kao zaštita od visokopozicioniranog sunca, obezbjeđujući zimi grijanje, a ljeti hlađenje sa nevjerovatnom efikasnošću. Sve nam to govori o značaju koji solarna arhitektura pridonosi komforu življenja.”<sup>12</sup>

Fig 19.  
*Cliff Palace*, Mesa  
Verde, Kolorado, SAD

<sup>12</sup>  
Ralph Knowles:  
*Sun Rythm Form*;  
The MIT Press,  
Reprint edition, 1985.

Fig. 20.  
*White House*; Canyon de  
 Chelly, Arizona, SAD



Postoje i druga naselja u stijeni u području Colorada, manja nego Mesa Verde, ali isto toliko značajna za arhitekturu, kao što je *Bijela kuća (White House)* u Kanjonu de Chelly, koji se nalazi u Arizoni. Gradili su je Anasazi indijanci između 11. i 13. vijeka.

Također, samo vizualno, svjetlost može preobratiti neugodne klimatske uslove na određenim mjestima. U hladnim zimskim danima, tanki zrak sunca će na pravom mjestu u enterijeru dati osjećaj toplote. U isto vrijeme, taj tanki snop sunčevog svjetla praćen je stvarnom toplotom i s pravim pasivnim solarnim sistemom možemo imati ne samo psihološki već i fizički osjećaj toplote.

U toplim krajevima Mediterana, upotrebom svijetlih, zasićenih boja u tamnim enterijerima, tanki zrak svjetla ostavlja utisak svijetlog, sunčanog dana, dok se još uvijek osjeća prijatna hladnoća enterijera.

Salon de Embajadores je dio Alhambre, maorske palače građene u 13. vijeku. Kroz visoko postavljene kamene otvore, tzv. *mice*, svjetlo je filtrirano tako da toplota ostaje vani, a disperzivno svjetlo



obasjava enterijer. Da bi osjećaj hladnog svjetla bio potpun, u enterijeru se koriste hladne plave nijanse keramike koja se nalazi po zidovima. Tako je osjećaj hladnog dobijen vizualnom percepcijom svjetla. U Palacio de Los Liones upotrijebljena je slična tehnika filtriranja svjetla kroz zasjenjene, otvorene prostore trijema.

Louis Kahn također koristi tehniku filtriranja svjetla kako bi dobio duboku hladnu sjenu neophodnu u vrelom Bangladešu. Projekat za Centralnu bolnicu Ayub u Dhaki bio je baziran na konceptu “dvostruke kože” (*double skin*). Prvu kožu Kahn otvara tamo gdje mu treba svjetlo u prostoru, ali tako da unutrašnji prostor ostavlja u hladu.

Razlaganje blještavog sunčevog svjetla i kreiranje duboke, hladne sjene postali su dio Kahnovog formalnog projektantskog izraza koji on naziva “omotavanje ruševina oko objekta” (*wrapping ruins around buildings*).

U Finskoj je procenat samoubistava jedan od najvećih u Evropi. Liječnici tvrde da su razlog tmurni, sivi, hladni dani i nedostatak

Fig. 21.  
Palacio de Los Leone,  
Alhambra, Granada,  
Španija

Fig. 22.  
Louis Kahn: Centralna  
bolnica Ayub u Dhaki,

sunca. Klinički termin je već spominjani “poremećaj usljed uticaja godišnjih doba”, od koga obolijevaju naročito oni koji žive na sjevernim paralelama. Liječenje zahtijeva dugo izlaganje vještačkom svjetlu kao zamjena za dnevno svjetlo.

Finski arhitekta Alvar Aalto bavio se problemom svjetla u projektu biblioteke u gradu Seinäjokiju. Teorija o svjetlu kaže da je hladno sjeverno dnevno svjetlo najbolje svjetlo za čitanje u bibliotekama. Ali ekstremna finska klima, s dugim, hladnim i mračnim zimama, čini da ljudi očajnički žude za sunčevom svjetlošću.



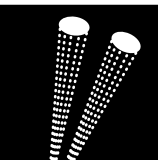
Fig. 23.  
Alvar Aalto: Biblioteka u  
Seinäjokiju, Finska

Zbog toga je Aalto ustaklio južnu fasadu upotrebljavajući razne tehnike dnevnog svjetla kako bi spriječio direktni upad sunca i mogućnost pregrijavanja, a u isto vrijeme pazeći da prostor čitaonice ima dosta difuznog sunčevog svjetla. Zimi je sunce na horizontu svega nekoliko sati i to treba iskoristiti. Toplota se svakako gubi

kroz zastakljene plohe, ali kada su prozori smješteni na vrhu visokih zidova, ljudi ne gube radijantnu toplotu (toplota koja ide pravolinijski) kroz hladno staklo. Zaobljeni strop je ustvari distributor dnevnog svjetla koje se odbija od vanjskih sjenila na prozorima na strop i nazad na police. Zaobljeni strop kontroliše svjetlo, bez velikih gubitaka toplote zimi i minimalnog zagrijavanja ljeti. Aaltov koncept biblioteke bio je baziran na lijepo balansiranom odnosu svjetla i toplote, respektujući promjene godišnjih doba i sve to da bi unio u prostor toliko željeno dnevno svjetlo praćeno toplotom.



Fig. 24.  
Alvar Aalto: Enterijer  
biblioteke u Seinäjokiju,  
Finska



# Svjetlo i forma

Svjetlo je konceptualni arhitektonski materijal. Ne vidi se bez forme. Također, forma, ili oblik, ne vidi se bez rasipanja svjetla po površini materijala. Svjetlo i sjena animiraju površinu materijala. Formu nekog objekta otkriva i sjena koja je dio ritma svjetla, kao što je tišina sastavni dio ritma muzike.

U grčkoj arhitekturi, igra svjetla i sjene se upotrebljavala da bi modelirala formu. Ljepota arhitekture grčkih hramova je u njihovom izgledu, tj. formi. To nisu jednostavne mase, nego naglašene strukture, gdje su vanjske kolonade, modelirane svjetlom i sjenom, od primarne važnosti. Sljedbenici Platonove filozofije tvrdili su da je važnost vertikalne forme u tome da nam približi vlastitu sjenku kako bismo otkrili svoju mračnu stranu. Tako sjena kao i svjetlo otkriva formu.

Fig 25.  
Hram Posejdona,  
Paestum, Italija



Bazirajući se na klasičnom učenju, Le Corbusier je pisao: “Arhitektura je vješta, pravilna i veličanstvena igra volumena sastavljenih zajedno u svjetlu. Naše oči su napravljene tako da vide formu u

svjetlu; svjetlo i sjena otkrivaju formu. Kocke, kupe, sfere, cilindri i piramide su velike primarne forme, njihova slika je specifična i nedvosmislena.”<sup>13</sup>

Svjetlo otkriva formu. Činjenica je da su mnoge arhitektonske i dizajnerske forme oblikovane za svjetlo: “Srednjovjekovni čovjek je gradio svjetlom, najneopipljivijim prirodnim fenomenom. Od tada, svjetlo je postalo primarno sredstvo arhitektonske karakterizacije.”<sup>14</sup>

<sup>13</sup> Le Corbusier: *Towards a New Architecture*; preveo Frederick Etchells, The Architectural Press, London 1927.

<sup>14</sup> Christian Norberg-Schulz: *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*; Rizzoli, 1979.



Svetište Maja *El Castillo* u Chichen Itzi u Meksiku posvećeno je bogu vjetera i uragana. Balustrade od sjevernog stepeništa su eklatantni primjer građenja forme svjetlom i jedan od najupečatljivijih ornamenata arhitekture Maja. Balustrade su napravljene tako da ih dva puta godišnje, na proljetni i jesenji ekvinocij (21. marta i 21.

Fig. 26.  
Hram *El Castillo*,  
Chichen Itza,  
Meksiko

septembra), kasno popodnevno sunce oživi. Tokom nekoliko sati, pomicanje šare svjetla i sjene pretvara ograde u sliku zmije čegrtuše dijamantnih leđa, koja je za Maje predstavljala samog boga.

Fig. 27.  
Le Corbusier: *Cité de Refuge*, Pariz, Francuska



Mnogi su arhitekti oblikovali svoje građevine prema zakonima svjetla, kao, naprimjer, Le Corbusier niskobudžetni projekat za gradsko utočište (*Cité de Refuge*), izgrađen 1929. u Parizu. Čim je useljen, stanari su se počeli buniti kako se objekat pregrijava. Godine 1933, Le Corbusier je dizajnirao i na južnu fasadu dodao *brise-soleil*, ramove oko prozora koji obezbjeđuju sjenu i tako štite zgradu od pregrijavanja. Poslije toga su *brise-soleil* i slične forme koje kontrolišu osunčanje postali dio njegovog formalnog arhitektonskog vokabulara koji je upotrebljavao za energetska efikasnost, ali i za ekspresivne dizajnerske strategije.

Fig. 28.  
Louis Kahn:  
Jatiyo Sangshad  
Bhaban, parlament u  
Dhaki, Bangladeš



Louis Kahn također je oblikovao svoje građevine za svjetlo. Projekat za zgradu parlamenta (*Assembly Hall*) u Dhaki, prijestolnici Bangladeša, bio je baziran na konceptu “*double skin*” ili dvostruke kože. Razlaganje blještavog sunčevog svjetla i kreiranje duboke, hladne sjene postali su dio njegovog formalnog projektantskog izraza.

“Svjetlo dematerijalizuje formu kada su oblik i svjetlo postavljeni jedno naspram drugog. Rezultat ovog spoja je kao da je oblik kreiran, napravljen za svjetlo prije nego za čvrstu silu gravitacije.”<sup>15</sup>

Christian Norberg-Schulz piše: “Srednjovjekovna evropska arhitektura ciljala je na dematerijalizaciju kao na koncept, negirajući antropologiju klasičnog stila. Dematerijalizacija je shvaćena kao funkcija svjetla, kao božanska pojava. U srednjovjekovnoj arhitekturi, posebno u gotičkoj, zid je projektovan kao tanka školjka od kamena i stakla te je osjećaj mase nestao. Vanjska forma (eksterijer) bila je materijalizirana za svjetlo, ali je u isto vrijeme unutrašnja forma (interijer) bila dematerijalizirana svjetlom kako bi iskazala božansku pojavu.”<sup>16</sup>

15

Marietta Millet: *Light Revealing Architecture*; Wiley, 1996.

16

Christian Norberg-Schulz: *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*; Rizzoli, 1979.

Fig 29.

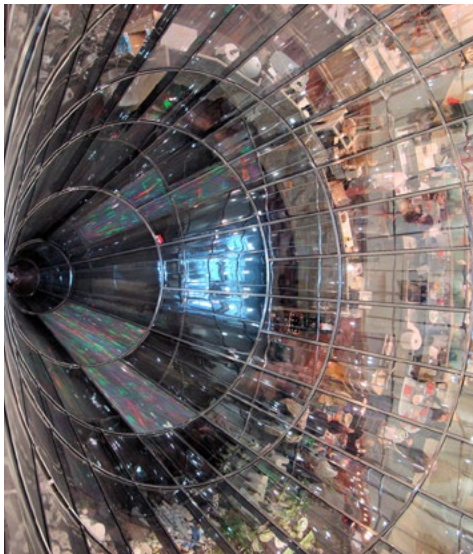
Katedrala u Laonu, Francuska



Fig. 30.  
Jean Nouvel: *Institut  
arapskog svijeta*, Pariz,  
Francuska

Fig. 31.  
Jean Nouvel: *Robna  
kuća Galeries Lafayette*,  
Berlin, Njemačka

Dematerijalizacija forme događa se kada materijal koji reflektuje sunčevo ili dnevno svjetlo ocrta sliku okoline i time opstruira jasan izgled forme. Mnoge moderne fasade obložene su reflektirajućim materijalima kao što su staklo i metal, koji imaju ulogu izvora svjetla. U Nouvelovom projektu *Instituta arapskog svijeta* u Parizu i robne kuće *Galeries Lafayette* u Berlinu, svjetlo i sjena dematerijaliziraju unutrašnju formu, ali u njegovom dizajnu dematerijalizacija je projektovana da stvori iluziju.



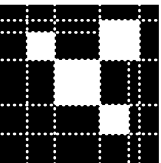
Nouvel u jednom intervjuu kaže: “(...) luzija je estetska dimenzija, čovjek se uvijek bori protiv neizbježnog: protiv gravitacije, protiv mraka, protiv udaljenosti... Ja sam vrlo zainteresiran da se igram s efektima nečega što je čvrsto koje pretvaram u nešto što je lomljivo i nesigurno.”

Projekat za Beskrajni toranj (*Tour sans fins*) baziran je na konceptu dematerijalizacije oblika u svjetlu. Nouvel istražuje koncept kvazi-metafizičkog pitanja estetike *dvostrukog nestajanja*. Baza tornja nestaje u krateru, a vrh nestaje u nebu postepenom dematerijalizacijom fasade. Grub i taman na dnu, toranj postaje sve svjetliji, uzdižući se prema vrhu. Na grubi granit se nastavlja polirani granit, zatim sivi kamen, pa stakleno platno, i na kraju forma nestaje u vitkoj antenskoj strukturi.



Fig. 32.

Jean Nouvel: *Beskrajni toranj (Tour sans fins)*,  
Pariz, Francuska



# Interakcija svjetla i strukture

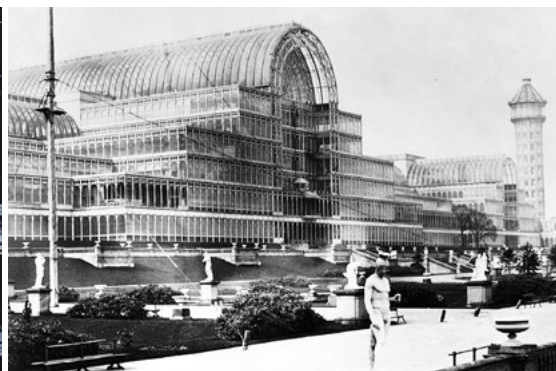
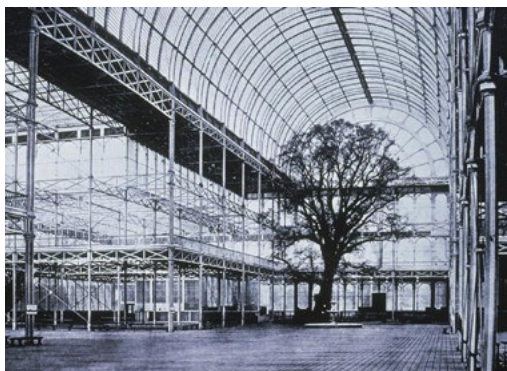
“Struktura daje svjetlo”, govorio je Louis Kahn, jedan od arhitekata čiji je koncept skoro svakog projekta bilo SVJETLO. Da bi ispuni-  
lo zadatak naglašavanja oblika, svjetlo treba materijale, struktu-  
re i konstrukcije. Louis Kahn piše: “Sunce ne zna koliko je veliko  
sve dok ne obasja fasadu nekog objekta... odabir koji pravite za  
elemente konstrukcije također treba da bude odabir karaktera  
svjetla kakvog želite.” Zbog toga, konstrukcije i materijali moraju  
od samog početka procesa projektovanja biti određeni u korela-  
ciji sa svjetlom.

Fig. 33.  
Hadrijan: *Panteon*,  
Rim, Italija



U ranom razvoju arhitekture namjera je bila da svjetlo uđe bez otkrivanja konstrukcije, odnosno strukture. Veličina i pozicija otvora bile su limitirane tehnologijom materijala i izgradnje. Ipak, kada gledamo Panteonovu izuzetnu hemisfernu kupolu, možemo vidjeti da jedan otvor u centru kupole propušta dovoljno svjetla za ravnomjerno osvjetljenje cjelokupnog prostora. Promjene su se desile s napretkom novih tehnologija. Upotreba željeza i stakla promijenila je odnos prema svjetlu i konstrukcijama. Konstrukcija postaje vidljiva i velike plohe staklenih panela dozvoljavaju svjetlu da otkrije konstrukciju i strukturu.

