

Sveučilište u Zagrebu

Arhitektonski fakultet

Stanka Ostojić

KRITERIJI ZA OSUNČANJE BORAVIŠNIH PROSTORIJA VIŠESTAMBENIH ZGRADA NA PRIMJERU IZGRADNJE U ZAGREBU OD 1850. DO 2024.

DOKTORSKI RAD

Zagreb, 2026.



Sveučilište u Zagrebu

Arhitektonski fakultet

Stanka Ostojić

KRITERIJI ZA OSUNČANJE BORAVIŠNIH PROSTORIJA VIŠESTAMBENIH ZGRADA NA PRIMJERU IZGRADNJE U ZAGREBU OD 1850. DO 2024.

DOKTORSKI RAD

Mentor: prof. dr. sc. Zoran Veršić

Zagreb, 2026.



University of Zagreb

Faculty of Architecture

Stanka Ostojić

INSOLATION CRITERIA FOR HABITABLE SPACES IN APARTMENT BUILDINGS BASED ON BUILDINGS BUILT IN ZAGREB BETWEEN 1850 AND 2024

DOCTORAL DISSERTATION

Supervisor: prof. Zoran Veršić, Ph.D.

Zagreb, 2026

O mentoru

Mentor doktorske disertacije je prof. dr. sc. Zoran Veršić, dipl. ing. arh., redoviti profesor na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu na Katedri za arhitektonske konstrukcije i zgradarstvo.

Zoran Veršić rođen je u Zagrebu 1966. godine, gdje je završio osnovnu i srednju školu. Diplomirao je 1991. godine na Arhitektonskom fakultetu Sveučilištu u Zagrebu. 2001. godine stekao je akademski stupanj magistra znanosti s temom „Metode sanacije starih građevina i građevina pod zaštitom sa stanovišta toplinske zaštite i uštede energije" na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Doktorirao je 2011. godine s disertacijom na temu „Zaštita zgrada od vanjskih izvora buke" na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Zoran Veršić zaposlen je od 1992. godine na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. 2023. godine izabran je u znanstveno-nastavno zvanje redoviti profesor. Od 2003. do 2020. predstojnik je Zavoda za zgradarstvo i fiziku zgrada Arhitektonskog fakulteta. Od 2020. do 2024. prodekan je za poslovanje na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Na preddiplomskom studiju arhitekture i urbanizma Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu voditelj je obveznog kolegija Arhitektonske konstrukcije i materijali III i Fizika zgrade. Voditelj je obaveznog kolegija Održivo građenje II na diplomskom studiju te izbornog kolegija Zvuk u arhitekturi. Nastavnik je na obveznim kolegijima Studio III i Studio IV – konstrukcije na preddiplomskom studiju i na kolegiju Arhitektura i tehnologija I na diplomskom studiju.

Mentor je uspješno obranjene tri doktorske disertacije.

Objavio je niz stručnih i znanstvenih radova vezanih za temu zvučne zaštite, toplinske zaštite, uštede energije i održive gradnje. Sudjelovao je kao voditelj i kao istraživač na više znanstveno-istraživačkih projekata. U periodu od 2016. do 2017. godine voditelj je projekta „Provjera inovativnog procesa kompleksnog dinamičkog modeliranja i cjelovitog optimiranja u konceptima energetskih rješenja zgrada", Program provjere inovativnog koncepta za znanstvenike, PoC6, HAMAG-BICRO.

Od 2024. godine mentor je doktorandu u okviru natječaja Hrvatske zaklade za znanost „Razvoj karijera mladih istraživača – izobrazba novih doktora znanosti".

Objavio je kao autor/koautor niz znanstvenih radova koji su publicirani u znanstvenim časopisima i koji su prezentirani i objavljeni u zbornicima međunarodnih znanstvenih skupova. Suradnik je Akademije tehničkih znanosti Hrvatske i tajnik u Odjelu arhitekture i urbanizma. Od 2013. do 2020. godine član je uredništva znanstvenog časopisa za arhitekturu i urbanizam „Prostor" Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

Od 2018. do 2024. član je Vijeća doktorskih studija Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Član je Stručnog vijeća Sveučilišnog interdisciplinarnog poslijediplomskog studija „Ekoinženjerstvo" na Fakultetu kemijskog inženjerstva i tehnologije u Zagrebu. Upisan je u Imenik ovlaštenih arhitekata i arhitekata urbanista Hrvatske komore arhitekata. Ovlašten je za obavljanje poslova na zaštiti i očuvanju kulturnih dobara. Autor je projekata zvučne i toplinske zaštite te uštede energije za više stotina zgrada. Predsjednik je tehničkog odbora Akustika (TO 43) Hrvatskog zavoda za norme (HZN).

Autor je digitalnog udžbenika „Arhitektonska akustika" te koautor knjige „Crtanje arhitektonskih nacrta / pribor i osnove" (s A. Štulhofer).

Dobitnik je Zahvalnice „Hrvoje Požar" za 2017. godinu, za značajnu stručnu i znanstvenu djelatnost u razvitku energetike, Hrvatsko energetsko društvo, Zaklada „Hrvoje Požar". 2024. godine proglašen je osobom godine za značajan doprinos unapređenju kvalitete gradnje i života u zgradama kao i održivom gospodarstvu od strane Hrvatskog savjeta za zelenu gradnju i HUPFAS-a. 2025. godine dobitnik je Priznanja za doprinos u razvoju suradnje Arhitektonskog fakulteta s gospodarstvom i promicanju načela gotovo nule energije u arhitekturi na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Član je Društva arhitekata Zagreba (DAZ), Udruženja hrvatskih arhitekata (UHA), skupštine i upravnog odbora Hrvatske Komore arhitekata (HKA) i potpredsjednik Hrvatskog akustičkog društva (HAD).

Sažetak

Osunčanje se smatra jednim od temeljnih elemenata arhitektonskog i urbanističkog projektiranja te važnim čimbenikom kvalitete stanovanja. Izloženost izravnom sunčevu zračenju pozitivno utječe na ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva boravišnih prostorija, kao i na dobrobit i udobnost korisnika, budući da ljudi više od polovice dana provode u stambenim prostorima. Na osunčanje boravišnih prostorija utječu brojni čimbenici: klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade, zasjenjenost vanjskih otvora, karakteristike prostorija te karakteristike elemenata otvora kroz koje prodire sunčevo zračenje. Istodobno, racionalno korištenje zemljišta u okviru održivoga urbanog razvoja često rezultira povećanom zasjenjenošću zgrada i skraćenim trajanjem osunčanja unutarnjih prostora. Cilj rada jest utvrditi utjecaj sustava kriterija za planiranje i projektiranje višestambenih zgrada na osunčanje boravišnih prostorija te valorizirati različite pristupe njihovoj primjeni. U radu se sistematiziraju urbanistički i arhitektonski kriteriji koji utječu na osunčanje. Na primjeru trodimenzionalnih modela višestambenih zgrada građenih u Zagrebu od 1850. do 2024. godine računalnim simulacijama osunčanja provjerava se ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem te utvrđuje udio osunčanih testnih ploha unutar prostorije. Analizom europskih standarda koji utječu na osunčanje stambenih zgrada utvrđuju se uzroci i posljedice različitih pristupa primjeni kriterija osunčanja te se formira valorizacijski okvir. Kronološka analiza hrvatskih standarda kojima se regulira osunčanje upućuje na trend postupnog smanjivanja zahtjeva za primjenu kriterija. Na razini stana, najdulje trajanje osunčanja zabilježeno je u analiziranim stanovima trećega razdoblja (1946. – 1990.), dok su na razini boravišne prostorije među analiziranim primjerima najpovoljniji rezultati osunčanja utvrđeni u stanovima izgrađenima u četvrtom razdoblju (1991. – 2024.). Na temelju dobivenih rezultata, koje je potrebno tumačiti u kontekstu uzorka analiziranih primjera, formiran je model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija. Predloženi model može se koristiti pri planiranju i projektiranju višestambenih zgrada radi ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva boravišnih prostorija u uvjetima održivoga urbanog razvoja. Radom se predlaže unapređenje hrvatskih standarda koji utječu na osunčanje kako bi se osiguralo ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

Ključne riječi

higijensko-tehnički zahtjevi, sustav kriterija osunčanja, primjena kriterija osunčanja, trajanje osunčanja, udio osunčane ploštine prostorije

Extended Summary

The dissertation explores a set of criteria for the planning and design of apartment buildings that affect the sunlight exposure of habitable spaces. Sunlight exposure is considered one of the fundamental elements of architectural and urban design, as well as housing quality. People spend more than half of their day in residential buildings, where exposure to direct sunlight positively contributes to meeting hygienic and technical requirements of living spaces, as well as to the well-being and comfort of occupants. In addition, exposure to sunlight enables passive heating and lighting of rooms, which consequently contributes to energy savings, thereby positively affecting the energy balance of the apartment and the building as a whole. Excessive insolation can be associated with reduced visual and thermal comfort in interior spaces, due to glare occurrence and overheating. The complexity of sunlight exposure of living spaces arises from the need to balance opposing requirements, which makes this topic both challenging and research intriguing.

Climatic conditions at the geographical location of the building, the shading of the building's openings by surrounding volumes, room parameters and the characteristics of the sunlight openings are factors that affect the insolation of habitable spaces. Rational land use within the framework of sustainable urban development often results in building shading and a reduction in the duration of sunlight exposure in interior spaces. In the second half of the 20th century, many countries established the concept of solar rights to guarantee apartments' direct sunlight access. Ongoing urban development has created a constant tension between solar rights and landowner rights, making the protection of solar access in urban environments highly complex issue. The sunlight exposure of residential living spaces should be prescribed as a mandatory requirement in order to avoid the poor quality of single-oriented (often north-facing) apartments or living spaces without external openings, as seen in examples of contemporary residential architecture. Studies show the housing quality's significant impact on the physical and mental health, as well as the social well-being of its residents. Living spaces sunlight exposure is an important factor in achieving residents' comfort and housing hygiene. Habitable (living) spaces of apartments include all rooms used for rest, sleep, and dining activities: bedrooms, living rooms, studies and dining rooms.

The dissertation systematizes urban planning and architectural criteria for sunlight exposure and determines the impact of the criteria set on the duration of sunlight exposure in residential

habitable spaces. Regulations and recommendations define the conditions for implementation of sunlight exposure criteria. Through an analysis of European standards for residential buildings, the dissertation identifies the causes and consequences of different approaches to applying sunlight exposure criteria and establishes a framework for evaluation. The characteristics of the sunlight exposure criteria system are analysed by comparing the duration of sunlight exposure in habitable rooms of apartments, using apartment buildings in Zagreb as a case study. The analysis covers different time periods in order to evaluate the impact of various approaches for implementation sunlight exposure criteria on the duration of sunlight exposure. The research includes a comparative analysis of recommendations and the regulatory framework that affects insolation of residential buildings in Croatia and identifies the historical development of the implementation of residential insolation criteria. Current Croatian insolation standards are analysed within a European context.

The mitigation or relaxation of mandatory application of sunlight exposure criteria, caused by the lack of a systematic housing policy, negatively affects the fulfilment of hygienic and technical requirements within living spaces. A comparison of insolation duration in habitable spaces of apartments from different historical periods tests the hypothesis that the regulatory framework contributes to higher-quality insolation of living spaces. The dissertation proposes a model for optimal application of set of sunlight exposure criteria to habitable spaces, to be used in the planning and design of apartment buildings, with the aim of safeguarding residents' hygienic rights and enabling sustainable urban development.

Keywords

hygienic and technical requirements, set of criteria, criteria implementation, duration of insolation, Croatia

Sadržaj

1. UVOD 12
   1.1. Tema i polazišta istraživanja 12
   1.2. Pojmovno određenje 12
   1.3. Istraživački problem i svrha istraživanja 13
   1.4. Istraživački ciljevi, hipoteze i pitanja 14
   1.5. Metoda i struktura istraživanja 16
   1.6. Znanstveni doprinos provedenog istraživanja 18
2. OSUNČANJE U STAMBENIM ZGRADAMA 20
   2.1. Općenito o sunčevom zračenju i osunčanju 20
   2.2. Osunčanje u kontekstu ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva u stambenim zgradama 22
      2.2.1. Problematika osunčanja boravišnih prostorija s obzirom na tipološke karakteristike višestambenih zgrada 24
      2.2.2. Izazovi ispunjavanja uvjeta osunčanja boravišnih prostorija u višestambenim zgradama 27
   2.3. Zahtjevi za osunčanjem nestambenih zgrada 28
   2.4. Zaključak 29
3. ČIMBENICI I KRITERIJI ZA OSUNČANJE BORAVIŠNIH PROSTORIJA VIŠESTAMBENIH ZGRADA 31
   3.1. Uvod 31
   3.2. Klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade 31
      3.2.1. Klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade za područje grada Zagreba 34
   3.3. Zasjenjenost otvora zgrade 38
      3.3.1. Zasjenjenost otvora zgrade okolnom topografijom 38
      3.3.2. Zasjenjenost otvora zgrade okolnom vegetacijom 39
      3.3.3. Zasjenjenost otvora zgrade okolnom izgradnjom 40
      3.3.4. Zasjenjenost otvora geometrijom pročelja zgrade 41
      3.3.5. Zasjenjenost otvora sustavima za zaštitu od sunčevog zračenja 42
   3.4. Karakteristike boravišnih prostorija 46
   3.5. Karakteristike elemenata otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje 46
      3.5.1. Veličina otvora 47
      3.5.2. Oblik i položaj otvora 48
      3.5.3. Orijentacija otvora 50
      3.5.4. Materijal elementa otvora 54
   3.6. Sistematizacija čimbenika i kriterija koji utječu na osunčanje višestambenih zgrada 58

3.7. Zaključak 60
4. PRIMJENA KRITERIJA ZA OSUNČANJE STAMBENIH ZGRADA 62
4.1. Uvod 62
4.2. Povijesni pregled preporuka za osunčanje stambenih zgrada 63
4.2.1. Osunčanje u arhitekturi Moderne 65
4.3. Analiza primjene kriterija za osunčanje stambenih zgrada u Europi 67
4.4. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada u Hrvatskoj 81
4.4.1. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1850. – 1918.) 82
4.4.2. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1919. – 1945.) 83
4.4.3. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1946. – 1990.) 85
4.4.4. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1991. – 2024.) 91
4.5. Promjene u primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske u razdoblju od 1850. do 2024. godine 92
4.6. Zaključak 98
5. METODA ISTRAŽIVANJA 101
5.1. Uvod 101
5.2. Pregled metoda istraživanja osunčanja 101
5.3. Primijenjena metoda istraživanja osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada 104
5.4. Objašnjenje kataloškog obrasca 109
5.5. Sadržaj kataloga 114
5.6. Odabrani primjeri 114
5.7. Zaključak 117
6. OSUNČANJE BORAVIŠNIH PROSTORIJA NA PRIMJERU VIŠESTAMBENIH ZGRADA U ZAGREBU 118
6.1. Uvod 118
6.2. Primjena metode istraživanja 118
6.2.1. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1850. – 1918. 125
6.2.1.1. Višestambena građevina Kačićeva 125
6.2.2. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1919. – 1945. 127
6.2.2.1. Višestambena građevina Klaićeva 128
6.2.3. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1946. – 1990. 129
6.2.3.1. Višestambena građevina „tip Bartolić” 130
6.2.3.2. Višestambena građevina JU 62, Zaprude 131
6.2.3.3. Višestambena građevina S 3.1. 133

6.2.3.4. Višestambena građevina Jarun 135
6.2.4. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1991. – 2024. 136
6.2.4.1. Višestambena zgrada S3, Špansko 137
6.2.4.2. Višestambena zgrada 2A-9, Špansko-Oranice 138
6.2.4.3. Višestambena zgrada L3, Pavlenski put 140
6.2.4.4. Višestambena zgrada J7, Vrbani III 142
6.3. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje 144
6.4. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na kriterije osunčanja 149
6.4.1. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na kriterije koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu 153
6.4.2. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na kriterije koji obuhvaćaju stan i prostoriju 153
6.5. Zaključak 155
7. RASPRAVA 158
7.1. Prijedlog unaprjeđenja primjene kriterija za osunčanje stambenih zgrada u Republici Hrvatskoj 158
7.2. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija 163
8. ZAKLJUČAK 167
Popis literature 175
Ostali izvori 183
Internetski izvori 187
Arhivski izvori 188
Popis grafičkih priloga 188
Popis tablica 193
Popis kratica 195
Pojmovnik 196
Prilog 1 – Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata, 1949. (sažetak preporuka za osunčanje – poglavlje 4) 199
Prilog 2 – Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji (DUSI standard, sažetak preporuka za osunčanje – poglavlje 4) 205
Prilog 3 - HRN EN 17037 – Dnevno svjetlo u zgradama (sažetak preporuka za osunčanje – poglavlje 4) 209
Prilog 4 – Katalog primjera (analiza rezultata – poglavlja 6 i 7) 211
Životopis autorice s popisom objavljenih djela 212

1. UVOD

1.1. Tema i polazišta istraživanja

Osunčanje u značajnoj mjeri utječe na uvjete boravka i rada ljudi pa se smatra jednim od osnovnih elemenata arhitektonskog i urbanističkog projektiranja (Hasanagić i Jakobović, 1979: 488). Sunčeve zrake u unutarnji prostor dopiru prolaskom kroz transparentne elemente otvora u vanjskoj ovojnici zgrade. Osunčanje (insolacija) unutarnjih prostorija ovisi o klimatskim uvjetima na geografskoj lokaciji zgrade, zasjenjenosti vanjskih otvora, karakteristikama prostorije te karakteristikama elemenata vanjskih otvora (Hegger, 2003: 15; Kongebro, 2012: 101; Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1246). Otvori prostorije mogu biti zasjenjeni okolnom topografijom, izgradnjom, vegetacijom te geometrijom pročelja zgrade. Smještaj prostorije unutar zgrade i oblik prostorije, kao i veličina, oblik, položaj, orijentacija i materijali elementa otvora također utječu na prolaz sunčevog zračenja u unutarnji prostor.

Stupanj potrebne insolacije ovisi o namjeni prostora. Europljani provode 56 do 66 % vremena u danu unutar stambenih zgrada (Brasche i Bischof, 2005: 252; Schweizer i ostali, 2007:174). Izloženost sunčevom zračenju je jedan od parametara koji utječe na mikroklimatske uvjete i ostvarivanje ugodnosti boravka u prostoru, ima pozitivan utjecaj na dobrobit ljudi te povoljno djeluje na određene zdravstvene poteškoće (Twarowski, 1962/1969: 7, 47; Goromosov, 1970: 51-52; Ne'eman, 1974: 161; Friederici i Wand, 2006: 8-11; Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1246; Mardaljevic, 2021: 489-490; Wirz-Justice, Skene i Münch, 2021: 1; Lee i ostali, 2022: 2, 9).

Racionalno korištenje zemljišta u uvjetima održivog urbanog razvoja i povećane gustoće gradnje mogu dovesti do zasjenjenja unutarnjih prostorija te ograničiti vrijeme trajanja osunčanja. Nedostatak sustavne stambene politike negativno utječe na kvalitetu stambene izgradnje (Korlaet, 2015: 167-170), što se odražava na insolaciju stambenih zgrada i na dobrobit korisnika stambenih zgrada (Gilbertson i Mood, 1964: 2012; Krieger i Higgins, 2002: 759).

1.2. Pojmovno određenje

Osunčanje u arhitekturi je izravno obasjavanje unutarnjih i vanjskih prostora sunčevim zrakama. Osunčanje je vrijeme u kojem je neko mjesto obasjano Suncem. Trajanje osunčanja

se mjeri u satima. Ovo istraživanje će obuhvatiti temu osunčanja (direktnog sunčevog zračenja) unutar zgrada.

Višestambene zgrade predstavljaju građevine za kolektivno stanovanje ljudi prilagođene njihovim potrebama. U višestambenim zgradama ljudi žive u stanovima koji obuhvaćaju boravišne i servisne prostorije.

Boravišne prostorije su zatvorene prostorije stana u kojima borave ljudi radi odmora, oporavka, zabave ili rekreacije. Ovo se istraživanje bavi osunčanjem boravišnih prostorija stana: spavaćih soba i dnevnih prostora (dnevni boravak, blagovaonica) radi ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva.

1.3. Istraživački problem i svrha istraživanja

Izloženost direktnom sunčevom zračenju pozitivno utječe na ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva u prostoriji. Izloženost sunčevom zračenju omogućuje i prirodno zagrijavanje i osvjetljenje prostorija te doprinosi uštedi energije za grijanje i osvjetljenje, što pozitivno utječe na energetsku bilancu stana i zgrade u cjelini (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 8; Zhang i ostali, 2025: 6). Međutim, pojava bliještanja i pregrijavanja prostora kao posljedice pretjerane insolacije može doprinijeti smanjenju vizualne i toplinske ugodnosti boravka u unutarnjem prostoru. Kompleksnost ispunjavanja uvjeta osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada proizlazi iz potrebe za uravnoteženjem oprečnih zahtjeva, što ovu temu čini izazovnom i istraživački vrijednom (Twarowski, 1962/1969: 51).

Istraživački problem proizlazi iz konteksta povećane gustoće izgrađenosti u urbanim sredinama što otežava ostvarivanje prava na osunčanje (engl. *solar right*), osunčanje unutarnjih prostora i ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva (Hraška, 2019: 45; Lee i ostali, 2022: 16). Osim toga, nedostatak sustavne stambene politike može rezultirati smanjenom primjenom urbanističkih i arhitektonskih standarda koji utječu na kvalitetu stambenog prostora, što se reflektira i na osunčanje stambenih zgrada. Nedovoljno osunčani stanovi u primjerima hrvatske suvremene stambene arhitekture (Korlaet, 2015: 167) svjedoče o nužnosti potrebe za definiranjem optimalne primjene kriterija osunčanja u kontekstu higijensko-tehničke kvalitete boravišnih prostorija.

Na osunčanje boravišnih prostorija stambenih zgrada utječu brojni kriteriji i njihov međusobni odnos, što rezultira određenim trajanjem osunčanja. Ovo istraživanje kroz analizu primjera višestambenih zgrada omogućuje valorizaciju primjene kriterija za osunčanje te omogućuje utvrđivanje utjecaja međusobnih odnosa kriterija na trajanje osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

Analizom primjera iz različitih razdoblja u Hrvatskoj se istražila povezanost primijenjenih standarda i ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija višestambenih zgrada. Kriteriji i zahtjevi za osunčanje su najčešće određeni regulatornim okvirom ili preporukama. Ovo istraživanje obuhvaća analizu povijesnog razvoja preporuka i regulatornog okvira koji utječu na osunčanje stambenih zgrada na području Hrvatske. Analiza povijesnog razvoja omogućuje uvid u kronološke promjene preporučenih ili propisanih kriterija i vrijednosti kriterija u Hrvatskoj. Aktualne hrvatske preporuke i propisi za osunčanje se analiziraju u europskom kontekstu, kako bi se provjerila potreba za prilagodbom hrvatskih standarda. Ovim se radom nastoji istražiti i kvantificirati utjecaj redukcije zahtjeva primjene kriterija na ispunjavanje uvjeta osunčanja u boravišnim prostorijama višestambenih zgrada te učinke na kvalitetu stanovanja u higijensko-tehničkom smislu. Istraživački problem i svrha istraživanja su dodatno obrazloženi u poglavlju 2.

1.4. Istraživački ciljevi, hipoteze i pitanja

Na temelju opisanog istraživačkog problema i svrhe istraživanja definirana su četiri glavna istraživačka cilja (C1 – C4), s pridruženim hipotezama (H1 – H4), što je prikazano u Tablici 1.

Tablica 1. Prikaz glavnih istraživačkih ciljeva i hipoteza.

Glavni istraživački ciljevi	Istraživačke hipoteze
C1. Sistematizirati kriterije za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.	H1. Moguće je sistematizirati kriterije za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.
C2. Uspostaviti valorizacijski okvir pristupa primjeni kriterija za osunčanje boravišnih prostorija stambenih zgrada.	H2. Moguće je utvrditi uzroke i posljedice različitih pristupa primjeni kriterija za osunčanje boravišnih prostorija stambenih zgrada.
C3. Formirati model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija koji bi se koristio pri planiranju i projektiranju višestambenih zgrada.	H3. Primjenom odgovarajućih odnosa vrijednosti kriterija za planiranje i projektiranje višestambenih zgrada moguće je ostvariti optimalno osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

C4. Utvrditi utjecaj standarda za osunčanje na trajanje osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada.	H4. Propisi za osunčanje stambenih zgrada doprinose ispunjavanju uvjeta osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

Svaki od glavnih ciljeva detaljnije je razrađen kroz dodatne, specifične istraživačke ciljeve (SC1 – SC6) koji su povezani s odgovarajućim istraživačkim pitanjima (IP1 – IP8) i prikazani u određenim poglavljima disertacije. Navedeno je prikazano u Tablici 2.

Tablica 2. Prikaz povezanosti glavnih istraživačkih ciljeva i hipoteza sa specifičnim istraživačkim ciljevima, istraživačkim pitanjima i poglavljima disertacije.

Specifični istraživački cilj	**Istraživačka pitanja**	**Povezani glavni ciljevi i hipoteze**	**Poglavlje disertacije**
SC1. Sistematizirati čimbenike i kriterije za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.	IP1. Kako se mogu sistematizirati kriteriji za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada?	C1, H1	poglavlje 3.
SC2. Sistematizirati i analizirati aktualne europske standarde koji utječu na osunčanje stambenih zgrada.	IP2. Na koji se način kriteriji za osunčanje primjenjuju u aktualnim europskim standardima?	C2, H2	poglavlje 4.
SC3. Uspostaviti valorizacijski okvir različitih pristupa primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada.	IP3. Koji su uzroci i posljedice različitih pristupa primjeni kriterija za osunčanje?		
SC4. Sistematizirati i analizirati hrvatske standarde za osunčanje u periodu od 1850. do 2024. godine.	IP4. Kako su se tijekom povijesti u Hrvatskoj mijenjali pristupi primjeni kriterija za osunčanje?		
SC5. Valorizirati utjecaj pojedinih kriterija te njihovog međusobnog odnosa na ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem.	IP5. Na koji način pojedini kriterij utječe na trajanje osunčanja u boravišnoj prostoriji stana?	C3, H3	poglavlja 6. i 7.
	IP6. Na koji način međusobni odnos kriterija utječe na trajanje osunčanja u boravišnoj prostoriji stana?		
	IP7. Koje su optimalne vrijednosti kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada?		
SC6. Utvrditi utjecaj standarda za osunčanje na trajanje osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada.	IP8. Osigurava li propisani zahtjev za osunčanjem optimalno trajanje osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada?	C4, H4	poglavlja 6. i 7.

1.5. Metoda i struktura istraživanja

Istraživanje je provedeno na temelju znanstvene i stručne literature (monografije i znanstveni članci, internetski izvori) te na temelju dokumentacijskih izvora (arhivska građa te arhitektonska i druga tehnička dokumentacija iz područja osunčanja stambene arhitekture). Pri istraživanju su korištene sljedeće znanstvene metode: deskripcija šireg konteksta, prikupljanje, klasifikacija i sistematizacija postojeće građe i grafičkog materijala, obrada građe metodom analize, sinteze i komparacije. Računalna simulacija osunčanja na trodimenzionalnim modelima višestambenih zgrada i analiza utjecaja sustava kriterija na trajanje osunčanja u boravišnim prostorijama predstavljaju metodološku okosnicu rada (prikazano u poglavljima 6. i 7.).

Rad ukupno sadrži osam glavnih poglavlja. Uz to, dodatna dva poglavlja čine popis literature i prilozi istraživanju.

Uvodna cjelina obuhvaća temu i polazišta istraživanja, korištene pojmove, istraživački problem i svrhu istraživanja, definira istraživačke ciljeve, hipoteze i pitanja te pojašnjava metodologiju i plan istraživanja, kao i očekivane rezultate i znanstveni doprinos istraživanja.

U drugom poglavlju razmatra se problematika i identificiraju se ključni izazovi osunčanja u kontekstu ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva u višestambenim zgradama. Prikazane su razlike u zahtjevima za insolaciju boravišnih prostorija stambenih zgrada i zgrada drugih namjena (radnih, javnih, zdravstvenih…).

U trećoj je cjelini, na temelju analizirane znanstvene i stručne literature, uspostavljen detaljni pregled i sistematizacija čimbenika i pripadajućih kriterija za planiranje i projektiranje višestambenih zgrada koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

U cilju istraživanja različitih pristupa primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada, četvrtom cjelinom je obuhvaćena komparativna analiza preporuka i propisa za osunčanje stambenih zgrada. Vrednovanjem različitih pristupa primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada se omogućuje uvid u njihove uzroke i posljedice. Analizirane su aktualne europske preporuke i propisi koji utječu na osunčanje stambenih zgrada te su uspoređeni načini primjene kriterija za osunčanje. Uspostavljen je povijesni pregled preporuka i propisa za osunčanje stambenih zgrada na području Hrvatske s obzirom na karakteristike konteksta u kojem su

standardi nastali te su utvrđene promjene u primjeni kriterija za osunčanje tijekom četiri razdoblja.

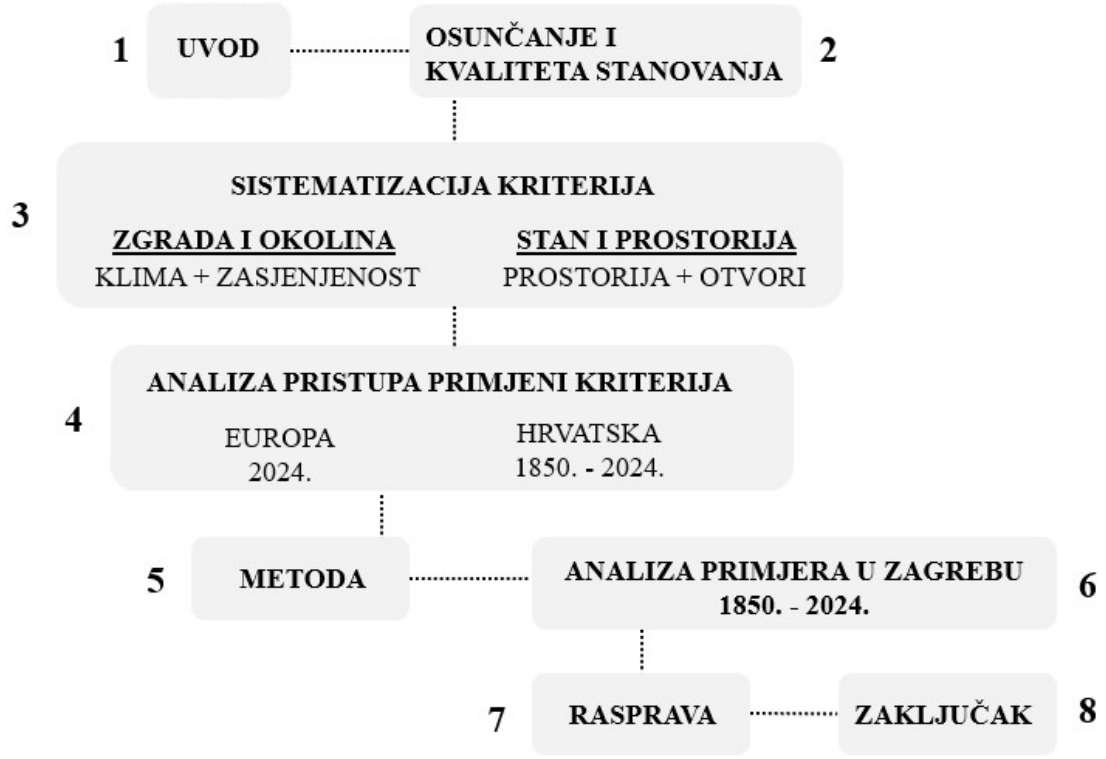
Peta cjelina obuhvaća pregled dosadašnjih metoda istraživanja osunčanja. U ovoj je cjelini detaljno opisana primijenjena istraživačka metoda i način primjene metode.

U šestoj cjelini provedena je analiza utjecaja sustava kriterija na trajanje osunčanja u boravišnim prostorijama, na odabranim primjerima višestambenih zgrada u Zagrebu od 1850. do 2024. godine (engl. *case study*). Računalnom simulacijom na trodimenzionalnim modelima zgrada utvrđeno je vrijeme trajanja osunčanja unutar boravišnih prostorija odabranih karakterističnih stanova. Elaborirana je primjena istraživačke metode i kriteriji odabira analiziranih primjera. Studija primjera je podijeljena na četiri cjeline prema vremenu gradnje zgrada te dodatno prema tipu stanogradnje (društvena, društveno usmjerena, društveno poticana ili tržišna stanogradnja). U šestom poglavlju nalazi se i katalog s prikazom svakog od analiziranih primjera zgrada, odabranih stanova i boravišnih prostorija. Katalog obuhvaća podatke o utvrđenom vremenu trajanja osunčanja u boravišnim prostorijama te o vrijednostima sustava kriterija koji utječu na osunčanje. Šesto poglavlje uključuje i usporedbu rezultata trajanja osunčanja kroz primjenu različitih evaluacijskih kriterija te interpretaciju rezultata istraživanja. U ovoj cjelini se provjeravaju zaključci prethodnih poglavlja rada na konkretnim primjerima zgrada.

Sedma cjelina kroz diskusiju razmatra mogućnost praktične primjene rezultata istraživanja pri planiranju i projektiranju višestambenih zgrada. U ovoj je cjelini opisan model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija koji bi se koristio pri planiranju i projektiranju višestambenih zgrada te je predloženo unaprjeđenje postojećeg pristupa primjeni kriterija za osunčanje u Hrvatskoj.

U završnoj cjelini je prezentiran zaključak i naglašen znanstveni doprinos provedenog istraživanja.

Na Slici 1 prikazan je dijagram strukture istraživanja po poglavljima rada.



Slika 1. Dijagram strukture istraživanja po poglavljima rada.

1.6. Znanstveni doprinos provedenog istraživanja

Provedenim istraživanjem predviđeni su znanstveni doprinosi prikazani u Tablici 3.

Tablica 3. Prikaz povezanosti znanstvenih doprinosa provedenog istraživanja s glavnim istraživačkim ciljevima i hipotezama te poglavljima disertacije.

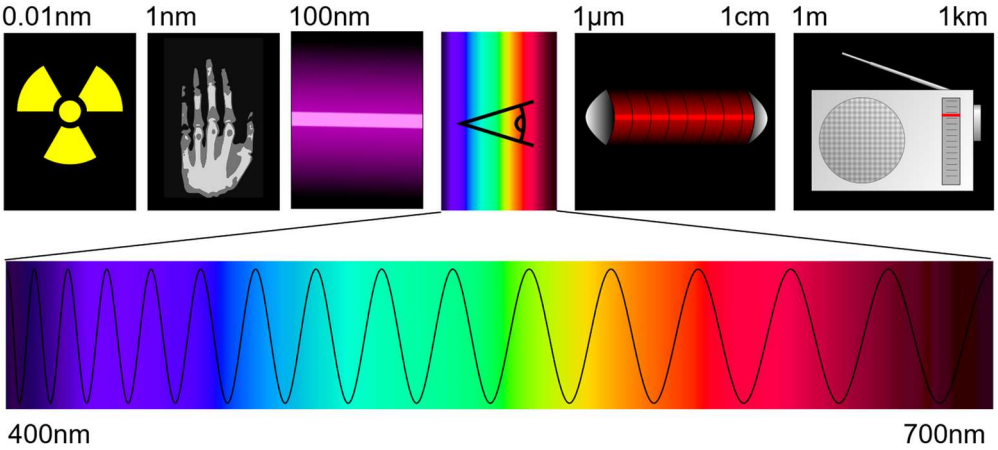
Znanstveni doprinosi provedenog istraživanja	**Povezani glavni ciljevi i hipoteze**	**Poglavlje disertacije**
ZD1. U radu se nastoji sistematizirati čimbenike i kriterije za planiranje i projektiranje višestambenih zgrada koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.	C1, H1	poglavlje 3.
ZD2. U radu se nastoji uspostaviti valorizacijski okvir različitih pristupa primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada. Usporedbom primjene kriterija u europskim državama se utvrđuju uzroci i posljedice razlika u pristupima primjeni kriterija za osunčanje.	C2, H2	poglavlje 4.

ZD3. U radu se nastoji valorizirati utjecaj pojedinih kriterija za osunčanje te njihovog međusobnog odnosa na ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem kroz analizu trajanja osunčanja unutar boravišne prostorije. Nastoji se formirati model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija i pripadajućih vrijednosti kriterija koji bi se koristio pri planiranju i projektiranju višestambenih zgrada, u cilju ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva.	C3, H3	poglavlja 6. i 7.
ZD4. U radu se nastoji utvrditi utjecaj standarda za osunčanje primijenjenog u projektima višestambenih zgrada na trajanje osunčanja boravišnih prostorija izvedenih višestambenih zgrada.	C4, H4	poglavlja 6. i 7.

2. OSUNČANJE U STAMBENIM ZGRADAMA

2.1. Općenito o sunčevom zračenju i osunčanju

U svemiru postoje različite vrste elektromagnetskog zračenja koje čine elektromagnetski spektar. Elektromagnetni spektar obuhvaća zračenja različite valne duljine i frekvencije: gama zračenje, X zrake, ultraljubičasto zračenje, oku vidljivu svjetlost, infracrveno zračenje, mikrovalove i radiovalove (Slika 2).



Slika 2. Prikaz komponenti elektromagnetnog zračenja od zračenja s najmanjom valnom duljinom i najvećom frekvencijom, do zračenja s najvećom valnom duljinom i najmanjom frekvencijom (slijeva nadesno): gama zračenje, X zrake, ultraljubičasto zračenje, oku vidljiva svjetlost, infracrveno zračenje, mikrovalovi i radiovalovi. Izvor: Tatoute i Phrood, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=504689 (pristup 26. 9. 2025).

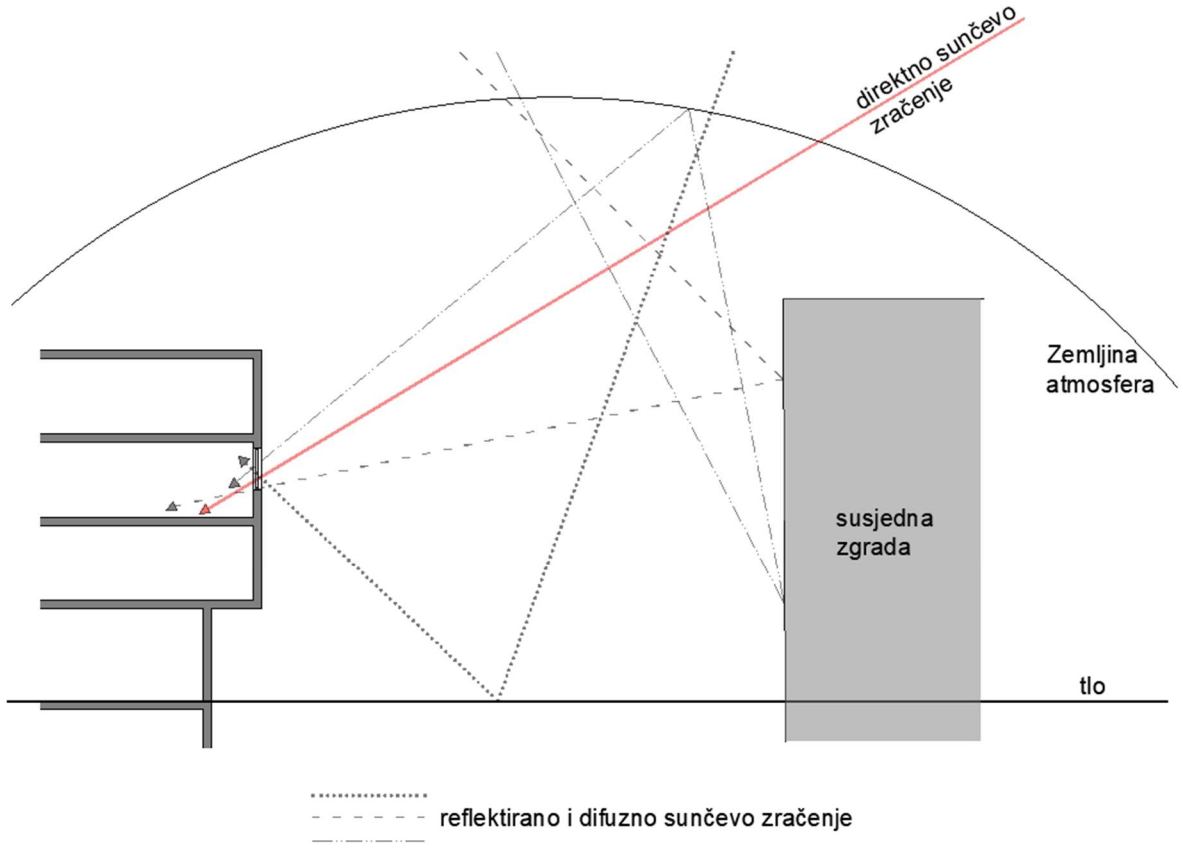
Sunčevo zračenje je cjelokupni spektar elektromagnetskog zračenja koje dolazi sa Sunca (Gojnik, 2018: 55). Sunčevo zračenje koje dospije na Zemljinu površinu u najvećoj mjeri obuhvaća (Jakobović, 1979: 488):

- ultraljubičasto zračenje (UV zračenje, valne duljine otprilike od 280 do 380 nm),
- vidljivo zračenje (dnevno svjetlo, valne duljine otprilike od 380 do 780 nm) i
- infracrveno zračenje (toplinsko zračenje, valne duljine otprilike od 780 do 2500 nm).[1]

[1] Atmosferski omotač apsorbira većinu zračenja iz svemira, čime štiti žive organizme na Zemlji od njegovih štetnih učinaka, i smanjuje intenzitet zračenja koji dospije na površinu Zemlje (Daniels, 2003: 202). Ultraljubičasto zračenje čini 7 %, vidljivo zračenje 46 %, a infracrveno zračenje 47 % ukupnog Sunčevog zračenja koje dospije na površinu Zemlje (Šegota i Filipčić, 1996: 22). Apsorpcijom elektromagnetskog zračenja s valnim duljinama manjim od 300 nm, sprječava se negativno djelovanje ultraljubičastog zračenja na žive organizme.