Fig. 34.  
Sir Joseph Paxton:  
*Kristalna palača*  
(*The Crystal Palace*),  
Sydenham Hill, London,  
Engleska

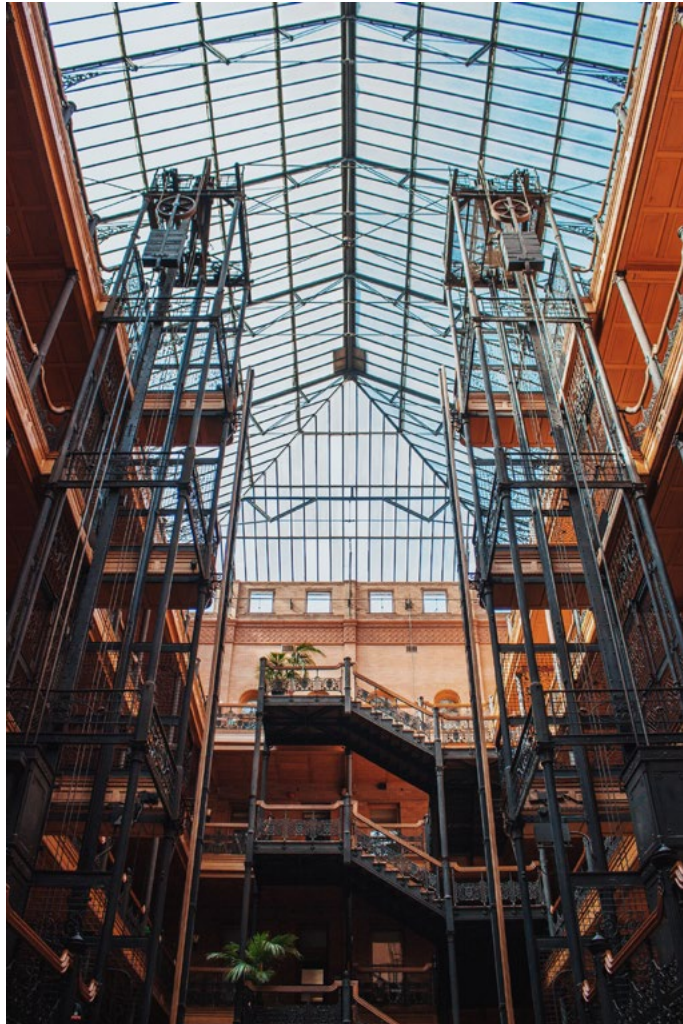


Kristalna palata, izgrađena 1851. godine u Londonu, bila je prekretnica u istoriji moderne arhitekture. To je bio početak nove ere željezne i staklene konstrukcije. Kako Norberg-Schulz piše u knjizi *Meaning in Western Architecture*: “(...) velike površine stakla postale su uobičajene, kao dokaz simboličke važnosti transparentnog materijala koji tako uvjerljivo konkretizuje egzistencijalni prostor Novog svijeta.”<sup>17</sup>

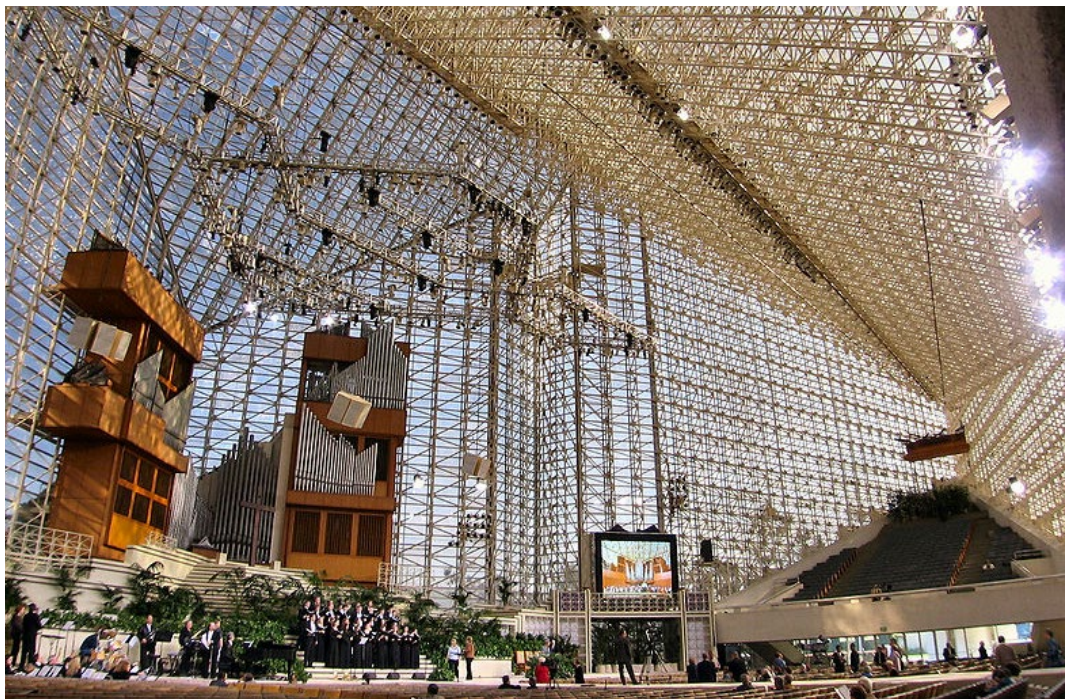
<sup>17</sup>  
Christian Norberg-Schulz: *Meaning in Western Architecture*; Rizzoli, 1980.

Veliki svjetlarnici (*light wells*) ili stakleni krovovi rješavaju problem uvođenja dnevnog svjetla u velike poslovne zgrade mnogo prije nego što je električno svjetlo preuzelo problem osvjettljenja. Lagane željezne konstrukcije obezbjeđivale su jednak pristup i svjetlu i prirodnoj ventilaciji. Jedna od prvih poslovnih zgrada sa staklenim krovom koji je osvijetljavao unutrašnji prostor u kome su smješteni liftovi i stepeništa jeste zgrada Bradbury u Los Angelesu, koju je projektovao arhitekta George Wyman. Uvođenje dnevnog svjetla u centralni prostor omogućilo je da objekat zauzima cijeli blok ulice

Fig. 35.  
George Wyman:  
*Bradbury Building*,  
Los Angeles, SAD



a da kancelarijski prostori mogu biti orijentisani na unutrašnju ili vanjsku fasadu objekta. Na Wymanov koncept posebno je uticala knjiga Edwarda Bellamyja *Looking Backward*, objavljena 1887, koja opisuje utopijsko društvo u 2000. godini. U knjizi, prosječna poslovna zgrada je opisana kao: “Velika dvorana puna svjetla, koje ne dobija samo sa bočnih prozora nego i sa kupole koja je stotinu stopa iznad... Zidovi su freskani u blagim tonovima kako bi bez upijanja ublažili svjetlost koja preplavi unutrašnjost”. Ovaj opis je u velikoj mjeri uticao na projekat zgrade Bradbury.



U savremenoj arhitekturi i dizajnu transparentnost je ključna riječ, a staklo je ključni materijal. Napredovanje tehnologije i dizajna omogućava dizajniranje tanjih i lakših konstrukcija koje uz pomoć stakla ostvaruju ciljeve slobode i transparentnosti. Kao eklatantan primjer je *Kristalna katedrala*, koju su projektovali Philip Johnson i John Burgee. Ova transparentna mega katedrala sa prostornom konstrukcijom, obložena staklom, čini strukturu koja je slobodna prostorna forma okupana dnevnim svjetlom. Johnson je opisao projekat kao “samostalna građevina bez dekoracije”.

Fig. 36.  
Philip Johnson i John Burgee:  
*Kristalna katedrala (Crystal Cathedral)*, Garden Grove, Kalifornija, SAD



# Interakcija svjetla i materijala

Na kvalitet i kvantitet svjetla direktno utiču završni slojevi materijala, texture i boje. Svjetlo koje padne na površinu je ili reflektovano ili apsorbovano ili transmitovano. U ovisnosti o teksturi površine materijala, svjetlo koje se reflektuje o površinu može biti difuzno ili direktno reflektovano. Površine kao što su grubo klesani kameni zidovi će rasuti svjetlo u svim pravcima, i tada je svjetlo difuzno. Suprotno, uglačane površine kao što su polirani metali ili ogledalo reflektovat će svjetlo u pravcu koji možemo pretpostaviti ili izračunati. Upadni ugao svjetla jednak je izlaznom uglu na reflektujućoj površini. U ovakvom maniru svjetlo može biti kontrolisano.

Fig. 37.  
Carlo Scarpa:  
*Gipsoteka, Muzej  
Canova, Possagno,*  
Italija



Ono što percipiramo kao boju jeste svjetlo koje je reflektovano s neke površine. Bijeli zid reflektuje otprilike 80% upadnog svjetla, 70% žutog, 10% zelenog i plavog, i ako je površina crna, svjetlo je 100% apsorbovano. Materijali koji transmituju, tj. propuštaju svjetlo zovu se transparentni materijali, kao staklo naprimjer. Ostali materijali mogu također propuštati svjetlo, ali će ono biti difuzno. Za takve materijale kažemo da su polupropusni ili translucetni materijali.

Fig. 38.  
Carlo Scarpa: *Olivetti Showroom*,  
Venecija, Italija



Da svjetlo naglašava materijal, vidljivo je u projektima Carla Scarpe, talijanskog arhitekta, koji je postao poznat po savršeno dizajniranim detaljima i pažljivo odabranim materijalima u ovisnosti o refleksiji svjetla. Za njega je svjetlo istinski prostorni element i njegova percepcija svjetla nije bila samo intenzitet i pravac svjetla, nego i boja i tekstura.

Scarpa je modelirao svjetlo i tretirao ga kao čvrsto tijelo. Odatle proizilazi njegov termin “*azure block*” (plavi blok), primijenjen na dizajnu prozora na uglovima *Gipsoteke* u gradu Possagno u Italiji. Scarpa ovako opisuje svoj projekat: “Stakleni uglovi postali su blokovi plavog (*azzurro*; *l’azzurro del cielo*) postavljeni visoko u prostoru.”

Naglasak na materijale u *Olivetti Showroomu* u Veneciji striktno je vezan za interakciju između svjetla i materijala. Naglašeno svjetlo potiče od glatkih materijala koji reflektuju pojedinačno tačkasto svjetlo, a formalizacija površine tekture dolazi od ravnomjernog difuznog svjetla. Otkrivanje unutrašnjih kvaliteta materijala je rezultat prolaska svjetla kroz njih, a tamna sjena je rezultat apsorpcije svjetla na gruboj površini materijala.

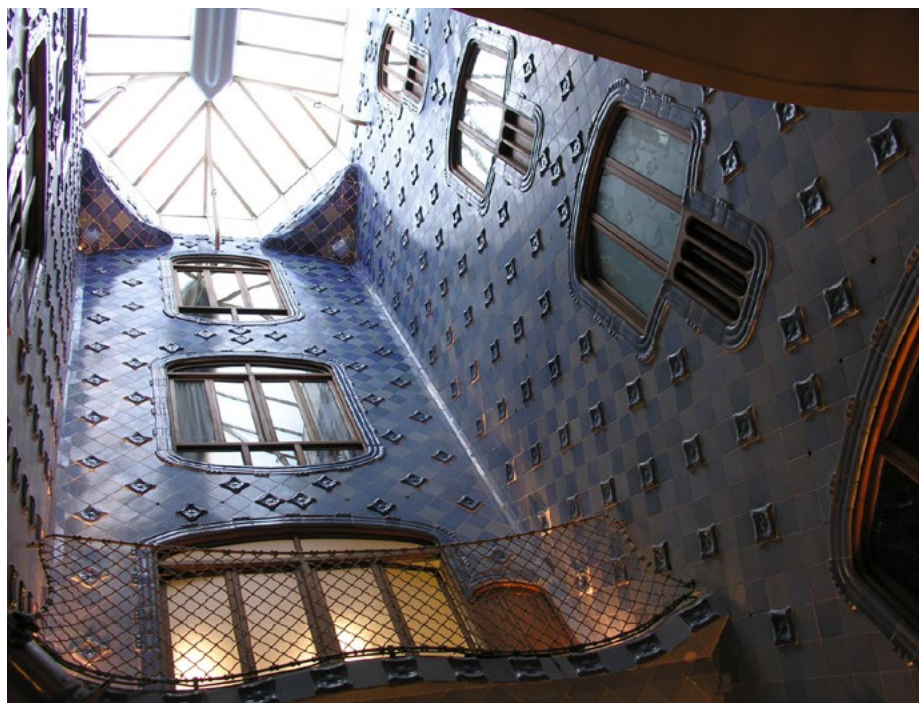
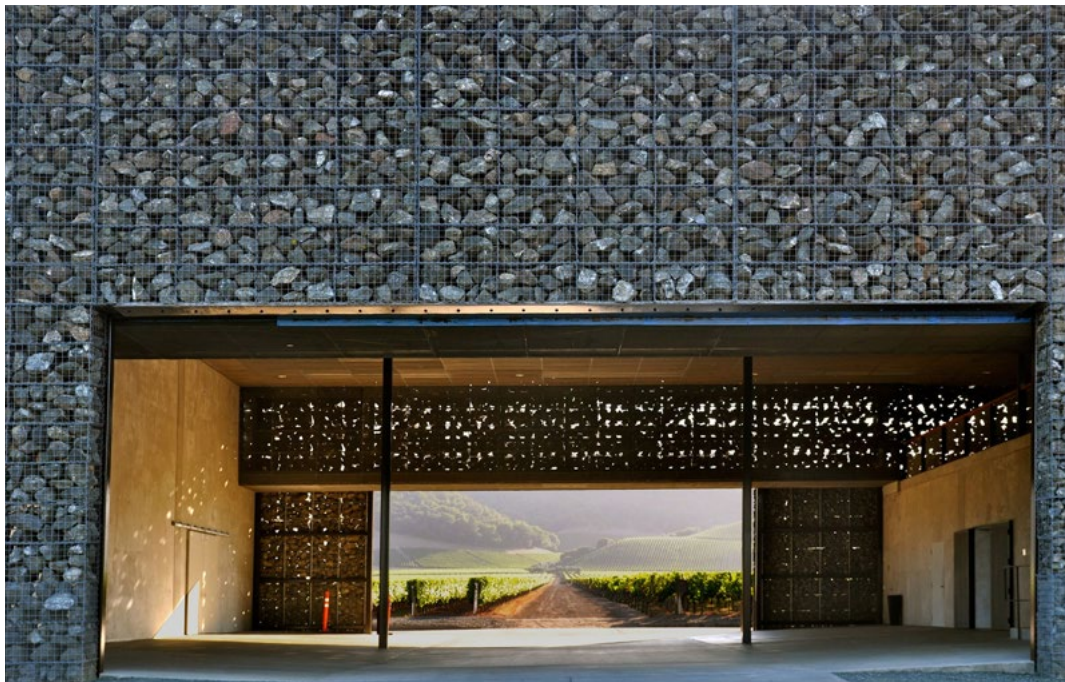


Fig. 39.  
Antonio Gaudi: *Kuća Batlló* (Casa Batlló),  
Barcelona, Španija

Još jedan majstor tekture, boje i svjetla bio je Antonio Gaudi, španski arhitekta koji je radio u Barceloni. Šestospratni svjetlarnik *Kuće Batlló* prekriven je keramičkim pločicama različitih nijansi kako bi arhitekta mogao manipulirati svjetlom. Usklađujući boju i teksturu pločica, Gaudi kontrolira i podešava količinu i boju svjetla u svjetlarniku. Na vrhu ispod staklenog krova su tamnoplave

pločice; idući prema dole, boja pločica postepeno se mijenja od tamnijih u svjetlije, a na dnu svjetlarnika pločice su svijetlozelene i svijetloplave. Ovakva distribucija boje uravnotežuje svjetlo i zbog toga stanovi koji gledaju u svjetlarnik imaju ujednačeno svjetlo i na zadnjem spratu i u prizemlju.



Svjetlo također može dematerijalizirati teksturu neke površine. Tada se, vizualno, materijali miješaju jedan s drugim i izgledaju slični, a svjetlo je nepromijenjeno. *Vinarija Dominus* u Napa Valleyu u Kaliforniji, koju su projektovali Herzog i De Meuron, primjer je dematerijalizacije tekture. Fasada je izrađena od grubo klesanih slojeva kamena u “kavezima” od čelične žice. Ovakva konstrukcija – *gabion* – poznata je u izgradnji potpornih zidova uz puteve za sprečavanje odrona. Grubo posloženi kamen dozvoljava svjetlu da “curi” kroz zidove u nepravilnim sekvencama svjetla i sjene koji kreiraju karakteristično mekano svjetlo u prostoru. Herzog i De Meuron ovako opisuju svoj projekat: “(...) kao vrsta pletenja s kamenom s različitim stepenima transparentnosti, više kao koža nego kao tradicionalno zidarstvo.”

Fig. 40.  
Herzog & De Meuron:  
*Vinarija Dominus*, Napa  
Valley, Kalifornija, SAD



# Svjetlo modeluje prostor

“Koncept prostora” u teoriji dizajna i arhitekture, prema Norberg-Schulzu, “može biti definisan kao koncentrisanje čovjekovog egzistencijalnog prostora”. Bruno Zevi definiše arhitekturu kao “umjetnost prostora”. Sigfried Giedion tvrdi da je: “problem prostora centar razvoja modernog dizajna i arhitekture (...) istorija arhitekture je kao neprekidan niz koncepcija prostora”. Giedion dalje objašnjava genezu nastanka koncepta arhitektonskog prostora: “Prvi koncept arhitektonskog prostora, najprije u egipatskoj i kasnije u grčkoj arhitekturi, bila je snaga volumena, njihova relacija i interakcija.”

Drugi koncept bio je koncept izdubljenog (*hollowed-out*) enterijerskog prostora, baziranog na *Hadrijanovom Panteonu*. Treći koncept prostora je problem interakcije između unutarnjeg i vanjskog prostora – problem kojim se bavi “moderna arhitektura” 20. vijeka, kao što je organska arhitektura Franka Lloyd Wrighta, koja nastoji na primjeren način uskladiti volumen i obrise kuće s oblikom terena i okolnom prirodom. U svim ovim konceptima svjetlo igra glavnu ulogu tako što otkriva zatvorenost, tj. ograđenost prostora.

Enterijer gotičke katedrale oblikovan je tako da svjetlo koje ulazi u enterijer postaje božansko ukazanje (*divine manifestation*). Ovdje svjetlo dematerijalizira prostor i bilo koje osjećanje mase nestaje. Ogromni prozori, koji su vitraži, proizvode nerealno “nebesko svjetlo”. Ovo obojeno staklo transformira prirodno svjetlo u misteriozni medij koji oblikuje prostor enterijera gotičkih katedrala. “Prostor arhitektonski nije prostor ako nema prirodno svjetlo”, kaže Louis Kahn objašnjavajući unutrašnjost prostora *Muzeja umjetnosti Kimbell*. Upotrebom svjetla, dizajneri i arhitekta manipuliraju percepcijom prostora. U intervjuu za *Inhabitat.com* 2008. godine, Steven Hall kaže: “Prostor ostaje zaboravljen bez svjetla. Svjetlo-

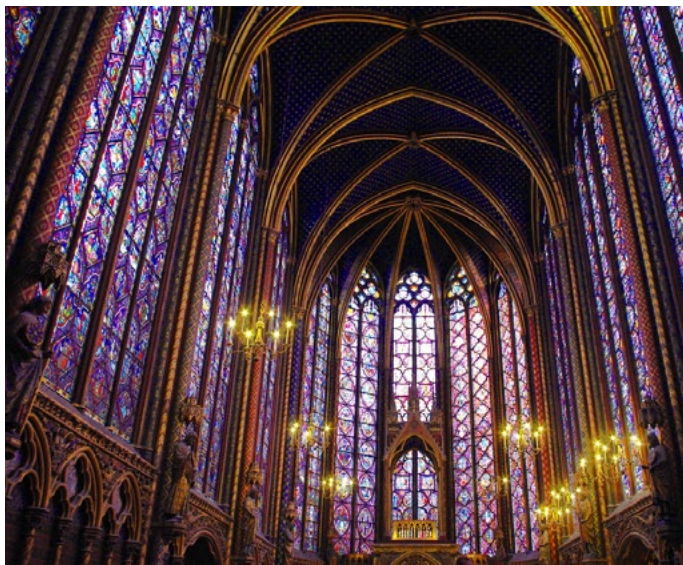


Fig. 41.  
*Sainte-Chapelle*, Pariz,  
 Francuska

sne sjene i zasjenčenja, njihovi različiti izvori, njihova neprozirnost, transparentnost, odnos refleksije i refrakcije, isprepliću se da bi ga definirali i redefinirali.”

U svojoj knjizi *Light Revealing Architecture*, Marietta Millet, između ostalog, tvrdi: “Definicija svjetla u arhitektonskom prostoru ima mnoge aspekte. To je naročito evidentno kod eksterijerskih zidova gdje se unutrašnjost spaja s vanjskim; ovdje svjetlo može biti upotrijebljeno da naglasi vezu između to dvoje. Način na koji svjetlo i forma uzajamno djeluju može sjediniti ili razjediniti prostor. Svjetlo također može povezati prostor enterijera ili ga razdvojiti. Svjetlo je moćan element koji obezbjeđuje orijentaciju u objektima tako što fokusira, razvija hijerarhiju ili sugerira pokret.”<sup>18</sup>

<sup>18</sup>  
 Marietta S. Millet: *Light  
 Revealing Architecture*;  
 Wiley, 1996.

Razlika između unutrašnjeg i vanjskog prostora je uvijek definirana svjetlom. Funkcija skloništa, zaklona, unutarnjeg prostora je da nas štiti od prirodnih elemenata kao što su vrućina, hladnoća, kiša, vjetar, a svjetlo je element koji je većinom poželjan. Postizanje balansa između dobrog osvjetljenja i termalnog komfora u enterijeru je veoma kompleksan dizajnerski problem. Zato su u vrućim i suhim klimatskim predjelima otvori premaleni da bi dali neophodnu količinu dnevnog svjetla. Omotač objekta dizajniran je prvenstveno da spriječi nesnosnu vrućinu. Važno je da projekat odgovara klimatskim promjenama, ali je također bitno odgovoriti klijentu koji zahtijeva pogled. To dvoje je skoro uvijek u koliziji u vrućim i suhim klimatskim predjelima.



Fig 42.  
Frank Lloyd Wright:  
*Robie House*,  
Chicago, SAD

19  
Frank Lloyd Wright:  
*Collected Writings*,  
uredio Bruce  
Brooks Pfeiffer,  
Paperback, 1992.

Početkom 20. vijeka, Frank Lloyd Wright i članovi pokreta Prerijske škole (*Prairie School*) upotrebljavali su velike staklene površine kako bi uspostavili relaciju između kuće i okoliša (*landscape*). Koncept je bio “arhitektura demokratije” u kojoj je arhitekta kreirao interakciju između unutarnjeg i vanjskog prostora preko pažljivo uokvirenih pogleda. Zidovi se više nisu upotrebljavali da bi zatvorili prostor, nego su bili tu kako bi eliminisali razliku između vanjskog i unutrašnjeg: “struktura kamena je ista i vani i unutra, pod se nastavlja bez pragova, niski stropovi se nastavljaju na razinu strehe, usmjeravajući pažnju na vanjski prostor, u prirodu.”<sup>19</sup>

Najeksplicitniji primjer spajanja prostora svjetlom je Staklena kuća (*The Glass House*) arhitekta Philipa Johnsona. Ovaj potpuno kon-



Fig. 43.  
Philip Johnson: *The Glass House*, New Canaan, Connecticut, SAD

ceptualni projekat pretvara prostor unutrašnjeg u vanjski i obrnuto, a medij preko koga se preslikava prostor je svjetlo. Dnevno svjetlo također može odvojiti unutrašnji od vanjskog prostora, konceptualno, ali i vizualno. U vrućim klimatskim zonama, gdje je zaštita od jakog sunca neophodna, razdvajanje je definisano dubokom sjenom.

U projektu za Nacionalni parlament u Bangladešu, Louis Kahn upotrebljava koncept “omotavanja ruševina oko objekta” (*wrapping ruins around buildings*). Kompleks građevine nalik je tvrđavi, okružen vodom; povezan rampom i mostom s kopnom, pojačava osjećaj separacije koji je naglašen dnevnim svjetlom. Kvalitet svjetla i termalni komfor su glavne odlike ovog projekta.

Fig. 44.  
Louis Kahn: *Nacionalni parlament*, Dhaka, Bangladeš



Ulazna veranda bolničkog kompleksa u Bangladešu formira *tampon zonu* (*buffer zone*) koja filtrira sunčevo svjetlo kroz apsorpciju i refleksiju, što dovodi do umekšavanja svjetla. Razdvajanje se dešava u zasjenjenom prostoru verande. Jaka sjena jasno dijeli unutrašnji od vanjskog prostora. Gledajući iznutra prema vani, vidi se suncem obasjan okoliš kroz filtrirano svjetlo. Veranda također služi kao prostor u kojem se prirodno ventilira vanjski vrel zrak i kao hladniji ulazi u prostor bolnice.

Fig. 45.  
Louis Kahn: *Centralna bolnica Ayub* u Dhaki, Bangladeš



# Svjetlo kreira repere

Jedna od najjačih odlika svjetla jeste da kreira repere ili glavne tačke interesa (*focal points*). Mi jako reagujemo na svjetlo i svaki osvijetljeni objekat ili predmet privlači našu pažnju. Znajući to, u dizajniranju sa svjetlom upotrebljavamo osvijetljene tačke da definišemo glavne tačke interesa ili fokus, naglasimo hijerarhiju prostora i podstaknemo kretanje kroz prostor.

Fig. 46.  
Josip Vančaš: *Katedrala*  
*Srca Isusova*, Sarajevo





Fig. 47.  
Craig Moller: *Sky Tower*,  
Auckland, Novi Zeland

U doba prije električne energije, pozicioniranje glavnih repera, vjerskih ili spomeničkih objekata, u gradskom tkivu bilo je pažljivo planirano u smislu lokacije. Veličina, pravilna orijentacija i pažljivi odabir materijala bili su ključni za dizajn forme. Sarajevska katedrala Srca Isusova, koju je projektovao arhitekta Josip Vancaš, izgrađena je 1889. godine. Vancaš je pažljivom postavkom glavne fasade prema jugu postigao da je ulazna fasada većim dijelom dana osunčana. Pristup katedrali je kroz mnogo užu i tamniju ulicu, tako da je glavna fasada naglašena svjetlom.

*Sky Tower* u Aucklandu urađen je u materijalima koji danju reflektuju sunčevu svjetlost. Noću je toranj obojen RGB svjetlima, pa je ne samo zbog svoje veličine nego i zbog osvijetljenosti postao glavni reper grada.



# Svjetlo kao koncept

Da bismo dalje razvili koncept svjetla u dizajnu, potrebno je izbri-  
sati granicu između umjetnosti i nauke, a sve u korist kvalitetnog  
dizajna. Nauka u dizajnu je vodič za projektante na osnovu kojeg  
mogu predvidjeti koliko je dobar njihov projekat u smislu prodora  
dnevnog svjetla kroz otvore, energetske efikasnosti za grijanje ili  
konstruktivne snage. Još uvijek većinom koristimo iste materijale  
kao prije stotinu godina: staklo, čelik, drvo, beton. Termo i hidro-  
izolacije, čelične konstrukcije te fasadne obloge su tehnički sve  
naprednije, ali se osnovni principi nauke u dizajnu i arhitektonske  
nauke nisu promijenili. I neće se promijeniti prije nego izumimo  
nove materijale koji će inspirisati potpuno novi koncept razmišlja-  
nja u dizajnu. Svakodnevno se na tržištu pojavljuju novi materijali,  
ali to još uvijek nisu materijali koji su promijenili osnovni koncept  
dizajna i arhitekture. Kao što je austrijski arhitekt Adolf Loos rekao:  
“Sedlo se neće promijeniti, ne prije nego što se promijeni forma čov-  
jeka i konja.” Proporcija čovjekovog tijela je osnov projektovanja.

Danas se umjetnost i nauka tretiraju kao totalno razdvojene dis-  
cipline. U dizajnu svjetla umjetnost i nauka jedino zajedno kreira-  
ju dobar dizajn. Prominentni arhitekti i dizajneri kao što su Aalto,  
Khan, Le Corbusier, Nouvel i Piano upotrebljavaju svjetlo kao kon-  
cept u projektovanju svaki na svoj način, ali jedno im je zajedničko:  
upotreba svjetla u perfektnom balansu umjetnosti i nauke. Obično  
se postavlja pitanje zašto dizajner mora biti upoznat s tehnologi-  
jom dizajna. Ako je dizajn umjetnost, onda ne spada u nauku, i  
ako trebamo nauku za neke dijelove projektovanja, oni vjerovatno  
pripadaju inženjerima. Moj pristup izučavanju svjetla je kombina-  
cija teorije i prakse, umjetnosti i nauke, tako da tehnologija postaje  
esencijalni dio jezika dizajna. Svjetlo je veoma važan predmet u  
dizajnu i arhitekturi. Dva su dijametralna pristupa njegovom izuča-  
vanju. Prvi je s naučne strane, gdje govorimo o vidljivom spektru,



apsorpciji, refleksiji, transmisiji i definišemo svjetlo kao dio spektra elektromagnetne radijacije, koja je vidljiva ljudskim okom.

Drugi pristup je kada govorimo o svjetlu s poetske strane, kao najjačem elementu percepcije umjetničkog djela. Barokni slikari Rembrandt i Caravaggio su na svojim slikama kreirali dijelove s jakom iluminacijom kako bi usmjerili našu pažnju na dio koji objašnjava koncept. Kombinacijom ova dva pristupa, umjetničkog i naučnog, a govoreći o svjetlu, možemo reći: naša primarna čula za otkrivanje okoline su oči, svjetlost koja obasjava okolinu je kritična za vizualnu informaciju koju dobijamo.

Svjetlost kreira jake psihološke doživljaje i definitivno ima fiziološke efekte. Naprimjer, fokusiranjem svjetlosti na specifične detalje možemo usmjeriti pažnju gledaoca prema prostoru ili objektu od interesa. Odjednom svjetlo postaje najsnažniji element naše per-

Fig. 48.  
Rembrandt:  
*Autoportret*

Fig. 49.  
Caravaggio:  
*Pozivanje svetog  
Mateja*

cepcije arhitekture i dizajna prostora, efektivan element kreiranja osjećaja misterije, obožavanja i straha. Svjetlo ima veliki uticaj na dimenzioniranje i formiranje prostora, kao i na naše živote koji su intimno vezani za svjetlo. Nema života bez svjetla i mi ovisimo o njemu i fizički i psihički. Percepcija objekta ili predmeta je bazirana na doživljaju igre svjetla i sjene, kao što se percepcija života doživljava kroz borbu dobra i zla. Svjesni smo svjetla samo kada iskusimo mrak; samo kroz suprotnosti možemo percipirati kvalitet života. Svjetlo otkriva arhitekturu i dizajn.



Fig 50.  
Le Corbusier: *Kapela  
Notre Dame du Haut*,  
Ronchamp, Francuska

Manipulacija svjetlom je primarni koncept u kreaciji Le Corbusierovog projekta za kapelu *Notre Dame du Haut* u Ronchampu. Le Corbusier svjetlom sugerira razdvajanje vanjskog svijeta i mističnog svijeta unutar crkve. Pri ulasku, oči se postepeno privikavaju na prigušeno svjetlo enterijera, polako otkrivajući detalje koji vode ka oltaru. Cijela forma enterijera je oblikovana i definirana pažljivom manipulacijom svjetla.

U knjizi *The Reasoning Architect*, Garry Stevens naglašava: “Ustaljeno je mišljenje da je arhitektura produkt inspirisan kreacijom; ona je također produkt inspirisan razumom.” Potom dodaje: “Na-

uka i matematika su dijelovi naše intelektualne kulture koji se ne mogu odvojiti od arhitekture i dizajna i ostaviti inženjerima na briegu, već se tiču svih nas.” Drugim riječima, ako dizajner želi kreirati umjetnost, mora kontrolisati kompletan proces projekta: od koncepta do izvedbe preko tehnologije svjetla, ventilacije, grijanja, zvuka, konstrukcije i statike.

Herbert Spencer, engleski filozof s kraja 19. vijeka, kaže: “Razlika između nauke i umjetnosti je čisto konvencionalna, zato je nemoguće reći gdje završava umjetnost, a gdje počinje nauka.” Separacija umjetnosti i nauke počinje negdje u 18. vijeku. To je vrijeme industrijske revolucije, vrijeme nauke i napretka tehnologije, kada je umjetnost postala skoro pa nepotrebna.

Od antičke Grčke pa sve do srednjeg vijeka nauka je bila *umjetnost uma*. Svaka grana učenja bila je *nauka*, i bez obzira da li je predmet arhitektura, logika ili muzika, oba termina, i umjetnost i nauka, mogla su se koristiti. U renesansi se termin *scientia* (nauka) odnosio i na teoriju proporcije, koja je u to vrijeme bila jedini dio arhitekture koji se mogao matematički tretirati. Istovremeno, termin umjetnost se upotrebljavao kako bi opisao praksu zanata. U današnje vrijeme, termini nauka i umjetnost u arhitekturi i dizajnu dobili su značenje drugačije od onog u renesansi.

Neki od velikana umjetnosti bili su također veliki naučnici svoga vremena: Vitruvius – arhitekta i inženjer, Leonardo – inženjer, skulptor i slikar, Michelangelo – skulptor i slikar, arhitekta, Rafael – slikar i arhitekta, Dürer – slikar i matematičar, Goethe – poeta i naučnik. Engleski liječnik i pisac Havelock Ellis je o Leonardu da Vinciju rekao: “Za Leonarda, svaki problem u slikarstvu je problem nauke, a svakom problemu u nauci pristupao je u duhu umjetnosti.”

DIZAJN U PRAKSI nije samo čista kreativnost, to je i povezanost u kontekstu. Biti dobar dizajner podrazumijeva, osim znanja o istoriji i teoriji, znanje o materijalima, konstrukcijama, ekologiji i servisima, a sve u službi projektovanja. Dizajner mora razmišljati o zaštiti okoliša, da živi i stvara u harmoniji s prirodom i nadasve da je umjetnik. Kada govorimo o tehnologiji i nauci, najbolji primjeri su Jean Nouvel i Renzo Piano, vodeći svjetski arhitekti čije su građevine dokaz da umjetnost i nauka, djelujući zajedno, stvaraju dobru arhitekturu. Koncept Nouvelovog projekta za Institut arapskog svijeta u Parizu baziran je na svjetlu, senzitivnim lećama koje kontrolišu dnevno svjetlo. Upotrijebio je najnoviju tehnologiju za projekat remek-djela svjetlosti i sjene.



Fig. 51.  
Leonardo da Vinci:  
*Studija tijela*

Fig. 52.  
Jean Nouvel: Detalj  
fasade *Instituta*  
*arapskog svijeta*, Pariz,  
Francuska



U jednom intervjuu, Nouvel govori o svjetlu i percepciji: “Volim upotrebljavati tehniku tako da participira na prirodan i nenametljiv način. U mojim građevinama samo eksperti mogu zapaziti detalje kojima sam posvetio posebnu pažnju. Misli, koncept, čine arhitekturu profinjenom i kvalitetnom, ali percepcija vlada. To podrazumijeva nekoliko skala: stvari viđene iz daljine mogu biti potpuno drugačije nego na poludistanci, a mogu vas još više iznenaditi kada ih vidite u detalju.”

Renzo Piano ima drugačiji stil u arhitekturi, ali sličan pristup konceptualnom projektovanju. Njegova arhitektura prati talijanske zanate i upotrebljava ih u modernoj tehnologiji, kombinirajući umjetnost i nauku. Objašnjavajući svoj projekat, Piano tvrdi: “Ljudi vole pojednostaviti stvari. Zato vole da vjeruju da postoji kontradikcija između modernizma i tradicije, lokalizma i univerzalnosti ili umjetnosti i nauke. Ali život nije jednostavan, stoga se ni arhitektura ne smije pojednostaviti. Arhitektura je dvosmislena, ne govorim o moralnom, govorim o umjetničkoj dvosmislenosti; umjetnička dvosmislenost u arhitekturi je bogatstvo.”