Sunčevo zračenje na Zemljinu površinu dospijeva direktnim putem (osunčanje) te difuznim i reflektiranim putem. Difuzno sunčevo zračenje se raspršuje u atmosferi djelovanjem molekula, aerosola, oblaka i prašine prije nego što dospije na Zemljinu površinu. Kao rezultat raspršivanja, difuzno zračenje dolazi iz različitih smjerova, a ne izravno od Sunca. Reflektirano sunčevo zračenje se odbija od različitih površina (poput tla, zgrada, zidova, vode ili vegetacije) prije nego što dosegne određenu točku.

U arhitekturi se osunčanje definira kao izravno obasjavanje unutarnjih i vanjskih prostora sunčevim zrakama (Jakobović, 1979: 488). Sunčeve zrake ulaze u unutarnje prostore prolazeći kroz prozirne elemente otvora u vanjskoj ovojnici zgrade.[2] Unutarnji prostori zgrada mogu biti izloženi direktnom, difuznom i reflektiranom sunčevom zračenju (Slika 3).



Slika 3. Izloženost unutarnjih prostorija zgrada utjecaju direktnog, difuznog i reflektiranog sunčevog zračenja. Prolaz direktnog sunčevog zračenja u unutarnji prostor je označen crvenom bojom.

[2] Vanjska ovojnica je omotač zgrade koji odvaja unutarnje od vanjskih prostora i štiti unutarnje prostore od vanjskih utjecaja i atmosferilija. Sastavljena je od horizontalnih, kosih i vertikalnih konstrukcija te otvora. Prilikom projektiranja ovojnica, potrebno je ispuniti dvije skupine zahtjeva: reprezentacijsko-oblikovne i higijensko-tehničke zahtjeve.

Ultraljubičasti (UV) dio spektra sunčevog zračenja ima antibakterijsko djelovanje, stoga izloženost izravnom sunčevom zračenju može pozitivno utjecati na ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva u unutarnjim prostorijama (Goromosov, 1970: 54; Knežević i Kordiš, 1972: 26; Ne'eman, 1974: 161; Hobday, 1997: 457).[3] Opisani učinak u velikoj mjeri ovisi i o karakteristikama materijala transparentnog dijela elementa otvora, odnosno stakla (Schittich i ostali, 2007: 120)[4].

Vidljivo zračenje (dnevno svjetlo) omogućuje vizualnu percepciju okoline, pozitivno utječe na psihološku i fizičku dobrobit te ima značajan utjecaj na ljudski bioritam. Osim toga, vidljivo zračenje omogućuje prirodno osvjetljenje unutarnjeg prostora. Infracrveno (toplinsko) zračenje prenosi toplinsku energiju, što može doprinijeti pasivnom zagrijavanju prostora, ali i uzrokovati pregrijavanje ako se ne kontrolira. Osunčanje unutarnjih prostora je neraskidivo povezano s prirodnim osvjetljenjem i zagrijavanjem unutarnjih prostora te ga nije moguće razmatrati zasebno.

2.2. Osunčanje u kontekstu ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva u stambenim zgradama

Stambene zgrade su „…građevine za stanovanje ljudi prilagođene njihovim fiziološkim, biološkim, društvenim, ekonomskim i ostalim potrebama.” (Knežević, 1992: 238). Stambene zgrade se, prema načinu stanovanja, dijele na zgrade individualnog stanovanja (npr. obiteljske kuće) i zgrade kolektivnog stanovanja (npr. višestambene zgrade). Oba načina stanovanja su poznata od davnina.[5] „Višestambena izgradnja, kao oblik kolektivnog stanovanja, društveno je organizirani način rješavanja stambenih potreba te kao takva podložna istraživanju kroz analizu konteksta u kojem nastaje.” (Vezilić Strmo, 2012: 50). Višestambena izgradnja je

[3] Najveći antibakterijski učinak ima UV zračenje s valnim duljinama između 254 i 258 μm, međutim ono ne dopire do površine Zemlje (Goromosov, 1970: 54).

[4] Ostakljeni dijelovi otvora vanjske ovojnice zgrade u većoj mjeri apsorbiraju sunčevo zračenje valne duljine kraće od 320 μm, što rezultira smanjenim higijenskim učinkom izloženosti osunčanju. Istraživanja procjenjuju da 30 - 40 % UV zračenja dospije s vanjske na unutarnju plohu stakla. U svrhu ispunjavanja higijenskih uvjeta, preporučuje se izloženost UV zračenju većih valnih duljina u trajanju od barem 3 sata (Goromosov, 1970: 55).

[5] Uz individualan oblik stanovanja oduvijek je postojao i kolektivan. O počecima kolektivnih nastambi svjedoče i trogloditske nastambe na području Tunisa i Kine. Trogloditi su ljudi koji stanuju u špiljama i vode podzemni način života. Troglodizam je bio veoma proširen već u doba paleolitika. U mnogim primjerima trogloditskih nastambi radi se o zaklonima isklesanim u stijeni, a ne o prirodnim špiljama. Ove nastambe često podsjećaju na divovsku koloniju termita. U nekoliko izvora se mogu pronaći podaci o navedenim tvrdnjama: bilješke s predavanja prof. Drage Galića, kolegij Stambena arhitektura, Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu; Vrančić, 2012: 329-331; Knežević, 1992: 238; Strižić, 1997: 142.

najzastupljeniji tip stanovanja u urbanim sredinama te njezine uočene karakteristike utječu na veliki broj ljudi.[6]

U višestambenim zgradama korisnici žive u stanovima. U sklopu višestambene zgrade stan je (Antić, 1978: 13):

- arhitektonsko rješenje koje osigurava dovoljno zraka i svjetla, a po ploštini i raspoloživom prostoru odgovara broju članova i strukturi kućanstva, po srodstvu, starosti, spolu, aktivnosti i statusu,
- upotrebljiva i statički stabilna građevinska cjelina čija je funkcija zaštita od vanjskih utjecaja.

„Stan je skup prostorija, koje nam osiguravaju zdravo i udobno stanovanje." (Strižić, 1997: 144). Stan (stambena jedinica) u užem smislu je funkcionalni prostor građevine namijenjen stanovanju, sa stambenim (boravišnim) i pomoćnim prostorijama te eventualno otvorenim prostorima stana. Prema literaturi postoje tri skupine zahtjeva korisnika stana: fiziološka, funkcionalna i perceptivna (Poljanec, 2001: 253). Fiziološki zahtjevi se odnose na fiziološke potrebe korisnika stana, kao što su hrana, san, odmor i higijena. Građevinska, tehnička i higijenska oprema stana osigurava ispunjavanje fizioloških zahtjeva. Funkcionalni zahtjevi se odnose na organizaciju prostora, funkcionalni raspored, povezanost pojedinih funkcionalnih grupa prostorija, namještaj, opremu, pristupačnost, itd.[7] Perceptivni zahtjevi su povezani s psihološkim stanjima kao što su osjećaj sigurnosti, izdvojenosti, pripadnosti, i dr. Osunčanje je obuhvaćeno fiziološkim zahtjevom higijene stambenog prostora.

Boravišne prostorije stana su zatvorene prostorije stana u kojima borave ljudi: dnevni prostori (dnevni boravak, blagovaonica) i spavaće sobe.[8] Prostorije treba različito osunčavati s obzirom na njihovu namjenu (Hasanagić i Jakobović, 1979: 490). Higijenski minimum definira da boravišne prostorije stana moraju biti osunčane dva sata dnevno tijekom otprilike 250 dana u

[6] Stambene zgrade u Europskoj uniji čine gotovo 75 % građevinskog fonda (Herczeg i ostali, 2014: 8).

[7] Spomenuti zahtjevi se odnose na prostor čitavog stana.

[8] Stambene prostorije stana obuhvaćaju sve prostorije u kojima se odvijaju aktivnosti odmaranja, spavanja i blagovanja: spavaća soba, dnevna soba, radna soba, blagovaonica te dio stambene kuhinje. Stambena kuhinja osim pripreme hrane, služi i za blagovanje i boravak korisnika (Knežević i Kordiš, 1972: 33). U kontekstu ovog rada se koristi sintagma 'boravišne prostorije'.

godini (Kolarić-Kišur, 1949: 63; Knežević i Kordiš, 1972: 86; Strižić, 1997: 254; Biondić, 2011: 90).[9]

Način života odražava kulturu i razinu civiliziranosti društva. Stanovanje je istodobno posljedica društvene kulture i gospodarskog razvoja, ali i čimbenik koji izravno utječe na razvoj pojedinca, obitelji i zajednice.[10] Istraživanja pokazuju da kvaliteta stanovanja značajno utječe na fizičko i mentalno stanje te društvenu dobrobit korisnika stana (Gilbertson i Mood, 1964: 2012; Krieger i Higgins, 2002: 759). Prema hrvatskim *Nacionalnim smjernicama za vrsnoću i kulturu građenja*, kvaliteta orijentacije i insolacije ubraja se među temeljne čimbenike kvalitete stambenog prostora.[11] Osunčanje izravno utječe na formiranje mikroklimatskih uvjeta u prostoriji, uključujući osvjetljenje, temperaturu, vlažnost zraka, njegovo strujanje i stupanj onečišćenja. Osunčanje je ujedno jedan od čimbenika vizualne udobnosti stana, koja zajedno s toplinskom i akustičkom udobnošću te kvalitetom zraka u zatvorenim prostorima čini kvalitetu unutarnjeg okoliša[12] (Mewomo i ostali, 2023: 620). Svi čimbenici kvalitete stanovanja trebali bi biti obuhvaćeni standardima za projektiranje radi postizanja odgovarajuće kvalitete stambenoga prostora.

2.2.1. Problematika osunčanja boravišnih prostorija s obzirom na tipološke karakteristike višestambenih zgrada

Tipologija višestambene izgradnje određena je morfološkim obilježjima zgrade, odnosno njenim oblikom te odnosom stana prema vertikalnim i horizontalnim komunikacijama zgrade (Knežević, 1989: 21). Odnos stana prema komunikacijama ima značajniji utjecaj na njegovu kvalitetu od morfologije višestambene zgrade u kojoj se stan nalazi (blokovska, slobodnostojeća ili kombinirana) (Knežević i Kordiš, 1972: 56). Radi boljeg razumijevanja problematike osunčanja u višestambenim zgradama, u ovom će se istraživanju analizirati različiti tipovi višestambenih zgrada s obzirom na organizaciju vertikalnih i horizontalnih

[9] Za zgrade koje se nalaze između 42 i 50 stupnjeva sjeverne Zemljine širine se preporučuje da sredina prozora boravišne prostorije bude izložena osunčanju u trajanju dva sata na datum 19. veljače, ili ranije u godini (Littlefair, 2001: 181). Sovjetske preporuke iz 1962. za stambene prostorije smatraju neophodnim 3 sata osunčanja dnevno na datume proljetnog i jesenskog ekvinocija (Twarowski, 1962/1969: 48).

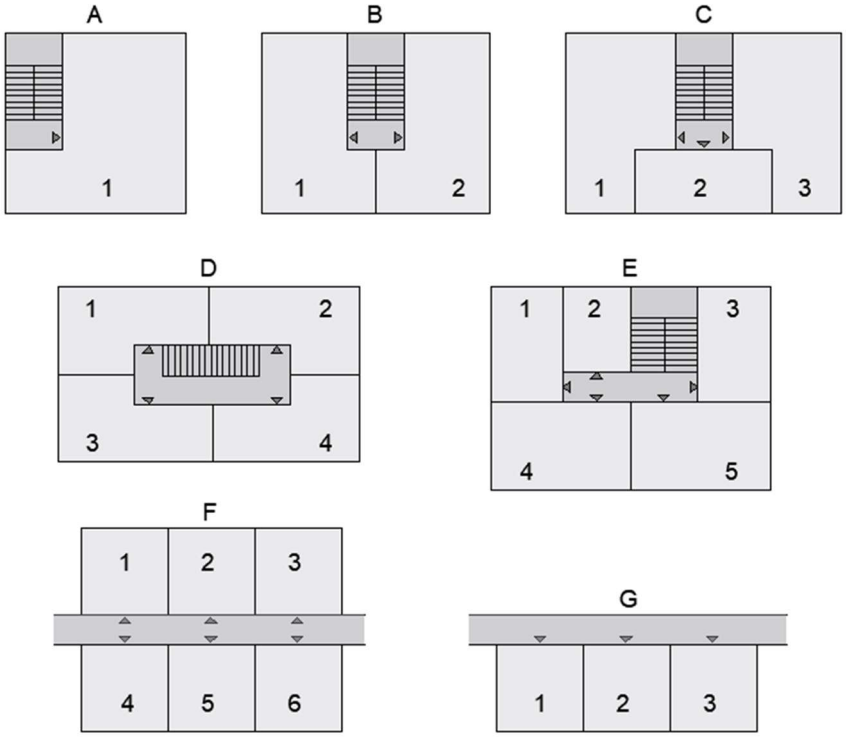
[10] Izvor: Galić, D. Bilješke s predavanja kolegija Stambena arhitektura, Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.

[11] Arhitektonske politike Republike Hrvatske 2013.–2020. Nacionalne smjernice za vrsnoću i kulturu građenja, 2012. str. 30.

[12] Engl. *Indoor Environmental Quality – IEQ*.

komunikacija. Prema organizaciji vertikalnih i horizontalnih komunikacija višestambene zgrade dijele se na (Slika 4):

- višestambene zgrade s jednim stanom na stubištu,
- višestambene zgrade s dva stana na stubištu,
- višestambene zgrade s tri stana na stubištu,
- višestambene zgrade s četiri stana na stubištu,
- višestambene zgrade s pet i više stanova na stubištu,
- višestambene zgrade s unutarnjom galerijom (srednjim hodnikom),
- višestambene zgrade s vanjskom galerijom.[13]



Slika 4. Višestambene zgrade u odnosu na vertikalne i horizontalne komunikacije zgrade: višestambene zgrade s jednim stanom na stubištu (A), višestambene zgrade s dva stana na stubištu (B), višestambene zgrade s tri stana na stubištu (C), višestambene zgrade s četiri stana na stubištu (D), višestambene zgrade s pet stanova na stubištu (E), višestambene zgrade s unutarnjom galerijom-srednjim hodnikom (F) i višestambene zgrade s vanjskom galerijom (G). Prikazani su tlocrti karakteristične etaže zgrada. Izvor: Knežević, 1992: 242. Obrada: S. Ostojić.

[13] Broj stanova na stubištu u velikoj mjeri utječe na (tlocrtnu) organizaciju višestambene zgrade te na kvalitetu stambenih jedinica. Rješenja s jednim stanom na stubištu su izuzetno rijetka (u slučajevima sanacija i interpolacija) te neće biti obuhvaćena ovim istraživanjem. Kod zgrada s galerijskim pristupom stanovima galerija može biti unutarnja (srednji hodnik) i vanjska. Osim spomenutih tipova višestambenih zgrada, literatura obuhvaća i specifične tipove terasastih zgrada i stambenih tornjeva (Knežević, 1992: 242).

U višestambenim je zgradama, ovisno o prostornoj organizaciji, moguće smjestiti jednostrano i višestrano orijentirane stanove. Jednostrana orijentacija predstavlja izazov u pogledu prirodnog provjetravanja, zbog čega je prikladnija za stanove manjih ploština poda. Slično vrijedi i za osunčanje stanova. Dvostrano i trostrano orijentirani stanovi omogućuju izloženost sunčevu zračenju u različitim dijelovima dana – primjerice istočnom u jutarnjim satima, južnom tijekom dana i zapadnom u poslijepodnevnim satima kod stanova smještenih na sjevernoj Zemljinoj hemisferi. Nasuprot tomu, jednostrano orijentirani stanovi ostvaruju osunčanje samo u dijelu dana koji odgovara njihovoj orijentaciji, pri čemu trajanje osunčanja ovisi o strani svijeta prema kojoj su orijentirani te o geografskoj lokaciji zgrade. Posebno nepovoljan slučaj predstavljaju jednostrano orijentirani stanovi sa sjeverno orijentiranim otvorima jer na geografskoj širini Hrvatske ne ostvaruju izravno osunčanje te se u njima ne mogu zadovoljiti minimalni higijensko-tehnički zahtjevi za osunčanje boravišnih prostorija.

Prostorni raspored stanova u odnosu na zajedničke prostore komunikacija zgrade snažno utječe na mogućnost postizanja povoljne orijentacije stana. Dispozicija zgrade s dva stana na stubištu omogućava najmanje dvostranu orijentaciju stanova, uz izravno prirodno osvjetljenje, osunčanje u različitim dijelovima dana i poprečno prirodno provjetravanje. Takva tipologija višestambenih zgrada u pravilu je manje ekonomična od zgrada s tri ili više stanova na stubištu. Kod višestambenih zgrada s tri stana na stubištu uočavaju se razlike u organizaciji bočnih i središnjega stana. Bočni stanovi omogućuju višestranu orijentaciju te povoljnije osunčanje i kvalitetnije poprečno prirodno provjetravanje, dok je središnji stan najčešće jednostrano orijentiran, s nepovoljnijim uvjetima osunčanja i ventilacije. U višestambenim zgradama s četiri stana na stubištu vertikalna komunikacija (stubište) iskorištena je učinkovitije u odnosu na zgrade s manjim brojem stanova na stubištu, a stambene su jedinice ujednačenije kvalitete. Problem predstavlja orijentacija stambenih jedinica koja u takvim zgradama često nije optimalna u pogledu osunčanja boravišnih prostorija (Knežević, 1992: 244). Rješenja višestambenih zgrada s pet i više stanova na stubištu uključuju i galerijski organizirane primjere, u kojima se u stanove pristupa s galerije.[14] Kod takvih sustava vertikalna komunikacija iskorištena je ekonomično, no nedostatak predstavlja povećan opseg horizontalne

[14] Galerija može biti riješena kao unutarnja ili vanjska (Slika 4). Kod primjera višestambenih zgrada s unutarnjom galerijom stanovi su često jednostrano orijentirani, što je nepovoljno u pogledu provjetravanja i osunčanja. Dvostrana rješenja stambenih jedinica kod zgrada s unutarnjom galerijom su moguća u slučaju višeetažnih stanova, pri čemu se galerija pojavljuje na svakoj drugoj ili trećoj etaži. Ovakva rješenja su obično kompliciranija i skuplja u odnosu na višestambene zgrade s jednoetažnim stanovima.

komunikacije, koja može biti izvor buke i narušavanja privatnosti te pružati nedovoljnu zaštitu od atmosferilija, osobito u slučaju vanjskih galerija (Knežević i Kordiš, 1972: 56-60).

2.2.2. Izazovi ispunjavanja uvjeta osunčanja boravišnih prostorija u višestambenim zgradama

Sredinom 20. stoljeća dolazi do razvoja umjetnih izvora svjetlosti i intenzivnije primjene u arhitekturi. Navedeno je rezultiralo korištenjem unutarnjih prostora nedovoljno izloženih dnevnom svjetlu. Arhitekti sve manje pažnje posvećuju pravilnom iskorištavanju dnevnog svjetla u projektiranju. Povećanje tlocrtne dubine i snižavanje visine prostora dodatno su ograničili prodor prirodne svjetlosti, čiji je nedostatak bio nadoknađen umjetnim osvjetljenjem (Phillips, 2004: 5). Navedeno je utjecalo i na osunčanje unutarnjih prostora i ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva. Izloženost unutarnjih prostorija zgrada sunčevom zračenju je ponovno dobila na značaju tijekom 1970-ih godina zbog svijesti o ograničenim energetskim resursima potaknutom naftnom krizom (De Luca i Dogan, 2019: 818).

U drugoj polovici 20. stoljeća mnoge su zemlje uvele koncept zaštite prava na osunčanje (engl. *solar right*) kako bi osigurale ispunjavanje uvjeta osunčanja stanova. Pregled literature upućuje na negativan utjecaj povećane gustoće izgrađenosti i smanjenih razmaka između zgrada na ostvarivanje prava na osunčanje i osunčanje unutarnjih prostora u urbanom okolišu (Hraška, 2019: 45; Lee i ostali, 2022: 16).[15] Kontinuirani urbani razvoj suprotstavlja prava na osunčanje stanara i vlasnička prava investitora, što ostvarivanje kvalitetnog osunčanja unutarnjeg prostora u urbanim sredinama čini izazovnim (Hraška, 2019: 46; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 3-4). Racionalno korištenje zemljišta i izgradnja zgrada u skladu s maksimalno dopuštenim dimenzijama mogu rezultirati povećanim zasjenjenjem unutarnjih prostora okolnih zgrada (Šprah i Košir, 2020: 3) te neadekvatnom orijentacijom stanova (Korlaet, 2015: 167) te nedovoljnim osunčanjem boravišnih prostorija višestambenih zgrada. Stoga bi pravo na osunčanje trebalo dosljedno štititi i osiguravati pri planiranju i projektiranju stambenih prostora u urbanim područjima.

[15] Očekuje se da će do 2050. godine više od dvije trećine svjetske populacije živjeti u gradovima (Ritchie, Samborska, i Roser, 2025), što će doprinijeti povećanju gustoće izgrađenosti urbanog okoliša.

2.3. Zahtjevi za osunčanjem nestambenih zgrada

U cilju ispunjavanja osnovnih ljudskih fizioloških potreba, insolacija je obavezna za stambene i obrazovne prostore (Frankol, 1976: 12). Međutim, i prilikom planiranja i projektiranja zgrada drugih namjena (poslovnih, uredskih, zdravstvenih…) potrebno je voditi računa o zahtjevima i preporukama vezanim za insolaciju unutarnjeg prostora (Twarowski, 1962/1969: 75-108). U prostorijama namijenjenim izvršavanju kompleksnih vizualnih zadataka insolacija može biti nepoželjna radi moguće pojave blještanja (Ne'eman, 1974: 161).

Kod uredskih i administrativnih zgrada preporučuje se radne prostore orijentirati na jug. Sjeverna orijentacija također može biti poželjna u slučajevima radnih prostora kao što su radionice ili crtaonice radi difuznog osvjetljenja, smanjenja nepoželjnog blještanja, ali i radi izbjegavanja pregrijavanja u toplijem dijelu godine. Istočna i zapadna strana nisu optimalne radi pretjerane insolacije i nužnosti ugradnje vanjskih sustava zasjenjenja.[16]

Kod projektiranja školskih zgrada, preporučuje se južna orijentacija učionica (s maksimalnim otklonom 20º prema istoku), uz obavezni sustav zasjenjenja od pretjeranog sunčevog zračenja. Sustav zasjenjenja bi trebao omogućivati osvjetljenje učionica dnevnim svjetlom i imati mogućnost ventilacije (kako se vrući zrak ne bi zadržavao uz otvor i dodatno zagrijavao unutarnji prostor). Radionice, crtaonice i laboratoriji bi trebali biti orijentirani na sjever radi sprječavanja direktnog osunčanja, minimiziranja blještanja i difuznog osvjetljenja dnevnim svjetlom.[17] Idealna orijentacija dječjih vrtića je južna do jugoistočna. Za sobe đačkih i studentskih domova se preporučuje istočna, jugoistočna ili južna orijentacija.

Za bolničke zgrade najpovoljnija je orijentacija prema jugu, jer omogućuje optimalno iskorištavanje UV zraka i ravnomjerno osvjetljenje bolesničkih soba tijekom cijele godine (Hasanagić i Jakobović, 1979: 491). Bolesničke sobe u zdravstvenim ustanovama bi također trebale biti orijentirane na jugoistok kako bi se izložile jutarnjoj insolaciji i zaštitile od popodnevne vrućine (Twarowski, 1962/1969: 75).

[16] Za uredske prostore preporučuje se i odnos tlocrtne dubine prema visini prostorije u iznosu 2:1. Preporuke za ploštinu prozora iznose 1/4 do 1/5 podne ploštine (u slučaju jednostranog osvjetljenja i tlocrtne dubine prostora do 7 metara neto) (Knežević i Kordiš, 1972: 120).

[17] Preporuka veličine ostakljenog dijela elementa otvora za učionice iznosi 1/4 do 1/3 ploštine poda prostorije (Knežević i Kordiš, 1972: 125).

Hotelskim sobama također najviše odgovara južna ili istočna orijentacija, ali se u obzir uzimaju i druge okolnosti (Knežević i Kordiš, 1972: 125-146).[18] Osunčanje izložbenih prostora umjetničkih galerija i muzeja može biti nepoželjno zbog štetnog djelovanja ultraljubičastog zračenja na eksponate (Frankol, 1976: 122).

Sportske zgrade (dvorane, hale i bazeni) se smještaju u pravcu istok-zapad s maksimalnim odstupanjem od 30°. Preporučuje se da se vanjski otvori postavljaju po duljoj strani objekta, s obje ili bar s južne strane. Poželjno je da južno pročelje ima veće ostakljene plohe (Hasanagić i Jakobović, 1979: 491).

2.4. Zaključak

Izravno, difuzno i reflektirano sunčevo zračenje prodire u unutarnje prostore kroz prozirne elemente otvora vanjske ovojnice zgrade. Sunčevo zračenje obuhvaća ultraljubičasto zračenje, dnevno svjetlo i infracrveno zračenje. Zahvaljujući antibakterijskom djelovanju ultraljubičastog zračenja, izloženost unutarnjih prostora izravnom sunčevom zračenju može pridonijeti ispunjavanju higijensko-tehničkih zahtjeva. Navedeno uvelike ovisi o karakteristikama stakla vanjskog otvora prostorije i stupnju propuštanja ultraljubičastih zraka u unutarnji prostor.

Dnevno svjetlo omogućuje prirodno osvjetljenje unutarnjeg prostora i vizualnu percepciju okoline, pozitivno utječe na psihološku i fizičku dobrobit korisnika prostora, ali može uzrokovati i neželjeno bliještanje. Infracrveno (toplinsko) zračenje omogućuje pasivno zagrijavanje prostora, ali može doprinijeti i pregrijavanju prostora. U istraživanju osunčanja važno je voditi računa o kompleksnosti utjecaja koju izloženost sunčevom zračenju ima na ugodnost boravka u unutarnjim prostorijama.

Višestambena izgradnja predstavlja najčešći oblik stanovanja u urbanim sredinama te njezine karakteristike imaju utjecaj na velik broj stanovnika. Kvaliteta stanovanja utječe na fizičku, psihološku i društvenu dobrobit stanara. Osunčanje je obuhvaćeno fiziološkim zahtjevom higijene stambenog prostora. Zahtjevi za osunčanjem ovise o namjeni unutarnjih prostorija zgrada. Ispunjavanje zahtjeva osunčanja u boravišnim prostorijama određuje se trajanjem osunčanja. U današnje vrijeme u urbanim sredinama široka primjena umjetne rasvjete,

[18] Kod odluke o orijentiranju hotelskih prostorija, odlučujuću ulogu mogu imati i atraktivne vizure (za hotelske sobe, prostore okupljanja i boravka) ili blizina ulice, parka, plaže, itd. (Knežević i Kordiš, 1972: 146).

racionalno korištenje zemljišta i izgradnja zgrada u skladu s maksimalno dopuštenim dimenzijama često rezultira nedovoljnim osunčanjem boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

3. ČIMBENICI I KRITERIJI ZA OSUNČANJE BORAVIŠNIH PROSTORIJA VIŠESTAMBENIH ZGRADA

3.1. Uvod

S obzirom na pozitivan utjecaj izloženosti ljudi i boravišnih prostorija direktnom sunčevom zračenju (opisan u prethodnom poglavlju), važno je istražiti čimbenike koji utječu na osunčanje unutarnjih prostorija zgrada. Klimatski uvjeti, okolina u kojoj se zgrada nalazi, karakteristike prostorija i karakteristike elemenata otvora zgrade značajno utječu na osunčanje boravišnih prostorija stoga je potrebno voditi računa o istima prilikom donošenja odluke o planiranju i projektiranju zgrada, osobito u gusto naseljenim urbanim područjima. U ovoj će se cjelini, na temelju analizirane literature, uspostaviti pregled i sistematizacija čimbenika koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada te kriterija koji služe za ocjenu razine osunčanja. Čimbenici koji utječu na osunčanje unutarnjih prostorija zgrada mogu se podijeliti u četiri skupine:

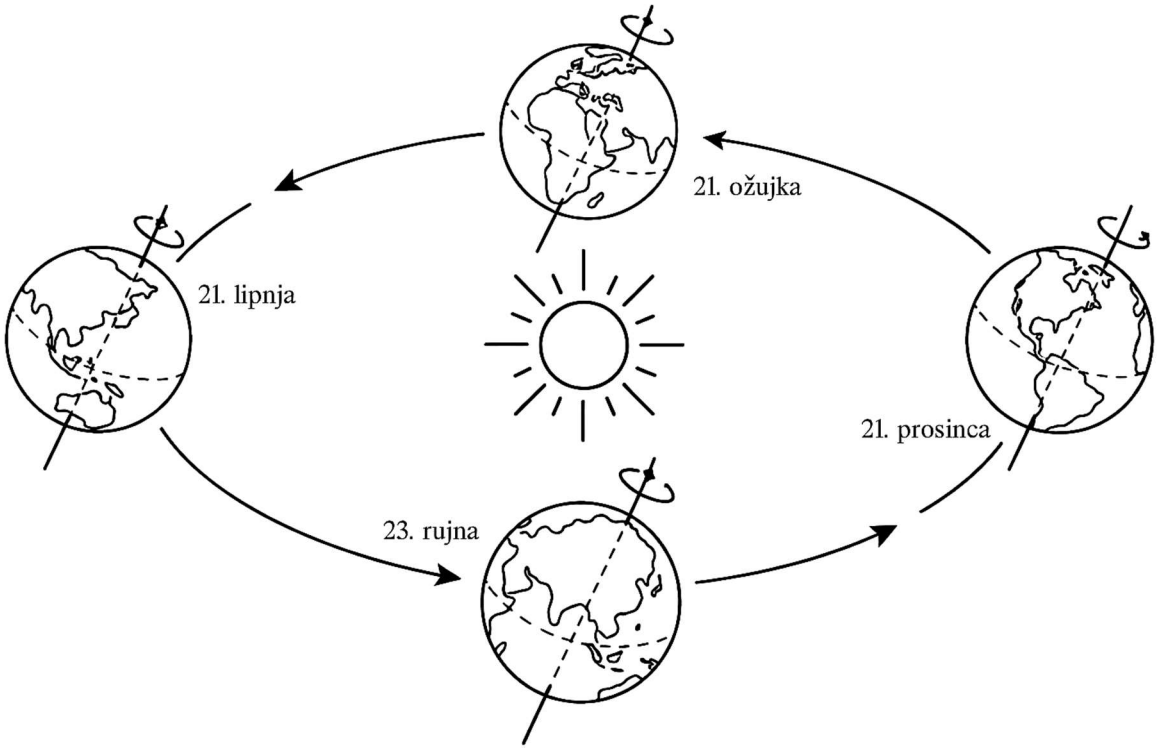
1. klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade,
2. zasjenjenost vanjskih otvora zgrade (topografijom, vegetacijom, izgradnjom, geometrijom pročelja zgrade),
3. karakteristike prostorija (smještaj prostorije unutar zgrade i oblik prostorije),
4. karakteristike elemenata otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje (veličina, oblik, položaj, orijentacija i materijali elementa otvora).

Međusobni odnos spomenutih prostorno-planskih, urbanističkih i projektantskih čimbenika utječe na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

3.2. Klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade

Odnos između Zemlje i Sunca temelji se na gravitacijskim i energetskim interakcijama koje omogućuju održavanje života na našem planetu. Putanja kretanja Zemlje oko Sunca je gotovo kružna, pri čemu se Zemlja okreće i oko svoje osi orijentirane u smjeru sjever-jug (Slika 5). Okret oko vlastite osi traje 24 sata, a oko Sunca godinu dana. Nagib Zemljine osi sjever-jug se

ciklički mijenja i s ravninom okretanja (ekliptikom) zatvara kut deklinacije δ.[19] Promatraču smještenom na sjevernoj Zemljinoj hemisferi se čini da se Sunce prividno kreće nebeskim svodom: ujutro se nalazi nisko na istoku, u podne na jugu doseže maksimalnu visinu dok popodne ne nestane na zapadnom horizontu. Godišnje gibanje Sunca po nebeskoj hemisferi rezultat je astronomskih čimbenika, odnosno međusobnog položaja Sunca i Zemlje tijekom godine. Ono određuje geometrijski odnos između Sunca, kao izvora osunčanja, i geometrije građevine (Jenkins, 2013: 8-9). Azimuti i visine sunčevih zraka za sjevernu Zemljinu hemisferu najveći su na dan ljetnog solsticija (21. lipnja), a najmanji na dan zimskog solsticija (21. prosinca).[20] Na južnoj Zemljinoj hemisferi vrijedi obrnuto: Sunce maksimalnu visinu u podne dosegne na sjeveru (Frankol, 1976: 134).

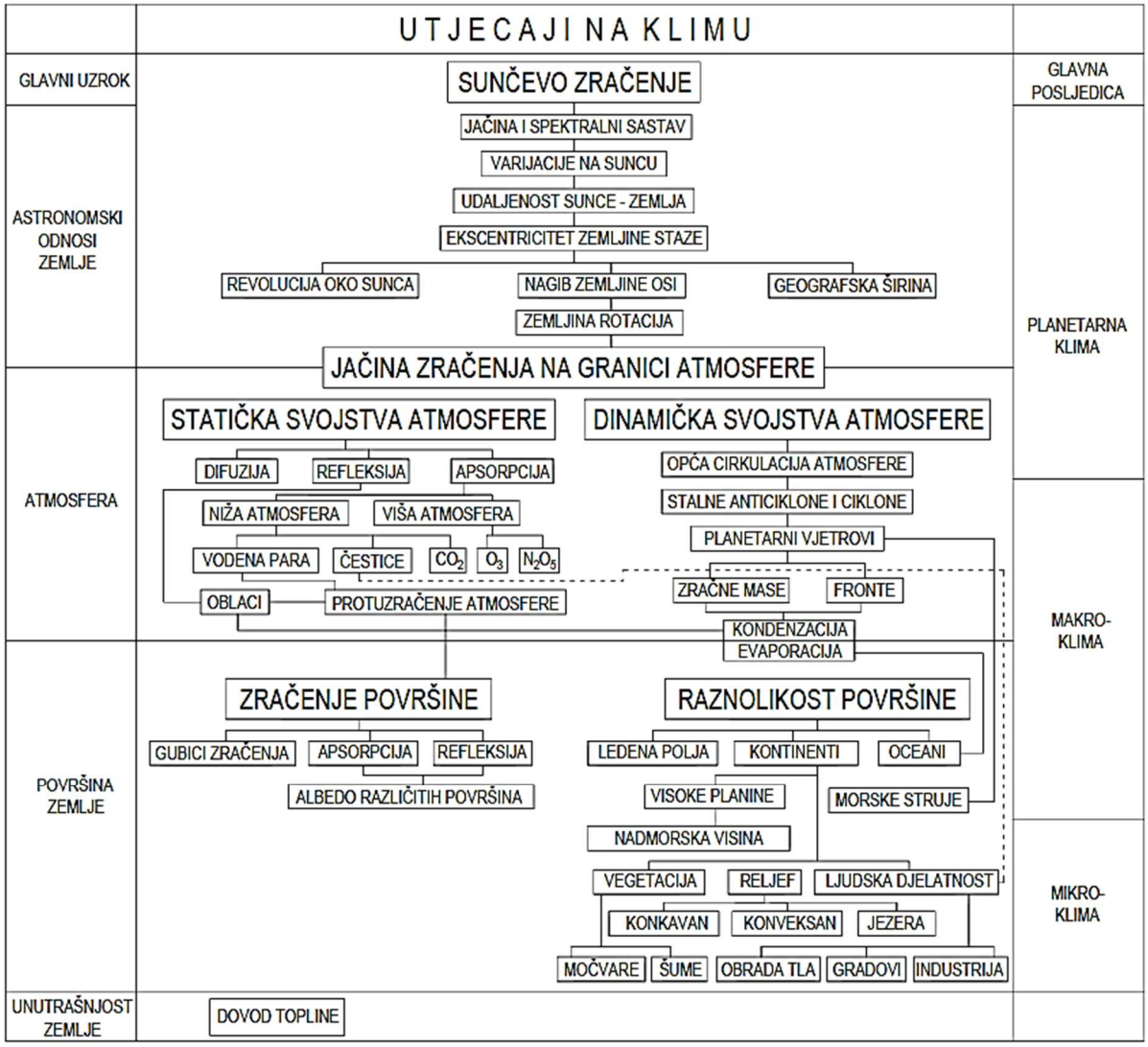


Slika 5. Prikaz putanje kretanja Zemlje oko Sunca u odnosu na godišnja doba.

[19] Srednja udaljenost Zemlje od Sunca iznosi 149.5 milijuna kilometara (Šegota i Filipčić, 1996: 22). S obzirom na veliku udaljenost Sunca od Zemlje, u praksi se pretpostavlja da su sve sunčeve zrake koje dopru na Zemljinu površinu paralelne (Frankol, 1976: 133; Šegota i Filipčić, 1996: 23).

[20] Trenutačni položaj Sunca na nebu određen je visinom i azimutom Sunca. Azimut Sunca je horizontalna kutna udaljenost u smjeru satne kazaljke od vertikalne plohe okrenute u smjeru sjevera do vertikalne plohe na kojoj se nalazi Sunce. Visina (altituda) Sunca je vertikalna kutna udaljenost Sunca od horizonta (0˚) prema zenitu (90˚). Godišnji ciklus kretanja Sunca na nebeskoj sferi obilježen je promjenama njegove dnevne visine, pri čemu se najniža visina pojavljuje za vrijeme zimskog solsticija, najviša tijekom ljetnog solsticija, dok se proljetni i jesenski ekvinocij odlikuju približno jednakom duljinom dana i noći.

Klima se definira kao: „… prosječno stanje atmosfere (na određenu mjestu i u određeno vrijeme).” (Šegota i Filipčić, 1996: 3). Klimatske značajke pojedinog područja su u velikoj mjeri definirane kutom upada Sunčevih zraka na površinu Zemlje[21] (Hasanagić i Jakobović, 1979: 489) što utječe i na osunčanje (Slika 6).



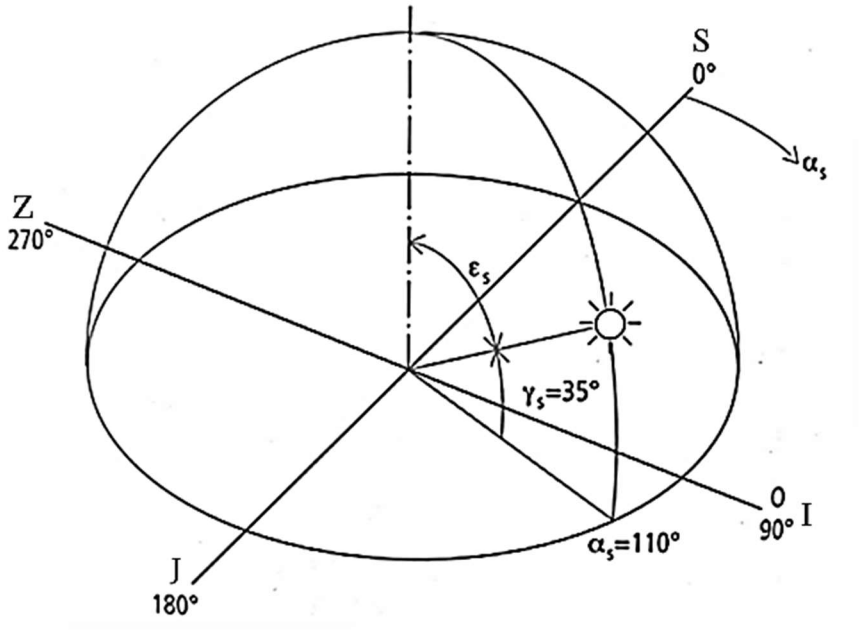
Slika 6. Shema utjecaja na klimu. Izvor: Landsberg, 1945., u Šegota i Filipčić, 1996: 4. Obrada: S. Ostojić.

Intenzitet i trajanje insolacije na nekoj lokaciji ovisi o: geografskoj širini lokacije (kutu određenog dijela Zemljine površine prema smjeru upadnog zračenja)[22], dobu dana i godine te

[21] Riječ klima nastala je od grčke riječi *klino*, što znači nagnuti (Šegota i Filipčić, 1996: 5).