U projektu za *Kulturni centar Tjibaou*, posvećen domorodačkom stanovništvu Kanak u Nouméji, glavnom gradu Nove Kaledonije, Piano je isprojektovao 10 “*hutsa*” (domorodačke kuće od palmi-nog lišća), a najveći je 28 metara. Ustvari, to su visokosofisticirani objekti bazirani na pasivnoj ventilaciji. Konstrukcija je od iroko drveta sa duplom fasadom, na kojoj se nalaze venecijane koje re-

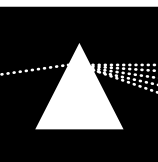


Fig. 53.  
Piano i Rogers:  
*Fasada Centra George  
Pompidou*, Pariz,  
Francuska

gulišu strujanje zraka kroz objekat. To je budućnost i arhitekture i dizajna – da traži ekvilibrijum između nauke i umjetnosti, neku vrstu pomirenja. Buduća uloga nauke u dizajnu je prvo da inspiriše maštu, a zatim da odgovori na pojačani pritisak tehnologije i novih materijala, da učini više sa manje. Projektovanje nije samo naučna teza, to je kombinacija umjetnosti i nauke te vjerovatno jedan od posljednjih multidisciplinarnih poslova u današnjem industrijalizovanom društvu.



Fig. 54.  
Renzo Piano:  
*Kulturni centar  
Tjibaou*, Nouméa, Nova  
Kaledonija



# Priroda svjetla – termini i osnovna fizika svjetla

Svjetlo je forma elektromagnetne radijacije, osnovni medij kroz koji otkrivamo svijet oko nas. Naša okolina postaje vidljiva tek kada svjetlo, vještačko ili sunčevo, osvijetli predmete koji nas okružuju. Dio svjetlosne energije je reflektovan nazad u oko, pa dalje u mozak, gdje je dekodiran i predstavljen u obliku forme, pokreta, boje ili distance do nekog objekta.

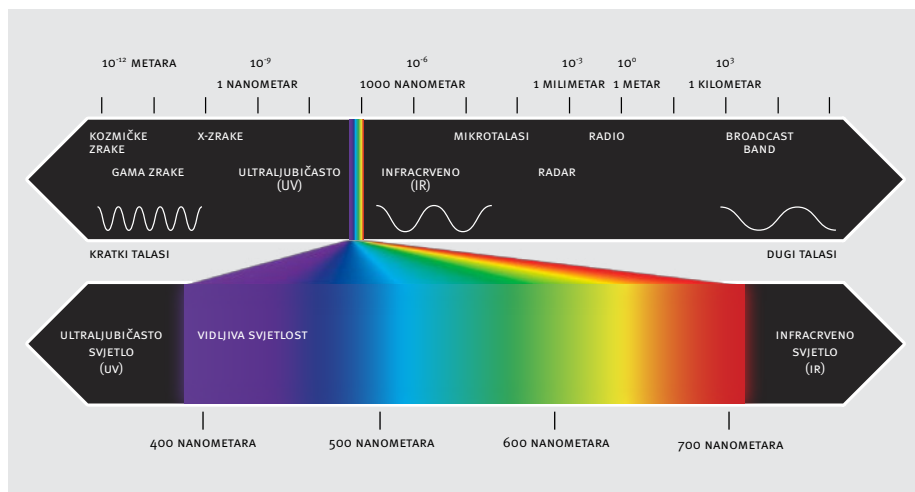


Fig. 55.  
Vidljivi dio spektra

Priroda svjetla koje obasjava okolinu, sjaj i ugao pod kojim pada, ima značajan udio u tome kako percipiramo određenu sliku. Pejzaž obasjan sunčevim svjetlom izgleda drugačije od pejzaža osvijetljenog jednoličnim svjetlom oblačnog neba. Ova promjena percepcije može imati jak psihološki efekat na posmatrača, može čak i izazvati promjenu raspoloženja i iz sretnog optimističnog stanja preći u melankoliju pa čak i u depresiju. Na sjevernim paralelama tokom kratkih dana zime, kada je dnevno svjetlo ograničeno, a sunce se pojavljuje vrlo rijetko, sivilo okoliša izaziva depresiju i

fizički umor. Jedan od najvažnijih aspekata dizajna sa svjetlom je mogućnost svjetla da utiče na percepciju, raspoloženje, pa čak i na ponašanje ljudi.

Za tumačenje fizičkih svojstava svjetlosti koristimo se dualnom teorijom zračenja. Prva je **TALASNA TEORIJA**, prema kojoj se svjetlost širi prostorom kao elektromagnetski talas. Brzina prostiranja talasa ovisi o fizičkim osobinama (elastičnosti i gustini) sredine kroz koju talas prolazi. Kada talas prelazi iz jedne sredine u drugu ili se prostire kroz nehomogenu sredinu, brzina i talasna dužina mu se mijenjaju, a frekvencija ostaje ista.

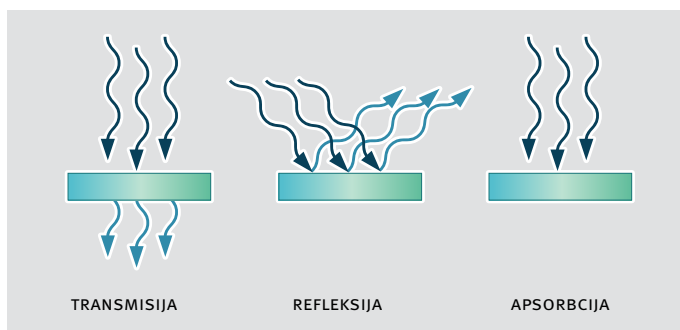


Fig. 56.  
Transmisija, refleksija,  
apsorpcija

Druga teorija je jednaka modernoj **KVANTNOJ TEORIJI** mehanike koja određuje svjetlo kao dualističku pojavu talasa i čestica. Prema kvantnoj teoriji, svako je zračenje sastavljeno od elementarnih energetske čestice (fotona). Fotoni se u vakuumu šire brzinom svjetlosti i njihova je energija veća što je frekvencija zračenja veća, odnosno što je talasna dužina manja.

Svjetlo koje padne na neku površinu može biti: transmitovano, reflektovano, refraktovano i apsorbovano. **TRANSMITOVANJE** (propuštanje) svjetla znači da svjetlo prolazi kroz materijal. Ako se po-

Fig. 57.  
Transparentne /  
transluentne površine



vršina materijala ne promijeni i izgled nekog predmeta ne izgubi, onda se takav materijal naziva **TRANSPARENTNI** ili prozirni materijal. Ako se kroz neki materijal ne prenosi slika, ali ipak prolazi svjetlo, takav materijal se naziva **TRANSLUCENTNI** ili poluprozirni materijal. Ako kroz neki materijal uopšte ne prolazi svjetlo, takav materijal nazivamo **OPAQUE** ili neproziran materijal.

Materijal koji je transparentan može promijeniti izgled predmeta na drugi način, što se dešava sa naočalima. Ova pojava naziva se **REFRAKCIJA**, prelamanje ili lomljenje svjetla, i dešava se skoro pa kod svih transparentnih, providnih materijala. Refrakcija se dešava kada se putanja svjetla savije prolazeći iz jednog materijala u drugi. Recimo, iz vazduha na staklo ili vazduha u vodu. Primjer je silk za pecanje, koji izgleda kao da se oštro savija odmah ispod površine vode. Ne savija se silk, nego svjetlo koje prenosi sliku. Ovaj fenomen dešava se zbog svjetla koje putuje u valovima i reaguje na različite gustoće materijala kroz koje prolazi.

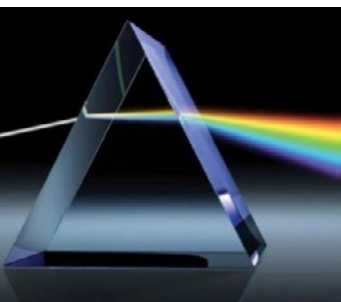
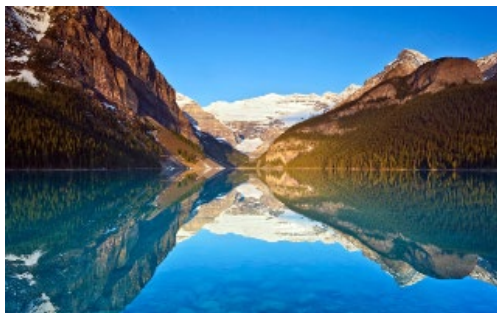


Fig. 58.  
Refrakcija kroz  
prizmu

Materijali imaju i različite indekse refrakcije, što dovodi do razdvajanja bijelog svjetla kroz prizmu na komponente boja, a sve zbog različitih talasnih dužina svjetla. Ako se svjetlo odbija o površinu nekog materijala, materijal se naziva **REFLEKTIRAJUĆI**. Ako je slika nepromijenjena, onda je površina materijala ogledalna. Ako vidimo samo svjetlo, a ne i sliku, svjetlo je **DIFUZNO**, a površina hrpava. Svjetlo je apsorbirano ako nema refleksije i takve površine nazivamo **mat površine**.



Svjetlo je dostupno u dvije forme: DIFUZNO i DIREKTNO SVJETLO. U vanjskom okruženju, dnevno svjetlo (*day light*), ambijentalno ili difuzno, doživljavamo kada je oblačno. Tada nema izrazitih sjena zato što svjetlo dolazi iz svih pravaca. U nekom unutrašnjem prostoru pri umjetnom svjetlu (*artificial light*) isti scenarij može biti i kada je čitav strop osvijetljen indirektnim fluorescentnim svjetlom. Direktno svjetlo dolazi od sunca. Tada su vrlo oštre sjene i jako

Fig. 59.  
Reflektirajuće  
svjetlo

Fig. 60.  
Difuzno svjetlo

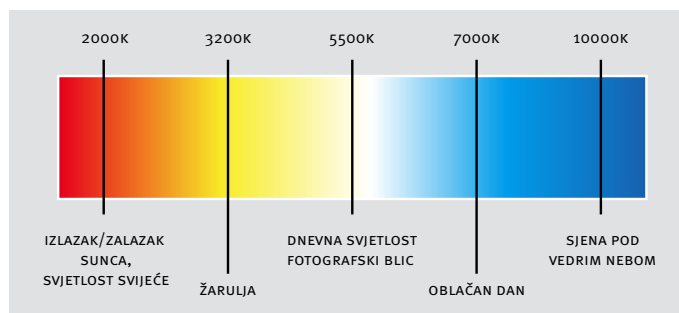


Fig. 61.  
Difuzno svjetlo;  
direktno svjetlo

svjetlo. U nekom objektu, direktno svjetlo je analogno svjetlu projektora ili reflektora. Ravne površine, kao što su slike, knjige, crteži, najbolje su vidljive pri difuznom svjetlu jer tada nema refleksije i blještanja. Oblikovni predmeti kao skulpture ili objekti čitljiviji su pri dramatičnom direktnom svjetlu, koje baca oštre sjene koje nam pomažu da razumijemo formu objekta.

TEMPERATURA BOJE SVJETLA (*light color temperature*) izražava se u kelvinima ( $100^{\circ}\text{C} = 373^{\circ}\text{K}$ ) kao temperatura pojedine boje. Da biste razumjeli koncept, zamislite željeznu šipku koja se polako zagrijava. Počinje sa crnom bojom, zagrijava se i mijenja u svijetlocrvenu, postaje sve više narandžasta, potom žuta i na najvećoj temperaturi postaje bijela. Temperatura boje svjetla raste s termal-

Fig. 62.  
Temperatura boje  
svjetla



nom temperaturom: što viša temperatura, to plavije svjetlo. Zvuči paradoksalno, jer najniža temperatura boje postiže najtopliji svjetlosni efekat. Svijeća gori na “hladnih” 2.000 stepeni K, ali emituje toplo, žuto svjetlo; “hladna” fluorescentna lampa emituje svjetlo koje je između 5.000 i 6.000 stepeni K.

DNEVNA i SUNČEVA SVJETLOST razlikuju se i u boji i u jačini svjetla. Sunčeva svjetlost je veoma jaka u poređenju sa dnevnim svjetlom. Sunčeva svjetlost je sačinjena od paralelnih zraka, što rezultira jakim sjenom. Dnevno svjetlo je sačinjeno od difuzne radijacije koja dolazi iz svih pravaca. Tokom sunčanog dana, svjetlija strana neba je južna strana koja je u pravcu sunca, i do 10 puta je svjetlija, tj. jača od sjevernog dijela neba. No, boja južnog neba je toplija, tj. niža od hladne boje dnevnog svjetla. Vedro sjeverno nebo može imati temperaturu i do 8.500 stepeni K. Ovu boju svjetla doživljavamo kao plavu i vrlo hladnu.



Fig. 63.  
Prikaz boje

PRIKAZ BOJE (*color rendering*) u enterijeru, svjetlo koje vidimo, odbija se o predmete koji nas okružuju. U ovakvim okolnostima važno je kako izgledaju predmeti obasjani različitim izvorima svjetla koje će obezbijediti i tačno prikazivanje boje datog predmeta (*color rendering capabilities*). Indeks prikaza boje (*color rendering index CRI*) varira od 0 do 100; što je veći broj, to je bolji, stvarniji prikaz i temperature boje. Hladno fluorescentno svjetlo u kuhinji može promijeniti izgled većine namirnica, dajući im blijedozenlenkasti ton, koji, opet, daje dojam pokvarene hrane. Iznimka je salata, koja pod ovakvom vrstom svjetla izgleda svježije zelena. Za ostalu hranu će toplije svjetlo biti puno više estetski prihvatljivo.

Dio nauke o svjetlu koji se bavi numeričkim vrijednostima osvjetljenja ili rasvjetu zove se FOTOMETRIJA. Svjetlo ima nekoliko MJERLIVIH KARAKTERISTIKA. Mi vidimo objekt ili predmet zato što svjetlo “teče” iz izvora, udara u površinu predmeta i dio svjetla se reflektu-

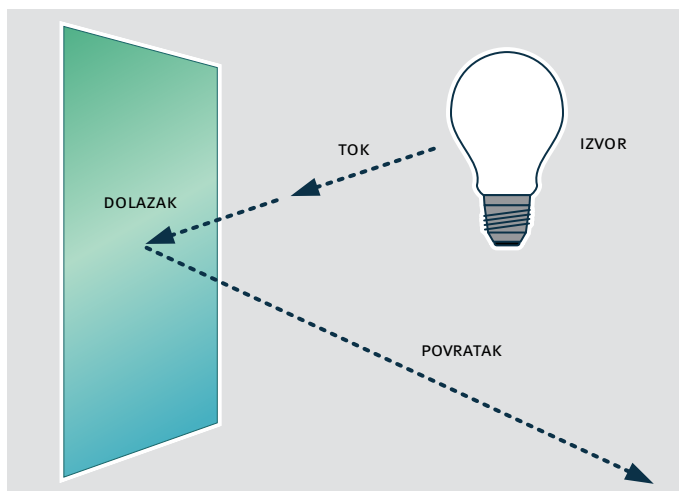


Fig. 64.  
Četiri faze svjetla

je nazad u oko. To je proces koji se dešava u četiri faze i svaka ima svoja numerička mjerenja.

Prva faza je **SVJETLOSNA JAKOST** (*luminous intensity* ili intenzitet blistavosti), a predstavlja snagu zračenja koju emitira izvor svjetla u određenom smjeru. Mjeri se u kandelama (cd). Ova mjera je istorijski bazirana na svjetlu svijeće.

Druga faza je **SVJETLOSNI TOK** (*luminous flux* ili luminacijski fluks), a predstavlja snagu zračenja koju emituje izvor svjetla u svim smjerovima. Jedinica za svjetlosni tok je lumen (lm).

Treća faza je **OSVIJETLJENOST** (*illuminance*), mjerilo za količinu svjetlosnog toka koji pada na određenu površinu. Mjeri se u luksima (lx). Razlika između luksa i lumena je u tome što pri mjerenju luksa uzimamo u obzir prostor na kojem se *lumenus flux* (svjetlosni tok) prostire. Iluminacija je važna odrednica nivoa svjetla u prostoru, ali se odnosi samo na svjetlo koje pada na neki predmet ili površinu; ne daje nikakve indikacije koliko ima svjetla u samom prostoru.

**PRIMJER:** 1.000 lumena (lm) koncentrisano na prostor od  $1\text{ m}^2$  osvjetljava kvadratni metar sa iluminacijom od 1.000 lx. Istih 1.000 lm koji se prostiru na  $10\text{ m}^2$  proizvest će prigušenije svjetlo od samo 100 lx. Da bismo dobili iluminaciju (osvjetljenje) od 500 lx u malom prostoru sa jednom fluorescentnom lampom, snaga lampe morala bi biti 12.000 lumena.

**POVRATAK SVJETLA SA OBJEKTA** ili **LUMINACIJA** (*luminance*) je sjajnost neke svjetleće površine. Način na koji vidimo osvjetljeni

Fig. 65.  
Osnovne  
fotometrijske /  
svjetlotehničke  
veličine

predmet ovisi o tome koliko svjetla se reflektuje s površine nekog predmeta u naše oko. Luminancija predmeta ili površine se mjeri u kandelama po  $m^2$  ( $cd/m^2$ ). Ista količina iluminacije, tj. rasvjetljenosti (*illuminance*) može rezultirati u potpuno drugačijoj luminanciji, tj. jačini osvjetljenja, osvjetljenosti (*luminance*). Dvije sobe, jedna obojena u crno, druga u bijelo, osvjetljene su do istog nivoa iluminacije. Jačina svjetla crne sobe bit će vrlo niska i činit će se tamna; jačina svjetla bijele sobe bit će mnogo veća i svijetla.



## FOTOMETRIJSKE JEDINICE ZA MJERENJE SVJETLA

| faze svjetla                               | SI. Jedinice      | Kratica | Objašnjenje                                              |
|--------------------------------------------|-------------------|---------|----------------------------------------------------------|
| svjetlosna energija (luminous energy)      | lumen sekunda     | lm·s    | vidljiva energija svjetla ili količina svjetla           |
| svjetlosni tok (luminous flux)             | lumen             | lm      | svjetlosni tok, mjera vidljive snage svjetla             |
| svjetlosni intenzitet (luminous intensity) | kandela           | cd      | intenzitet/snaga svjetla emitovana iz svjetlosnog izvora |
| osvjetljenje (illuminance)                 | luks ( $lm/m^2$ ) | lx      | svjetlo koje dolazi na neku površinu                     |
| emitovanje svjetla (luminous emittance)    | luks ( $lm/m^2$ ) | lx      | svjetlo odbijeno ili emitovano od neke površine          |

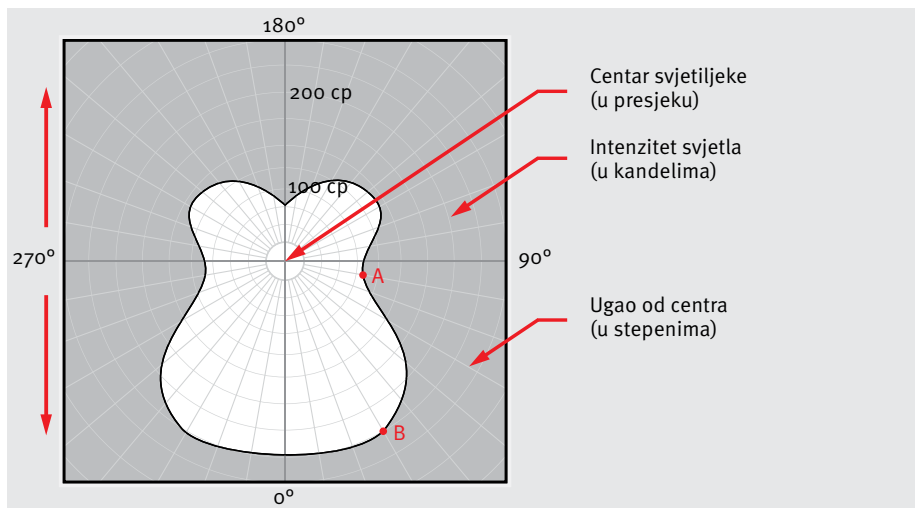
## KARAKTERISTIČNA MJERENJA OSVJETLJENJA

| prirodno svjetlo             | vještačko svjetlo            |
|------------------------------|------------------------------|
| sunčan dan 100.000 lx        | kancelarije 350 - 700 lx     |
| tmuran dan 1.000 - 10.000 lx | prodavnice 100 – 300 lx      |
| suton 100 – 1.000 lx         | robne kuće 30 - 100 lx       |
| sumrak 1 - 10 lx             | gradski trgovi 20 – 30 lx    |
| pun Mjesec cca. 0,3 lx       | centar grada noću 10 - 30 lx |
| noć manje od 0,1 lx          | gradska periferija 10 lx     |

FOTOMETRIJSKA karakteristika rasvjetnog tijela ili svjetiljke je opis raspodjele intenziteta svjetlosti u prostoru ili izokandelni dijagram (*candle power distribution curve*).

Dijagram pokazuje presjek kroz rasvjetno tijelo ili sijalicu, i intenzitet svjetlosti u svim pravcima. Dio grafikona iznad linije  $90^\circ$ - $270^\circ$  pokazuje svjetlo iznad lampe (indirektno svjetlo), dok dio grafikona ispod linije je direktno svjetlo koje sija prema dole. Ravne radijalne linije iz centra pokazuju ugao svjetla, dok kružne linije predstavljaju intenzitet. Naprimjer, tačka A pokazuje da je intenzitet svjetla pod uglom  $80^\circ$  približno 110 cd/1,000 lm (*candelepower*). Tačka B pokazuje da će pri uglu od  $30^\circ$  intenzitet svjetla biti 225 110 cd/1,000 lm.

Fig. 66.  
Čitanje fotometrijskih  
karakteristika svjetiljki





## Izvori svjetla

Dizajneri i arhitekti rade sa dvije vrste svjetla: prirodnim i vještačkim. **PRIRODNO SVJETLO** stvara Sunce. Direktnu svjetlost, koja dolazi sa južne strane neba, zovemo sunčeva svjetlost, a indirektnu, sa sjeverne strane neba, zovemo dnevno svjetlo.

**VJEŠTAČKO** ili **UMJETNO SVJETLO** stvara se hemijskim metodama, upotrebom električne energije ili kombinacijama ovo dvoje. Iako ga zovemo vještačko, svjetlo koje se stvara na ovaj način stvarna je svjetlost. Različiti izvori električnog svjetla proizvode različite vrste svjetla i veoma se razlikuju u svojoj efikasnosti. Efikasnost lampi mjeri se u lumenima kroz vate (lm/w). Postoje tri generalne kategorije ovisno o tome kako konvertuju električnu energiju u svjetlo. Prva grupa su svjetiljke sa toplinskim (termalnim) zračenjem, druga grupa su sijalice koje proizvode svjetlo električnim pražnjenjem i treća grupa su poluprovodnici sa diodama.

Fig. 67.  
Žarno svjetlo  
(incandescent light)



Prva grupa svjetiljke sa **TOPLINSKIM (TERMALNIM) ZRAČENJEM** su sijalice sa žarnom niti i halogene sijalice sa žarnom niti. Popularno žarulja ili sijalica, najstariji su izvor električnog svjetla koji se pojavio na tržištu krajem 19. vijeka. Princip rada je vrlo jednostavan: električno strujanje prolazi kroz žarnu nit (vrlo tanka žica) unutar staklenog omotača u kojem je vakuum ili neki inertni gas.

ŽARNO SVJETLO je bogato žutim i crvenim bojama, ali siromašno zelenim i plavim, što ovom svjetlu daje izgled “toplijeg” od sunčevog ili dnevnog svjetla. Par sijalice ili parabolnički aluminijski reflektori su najčešće upotrijebljeno žarno svjetlo za komercijalni dizajn. Otporni na termalne šokove (nagle promjene temperature), mogu se upotrebljavati i u vanjskom okruženju. HALOGENE sijalice ili tungsten (*tungsten halogen lamp*) su usavršene sijalice sa žarnom niti sa dodatkom gasa halogena. Tungsten sijalice imaju bolje performanse i daju bolje čitanje boja.



Fig. 68.  
Halogene sijalice ili  
tungsten (*tungsten  
halogen lamp*)

Boje pod ovim svjetlom su “svježije” i oštrije, i mogu se lakše kontrolisati (dimovanje, usmjerenje, fokusiranje). Niskovoltažno svjetlo (*low voltage light*) u upotrebi je od 1980. godine i vjerovatno jedna od najuspješnijih vrsta svjetla. Naročito u relaciji sa halogenim sijalicama koje se upotrebljavaju pri iluminaciji izloga i enterijera. Prednost ovog izvora svjetla jeste da su kompaktne, što im daje optičku kontrolu i mogućnost uskog snopa svjetla za dramatična osvjetljenja. Moguće je dimovanje (smanjivanje ili pojačavanje intenziteta svjetla), što pruža još i dodatnu kontrolu jačine svjetla. Prikaz boje (*color rendering*) je vrlo dobar, što je vitalno za izlaganje artikala kod kojih je važna boja. Najočiglednija mana je potreba za transformatorom, koji može biti glomazan u ovisnosti o količini svjetiljki.

Druga grupa su sijalice koje proizvode svjetlo ELEKTRIČNIM PRAŽNENJEM kroz jonizovani gas. Sastoje se od velikog spektra izvora svjetlosti, kao što su svi oblici fluorescentnih, natrijevih i metalhalogenih svjetiljki. Gasne svjetiljke (*gas-discharge lamp*) mogu biti sa niskim i visokim pritiskom pražnjenja.

Fig. 69.  
Fluor i kompakt  
fluorescentne  
sijalice ili sijalice  
sa niskim  
pritiskom  
pražnjenja



Svjetiljke sa niskim pritiskom pražnjenja su fluorescentne i hladne katode, uključujući i neon te svjetiljke sa natrijem pod niskim pritiskom. Tehnički, fluorescentne cijevi (*fluorescent lamp*; *fluorescent tube*) su izvori svjetla koji se prazne pod niskim pritiskom. To znači da nema metalne žarne niti, već se svjetlo proizvodi ekscitacijom ili pobuđivanjem gasa. Prije je osnovni nedostatak ovih lampi bilo loše čitanje boje svjetla (*color rendering*) i nemogućnost kontrole. Sada, osim izvanrednog čitanja boje, ove je sijalice moguće i dimovati. Prednosti fluorescentnih lampi su energetska efikasnost, dugotrajnost i minimalni problemi sa toplotom. Mane kod nekih proizvođača mogu biti u lošem čitanju boje.

Sijalice sa visokim pritiskom pražnjenja (indukcijske) su METAL HALID (metal-halide lamp), natrijumove i živine sijalice. Prednosti su dobra zamjena za dnevno svjetlo i izvanredno čitanje boja. Mane su velika i nezgrapna kontrolna oprema i visoka cijena.

Fig. 70.  
Metal halid ili sijalice  
sa visokim pritiskom  
pražnjenja



Treća grupa su POLUPROVODNICI SA DIODAMA koje emituju svjetlo ili LED svjetiljke. LED (*light emitting diodes*) su diode koje emituju svjetlo, a tehnologija, razvijena u Silicijskoj dolini, slična je onoj koja se upotrebljava u novim mikroprocesorima. Ova čvrsta tijela nemaju žarnu nit niti lomljivo staklo i ne sadrže živu ili otrovni plin. LED ima visok stepen energetske efikasnosti i tehnološki je najsoficisticiranije svjetlo u industriji svjetla. Prednosti su ekstremna energetska efikasnost, dugotrajnost (do 50.000 radnih sati), otpornost na termalne i vibracijske šokove, mijenjanje boje po RGB sistemu. Mane su osjetljivost na promjenu toplote i relativna skupoća svjetla u odnosu na njegovu količinu.



Fig. 71.  
LED sijalice (*light-emitting diode lamps*)

OLED (*organic LED*) su vrlo tanke površine izvora svjetla koje upotrebljavaju organske poluprovodnike koji generiraju svjetlo. OLED se koristi za stvaranje digitalnih displeja u uređajima poput televizijskih ekrana, kompjuterskih monitora, mobilnih telefona itd.



Fig. 72.  
Philips OLED (*organic light-emitting diode*)



## Vrste rasvjete

Rasvjeta se dijeli na UNUTRAŠNJU (*indoor lighting*) i VANJSKU (*outdoor lighting*). Vanjska rasvjetna tijela otporna su na atmosferske promjene, vodu, vlagu, prašinu itd. U opisu rasvjetnog tijela postoji IP oznaka (*International Protection*) koja definiše stepen zaštite od ulaska krutih ili tekućih elemenata u kućište. Nakon oznake IP, slijede dva broja. Prvi broj (od 1 do 6) označava stepen zaštite protiv ulaska krutog tijela, a drugi broj (od 0 do 8) označava stepen zaštite protiv ulaska tekućina. Naprimjer, IP 67 je oznaka za rasvjetna tijela koja možemo koristiti unutar bazena.

Fig. 73.  
Ambijentalna rasvjeta  
*Minel-Schröder*



Generalna ili ambijentalna rasvjeta (*general or ambient lighting*) su rasvjetna tijela koja proizvode široko snopno direktno ili difuzno svjetlo kako bi osvijetlili radne prostore ili komunikacije.

Akcentna rasvjeta (*accent lighting*) naglašava pojedinačne objekte, artefakte ili arhitektonske detalje upotrebljavajući uske snopove svjetla. Osvijetljene površine naspram tamne pozadine privlače pažnju gledaoca. Akcentna rasvjeta naglašava bitne objekte ili

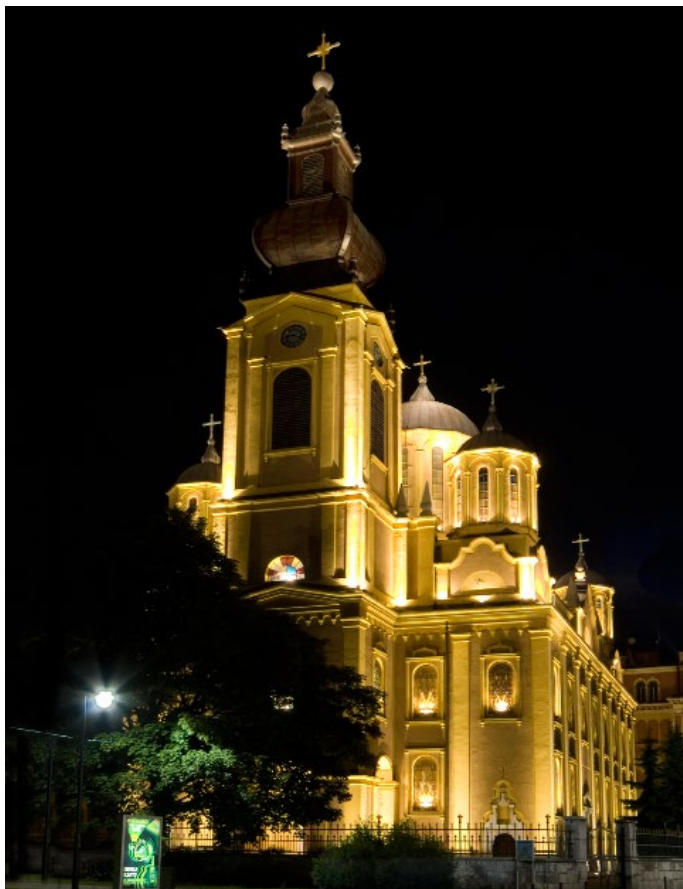


Fig. 74.  
Akcentna rasvjeta  
*Minel-Schröder*

detalje, odvaja ih od nebitnih površina ili oblika, a također kreira i tačke interesa. Strukture i materijali te njihove teksture i boje su jasno naglašene direktnim svjetlom.

*Floodlight* ili “plavljenje svjetlom” osvjetljava velike objekte ili prostorne zone upotrebljavajući široki snop svjetla. Direktno svjetlo ima dobre oblikovne mogućnosti da izrazi formu objekta i strukturu površine. *Floodlight* se može koristiti kao podloga za akcentno svjetlo.

Fig. 75.  
*Floodlight Schröder  
lighting*



*Wallwashing* ili “pranje zidova” definiše vertikalne prostorne strukture i površine. Ova vrsta rasvjete daje veliki doprinos osjećaju svjetline u prostoru, što je opet povezano sa osjećajem sigurnosti i lakše orijentacije u prostoru. Tehnika *wallwashing* se upotrebljava većinom u enterijerima. Projekciona rasvjeta spada u *wallwashing* tehniku rasvjete koja upotrebljava reflektore ili projektore za projekcije slika, tekstura i formi. Ova specifična vrsta rasvjetnih tijela naziva se “Gobo reflektori” i sadrži leće za specijalne svjetlosne efekte.

Fig. 76.  
*Wallwashing ERCO  
lighting*



ORIJENTACIJSKA RASVJETA (*orientation lighting*) poboljšava percepciju tako što dodaje linijsko ili tačkasto svjetlo duž komunikacija. Ovdje svjetlo funkcionira kao signalna rasvjeta. Iluminacija prostora je od sekundarne važnosti, a sigurnost i orijentacija su primarne u ovom sistemu rasvjete.



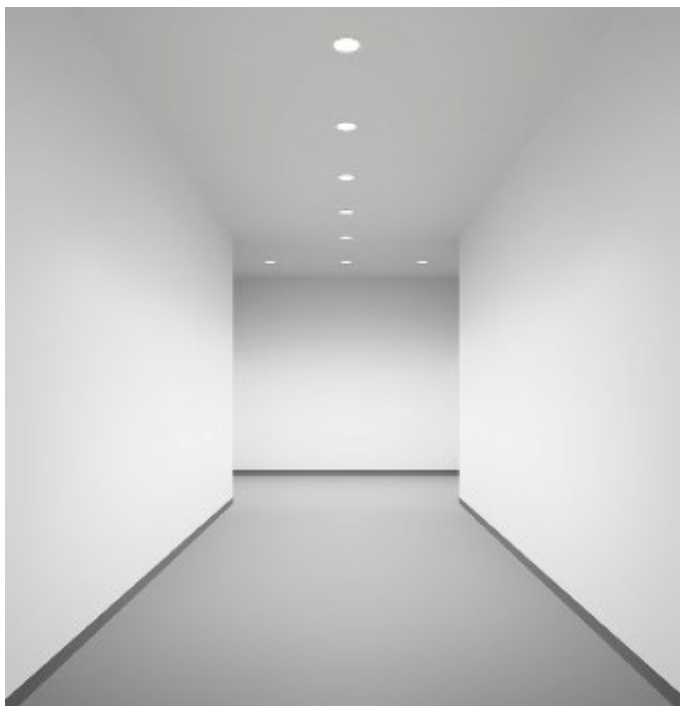
Fig. 77.  
Orijentacijska rasvjeta  
*Minel-Schröder*

RASVJETNI SISTEMI su dostupni u raznim oblicima i vrstama, svaki sistem ispunjava različite zahtjeve osvetljenja. Identična distribucija svjetla može se postići s različitim svjetiljkama.

DOWNLIGHTING (svjetlo prema dole) je najčešća forma svjetla u enterijerima. Obično se upotrebljava kao ambijentalna ili generalna rasvjeta. Princip je jednostavan: rasvjetno tijelo je locirano na stropu i svjetlo je usmjereno na površinu ili objekat gdje je potrebno. *Downlights* mogu osvijetljivati veliku površinu ili biti usmjereni, odnosno fokusirani na male zone interesa. Može biti i indirektno svjetlo tako što će nježno oprati vertikalne plohe. Ovo je energetski najefikasniji metod osvijetljavanja prostora. Prednost ovog sistema se očituje u jednostavnosti i fleksibilnosti rasvjetnih tijela i lampi; može se jednostavno uklopiti u sisteme spuštenih stropova u kancelarijskim i proizvodnim prostorima.