[22] Na lokacijama nižih vrijednosti geografskih širina (bliže ekvatoru) Sunce se pojavljuje pod većim kutom visine iznad horizonta, dok se na lokacijama viših vrijednosti geografskih širina (udaljenijima od ekvatora) pojavljuje pod manjim kutom, što znači da sunčeve zrake dolaze pod plićim upadnim kutom. (Frankol, 1976: 134).

stupnju naoblake (Ne'eman, 1974: 159; Jakobović, 1979: 488). Trenutačni položaj Sunca na nebu određen je visinom i azimutom Sunca za lokaciju određene geografske širine te određeni sat i dan u godini (Slika 7).



Slika 7. Trenutačni položaj Sunca na nebu određen je visinom (γ) i azimutom (α) Sunca za lokaciju određene geografske širine. Izvor: Daniels, 2003: 444. Obrada: S. Ostojić.

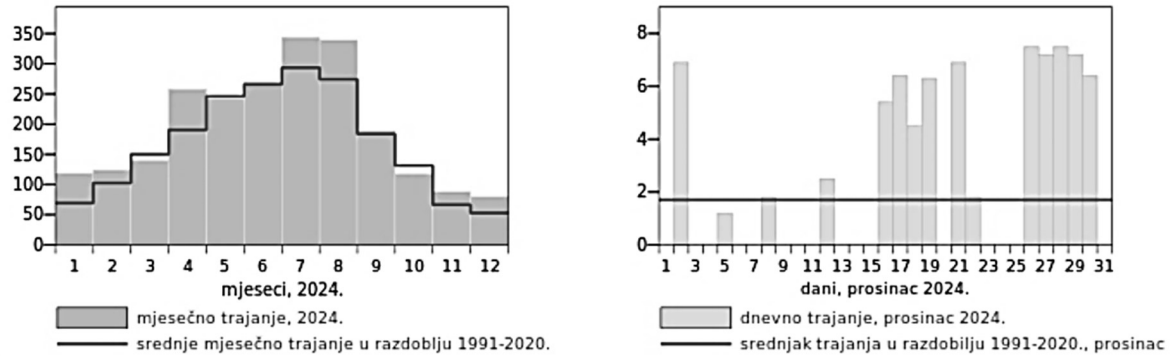
Osim navedenog, na lokalne uvjete osunčanja u određenoj mjeri utječe i onečišćenje zraka (plinovima i česticama). Istraživanja pokazuju da onečišćen zrak nad urbanim područjima „...smanjuje količinu sunčevog zračenja te prosječni grad dobije čak 15 % manje sunčevog zračenja u odnosu na svoju okolicu. U zimskim mjesecima ta razlika iznosi čak 30 %." (Šegota i Filipčić, 1996: 14; Bašić, 2013: 171). S obzirom na navedeno u urbanim područjima je posebno važno zadovoljiti zahtjeve osunčanosti boravišnih prostorija. Ovo istraživanje je usmjereno na primjere višestambenih zgrada u Zagrebu, najvećoj urbanoj cjelini Republike Hrvatske.

3.2.1. Klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade za područje grada Zagreba

Geografski položaj zgrade je obilježen klimatskim karakteristikama lokacije na kojoj se zgrada nalazi. Klimatske karakteristike određene lokacije su djelomično određene astronomskim uvjetima, a djelomično ostalim geografskim značajkama poput nadmorske visine, udaljenosti od mora ili oceana, dominantnih smjerova vjetrova, općih topografskih obilježja te drugih

lokalnih faktora (Gojnik, 2018: 56). Republika Hrvatska se nalazi u sjevernom umjerenom klimatskom pojasu (Šegota i Filipčić, 2003: 33). Na području Republike Hrvatske se mogu uočiti razlike između četiri godišnjih doba. Svako godišnje doba karakterizira različito vrijeme trajanja insolacije. Zimi je na sjevernoj hemisferi izloženost sunčevom zračenju znatno kraća i iznosi oko 8.5 do 9 sati dnevno, u odnosu na ljeto kada iznosi oko 15 do 15.5 sati dnevno (Hasanagić i Jakobović, 1979: 488). Podaci se odnose na područje grada Zagreba (45°48' sjeverne geografske širine, 15°58′ istočne geografske dužine). S obzirom na geografsku širinu na kojoj se nalazi, Zagreb ima kraću godišnju insolaciju u odnosu na južniji dio Hrvatske.

Dostupno osunčanje je moguće očitati prema meteorološkim podacima tijekom određenog perioda za konkretnu geografsku lokaciju. Za meteorološku postaju Zagreb Maksimir trajanje sijanja Sunca po mjesecima 2024. godine i po danima prosinca 2024. godine prikazano je na Slici 8.



Slika 8. Trajanje sijanja Sunca po mjesecima 2024. godine (lijevo) i po danima prosinca 2024. godine (desno), meteorološka postaja Zagreb Maksimir. Izvor: Državni hidrometeorološki zavod. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=klel&Grad=zagreb_maksimir&Mjesec=12&Godina=2024 [Pristup 25. 4. 2025.].

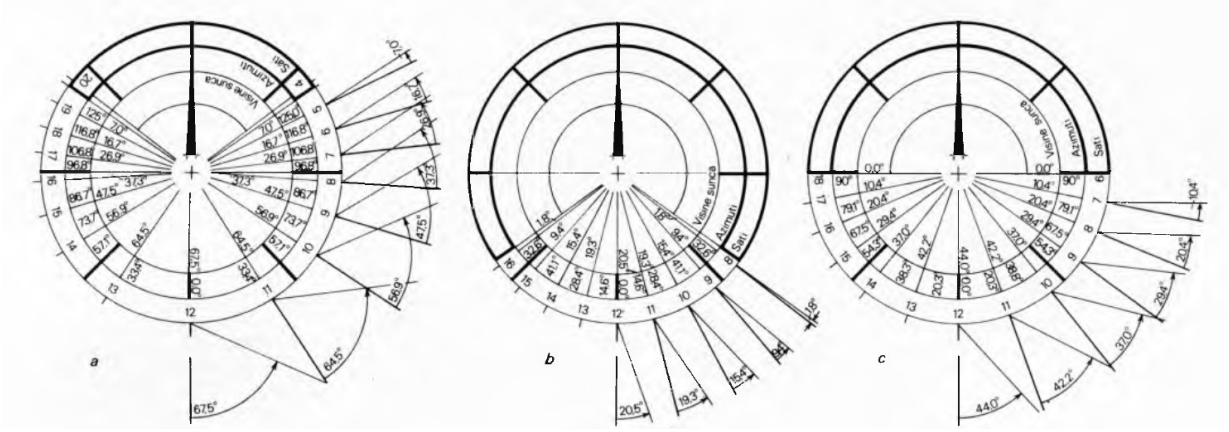
Tablica 4 pokazuje srednje mjesečne vrijednosti trajanja osunčanja za meteorološku postaju Zagreb Maksimir u periodu od 1949. do 2023. godine. Iz navedenih podataka se može iščitati da je srednja mjesečna vrijednost trajanja osunčanja u srpnju najveća i iznosi 284.7 sati, a u prosincu najniža i iznosi 49 sati (meteorološka postaja Zagreb Maksimir).

Tablica 4. Srednje mjesečne vrijednosti trajanja osunčanja za meteorološku postaju Zagreb Maksimir u periodu od 1949. do 2023. godine (suma, u satima). Izvor: Državni hidrometeorološki zavod. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci&param=k1&Grad=zagreb_maksimir [Pristup 25. 4. 2025.].

Siječanj	Veljača	Ožujak	Travanj	Svibanj	Lipanj	Srpanj	Kolovoz	Rujan	Listopad	Studeni	Prosinac
61,5	95,2	144,7	180,7	231,9	251,4	284,7	261,7	186,7	132,5	65,5	49,0

Tablica 4 pokazuje vrijednosti trajanja dostupnog osunčanja na određenoj lokaciji. Osunčanje unutarnje prostorije zgrade ovisi o nizu kriterija, kojima se bavi ovo istraživanje. Orijentacija otvora prostorije značajno utječe na trajanje mogućeg osunčanja.

Slika 9 i Tablica 5 prikazuju satne vrijednosti azimuta i visine Sunca za Zagreb na dane ljetnog i zimskog solsticija te proljetnog i jesenjeg ekvinocija.



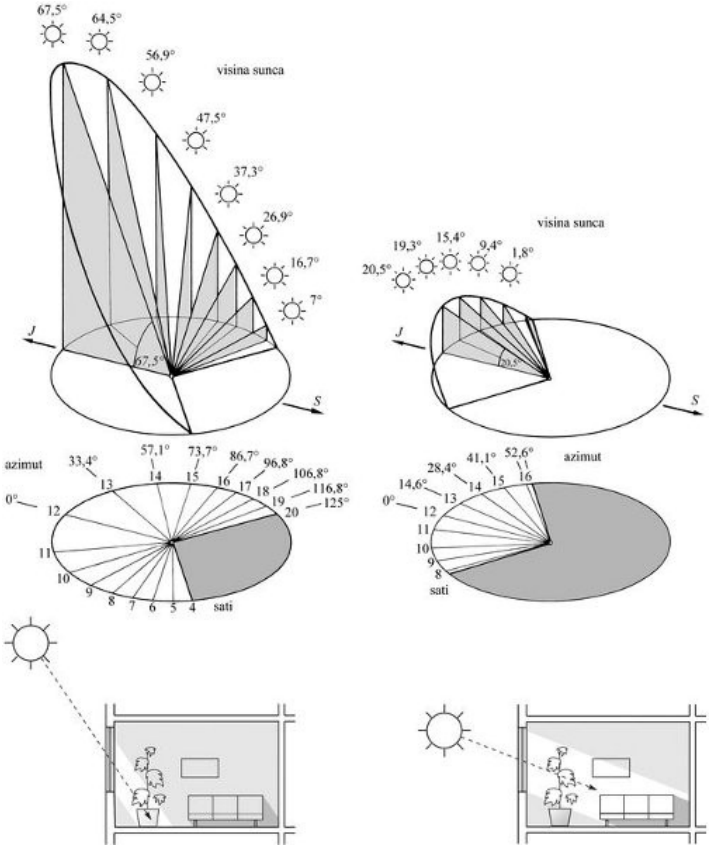
Slika 9. Azimuti i visine Sunca za Zagreb za dan: ljetnog solsticija (lijevo), zimskog solsticija (sredina) te proljetnog i jesenjeg ekvinocija (desno). Izvor: Hasanagić i Jakobović, 1979: 489.

Tablica 5. Azimuti i visine Sunca za Zagreb na dane ljetnog i zimskog solsticija te proljetnog i jesenjeg ekvinocija, po satima. Izvor: Frankol, 1976: 134; Hasanagić i Jakobović, 1979: 489. Obrada: S. Ostojić.

Sati u danu	21. ožujka i 23. rujna		21. lipnja		21. prosinca	
	Azimut Sunca	Visina Sunca	Azimut Sunca	Visina Sunca	Azimut Sunca	Visina Sunca
04 sata	-	-	125,0˚	-	-	-
05 sati	-	-	116,8˚	7,0˚	-	-
06 sati	90˚	0,0˚	106,8˚	16,7˚	-	-
07 sati	79,1˚	10,4˚	96,8˚	26,9˚	-	-

08 sati	67,5˚	20,4˚	86,7˚	37,3˚	52,6˚	1,8˚
09 sati	54,3˚	29,4˚	73,7˚	47,5˚	41,1˚	9,4˚
10 sati	38,8˚	37,0˚	57,1˚	56,9˚	28,4˚	15,4˚
11 sati	20,3˚	42,2˚	33,4˚	64,5˚	14,6˚	19,3˚
12 sati	0,0˚	44,0˚	0,0˚	67,5˚	0,0˚	20,5˚
13 sati	20,3˚	42,2˚	33,4˚	64,5˚	14,6˚	19,3˚
14 sati	38,8˚	37,0˚	57,1˚	56,9˚	28,4˚	15,4˚
15 sati	54,3˚	29,4˚	73,7˚	47,5˚	41,1˚	9,4˚
16 sati	67,5˚	20,4˚	86,7˚	37,3˚	52,6˚	1,8˚
17 sati	79,1˚	10,4˚	96,8˚	26,9˚	-	-
18 sati	90˚	0,0˚	106,8˚	16,7˚	-	-
19 sati	-	-	116,8˚	7,0˚	-	-
20 sati	-	-	125,0˚	-	-	-

Podaci o položaju Sunca i kutovima upada sunčevih zraka u odnosu na lokaciju zgrade za vrijeme određenog dana u godini olakšavaju planiranje i projektiranje zgrada u kontekstu osunčanja boravišnih prostora (Slika 10).



Slika 10. Azimuti i visine Sunca u Zagrebu za ljetnog (lijevo) i zimskog solsticija (desno). Izvor: https://enciklopedija.hr/clanak/insolacija#clanak (pristup 7. 10. 2025.).

Budući da se na geografskoj širini Zagreba Sunce tijekom cijele godine kreće južnim dijelom nebeskog svoda, sjeverno orijentirani otvori ne primaju izravno sunčevo zračenje. Kao što je prikazano na Slikama 9 i 10, Sunce ne zalazi u sjeverni dio horizonta. Posljedično, sjeverno orijentirane boravišne prostorije ovise isključivo o difuznoj dnevnoj svjetlosti, dok izravno osunčanje nije moguće ostvariti ni u jednom dijelu godine. Zbog toga takve prostorije u klimatskim uvjetima Zagreba nisu pogodne za smještaj boravišnih prostora za koje je potrebno osigurati ispunjavanje minimalnih higijensko-tehničkih zahtjeva za osunčanje.

3.3. Zasjenjenost otvora zgrade

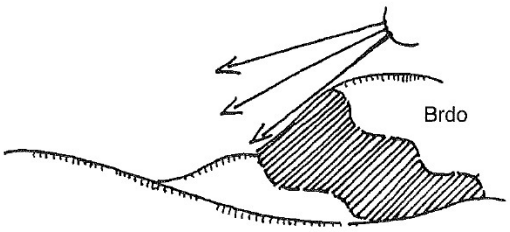
Istraživanja pokazuju da smještaj zgrade u prostoru u najvećoj mjeri utječe na trajanje insolacije u unutarnjim prostorima zgrada (Littlefair, 2001: 180). U istraživanju osunčanja nezaobilazan je element utjecaja zasjenjenja okolnim volumenima: izgradnjom, vegetacijom i topografijom (Hasanagić i Jakobović, 1979: 489; Hegger, 2003: 18). Tijekom prošlosti su zabilježeni primjeri utjecaja smještaja zgrade u prostoru i zasjenjenja okolnim volumenima na veličinu vanjskih otvora na zgradi. U literaturi se mogu pronaći primjeri s većim plošinama otvora u prizemlju zgrada, dok se ploština otvora smanjuje prema višim katovima jer je zasjenjenje okolnim volumenima slabije (Mardaljevic, 2021: 492). Utjecaj zasjenjenja okoline u kojoj se zgrada nalazi, osim na osunčanje, ima značajan utjecaj i na osvjetljenje i zagrijavanje unutarnjih prostorija zgrade te na vizuru korisnika zgrade. Zasjenjenje okoline utječe na ugodnost boravka te na potrošnju energije (za grijanje, hlađenje i rasvjetu) u zgradi (Šprah i Košir, 2020: 1). Zasjenjenje otvora zgrade okolnim volumenima ugrožava ostvarivanje prava na osunčanje te predstavlja izazov u gusto naseljenim urbanim sredinama (Hraška, 2019: 45).[23] Zasjenjenje otvora zgrade je potrebno valorizirati u odnosu na klimatske karakteristike pojedine lokacije.

3.3.1. Zasjenjenost otvora zgrade okolnom topografijom

Reljef ima značajan utjecaj na insolaciju okolnog prostora (Twarowski, 1962/1969: 27-38; Zhang, Chang i Liang, 2017: 2). Topografija terena na kojem se planira smještaj zgrade uvelike utječe na insolaciju prostorija unutar zgrade. Razlikuju se prisojna područja zemljišta, izložena osunčanju, i osojna područja, zaklonjena od sunčeva zračenja. Na Slici 11 prikazan je primjer

[23] Izvori literature navedeni u ovom potpoglavlju se uglavnom bave proučavanjem utjecaja zasjenjenja okoline na potrošnju energije u zgradama, ali se zaključci mogu iskoristiti i za utjecaj zasjenjenja na izloženost zgrada osunčanju.

zemljišta neprikladnog za stanogradnju zbog zasjenjenosti volumenom uzvisine tijekom većeg dijela dana.



Slika 11. Prikaz neprikladnog zemljišta za stanogradnju. Brdo zasjenjuje zemljište većim dijelom dana. Izvor: Prinz, 2006: 25.

3.3.2. Zasjenjenost otvora zgrade okolnom vegetacijom

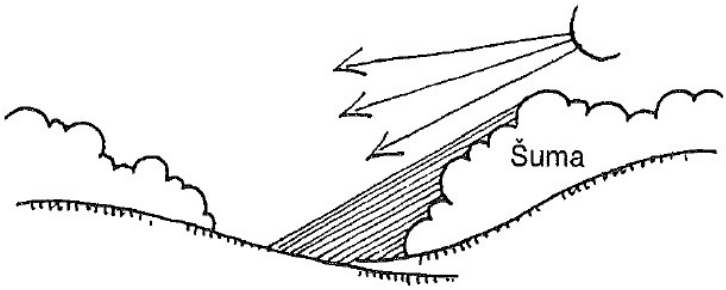
Povećanje zelenih površina u gradovima općenito je prihvaćeno kao učinkovita mjera ublažavanja globalnog zatopljenja i učinka urbanih toplinskih otoka[24] te smanjenja potrošnje energije u zgradama (Yumino i ostali, 2015: 248; Calcerano i Martinelli, 2016: 242). Mjere urbanog ozelenjavanja najčešće uključuju gradske parkove, drvorede, zelene krovove i pročelja te drveće u okolini zgrada. Visoko raslinje u blizini zgrade može smanjiti osunčanje, dostupnost prirodne svjetlosti i toplinskog doprinosa Sunčeve energije u unutarnjim prostorima (Twarowski, 1962/1969: 21-24). U toplijem dijelu godine zasjenjenje vegetacijom može biti korisno jer smanjuje pregrijavanje i povećava ugodnost boravka, dok u hladnijem dijelu godine može imati nepovoljan učinak jer smanjuje mogućnost prirodnog osvjetljenja i zagrijavanja prostora Sunčevom energijom. Prema dostupnoj literaturi (Abdel-Aziz, Al Shboul i Al-Kurdi, 2015: 140; Hsieh i ostali, 2018: 384), utjecaj zasjenjenja raslinjem ovisi o:

- vrsti vegetacije (listopadna[25] ili zimzelena),
- gustoći vegetacije,
- udaljenosti i visini vegetacije u odnosu na zgradu,
- smještaju (orijentaciji) vegetacije u odnosu na vanjske otvore zgrade.

[24] Učinak urbanih toplinskih otoka općenito se definira kao pojava akumulacije topline, koja predstavlja jednu od najupečatljivijih značajki klime u gradu, a primarno je posljedica urbanizacije, izgradnje i antropogenih aktivnosti (Yang i ostali, 2016: 11).

[25] Listopadna vegetacija omogućuje pasivno grijanje tijekom zime jer sunčeve zrake lakše prolaze kroz krošnje bez lišća.

Slika 12 ilustrira zemljište neprikladno za stanogradnju, zasjenjeno visokom šumskom vegetacijom.



Slika 12. Prikaz neprikladnog zemljišta za stanogradnju. Visoka šuma zasjenjuje zemljište, i utječe na prisutnost svježeg i vlažnog zraka. Izvor: Prinz, 2006: 25.

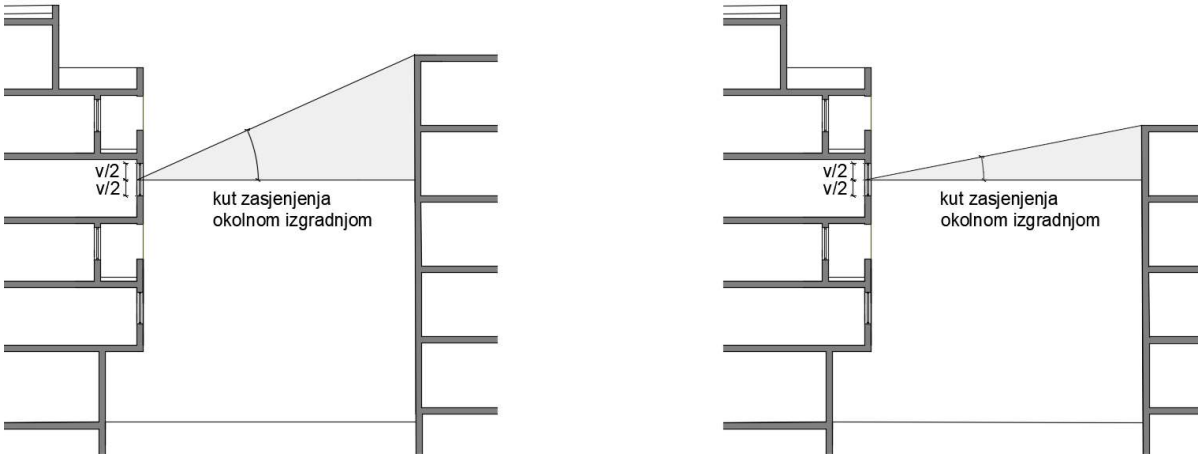
3.3.3. Zasjenjenost otvora zgrade okolnom izgradnjom

Istraživanja pokazuju da u današnje vrijeme otprilike polovina svjetske populacije živi u gradovima (Grimm i ostali, 2008: 756).[26] U izrazito urbaniziranim područjima kombinacija povećane gustoće izgradnje, visokih volumena i smanjenih razmaka zgrada dovodi do pojačanog zasjenjenja otvora zgrada (Littlefair, 2001: 184; Kongebro, 2012: 101; Hraška, 2019: 46; Lee i ostali, 2022: 16). Posljedica optimiziranja troškova građenja su često zgrade maksimalnih dozvoljenih gabarita s prostorijama velike tlocrtne dubine, što rezultira smanjenom insolacijom unutarnjih prostorija (Strømann-Andersen i Sattrup, 2011: 2011; Lee i ostali, 2022: 1). Osim onečišćenja zraka[27], zasjenjenje okolnom izgradnjom u urbanim, gusto izgrađenim područjima otežava ispunjenje zahtjeva osunčanosti boravišnih prostorija višestambenih zgrada (Twarowski, 1962/1969: 48). Pokazatelj zasjenjenosti okolnom izgradnjom je vertikalni kut zasjenjenja između horizontale iz polovice visine na unutarnjoj plohi otvora i pravca koji spaja tu točku s najvišom točkom susjedne zgrade. Slika 13 ilustrira

[26] 1900. godine udio urbane svjetske populacije iznosio je 10 %. Očekuje se da će u budućim razdobljima postotak svjetske urbane populacije rasti. Najviše stope rasta urbane populacije u posljednjem stoljeću dogodile su se na manje od 3 % globalne kopnene površine (Grimm i ostali, 2008: 756-757), što nedvojbeno utječe na kvalitetu boravka ljudi.

[27] Utjecaj onečišćenja zraka na insolaciju u urbanim područjima opisan je u ranijem poglavlju.

utjecaj urbanog kanjona (međusobnog razmaka zgrada u odnosu na njihovu visinu) [28] na zasjenjenje otvora na zgradi.



Slika 13. Primjer zasjenjenja otvora kao rezultat odnosa visine i međusobnog razmaka zgrada (urbanog kanjona). Prikaz određivanja kuta zasjenjenja okolnom izgradnjom (v – visina otvora).

U stambenim područjima će rizik od zasjenjenja biti veći u naselju s gusto građenim višestambenim zgradama u odnosu na zone mješovite gradnje (kombinacija visoke i niske izgradnje) ili kontaktne zone s niskom izgradnjom obiteljskih kuća (niska gustoća stanovanja). Propisivanjem kriterija međusobne udaljenosti zgrada u odnosu na njihovu visinu je moguće regulirati izgradnju novih zgrada u vidu osiguravanja prava na osunčanje u postojećim zgradama.[29]

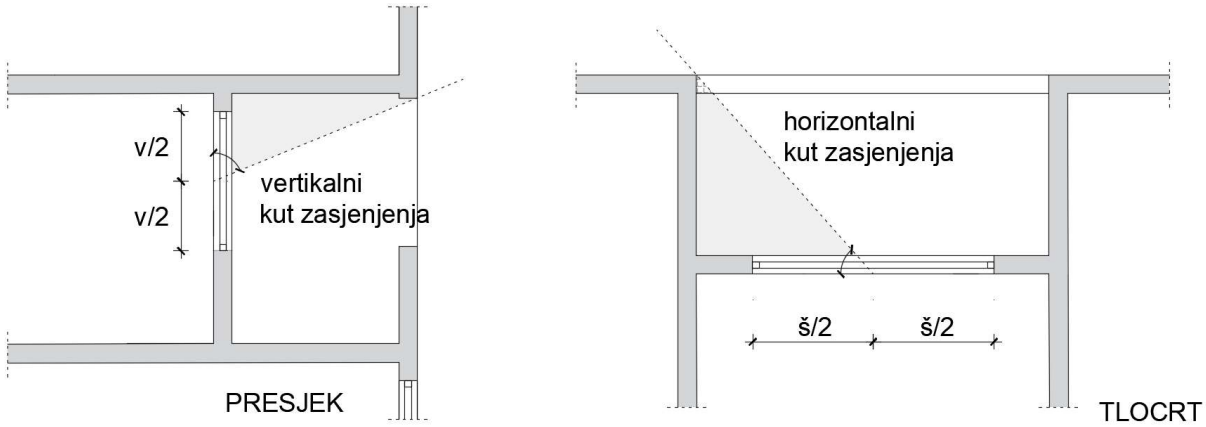
3.3.4. Zasjenjenost otvora geometrijom pročelja zgrade

Geometrija vanjske ovojnice (pročelja) zgrade može znatno utjecati na osunčanje unutarnjih prostorija zgrade. Lođe, balkoni i ostali istaci na pročelju zgrade mogu biti izvedeni tako da

[28] Urbani kanjon (engl. *urban canyon*) se geometrijski definira kao prostor između dvije susjedne zgrade i najčešće se opisuje omjerom visine zgrada (H) i širine ulice ili prostora između zgrada (W). Veća vrijednost omjera H/W označava tzv. efekt kanjona, s visokim zgradama u odnosu na širinu ulice, dok niža vrijednost omjera sugerira širu ulicu s nižim zgradama. Ovaj omjer može utjecati na različite aspekte urbanog okoliša, poput izloženosti zgrada sunčevu zračenju i vjetru te osjećaja skučenosti u javnim prostorima. Utjecaj omjera kojim je definiran urbani kanjon na osunčanje je veći u područjima udaljenijima od ekvatora zbog položenijeg kuta upada sunčevih zraka. Najviše vrijednosti omjera H/W=2 uglavnom se nalaze u povijesnim (srednjovjekovnim) dijelovima grada, poput prolaza i vrlo uskih dvorišta (Strømann-Andersen i Sattrup, 2011: 2011-2013).

[29] Europske preporuke za udaljenost među zgradama iznose: za zgrade u smjeru sjever-jug preporučena udaljenost iznosi 1,5 visinu zgrade koja baca sjenu; za zgrade u smjeru sjeveroistok-jugozapad preporučena udaljenost iznosi 2 visine zgrade koja baca sjenu; dok za zgrade orijentirane u smjeru istok-zapad preporučena udaljenost iznosi 2.5 visine zgrade koja baca sjenu. Prilikom primjene spomenutih preporuka potrebno je voditi računa i o geografskoj lokaciji zgrade te o drugim kriterijima koji utječu na zasjenjenje (Knežević i Kordiš, 1972: 103).

zasjenjuju vanjske otvore i otežavaju prolaz sunčevih zraka u unutarnje prostorije. Na Slici 14 nalazi se primjer zasjenjenja otvora koje nastaje pod utjecajem geometrije pročelja, u presjeku i tlocrtu. Pokazatelji zasjenjenosti geometrijom pročelja mogu biti vertikalni i horizontalni kutovi zasjenjenja. U presjeku je prikazano određivanje vertikalnog kuta zasjenjenja između vertikale položene unutarnjom plohom otvora i pravca koji spaja polovicu visine otvora s najudaljenijom točkom gabarita pročelja. U tlocrtu je prikazano određivanje horizontalnog kuta zasjenjenja između horizontale položene unutarnjom plohom otvora i pravca koji spaja polovicu širine otvora s najudaljenijom točkom gabarita pročelja.



Slika 14. Primjer zasjenjenja otvora kao rezultat geometrije pročelja. Prikaz određivanja vertikalnog i horizontalnog kuta zasjenjenja (v – visina otvora, š – širina otvora).

Značajan dio formiranja geometrije pročelja zgrade odnosi se i na sustave zaštite od prekomjernog utjecaja sunčevog zračenja, koji će biti obuhvaćeni zasebnim potpoglavljem u nastavku.

3.3.5. Zasjenjenost otvora sustavima za zaštitu od sunčevog zračenja

U zonama umjerenih klima s manjim brojem sunčanih sati godišnje boravišne je prostore stambenih zgrada potrebno projektirati da budu izloženi direktnom sunčevom zračenju kako bi se omogućilo pasivno zagrijavanje i osvjetljenje prostora, ostvarili higijenski uvjeti u prostoru te u isto vrijeme spriječila pojava pretjeranog blještavila i pregrijavanja prostora (Ne'eman, 1974: 159; Frankol, 1976: 131). Međutim, u toplijem dijelu godine može doći do prevelikog toplinskog opterećenja unutarnjeg prostora uzrokovanog većim intenzitetom sunčevog zračenja. Zaštita boravišnih prostorija od pregrijavanja ima značajnu ulogu u ostvarivanju

ugodnosti boravka u prostoru i uštedi energije za hlađenje, osobito u kontekstu klimatskih promjena.[30]

Prilikom projektiranja vanjske ovojnice zgrade i otvora potrebno je (između ostalog) postići ravnotežu između prirodnog zagrijavanja i osvjetljenja prostorija te sprječavanja pojave blještanja i pregrijavanja prostora. Pretjerano propuštanje sunčeva zračenja u unutarnji prostor može uzrokovati pregrijavanje, smanjiti razinu ugode korisnika i povećati potrošnju energije za hlađenje. Kako bi se osigurao ugodan boravak u prostoru i smanjila potreba za hlađenjem, često se primjenjuju odgovarajući sustavi zasjenjenja za zaštitu od sunčevog zračenja. Optimalno je da sustavi zasjenjenja budu smješteni s vanjske strane elementa otvora jer se time sprječava izravno zagrijavanje prozirne plohe elementa otvora (stakla) i prijenos topline u unutarnji prostor (Vrkljan, 1986: 107; Kim i ostali, 2012: 111). U protivnom će sustav hlađenja trošiti više energije kako bi se ostvarila zadovoljavajuća toplinska ugoda. Preporučuje se primjena pomičnih sustava zasjenjenja (Vrkljan, 1986: 107) čime se tijekom hladnijeg dijela godine omogućuje maksimalno iskorištavanje sunčeve energije za pasivno zagrijavanje i osvjetljenje prostora (Ne'eman, 1974: 164) bez negativnog utjecaja sustava zasjenjenja. Osunčanje unutarnjih prostorija u pravilu je poželjno, uz pretpostavku primjene pomičnih sustava zasjenjenja prilagođenih namjeni zgrade i klimatskim uvjetima lokacije. Takvi sustavi omogućuju pasivno zagrijavanje i osvjetljenje unutarnjih prostorija uz kontrolu blještanja i pregrijavanja (Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 92).[31] Uobičajeni sustavi zasjenjenja smješteni s vanjske strane elementa otvora uključuju rolete, brisoleje, žaluzine, kapke, tende, rebrenice, šalaporke, škure (grilje), lamele i slične elemente. Naprave smještene s unutarnje strane elementa otvora (unutarnje žaluzine, venecijaneri, zavjese i zastori), unutar transparentnog dijela elementa otvora (primjerice između dvaju stakala) ili reflektirajuća stakala mogu pridonijeti zaštiti od blještanja i povećanju vizualne ugode, ali ne štite učinkovito od pregrijavanja u uvjetima pojačane insolacije unutarnjih prostora (Schittich i ostali, 2007: 79).

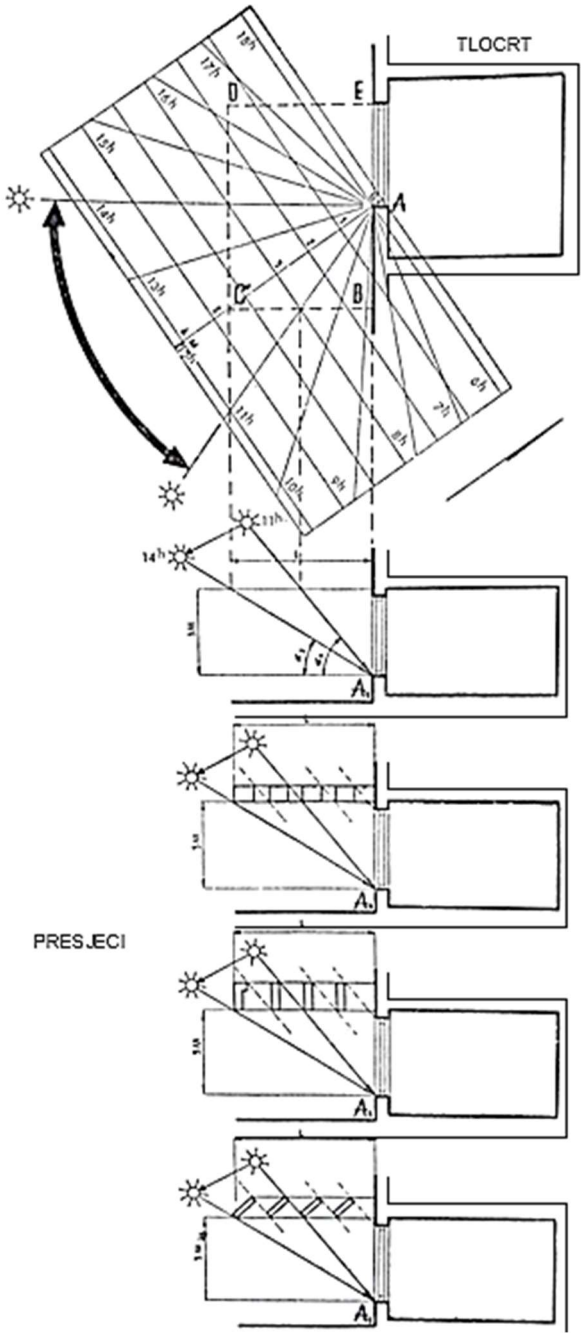
[30] „Pretjerano osunčavanje cijelog stana više šteti nego nedovoljno osunčavanje.” (Hasanagić i Jakobović, 1979: 489). Ljudski utjecaj na klimu značajno se povećava od druge polovice 18. stoljeća uslijed izgaranja fosilnih goriva, procesa urbanizacije, krčenja šuma i razvoja poljoprivrede. Posljedično je promijenjen kemijski sastav atmosfere, odnosno povećana je koncentracija stakleničkih plinova. Ove promjene uzrokovale su pojačani efekt staklenika, što je rezultiralo globalnim zagrijavanjem, topljenjem ledenjaka i porastom razine mora.

[31] Utjecaj blještanja i pregrijavanja u prostorijama je manji ako je korisnik i aktivnosti kojom se on bavi fleksibilniji, pa svoj položaj može prilagoditi uvjetima u prostoriji. Iz ovog razloga preporuke za trajanje osunčanja najčešće u obzir uzimaju navike korisnika prostorija i namjenu prostorija (Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 93).

Odabir sustava za zasjenjenje ovisi o nizu čimbenika, od kojih su najvažniji namjena prostorije, navike korisnika, orijentacija otvora prostorije te upadni kut sunčevog zračenja. U klimatsko-geografskom području kojem pripada Hrvatska, južno orijentirana pročelja se najčešće zasjenjuju horizontalnim zaštitama od visokog kuta upada sunčevih zraka (Strižić, 1997: 260). Istočno i zapadno orijentirana pročelja se štite vertikalnim sustavima radi niskog kuta upada sunčevih zraka. Istočno i zapadno orijentirane prostorije su izuzetno osjetljive na pregrijavanje jer je kut upada sunčevih zraka gotovo okomit na ravninu pročelja (Hegger, 2003: 18). U tom slučaju sustav zasjenjenja mora biti projektiran da u potpunosti zaštiti pročelje od sunca te unutarnji prostor najčešće ne može biti isključivo prirodno osvijetljen, što je osobito istaknuto u toplijem dijelu godine.[32] U područjima s vrućim klimama je i na sjeverno orijentiranim pročeljima važno voditi računa o sustavima zasjenjenja. Idealno je da su sustavi za zasjenjenje riješeni tako da je moguć prolaz zraka (ventiliranje) između sustava zasjenjenja i elementa otvora, kako bi se spriječilo zadržavanje zagrijanog zraka u međuprostoru.

U svrhu zasjenjenja vanjskih otvora često se primjenjuju različiti istaci na pročelju. Duljina istaka za zaštitu od sunčeva zračenja proračunava se uzimajući u obzir upadni kut sunčevih zraka na dane proljetnog i jesenskog ekvinocija. Tako dimenzionirani istaci štite unutarnji prostor od izravnog sunčeva zračenja tijekom ljetnog solsticija, dok se zimi sunčeve zrake propuštaju u unutarnji prostor, što se smatra poželjnim u područjima sjeverne hemisfere (Frankol, 1976: 139). Na Slici 15 prikazan je primjer sustava horizontalnih brisoleja koji sprječava osunčanje jugozapadno orijentiranog otvora 21. ožujka, u razdoblju od 11 do 14 sati.

[32] Rješenje mogu biti visoko smješteni otvori (bazilikalno osvjetljenje) ili svjetlosne police. Svjetlosne police (engl. *light shelfs*) su naprave ili uređaji namijenjeni preusmjeravanju dnevnog svjetla u tlocrtnu dubinu prostora. Osnovu svjetlosne police čini ploha visoke refleksivnosti koja se postavlja iznad razine očiju u području nadsvjetla ili niže, približno na razini poda. Svjetlosna polica može biti unutarnja, vanjska ili kombinirana. Svjetlosna polica najviše je učinkovita kod prozora južne orijentacije, dok je njezina primjena manje pogodna za istočnu i zapadnu orijentaciju. Ovaj sustav može služiti za usmjeravanje difuznog dnevnog svjetla, kao i za preusmjeravanje izravnog sunčevog zračenja kada ujedno preuzima funkciju zasjenjenja, a djelomično i kontrolu bliještanja (Gojnik, 2012: 267).



Slika 15. Primjer različitih sustava horizontalnih brisoleja prikazanih u tlocrtu i presjeku. Brisoleji su konstruirani u skladu sa zahtjevom da za jugozapadno orijentirani otvor ne propuštaju sunčeve zrake na datum 21. ožujka, u periodu od 11 do 14 sati. Izvor: Twarowski, 1962/1969: 41.

Primjena sustava zasjenjenja doprinosi sprječavanju pregrijavanja prostora uz smanjenje prirodnog osvjetljenja unutarnjeg prostora (Frankol, 1976: 132). Važno je voditi računa i o održavanju sustava zasjenjenja kako bi se omogućilo pravilno korištenje tijekom duljeg perioda (Schittich i ostali, 2007: 78). Prilikom odabira vrste sustava zasjenjenja potrebno je uzeti u obzir

i utjecaj odabranog sustava na korisnikovu vizuru prema vanjskom prostoru koja ne bi smjela biti značajno narušena, pogotovo u boravišnim prostorijama stambenih zgrada.

3.4. Karakteristike boravišnih prostorija

Smještaj boravišne prostorije unutar zgrade, kao i njezin oblik, značajno utječu na trajanje i intenzitet osunčanja. Prostorije smještene uz vanjske uglove zgrade imaju mogućnost ostvarivanja višestrane orijentacije te izloženosti sunčevu zračenju tijekom različitih dijelova dana. Zbog prisutnosti dvaju ili više vanjskih zidova s otvorima, takve prostorije u pravilu ostvaruju dulje trajanje osunčanja u odnosu na prostorije smještene uz samo jedno vanjsko pročelje zgrade. Na osunčanje prostorije utječe i njezin položaj po visini zgrade. Prostorije na višim etažama manje su izložene zasjenjenju okolnom izgradnjom, vegetacijom i drugim preprekama te u pravilu ostvaruju dulje trajanje osunčanja od prostorija smještenih na nižim etažama. Stoga su pokazatelji kriterija smještaja prostorije unutar zgrade etaža na kojoj se prostorija nalazi te broj vanjskih zidova prostorije s otvorima kroz koje prodire sunčevo zračenje.

Oblik prostorije također utječe na stupanj osunčanja. Prostorije manje tlocrtne dubine omogućuju dublji prodor sunčevih zraka u unutarnji prostor, dok se povećanjem tlocrtne dubine smanjuje udio osunčane ploštine poda i povećava površina prostora koja ostaje izvan dosega izravnog sunčeva zračenja. Osim tlocrtne dubine, važan je i odnos širine i visine prostorije, budući da određuje geometriju prostora kroz koju se sunčevo zračenje širi nakon prolaska kroz vanjski otvor. Pokazatelj kriterija oblika prostorije stoga je odnos njezine širine, tlocrtne dubine i visine, odnosno odnos unutarnjih dimenzija prostorije.