Mane *downlighting* sistema su moguće blještanje na ekranima i horizontalnim plohamo ako nema specijalnih sjenila, loša vertikalna iluminacija, monoton efekat kada se upotrebljava u redovima na stropovima. Mogući su problemi pri održavanju ako su rasvjetna tijela locirana na visokim stropovima.

Fig. 78.  
*Downlighting ERCO  
lighting*

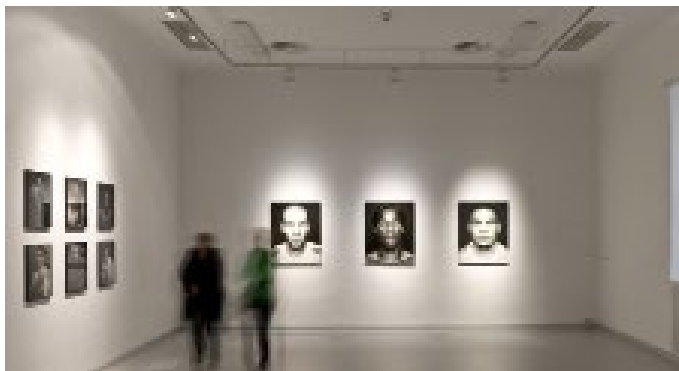




UPLIGHTING (svjetlo prema gore): princip je jednostavan – svjetlo je usmjereno gore prema zidovima ili stropu sa svjetiljki koje se montiraju iznad nivoa očiju kako bi se izbjeglo blještanje. I ovaj sistem se većinom koristi za generalnu ili ambijentalnu rasvjetu, koja se indirektno distribuira, a rezultat je meko i difuzno svjetlo. Proizvodi minimalno blještanje ako se upotrebljava u kancelarijskim prostorima, može biti integrisano u namještaj, dobro je za kreiranje mekog, ambijentalnog svjetla, a instalacija i održavanje su lagani. Mane sistema su ograničeni prostori za montažu u enterijerima; u velikim prostorima ne mogu biti jedini izvor svjetla, te se moraju kombinovati sa dodatnim svjetlom.

Fig. 79.  
*Uplighting ERCO  
lighting*

Fig. 80.  
Tasklighting /  
spotlighting ERCO  
lighting



USMJERENO SVJETLO (*task lighting*) je lokalna rasvjeta koja je “svjetlo sa zadatkom”, usmjereno na željenu plohu ili predmet. Skoro se uvijek upotrebljava sa ostalim formama ambijentalnog svjetla. Najčešći izvor za usmjereno svjetlo su niskovoltazne halogene ili kompakt fluorescentne svjetiljke. Sada je sve više u upotrebi LED (*light-emitting diode*) svjetlo sa usmjerenom optikom. U podvrstu usmjerenog svjetla spada takozvano TAČKASTO SVJETLO (*spotlighting*). To je forma rasvjete gdje je svjetlosni tok kontrolisan u preciznom maniru, najčešće na relativno male površine.

Tačkasto svjetlo ima duge zrake koje se upotrebljavaju za dramatične efekte na pozorišnoj ili koncertnoj sceni kako bi privukli pažnju gledalaca. Najčešće enterijerske aplikacije za tačkasto svjetlo su: umjetničke galerije, muzeji, hoteli i prodavnice. Ovo svjetlo je nezamjenjivo kada dizajner hoće da naglasi artikule u prodavnicama ili izložbene artefakte kako bi se usmjerila pažnja posjetitelja. Prednost sistema je laka kontrola i jednostavno rukovanje, energetska efikasnost, mobilnost i usmjerenje. Mane su skupoća sistema u smislu inicijalne investicije i potreba za višestrukim izvodima električne energije.

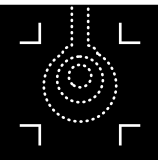
Svjetlosni SISTEMI NA VODILICAMA (*track lighting system*): vrlo popularno svjetlo sa velikim izborom sistema. Vrlo je fleksibilno. Vodicice su obično montirane direktno na strop ili zid. Prednosti ovog sistema su jednostavna montaža i velike dizajnerske mogućnosti i sigurnost pri rukovanju. Mane su da većina sistema od različitih proizvođača nije kompatibilna.



DEKORATIVNO SVJETLO (*decorative lighting*) se upotrebljava da obogati, poboljša ambijent enterijerskog prostora. Dekorativno svjetlo se klasificira u dvije grupe. Prva je kada se efekat svjetla koristi kao dekorativni element, da bi dodao boju, glamur ili dramatične efekte u enterijeru. Druga forma dekorativnog svjetla je kada je rasvjetno tijelo, kao dizajnirani element, dio enterijera.

Fig. 81.  
*Track lighting ERCO lighting*

Fig. 82.  
Dekorativno svjetlo  
*Louis Poulsen*



# Projektovanje rasvjete

Dizajn svjetla za neki prostor trebao bi biti integrisan od samog početka rada na projektu, bilo da je u pitanju vanjska ili unutrašnja rasvjeta. Potpuno je pogrešno mišljenje da dizajn svjetla dolazi na kraju kada je objekat već napravljen ili u završnoj fazi enterijera. Projekat svjetla ili rasvjete počinje sa konceptom ili prostornim rješenjem osvijetljenosti idejnim projektom koji podrazumijeva i količinu svjetla kao i postavku rasvjetnih tijela te na kraju fotometrijski izračun ili izračun količine i pokrivenosti prostora svjetlom. Drugi dio je izvedbeni projekat u koji se uključuju elektroinžinjeri kako bi projektovali elektromrežu, te postavku i napajanje električnom energijom.

Postoje internacionalni standardi za izradu projektantske dokumentacije kada je u pitanju osvijetljenje nekog prostora. Međutim, kao i u produkt dizajnu ili arhitekturi, metodologija je velikim dijelom individualna i dio je kreativnog procesa. Prvo treba uspostaviti **KONCEPT** koji će, kroz čitav proces projektovanja, biti prisutan kao ideja-vodilja i osnovni oslonac na putu do konačnog rješenja.

Koncept nastaje u ovisnosti o projektom zadatku. Koncept za dizajn rasvjete urbanog jezgra ili već postojećeg objekta dizajner traži u inspiraciji koju mu daje *genius loci* (duh mjesta) ili prostor u kojem djeluje, dok koncept za iluminaciju novoprojektovanog objekta ili prostora nastaje u suradnji sa arhitektom. Često je najbolji dizajn svjetla onaj koji je inkorporiran u koncept arhitekture od samog početka. To ojačava i sam koncept te rješava većinu potrebnih funkcija kada je riječ o rasvjeti bez da su one jasno uočljive od strane prosječnog posmatrača. Tako dizajnirano svjetlo ujedno je i najbolje projektovano, jer izaziva reakciju posmatrača a da on nije ni svjestan toga. Dok se arhitektonsko-dizajnerski koncept bavi prvenstveno formom i funkcijom nekog objekta ili produkta, funkcija koncepta rasvjete prvenstveno je stvaranje određene atmosfere u nekom prostoru.

Postoji niz pitanja koja možemo postaviti u vezi s analizom arhitekture prostora ili objekta, a u svrhu projekta rasvjete. U nastavku su hronološki postavljeni procesi pitanja i odgovora koji vode dizajnera ka konačnom rješenju problema.

Prvo i osnovno pitanje jeste da li postoje primarne i sekundarne ose svjetla?

U nivoima iluminacije treba postojati hijerarhija. Jače svjetlo u primarnoj osovini daje snagu dizajnerskoj ideji i naglašava prostornu hijerarhiju. Rasvjeta primarne osovine može imati drukčiju boju svjetla nego svjetlo sekundarne osovine.

Fig. 83.  
Sarači – primarna  
osa svjetla

Fig. 84.  
Kazazi – sekundarna  
osa svjetla;  
Srđa Hrišćević:  
Osvjetljenje Baščaršije



Fig. 85.  
Baščaršijska džamija –  
tačka interesa (*reper*)  
na putu svjetla;  
Srđa Hrisafović:  
Osvjetljenje Baščaršije



Koje su važne tačke interesa (*reperi*) na putu svjetla ili u prostoru koji treba osvijetliti?

Na putu svjetla ili na osvijetljenim osovinaama postoje tačke interesa ili prostori koje treba drugačije osvijetliti. Obično se radi o naglašavanju repera svjetlom, intenzitetom, bojom ili teatralnim osvijetljenjem prostora. Vertikalna površina ili objekat koji se nalazi na kraju hodne linije treba osvijetliti tako da vizualno predstavlja završetak datog prostora.

Da li treba da postoje dijelovi prostora koje treba osvijetliti a na kojima se ljudi ne bi trebali zadržavati?

U ovom slučaju nije bitna samo količina svjetla već i boja. Primjer tržnog centra: ako je prostor hola osvijetljen hladnijom nijansom boje svjetla, a u prodavnicama je toplije svjetlo, takva postavka će ohrabriti posjetitelje da uđu u prostor prodavnice.

Da li svjetlo treba da bude dinamično ili statično; teatralno ili smirujuće ?

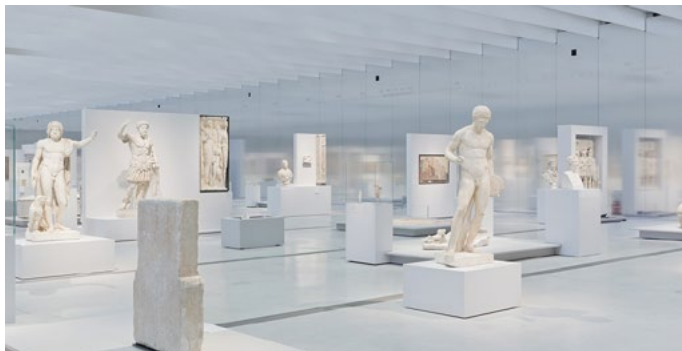


Fig. 86  
Direktno  
svjetlo ERCO  
*lighting*

U muzejima i galerijama, direktno osvijetljena skulptura daje osnovne informacije o formi, ali je ona statična, obična. Dinamiku će moći ostvariti svjetlom koje dolazi sa strane i projicira jaku sjenu. Ako je neki objekat osvijetljen samo sa jedne strane direktnim svjetlom, to nazivamo dramatičnom rasvjetom. Takvo svjetlo stvara duboke sjene, oštar kontrast te naglašava najbitnije detalje.

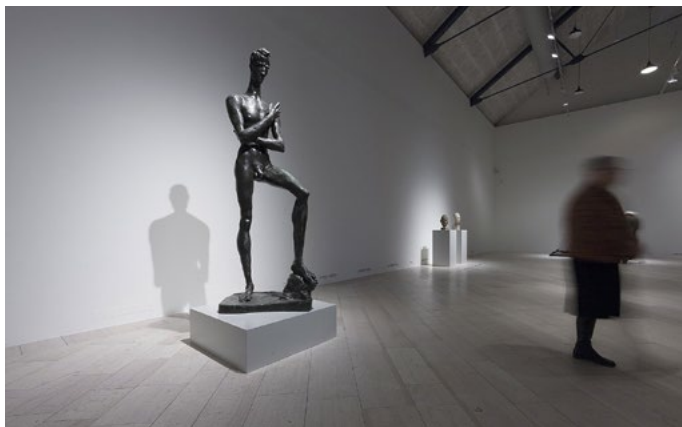
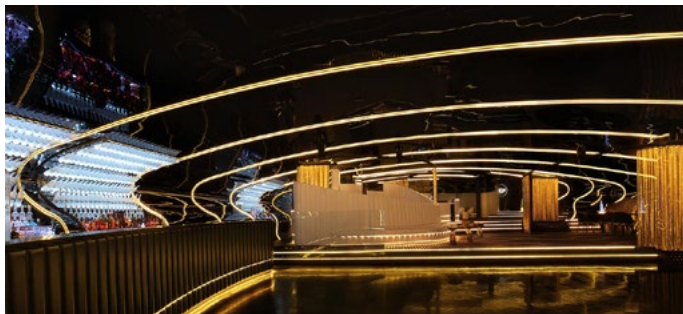


Fig. 87  
Dinamično  
svjetlo ERCO  
*lighting*

Kinetička rasvjeta ili teatralno svjetlo, koje mijenja intenzitet ili boju, može biti i uzbudljivo, ali i naporno, ovisno o kontekstu. Teatralno svjetlo je dramatično, jer kreira iluziju. U diskotekama, naprimjer, izvor svjetla se nalazi ispod nivoa oka, većinom u podu, što stvara nerealnu atmosferu. Također, svjetlo koje blica sa mnogo izvora (disko-kugla) još više doprinosi nerealnoj i teatralnoj atmosferi plesnog podijuma kao scene. U određenoj mjeri svi projekti rasvjete su teatralni.

Fig. 88.  
Noćni klub Bond,  
Melbourne,  
Australija



Za koncept rasvjete u kapeli Instituta za tehnologiju, MIT Massachusetts (MIT Chapel, Massachusetts Institute of Technology), Eero Saarinen je koristio koncept teatralne rasvjete. Iznad oltara se nalazi krovni prozor za visećom skulpturom čija se gustina povećava što je bliže oltaru. Efekat je takav da izgleda kao da se svjetlo spustilo s neba i zaustavilo kod mramornog oltara. Kapela se nalazi pored ribnjaka, tako da se vanjsko svjetlo reflektuje i ulazi unutar objekta. U kombinaciji sa crvenkastom ciglom, cijeli prostor dobija crvenkasti ton prirodnog svjetla.

Fig. 89. Eero Saarinen:  
Kapela Instituta za tehnologiju MIT Massachusetts (MIT Chapel)



Psihološki efekti rasvjete različito djeluju u ovisnosti o situaciji. Blago i smirujuće svjetlo u čitaonici biblioteke. Stolovi su osvijetljeni snopovima svjetla od lampe koja je u vidnom polju – na stolu. To nas asocira na kućnu atmosferu, a onda se osjećamo opušteno i prijatno.

U restoranima, kada se stolovi nalaze jedan blizu drugog, svaki je zasebno osvijetljen snopom svjetla, koje je obično direktno. To svjetlo daje živost postavljenom stolu i hrani koja se na njemu nalazi, a također vizualno razdvaja prostor između stolova. Svjetlo se rasipa i reflektuje indirektno na lica ljudi koji sjede za stolom, a da bi dobili atmosferu ugodnu za razgovor, potrebno je da ih svjetlo ne ometa ni u jednom momentu.

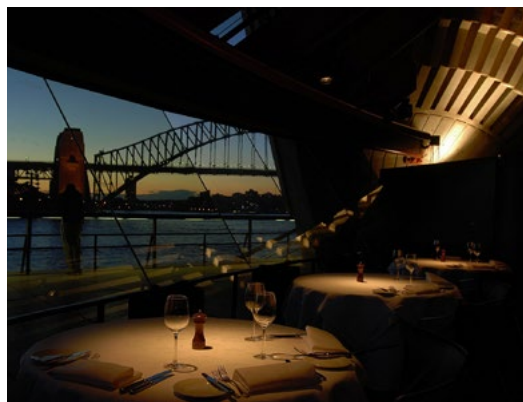


Fig. 90.  
The Burke Library, Columbia  
University, New York, SAD

Fig. 91.  
Restoran Guillaume,  
ERCO lighting

Fig. 92.  
Efekat dnevnog svjetla  
*ERCO lighting*

Fig. 93.  
Efekat dinamičnog  
svjetla *ERCO lighting*



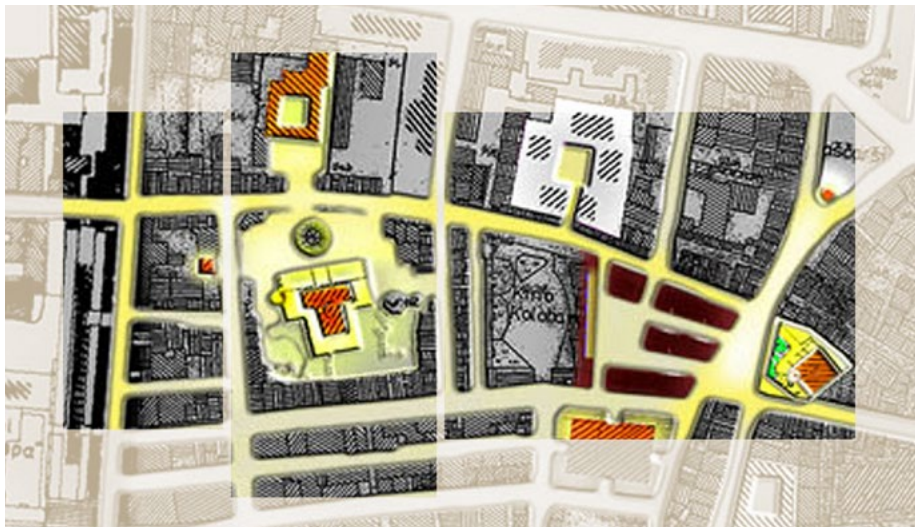
Sa druge strane, ako hoćete da prostor izgleda dramatično, svjetlo se projicira odozdo ili sa strane, u uskim snopovima. Postoje razni tehnički podaci koji pomažu projektovanju rasvjete sa kojim se dizajner treba upoznati i vladati, ali dizajn svjetla je intuitivan, bazira se većinom na iskustvu i samo djelimično na proračunima i tabelama.

KOJE SU VRSTE CRTEŽA koje koriste dizajneri u konceptualnoj fazi projektovanja?

Postoje dvije vrste crteža koje su veoma korisne. Prva je PARTI objekta (parti; franc. *prendre parti* ili donošenje odluke), odnosno osnovna kompozicijska šema za plan objekta ili grupu objekata. Druga vrsta crteža je SKICA. Parti možemo smatrati crtanom verzijom koncepta. Takav crtež može pokazivati formalnu prirodu objekta, prostorne odnose, kretanja te arhitektonske volumene u svojoj hijerarhiji u konceptu dizajna.