3.5. Karakteristike elemenata otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje

Otvori se definiraju kao „…proboji u stijeni, zidu, ogradi, stropu, podu i krovu, koji mogu biti otvoreni ili zatvoreni s posebnim ugrađenim elementima (prozori, vrata i sl.)…” (Vrkljan, 1986: 105). Ovo istraživanje se bavi vanjskim otvorima, dijelovima vanjske ovojnice zgrade. Vanjska ovojnica zatvara unutarnji prostor zgrade te ga odvaja od utjecaja okoline i atmosferilija. Elementi otvora su dijelovi ovojnice kroz koje u unutarnji prostor ulaze svježi zrak i sunčevo zračenje stoga njihove karakteristike imaju važnu ulogu u moderiranju mikroklimatskih uvjeta i ugodnosti boravka u unutarnjem prostoru. Obilježja vanjskih elemenata otvora direktno utječu na osunčanost unutarnjih prostora (Twarowski, 1962/1969: 21, 48), na propuštanje dnevnog

svjetla u prostor[33] te na potrošnju energije (za grijanje, hlađenje i rasvjetu) u zgradama, jer su ostakljeni dijelovi ovojnice podložniji djelovanju klimatskih uvjeta (Hegger, 2003: 20; Poirazis, Blomsterberg i Wall, 2008: 1161, 1169). U kontekstu ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva u boravišnim prostorijama, preporučuje se ugradnja elemenata otvora koji se mogu otvoriti, kako bi se olakšao prolaz sunčevog zračenja iz vanjskog u unutarnji prostor (Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1248).[34] Pri odabiru elemenata otvora potrebno je uzeti u obzir različite zahtjeve koje je potrebno ispuniti u odnosu na namjenu prostorije (i zgrade) te klimatsko područje u kojem se zgrada nalazi.[35]

3.5.1. Veličina otvora

Veličina otvora kroz kojeg prolazi direktno sunčevo zračenje utječe na insolaciju unutarnjeg prostora (Twarowski, 1962/1969: 21): kod većih ploština otvora se očekuje dulje trajanje insolacije u unutarnjem prostoru. Veća ploština otvora na vanjskoj ovojnici često rezultira povećanom potrošnjom energije za grijanje i hlađenje u stanu ili zgradi (Poirazis, Blomsterberg i Wall, 2008: 1169; De Luca, Dogan i Kurnitski, 2018: 63).[36] Standardom Američkog društva inženjera za grijanje, hlađenje i klimatizaciju[37] je 2019. godine ograničen maksimalni udio ploštine prozora u vanjskom zidu na vrijednost 0.40 kako bi se ograničila potrošnja energije (Lee i ostali, 2022: 1). Veličina otvora se često određuje kroz odnos ploštine (ostakljenog dijela) elementa otvora i ploštine poda prostorije ili odnos ploštine otvora i ploštine vanjskog zida.[38] Često se preporučuje da (za optimalno propuštanje sunčevog zračenja) minimalna veličina ostakljenog dijela elementa otvora iznosi 1/7 do 1/5 podne ploštine prostorije pri čemu se ne uzimaju u obzir ostakljene površine do visine od 0,50 m iznad završenog poda. Za ispunjavanje

[33] Osim samih otvora potrebno je paziti na materijalizaciju, boju i obradu unutarnjih površina prostorija koje refleksijom ili apsorpcijom utječu na stvarnu razinu svjetla i postizanje vizualne ugodnosti u zatvorenom prostoru.

[34] Otprilike 30 – 40 % UV zračenja dospije s vanjske na unutarnju plohu stakla (Goromosov, 1970: 55).

[35] Osim ispunjavanja fizioloških zahtjeva (propuštanja sunčevog zračenja i zraka), prilikom odabira elementa otvora bi trebalo u obzir uzeti i psihološke zahtjeve korisnika prostora (unutarnji karakter prostora, mogućnost vanjske vizure) (Ne'eman, 1974: 161; Frankol, 1976: 88).

[36] U tradicionalnoj arhitekturi često svjedočimo utjecaju klimatskih uvjeta (u kojima se zgrada nalazi) na veličinu otvora na zgradi. U područjima umjerenih klima otvori su većih dimenzija od onih u područjima ekstremnih klimatskih uvjeta kako bi se osigurala ugodnost boravka u unutarnjem prostoru. Tehnološki napredak i utjecaj globalizacije je u drugoj polovini 20. stoljeća doveo do pojave zgrada s potpuno ostakljenim pročeljima, neovisno o klimatskoj zoni u kojoj se nalaze (Mardaljevic, 2021: 492). Ugodnost boravka u potpuno ostakljenim zgradama se postizala oslanjanjem na sustave hlađenja i povećanu potrošnju energije.

[37] ANSI/ ASHRAE/ IES, 2019. ANSI/ASHRAE/ IES Standard 90.1-2019, Energy Efficiency Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.

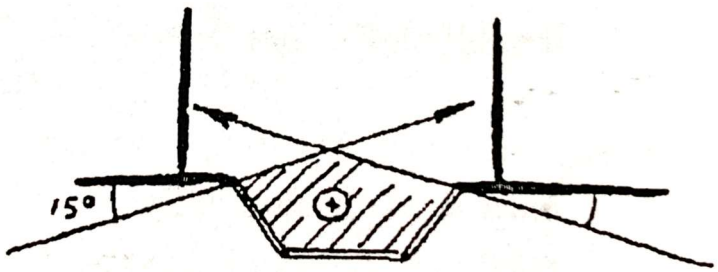
[38] Engl. *window-to-floor area ratio* (*WFR*) ili *window-to-wall ratio* (*WWR*).

uvjeta osunčanja prostorije nije dovoljno samo odrediti veličinu otvora jer taj kriterij ne uzima u obzir moguće zasjenjenje i ostale karakteristike otvora (orijentaciju, oblik i položaj otvora, itd.) te konkretnu lokaciju na kojoj se zgrada nalazi (Vrkljan, 1986: 106; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 4).

Pokazatelj kriterija veličine otvora u ovom istraživanju bit će dimenzije otvora, ali i odnos ploštine otvora i neto ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi (WFR) te odnos ploštine otvora i neto ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi.

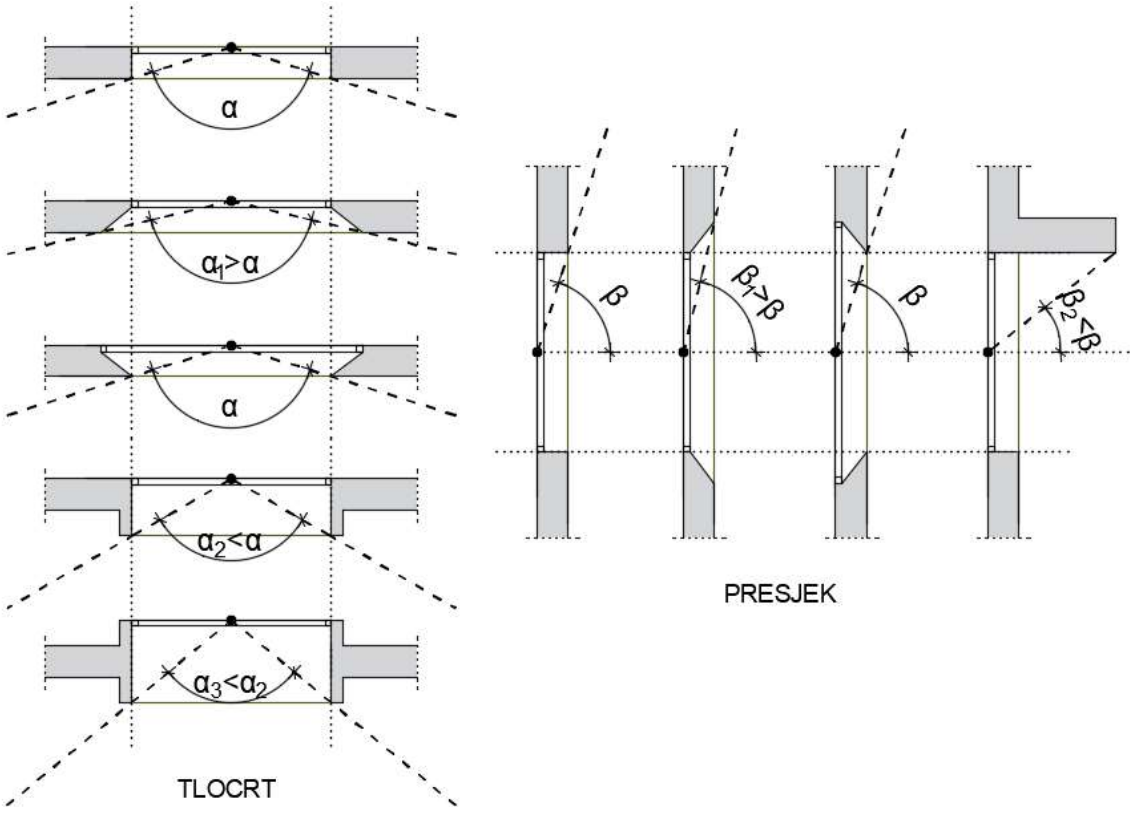
3.5.2. Oblik i položaj otvora

Otvori kroz koje prodire sunčevo zračenje mogu biti položeni vertikalno, horizontalno ili koso u odnosu na ravninu poda prostorije u kojoj se nalaze. Zbog upadnog kuta sunčevih zraka kroz horizontalno i koso položene otvore prodire veća količina izravnoga sunčeva zračenja. Na osunčanje prostorije utječe i oblik otvora (izdužen ili kvadratni, uspravan ili polegnut), ovisno o upadnom kutu sunčevih zraka. Na Slici 16 prikazan je primjer južno orijentiranoga vanjskog otvora u tlocrtu, s prikazom položaja ranojutarnjih i kasnovečernjih sunčevih zraka na dan ekvinocija. Prikazani otvor, istaknut prema vanjskom prostoru u odnosu na ravninu pročelja zgrade, omogućuje produljenje trajanja osunčanja prostorije.



Slika 16. Primjer južno orijentiranog vanjskog otvora u tlocrtu, s prikazom položaja ranojutarnje ili kasnovečernje sunčeve zrake na dan ekvinocija. Prikazani primjer vanjskog otvora, istaknutog prema vanjskom prostoru (u odnosu na ravninu pročelja zgrade) omogućuje produljenje trajanja osunčanja prostorije. Izvor: Strižić, 1997: 258.

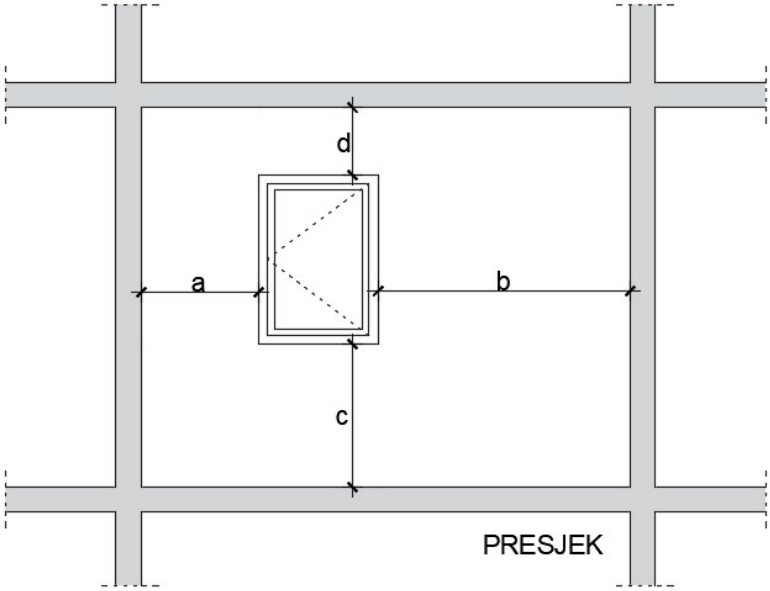
Geometrija otvora u kojeg se ugrađuje element otvora na vanjskoj ovojnici zgrade značajno utječe na osunčanje unutarnjih prostorija (Slika 17).



Slika 17. Prikaz utjecaja geometrije pročelja zgrade i geometrije otvora na upadni kut sunčevih zraka u tlocrtu (lijevo) i presjeku (desno). Izvor: Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 92. Obrada: S. Ostojić.

Ovo istraživanje će obuhvatiti primjere višestambenih zgrada s boravišnim prostorijama osunčanima vertikalno položenim otvorima u odnosu na ravninu poda prostorije u kojoj se otvori nalaze. Osunčanje horizontalno ili koso položenim otvorima je moguće uglavnom samo u stambenim jedinicama smještenim na zadnjim etažama višestambenih zgrada ili kod specifičnih tipova višestambenih zgrada (terasasta izgradnja), stoga se u ovom istraživanju neće razmatrati.

Pokazatelj kriterija oblika otvora u ovom istraživanju bit će odnos širine i visine otvora. Pokazatelj kriterija položaja otvora u ovom istraživanju bit će udaljenost rubova otvora do rubova zida na kojem se otvor nalazi, s unutarnje strane prostorije (Slika 18).



Slika 18. Pokazatelji kriterija položaja otvora u ovom istraživanju bit će udaljenosti rubova otvora do rubova zida na kojem se otvor nalazi, s unutarnje strane prostorije. Prikazan je vertikalni presjek prostorije s pogledom prema prozoru na vanjskom pročelju zgrade.

3.5.3. Orijentacija otvora

Gradnjom višestambenih zgrada se postiže veća gustoća naseljenosti i racionalnije korištenje zemljišta u odnosu na izgradnju individualnih obiteljskih kuća, a zajedničkim dijelovima zgrada (prostori komunikacija, krov, temelji, instalacije) postiže se i veća ekonomičnost takvih zgrada (Knežević, 1992: 243). Jedna od posljedica racionalnosti i ekonomičnosti prostorne organizacije stambenih jedinica (stanova) od kojih je načinjena višestambena zgrada je i manje povoljna orijentacija prostorija u odnosu na obiteljske kuće (Teodorović, 1957: 66; Twarowski, 1962/1969: 65).[39] U višestambenoj arhitekturi teže je ostvariti višestrano osunčanje boravišnih prostorija (u odnosu na individualnu stambenu gradnju), iz razloga ekonomične prostorne organizacije (Hasanagić i Jakobović, 1979: 490). U boravišnim prostorijama (pogotovo onima većih ploština) poželjno je osigurati otvore s dvije ili više strana kako bi se omogućilo odgovarajuće osunčanje u različitim dijelovima dana kao i prirodno provjetravanje. Odabir orijentacije boravišne prostorije važno je uskladiti sa specifičnom namjenom prostorije.

[39] „Kolektivna stambena forma je kompromis. Optimalne biološke uvjete postizavamo u zgradama individualnog tipa, koji međutim, nije ekonomičan… jer je kompromis redovito usmjeren u korist niske cijene zgrade, a na štetu vrijednosti stana.” (Strižić, 1997: 143).

U prošlosti se mogu pronaći brojni primjeri smještaja zgrada u prostoru u cilju optimalne orijentacije i insolacije stambenih jedinica. Razdoblje Moderne karakteriziraju urbanistički standardi usmjereni na higijenske uvjete stanovanja (vidi poglavlje 4.2.1.). Le Corbusier je na trećem CIAM kongresu[40], održanom u Bruxellesu 1930. godine, promovirao projekt *Ville Radieuse*. Među ključnim elementima projekta bilo je i pravilno osunčanje gradskih blokova, postignuto heliotermnom rotacijom urbane mreže pod kutom od 19° u smjeru sjeveroistoka (Chiri i Giovagnorio, 2015: 4451-4452).[41] Primjeri specifičnog orijentiranja koji odudaraju od uobičajene orijentacije zgrada u smjeru sjever-jug ili istok-zapad se mogu pronaći i u Zagrebu. Ekvisolarno[42] postavljeni stambeni tornjevi u Veslačkoj ulici te u novozagrebačkim naseljima Trnsko i Zapruđe arhitekta Slavka Jelineka su rotirani kako nijedan stan ne bi imao prostorije orijentirane isključivo na sjever (Margaretić Urlić, 2009: 45, 53, 110).

Pravilna orijentacija zgrada te stanova i prostorija može u znatnoj mjeri doprinijeti optimalnoj insolaciji unutarnjeg prostora (Hasanagić i Jakobović, 1979: 490). Nemaju sve prostorije jednake zahtjeve za insolacijom. Važno je boravišnim prostorijama stana omogućiti optimalnu insolaciju orijentirajući ih na pravilnu stranu svijeta što će imati značajan utjecaj na smještaj i tlocrtnu organizaciju višestambene zgrade (Strižić, 1997: 53). Opće pravilo je da prostorija treba biti orijentirana na onu stranu svijeta koja osigurava njeno osunčanje u vrijeme korištenja (Knežević i Kordiš, 1972: 20). U umjerenim klimatskim zonama, poput Srednje Europe, idealna je južna orijentacija boravišnih prostorija stambenih zgrada.[43] Ovo pravilo ograničava mogućnosti racionalno-ekonomičnog korištenja urbanog zemljišta (Hegger, 2003: 18). Slika 19

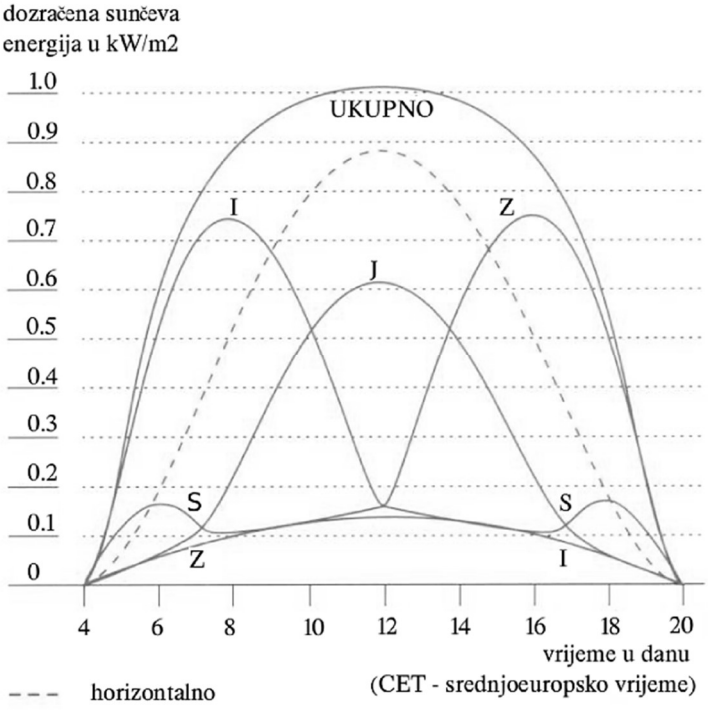
[40] Međunarodni kongres moderne arhitekture, međunarodna organizacija arhitekata osnovana 1928. u La Sarrazu u Švicarskoj radi promicanja načela moderne funkcionalističke arhitekture (franc. *Congrès internationaux d'architecture moderne)*.

[41] Prijedlog zarotiranih gradskih blokova je u skladu s teorijom heliotermne osi koju su razvili Pidoux, Rey i Barde, objavljenom 1928. u knjizi *La science des plans de villes*. Iako ju nikad nije jasno isticao kao referencu, navedena teorija je Le Corbusieru poslužila kao znanstvena podloga za brojne prijedloge smještaja zgrada u urbanim područjima (Chiri i Giovagnorio, 2015: 4451). Teorija heliotermne osi zagovara postavljanje osi zgrade u smjeru sjeveroistok-jugozapad, kako bi se smanjio utjecaj pregrijavanja kao posljedica izloženosti osunčanju sa zapada (Rey, Pidoux i Barde, 1928: 22). Prema heliotermnoj teoriji, rotiranje bi omogućilo pravilniju raspodjelu zagrijavanja jugoistočnog i sjeverozapadnog pročelja zgrade. Za područje Pariza je preporučena rotacija 19° u smjeru sjeveroistoka. Prema autorima bi se na ovaj način maksimalno iskoristilo sunčevo zračenje uz smanjenje učinka pregrijavanja. Naknadna istraživanja su dokazala neučinkovitost heliotermne teorije. Proračuni iz 2005. godine su pokazali da su istočno i zapadno pročelje zgrade izloženi podjednakom zagrijavanju samo u slučaju orijentacije dulje osi zgrade u smjeru sjever-jug (Harzallah i ostali, 2005: 7). Studija iz 2006. godine je također dokazala manjkavosti heliotermalne teorije i u pogledu izloženosti blokova dnevnom svjetlu (Montavon i ostali, 2006: 6).

[42] Ekvisolarna orijentacija zgrade, prema češkom arhitektu Karelu Hannaueru, podrazumijeva orijentiranje zgrade tako da je učinak osunčanja maksimalno iskorišten na svim pročeljima (Strižić, 1997: 258).

[43] Na južno orijentiranom pročelju ukupna količina energije insolacije je najveća zimi, u proljeće i jesen, dok je ljeti minimalna, što se smatra najvećom odlikom južne orijentacije (Strižić, 1997: 257).

pokazuje ukupnu dozračenu energiju Sunca na različito orijentirane zidove u srpnju za lokaciju smještenu na 50º sjeverne geografske širine, u uvjetima urbane atmosfere.[44] Dozračena Sunčeva energija je najveća na istočnoj orijentiranom zidu ujutro i na zapadnom popodne. Dozračena energija je na južno orijentiranom zidu nešto niža, s maksimumom u 12 sati (podne). Na sjeverno orijentiranom zidu je tijekom čitavog dana dozračena niska razina Sunčeve energije.

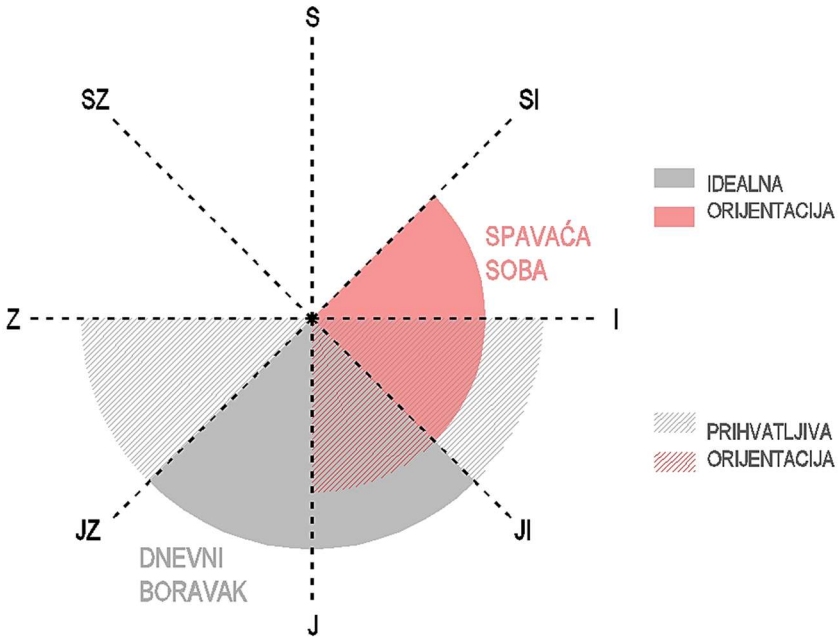


Slika 19. Ukupna dozračena sunčeva energija u kW/m^2 za različito orijentirane zidove u srpnju, za lokaciju smještenu na 50º sjeverne geografske širine, u uvjetima urbanog onečišćenja zraka. Izvor: Daniels, 2003: 202. Obrada: S. Ostojić.

Na Slici 20 su prikazane idealne i prihvatljive orijentacije otvora boravišnih prostorija stana u pogledu insolacije (Knežević i Kordiš, 1972: 20, 26; Bezak, Horvat i Beler, 2005: 160). Za dnevni boravak idealna orijentacija je jug s otklonom na jugoistok ili jugozapad. Istočna ili zapadna orijentacija dnevnog boravka se smatra relativno zadovoljavajuća, dok se sjeverna, sjeveroistočna ili sjeverozapadna orijentacija smatraju neprikladnima za dovoljnu razinu osunčanja. Pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje ima izlaganje direktnom jarkom jutarnjem

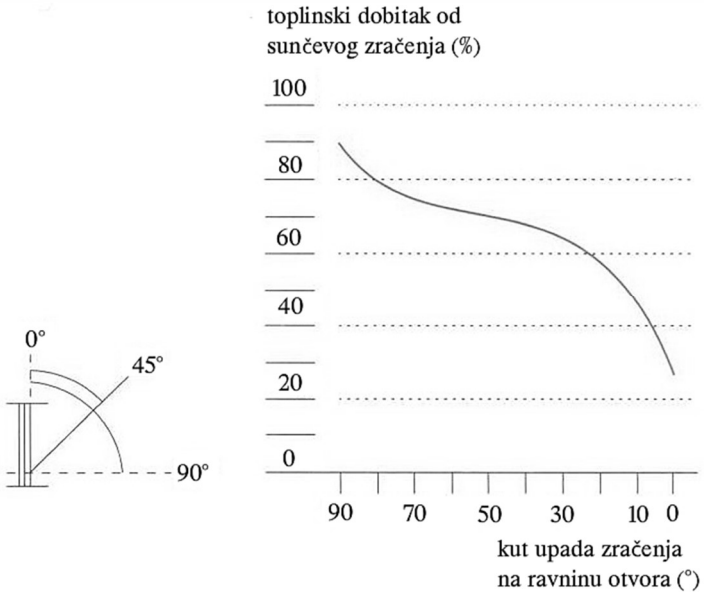
[44] U literaturi se spominje koeficijent zamućenosti atmosfere (engl. *turbidity coefficient*), kao stupanj onečišćenja zraka (česticama dima, prašine, vodene pare, ugljikovog dioksida) koji utječe na smanjenje intenziteta sunčevog zračenja. U uvjetima nezamućene atmosfere koeficijent iznosi T=1. Koeficijent zamućenosti atmosfere u ruralnim područjima iznosi 2.75, u urbanim područjima 3.5 i u industrijskim područjima 5.0. Podaci prikazani na Slici 19 se odnose na koeficijent zamućenosti atmosfere T=4 (Daniels, 2003: 202).

svjetlu čime se istočna orijentacija potvrđuje idealnom za spavaonice. Izloženost spavaonica antibakterijskom utjecaju UV dijela spektra sunčevog zračenja doprinosi ispunjavanju higijenskih zahtjeva. Otvori spavaćih soba mogu biti orijentirani i na jug i jugoistok, dok je zapadnu i sjevernu orijentaciju poželjno izbjegavati.



Slika 20. Idealna i prihvatljiva orijentacija otvora boravišnih prostorija stana u pogledu insolacije.

Idealne i prihvatljive orijentacije boravišnih prostorija stana su povezane s geografskom lokacijom na kojoj se zgrada nalazi i kutom upada sunčevih zraka. Na sjevernoj Zemljinoj polutki strme sunčeve zrake (s juga) u unutarnji prostor prodiru u manjoj mjeri u odnosu na položene sunčeve zrake (s istoka i zapada). Stoga je u ljetnom periodu godine zapadna orijentacija boravišnih prostorija stana nepovoljnija od južne radi dugotrajne insolacije i pregrijavanja prostora. Slika 21 pokazuje odnos toplinskih dobitaka od sunčevog zračenja i kuta upada na ravninu elementa otvora. Toplinski dobici od sunca su veći u slučajevima kada su sunčeve zrake bliže okomitom upadu na ravninu elementa otvora. Za sjevernu Zemljinu polutku ovo se odnosi na istočno i zapadno orijentirane otvore.



Slika 21. Odnos toplinskih dobitaka od sunčevog zračenja i kuta upada zračenja na ravninu elementa otvora. Izvor: Daniels, 2003: 203. Obrada: S. Ostojić.

3.5.4. Materijal elementa otvora

Vanjski otvori zgrade kroz koje prolazi sunčevo zračenje su najčešće sastavljeni od okvira i ostakljenja[45]. Udio ploštine prozirnog materijala u ploštini elementa otvora je proporcionalan propuštanju sunčevog zračenja kroz element otvora. Karakteristike transparentnog materijala elementa otvora (tekstura, debljina, boja i kemijski sastav) u velikoj mjeri utječu na propuštanje sunčevog zračenja u unutarnji prostor.[46] Od ukupnog sunčevog zračenja kojem je izložen neki element otvora, samo dio zračenja prođe kroz transparentni dio elementa otvora. Ovaj se proces naziva transmisijom sunčevog zračenja. Ostatak sunčevog zračenja se reflektira ili apsorbira.

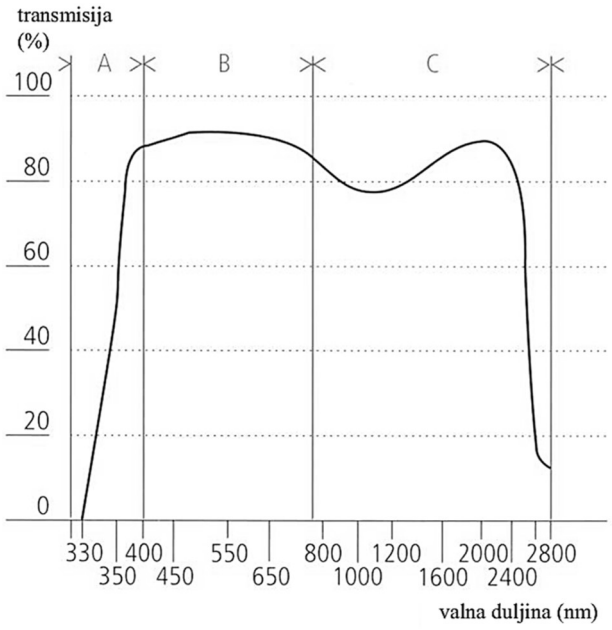
U suvremenoj proizvodnji stakla dominantan je tehnološki postupak, tzv. *float* postupak, koji svojom kvalitetom i proizvodnim kapacitetom nadmašuje sve ostale metode proizvodnje ravnog stakla (Arnaudovski i Laslo, 1992: 232*)*. *Float* staklo[47] u potpunosti apsorbira sve valne

[45] Ovim istraživanjem će se obuhvatiti ostakljeni elementi otvora. Istraživanje neće obuhvatiti elemente otvora s drugim vrstama transparentnih ploha, kao npr. plastificiranim.

[46] Osim navedenog, i stupanj vanjskog i unutarnjeg onečišćenja transparentne plohe elementa otvora utječe na propuštanje sunčevog zračenja u unutarnji prostor. Vanjska nečistoća na staklima posljedica je lokalne zagađenosti atmosfere prašinom i dimom, dok je unutarnja nečistoća posljedica zagađenosti zraka unutar prostorije. Količina sunčevog zračenja koja prođe kroz element otvora koji se ne čisti nakon 6 mjeseci se može smanjiti i do 50 % (Hasanagić i Jakobović, 1979: 491).

[47] Ravno staklo proizvedeno tzv. *float* postupkom, izvlačenjem (prema engl. *float*: plutati). Staklena talina istječe iz peći preko širokoga izljeva između para valjaka i rasprostire se po površini metalne kupke od rastaljena kositra,

duljine kraće od 300 nm i dulje od 2500 nm (Schittich i ostali, 2007: 75). Slika 22 pokazuje postotak transmisije različitih valnih duljina sunčevog zračenja kroz standardno (prozorsko) staklo.



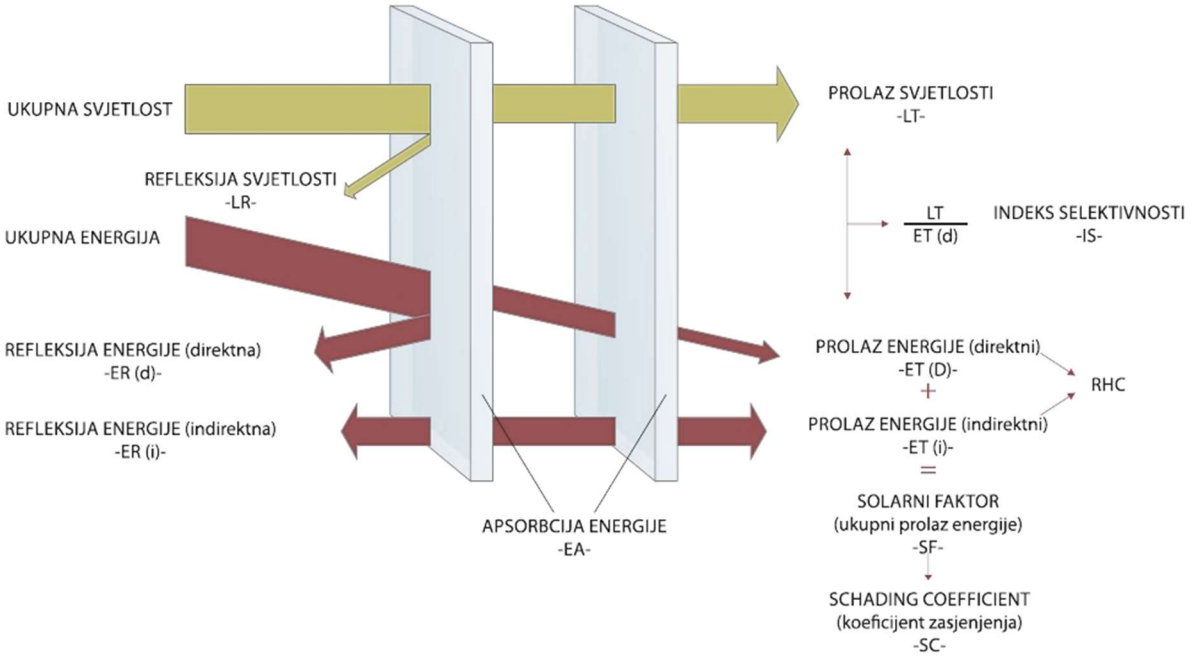
Slika 22. Transmisija različitih vrijednosti valnih duljina sunčevog zračenja kroz standardno (prozorsko) staklo. A: ultraljubičasto zračenje, B: vidljiva svjetlost, C: infracrveno zračenje. Izvor: Daniels, 2003: 204. Obrada: S. Ostojić.

Udio reflektiranog i apsorbiranog zračenja ovise o kutu upada sunčevog zračenja na ostakljenu plohu elementa otvora te o spektralnoj kompoziciji upadnog zračenja (Frankol, 1976: 154). Vrijednosti refleksije, apsorpcije i propuštanja sunčevog zračenja stakla se iskazuju za okomit upad sunčevog zračenja (pri čemu sunčeva zraka i ravnina stakla zatvaraju kut od 90º) i za područje osjetljivosti ljudskog oka[48]. Slika 23 ilustrira princip prolaska energije i svjetlosti kroz dvostruko staklo.[49]

čime se nakon hlađenja dobiva staklena ploča sa savršeno glatkim površinama. Postupak je 1959. godine razvila tvrtka Pilkington Brothers te je i danas u upotrebi.

[48] U skladu s Parry Moon krivuljom, za valne duljina vidljivog zračenja (380 do 780 nm) (1. dani stakla na Rijeci, 2000; Schittich i ostali, 2007: 75).

[49] U suvremenoj arhitekturi je na granici grijanog dijela zgrade prema negrijanom ili vanjskom prostoru obavezna upotreba IZO stakala kako bi se ispunio zahtjev racionalne uporabe energije i energetske učinkovitosti zgrade. IZO staklo je stakleni element sastavljen od više staklenih ploča odvojenih najmanje jednim, hermetički zatvorenim međuprostorom koji je ispunjen suhim zrakom ili inertnim plinom. Toplinski učinkovitija stakla, s nižom vrijednošću koeficijenta prolaska topline U (W/m^2K) slabije propuštaju sunčevo zračenje (Oesterle i ostali, 2001: 9).



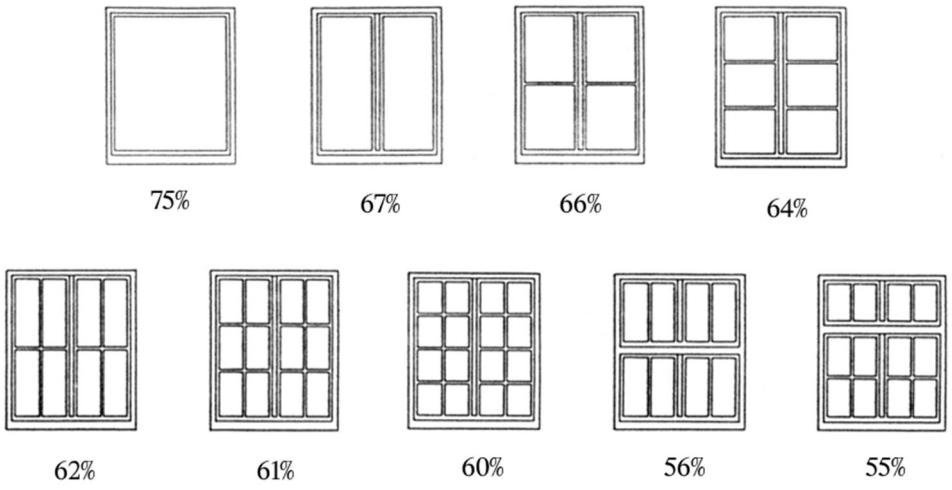
Slika 23. Princip prolaska energije i svjetlosti kroz dvostruko staklo. Izvor: https://kristal.eu/tehnicke-informacije/ (pristup 22. 12. 2025.). Obrada: S. Ostojić.

U suvremenoj se arhitekturi, u cilju energetske učinkovitosti zgrada, često koriste različiti premazi na vanjskim IZO staklima ili tonirano staklo koji doprinose sprječavanju prolaska sunčevog zračenja u unutarnji prostor.[50] Unutarnji sustavi zasjenjenja, tonirana stakla i različiti premazi na ostakljenju manje su učinkoviti u sprječavanju pregrijavanja unutarnjeg prostora od vanjskih sustava zasjenjenja, jer sunčevo zračenje prolazi kroz ostakljenje i zagrijava njegovu površinu.[51] Vanjski sustavi zasjenjenja reduciraju kontakt sunčevog zračenja s ostakljenjem te stoga učinkovitije smanjuju toplinske dobitke i rizik od pregrijavanja prostora.

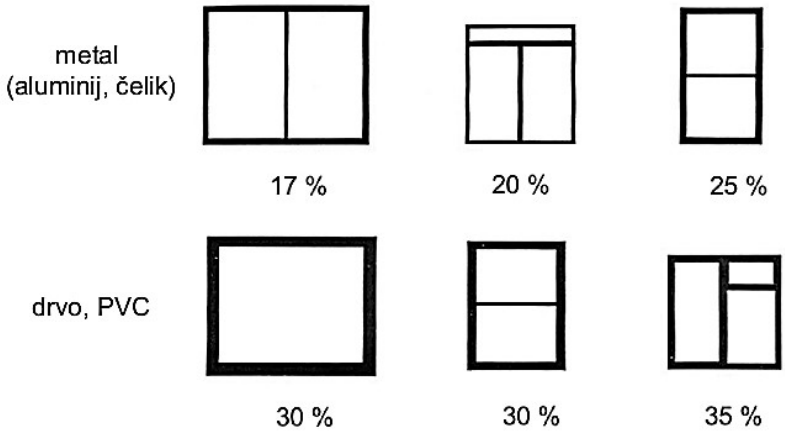
Odnos udjela ploštine stakla i okvira u ukupnoj ploštini elementa otvora također utječu na propuštanje sunčevog zračenja u unutarnji prostor. Udio okvira u ukupnoj ploštini elementa otvora se razlikuje ovisno o tehnologiji proizvodnje i tipu elementa otvora (Slika 24) te o materijalu okvira elementa otvora (Slika 25). Veći udio okvira (neprozirnog dijela elementa otvora) će rezultirati slabijim osunčanjem prostorije (Slika 26).

[50] Low-E premazi su premazi niske emisivnosti na staklenim plohama koji reflektiraju valne duljine infracrvenog dijela spektra sunčevog zračenja. Tonirano staklo (engl. *tinted glass*) značajno smanjuje prolazak sunčevog zračenja u unutarnji prostor u usporedbi s prozirnim staklom (Al-Harbi i ostali, 2023: 13).

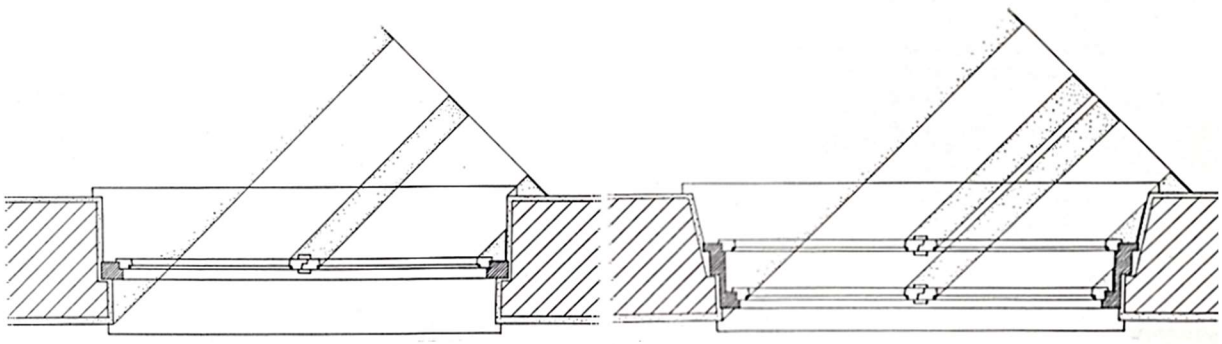
[51] Passivhaus Trust: Avoiding summer overheating, 2021., str. 10.



Slika 24. Udio ploštine ostakljenja u ukupnoj ploštini prozora s obzirom na broj krila i podjelu staklenih ploha. Izvor: Reitmayer, 1967: 19. Obrada: S. Ostojić.



Slika 25. Udio ploštine metalnih okvira u ukupnoj ploštini elementa otvora u pravilu je niži od okvira izvedenih u PVC-u ili drvu. Izvor: Beckett, Godfrey, 1974: 5. Obrada: S. Ostojić.



Slika 26. Utjecaj udjela okvira u ukupnoj ploštini različitih tipova elementa otvora na prolazak sunčevog zračenja u unutarnji prostor. Izvor: Reitmayer, 1967: 19. Obrada: S. Ostojić.

3.6. Sistematizacija čimbenika i kriterija koji utječu na osunčanje višestambenih zgrada

Na temelju analizirane literature uspostavljen je pregled kriterija za planiranje i projektiranje višestambenih zgrada koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija u njima. Utjecaj čimbenika i kriterija na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada je općepoznat i dokazan istraživanjima spomenutim u prethodnim potpoglavljima. U Tablici 6 su sistematizirani čimbenici i kriteriji za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.[52]

Tablica 6. Sistematizacija urbanističkih i arhitektonskih čimbenika i kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

Čimbenici	**Kriteriji**	**Obuhvat primjene kriterija**	**Obuhvaćeno analizom primjera [1]**
Klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade	Visina i azimut Sunca	Zgrada i njezina okolina	+
	Meteorološki uvjeti (naoblaka)		-
	Zagađenost zraka		-
Zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	Okolna topografija		-
	Okolna vegetacija		-
	Okolna izgradnja		+
	Geometrija pročelja zgrade [2]		+
Karakteristike boravišnih prostorija	Smještaj unutar zgrade	Stan i prostorija	+
	Oblik		+
Karakteristike vanjskih elemenata otvora	Veličina [3]		+
	Oblik		+
	Položaj na zidu prostorije		+
	Orijentacija		+
	Površinska nečistoća		-
	Materijali [4]		-

[1] Analiza primjera prikazana je u poglavlju 6.
[2] Uključujući nepomične sustave za zaštitu od sunčevog zračenja.
[3] Dimenzije otvora te odnos veličine otvora i dimenzija prostorije u kojoj se otvor nalazi.
[4] Vrsta stakla, udio stakla u otvoru.

[52] Prema Hrvatskoj enciklopediji, čimbenik (faktor) je uzrok, pokretačka snaga ili jedan od uvjeta ili elemenata neke pojave ili procesa. Kriterij je načelo (stajalište) po kojem se nešto ocjenjuje, prosuđuje, vrjednuje, raspoređuje (klasificira); mjerilo. U okviru ovog istraživanja čimbenik je okolnost koja utječe na trajanje osunčanja, a kriterij je mjerilo na temelju kojeg se valorizira trajanje osunčanja. Pokazatelj kriterija je brojčana ili kvalitativna vrijednost kojom se valorizira trajanje osunčanja.

Prilikom planiranja i projektiranja zgrade se u obzir uzimaju čimbenici koji utječu na osunčanje unutarnjih prostorija. U Tablici 6 su navedene četiri skupine čimbenika:

1. klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade,
2. zasjenjenost vanjskih otvora zgrade (topografijom, vegetacijom, izgradnjom, geometrijom pročelja zgrade),
3. karakteristike prostorija (smještaj prostorije unutar zgrade i oblik prostorije),
4. karakteristike elemenata otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje (veličina, oblik, položaj, orijentacija i materijali elementa otvora).

Svaka od skupina čimbenika obuhvaća kriterije čije preporučene vrijednosti utječu na osunčanje prostorija. Za klimatske uvjete na geografskoj lokaciji zgrade kriteriji su: visina i azimut Sunca, meteorološki uvjeti (naoblaka) te zagađenost zraka. Čimbenik zasjenjenosti vanjskih otvora zgrade određen je kriterijima zasjenjenja okolnom topografijom, vegetacijom, izgradnjom te geometrijom pročelja zgrade. Utjecaj karakteristika prostorija na osunčanje u njima određen je kriterijima smještaja prostorije unutar zgrade i oblika (odnosa širine, tlocrtne dubine i visine) prostorije. Čimbenik elementa otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje određen je kriterijima veličine, oblika, položaja, orijentacije i materijala elementa otvora. Čimbenike i kriterije za osunčanje unutarnjih prostorija je moguće grupirati s obzirom na obuhvat primjene pojedinog kriterija. Moguće je utvrditi dvije grupe obuhvata primjene kriterija za osunčanje:

1. primjena kriterija obuhvaća zgradu i njenu okolinu,
2. primjena kriterija obuhvaća stan i boravišnu prostoriju.

Čimbenici i kriteriji koji utječu na osunčanje unutarnjih prostorija zgrada, a odnose se na zgradu i njenu okolinu su:

- klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade (položaj Sunca određen azimutom i visinom, meteorološki uvjeti – razina naoblake te stupanj zagađenosti zraka),
- zasjenjenost vanjskih otvora zgrade (uzrokovana okolnom topografijom, vegetacijom, izgradnjom te geometrijom pročelja zgrade).

Čimbenici i kriteriji koji utječu na osunčanje unutarnjih prostorija zgrada, a odnose se na stan i boravišnu prostoriju su:

- karakteristike prostorije (smještaj unutar zgrade i oblik),
- karakteristike elementa otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje (veličina, oblik, položaj, orijentacija i materijali elementa otvora).

U Tablici 6 je navedeno i koji su čimbenici i kriteriji za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada obuhvaćeni računalnom analizom primjera (prikazanom u poglavlju 6). Osim meteoroloških uvjeta (naoblake) i zagađenosti zraka, ni zasjenjenost vanjskih otvora zgrade uzrokovana okolnom topografijom i vegetacijom, kao i površinska nečistoća i materijali vanjskih elemenata otvora (vrsta stakla, udio stakla u otvoru) neće biti obuhvaćeni analizom primjera. Navedeni kriteriji neće biti uključeni u analizu osunčanja jer predstavljaju lokacijski i vremenski promjenjive parametre koji nisu izravno povezani s urbanom morfologijom i prostornim odnosima, koji su predmet ovog istraživanja.[53] Kriteriji koji nisu obuhvaćeni analizom osunčanja podložni su sezonskim promjenama (naoblaka, zagađenost zraka, zasjenjenje vegetacijom), održavanju zgrade (površinska nečistoća stakla) i individualnim projektantskim odlukama (materijali vanjskih elemenata otvora). Njihovo uključivanje zahtijevalo bi dodatne simulacije i detaljne podatke koji prelaze zadani opseg rada te bi otežali usporedivost primjera. Predmet interesa analize primjera stoga ostaje na trajnim, mjerljivim i usporedivim prostorno-morfološkim parametrima izgrađenog okoliša koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija.

3.7. Zaključak

Poglavlje 3 obuhvaća pregled i sistematiziranje općepoznatih i istraživanjima dokazanih čimbenika i kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada. Kako bi se u zgradama maksimalno iskoristili pozitivni učinci osunčanja (ispunjenje higijensko-tehničkih uvjeta te osvjetljenje i zagrijavanje prostorija) te umanjili negativni učinci osunčanja (pojava blještanja i pregrijavanja u prostorijama), potrebno je utvrditi sve čimbenike i preporučene vrijednosti kriterija koji utječu na osunčanje prostorija. Čimbenici za osunčanje su: klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade, zasjenjenost vanjskih otvora zgrade, karakteristike

[53] Zasjenjenost vegetacijom je kriterij osunčanja koja se mijenja tijekom vremena, ovisno o godišnjem dobu, rastu i održavanju vegetacije, što otežava standardizaciju i usporedivost podataka. Dodatno, vegetacija se u urbanom prostoru često uklanja, presađuje ili mijenja, pa njezin utjecaj na osunčanje nije moguće dugoročno i pouzdano kvantificirati u okviru ovog istraživanja. Analizom primjera se neće razmatrati ni materijali vanjskih elemenata otvora, poput vrste stakla ili udjela stakla u otvoru. Navedeno se može objasniti činjenicom da se elementi otvora tijekom vremena često zamjenjuju te ih nije moguće sustavno standardizirati u okviru usporedne analize. Zasjenjenje topografijom također nije obuhvaćeno analizom primjera jer su radi olakšavanja usporedbe odabrani primjeri sličnog okruženja, bez reljefnih uzvisina u blizini.

prostorija te karakteristike elemenata otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje. Svaki od navedenih čimbenika za osunčanje obuhvaća kriterije čije preporučene vrijednosti utječu na stupanj osunčanja unutarnje prostorije. Kriteriji su podijeljeni s obzirom na obuhvat njihove primjene: primjena kriterija se odnosi na zgradu i okolinu u kojoj se zgrada nalazi ili primjena koja se odnosi na stan i prostoriju. Međusobni odnos spomenutih planerskih, urbanističkih i projektantskih čimbenika utječe na stupanj osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada. Analize primjera obuhvaćene kasnijim poglavljima će omogućiti valoriziranje utjecaja kriterija i njihovog međusobnog odnosa na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

4. PRIMJENA KRITERIJA ZA OSUNČANJE STAMBENIH ZGRADA

4.1. Uvod

Arhitektura nastaje pod utjecajem spleta društvenih, ekonomskih, zakonskih i tehnoloških okolnosti koje su vladale u vrijeme njezina nastanka (Vezilić Strmo, 2012: 51). Arhitektura je „…najpreciznija slika društvenih, političkih i ekonomskih odnosa u određenoj sredini…" (Silađin, 1989: 1). Navedene okolnosti i odnosi se mijenjaju tijekom vremena što rezultira razlikama u arhitekturi određenih razdoblja.

Propisi i preporuke mnogih država obuhvaćaju minimalne uvjete osunčanja unutarnjih prostorija radi ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva, ali i osiguravanja ugodnosti boravka u prostoriji.[54] „Postoji čvrsta veza između elemenata stambene politike, tehnologije građenja, higijensko-tehničkih standarda i ustroja stana. Ovu vezu moguće je egzaktno pokazati." (Korlaet, 2015: 169). Izostanak regulatornog okvira ili oslanjanje na instrumente koji omogućuju neopravdana izuzeća od primjene kriterija osunčanja mogu ozbiljno ugroziti ispunjavanje higijenskih uvjeta u unutarnjim prostorijama (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 4). Navedeni problem osobito dolazi do izražaja u uvjetima povećane gustoće izgrađenosti urbanih sredina. U Hrvatskoj nedostatak sustavne stambene politike negativno utječe na kvalitetu stambenog prostora. Nedovoljno osunčani stanovi u primjerima hrvatske suvremene stambene arhitekture (Korlaet, 2015: 167) upućuju na potrebu preispitivanja i vrednovanja pristupa primjeni kriterija osunčanja. Provedena valorizacija omogućit će utvrđivanje potrebe za unaprjeđenjem hrvatskih standarda osunčanja. U tu svrhu ovo poglavlje obuhvaća usporedbu aktualnih europskih pristupa primjeni urbanističkih i arhitektonskih kriterija koji utječu na osunčanje stambenih zgrada. Sustav tih kriterija izravno utječe na formiranje stambenoga prostora te na udobnost i dobrobit stanara. Uspoređuju se kriteriji obuhvaćeni prostorno-planskim, urbanističkim i arhitektonskim propisima i preporukama, s naglaskom na njihov doprinos ispunjavanju higijensko-tehničkih zahtjeva boravišnih prostorija. Motiv za istraživanje europskih standarda osunčanja proizlazi iz utvrđene redukcije zahtjeva primjene kriterija osunčanja u Hrvatskoj od kraja 20. stoljeća, što je prikazano u kasnijim poglavljima.

[54] Propis je usvojena i određena obveza koja uređuje odnose i postupke u društvu (Anić i ostali, 2002: 1061). Propisima su određeni zahtjevi koje zgrada mora ispuniti. Preporukama se savjetuje ispunjenje zahtjeva.

Analizom primjera ispitat će se utjecaj te redukcije na kvalitetu boravišnih prostorija u stanovima.

Rad analizira nacionalne propise, smjernice i odabranu znanstvenu literaturu relevantnu za insolaciju stambenih prostora u europskim zemljama. Metodologija istraživanja standarda za osunčanje podijeljena je na dva dijela:

1. komparativnu analizu aktualnih standarda u europskim zemljama, uključujući Hrvatsku,
2. evaluaciju primjene planerskih, urbanističkih i arhitektonskih kriterija koji utječu na insolaciju stambenih prostora.

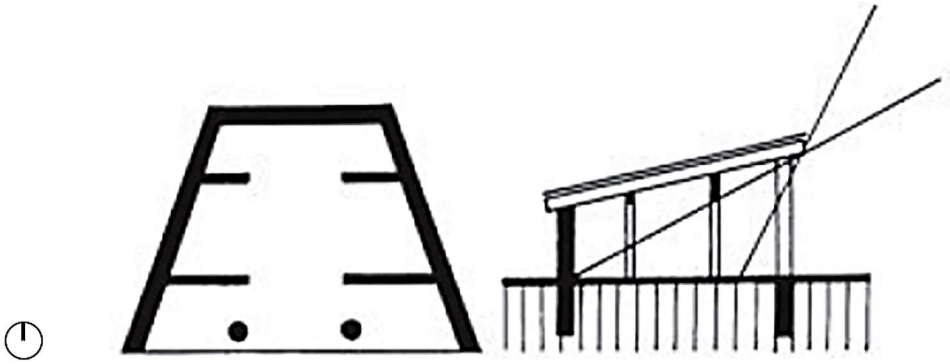
Prvi dio poglavlja obuhvaća identifikaciju i sistematizaciju europskih preporuka i propisa koji utječu na osunčanje, pri čemu su utvrđeni i uspoređeni kriteriji insolacije, njihove vrijednosti te modeli primjene kojima se osigurava odgovarajuća izloženost sunčevu zračenju u stambenim zgradama. Dodatno je razvijen okvir za procjenu pristupa primjeni kriterija osunčanja. Analitički okvir, utemeljen na obilježjima primjene kriterija, upućuje na regulatorne razlike te omogućuje analizu njihovih uzroka i posljedica.

Radi utvrđivanja utjecaja različitih pristupa primjeni kriterija osunčanja na ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva boravišnih prostorija provedena je detaljna povijesna analiza hrvatskih standarda za osunčanje. Analiza obuhvaća sistematizaciju hrvatskih standarda u četiri razdoblja od 1850. do 2024. godine. Time je utvrđen povijesni razvoj primjene kriterija osunčanja i valorizirane su promjene pristupa primjeni kriterija te okolnosti koje su na njih utjecale. Valorizacija hrvatskih standarda omogućuje utvrđivanje potrebe za unapređenjem primjene kriterija te prepoznavanje okolnosti koje utječu na njihovu provedbu..

4.2. Povijesni pregled preporuka za osunčanje stambenih zgrada

Osunčanje je od samih početaka arhitektonske povijesti utjecalo na odabir lokacije i orijentacije naselja i zgrade (Hegger, 2003: 15), kao i na oblik, konstrukciju i odabir materijala zgrade. Uz ostale klimatske karakteristike, osunčanje je određivalo razvoj regionalnih građevinskih stilova i tipova zgrada (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 1). U literaturi se često spominje primjer Sokratove kuće (megarona), čiji je oblik prilagođen kutu upada sunčevih zraka. Kompaktan oblik kuće obilježava trapezoidni tlocrt s maksimalno iskorištenom južnom orijentacijom i minimiziranom sjevernom površinom okrenutom od Sunca (Hegger, 2003: 14). Sjeverna

orijentacija spremišne prostorije omogućava nižu temperaturu za skladištenje hrane. Masivno građeni zidovi, podovi i stropovi imaju veliki kapacitet akumulacije topline, pa sprječavaju pregrijavanje unutarnjeg prostora u toplijem dijelu dana ljeti, što je osobito važno u područjima toplijih klima. Natkriveni trijem na južnoj strani osigurava sjenu kada je Sunce ljeti visoko na nebu, a zimi omogućuje nisko postavljenoj zraki Sunca prodor u unutrašnji prostor. Slika 27 prikazuje tlocrt i presjek Sokratovog megarona, s južno orijentiranim trijemom i prikazom ljetne (strme) i zimske (položenije) zrake Sunca.



Slika 27. Sokratov megaron, tlocrt i presjek (470.-399. g. pr. Kr.). Izvor: Hegger, 2003: 14. Obrada: S. Ostojić.

Tijekom povijesti su postojala određena urbanistička pravila koja su regulirala planiranje naselja i gradova, čija je primjena bila zadatak vladara i graditelja (Bašić, 2013: 39). Jedan od najranijih primjera je Vitruvijev spis *O arhitekturi* iz 1. st. pr. Kr. u kojem su navedena brojna pravila za planiranje, projektiranje i orijentaciju zgrada kako bi se ostvarilo osunčanje unutarnjih prostora (Vitruvius Pollio, 1. st. pr. Kr./1990: 18, 124, 129-130).[55] Prije Vitruvija su, još u 4. st. pr. Kr., Hipokrat i Sokrat istraživali pravilnu orijentaciju pročelja zgrada u svrhu kvalitetnijeg osunčanja (Twarowski, 1962/1969: 51; Montavon, 2010: 11, 13).

Tek nakon 1850. godine se uočava pojava urbanističkih standarda sličnih današnjima, što je posljedica utjecaja industrijske revolucije na način života i planiranje naselja (grada). Razdoblje industrijalizacije (1750. – 1850.) obilježeno je nekontroliranom gradnjom novih dijelova

[55] Marko Vitruvije Polion, (lat. Marcus Vitruvius Pollio) bio je rimski arhitekt i inženjer. Živio je u 1. st. pr. Kr. Autor je spisa O arhitekturi (*De architectura*), u 10 knjiga, nastao nakon 27. pr. Kr. Vitruvijev spis predstavlja jedini sačuvani antički prikaz arhitekture kao umjetnosti i praktične tehnike. Pisan je u doba najvišega uspona rimske arhitekture te je utjecao na formiranje arhitektonskih stilova kasnijih razdoblja (renesansa, klasicizam).

pojedinih gradova, što je dovelo do loših stambenih uvjeta, pogotovo higijenskih.[56] Veliki broj novosagrađenih stanova u to vrijeme je bio supstandardan, osobito u pogledu osunčanja i prirodnog provjetravanja (Strižić, 1997: 153; Bašić, 2013: 41). Nakon 1850. godine dolazi do razvoja urbanističkog zakonodavstva koje propisivanjem kriterija tlocrtne izgrađenosti i visine izgradnje pokušava riješiti probleme prethodnog razdoblja. U mnogim europskim državama (uključujući Hrvatsku) navedeni se kriteriji prvotno reguliraju građevnim redovima na državnoj razini (u periodu 1850. – 1860.), a nakon toga propisima na razini gradova, u smislu zoniranja i načina gradnje (Bašić, 2013: 46).

Rekonstrukcija Pariza pod vodstvom baruna Haussmanna u drugoj polovici 19. stoljeća se često navodi kao primjer unaprjeđenja urbanih higijenskih uvjeta.[57] Do sredine 19. stoljeća središnji dio Pariza obilježavala je srednjovjekovna struktura uskih ulica, što je uzrokovalo nepovoljne higijenske prilike. 1852. godine Napoleon III. povjerio je Haussmannu modernizaciju Pariza izgradnjom sigurnijih širokih avenija i bulevara. Nove su ulice omogućavale poboljšanje protočnosti prometa i kretanja vojnih postrojbi. Međutim, šire ulice su omogućile i napredak u pogledu higijenskih uvjeta u prenapučenom i epidemijama izloženom Parizu. Veći protok zraka te izloženost ulica i zgrada osunčanju su omogućili poboljšanje zdravstvenih uvjeta u centralnom dijelu grada (Bursa, 2022: 31). Jedan od primjera utjecaja zahtjeva za kvalitetnim osunčanjem na formiranje urbanog prostora je i New York. Gabarite velikog broja nebodera izgrađenih u New Yorku početkom 20. stoljeća karakterizira primjena načela odmaka[58] (sužavanja zgrada prema vrhu), čime se poštivala odredba propisa iz 1916. godine (engl. *1916 Zoning Resolution*) o osiguravanju osunčanja u gusto izgrađenom centru grada (Mardaljevic, 2021: 502; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 2).

4.2.1. Osunčanje u arhitekturi Moderne

U prvoj polovini 20. stoljeća (razdoblju moderne arhitekture) određeni su univerzalno poželjni prostorni standardi grada.[59] *Funkcionalni grad* bila je tema CIAM-ovog kongresa održanog

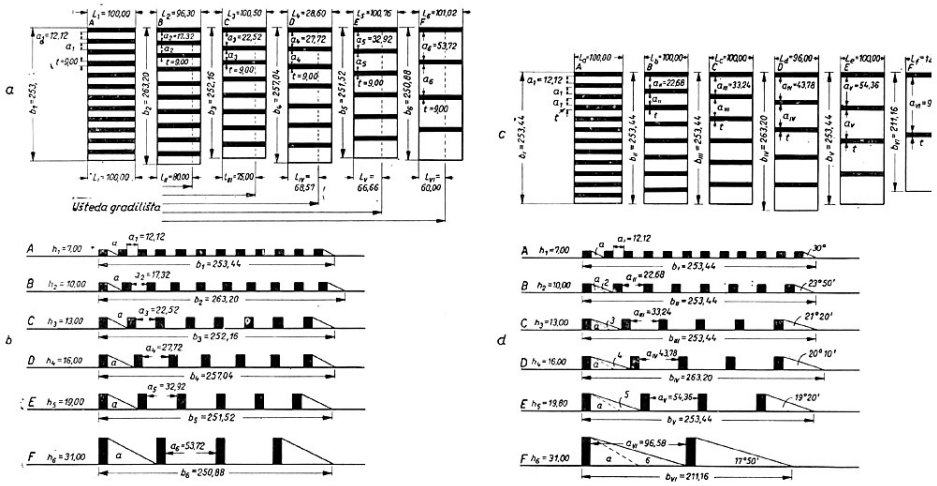
[56] Radi se o razdoblju snažnog rasta industrijske proizvodnje u kojem veliki broj ljudi doseljava u gradove. Rast industrijske proizvodnje dovodi do (u početku nekontroliranog) širenja gradova u industrijaliziranim zemljama Europe i Sjeverne Amerike (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 1).

[57] Francuski car Napoleon III. je imenovao prefekta Seine, baruna Georgesa-Eugènea Haussmanna da provede jednu od najvećih urbanih preobrazbi 19. stoljeća. Pokrenuti su sveobuhvatni javni radovi u Parizu, kako bi se poboljšali sanitarni uvjeti, opskrba vodom i odvodnja te prometna situacija u gradu.

[58] Engl. *setback principle*.

[59] Na Međunarodnom kongresu tuberkuloze održanom 1908. godine u Washingtonu je iznesen stav da orijentiranje prema Suncu mora biti jedan od osnovnih zahtjeva planiranja grada te da svaki stan ili kuća moraju biti izloženi

1933. godine na kojem je donesena Atenska povelja[60]. Grad je zoniran na osnovne funkcionalne grupe (stanovanje, rad, odmor, promet) te su prvi put definirani i minimalni higijenski zahtjevi za osunčanje[61] i prozračivanje (Hegger, 2003: 14). Točkom 26. Atenske povelje određeno je da bi svaki stan trebao biti osunčan minimalno dva sata dnevno za vrijeme zimskog solsticija 21. prosinca (Le Corbusier, 1957/1972: 47). Navedena odredba se smatrala preduvjetom za ishođenje građevinske dozvole, što je trebalo spriječiti projektiranje isključivo sjeverno orijentiranih stanova (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 2). U pojedinim se gradovima uočavaju prevelike gustoće stanovanja i propisuje se gradnja višekatnih stambenih zgrada s većom međusobnom udaljenošću kako bi se ostvarili minimalni zahtjevi osunčanja.[62] Walter Gropius je na CIAM-ovom kongresu održanom 1930. godine predstavio dijagram odnosa visine i udaljenosti između zgrada (Slika 28).



Slika 28. Dijagrami Waltera Gropiusa o odnosu međurazmaka zgrada i njihove visine, kongres CIAM, 1930. godina. Izvor: Perović, 1985: 35.

direktnom sunčevom zračenju. Arhitekti Moderne su se u svojim projektima često referirali na spomenute zaključke (Overy, 2007: 119).

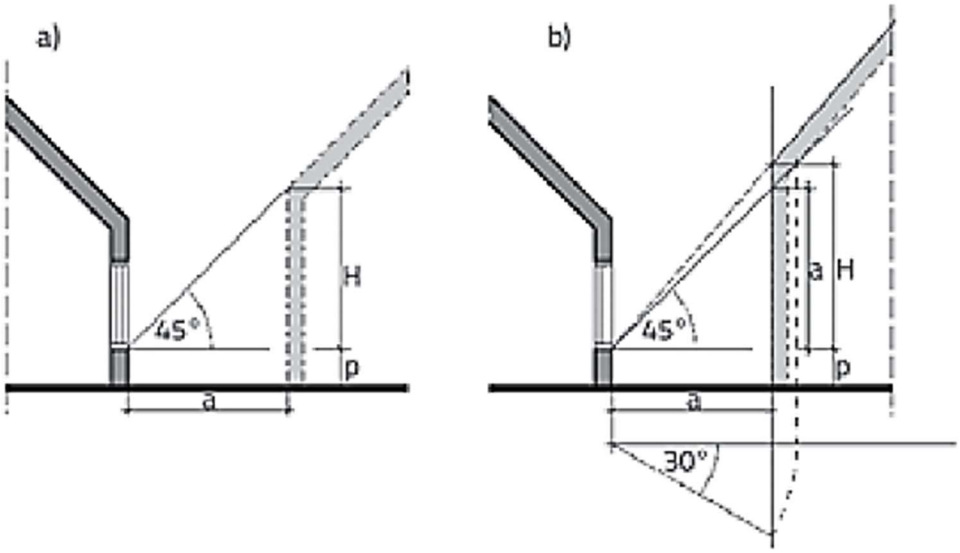
[60] Franc. Charte d' Athènes.

[61] Mnogi modernistički arhitekti su se bavili proučavanjem teme osunčanja u kontekstu ispunjavanja higijenskih zahtjeva. Njihovi radovi bili su pod značajnim utjecajem arhitekture sanatorija i liječenja bolesnika izlaganjem sunčevom zračenju (Hobday, 1997: 469-470; Overy, 2007: 99, 118, 120).

[62] Međurazmak zgrada jednak njihovoj dvostrukoj visini omogućio bi osunčanje 95 do 98 % stanova tijekom proljeća, ljeta i jeseni (Twarowski, 1962/1969: 48).

4.3. Analiza primjene kriterija za osunčanje stambenih zgrada u Europi

Mnoge europske države reguliraju izgradnju novih zgrada u cilju osiguravanja prava na sunčevu svjetlost u postojećim zgradama. U Velikoj Britaniji je još 1832. godine zakonom[63] onemogućena izgradnja kojom bi se blokirala direktna osunčanost postojeće zgrade (Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 835). U Pravilniku o izgradnji grada Beča iz 2012. godine[64] se jednostavnim izračunima određuje maksimalna dopuštena visina novih zgrada što sprječava preveliko zasjenjenje prizemnih prostorija postojećih zgrada (Slika 29).



Slika 29. Shema dopuštene visine nove zgrade u Beču: a) za sjevernu orijentaciju b) za zapadnu i istočnu orijentaciju. Izvor: Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837.

Ovaj dio rada usmjeren je na istraživanje primjene kriterija osunčanja u urbanističkom i arhitektonskom projektiranju kroz komparativnu analizu važećih i dostupnih europskih preporuka i propisa koji utječu na insolaciju stambenih zgrada. Analiza primjene kriterija osunčanja u stambenim zgradama obuhvatila je 22 europske zemlje, uključujući Hrvatsku. Klimatske, društvene i gospodarske okolnosti pojedine zemlje utječu na pristup temi osunčanja u procesima planiranja i projektiranja stambenih zgrada (Darula, Christoffersen i Malikova,

[63] Prescription Act je bio britanski zakon iz 1832. godine kojim se svakom vlasniku jamčilo pravo na dnevnu svjetlost (engl. *right of light*). Pravo na dnevnu svjetlost predstavlja stečeno pravo vlasnika nekretnine da zaustavi novu gradnju ako bi ona značajno umanjila prolaz prirodne svjetlosti kroz prozore koji su neprekidno bili osvijetljeni tijekom 20 godina u stambenim, odnosno 30 godina u poslovnim zgradama. U slučaju da vlasnik dokaže da mu je uskraćeno pravo na svjetlost može zahtijevati naknadu štete ili sud može naložiti novo rješenje ili uklanjanje dijela nove zgrade koji zasjenjuje postojeću zgradu (Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 834-835; Mardaljevic, 2021: 494).

[64] Njem. Bauordnung für Wien (Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837).

2015: 1246). Komparativna analiza aktualnih standarda obuhvatit će europske države različitih kulturnih, socioekonomskih i klimatskih konteksta u svrhu sveobuhvatnijeg razumijevanja primjene preporučenih kriterija za osunčanje. Istraživanje nije obuhvatilo zemlje izvan Europe kako bi se osigurala veća usporedivost rezultata, budući da europske zemlje dijele slične kulturne i institucionalne karakteristike. Uz navedeno, okvir za odabir analiziranih europskih zemalja temeljio se i na dostupnosti podataka. Cilj ovog dijela istraživanja je valorizirati uočene kriterije osunčanosti stambenih prostora, kroz analizu modela njihove primjene, kao i okolnosti koje utječu na razlike u preporučenim vrijednostima kriterija osunčanja. Ovakav pristup primijenjen je radi pojašnjenja uzroka i utjecaja uočenih razlika. Tablica 7 prikazuje analizirane europske standarde s obaveznom ili neobaveznom primjenom koji obuhvaćaju kriterije osunčanja s pripadajućim vrijednostima.[65]

[65] U sklopu rada na disertaciji, već je objavljen izvorni znanstveni članak posvećen temi valorizacije pristupa primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada, kroz komparativnu analizu europskih standarda. Ključne teze obrađene u članku prenesene su i proširene u disertaciji. Vidi: Ostojić, S., Veršić, Z. i Mrinjek Kliska, N. (2026.) 'Assessment of Criteria for Residential Buildings' Insolation: A Comparative Review of European Standards', Architecture, 6(1):34, str. 1-21. Dostupno na: https://www.mdpi.com/2673-8945/6/1/34 [Pristup 2. 3. 2026.].

Tablica 7. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni europskim preporukama i propisima: podjela s obzirom na obvezu primjene. Standardi na razini grada (naselja) su označeni sivo. Izvor: Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837; Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1247-1248; Kunkel i ostali, 2015: 70-78; Zierke, 2018; Hraška, 2019: 47-48; Šprah i Košir, 2020: 2, 17; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 4 te preporuke i propisi navedeni u ovoj tablici.

Država	Naziv preporuke / propisa	Kriteriji osunčanja s pripadajućim vrijednostima
		Obvezna primjena
Austrija	Richtlinien OIB-RL 3: Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz [1]	min. WFR 12 % [2]
		kut zasjenjenja 45°
	Bauordnung für Wien	maks. visina novih zgrada (da se onemogući pretjerano zasjenjenje prizemnih prostorija postojećih zgrada, uz iznimku postojećih zgrada s južne strane novih zgrada)
Belgija	Brussels Decree of 21 November	min. WFR 20 %
Bugarska	Закон за устройство на територията; Наредба № 7 от 22 декември 2003 г. за правила и нормативи за устройство на отделните видове територии и устройствени зони	min. WFR 14 %
		min. udaljenost između zgrada jednaka je visini zgrade
Češka	Prague Building Regulations	min. 1/3 ukupne ploštine svih stambenih prostorija u svakom stanu mora biti izložena direktnom osunčanju
		min. WFR 10 %
Finska	Decree on housing, accommodation and work premises	min. WFR 10 %
		kut zasjenjenja 45°
Francuska	Réglementation environnementale RE2020	min. WFR 17 % [3]
		udaljenost > 1 m od pročelja: u barem jednoj glavnoj prostoriji, stanar ima pogled prema van, što mu omogućuje da vidi i horizont i nebo
Hrvatska	Pravilnik min. teh. uvjeta za projektiranje i gradnju stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje	min. WFR 14 % [4]
	Generalni urbanistički plan Grada Zagreba	min. 2 h dnevno tijekom ljetnog solsticija (za svaki stan) [5]
Island	Reglugerð um (4.) breytingu á byggingarreglugerð	min. WFR 10 %
Italija	Ministerial Decree of Health	min. WFR 12,5 %
	Building regulation of the municipality of Milan	min. WFR 10 % (iznimno 12,5 %)
		kut zasjenjenja 60°
Njemačka	Berlin Building Code	min. WFR 12 %

Poljska	Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie	min. 3 h u periodu od 7:00 do 17:00 na dan proljetnog i jesenskog ekvinocija, u barem jednoj sobi; min. 1,5 h za stanove u gradu (ne odnosi se na stanove s jednom spavaćom sobom) kut zasjenjenja 60° min. WFR 12,5 %
Rumunjska	Ordin nr. 119 din 4 februarie 2014 pentru aprobarea Normelor de igienă și sănătate publică privind mediul de viață al populației	min. 1,5 h na datum 21. prosinca, za stanove u zgradi i okolnim zgradama (što se dokazuje studijom o osunčanju ako je udaljenost između susjednih zgrada manja ili jednaka visini najviše zgrade)
Slovačka	Regulation No. 532/2002 of the Ministry of Environment of the Slovak Republic; Standard: STN 73 4301:2005 Dwellings buildings	min. 1,5 h (u periodu od 21. ožujka do 22. rujna) min. WFR 10 %
Slovenija	Rules on Minimum Technical Requirements for the Construction of Apartment Buildings and Apartments	min. WFR 20 %
Srbija	Pravilnik o opštim pravilima za parcelaciju, regulaciju i izgradnju	nijedna zgrada ne smije ometati osunčanje druge zgrade u trajanju dužem od polovice ukupne dnevne izloženosti osunčanju
Španjolska	Compendio De Las Normas Urbanísticas Del Plan General De Ordenación Urbana De Madrid	min. WFR 12 %
Švicarska	Canton of Zürich Planning and Building Act (PBG) [6]	ograničeno zasjenjenje visokim zgradama u stambenim područjima min. WFR 10 % nije dozvoljena sjeverna orijentacija stanova (SZ–SI)
		Neobavezna primjena
Češka	Norma ČSN 73 4301:2004 Obytné budovy	min. 1,5 h na datum 1. ožujka i 21. lipnja ili ravnomjerno raspoređeno trajanje osunčanja u periodu od 10. veljače do 21. ožujka u trajanju min. 1,5 h dnevno (nove i postojeće zgrade) min. dimenzija prozora mora biti ≥ 90 cm (za krovne prozore ≥ 70 cm)
Danska	Bygningsreglementet 2018 (BR18)	min. WFR 10 %
Grčka	T.O.T.E.E. 20701-7/2021	min. 1 h na datum 21. veljače
Hrvatska	HRN EN 17037:2022 - Dnevno svjetlo u zgradama	min. jedna boravišna prostorija stana: 1,5 h (u periodu od 1. veljače do 21. ožujka)
Nizozemska	Daglichttoetreding en bezonning in de woonomgevmg 2005-BBE-R036.	min. 2 h dnevnog osunčanja (u periodu od 19. veljače do 21. listopada); min. 3 h dnevnog osunčanja (u periodu od 21. siječnja do 22. studenog) WFR 10 %
Njemačka	2007 Urban planning - assessing the impact of the planned construction on daylighting of adjacent rooms; Standard: DIN 5034-1: 2011-7	min. jedna prostorija stana: min. 4 h na datum 21. ožujka; 1 h mogućeg osunčanja na datum 17. siječnja (dodatni zimski kriterij) min. 2 h dnevno izloženosti prirodnom svjetlu, tijekom 250 dana u godini min. udaljenost zgrada je jednaka dvostrukoj visini zgrade

Rumunjska	Normativ privind proiectarea clădirilor de locuinţe NP 057/02	min. 2 h za barem jednu prostoriju, na datum 21. veljače ili 21. listopada
Švedska	Building and Planning's building regulations BBR	min. WFR 10 %
Ujedinjeno Kraljevstvo	BS 8206-2:2008; BS EN 17037; Site layout planning for daylight and sunlight: a guide to good practice (BR209), 2022; The “45-Degree Rule” in urban planning approval	min. 25 % mogućih sati osunčanja godišnje; min. 5 % mogućih sati osunčanja u razdoblju od 21. rujna do 21. ožujka
		min. 1,5 h osunčanja na dan procjene
		ako nova zgrada uzrokuje da trajanje izloženosti dnevnoj svjetlosti u susjednim zgradama padne ispod navedenog standarda i ispod 80 % trajanja koje je postojalo prije izgradnje, smatra se da predstavlja zapreku prirodnom osvjetljenju
		min. WFR 20 %
	London Housing Supplementary Planning guidance [7]	barem 1 boravišna prostorija svakog stana mora biti osunčana tijekom dijela dana

[1] https://www.oib.or.at/en/our-core-tasks/harmonization-of-building-regulations/
[2] WFR je odnos površine prozora i površine prostorije u kojoj se prozor nalazi (engl. *window to floor ratio*).
[3] U Francuskoj se kriterij min. WFR ne primjenjuje za stambene zgrade u zonama kulturne baštine.
[4] Primjenjuje se samo kod projektiranja i gradnje stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje.
[5] Vrijednosti izražene u satima se odnose na vrijeme trajanja osunčanja.
[6] Navedena pravila se ne odnose na zgrade u gradskom centru i zaštićene zgrade.
[7] Mogući izuzeci od primjene preporuka za osunčanje su centralni dijelovi grada s velikom gustoćom izgradnje.

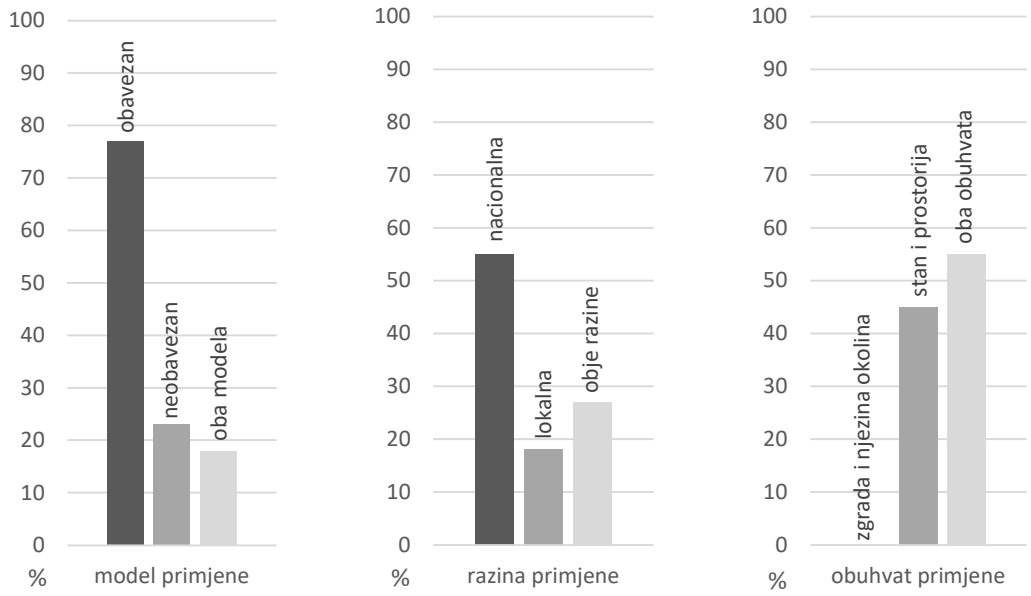
Podaci prikazani u Tablici 7 otkrivaju značajne razlike u primjeni kriterija za osiguravanje dovoljnog osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada u europskim zemljama. Na prvi pogled uočljive su razlike između obvezne i neobvezne primjene spomenutih kriterija. Nadalje, primjetne su i razlike u razini na kojoj se provodi primjena kriterija, bilo na nacionalnoj ili lokalnoj razini. Dodatne razlike pojavljuju se među utvrđenim tipovima kriterija, kao i u preporučenim graničnim vrijednostima koje služe kao parametri urbanističkog i arhitektonskog projektiranja. Analizirani kriteriji insolacije razlikuju se i prema obuhvatu primjene, pri čemu istraživanje identificira primjenu kriterija koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu, kao i kriterija koji obuhvaćaju stan i prostoriju. Sveukupno, uočene razlike odražavaju heterogene okvire primjene kriterija insolacije obuhvaćene regulatornim pristupima i planerskim praksama diljem Europe. Utvrđene varijacije se mogu objasniti različitim socioekonomskim i klimatskim uvjetima, čak i unutar jedne zemlje. Razlike u primjeni kriterija za osunčanje se mogu klasificirati i analizirati u pet kategorija:

- model primjene (obvezni ili neobvezni),
- razina primjene (nacionalna ili lokalna),
- obuhvat primjene (obuhvat zgrade i njezine okoline ili obuhvat stana i prostorije),
- tip i vrijednost kriterija.