SKICA su obično samo linijske i artikuliraju osnovnu ideju. Dizajner svjetla te skice prevodi u crteže u kojima promišlja o ponašanju svjetla i o odnosima tamnih i svijetlih ploha prije nego linijama i ivicama. Tu su važne tačke interesa. Naprimjer, gdje god se spajaju dvije ose, ta pozicija je bitna pri promišljanju o svjetlu. Prostor u kome se korisnik zaustavlja ili mjesto gdje se mijenja smjer kretanja također je važna tačka interesa. Svi ovi slučajevi se skiciraju

i o njima se promišlja. Svi važni pogledi i vizure posmatrača se skiciraju i prezentuju. U ovoj fazi se razmišlja o tome kako i gdje bi se svjetlo trebalo pojaviti i kako bi trebalo biti percipirano od strane posmatrača. I u ovoj fazi sve ideje su još u razradi i ne razmišlja se o izvedbama.



HOD KROZ SVJETLO (*lighting walk*) je crtež koji pokazuje osvijetljenje prostora iz pozicije posmatrača i nivo svjetla koji je potreban za postizanje datog efekta. Pokazuju se napredak i mijenjanje svjetla kako prolazimo kroz različite dijelove objekta. Šematski crteži su kombinacija crteža *hod kroz svjetlo* i *parti*. Oni se koriste za definisanje krajnje solucije i provociranje diskusije sa projektantom. Ako se ovi crteži ne slažu sa osnovnim konceptom, to je potrebno razjasniti u ovoj fazi. Ako se crteži slažu sa konceptom prostora, to će uvjeriti arhitektu da rasvjeta pojačava i njegov koncept, a ne da ga poništava.

Dalji razvoj projekta jeste prevod koncepta u stvarnu situaciju. Razmišlja se o rasvjetnim tijelima, njihovim pozicijama i potrošnji. Ovdje se određuje i pozicionira rasvjeta kroz posebne simbole koji se koriste u ovakvim crtežima. Također se dimenzioniraju plan rasvjete i raspored rasvjetnih tijela.

Crtež *TLOCRT RASVJETNIH TIJELA* (*fixture layout*) sastoji se od obrnutog tlocrta stropa na kome se nalazi rasvjeta. Položaj je dimenzioniran u odnosu na centar, udaljenost od zidova ili bilo šta što se

Fig. 94.  
Šematski crteži,  
Master plan Bašćaršija  
H&H lighting



Fig. 95.  
Tlocrt rasvjetnih tijela  
(fixture layout) sa  
legendom;  
H&H lighting

smatra referentnom tačkom, te na visinu rasvjete (ako se rasvjetno tijelo ne nalazi na plafonu). Ovo je prenos šematskog parti crteža u stvarni prostor. Obrnuti plan stropa pomaže u tačnom pozicioniranju rasvjete i za određivanje rasvjetnog tijela. Ovaj dio podrazumijeva i oznake koje će se koristiti za rasvjetna tijela, njihov raspored u prostoru i objašnjenja za svako rasvjetno tijelo. U primjerima koji slijede objašnjeno je kako izgleda kompletan projekat i kako od projekta nastaje realizacija.

Metodologiju projektovanja rasvjete ilustrovat ću na primjerima naših projekata koje smo radili za Grad Sarajevo. Prvi je *MASTER PLAN za iluminaciju Baščaršije*, koji smo projektovali 2006. godine, a izveden je 2007/08. Drugi projekat je *PAMETNA GRADSKA RASVJETA – iluminacija istorijskog centra Sarajeva*, koji smo projektovali 2015. godine. Za sada je samo u idejnoj fazi i čeka neke bolje dane i druge ljude u lokalnoj vladi, koji će biti otvoreni prema novim idejama i koji razmišljaju o novim tehnologijama, energetskej efikasnosti i održivim gradovima.

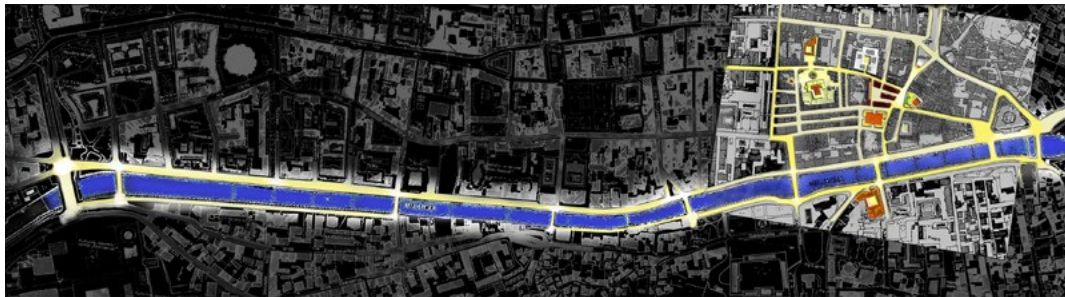
# Projekat *Master plan za iluminaciju Baščaršije*



Osnov svakog projekta je KONCEPT. To je najvažnija postavka koja vodi projektante kroz sve faze, od ideje do izvedbe. Naš projekat počinje konceptualnom pričom o *geniusu loci* grada sa tvrdnjom da svako mjesto ima “svoje” svjetlo, koje ga razlikuje od bilo kojeg drugog mjesta na svijetu. A šta se dešava noću? Kako dnevni specifikum svjetla koji određuje *genius loci* (duh mjesta) interpretirati vještačkim svjetlom? Da li gradska rasvjeta može biti unikatna i autentična, ali i tehnološki napredna i energetske efikasna? To su pitanja kojima smo se bavili projektujući iluminaciju za staro jezgro Sarajeva, Baščaršiju, i gradske mostove.

Pedesetih godina prošlog vijeka, arhitekt Juraj Neidhardt ovako opisuje urbanu postavku Sarajeva: “Cesta je kičma, voda je duša, zelenilo su pluća, a čaršija srce grada. U mahali se stanuje, u čaršiji posluje. Čovjek je mjerilo svega.” Za današnje vrijeme pomalo romantična i davno zaboravljena urbana teza konceptualno je ponovo oživjela sa novom iluminacijom Baščaršije – svjetlo po mjeri čovjeka, ugodno, toplo, intimno.

Fig. 96.  
Skice koncepta za  
master plan Baščaršije  
H&H lightingv



Svjetlo je koncept i dizajnerski alat, svjetlom “gradimo” prostor. Tako je svjetlom “sagrađen” i prostor ulice Sarači, koja je glavna sfera interesa, a samim tim i primarna osa svjetla Baščaršije. Karsten Harries, filozof i teoretičar arhitekture, ispravno tvrdi da

“ljepota se mora vidjeti; a to zahtijeva svjetlo”. Zato je prije iluminacije naš uslov bio da se ulice koje će se osvijetljivati renoviraju. Postavljeni su novi krovovi, obnovljene fasade. Projekat iluminacije postao je urbanistički projekat šireg obuhvata.

KONCEPT ZA ILUMINACIJU Bašćaršije bazira se na intimi prostora koja ne smije biti narušena. Toplo bijelo svjetlo postavljeno je “enterijerski”, nisko montirano, skrivenog izvora u rasvjetnim tijelima koja su minimalnih dimenzija. Za takvu vrstu rasvjete dizajnirali smo LED svjetiljke koje savršeno odgovaraju konceptu i zahtjevima klijenta. Šetnjom kroz prostor ulice Sarači koncept iluminacije postaje vidljiv.



Fig. 97.  
Kafana Aeroplan

PRVI DIO “svjetlosnog puta” su niske trgovke ili dućani koji ispod nadstrešnica sa obje strane ulice imaju LED svjetiljke, koje osvijetljavaju kamenu šetnicu. Ulaz u prostor ulice je naglašen linearnim LED svjetilkama koje akcentiraju bijele fasade druge etaže stare kafane.

DRUGI DIO “svjetlosnog puta” počinje teatralnim osvijetljenjem zida i česme Begove džamije koji su akcentirani visoko postavljenim reflektorima. Otvori u zidu osvijetljeni su skrivenim LED svjetilkama, a osvijetljena krošnja stare lipe reflektuje igru svjetla i sjene po šetnici. U ovom dijelu svjetlo kulminira i naglašava repere starog dijela grada.

SVJETLO TREĆEG DIJELA ulice je smirujuće, u pravilnom ritmu i bez većih promjena. Kao i u prvom dijelu, ulica je osvijetljena LED svjetilkama postavljenim ispod nadstrešnica. Bijele fasade druge etaže osvijetljene su za nijansu “toplijim” svjetlom, koje se reflektuje i “prosipa” po krovovima trgovki. Identična iluminacija kao i kod prvog dijela priprema prolaznike na vizualni terminus ili kraj svjetlosnog puta.

Fig. 98.  
Česma Begove  
džamije

Fig. 99.  
Moriča han



“Nova-stara Baščaršija sada je ‘obučena’ u ugodno bijelo svjetlo, kojom kada prolazite, osjećate se kao da hodate po nekom svom, intimnom prostoru, i osjećate se – sigurno. To nije samo očekivana ulična iluminacija koja obezbjeđuje sigurnost prostora nego je i energetski efikasno, usmjereno svjetlo koje ne zagađuje atmosferu, a pri tome je diskretno, ali dovoljno jasno da sve ono što je akcentirano doživite sa nekim posebnim respektom.”<sup>20</sup>

20  
Nevena Đurić-Hrisafović:  
*Svjetlo otkriva arhitekturu*,  
Oris; Zagreb 2009.

Vrlo konceptualno, ali i energetski efikasno, osvijetljeni su i SARAJEVSKI MOSTOVI u centralnoj zoni grada. Svaki od njih ima svoju priču, tako da je pristup iluminaciji bio različit, ovisno o poziciji, materijalu i istoriji. Lučni kameni mostovi iz doba otomanske arhitekture su tanke pješačke konstrukcije zaštićene kao nacionalni spomenici. Diskretno naglašena silueta lijepih savijenih formi osvijetljena je rotosimetričnim reflektorima sa bijelim natrijem, a u lučnim konstrukcijama sakrivene su fluorne svjetiljke koje svojim intenzivnim bijelim svjetlom stvaraju utisak da most lebdi nad površinom rijeke. Kandilabri sa indirektno usmjerenim svjetlom na ulazu i izlazu mosta akcentiraju njegov “unutrašnji” prostor.

Mostovima sa čeličnom konstrukcijom, iz doba austrougarske arhitekture, osvijetljeni su konstruktivni sklop i ograda. Akcenat je

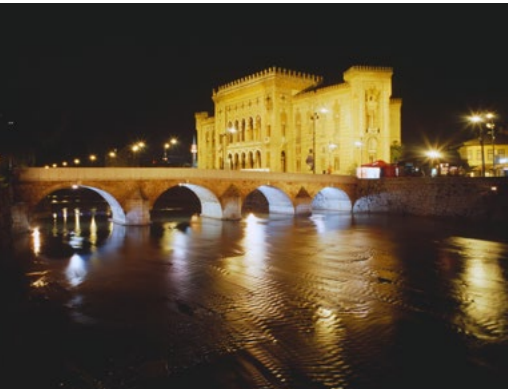


Fig. 100.  
Latinska čuprija



Fig. 101.  
Šeršćehajina čuprija

na iluminaciji prostora unutar mosta, dok je silueta u mraku. Dva su razloga ovakvog koncepta rasvjete; prvi je da sakrije neurbanu formu mosta, a drugi da most dobije potpuno novi izgled u odnosu na dnevnu sliku. Koncept za iluminaciju Eiffelovog mosta je **VRIJEME**. RGB LED (*red, green and blue light emitting diodes*) svjetiljke osvjetljavaju konstrukciju mosta i u odnosu na intenzitet boje pokazuju sate i protok vremena. Svaki sat ima svoju boju po RGB skali, od svijetlozelene u rane večernje sate, preko crvene tačno u ponoć, do svijetloplave boje u ranim jutarnjim satima. Prije svakog

Fig. 102.  
Eiffelov most – 23h i 45'



Fig. 103.  
Eiffelov most – ponoć

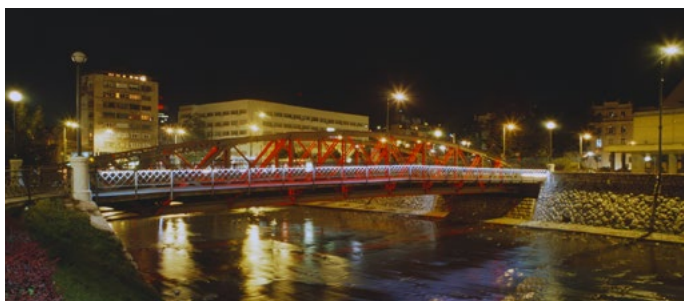




Fig. 104.  
Ulica Sarači

punog sata, kao najava promjene, konstrukciju osvijetle osnovne boje po RGB skali. Ogradu osvjetljava bijeli linijski LED minimalnih dimenzija skriven u rukohvatu.

Master plan za iluminaciju Baščaršije postao je veliki urbanistički zahvat, koji bi se trebao proširiti na cijeli prostor starog jezgra grada, a onda dalje na zamjenu dotrajalih svjetiljki sa energetske efikasnijim svjetlom i iluminacijom gradskih repera. Sa ovako konceptualnom i kreativnom iluminacijom, Sarajevo je dobilo jednu novu estetsku i vizualnu dimenziju.

“Posebno treba cijeliti hrabrost Gradske uprave da prihvati projekat ovakve vrste iluminacije i da među prvima u Evropi odabere LED rasvjetu kao gradsko svjetlo. Čini se da se Sarajevo bar na ovaj način primiće evropskim gradovima, u težnji za korištenjem novih tehnologija, energetske efikasnosti i modernim dizajnom, a opet zadržavajući intimu prostora, graditeljsko nasljeđe i šarm Balkana.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup>  
Ibid



# PROJEKAT "Pametna gradska rasvjeta: Iluminacija historijskog centra Sarajeva"

Šta čini pametni grad pametnim? Kako gradsko svjetlo može tehnološki napredovati da bi postalo pametna gradska rasvjeta? *PAMETNI GRAD* optimalno upravlja i distribuira svoje resurse bazirano na znanju. Prikuplja podatke i informacije i tako akumulira znanje o ponašanju i potrebama građana. Grad zna svoju infrastrukturu i kapacitete. Analizom informacija i podataka, izvršna opterećenja i nepotrebna potrošnja mogu biti identifikovani, dopuštajući lokalnim zajednicama da upravljaju resursima i dizajniraju ih po vlastitim potrebama. Dio tehnologije pametnog grada je pametna gradska rasvjeta. Ona može poboljšati gradski život pružajući tačne svjetlosne efekte gdje i kada je to potrebno u skladu sa ritmom noći ili pokrenutim aktivnostima.

*Pametna grad je onaj koji ima digitalne tehnologije ugrađene u svim gradskim funkcijama.*  
(Smart Cities Council 2014)

SARAJEVO, grad sa skoro 400.000 stanovnika, troši približno 4 MILIONA EURA godišnje, budžetskih sredstava, na neekonomičnu gradsku rasvjetu. Centar grada je osvijetljen zastarjelom rasvjetom. Svjetiljke su većinom bez optike, što uzrokuje rasipanje svjetla i zagađenje noćnog neba. Imaju izrazito loše karakteristike prikaza boje kao i boju svjetla. Lampe su većinom postavljene na fasadama, tako da su energetske neučinkovite jer nisu usmjerene, a njihovo svjetlo smeta stanaarima. Sve ovo dovodi do ogromnog gubljenja energije i daje negativnu sliku noćne scene u gradu. To nije *pametna grad*.

Da bi Sarajevo postalo *PAMETNI GRAD*, što je i nova paradigma u urbanizmu, jedan od bitnih segmenata je *PAMETNA GRADSKA RASVJETA*. To može poboljšati život u gradu pružajući tačne svjetlosne efekte gdje i kada je to potrebno, te iste prilagoditi noćnom ritmu

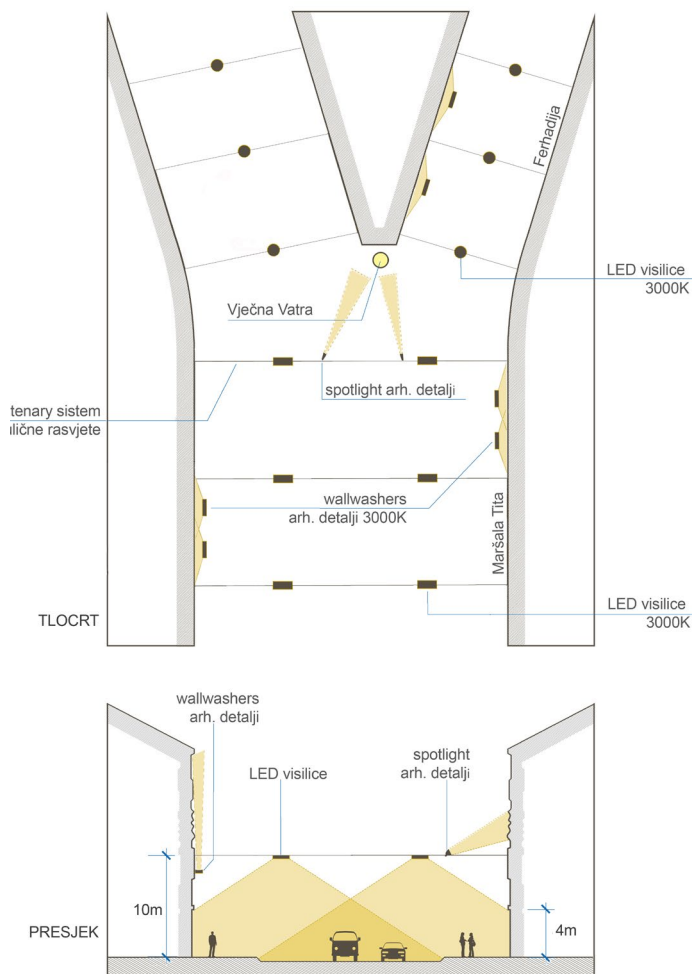
grada. Sa pametnim gradskim sistemom za upravljanje rasvjetom grad će postići dodatne uštede sa smanjenjem potrošnje električne energije. Tako se može kreirati i baza za integrisani informacijski sistem upravljanja, koji može optimalizirati korištenje gradskih resursa za dobrobit građana, čistog okoliša i budućeg ekonomskog razvoja.