U 17 europskih zemalja (77 %) od ukupno 22 analizirane, primjena kriterija osunčanosti stambenih zgrada je obavezna, kao što je prikazano na Slici 30. U pet zemalja (23 %) primjena kriterija osunčanosti je preporučena. U četiri zemlje (18 %) utvrđena su oba modela primjene, ovisno o tipu kriterija. S obzirom na razinu primjene kriterija, u 55 % analiziranih europskih zemalja primjena kriterija insolacije definirana je na nacionalnoj razini, u 18 % na lokalnoj razini, a u 27 % na obje razine. U pogledu obuhvata primjene kriterija insolacije, kriteriji koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu ne primjenjuju se samostalno. U 55 % analiziranih zemalja primjenjuju se u kombinaciji s kriterijima osunčanosti koji obuhvaćaju stan (prostoriju). Kriteriji osunčanosti koji obuhvaćaju stan (prostoriju) primjenjuju se samostalno u 45 % analiziranih zemalja. Komparativnom analizom primjene sustava kriterija osunčanosti stambenih zgrada u 22 europske zemlje utvrđena su dva pristupa osiguravanju uvjeta osunčanosti:

- određivanjem ulaznih vrijednosti kriterija osunčanja,

- određivanjem minimalnog vremena trajanja osunčanja kojim će rezultirati primjena kriterija.



Slika 30. Kriteriji osunčanosti stambenih zgrada: razlike u primjeni među 22 analizirane europske zemlje.

U standardima analiziranih država kod kojih je ispunjavanje uvjeta osunčanja u stambenim zgradama osigurano određivanjem ulaznih vrijednosti kriterija, utvrđeni su sljedeći tipovi kriterija osunčanja, navedeni prema zastupljenosti:

- kriteriji obuhvaćeni čimbenikom karakteristika elementa otvora kroz kojeg prolazi direktno sunčevo zračenje (minimalni WFR, minimalne dimenzije prozora),
- kriteriji obuhvaćeni čimbenikom zasjenjenosti otvora zgrade okolnom izgradnjom (maksimalna dopuštena visina novih zgrada, minimalna udaljenost zgrada, maksimalni kut zasjenjenja, ograničeno trajanje zasjenjenja susjednih zgrada ili parcela).

Navedeni kriteriji predstavljaju osnovni alat za osiguravanje dostatne osunčanosti boravišnih prostorija stambenih zgrada. Mogu se podijeliti u dvije kategorije koje odgovaraju različitim obuhvatima primjene:

- obuhvat zgrade i njezine okoline (kriteriji utjecaja zasjenjenja okolnih zgrada: maksimalni kut zasjenjenja, ograničeno zasjenjenje susjednih zgrada ili parcela, minimalna udaljenost između zgrada, maksimalna visina zgrada),
- obuhvat stana i boravišne prostorije (kriteriji karakteristika elementa otvora: minimalni WFR i minimalne dimenzije prozora).

Tablica 8 prikazuje analizirane podatke prema tipovima i vrijednostima kriterija osunčanosti utvrđenim u standardima 22 europske države te prema modelu i opsegu njihove primjene. Tipovi kriterija su poredani po zastupljenosti u analiziranim standardima za osunčanje, i grupirani prema obuhvatu primjene. Pripadajuće vrijednosti kriterija za osunčanje su poredane od nižih prema višim vrijednostima.

Tablica 8. Propisane ili preporučene vrijednosti kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada u različitim europskim državama ili gradovima. Kurzivom je označena neobavezna primjena kriterija. Izvor: Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837; Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1247-1248; Kunkel i ostali, 2015: 70-78; Zierke, 2018; Hraška, 2019: 47-48; Šprah i Košir, 2020: 2, 17; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 4 te preporuke i propisi navedeni u ovoj tablici.

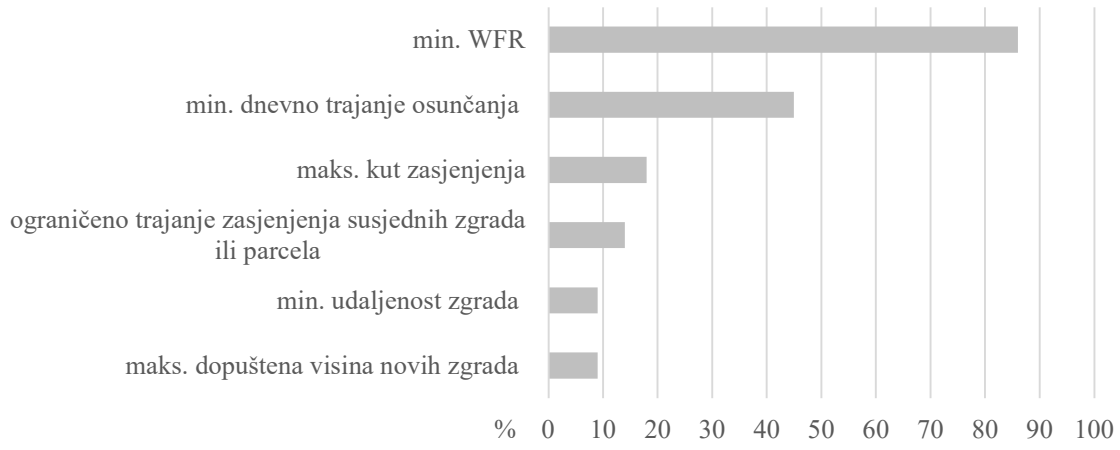
Kriterij			Vrijednosti kriterija	Grad ili država
Obuhvat stana i prostorije				
karakteristike elementa otvora	min. WFR		10 %	Prag, Finska, Island, Milano, Slovačka, Zürich, *Danska, nizozemski veći gradovi, Švedska*
			12 %	Austrija, Madrid
			12,5 %	Berlin, Italija, Poljska
			14 %	Bugarska, Hrvatska [1]
			17 %	Francuska
			20 %	Bruxelles, Slovenija, *U.K.*
	min. dimenzija prozora		≥ 90 cm (za krovne prozore ≥ 70 cm)	*Češka*
rezultat primjene kriterija za osunčanje	min. dnevno trajanje osunčanja [2]	*1 h*	*na datum 17. siječnja, min. jedna prostorija stana*	*Njemačka*
			na datum 21. veljače	*Grčka*
		1,5 h	*na datum 1. ožujka i 21. lipnja ili ravnomjerno raspoređeno u periodu od 10. veljače do 21. ožujka (nove i postojeće zgrade);* min. 1/3 ukupne ploštine svih boravišnih prostorija	*Češka*
			u svakom stanu mora biti izložena direktnom osunčanju	Prag
			u periodu od 1. veljače do 21. ožujka, min. jedna prostorija stana	*Hrvatska*
			na datum 21. prosinca, ako je udaljenost između zgrada manja od visine više zgrade	Rumunjska
			u periodu od 21. ožujka do 22. rujna	Slovačka
			gradski stanovi (ne odnosi se na jednosobne stanove)	Poljska
			na dan procjene	*U.K.*
		2 h	na dan ljetnog solsticija, za svaki stan	Zagreb
			u periodu od 19. veljače do 21. listopada	*nizozemski veći gradovi*
			na datume 21. veljače ili 21. listopada, za barem jednu od stambenih jedinica	*Rumunjska*
			izloženost dnevnom svjetlu tijekom 250 dana u godini	*Njemačka*
		3 h	*u periodu od 21. siječnja do 22. studenog*	*nizozemski veći gradovi*

			između 7:00 i 17:00 sati na dan proljetnog i jesenskog ekvinocija, barem jedna prostorija (ne odnosi se na stanove u centru grada)	Poljska
		4 h	*na datum 21. ožujka (min. jedna prostorija stana)*	*Njemačka*
		-	*barem jedna boravišna prostorija svakog stana mora biti osunčana tijekom dijela dana; min. 25 % mogućih sati osunčanja godišnje te min. 5 % mogućih sati osunčanja u razdoblju od 21. rujna do 21. ožujka*	*London* *U.K.*
			nije dozvoljena sjeverna orijentacija stanova (SZ–SI)	Zürich
Obuhvat zgrade i njezine okoline				
zasjenjenost otvora zgrade okolnom izgradnjom	maks. kut zasjenjenja		45°	Austrija, Finska
			60°	Milano, Poljska
	ograničeno trajanje zasjenjenja susjednih zgrada ili parcela		nijedna zgrada ne smije ometati osunčanje druge zgrade u trajanju dužem od polovice ukupne dnevne izloženosti osunčanju	Srbija
			ograničeno zasjenjenje visokim zgradama u stambenim područjima	Zürich
			ako nova zgrada uzrokuje da trajanje izloženosti dnevnoj svjetlosti u susjednim zgradama padne ispod navedenog standarda i ispod 80 % trajanja koje je postojalo prije izgradnje, smatra se da predstavlja zapreku prirodnom osvjetljenju	*Ujedinjeno Kraljevstvo*
	min. udaljenost zgrada [3]		jednaka visini zgrade	Bugarska
			najčešće jednaka dvostrukoj visini zgrade	*Njemačka*
	maks. dopuštena visina novih zgrada[3]		propisana vrijednost (da se onemogući pretjerano zasjenjenje prizemnih prostorija postojećih zgrada, uz iznimku postojećih zgrada s južne strane novih zgrada)	Beč
			udaljenost > 1 m od pročelja: u barem jednoj glavnoj prostoriji, stanar ima pogled prema van, što mu omogućuje da vidi i horizont i nebo	Francuska

[1] Primjenjuje se samo kod projektiranja i gradnje stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje.
[2] Minimalno vrijeme trajanja osunčanja je rezultat primjene kriterija za osunčanje.
[3] Kriteriji određeni u odnosu na osunčanje.

Analiza europskih smjernica i propisa obuhvatila je 22 zemlje različitih socioekonomskih i klimatskih značajki kako bi se steklo bolje razumijevanje primjene kriterija koji osiguravaju ispunjavanje uvjeta osunčanja stambenih zgrada. Okvir za odabir analiziranih zemalja usmjeren je na područje Europe, radi usporedivosti kroz zajedničke kulturne i institucionalne karakteristike, uz istodobno obuhvaćanje raznolikosti socioekonomskih i klimatskih konteksta. U preostalim europskim državama nije bilo moguće utvrditi primjenu zakonski propisanih ili preporučenih kriterija za osunčanje. Istraživanje je pokazalo da se kriteriji osunčanja stambenih zgrada u europskim zemljama primjenjuju na različite načine. Usporedba je pokazala da nešto više od polovice od 22 analizirane zemlje ima preporučenu ili propisanu primjenu više od jednog kriterija za osunčanje (59 % zemalja).

Najčešće primjenjivan tip kriterija za osunčanje boravišnih prostora u višestambenim zgradama jest minimalni WFR, odnosno omjer ploštine prozora i ploštine poda prostorije. Taj je kriterij (s kriterijem minimalnih dimenzija prozora) uključen u standarde 86 % analiziranih zemalja. Slijedi minimalno dnevno trajanje osunčanja, rezultirajući pokazatelj primjene kriterija osunčanja koji je uključen u standarde 45 % analiziranih zemalja. U manjem broju analiziranih zemalja primjenjuju se kriteriji utjecaja zasjenjenja okolnim zgradama, poput maksimalnog kuta zasjenjenja (u 18 % zemalja), ograničenog trajanja zasjenjenja susjednih zgrada ili parcela (u 14 % zemalja), kao i maksimalno dopuštene visine novih zgrada te minimalne udaljenosti zgrada (u 9 % zemalja). Raspodjela zastupljenosti tipova kriterija osunčanja u analiziranim zemljama prikazana je na Slici 31.



Slika 31. Zastupljenost primjene propisanih ili preporučenih tipova kriterija za osunčanje unutar standarda 22 analizirane europske zemlje.

Vrijednosti propisanih ili preporučenih kriterija osunčanja znatno se razlikuju među analiziranim zemljama, kao što je prikazano u Tablici 8. Kriterij minimalnog WFR-a (omjera ploštine prozora i ploštine poda pripadajuće prostorije) definiran je vrijednostima u rasponu od 10 % do 20 %. Za minimalno dnevno trajanje osunčanja, koje predstavlja rezultantu primjene kriterija osunčanja, vrijednosti se određuju ovisno o sljedećim okolnostima primjene zahtjeva:

- specifičnom dijelu dana tijekom kojeg se vrijednost primjenjuje,
- specifičnom datumu ili razdoblju u godini tijekom kojeg se vrijednost primjenjuje,
- razini naseljenosti ili izgrađenosti područja u kojem se vrijednost primjenjuje,
- broju boravišnih prostorija u stanu na koje se vrijednost primjenjuje,
- udjelu ploštine boravišne prostorije na koje se vrijednost primjenjuje.

Preporučene vrijednosti minimalnog trajanja osunčanja razlikuju se od 1 do 4 sata dnevno, na različite datume ili u različitim razdobljima godine te tijekom različitih dijelova dana. Analiza pokazuje učestalu povezanost zahtjeva minimalnog dnevnog trajanja osunčanja s datumima ravnodnevica i solsticija. U nekim zemljama okolnosti primjene kriterija za osunčanje ovise o gustoći izgrađenosti područja i geografskoj lokaciji te o statusu zgrade (nova, postojeća ili zgrada pod zaštitom). U pojedinim europskim zemljama definirano je više vrijednosti minimalnog dnevnog trajanja osunčanja, ovisno o različitim okolnostima primjene.

Skupina kriterija povezanih s utjecajem zasjenjenja okolnim zgradama definirana je vrijednostima maksimalnog kuta zasjenjenja (45° ili 60°), minimalne udaljenosti između zgrada (jednake visini zgrade ili dvostrukoj visini zgrade), maksimalno dopuštene visine novih zgrada (radi sprječavanja prekomjernog zasjenjenja postojećih zgrada ili omogućavanja pogleda prema van), kao i različitim odredbama o ograničenom trajanju zasjenjenja susjednih zgrada ili parcela.

Obvezna primjena pridonosi provedbi kriterija osunčanja u projektima i izvedbi stambenih zgrada. Međutim, neformalni intervjui s arhitektima iz različitih europskih zemalja ukazuju na činjenicu da se brojne preporuke, iako nisu pravno obvezujuće, u praksi široko primjenjuju kako bi se postigla tehnički ispravna i kvalitetna projektna rješenja. Ova razlika ukazuje na jaz između regulatornih okvira i njihove primjene u praksi. Prema literaturi (Kunkel i ostali, 2015: 70-78), postupci provjere usklađenosti sa standardima u europskim zemljama prvenstveno su usmjereni na mehaničku otpornost i stabilnost te energetsku učinkovitost novih zgrada,

uključujući čimbenike poput koeficijenta prolaza topline, zrakotijesnosti, energetskih certifikata ili pravilne ugradnje instalacijskih sustava. Nasuprot tome, ispunjavanje zahtjeva kvalitete unutarnjeg zraka, toplinske ugodnosti ili osunčanja rijetko se procjenjuje od strane ovlaštenih inspekcijskih tijela (najčešće u fazi projektiranja zgrade, a ne kroz analizu izvedenog stanja).[66]

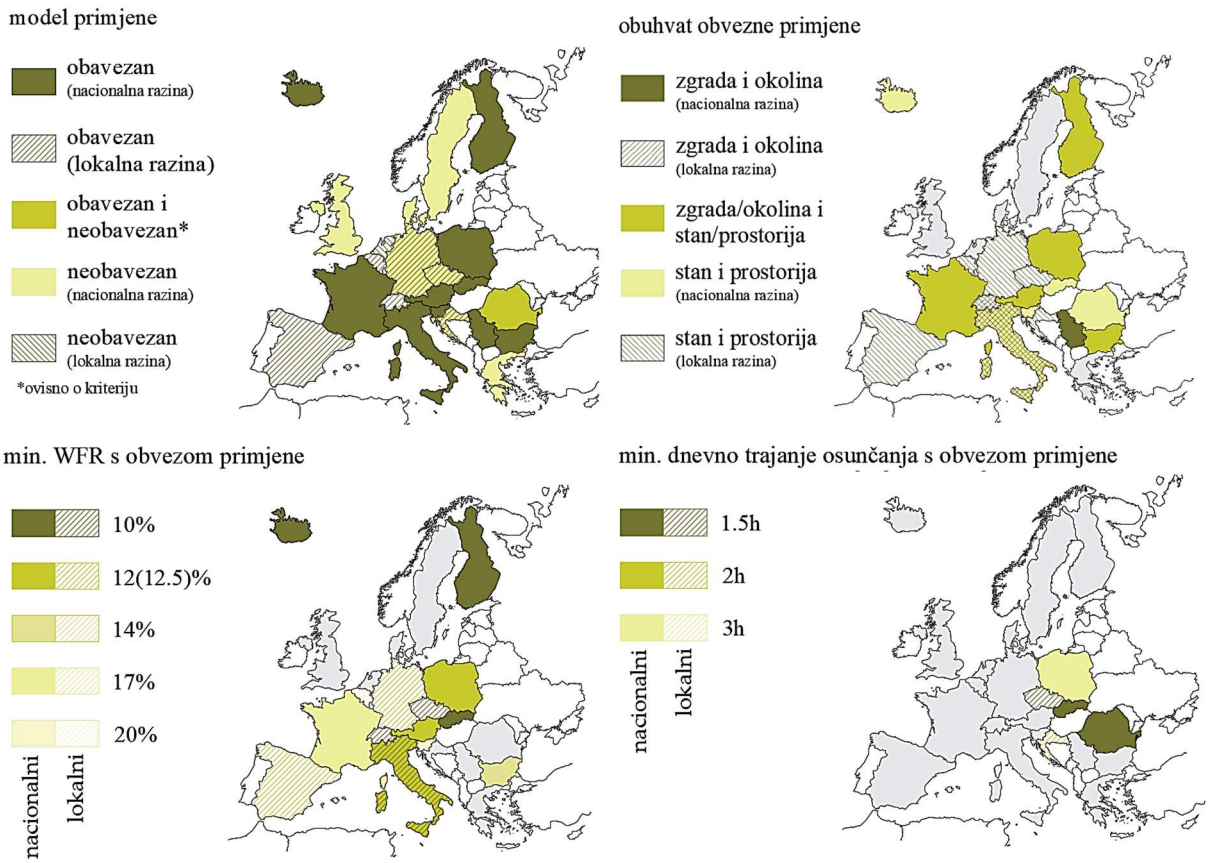
Iako analiza pokazuje da se kriteriji osunčanja uglavnom primjenjuju na nacionalnoj razini, neki se standardi primjenjuju na razini općina ili gradova. Ova je značajka važna jer omogućuje provedbu standarda prilagođenih različitim lokalnim kontekstima. Regionalni standardi osunčanja omogućuju prilagodbu specifičnim uvjetima klime pojedine lokacije, gustoće stanovanja, zasjenjenja i ograničenih udaljenosti između zgrada u odnosu na njihovu visinu, što je osobito važno u urbanim područjima. Lokalni standardi mogu biti snažan alat za precizno prilagođavanje općih (nacionalnih) standarda osunčanja lokalnom kontekstu i specifičnim obilježjima pojedinih područja. S obzirom na to da na osunčanje zgrada značajno utječu geografska lokacija i lokalne klimatske karakteristike, bilo je važno prikazati geografsku raspodjelu obrazaca primjene kriterija osunčanja (Slika 32). Na prikazanim kartama mogu se uočiti brojni prostorni i regulatorni obrasci.

U pogledu modela primjene kriterija za osunčanje, zemlje srednje i južne Europe češće se oslanjaju na obvezne nacionalne propise, dok zemlje zapadne i dijelom sjeverne Europe češće primjenjuju neobvezujuće ili mješovite pristupe, često popraćene standardima na lokalnoj razini. Navedeno upućuje na snažniju tradiciju centralizirane regulacije u južnim i postsocijalističkim zemljama u usporedbi s decentraliziranijim sustavima planiranja u sjeverozapadnoj Europi.

Zatim, u pogledu obuhvata obvezne primjene kriterija mogu se uočiti dva dominantna pristupa: neke zemlje primarno reguliraju kriterije osunčanja koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu, dok se druge zemlje više usredotočuju na kriterije koji obuhvaćaju stan ili pojedinu prostoriju. Određeni broj zemalja primjenjuje kombinirane pristupe, što upućuje na nastojanja da se

[66] Ovim je dijelom istraživanja detaljno ispitana obveza primjene europskih preporuka za osunčanje stambenih zgrada. Iako je regulatorni status analiziranih standarda razjašnjen, ove podatke treba tumačiti s oprezom jer formalni obvezni zahtjevi ne jamče nužno dosljednu provedbu u praksi. Također, profesionalno iskustvo upućuje na to da provedba ovisi o okolnostima primjene, budući da se neobavezne smjernice često primjenjuju usporedno s obveznim odredbama ili umjesto njih.

uspostavi ravnoteža između kontrole urbane morfologije i zahtjeva vezanih uz kvalitetu unutarnjeg prostora.



Slika 32. Geografska raspodjela obrazaca primjene kriterija osunčanja: model primjene (gore lijevo), obuhvat obvezne primjene kriterija (gore desno), minimalne vrijednosti WFR-a s obvezom primjene (dolje lijevo) i minimalne vrijednosti dnevnog trajanja osunčanja s obvezom primjene (dolje desno). Podaci se odnose na preporuke i propise 22 analizirane europske zemlje (Ostojić, Veršić, Mrinjek Kliska, 2026: 14).

Karta koja prikazuje obaveznu primjenu minimalnih vrijednosti omjera ploštine prozora i ploštine poda (WFR) otkriva znatne razlike diljem Europe. Niže minimalne vrijednosti češće su u sjevernim regijama, dok se viši vrijednosti češće pojavljuju u južnim i srednjoeuropskim zemljama, što odražava razlike u klimatskim uvjetima, dostupnosti dnevne svjetlosti i tradicionalnim tipologijama gradnje.

Geografska raspodjela obavezne primjene minimalnih vrijednosti dnevnog trajanja osunčanja pokazuje da su izričiti vremenski definirani zahtjevi ograničeni na manju skupinu zemalja,

uglavnom u srednjoj i istočnoj Europi. U mnogim zapadnoeuropskim zemljama takvi kvantitativni kriteriji izostaju ili su zamijenjeni kvalitativno orijentiranim standardima.

Usprkos nastojanjima da se osigura raznolikost unutar istraživačkog uzorka, analiza je, zbog ograničenja u dostupnosti podataka, obuhvatila 22 europske zemlje. Ipak, analizirane zemlje obuhvaćaju približno 82 % stanovništva Europe (isključujući Rusiju)[67], što naglašava važnost rezultata ovog istraživanja. Važno je naglasiti da se primjena kriterija, utvrđena u analiziranim standardima, ne odnosi isključivo na osunčanje u svrhu ispunjavanja higijensko-tehničkih uvjeta boravišnih prostora. Kriteriji utvrđeni ovom analizom predstavljaju alate koji utječe na sveukupnu ugodnost boravka u unutarnjem prostoru.

4.4. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada u Hrvatskoj

Razvoj urbanističkih i arhitektonskih standarda na hrvatskim prostorima odvijao se pod utjecajem aktualnih europskih događanja (CIAM-a i drugih urbanističkih kongresa), ali i prijenosom znanja hrvatskih arhitekata koji su studirali ili radili diljem Europe (Radović Mahečić, 2007: 45). Analiza primjene kriterija osunčanja stambenih zgrada u Hrvatskoj obuhvaća smjernice i propise grupirane u četiri razdoblja:

1. razdoblje od 1850. do 1918. godine,
2. razdoblje od 1919. do 1945. godine,
3. razdoblje od 1946. do 1990. godine,
4. razdoblje od 1991. do 2024. godine.

Granice razdoblja određene su u skladu s promjenama društveno-političkih sustava na teritoriju Hrvatske. Istraživanje je prvenstveno usmjereno na područje glavnog grada Zagreba, zbog njegove velike gustoće naseljenosti i statusa najvećeg urbanog središta u Hrvatskoj.

[67] https://www.worldometers.info/hr/svjetsko-stanovnistvo/europa-stanovnistvo/?utm_source [Pristup 1. 2. 2026.].

4.4.1. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1850. – 1918.)

Prvo analizirano razdoblje obuhvaća period austrougarskog zakonodavstva čijem je društveno-političkom uređenju Hrvatska tada pripadala. Ovo razdoblje započinje osnivanjem jedinstvenog upravnog tijela Kraljevskog grada Zagreba, a završava u posljednjoj godini Prvoga svjetskog rata raspadom Austro-Ugarske Monarhije. Propisi primjenjivani na prostoru Hrvatske bili su gotovo istovjetni onima primjenjivanima na području srednje Europe (Bašić, 2013: 79).

Tijekom prvog razdoblja mnoge industrijalizirane zemlje Europe i Sjeverne Amerike suočavaju se s naglim rastom gradova (uključujući Hrvatsku, koja je u to vrijeme bila dio Austro-Ugarske Monarhije). Donji grad, razvijen pretežno u drugoj polovici 19. i početkom 20. stoljeća, predstavlja povijesno i kulturno središte Zagreba razvijano u formi blokovske strukture. Blokovi Donjeg grada nastajali su tijekom duljih razdoblja te su propisani minimalni zahtjevi za gradnju, higijenu i formiranje pojedinačnih kuća kako bi se postigla skladna arhitektonska kompozicija unutar bloka. Navedeni minimalni zahtjevi najčešće su bili određeni građevinskim propisima (Kahle, 2004a: 78).

Red građenja za zemaljski glavni grad Zagreb je donesen 1855., implementiran 1857. godine i kontinuirano noveliran do 1896. godine (Kahle, 2004b: 205-207). Za nove ulice i trgove propisan je zatvoreni (blokovski) način izgradnje, kojeg karakteriziraju kuće spojene jedna uz drugu, čime se formira neprekinuti niz zatvorenih pročelja. U kontekstu osunčanja stambenih zgrada, Red građenja propisivao je minimalnu širinu ulice i visinu novih zgrada, ovisno o konkretnom dijelu grada. Od 1892. godine bilo je dopušteno uređenje stambenih prostorija u podrumu, pod uvjetom da sunčeva svjetlost stalno ulazi pod definiranim kutom upada. Propisana je bila i svijetla visina stambenih prostorija, kao i minimalne dimenzije unutarnjih dvorišta (prema kutu upada sunčeve svjetlosti). Izmjenom Reda građenja iz 1896. godine određene su i minimalne dimenzije prozora u stambenim prostorijama stanova. Po završetku gradnje bilo je nužno ishoditi uporabnu dozvolu.[68] Propisi vezani za primjenu kriterija osunčanja stambenih zgrada u Zagrebu iz prvog analiziranog razdoblja prikazani su u Tablici 9.

[68] U postupku izdavanja uporabne dozvole se provodio inspekcijski nadzor. Zanimljivo je istaknuti da je član komisije morao biti i gradski liječnik, kako bi procijenio je li novoizgrađena zgrada zdravstveno pogodna za stanovanje. Bez tog odobrenja zgrada se nije smjela koristiti (Kahle, 2004b: 206).

Tablica 9. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima u Zagrebu, iz prvog analiziranog razdoblja (1850. – 1918.). Izvor: Red građenja, 1857-1896; Kahle, 2004b: 205-207.

Godina	Naziv propisa	Kriterij	Vrijednost kriterija
1857.	Red građenja	min. širina ulice	13.3 m
1873.	Red građenja (dopuna)		19 m (glavne ulice Donjeg grada)
1888.	Regulacijski plan	propisana visina novogradnji	ovisno o dijelu grada
1892.	Red građenja (dopuna) [1]	min. kut upada sunčevih zraka (za podrumske boravišne prostorije)	45° (trajno)
		min. svijetla visina podrumskih boravišnih prostorija	3 m [2]
1896.	Red građenja (dopuna) [1]	min. odnos tlocrtne dubine dvorišta i visine zgrade (ovisno o kutu upada sunčevih zraka i dijelu grada)	min. 1:1 (kut 45°) za neizgrađeni dio grada
			min. 3:4 (kut 53°) za izgrađeni dio grada
			min. 2:3 (kut 56°) u središtu grada
		zgrade bez dvorišta (iznimno dopušteno u izgrađenom dijelu grada)	uvjet da sve boravišne prostorije budu osvijetljene i prozračene preko otvora s javne površine, a sporedne prostorije preko pravilno dimenzioniranih svjetlika
		min. dimenzije prozora boravišnih prostorija	širina 96 cm / visina 160 cm

[1] Odnosi se na novogradnje.
[2] Barem dvije trećine svijetle visine podrumskih boravišnih prostorija trebalo se nalaziti iznad razine uređene ceste, odnosno dvorišta.

4.4.2. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1919. – 1945.)

Drugo razdoblje obuhvaća period zakonodavstva Kraljevine SHS i Jugoslavije čijem je društveno-političkom uređenju Hrvatska tada pripadala.[69] Razdoblje započinje završetkom Prvoga svjetskog rata, a završava u posljednjoj godini Drugoga svjetskog rata. Kraljevina SHS je osnivanjem 1918. godine preuzela propise svih država koje su ušle u njen sastav pa je u ovom razdoblju izvršena harmonizacija propisa (Kahle, 2006a: 126).[70]

[69] Tadašnja država 1929. godine mijenja naziv Kraljevina Srba, Hrvata i Slovenaca u Kraljevina Jugoslavija.

[70] Građevinski zakon donesen 1931. godine u velikoj je mjeri preuzeo sve tekovine Bečkog građevinskog zakona donesenog 1929. godine. Odredbe Građevinskog zakona iz 1931. se i danas primjenjuju u gotovo nepromijenjenom obliku, uz dorade zbog usklađenja sa suvremenim zahtjevima društva (Bašić, 2013: 58).

Nakon Prvoga svjetskog rata, pod utjecajem novih znanstvenih spoznaja o higijeni stanovanja, zatvoreni gradski blokovi prestali su biti prevladavajući model urbanističkog uređenja. Iznimku su činili slabije razvijeni dijelovi gradova, u kojima se model zatvorenoga bloka zadržao sve do Drugoga svjetskog rata (Kahle, 2004a: 78). Godine 1929. donesen je *Propisnik o izuzetnim građevnim olakšicama od postojećeg građevnog reda za grad Zagreb*, koji se primjenjivao pri rješavanju zahtjeva za građevinske dozvole za male kuće. Propisnikom su određeni minimalni razmaci između stambenih zgrada, a u slučajevima nedovoljne udaljenosti veličina prozora u stambenim prostorijama određivala se u odnosu na ploštinu poda prostorije (WFR, engl. *window to floor ratio*) (Kahle, 2006a: 122). Zakonom o gradnji iz 1931. godine nije bio definiran standard minimalne veličine prozora. Nastojanja da se regulatorni okvir ujednači na razini države rezultirala su snižavanjem higijenskih standarda, koji su u velikoj mjeri vraćeni na razinu prije Prvoga svjetskog rata donošenjem *Građevnog pravilnika Grada Zagreba* iz 1940. godine (Kahle, 2006b: 226). U pogledu osunčanja stambenih zgrada, Pravilnik iz 1940. godine ponovno je uspostavio standarde za dimenzioniranje prozora. U dijelovima grada predviđenima za zatvoreni (blokovski) način izgradnje propisane su regulacijske linije dvorišnih zgrada, njihove udaljenosti od ulične regulacijske linije u odnosu na visinu ulične zgrade te visine zgrada prema broju katova (Kahle, 2006b: 224–225). Propisi koji su utjecali na primjenu kriterija osunčanja stambenih zgrada u Zagrebu tijekom drugoga analiziranog razdoblja prikazani su u Tablici 10.

Tablica 10. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima u Zagrebu, za drugo analizirano razdoblje (1919. – 1945.). Izvor: Građevinski pravilnik za grad Zagreb, 1940; Kolarić-Kišur, 1949: 68; Kahle, 2003: 34; Kahle, 2006a: 122; Kahle, 2006b: 224-225.

Godina	Naziv propisa	Kriterij	Vrijednost kriterija
1929.	Propisnik o izuzetnim građevnim olakšicama od postojećeg građevnog reda za grad Zagreb [1]	min. udaljenost zgrada (ploština prozora boravišnih prostorija)	3 m (udaljenost manja od 5 m: WFR boravišnih prostorija koje su orijentirane na tu stranu min. 20 %)
1940.	Građevinski pravilnik za grad Zagreb (prezentirani kriteriji se odnose na zatvoreni – blokovski način izgradnje)	regulacijske linije dvorišnih zgrada	-
		udaljenosti dvorišnih zgrada od ulične regulacijske linije	u odnosu na visinu ulične zgrade
		maks. visina zgrada	prema broju katova
		min. ostakljeni WFR	1/8 (12,5 %) za boravišne prostorije
		min. visina prozorskog parapeta (ograde)	90 cm

1940.	Pojedini građevinski pravilnici velikih gradova	min. ostakljeni WFR	1/8 (12,5 %) za boravišne prostorije

[1] Primjenjivao se kod rješenja molbi za građevne dozvole za male kuće.

4.4.3. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1946. – 1990.)

Treće razdoblje obuhvaća period zakonodavstva FNRJ i SFRJ čijem je društveno-političkom uređenju Hrvatska tada pripadala.[71] Razdoblje započinje završetkom Drugoga svjetskog rata, a završava raspadom Socijalističke Federativne Republike Jugoslavije. Tadašnja država bila je glavni nositelj stambene izgradnje te je poticala razvoj komunalnih i urbanističkih standarda u cilju kontrole razvoja društva. Sveobuhvatni Građevinski zakon iz 1931. godine se transformira u niz zakona koji, između ostalog, reguliraju i teme prostornog uređenja, gradnje te komunalnog opremanja. U prvom razdoblju (1946. – 1960.) zakone donosi centralizirana vlast u Beogradu, dok u drugom razdoblju (1961. – 1990.) svaka od republika donosi vlastite zakone. Obavezni segmenti planiranja bili su propisani zakonom, dok su stručno-kvalitativni dijelovi planiranja bili prepušteni planerima (Bašić, 2013: 80). Iako urbanistički standardi nisu bili propisani zakonom, usklađenost prostornih planova s njima se detaljno provjeravala i nije se dovodila u pitanje jer je bila u interesu države.

1949. godine izdane su smjernice pod nazivom *Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata*.[72] Iako je priručnik bio prvenstveno namijenjen sanitarnim inspektorima, obuhvaćao je i smjernice za određivanje tehničkih karakteristika zgrada koje su trebale doprinijeti ostvarivanju higijensko-sanitarnih zahtjeva za boravak i rad. Priručnik sadrži 24 poglavlja i obuhvaća higijenske i sanitarno-tehničke upute za različite tipove građevina, uključujući stambene, obrazovne, javne i industrijske objekte. U kontekstu osunčanja stambenih zgrada, preporuke uključuju smjernice o položaju naselja, orijentaciji ulica i prostorija, dimenzijama, obliku i položaju prozora, organizaciji tlocrtnih rješenja te visini zgrada u odnosu na širinu ulice. Dijelovi Priručnika koji se odnose na osunčanje boravišnih prostorija stambenih zgrada prikazani su u Prilogu 1.

[71] Federativna narodna republika Jugoslavija (FNRJ) bio je naziv tadašnje države do 1963. godine kada se mijenja u Socijalistička federativna republika Jugoslavija (SFRJ).

[72] Priručnik je objavio Odbor za zaštitu narodnog zdravlja – Savezna sanitarna inspekcija.

Priručnik *Higijena stanovanja i naselja* iz 1957. godine uključivao je preporuke za minimalno osunčanje te orijentaciju prostorija i dulje osi zgrade (Teodorović, 1957: 24, 65). Jugoslavenska norma *JUS U.C9.100 Dnevno i električno osvjetljenje prostorija u zgradama* iz 1962. godine obuhvaćala je obavezne zahtjeve za otvore boravišnih prostorija. 1964. godine formulirana je dopuna *Uputstva za izgradnju stambenih zgrada za potrebe JNA*[73] iz 1955. godine. Dopunom je propisana obveza da sve stambene prostorije moraju biti osunčane određeni dio dana tijekom zimskog razdoblja. Dopuna je propisivala i dimenzije prozora u odnosu na ploštinu prostorije (Korlaet, 2015: 40). *Pravilnik o minimalnim tehničkim uvjetima za izgradnju stanova* iz 1967. godine propisivao je minimalni ostakljeni WFR, dok je norma *JUS U.J5.600 - Toplotna tehnika u građevinarstvu - Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada* iz 1980. godine (revidirana 1987. godine) preporučivala maksimalni WFR kako bi se ograničili toplinski gubici zgrade.

Društveno usmjerena stambena izgradnja (DUSI) bio je model stanogradnje u SRH nastao krajem 1970-ih godina.[74] DUSI model je obuhvaćao konkretne (prioritetne) lokacije na kojima će se pripremati uređenje i gradnja (Korlaet, 2015: 12). Udružena samoupravna interesna zajednica (USIZ) stanovanja i komunalnih djelatnosti grada Zagreba je 1983. naručila izradu elaborata pod nazivom *Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji* (tzv. DUSI standard).[75] U kontekstu osunčanja stambenih zgrada, preporuke DUSI standarda su uključivale:

- upute za razmake između zgrada,
- standarde trajanja osunčanja,
- smjernice za orijentaciju zgrada i prostorija,
- standarde zaštite od sunčevog zračenja,
- upute za veličinu, oblik i položaj prozora.

[73] Jugoslavenske narodne armije.

[74] Ovaj model izgradnje bio je dio tzv. Srednjoročnih planova uređenja prostornog razvoja koji su imali zadaću usmjeravanja razvoja grada tijekom perioda od 5 do 15 godina. Dugoročni razvoj gradova regulirali su generalni urbanistički planovi.

[75] Izrađivači su bili: Građevinski institut, OOUR Fakultet građevinskih znanosti u Zagrebu, Arhitektonski fakultet u Zagrebu, Urbanistički zavod grada Zagreba i Urbanistički institut SR Hrvatske. DUSI standard bio je rezultat složenog dugogodišnjeg istraživanja s ciljem optimalizacije troškova i gradnje najvećeg broja stanova uz najmanje moguće troškove.

Također, standardi osunčanja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji morali su biti prikazani u projektnoj dokumentaciji jer su bili dio pokazatelja za ocjenu uporabljivosti stana i zgrade. DUSI model predstavlja sintezu praktičnog iskustva u planiranju i razvoju stambenih naselja. Detaljan prikaz DUSI standarda nalazi se u Prilogu 2.

Preporuke i propisi vezani za primjenu kriterija osunčanja stambenih zgrada iz trećeg analiziranog razdoblja prikazani su u Tablici 11.

Tablica 11. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima na području Hrvatske, za treće analizirano razdoblje (1946. – 1990.). Preporuke bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom. Izvor: Kolarić-Kišur, 1949: 63, 65-69; Petrik, 1949: 36, 54; Teodorović, 1957: 24, 65; Korlaet, 2015: 40 te propisi i preporuke navedeni u ovoj tablici.

Godina	Naziv propisa / preporuke	Kriterij	Vrijednost kriterija
1949.	Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata	*orijentacija naselja i smještaj zgrada*	*južne, jugozapadne i zapadne padine*
		orijentacija ulica	*najnepovoljnija orijentacija ulica: južna strana ulica orijentiranih u smjeru čisti istok-zapad* *povoljnija orijentacija: smjer ulica rotiran 20–30° od čistog istok-zapad smjera kako bi se osigurala osunčanost svake ulice i pročelja dvorišta nekoliko sati dnevno, tijekom čitave godine (osobito važno u gusto izgrađenim gradskim blokovima)*
		orijentacija prostorija	*jug, jugoistok ili jugozapad (tim redom, za dnevne boravišne prostorije)* *u južnim regijama se preporučuje jugoistočna orijentacija kako bi se izbjeglo pretjerano izlaganje podnevnom suncu (pogodno za dnevne boravke, radne sobe i kuhinje, jer je sunčeva svjetlost najintenzivnija u hladnijem dijelu dana)* *čista zapadna orijentacija smatra se nepovoljnom, (osobito za spavaće sobe) zbog pregrijavanja od podneva do zalaska sunca*
		min. osunčanost	*sve stambene prostorije, osobito one koje se koriste tijekom cijelog dana, trebale bi biti osunčane svaki dan, tijekom cijele godine.*
		min. kut neba [1]	*≥ 45° (ako ovo nije moguće, potrebno je povećati ploštinu prozora; npr. ako je WFR 17 – 20 %, dodati 1 % za svako smanjenje za 4° ispod definiranog minimuma kuta neba)*
		odnos visine zgrade prema širini ulice	*1:1 (u najgušće izgrađenim dijelovima grada)*
		odnos udaljenosti zgrada prema visini	*udaljenost zgrada min. jednaka visini više zgrade*
		min. ostakljeni WFR boravišnih prostorija	*min. 17 % (standard)* *min. 20 % (u sjevernijim dijelovima države)*
		maks. ploština prozora [2]	*25 % ploštine prostorije*
		položaj prozora	*što bliže stropu*
		odnos visine prema širini prozora	*što veća visina u odnosu na širinu prozora*
		visina parapeta	*min. 75–80 cm (ne niži radi bliještanja)*

1957.	Higijena stanovanja i naselja	*min. osunčanost*	*važno ostvariti u svakom dijelu godine, osobito zimskom*
		orijentacija prostorija	*jug za boravišne prostorije*
		orijentacija dulje osi zgrade	*rotirana 20–30° istočno ili zapadno od juga da se smanji zasjenjenje drugim zgradama*
1962.	JUS U.C9.100 Dnevno i električno osvjetljenje prostorija u zgradama	udio okvira otvora boravišnih prostorija	okviri otvora ne smiju zauzimati više od 25 % ploštine otvora
		položaj prozora boravišnih prostorija	preporučena što manja udaljenost gornjeg ruba otvora i stropa, maks. 30 cm
1964.	dopuna Uputstva za izgradnju stambenih zgrada za potrebe JNA iz 1955.	*min. osunčanost*	*min. 2 h dnevno u zimskom periodu godine (boravišne prostorije)*
		min. ostakljeni WFR	*1/8 do 1/10*
1967.	Pravilnik o minimalnim tehničkim uvjetima za izgradnju stanova	min. ostakljeni WFR	min. 1/7 (ne uračunava se ostakljena površina do 50 cm visine od gotovog poda)
1980.	JUS U.J5.600 – Toplotna tehnika u građevinarstvu - Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada – revidirano 1987.	maks. WFR	*maks. 1/7 za sjevernu, sjeveroistočnu i sjeverozapadnu orijentaciju; u slučaju južne, jugoistočne i jugozapadne orijentacije je obvezna primjena pomične zaštite od sunca (u slučaju većih prozora, toplinski gubici moraju ostati na razini koju bi zgrada imala kada bi maks. WFR bio 1/7)*
1983.	Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji (DUSI standard)	*min. osunčanost u odnosu na udaljenost zgrada*	*udaljenost zgrada mora omogućiti min. 2 h osunčanja dnevno, u boravišnim prostorijama (tijekom zimskog solsticija, od 11:00 do 13:00)*
		min. osunčanost (ovisno o orijentaciji dulje osi zgrade i dijelu godine)	*orijentacija sjever-jug: boravišne prostorije ne smiju biti zasjenjene od 10:00 do 14:00 zimi (min. 2 h osunčanja dnevno; podnevno osunčanje od 11 do 13 sati nema utjecaja na istočno i zapadno pročelje)* *orijentacija istok-zapad: južne boravišne prostorije ne smiju biti zasjenjene od 11:00 do 13:00 zimi*
		orijentacija dulje osi zgrade ovisno o orijentaciji boravišne prostorije (jednostrano ili dvostrano	*os sjever–jug: pogodna za stanove s boravišnim prostorijama na objema pročeljima, no rješenje zgrade mora kompenzirati ograničeno zimsko osunčanje između 11 i 13 sati, (u tom razdoblju sunčeva svjetlost ne dopire do istočnih i zapadnih pročelja)* *osi sjever do sjeverozapad – jug do jugoistok i sjever do sjeveroistok – jug do jugozapad pogodne su ako su boravišne prostorije orijentirane prema zapadu (jugozapadu) ili jugu (jugoistoku), jer tako dobivaju bolje osunčanje tijekom zimskog razdoblja*

	orijentirana) i dobu godine	*osi sjeverozapad–jugoistok i sjeveroistok–jugozapad pogodne su za stanove s jednostranom orijentacijom, ali treba imati na umu da sjeverozapadna i sjeveroistočna pročelja nisu osunčana tijekom zime* *os istok–zapad preporučena za male stanove, boravišne prostorije orijentirati na jug*
	orijentacija stana u odnosu na veličinu	*garsonijere, jednosobni stanovi i svi stanovi s jednostranom orijentacijom ne smiju biti orijentirani prema sjever–sjeveroistoku ili sjever–sjeverozapadu*
	min. ukupna ostakljena ploština prozora	*min. 1/7 ukupne podne ploštine stana (za 1,5-sobne stanove i manje)*
	min. ostakljeni WFR	*min. ostakljena ploština ≥ 1/7 (ne uračunava se ostakljenje do 50 cm visine od gotovog poda)*
	karakteristike otvora boravišnih prostorija	*okviri otvora ne smiju zauzimati više od 25 % ploštine otvora*
	položaj prozora boravišnih prostorija	*preporučena što manja udaljenost gornjeg ruba otvora i stropa, maks. 30 cm* *preporučuje se centrirati prozor na zidu radi ujednačenog osvjetljenja*
	visina parapeta	*85 cm (usklađeno s visinom radne površine)*
	min. upadni kut svjetlosti	*24°*
	zaštita od sunca (ovisno o orijentaciji i namjeni prostorije)	*unutarnje zavjese* *vanjska pomična zaštita* *ne dozvoljava se primjena termoreflektirajućih obojenih stakala*

[1] Kut neba sunčeva zraka zatvara s vertikalnom ravninom pročelja zgrade.
[2] Radi uštede materijala.

4.4.4. Primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske (1991. – 2024.)

Ovo razdoblje obuhvaća period zakonodavstva Republike Hrvatske kao samostalne države. Promjene političkog i društvenog uređenja rezultirale su promjenama u stambenim politikama koje su gotovo u potpunosti prepuštene uvjetima tržišta. Izostalo je formiranje cjelovitog sustava prostornog uređenja, što je vidljivo i u prekidu istraživanja i razvijanja urbanističkih standarda na državnoj razini. Nedostatak sustavne stambene politike može rezultirati smanjenom primjenom urbanističkih i arhitektonskih standarda koji utječu na kvalitetu stambenog prostora. Programi pokušaja društvene organizacije stanogradnje[76] se nisu bavili planiranjem stambenih naselja, već samo stanova (Bašić, 2013: 81). Zakonodavni okvir nove države nije preuzeo dotad korištene neformalne standarde (DUSI).

Republika Hrvatska je članica Europske unije od 2013. godine. Zakon o gradnji na nacionalnoj razini propisuje temeljne zahtjeve za građevinu, među kojima se nalazi i zahtjev higijene, zdravlja i okoliša.[77] Člankom 11. Zakona o gradnji određeno je da: „Građevina mora biti projektirana i izgrađena tako da tijekom svog vijeka trajanja ne predstavlja prijetnju za higijenu ili zdravlje i sigurnost radnika, korisnika ili susjeda…", što se odnosi na utjecaj građevine na okolinu. Norma HRN EN 17037:2022 (Dnevno svjetlo u zgradama) je harmonizirana europska norma koja obuhvaća preporuke za: prirodno osvjetljenje prostorija, vizualni kontakt s okolišem, osunčanje i zaštitu od blještanja. Normom su definirane preporuke za trajanje osunčanja u zgradama, ali primjena norme nije propisana regulativnim okvirom. Detaljan prikaz preporuka za osunčanje obuhvaćenih normom HRN EN 17037:2022 prikazan je u Prilogu 3.

U Hrvatskoj prostorni planovi na lokalnoj razini ne ograničavaju visinu nove gradnje radi sprječavanja pretjeranog zasjenjivanja postojećih objekata. Planovima propisane minimalne dozvoljene udaljenosti građevina od granice građevne čestice na kojoj se nalazi uglavnom služe zaštiti od urušavanja ili požara. *Pravilnik minimalnih tehničkih uvjeta za projektiranje i gradnju stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje* iz 2004. godine propisuje minimalni

[76] Program stambenog zbrinjavanja stradalnika Domovinskog rata iz 1997. godine i Program društveno poticane stanogradnje iz 2000. godine.

[77] Temeljni zahtjevi za građevinu su: mehanička otpornost i stabilnost; sigurnost u slučaju požara; higijena, zdravlje i okoliš; sigurnost i pristupačnost tijekom uporabe; zaštita od buke; gospodarenje energijom i očuvanje topline te održiva uporaba prirodnih izvora (članak 8. Zakona o gradnji).

ostakljeni WFR i obvezu zaštite od sunca. Generalni urbanistički plan Grada Zagreba propisuje minimalno trajanje osunčanja za svaki stan.[78] Preporuke i propisi vezani za primjenu kriterija osunčanja stambenih zgrada iz zadnjeg (četvrtog) analiziranog razdoblja prikazani su u Tablici 12.

Tablica 12. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima na području Hrvatske, za četvrto analizirano razdoblje (1991. – 2024.). Preporuke bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom. Izvor: propisi i preporuke navedeni u ovoj tablici.

Godina	Naziv propisa / preporuke	Kriterij	Vrijednost kriterija	
2004.	Pravilnik min. tehničkih uvjeta za projektiranje i gradnju stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje	min. ostakljeni WFR	min. 1/7 ploštine prostorije (ne uračunava se ostakljenje do 50 cm visine od gotovog poda)	
		zaštita od sunca	obavezna	
2013.	Odluka o izmjenama i dopunama Odluke o donošenju Generalnoga urbanističkog plana Grada Zagreba (2007.)	min. osunčanje novih stanova	min. 2 h osunčanja dnevno tijekom ljetnog solsticija (za svaki stan)	
2022.	HRN EN 17037: 2019 – Dnevno svjetlo u zgradama norma dopunjavana 2021. i 2022. [1]	*min. razina osunčanja (na dan bez naoblake, u period od 1. veljače do 21. ožujka)*	*min. jedna boravišna prostorija stana*	
			minimalna	*1,5 h*
			srednja	*3,0 h*
			visoka	*4,0 h*

[1] Primjena norme nije obvezna.

4.5. Promjene u primjeni kriterija za osunčanje stambenih zgrada na prostoru Hrvatske u razdoblju od 1850. do 2024. godine

U nastavku će se prikazati usporedba pristupa primjeni kriterija osunčanja (obuhvaćenih analiziranim preporukama i regulatornim okvirom na prostoru Hrvatske) kojima se utječe na osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada. Analiza je obuhvatila četiri povijesna razdoblja (od 1850. do 2024. godine) čije su vremenske granice usklađene s promjenama društveno-političkog sustava na području Hrvatske. U Tablici 13 prikazana je usporedba

[78] U Generalnom urbanističkom planu (GUP) Grada Zagreba se navodi da je prilikom gradnje novih stambenih i stambeno-poslovnih građevina potrebno osigurati minimalne sanitarne standarde: da svaki stan ima za ljetnog solsticija direktno sunčevo osvjetljenje od minimalno 2 sata na dan (Članak 31. Odluke o izmjenama i dopunama Odluke o donošenju Generalnoga urbanističkog plana grada Zagreba, Službeni glasnik Grada Zagreba, 2013). U izmjenama i dopunama GUP-a iz 2017. je predloženo ukidanje ove odredbe, ali prijedlog nije usvojen (Zavod za prostorno uređenje Grada Zagreba, 2017). U lipnju 2024. godine predstavljen je prijedlog Izmjena i dopuna GUP-a Grada Zagreba namijenjen javnoj raspravi u kojem je zadržan zahtjev osunčanja od minimalno 2 sata na dan ljetnog solsticija (izmjene i dopune Generalnoga urbanističkog plana Grada Zagreba 2024. - prijedlog Plana za javnu raspravu, članak 32).

identificiranih kriterija za osunčanje te preporučenih vrijednosti kriterija, u odnosu na razdoblje. Analiza je obuhvatila primjenu kriterija zgrade i njezine okoline (orijentacija ulica i osi zgrada, omjer visine zgrade i širine ulice, minimalni kut neba, dimenzije dvorišta i međusobna udaljenost zgrada) te kriterija stana i prostorije (orijentacija prostorije, karakteristike elemenata otvora, zaštita od sunca i trajanje osunčanja). Vrijednosti kriterija za osunčanje bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom kako bi se razlikovale od vrijednosti sa zahtjevom obvezne primjene.

Tablica 13. Kriteriji osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada obuhvaćeni analiziranim preporukama i propisima te pripadajuće vrijednosti kriterija tijekom četiri analizirana razdoblja na teritoriju Hrvatske. Preporuke bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom.

Kriterij osunčanja	**Vrijednost kriterija**			
	1850. – 1918.	**1919. – 1945.**	**1946. – 1990.**	**1991. – 2024.**
Obuhvat zgrade i njezine okoline				
orijentacija ulica	-	-	*ulice rotirane 20–30° od čistog istok-zapad smjera*	-
orijentacija osi zgrade	-	-	*rotirana 20–30° istočno ili zapadno od juga* *dodatne preporuke* [1]	-
odnos visine zgrade i širine ulice	-	-	*1:1*	-
min. kut upada sunčevih zraka (kut neba)	45° [2]	-	*45°* [3]	-
min. odnos tlocrtne dubine dvorišta i visine zgrade (ovisno o kutu upada sunčevih zraka i dijelu grada)	min. 1:1 (kut 45°) za neizgrađeni dio grada min. 3:4 (kut 53°) za izgrađeni dio grada min. 2:3 (kut 56°) u središtu grada	udaljenosti dvorišnih zgrada od ulične regulacijske linije u odnosu na visinu ulične zgrade	-	-
udaljenost zgrada (u kontekstu osunčanja)	-	3 m (udaljenost manja od 5 m: WFR boravišnih prostorija koje su orijentirane na tu stranu min. 20 %)	*udaljenost zgrada min. jednaka visini više zgrade*	-
Obuhvat stana i prostorije				
orijentacija prostorije	-	-	*jug, jugoistok ili jugozapad (tim redom, za dnevne boravišne prostorije)* *garsonijere, jednosobni stanovi i svi stanovi s jednostranom orijentacijom ne smiju biti orijentirani prema sjeveru (uključivo sjeverozapad -sjeveroistok)*	-
položaj prozora	-	-	što bliže stropu; *centrirano na zidu radi ravnomjernijeg osvjetljenja*	-

min. dimenzije prozora boravišnih prostorija	širina 96 cm visina 160 cm	-	*što veća visina u odnosu na širinu prozora* okviri otvora ne smiju zauzimati više od 25 % ploštine otvora	-
min. visina parapeta	-	90 cm	*75–80 cm (1949.); 85 cm (1983.)*	-
WFR (najčešće ostakljeni, za boravišne prostorije)	-	≥ 13 %	*min. 17 % (standard);* *min. 20 % (u sjevernijim dijelovima države) (1949.)* *maks. 25 %* *10 – 13 % (1955.)* ≥ 14 % (1967.) ≤ 14 % (1980.) *≥ 14 % (1983.)*	≥ 14 % [4]
zaštita od sunca [4] (ovisno o orijentaciji i namjeni prostorije)	-	-	*unutarnje zavjese;* *vanjska pomična zaštita*	obavezno [5]
min. ukupna ostakljena ploština prozora	-	-	*14 % ukupne podne ploštine stana (za 1,5-sobne stanove i manje)*	-
min. osunčanost boravišnih prostorija	-	-	*svaki dan, tijekom cijele godine* *min. 2 h dnevno zimi (1949.)* *udaljenost zgrada mora omogućiti min. 2 h osunčanja dnevno, u boravišnim prostorijama (tijekom zimskog solsticija, od 11:00 do 13:00) (1983.)*	min. 2 h dnevno tijekom ljetnog solsticija za svaki stan (Zagreb)
			istočne i zapadne boravišne prostorije ne smiju biti zasjenjene od 10:00 do 14:00 zimi (min. 2 h osunčanja dnevno); *južne boravišne prostorije ne smiju biti zasjenjene od 11:00 do 13:00 zimi (1983.)*	*min. jedna boravišna prostorija stana: 1,5 h (u periodu od 1. veljače do 21. ožujka)*

[1] Ovisno o tlocrtnoj dispoziciji boravišnih prostorija (jednostrano ili dvostrano orijentiranih) i dobu godine (Tablica 11).
[2] Trajno, za podrumske boravišne prostorije stana.
[3] Ako ispunjenje ovog uvjeta nije moguće, potrebno je povećati ploštinu prozora (npr. ako je WFR 17 – 20 %, dodati 1 % za svako smanjenje za 4° ispod definiranog minimuma kuta neba).
[4] Kriterij određen u kontekstu zaštite unutarnjih prostorija od pregrijavanja.
[5] Primjenjuje se samo kod projektiranja i gradnje stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje.

Karakteristična blokovska matrica zagrebačkog Donjeg grada nastajala je tijekom dugog perioda, obuhvaćenog prvim i drugim analiziranim razdobljem. Građevinski propisi prvog razdoblja propisivali su minimalne higijenske standarde primjenjivane tijekom formiranja arhitektonske cjeline svakog bloka. Posebna je pozornost pritom bila posvećena minimalnim dimenzijama dvorišnih prostora bloka, u cilju smanjivanja zasjenjenja otvora na pročeljima. Kriterija za osunčanje iz prva dva analizirana razdoblja ima manje u odnosu na druga dva razdoblja, ali je primjena propisanih vrijednosti kriterija bila obvezna. Osim minimalnih dimenzija dvorišnih prostora bloka, u prvom razdoblju (1850. – 1918.) propisani su još i kut neba i minimalne dimenzije prozora boravišnih prostorija.

U drugom analiziranom razdoblju (1919. – 1945.) su utvrđene mane blokovske izgradnje: niski higijenski uvjeti radi lošije mogućnosti provjetravanja i osunčanja unutarnjih prostora. Osim minimalnih dimenzija dvorišnih prostora bloka, regulirane su i udaljenosti zgrada (u kontekstu osunčanja), minimalna visina prozorskog parapeta te WFR (odnos ploštine prozora i ploštine poda prostorije u kojoj se prozor nalazi). U ovom je razdoblju propisima o osunčanju prvi put uspostavljen odnos između veličine prozorskih otvora i međusobne udaljenosti zgrada.

Analiza primjene propisanih i preporučenih vrijednosti kriterija osunčanja prikazana u Tablici 13 pokazuje da treće analizirano razdoblje (1946. – 1990.) obuhvaća najveći broj tipova kriterija za osunčanje stambenih zgrada, u obje skupine kriterija (obuhvat zgrade i njezine okoline te obuhvat stana i prostorije). Važno je naglasiti da većina preporuka iz tog razdoblja nije bila obvezujuća, ali su profesionalni mehanizmi kontrole osiguravali da prostorno planiranje i gradnja budu usklađeni s definiranim vrijednostima kriterija. Preostala tri analizirana razdoblja slična su u broju (preporučenih ili propisanih) vrijednosti kriterija za osunčanje. Specifična odredba smjernica trećeg analiziranog razdoblja obuhvaćala je dokazivanje usklađenosti s kriterijima osunčanosti u sklopu projektne dokumentacije zgrade, u postupku ocjenjivanja uporabljivosti stanova i zgrada. U analizi trećeg razdoblja se ističu DUSI standardi. Iako nikada nisu bili formalno propisani, koristili su se u Zagrebu, pa i šire, kao stručne planske smjernice sve do 1990-ih godina.

U posljednjem analiziranom razdoblju (1991. – 2024.) Hrvatska je samostalna država s vlastitim pravnim sustavom. Smjernice za osunčanost stambenih prostora iz prethodnog razdoblja većinom nisu usvojene. Navedeno se može povezati s promjenom u glavnom pokretaču stambene izgradnje. Tijekom prethodnog razdoblja (1946. – 1990. godine)

stambenom izgradnjom je upravljala država, koja je davala prioritet kvaliteti i higijeni stambenih prostora. U četvrtom razdoblju stambena je izgradnja uglavnom vođena privatnim kapitalom. Država nije propisala ispunjavanje minimalnih higijensko-tehničkih zahtjeva za stambene prostore (uključujući i kriterije za osunčanost).

U Republici Hrvatskoj na nacionalnoj razini nije obavezna primjena kriterija za osunčanje stambenih zgrada. Minimalni WFR i zaštita od sunca obvezni su samo za stanove i zgrade obuhvaćene Programom društveno poticane stanogradnje (POS program). Kriteriji za osunčanje POS programa usmjereni su samo na razinu stana, zbog društvenih i ekonomskih okolnosti u kojima je nastao.[79] Obavezna primjena zahtjeva zaštite od sunca uglavnom je rezultat provedbe propisa o toplinskoj zaštiti i sprječavanja pregrijavanja prostorija. Norma HRN EN 17037:2022 (Dnevno svjetlo u zgradama) obuhvaća minimalne smjernice za trajanje osunčanja (1,5 sati dnevno u razdoblju između 1. veljače i 21. ožujka). Međutim, primjena norme nije obvezna jer nije obuhvaćena nijednim propisom. Usporedba trećeg i četvrtog analiziranog razdoblja se može sagledati i kroz model primjene standarda (normi): primjena jugoslavenskog standarda JUS U.C9.100 (Dnevno svjetlo i električna rasvjeta prostorija u zgradama) bila je obavezna u usporedbi s neobaveznom primjenom hrvatske norme HRN EN 17037:2022.

Na lokalnoj razini, Generalni urbanistički plan Grada Zagreba regulira minimalno dnevno trajanje osunčanja boravišnih prostorija u višestambenim zgradama.[80] Generalni urbanistički plan definira minimalno dnevno trajanje osunčanja za svaki stan, no taj se kriterij mora ispuniti samo na dan ljetnog solsticija. Ovaj kriterij u praksi isključuje mogućnost projektiranja pojedinačnih stanova orijentiranih prema sjeveru, zbog kuta upada sunčevog zračenja kojem je Zagreb izložen tijekom godine. Nažalost, primjeri zagrebačke suvremene stambene arhitekture obuhvaćaju jednostrano sjeverno orijentirane stanove (Korlaet, 2015: 167) koji nisu u skladu s opisanim odredbama zagrebačkog GUP-a. Također, ako je kriterij osunčanosti propisan samo za ljetno razdoblje, on se vjerojatno neće ostvarivati tijekom ostatka godine, pa predstavlja vrlo

[79] Program društveno poticane stanogradnje (POS) pokrenut je s ciljem omogućavanja građanima Republike Hrvatske rješavanje stambenog pitanja pod znatno povoljnijim uvjetima od tržišnih, uz osiguranu kvalitetu gradnje i poštivanje rokova izvedbe. Program je pritom primarno usmjeren na pojedinačnu stambenu jedinicu, dok urbanističke i prostorne karakteristike naselja nisu u njegovu središtu interesa (Bašić, 2013: 76).

[80] U izmjenama GUP-a iz 2017. predloženo je ukidanje ove odredbe, no prijedlog nije usvojen.

blag zahtjev koji ne osigurava zadovoljavajuće higijensko-tehničke uvjete u boravišnim prostorijama tijekom cijele godine.

Hrvatskim standardima trenutačno nije predviđena primjena kriterija za osunčanje koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu. Zadnji standardi koji su obuhvaćali preporuke za osunčanje na razini naselja su bili neobvezujući (ali primjenjivani) DUSI standardi iz 1983. godine. Iako su na području Republike Hrvatske propisi i preporuke za osunčanje boravišnih prostorija stambenih zgrada postojali još od kraja 19. stoljeća, danas na državnoj razini propisima nije definirana obaveza ostvarivanja vrijednosti kriterija za osunčanje boravišnih prostorija stambenih zgrada. Iz svega navedenog se može izvući zaključak da se tijekom vremena u Hrvatskoj mijenja pristup primjeni kriterija za osunčanje, od normativno propisanog i obveznog sustava primjene s jasnim higijensko-tehničkim ciljevima prema postupnom ublažavanju i naposljetku neobveznog sustava primjene kriterija uvjetovanog tržišnim okolnostima i lokalnim regulacijama.

4.6. Zaključak

Osunčanje je tijekom čitave povijesti arhitekture imalo važnu ulogu u planiranju i formiranju naselja i zgrada. Nedostatak sustavne stambene politike negativno utječe na kvalitetu stambene izgradnje, što se odražava i na uvjete osunčanja stambenih zgrada. Kvaliteta stanovanja ima značajan utjecaj na tjelesnu, mentalnu i društvenu dobrobit stanara. Insolacija se ubraja među ključne čimbenike koji određuju kvalitetu stambenog prostora. Ovim se radom nastoji istražiti i kvantificirati utjecaj redukcije zahtjeva primjene kriterija osunčanja na ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija višestambenih zgrada te njezine posljedice na kvalitetu stanovanja u higijensko-tehničkom smislu. U tu svrhu ovo poglavlje obuhvaća komparativnu analizu europskih urbanističkih i arhitektonskih kriterija koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija u višestambenim zgradama. Valorizacija primjene kriterija osunčanja u europskim standardima pruža pregled mogućih alata i pristupa koji se mogu prilagoditi lokalnim socioekonomskim i klimatskim okolnostima. Na temelju usporedbe propisa i preporuka za stambene zgrade u 22 europske zemlje, istraživanje je pokazalo:

- primjena kriterija osunčanja većinom je obvezna (77 % analiziranih zemalja),
- primjena se uglavnom odnosi na nacionalnu (državnu) razinu (55 %),

- najčešća je kombinirana primjena kriterija osunčanja koja obuhvaća zgradu i njenu okolinu te stan i prostoriju (55 %), dok se u 45 % slučajeva primjenjuju isključivo kriteriji koji obuhvaćaju stan, odnosno prostoriju,
- najčešće primjenjivani tipovi kriterija osunčanja jesu minimalni omjer ploštine prozora i ploštine poda (WFR) (86 %) te minimalno trajanje osunčanja (45 %, kao rezultanta primjene kriterija osunčanja); oba kriterija odnose se na stan, odnosno prostoriju,
- vrijednosti kriterija osunčanja kreću se od 10 do 20 % za minimalni WFR te od 1 do 4 sata za minimalno trajanje osunčanja.

Općenito, istraživanje ukazuje na geografsku diferencijaciju regulatornih pristupa osunčanju. Dok se u zemljama sjeverne i zapadne Europe češće primjenjuju decentralizirane, neobavezne smjernice, zemlje srednje, južne i istočne Europe se češće oslanjaju na obvezno primjenjivane, kvantitativno definirane standarde koji utječu na osunčanje stambenih zgrada. Navedeno se može povezati sa snažnijom tradicijom državno vođenog planiranja stanogradnje u srednjoj, južnoj i istočnoj Europi. Ovi obrasci upućuju na to da regulatorne prakse, planerski okvir i klimatski uvjeti zajednički oblikuju nacionalne pristupe osunčanju stambenih zgrada.

Hrvatska je zasebno analizirana kako bi se procijenio opseg redukcije zahtjeva primjene kriterija osunčanja. Ovaj dio istraživanja pokazao je da u Hrvatskoj:

- ne postoji obavezna primjena kriterija osunčanja na nacionalnoj razini,
- jedini kriteriji osunčanja s obaveznom primjenom su propisani na lokalnoj razini (Zagreb),
- jedini pristup nacionalnoj primjeni kriterija je neobvezujući (HRN EN 17037:2022),
- utvrđena je primjena isključivo kriterija koji obuhvaćaju stan (prostoriju),
- utvrđena je primjena sljedećih kriterija osunčanja i pripadajućih vrijednosti: minimalni WFR (14 %, obavezna primjena samo za zgrade uključene u Program društveno poticane stanogradnje) te minimalno trajanje osunčanja (2 sata kao rezultanta primjene kriterija osunčanja, obavezna primjena samo za područje Grada Zagreba).

Na primjeru Hrvatske, kronološki pregled propisa i preporuka koji utječu na osunčanje (više)stambenih zgrada (1850. – 2024.) pokazuje da je kontekst njihova nastanka povezan s društveno-političkim okolnostima, razvojem urbanizma, stanogradnje i higijensko-tehničkih standarda. U ranijim razdobljima (19. stoljeće i početak 20. stoljeća) kriteriji osunčanja bili su

obvezno primjenjivani te prvenstveno vezani uz regulaciju urbanističke strukture (širine ulica, dimenzije dvorišta) s ciljem sprječavanja loših higijenskih uvjeta u prenapučenim dijelovima gradova. Sredinom 20. stoljeća, osobito u socijalističkom razdoblju, naglasak je bio na provođenju sustavne stambene politike, pri čemu je država osiguravala primjenu detaljnih i brojnih planerskih, urbanističkih i arhitektonskih kriterija osunčanja[81].

U razdoblju nakon 1990. godine u Hrvatskoj dolazi do promjene društveno-političkog uređenja i oslanjanja na tržišno orijentiranu stanogradnju, što je dovelo do gubitka kontinuiteta u primjeni urbanističkih i higijensko-tehničkih standarda. Primjena kriterija za osunčanje postaje fragmentirana i neobavezna na državnoj razini. Komparativna analiza standarda koji utječu na osunčanje (više)stambenih zgrada na području Hrvatske u razdoblju od 1850. do 2024. godine pokazuje trend redukcije zahtjeva primjene kriterija osunčanja.

Pristupi primjeni kriterija osunčanja u europskim državama analizirani su kako bi se ukazalo na razlike u prioritetima, pravnim okvirima i pristupima ključnim planerskim i arhitektonskim pitanjima poput osunčanja, kvalitete stanovanja i urbane gustoće. Razumijevanjem tih razlika istraživači i zakonodavci mogu identificirati dobre prakse te u slučaju utvrđene redukcije zahtjeva primjene kriterija osunčanja predložiti poboljšanja u skladu s lokalnim uvjetima. Modeli primjene kriterija osunčanja utvrđeni ovim istraživanjem predstavljaju okvir za valoriziranje i unapređenje postojećih alata vezanih uz osunčanje stambenih prostora. Valorizacija aktualne primjene kriterija za osunčanje u Republici Hrvatskoj, u odnosu na europski kontekst, pokazuje mogućnost unapređenja. Prijedlog unaprjeđenja primjene kriterija za osunčanje višestambenih zgrada u Republici Hrvatskoj predstavljen je u poglavlju 7.

[81] Prema literaturi (Hraška, 2019: 46) je u bivšim socijalističkim zemljama (Sovjetski Savez, Čehoslovačka, Poljska i dr.) od 1950-ih godina osunčanje svakog stana bio higijenski standard zajamčen zakonom. Ustavnim pravom obuhvaćeni zdravi životni uvjeti su u kontekstu osunčanja propisivali minimalan broj sati osunčanja tijekom kritičnih dijelova dana i godine, za nove i sve postojeće stambene jedinice u okolini. Izloženost osunčanju je u pravnom pogledu bilo superiorno općinskim propisima, očuvanju povijesne baštine i sl. Stoga su nove zgrade bile obavezne prilagoditi svoju veličinu i oblik pravu na osunčanje susjednih stanova. Stroga, nefleksibilna provedba prava na osunčanje u mnogim je slučajevima dovodila do nelogičnih gabarita novih zgrada. U različitim bivšim socijalističkim zemljama ova se praksa zadržala do danas.

5. METODA ISTRAŽIVANJA

5.1. Uvod

Metode istraživanja osunčanja u arhitekturi obuhvaćaju različite pristupe kvantificiranju i analizi utjecaja izravnoga sunčeva zračenja na zgrade i prostorije u njima. Fizikalna mjerenja provedena instrumentima[82] omogućuju precizno bilježenje količine sunčeve energije koja dopire do površine Zemlje, dok se geografski informacijski sustavi (GIS) često primjenjuju za analizu prostornih podataka i vizualizaciju osunčanja. Istraživanje osunčanja omogućava uvid u dinamiku insolacije i njen utjecaj na lokalne klimatske uvjete te na zgrade i unutarnje prostorije. Računalne simulacije najčešće se koriste za modeliranje Sunčeve putanje i predviđanje trajanja osunčanja pročelja zgrada i unutarnjih prostorija na temelju kuta upada sunčevih zraka. Analiza osunčanja može se provoditi u ranoj fazi planiranja zgrade ili u kasnijim fazama projektiranja, kada su definirani gabariti zgrade i prostorija, geometrija pročelja te karakteristike vanjskih elemenata otvora[83].

Osunčanje je definirano kao trajanje sijanja Sunca, odnosno vrijeme u kojem je neko mjesto obasjano Suncem. Svjetska meteorološka organizacija definira sijanje Sunca kao razdoblje u kojem je intenzitet Sunčevog zračenja veći od 120 W/m^2. Trajanje sijanja Sunca ili osunčanje se mjeri u satima s preporučenom preciznošću 0,1 sat.[84]

5.2. Pregled metoda istraživanja osunčanja

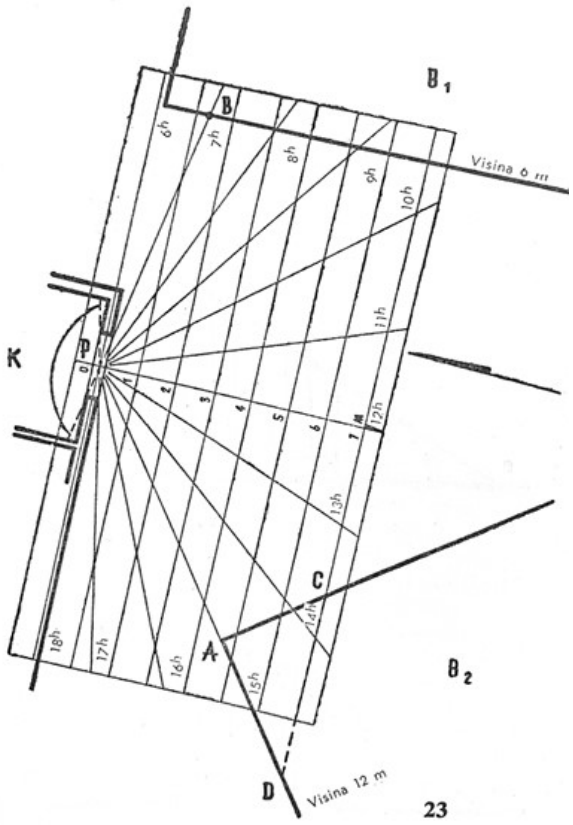
U prošlosti se utvrđivanje trajanja osunčanja zgrada najčešće vršilo grafičkim (tzv. ručnim) metodama uzimajući u obzir geografsku lokaciju zgrade, doba dana i godine, karakteristike

[82] Instrumenti za mjerenje Sunčeva zračenja su: piranometar (instrument za mjerenje količine ukupna Sunčeva zračenja, izravnog ili raspršenog, koje dolazi na jedinicu horizontalne plohe u spektralnom opsegu od 0,3 do 3,0 μm), pirgeometar (analogni instrument za mjerenje dugovalnog Sunčeva zračenja) te pirheliometar (instrument za mjerenje izravnog kratkovalnog zračenja, uz isključenje difuznog). Zapisni piranometar naziva se piranograf, a instrument za kontinuirani zapis izravnoga zračenja pirheliograf.

[83] Istraživanje osunčanja u zgradama se preporučuje provoditi u ranim fazama planiranja zgrade, osobito u urbanim uvjetima s velikom gustoćom gradnje i očekivanom zasjenjenošću zgrada (Mardaljevic, 2021: 490). Međutim, u ranoj fazi planiranja zgrade nisu detaljno definirane karakteristike otvora kroz koje prolazi sunčevo zračenje (u prvom redu veličina otvora). Ipak, primjena odgovarajućih metoda istraživanja osunčanja unutarnjih prostorija je primjerena u ranim fazama planiranja zgrade kako bi se na vrijeme uočile nepravilnosti u izloženosti osunčanju i ponudilo kvalitetnije rješenje.

[84] Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No.8.), izdanje 2021./2018., Svjetska meteorološka organizacija.

otvora kroz kojeg prolazi sunčevo zračenje te zaklonjenost otvora okolnim volumenima ili geometrijom pročelja zgrade (Slika 33).



Slika 33. Utvrđivanje trajanja osunčanja prostorije grafičkom metodom. Izvor: Twarowski, 1962/1969: 20.

Podaci iz 70-ih godina 20. stoljeća potvrđuju važnost utvrđivanja trajanja osunčanja unutarnjih prostorija jer korisnici prostora preferiraju duže trajanje osunčanja, u usporedbi s varijacijama intenziteta sunčevog zračenja ili veličine osunčane površine (engl. *sunny patch*) unutar prostorija (Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 91-92). Stoga se vrijeme trajanja osunčanja smatra osnovnim pokazateljem kvalitete osunčanja prostorije.[85] U 90-im godinama prošlog stoljeća dolazi do razvoja složenih kompjuterskih simulacija baziranih na stvarnim klimatskim

[85] U istoj studiji se navodi razlika između dostupnog (engl. *available*) i mogućeg (engl. *possible*) osunčanja. Analizom različitih čimbenika utvrđeno je preporučeno minimalno trajanje osunčanja u rasponu između 1/4 i 1/3 maksimalnog godišnjeg prosječnog broja dostupnih sunčanih sati. Navedeni minimum se smatra kompromisom koji koristi sve benefite osunčanja (prirodno osvjetljenje i zagrijavanje prostora) uz kontrolu negativnih posljedica (bliještanje i pregrijavanje). Studijom se preporučuje minimalno trajanje osunčanja od 400 ili 500 sati tijekom 6 mjeseci u godini, za kuhinje, blagovaonice, prostorije dnevnog boravka i spavaće sobe (Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 96-97).

i meteorološkim uvjetima[86] kojima je moguće utvrditi osvjetljenje unutarnjih prostorija dnevnim svjetlom (Mardaljevic, 2021: 490) te trajanje osunčanja unutarnjih prostorija.

Pregled literature svjedoči o velikom broju različitih metoda istraživanja osunčanja, od kojih je nekoliko spomenuto u nastavku. Metoda godišnje izloženosti osunčanju (ASE – engl. *Annual Sunlight Exposure*) se koristi za procjenu prekomjerne insolacije unutarnjeg prostora, u svrhu sprječavanja pojave bliještanja i pregrijavanja (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 7). Metoda solarne ovojnice (engl. *Solar Envelope Method*) u ranoj fazi planiranja zgrade omogućuje definiranje maksimalno dozvoljenog volumena zgrade u cilju osiguravanja osunčanja ulica i pročelja okolnih zgrada (De Luca i Dogan, 2019: 818; De Luca, Dogan i Sepúlveda, 2021). Indeks sunčevog snopa (SBI – engl. *Sunlight Beam Index*) označava ploštinu presjeka snopa sunčevog zračenja koje prolazi kroz prozor, u svim položajima Sunca tijekom godine (Mardaljevic i Roy, 2016). Indeks sunčevog snopa je dio metodologije modeliranja dnevnog svjetla na temelju karakteristika elementa vanjskog otvora (ABDM – engl. *Aperture Based Daylight Modelling Methodology*). Procjena izloženosti osunčanju obuhvaćena normom HRN EN 17037: 2022 - Dnevno svjetlo u zgradama se sastoji od provjere solarnog pristupa (vidljivost Sunca iz referentne točke u prostoriji na određeni datum) i utvrđivanja trajanja osunčanja u prostoriji.[87] Metoda autonomije osunčanja (engl. *Sunlight Autonomy*) omogućuje računalno istraživanje kriterija definiranih normom HRN EN 17037 (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 9). Ova metoda omogućava utvrđivanje trajanja osunčanja tijekom različitih perioda te u različitim položajima u prostoru (referentnoj točki otvora ili plohi na pročelju zgrade). Korejska studija obuhvaća računalno simuliranje trajanja i ploštine osunčanja u prostorijama stambenih jedinica

[86] U istraživanju dnevnog svjetla u arhitekturi se primjenjuju statične i dinamične dnevnosvjetlosne metrike (Gojnik, 2012: 306). Tradicionalna statična metrika utvrđuje dnevnosvjetlosne vrijednosti za izolirane uvjete (npr. stanje oblačnog neba), dok dinamična metrika utvrđuje statističku učestalost određene vrijednosti (npr. stanja oblačnog neba) u promatranom periodu.

[87] Hrvatski zavod za norme je 2019. godine prihvatio europsku normu EN 17037 (objavljenu 2018. godine) u izvorniku na engleskom jeziku kao hrvatsku normu HRN EN 17037. Norma obuhvaća standarde ispunjavanja minimalnih uvjeta osvjetljenja dnevnim svjetlom, osiguravanja vizure prema vanjskom prostoru, izloženosti insolaciji i zaštite od blijeska. Ovaj rad istražuje ispunjavanje uvjeta izloženosti insolaciji. Normom HRN EN 17037 su definirane preporuke za osiguravanje trajanja osunčanja u zgradama, detaljnije prikazane u Prilogu 3.

Norma HRN EN 17037 opisuje dva načina primjene metode utvrđivanja trajanja osunčanja: računalnu (korištenje dijagrama putanje Sunca) i ručnu (korištenje geometrijskih skica). Računalna metoda uključuje programsku izradu širokokutnih fotografija od 180° koje se preklapaju na dijagrame sunčeve putanje za procjenu neba bez prepreka. Druga metoda uključuje izradu ručnih geometrijskih skica, identificirajući kritične horizontalne i vertikalne kutove okolnih prepreka.

te podatke kvantificira u obliku indeksa osunčanja za usporedbu na razini stana, zgrade i stambenog kompleksa (Nguyen, Luc i Kim, 2025: 14).

Rezultate primjene različitih metoda istraživanja trajanja osunčanja u zgradama je teško uspoređivati zbog razlika u razmatranju (Mardaljevic i Roy, 2016: 55-56; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 9):

- vremenskog okvira tijekom kojeg se provodi istraživanje (u određenom danu ili dijelovima dana, tijekom jednog ili nekoliko mjeseci ili tijekom cijele godine),
- graničnih vrijednosti kuta upada sunčevog zračenja (osunčanje se uzima u obzir tek iznad određene vrijednosti kuta upada),
- utjecaja karakteristika elementa vanjskog otvora (mjerenje se vrši u referentnoj točki otvora ili uzimajući u obzir ukupnu veličinu otvora; uzima li se u obzir zasjenjenje okvira elementa otvora; uzima li se u obzir zasjenjenje geometrije zida u kojeg je ugrađen element otvora),
- utjecaja zasjenjenja otvora okolnim volumenima,
- utjecaja geometrije zgrade (pojednostavljeni ili stvarno izgrađeni volumeni),
- utjecaja rasporeda prostorija unutar zgrade,
- utjecaja većeg broja otvora u prostoriji ili stanu,
- utjecaja promjenjivosti stvarnih meteoroloških uvjeta na lokaciji zgrade,
- zahtjeva koji se obično odnose na barem jednu boravišnu prostoriju, pri čemu se ne provjerava osunčanje ostalih boravišnih prostorija u stanu (ili zgradi).