Naš KONCEPT za projekat osvjetljenja istorijskog jezgra grada baziran je na tvrdnji da je *svjetlo jedan od najinspirativnijih medija za konceptualnu definiciju arhitekture*. Marietta Millet u svojoj knjizi *Light Revealing Architecture* tvrdi da “...svako mjesto ima svoje svjetlo koje je različito u svakom momentu od bilo kojeg drugog mjesta”. A šta se dešava noću? Kako dnevni specifikum svjetla koji određuje *genius loci* (duh mjesta) interpretirati vještačkim svjetlom? Da li gradska rasvjeta može biti unikatna i autentična, ali i tehnološki napredna i energetske efikasna? Sve su to bila pitanja na koje je trebalo pronaći odgovor radeći na ovom projektu.

Koncept našeg projekta je zasnovan na postavci *rasvjetne mreže* ili *Catenary sistema rasvjete* koji osim svjetla sadrži i informacijsko komunikacijske tehnologije, obješene na sistemu zatega i sajli visoko iznad ulice. Dva su paralelna sistema rasvjete: onaj funkcionalni koji osvjetljava horizontalnu plohu ulice, precizno usmjeren i energetske efikasan, i onaj dekorativni koji otkriva ljepotu arhitekture vertikalnih ploha, fasada i detalja.

Obuhvat projekta je Titova ulica od ulice Radićeva do Vječne vatre i ulica Fehadija, do ulice Sarači. U obje ulice svjetiljke su postavljene po principu *Catenary sistema* koji podrazumjeva rasvjetna tijela montirana na kablovima/sajlama i pozicionirana na sredini ulice. Takvom postavkom svjetlo je usmjereno tačno na dio koji želimo

Fig. 105.  
Koncept sistema rasvjet-  
ne mreže ili baldahina



osvjetliti i nema nepotrebnog rasipanja svjetla. Uz pravilnu cut-off optiku, svjetlo koje daju ova rasvjetna tijela ne zagađuje okolinu tj. energetske su efikasni po svim EU zakonima o prevenciji svjetlo zagađenja. Svjetiljke su postavljene tako da osvjetljavaju horizontalnu plohu saobraćajnice i trotoar te vertikalne plohe fasada do visine od 4m što je i visina friza prizemlja koji odvaja javni prostor od stambenih etaža. Viši dijelovi fasada ostaju u relativnoj tami. Dodatno osvjetljenje detalja fasada postigli smo sa rasvjetnim tijelima montiranim na fasadama. Spotlight reflektori sa usmjerenom optikom od 6-8 stepeni za iluminaciju figura na fasadama i

wallwasher rasvjetnim tijelima malih dimenzija, sa optikom  $10^\circ \times 50^\circ$ , koje naglašavaju vertikalne dijelove fasada i reljefe strehe secesijskih objekata. Ova rasvjetna tijela daju dodatno svjetlo ukupnoj iluminaciji ulice. Sporadičnim iluminiranjem detalja fasade naglašavamo arhitekturu Secesije i tako svjetlom otkrivamo zaboravljenu arhitekturu grada.

FERHADIIJA je pješačka ulica koja povezuje arhitekturu Secesije sa Otomanskom arhitekturom starog jezgra grada. U ovoj ulici nalaze se i najvrijedniji spomenici arhitekture grada. Tu je džamija Ferhadija iz 16 vijeka, katedrala arhitekta Josipa Vancaša s kraja 19 vijeka i nizovi lijepih Secesijskih fasada. Svjetlo u Ferhadiji je kao iluminacija enterijera, tople bijele boje, nisko postavljeno, intimno. Visina kablova koji nosi jednu svjetiljku je 6m.



Fig 106.  
Ulica Ferhadija



Fig 107.  
Ulica Ferhadija  
Detalj fasade

TITOVA ulica je glavna gradska arterija sa gustim saobraćajem. Arhitektura ulice je mješavina Secesije sa arhitekturom Moderne. Primarni kablovi za ovjes montirani su na visini od 10m i svaki nosi po dvije svjetiljke. I u ovoj ulici svjetlo je toplo bijelo ali ne da bi se zadržala intima prostora već zbog EU preporuke o svjetlo zagađenju. Osvjetljenje detalja Secesije postignuta je kao i u Ferhadiji naglašavanjem detalja strehe i detalja skulptura rasvjetnim tijelima montiranim na fasadama objekata.



Fig 108.

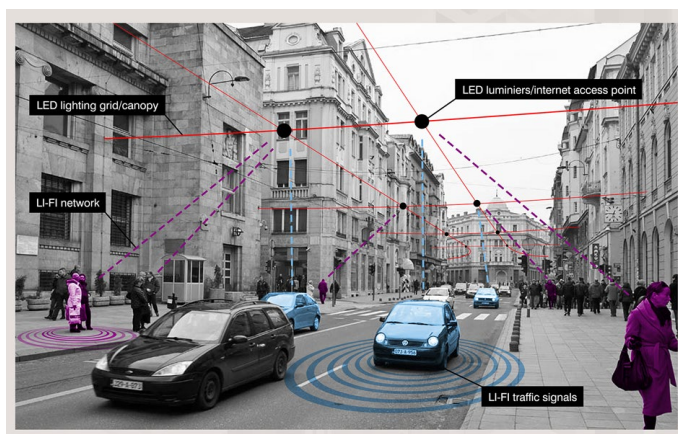
Titova ulica  
Vječna vatra

Fig 109.

Titova ulica

INOVATIVNOST ovog projekta se očituje u upotrebi kablovske mreže LED rasvjete, montirane preko glavnih gradskih ulica. Koncept je povezivanje energetske efikasne LED rasvjete sa dodatnom kontrolom baziranom na informacijsko komunikacijskim tehnologijama. Mogućnost kontrolisanja gradskog svjetla omogućuje maksimalnu fleksibilnost u opcijama rasvjete ali i mogućnost korištenja rasvjetnih tijela za implementaciju različitih informacijsko komunikacijskih tehnologija.

Fig 110.

Titova ulica  
LI-FI tehnologija

U ovome projektu specijalna pažnja posvećena je *energetskoj efikasnosti* i sprečavanju svjetlosnog zagađenja. Nakon detaljnih analiza trenutne rasvjete došli smo do saznanja da pravilnim pozicioniranjem rasvjetne mreže, promjenom rasvjetnih tijela u LED svjetiljke, dobijamo više svjetla za samo jednu četvrtinu dosadašnje potrošnje električne energije. Također, nove LED svjetiljke daju

bolje čitanje boje svjetla i njegovu prijatniju boju, koju je moguće kontrolisati putem instaliranih senzora. S novom energetske efikasnom LED rasvjetom moguće je uštedjeti do 75% električne energije, što nam daje mogućnost upotrebe i dodatnog svjetla, kako bi uspjeli ispričati *priču* o istoriji arhitekture Grada.



Projekat *SVJETLA SARAJEVA* je više od energetske efikasnosti i vizuelne sigurnosti, radi se o svjetlu koje modeluje prostor ulice, otkriva zaboravljenu arhitekturu Sarajeva i povezuje energetske efikasnost LED svjetiljki sa dodatnom kontrolom i inteligencijom. Ova posljednja komponenta *pametnog svjetla* produkt je povezivanja digitalnog izvora svjetla u širu mrežu sa drugim inteligentnim sistemima pametnog grada.

Fig 111.  
Titova ulica  
Salomova palača  
Fig 112.  
Titova ulica  
Salomova palača  
detalj



Fig 113.  
Titova ulica detalj  
fasade  
Fig 114.  
Titova ulica  
detalj fasade  
“Bosanski slog”

Projekat rasvjete:  
Fotografija:  
Instalacije:

Srđa Hrisafović i Jasmina Memić  
Ivan Ramadan  
Testingelektro

# Bibliografija:

Tadao Ando: *The Colours of Light*  
David Bramston: *Material Thoughts*  
Ulrike Brandi: *Light for Cities*  
David B. Brownlee: *Louis I. Kahn: In the Realm of Architecture*  
Urs Buttiker: *Louis I. Kahn: Light and Space*  
Francois Cali: *Architecture Of Truth*  
Philip Drew: *Church on the Water, Church of the Light: Tadao Ando*  
Ronald Helms: *Lighting for Energy Efficient Luminous Environment*  
Steven Holl: *Anchoring: Selected projects, 1975-1991*  
Steven Holl: *Intertwining: Selected projects, 1989-1995*  
Louis I Kahn: *Light is the Theme*  
Le Corbusier: *Chapelle Notre Dame du Haut, Ronchamp*  
John Lobell: *Between Silence and Light*  
Marietta S. Millet: *Light Revealing Architecture*  
Mary Guzowski: *Daylighting for Sustainable Design*  
Juhani Pallasmaa: *The Eyes of the Skin*  
Juhani Pallasmaa: *The Thinking Hand*  
Victor Papanek: *The Green Imperative: Ecology and Ethics in Design and Architecture*  
Henry Plummer: *Light in Japanese Architecture*  
Henry Plummer: *Poetics of light*  
Marc Schiler: *Simplified Design of Building Lighting*  
Richard Weston: *Alvar Aalto*  
Christian Norberg-Schulz: *Meaning in Western Architecture*  
Christian Norberg-Schulz: *Genius Loci: Towards a Phenomenology of Architecture*  
Janet Turner: *Lighting: An Introduction to Light, Lighting and Light Use*

[www.spoon-tamago.com/category/industrial-design](http://www.spoon-tamago.com/category/industrial-design)  
[www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)  
[www.architonic.com](http://www.architonic.com)  
[www.lightingacademy.org](http://www.lightingacademy.org)  
[www.dizajn.hr/#/dizajn\\_diskurs/](http://www.dizajn.hr/#/dizajn_diskurs/)  
[www.dezeen.com](http://www.dezeen.com)  
[www.dornob.com/](http://www.dornob.com/)  
[www.erco.com](http://www.erco.com)  
[www.targetti.com](http://www.targetti.com)  
[www.en.red-dot.org](http://www.en.red-dot.org)  
[www.louispoulsen.com](http://www.louispoulsen.com)  
[www.schreder.com](http://www.schreder.com)

# Fotografije:

- Fig. 1. [www.joshushund.com](http://www.joshushund.com)  
Fig. 2. [www.explorepahistory.com](http://www.explorepahistory.com)  
Fig. 3. [www.studioforma.ch](http://www.studioforma.ch)  
Fig. 4. Foto: Autor  
Fig. 5-6. [www.shutterstock.com](http://www.shutterstock.com)  
Fig. 7. [www.dwell.com](http://www.dwell.com); [www.ideasgn.com](http://www.ideasgn.com)  
Fig. 8-11. [www.wikiart.org](http://www.wikiart.org)  
Fig. 12-13. Foto: Autor  
Fig. 14-15. Arhiv autora  
Fig. 16. [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)  
Fig. 17. Foto: Autor  
Fig. 18. Ilustracija: Peter Sørensen  
Fig. 19. [www.myphotopic.blogspot.ba](http://www.myphotopic.blogspot.ba)  
Fig. 20. [www.ffrancolugo.files.wordpress.com](http://www.ffrancolugo.files.wordpress.com)  
Fig. 21. Foto: Autor  
Fig. 22. [www.emaze.com](http://www.emaze.com)  
Fig. 23-24. [www.flickr.com](http://www.flickr.com)  
Fig. 25. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)  
Fig. 26. <http://www.world-mysteries.com>  
Fig. 27. <http://www.galinsky.com>  
Fig. 28. [www.archdaily.com](http://www.archdaily.com)  
Fig. 29. [www.gettyimages.com](http://www.gettyimages.com)  
Fig. 30-32. <http://www.jeannouvel.com>  
Fig. 33. <http://www.saaih.com>  
Fig. 34. [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)  
Fig. 35-37. [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)  
Fig. 38. [www.yellowtrace.com](http://www.yellowtrace.com)  
Fig. 39. [www.entopia.org](http://www.entopia.org)  
Fig. 40. [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)  
Fig. 41. [www.frenchmoments.eu](http://www.frenchmoments.eu)  
Fig. 42. [www.cityhub.movoto.com](http://www.cityhub.movoto.com)  
Fig. 43. Foto: Blake Robinson Photography  
[www.blog.blakerobinsonphotography.com](http://www.blog.blakerobinsonphotography.com)

- Fig. 44-45. [www.pinterest.com](http://www.pinterest.com)  
Fig. 46. Foto: Autor  
Fig. 47. [www.conventionsnz.co.nz](http://www.conventionsnz.co.nz)  
Fig. 48-49. [www.commonswikimedia.org](http://www.commonswikimedia.org)  
Fig. 50. [www.studioforma.ch](http://www.studioforma.ch)  
Fig. 51. [www.drawingacademy.com](http://www.drawingacademy.com)  
Fig. 52. [www.jordynleemilliken.blogspot.ba](http://www.jordynleemilliken.blogspot.ba)  
Fig. 53. [www.babaimage.com](http://www.babaimage.com)  
Fig. 54. [www.arkhitekton.net](http://www.arkhitekton.net)  
Fig. 55. [www.borongaja.com](http://www.borongaja.com)  
Fig. 56. Ilustracija: Adnan Suljkanović  
Fig. 57. [www.prodisplaycy.com](http://www.prodisplaycy.com)  
Fig. 58. [www.pc-bellevue.net](http://www.pc-bellevue.net)  
Fig. 59. [www.wallpaperonthe.net](http://www.wallpaperonthe.net)  
Fig. 60. [www.4kwallpapers.co](http://www.4kwallpapers.co)  
Fig. 61. Foto: Autor  
Fig. 62. [www.forum.brfoto.com.br](http://www.forum.brfoto.com.br)  
Fig. 63-65. Ilustracije: Adnan Suljkanović  
Fig. 66. [www.gislbs.tistory.com](http://www.gislbs.tistory.com)  
Fig. 67-72. [www.philips.com](http://www.philips.com)  
Fig. 73. [www.minel-schreder.rs](http://www.minel-schreder.rs)  
Fig. 74. [www.johnpruessphotography.blogspot.ba](http://www.johnpruessphotography.blogspot.ba)  
Fig. 75. [www.schreder.com](http://www.schreder.com)  
Fig. 76. [www.erco.com](http://www.erco.com)  
Fig. 77. [www.minel-schreder.rs](http://www.minel-schreder.rs)  
Fig. 78-81. [www.erco.com](http://www.erco.com)  
Fig. 82. [www.louispuulsen.com](http://www.louispuulsen.com)  
Fig. 83-84. Foto: Damir Fabijanić  
Fig. 85. Foto: Mehmed Akšamija  
Fig. 86. [www.erco.com](http://www.erco.com)  
Fig. 86-87. [www.erco.com](http://www.erco.com)  
Fig. 88. [www.feeldesain.com](http://www.feeldesain.com)  
Fig. 89. [www.abuildingaday.tumblr.com](http://www.abuildingaday.tumblr.com)  
Fig. 90. [www.review.library.columbia.edu](http://www.review.library.columbia.edu)  
Fig. 91. [www.lightecture.com](http://www.lightecture.com)  
Fig. 92-93. [www.erco.com](http://www.erco.com)  
Fig. 94-96. Ilustracije: H&H architecture  
Fig. 97-99. Foto: Damir Fabijanić  
Fig. 100-104. Foto: Miljenko Bernfest  
Fig. 105. [www.radiosarajevo.ba](http://www.radiosarajevo.ba)  
Fig. 106-111. Ilustracije: Mirza Selimović

## 0 autoru

Srđa Hrisafović je rođen 1958. godine u Sarajevu. Diplomirao je 1980. godine na Arhitektonskom fakultetu u Sarajevu (dipl. ing. arh.), u klasi prof. Zlatka Ugljena. Godine 1986-87. studira na Kunstakademiets Arkitektskole, Byggeteknik Institute u Kopenhagenu (Danska) na postdiplomskom studiju Pasivna solarna arhitektura i stiče Diplom u arhitekturi (DIA). Godine 1993. magistrira (Master of Building Science M.B.S.) na temu Svjetlo u arhitektonskom dizajnu na The School of Architecture, University of Southern California, Los Angeles (SAD).

Preko 30 godina predavačko-istraživačkog rada na univerzitetima Evrope, SAD-a i Novog Zelanda u oblastima arhitekture i dizajna svjetla, održivog dizajna i energetske efikasnosti. Preko 30 godina u profesiji arhitektonsko-urbanističkog projektovanja i dizajna svjetlom. Odgovorni projektant na više od 30 izvedenih arhitektonsko-urbanističkih projekata i projekata iluminacije. Publikovao više od 25 značajnih akademskih članaka i konferencijskih referata. Savjetnik i ekspert lokalne vlade i UNDP-a za pitanja zaštite čovjekove okoline.

Trenutno je profesor na Akademiji likovnih umjetnosti, Odsjek za produkt dizajn u Sarajevu, na predmetima Svjetlo u dizajnu, Održivi dizajn i Materijali i procesi.

# **SVJETLO U DIZAJNU**

Srđa Hrisafović