5.3. Primijenjena metoda istraživanja osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada

Istraživanja pokazuju da korisnici preferiraju dulje trajanje osunčanja u odnosu na druge pokazatelje kvalitete osunčanja unutarnjeg prostora, poput intenziteta sunčevog zračenja ili veličine osunčane površine (Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 91-92). Analiza europskih propisa i preporuka prikazana u poglavlju 4 pokazuje da se trajanje osunčanja često koristi kao rezultat primjene sustava kriterija osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada. Zbog toga je upravo trajanje osunčanja odabrano kao predmet ovoga istraživanja.

U ovom radu primijenjena je metoda istraživanja osunčanja boravišnih prostorija koja se temelji na računalnom utvrđivanju trajanja osunčanja simulacijom na trodimenzionalnim modelima

višestambenih zgrada izgrađenih u Zagrebu. Odabrani pristup nadovezuje se na metodu autonomije osunčanja (engl. *Sunlight Autonomy*), opisanu u radu Dervishaja i Gudmundssona iz 2024. godine, te na metodu obuhvaćenu normom HRN EN 17037: 2022 - Dnevno svjetlo u zgradama. Navedeni pristupi razlikuju se prema predmetu istraživanja. Za razliku od istraživanja usmjerenog na vanjsku stranu pročelja zgrade, odnosno prostorije (Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 22), te utvrđivanja trajanja osunčanja u referentnoj točki vanjskog otvora prema normi HRN EN 17037, u ovom se radu trajanje osunčanja utvrđuje unutar boravišne prostorije. Primijenjena metoda obuhvaća utjecaj većine kriterija na trajanje osunčanja, uključujući ploštinu vanjskog elementa otvora, njegov oblik i položaj na vanjskom zidu boravišne prostorije.[88]

Prednosti istraživanja osunčanja unutar boravišnih prostorija u odnosu na pročelje zgrade prikazane su i u recentnoj korejskoj studiji (Nguyen, Luc i Kim, 2025: 4). Studija navodi kako bi se, radi preciznosti procjene izloženosti osunčanju u gusto izgrađenim okruženjima, izračuni trebali temeljiti na utvrđivanju osunčanosti unutarnjih podnih površina, a ne vanjskih pročelja zgrada. Metoda istraživanja primijenjena u ovom radu utvrđuje trajanje osunčanja na testnim plohama poda te unutarnjih zidova boravišne prostorije, kako bi se utvrdilo vrijeme trajanja osunčanja u svrhu ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva unutar boravišne prostorije.

Sukladno normi HRN EN 17037, primijenjena metoda istraživanja obuhvaća analizu trajanja osunčanja u satima tijekom jednog referentnog dana (perioda od 24 sata), u periodu od 1. veljače do 21. ožujka, s pretpostavkom vedrog neba bez naoblake. U ovom će se radu analizirati trajanje osunčanja na datum proljetnog ekvinocija (21. ožujka). Normom su definirane tri razine trajanja osunčanja: minimalno (1,5 sat), srednje (3 sata) i visoko (4 sata). Normom se preporučuje minimalno trajanje osunčanja barem jedne boravišne prostorije u stanu. Za veći broj otvora na različito orijentiranim pročeljima boravišne prostorije moguće je zbrojiti vrijeme trajanja osunčanja ako se ono ne događa u isto vrijeme. U ovom radu će se ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva u stanu istražiti provjerom ispunjavanja minimalnog zahtjeva osunčanja u trajanju 1,5 sat. Osim ispunjavanja navedenog uvjeta, najosunčanijom prostorijom stana se smatra prostorija koja ima najveći udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat.

[88] U Tablici 6 u poglavlju 3.6. je navedeno koji su kriteriji za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada obuhvaćeni računalnom analizom primjera.

Odabrana metoda istraživanja temelji se na primjeni alata za trodimenzionalno modeliranje *Rhinoceros 3D* i dodatka *Ladybug* za analizu klimatskih podataka i osunčanja. Primjenom odabrane metode istraživanja moguće je odrediti i usporediti trajanje osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada te evaluirati utjecaj pojedinih kriterija na trajanje osunčanja.

Rhinoceros 3D je računalni program za trodimenzionalno modeliranje. *Grasshopper* je vizualno-programski dodatak unutar programa *Rhinoceros* koji omogućuje parametarsko generiranje i algoritamsku kontrolu geometrije primjenom definiranih odnosa i varijabli. Navedeni alati odabrani su zbog njihove široke primjene u znanstvenim istraživanjima i projektantskoj praksi. U ovom je istraživanju korištena inačica *Rhinoceros 7* za modeliranje analiziranih višestambenih zgrada i okolnih zgrada u radijusu od 50 metara. Geometrija modela definirana je u metrima i pravilno orijentirana prema geografskom smjeru sjevera, dok su lokacija i Sunčeva putanja određene klimatskim podacima, a ne stvarnim koordinatama modela unutar računalnog programa.

Ladybug Tools je skup analitičkih dodataka za *Grasshopper* koji koristi meteorološke podatke u obliku .epw datoteka za simulaciju klimatskih uvjeta, uključujući sunčevo zračenje, te za analizu energetskih svojstava zgrada. Time je omogućena kvantitativna evaluacija obilježja okoliša u kojem se zgrada nalazi. Klimatski uvjeti lokacije definirani su primjenom .epw datoteke (*EnergyPlus Weather*), standardiziranog formata meteoroloških podataka za simulacije utjecaja okoliša na zgrade. Datoteka sadrži satne podatke za cijelu godinu (8760 sati) za određenu geografsku lokaciju, uključujući temperaturu zraka, relativnu vlažnost, sunčevo zračenje, brzinu i smjer vjetra, naoblaku i oborine, kao i pripadajuće geografske parametre, poput zemljopisne širine, zemljopisne dužine, nadmorske visine i vremenske zone. Izvorno razvijene za računalni program *EnergyPlus*, .epw datoteke danas se široko primjenjuju u alatima za parametarsko projektiranje i kvantitativnu analizu utjecaja lokalnih klimatskih uvjeta na zgrade. U ovom istraživanju korištena je inačica *Ladybug Tools 1.9.0.* te .epw datoteka za lokaciju Zagreb Maksimir (izvor: https://www.ladybug.tools/epwmap/, pristup 5. 1. 2026.).

Utvrđivanje trajanja osunčanja uzima u obzir većinu kriterija za osunčanje (definiranih u poglavlju 3 ovog rada): klimatske uvjete na geografskoj lokaciji zgrade (azimutom i visinom određen položaj Sunca), zasjenjenost otvora zgrade (okolnom izgradnjom te geometrijom pročelja zgrade), karakteristike boravišnih prostorija (smještaj unutar zgrade i oblik) te

karakteristike elemenata otvora kroz koje prolazi direktno sunčevo zračenje[89] (veličinu, oblik, položaj i orijentaciju). U procesu utvrđivanja trajanja osunčanja kriteriji zasjenjenosti otvora zgrade okolnom vegetacijom te karakteristike materijala elementa otvora (vrsta stakla, udio stakla u otvoru, onečišćenje stakla) neće biti obuhvaćeni računalnim modeliranjem jer se radi o promjenjivim elementima čiji je utjecaj na trajanje osunčanja teško sustavno kvantificirati. Utvrđivanje trajanja osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada neće obuhvatiti utjecaj promjenjivih meteoroloških uvjeta (npr. pojave naoblake) i zagađenosti zraka na trajanje osunčanja. Ovo istraživanje je provedeno pod pretpostavkom idealnih meteoroloških uvjeta i neba bez naoblake.[90] Zasjenjenje topografijom također nije obuhvaćeno računalnim modeliranjem jer su radi olakšavanja usporedbe analiziranih primjera odabrani primjeri sličnog okruženja, bez reljefnih uzvisina u blizini. Predmet interesa računalne analize primjera ostaje na trajnim i mjerljivim elementima izgrađenog okoliša koji utječu na trajanje osunčanja.

Nakon provjere minimalnog zahtjeva trajanja osunčanja boravišnih prostorija analiziranih višestambenih zgrada, ustanovit će se, valorizirati i sistematizirati utjecaj kojeg pojedini kriteriji za osunčanje imaju na ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija (1,5 sat na datum 21. ožujka).[91] Osim navedenoga, utvrdit će se utjecaj međusobnih odnosa kriterija na ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija. Kriterij trajanja osunčanja se u ovom radu istražuje kao alat u procesu arhitektonskog projektiranja, kroz analizu izvedenih primjera zgrada (Dervishaj i ostali, 2022: 2). Opisana metoda će se primijeniti na primjerima višestambenih zgrada u Zagrebu, građenih tijekom različitih razdoblja, u cilju utvrđivanja modela optimalne primjene kriterija za osunčanje.

Primjena odabrane metode utvrđivanja trajanja osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada ima višestruke prednosti. Računalna primjena metode, osim uštede vremena i smanjenja učestalosti pogrešaka, omogućuje i jednostavniju promjenu parametara koji utječu na trajanje

[89] Normom HRN EN 17037 se trajanje osunčanja provjerava za referentnu točku P koja je smještena na unutarnjoj površini otvora, na polovini njegove širine. Za razliku od metode obuhvaćene normom, ovo istraživanje uzima u obzir veličinu i oblik elementa otvora kroz kojeg prolazi direktno sunčevo zračenje.

[90] Ovo istraživanje, sukladno normi HRN EN 17037, obuhvaća statičnu metriku osunčanja: pretpostavlja osunčanje u idealnim uvjetima – bez naoblake – što znači da će rezultati u realnim meteorološkim uvjetima biti nepovoljniji.

[91] Rezultati primijenjene metode će se usporediti s preporukama norme HRN EN 17037, kako bi se utvrdila ostvarena razina osunčanja u boravišnim prostorijama.

osunčanja (npr. datum u godini za kojeg se utvrđuje trajanje osunčanja). Ako se koristi u ranoj fazi planiranja višestambene zgrade, ova metoda može:

- utjecati na konačan oblik zgrade ili udaljenost od susjednih volumena kako bi se smanjilo zasjenjenje unutarnjih prostora u novoj zgradi ili u okolnim postojećim zgradama,
- utjecati na konačan raspored sadržaja po etažama buduće zgrade te na njihovu tlocrtnu dispoziciju,
- ukazati na nedovoljno osunčane prostorije i potrebu za boljim rješenjem (u pogledu orijentacije prostorije ili karakteristika otvora kroz koje prolazi sunčevo zračenje) (Dervishaj i ostali, 2022: 7).

Primjena računalne metode utvrđivanja trajanja osunčanja olakšava njeno korištenje u ranoj fazi procesa projektiranja, jer ne oduzima previše vremena te je jednostavno usklađivati karakteristike nove zgrade s uvjetima okoline u kojoj će se zgrada nalaziti (klimatski uvjeti, zasjenjenje…) kako bi se provjerila insolacija unutarnjih prostora u novoj zgradi. Istraživanjem osunčanja u ranoj fazi planiranja i projektiranja zgrade moguće je testirati različite varijante prostornog smještaja zgrade, karakteristika vanjskih otvora te rasporeda boravišnih prostorija što može značajno unaprijediti konačno rješenje u pogledu osunčanja boravišnih prostorija.

U odnosu na ostala istraživanja trajanja osunčanja, primijenjena metoda obuhvaća utjecaj gotovo svih kriterija za osunčanje, uključujući karakteristike elementa otvora (veličinu i položaj). Za razliku od ostalih postupaka utvrđivanja trajanja osunčanja koji su usmjereni na vanjsku stranu pročelja zgrade (prostorije)[92], u ovom je radu primijenjena metoda fokusirana na utvrđivanje trajanja osunčanja unutar boravišne prostorije, u svrhu ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva.

[92] Metoda modeliranja dnevnog svjetla na temelju karakteristika elementa vanjskog otvora (ABDM – engl. *Aperture Based Daylight Modelling Methodology*), procjena izloženosti osunčanju obuhvaćena normom HRN EN 17037: 2022 - Dnevno svjetlo u zgradama te metoda autonomije osunčanja (engl. *Sunlight Autonomy*) utvrđuju izloženost osunčanju vanjske strane pročelja zgrade (prostorije) (Mardaljevic, 2021: 509; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 22).

5.4. Objašnjenje kataloškog obrasca

Radi jasnije sistematizacije i usporedbe rezultata istraživanja primijenjeni su sljedeći kriteriji za odabir analiziranih primjera višestambene arhitekture i pripadajućih stambenih jedinica:

1. razdoblje izgradnje i tip stanogradnje
    a. od 1850. do 1918. godine,
    b. od 1919. do 1945. godine,
    c. od 1946. do 1990. godine ,
        i. društvena stanogradnja,
        ii. društveno usmjerena stanogradnja,
    d. od 1991. do 2024. godine,
        i. društveno poticana stanogradnja,
        ii. tržišna stanogradnja;
2. smještaj u gradskim četvrtima ili naseljima Grada Zagreba veće gustoće izgradnje;
3. orijentacija dulje osi zgrade u smjeru sjever – jug (s otklonom od sjeverozapad – jugoistok do sjeveroistok – jugozapad);
4. katnost višestambene zgrade (najmanje prizemlje i dva kata);
5. zastupljenost i reprezentativnost tipa zgrade i stana za pojedino razdoblje;
6. odabir stanova na prvom i posljednjem katu zgrade[93];
7. dostupnost projektne i druge relevantne dokumentacije.

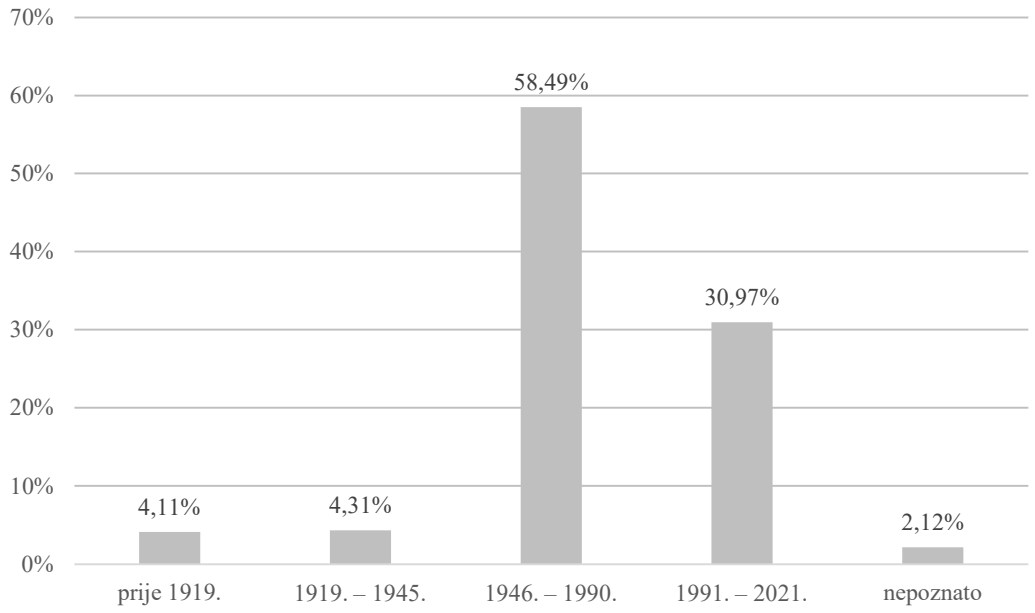
Kriteriji odabira primjera za analizu osunčanja su pojašnjeni u nastavku. Studija primjera podijeljena je na cjeline prema vremenu izgradnje:

- od 1850. do 1918. godine (do kraja 1. svjetskog rata),
- od 1919. do 1945. godine (prve modernističke višestambene zgrade iz razdoblja između dva svjetska rata),
- od 1946. do 1990. godine (višestambene zgrade druge polovice 20. stoljeća ostvarene unutar i izvan okvira programa društveno poticane stanogradnje),

[93] Radi postizanja jasne razlike u rezultatima analize odabrani su stanovi na prvom katu i na najvišem stambenom katu zgrade. Time se omogućuje jasnije sagledavanje i usporedba utjecaja kriterija osunčanja. Ovim istraživanjem nisu obuhvaćeni stanovi u prizemlju zgrada.

- od 1991. do 2024. godine (višestambene zgrade izgrađene krajem 20. stoljeća i početkom 21. stoljeća, unutar i izvan okvira programa društveno poticane stanogradnje).[94]

Zastupljenost analiziranih primjera iz različitih razdoblja će omogućiti istraživanje utjecaja određenog regulatornog okvira (ili preporuka) primijenjenog u projektima višestambenih zgrada na ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem unutar boravišnih prostorija izvedenih višestambenih zgrada i usporedbu rezultata. Na Slici 34 prikazana je struktura nastanjenih stanova u Republici Hrvatskoj prema godini gradnje, na temelju statističkih podataka Popisa stanovništva, kućanstava i stanova iz 2021. godine. Podaci pokazuju da najveći broj nastanjenih stanova pripada razdoblju između 1946. i 1990. godine (58,49 %) te razdoblju između 1991. i 2021. godine (30,97 %), pa će i broj analiziranih zgrada koje su izgrađene u tim periodima biti veći.



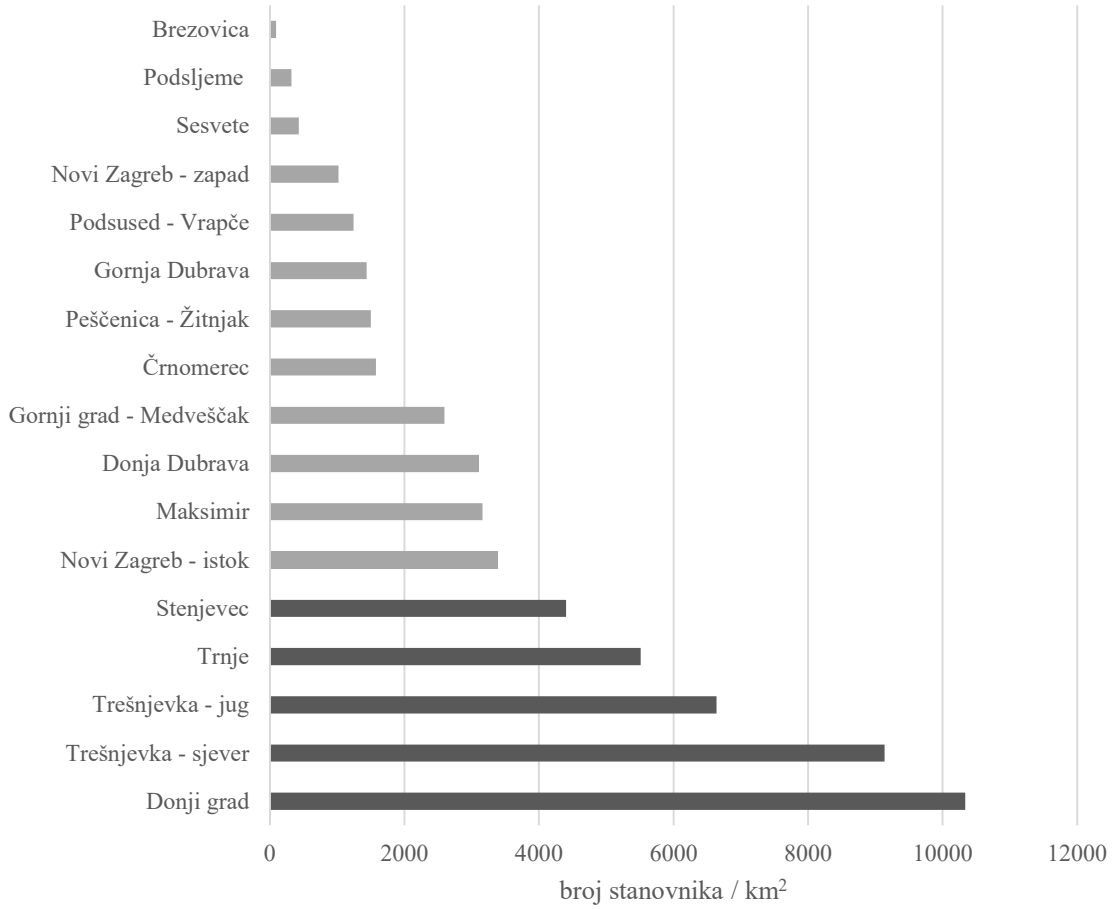
Slika 34. Udio nastanjenih stanova u Republici Hrvatskoj prema razdoblju gradnje. Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2021. – stambene jedinice – Republika Hrvatska, Državni zavod za statistiku. Obrada rezultata S. Ostojić.

[94] Istu vremensku kategorizaciju zagrebačke stanogradnje koriste autori Jukić, Mlinar i Smokvina u monografiji *Zagreb – stanovanje u gradu i stambena naselja* (str. 28). Spomenuta kategorizacija određena je različitim društveno-političkim odnosima i za njih vezanim postupcima stanogradnje.

Uključivanje različitih tipova stanogradnje omogućilo je obuhvaćanje dominantnih okvira stambene izgradnje karakterističnih za pojedina povijesna razdoblja te usporedbu njihovih obilježja u pogledu osunčanja stanova. Prva dva analizirana razdoblja (1850. – 1918. i 1919. – 1945.) obilježena su pretežito tržišnom stanogradnjom. U trećem razdoblju (1946. – 1990.) uz dominantnu društvenu stanogradnju, razvija se i model društveno usmjerene stambene izgradnje, zbog čega su istraživanjem obuhvaćeni primjeri oba pristupa. U četvrtom analiziranom razdoblju (1991. – 2024.) uključeni su primjeri društveno poticane i tržišne stanogradnje kako bi se omogućila usporedba rezultata između dvaju suvremenih modela stambene izgradnje, koji se razlikuju prema investicijskom okviru, ciljevima i pristupu projektiranju. Društveno poticana stanogradnja obuhvaća velike planske zahvate „... pod pokroviteljstvom države, općina, stambenih poduzeća i drugih institucija u cilju stambenog zbrinjavanja određenih društvenih skupina" (Korlaet, 2015: 4).

Povećanje gustoće izgradnje, visine i volumena zgrada te smanjenje razmaka između zgrada u urbanim područjima dovode do povećanog zasjenjenja vanjskih otvora i smanjenog osunčanja unutarnjih prostorija (vidi poglavlje 3.3.3.). Stoga je pri odabiru primjera za analizu primijenjen kriterij smještaja u gradskim četvrtima ili naseljima Grada Zagreba veće gustoće naseljenosti. Kao posredni pokazatelj gustoće izgradnje korišten je podatak o gustoći stanovništva. Na Slici 35 prikazane su gradske četvrti Grada Zagreba prema gustoći stanovništva. Najveće vrijednosti (više od 4400 stanovnika/km²) imaju gradske četvrti Donji Grad, Trešnjevka – sjever, Trešnjevka – jug, Trnje i Stenjevec, koje se mogu smatrati područjima intenzivnije urbane izgradnje. Radi lakše usporedbe rezultata, odabrani su primjeri smješteni u područjima s gustoćom stanovništva većom od 4400 stanovnika/km^2 (Slika 35). Istraživanjem su obuhvaćeni i primjeri smješteni u gradskim četvrtima Novi Zagreb – zapad i Novi Zagreb – istok, koje na razini četvrti ne dosežu navedenu gustoću stanovništva. Međutim, analizirane zgrade nalaze se u gradskim naseljima Dugave, Zapruđe i Trnsko, čija gustoća stanovništva zadovoljava postavljeni kriterij odabira.[95]

[95] Zagrebačka naselja Dugave, Zapruđe i Trnsko imaju gustoću stanovništva preko 17 000 stanovnika po km^2 (Mlinar, 2007: 343, 377; Korlaet, 2015: 65).



Slika 35. Gustoća stanovništva na administrativnom području Grada Zagreba po gradskim četvrtima prema popisu iz 2021. godine. Tamnije su označene gradske četvrti s gustoćom naseljenosti preko 4400 stanovnika / km^2. Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024., str. 38., obrada rezultata S. Ostojić.

Budući da se na geografskoj širini Zagreba Sunce tijekom cijele godine kreće južnijim dijelom nebeskog svoda, sjeverno orijentirane boravišne prostorije ne ostvaruju izravno osunčanje (vidi poglavlje 3.2.1.). Stoga takve prostorije nisu obuhvaćene ovim istraživanjem. Analizirane višestambene zgrade pretežito su izdužene u smjeru sjever-jug, uz otklon dulje osi zgrade od smjera sjeverozapad–jugoistok do smjera sjeveroistok–jugozapad. Iznimku predstavlja višestambena zgrada S3 u naselju Špansko, koja je kvadratnoga tlocrta. Većina analiziranih zgrada pripada tipu slobodnostojeće lamele, osim navedene zgrade S3 i ugrađene blokovske zgrade u Kačićevoj ulici iz prvoga analiziranog razdoblja. U naselju Dugave analiziran je dio poluotvorenoga stambenog bloka S 3.1., također izdužen u smjeru sjever-jug. S obzirom na odabrane primjere, analizirane boravišne prostorije pretežito su orijentirane prema istoku i zapadu, čime je omogućena usporedba rezultata osunčanja u prostorijama s usporedivim orijentacijskim obilježjima.

U ovom istraživanju pri odabiru primjera za analizu primijenjen je i kriterij zastupljenosti zgrada i stanova. Prednost su imali tipski projekti i primjeri višestambene izgradnje karakteristični za pojedina razdoblja, kako bi se rezultati istraživanja mogli povezati s većim brojem zgrada, stanova i korisnika stambenih prostora. Stoga je u prvom razdoblju (1850. – 1918.) analizirana ugrađena blokovska zgrada karakteristična za stanogradnju toga vremena (Kahle, 2014: 187; Veršić, Muraj i Binički, 2015: 241). U drugom razdoblju (1919. – 1945.) analizirana je jedna od šest jednakih slobodnostojećih zgrada unutar bloka gradskih kuća, karakteristična za socijalnu radničku stanogradnju. Treće razdoblje (1946. – 1990.) obilježava društvena stanogradnja, pa su kao reprezentativni primjeri odabrane višestambene zgrade „tip Bartolić" u Trnskom i YU 62 u Zaprudu, koje obuhvaćaju velik broj stambenih jedinica. Budući da se u posljednjem desetljeću toga razdoblja razvija model društveno usmjerene stambene izgradnje (DUSI), u analizu su dodatno uključene višestambene zgrade u naseljima Dugave i Jarun, također s velikim brojem stambenih jedinica. U četvrtom razdoblju (1991. – 2024.) analizirani su primjeri društveno poticane i tržišne stanogradnje. Društveno poticanu stanogradnju predstavljaju zgrade u naselju Špansko – Oranice (S3 i 2A-9), dok su kao predstavnici tržišne stanogradnje odabrane višestambene zgrade u naseljima Pavlenski put i Vrbani III.

Slika 36 prikazuje udio nastanjenih stanova prema broju soba na administrativnom području Grada Zagreba prema Popisu stanovništva iz 2021. godine. Kriterij zastupljenosti stanova odnosio se na najčešće tipove stanova prema broju soba. Analizom osunčanja obuhvaćeni su dvosobni, trosobni i četverosobni stanovi, koji zajedno čine 76,3 % ukupnog broja nastanjenih stanova u Zagrebu (Slika 36).

	Broj stanova	Površina, m²	Prosječna površina, m²	Udio broja stanova, %
Nastanjeni stanovi prema broju soba – ukupno	**300 194**	**23 769 955**	**79,2**	**100,0**
1 soba	33 193	1 161 462	35,0	11,1
2 sobe	90 357	4 726 918	52,3	30,1
3 sobe	84 324	5 932 150	70,3	28,1
4 sobe	54 476	5 494 294	100,9	18,1
5 soba	22 344	3 333 737	149,2	7,4
6 soba	9 524	1 663 558	174,7	3,2
7 i više soba	5 976	1 457 836	243,9	2,0

Slika 36. Struktura nastanjenih stanova prema broju soba na administrativnom području Grada Zagreba prema popisu iz 2021. godine. Zaokružene su najbrojnije skupine stanova: s dvije, tri i četiri sobe. Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024., str. 218.

5.5. Sadržaj kataloga

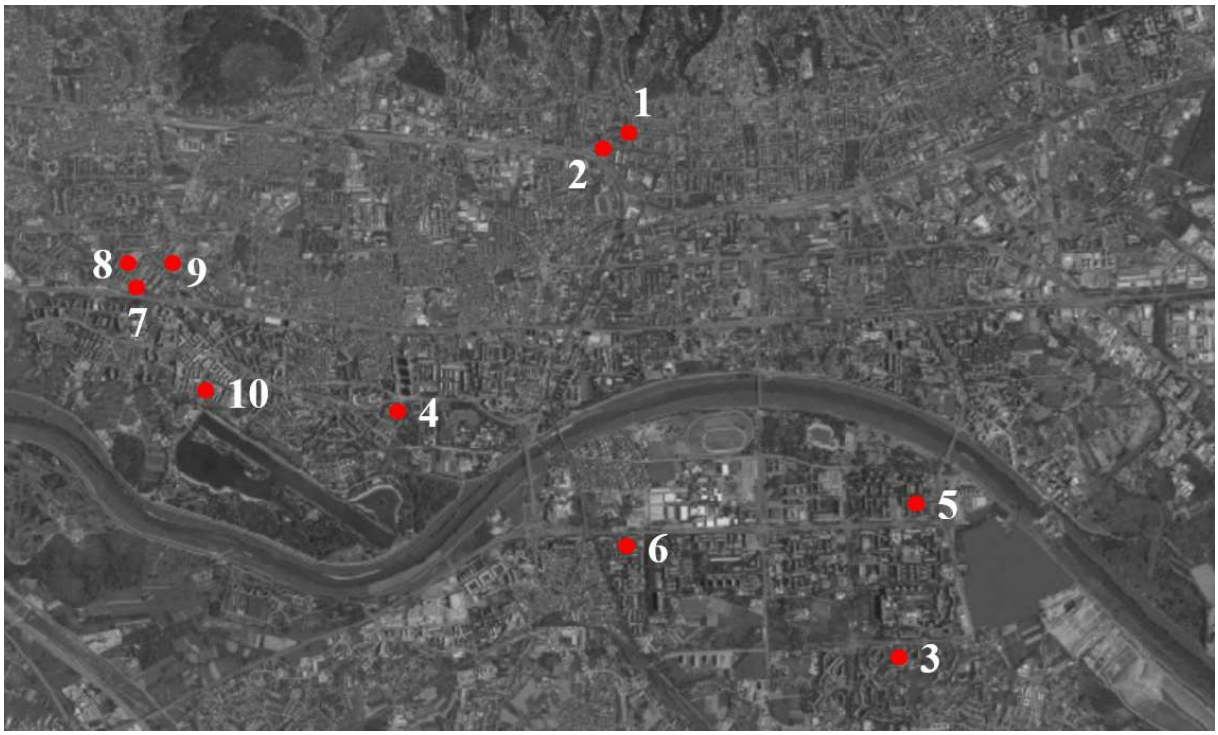
Katalog primjera je izrađen u svrhu usporedbe osunčanja analiziranih zgrada. Svaka kataloška jedinica obrađena je opisno (u tekstu disertacije) te tablično i pripadajućim nacrtima (u Katalogu primjera). U tablice kataloga uvršteni su: opći podaci o zgradi, ortofoto snimak s označenom zgradom te okolnim zgradama, nacrti pročelja zgrade i fotografije postojećeg stanja. Tablice obuhvaćaju i grafičke prikaze računalne simulacije trajanja osunčanja analiziranih boravišnih prostorija na prvom i zadnjem katu višestambenih zgrada. Priloženi su i tlocrti prvog i zadnjeg kata u zgradi, s prikazom ukupno 155 boravišnih prostorija unutar 60 analiziranih stanova. Analizirani su podaci na nivou stanova (neto zatvorena ploština), boravišnih prostorija (unutarnje dimenzije, ploština poda) i vanjskih otvora (dimenzija, položaj, orijentacija). Osim navedenog, tablice kataloga obuhvaćaju rezultate provjere ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem, s podacima o postotku ploštine poda i zidova koji je izložen minimalnom trajanju osunčanja te vrijednostima kriterija za osunčanje u najdulje osunčanoj boravišnoj prostoriji analiziranih stanova (označena bojom na tlocrtima). Za svaki vanjski otvor su, osim dimenzije, položaja i orijentacije, analizirani kriteriji zasjenjenosti (okolnom izgradnjom i geometrijom pročelja zgrade). Tablicama su obuhvaćene i vrijednosti odnosa ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi (WFR) te odnosa ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi. Analizirane su vrijednosti kriterija za osunčanje kako bi se u daljnjoj analizi utvrdio utjecaj sustava kriterija na ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem u boravišnim prostorijama.

Katalog primjera organiziran je kronološki, pri čemu su analizirane zgrade grupirane u četiri razdoblja prema godini gradnje. U trećem i četvrtom razdoblju provedena je dodatna klasifikacija prema tipu stanogradnje. U okviru trećeg razdoblja (1946. – 1990.) kojim dominira društvena stanogradnja izdvojeni su primjeri društveno usmjerene stambene izgradnje, dok su u četvrtom razdoblju (1991. – 2024.) razlikovani primjeri društveno poticane i tržišne stanogradnje. Popis analiziranih višestambenih zgrada prikazan je u Tablici 14, a cjeloviti katalog primjera nalazi se u Prilogu 4 ovoga rada.

5.6. Odabrani primjeri

Ovo poglavlje će obuhvatiti primjenu metode utvrđivanja vremena trajanja osunčanja opisane u poglavljima 5 i 6.2 na primjerima višestambenih zgrada u Zagrebu. Pri istraživanju odabranih

primjera korištena je analiza projektne dokumentacije, znanstvene i stručne literature te terensko istraživanje. Unutar svake zgrade analizirani su dvosobni, trosobni i/ili četverosobni stanovi na prvom i na zadnjem katu zgrade. Provjerom ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem (s podacima o postotku ploštine poda i zidova koji je izložen minimalnom trajanju osunčanja) analiziranih stanova te utvrđivanjem vrijednosti pripadajućih kriterija osunčanja omogućava se uvid u optimalne međusobne odnose kriterija. Na Slici 37 se nalazi karta Zagreba s označenim lokacijama analiziranih zgrada.



Slika 37. Pregledna karta Zagreba s označenim lokacijama analiziranih višestambenih zgrada.

Tablica 14 prikazuje popis višestambenih zgrada odabranih za analizu osunčanja. U prvom i drugom razdoblju analizirana je po jedna višestambena zgrada, za razliku od trećeg i četvrtog razdoblja u kojima su analizirane po četiri zgrade. Pojašnjenje se može pronaći u podacima prikazanima na Slici 34 koji pokazuju da najveći broj nastanjenih stanova u Republici Hrvatskoj pripada razdoblju između 1946. i 1990. godine (58,49 %) te razdoblju između 1991. i 2021. godine (30,97 %).

Tablica 14. Višestambene zgrade u Zagrebu odabrane za analizu trajanja vremena osunčanja.

Razdoblje gradnje	**1. 1850. – 1918.**	**2. 1919. – 1945.**	**3. 1946. – 1990.**		**4. 1991. – 2024.**	
Tip stanogradnje	Tržišna stanogradnja	Tržišna stanogradnja	Društvena stanogradnja	Društveno usmjerena stanogradnja	Društveno poticana stanogradnja	Tržišna stanogradnja
broj kataloške jedinice	**01**	**02**	**03**	**05**	**07**	**09**
naziv zgrade	**Višestambena građevina Kačićeva**	**Višestambena građevina Klaićeva**	**Višestambena građevina „tip Bartolić"**	**Višestambena građevina S 3.1.**	**Višestambena građevina S3**	**Višestambena građevina L3**
godina gradnje	1889.	1920. - 1921.	1961.	1980.	2003.	2006. – 2008.
adresa	Ulica fra Andrije Kačića Miošića 22	Ulica Vjekoslava Klaića 9A	Trnsko 6 a - e	Vijenac Frane Gotovca 8 – 14	Francesca Tenchinija 6	Pavlenski put 5 a - b
gradska četvrt	Donji grad	Donji grad	Novi Zagreb - zapad	Novi Zagreb - istok	Stenjevec	Stenjevec
gradsko naselje	-	Ciglana	Trnsko	Dugave	Špansko	Pavlenski put
broj kataloške jedinice			**04**	**06**	**08**	**10**
naziv zgrade	-	-	**Višestambena građevina JU 62**	**Višestambena građevina Jarun**	**Višestambena građevina 2A-9**	**Višestambena građevina J7**
godina gradnje	-	-	1963.	1984.	2005.	2009.
adresa			Baburičina ulica 12 – 24	Ulica Josipa Prikrila 2 - 16	Ulica Drage Stipca 8 i 10	Palinovečka ulica 51 i 53
gradska četvrt			Novi Zagreb – istok	Trešnjevka - jug	Stenjevec	Trešnjevka - jug
gradsko naselje			Zapruđe	Jarun	Špansko - Oranice	Vrbani III

5.7. Zaključak

Osunčanje je trajanje sijanja Sunca, odnosno vrijeme u kojem je neko mjesto obasjano Suncem. Trajanje osunčanja je najčešće korišten i korisnicima najvažniji kriterij ocjene kvalitete osunčanja unutarnje prostorije. Istraživanje osunčanja se može vršiti u ranoj fazi planiranja zgrade ili u kasnijoj fazi kada su detaljnije definirane karakteristike zgrade. U ovom radu je korištena računalna primjena metode utvrđivanja trajanja osunčanja boravišne prostorije, usklađena s normom HRN EN 17037: 2022 - Dnevno svjetlo u zgradama. Primijenjena metoda uključuje utvrđivanje trajanja osunčanja računalnom simulacijom osunčanja na trodimenzionalnim modelima izvedenih višestambenih zgrada u Zagrebu, izgrađenih u periodu od 1850. do 2024. godine.

Utvrđivanje trajanja osunčanja obuhvaćeno ovim istraživanjem uzima u obzir većinu kriterija za osunčanje: trajne i lako mjerljive elemente izgrađenog okoliša koji utječu na trajanje osunčanja. Za razliku od metoda koje trajanje osunčanja utvrđuju na vanjskoj strani pročelja zgrade, u ovom je radu primijenjena metoda usmjerena na unutrašnjost boravišne prostorije, koja uključuje utjecaj veličine i položaja otvora, s ciljem ispunjavanja higijensko-tehničkih uvjeta u prostoriji.

Rezultati primijenjene metode su uspoređeni s preporukama norme HRN EN 17037, kako bi se utvrdila ostvarena razina osunčanja u boravišnim prostorijama. Nakon valorizacije trajanja osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada, utvrđen je i sistematiziran utjecaj pojedinih kriterija te njihov međusobni odnos na ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem. Cilj je istražiti kriterij trajanja osunčanja kao alat u procesu arhitektonskog projektiranja, koji je koristan od ranih faza planiranja do detaljnijeg projektiranja zgrade.

6. OSUNČANJE BORAVIŠNIH PROSTORIJA NA PRIMJERU VIŠESTAMBENIH ZGRADA U ZAGREBU

6.1. Uvod

Ovo poglavlje obuhvaća analizu osunčanja odabranih primjera višestambene izgradnje u Zagrebu izvedenih u razdoblju od 1850. do 2024. godine. Analizom je obuhvaćeno 155 boravišnih prostorija raspoređenih u 60 stanova, odnosno deset višestambenih zgrada. Analiza zgrada iz različitih razdoblja omogućuje usporedbu trajanja osunčanja boravišnih prostorija u stanovima izgrađenima u različitim društveno-ekonomskim i tehnološkim uvjetima. Analizom se utvrđuju trajanje osunčanja boravišnih prostorija u stanovima analiziranih zgrada te vrijednosti i međusobni odnosi kriterija za osunčanje. Usporedbom trajanja osunčanja boravišnih prostorija u odabranim višestambenim zgradama valorizira se sustav kriterija koji utječu na trajanje osunčanja. Sustav kriterija valorizira se primjenom zaključaka općih preglednih istraživanja (prvo do peto poglavlje) na rezultate izvornog istraživanja dobivene usporednom analizom odabranih primjera kroz povijest (šesto poglavlje). Nadalje, ispituje se točnost postavljenih hipoteza te utjecaj preporuka i regulatornog okvira, opisanih u četvrtom poglavlju, na trajanje osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

6.2. Primjena metode istraživanja

Metodom usporedne računalne analize obradit će se primjeri odabranih višestambenih zgrada u Zagrebu izvedenih od 1850. do 2024. godine, pripadajućih stanova i boravišnih prostorija u njima. Primjena metode istraživanja će biti podijeljena u nekoliko koraka:

1. provjera ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem unutar boravišnih prostorija na računalnim modelima analiziranih višestambenih zgrada (minimalno trajanje osunčanja 1,5 sat na datum 21. ožujka, prema normi HRN EN 17037),
    a. u slučaju neispunjavanja navedenog zahtjeva, provjerava se ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem u trajanju 1 sat, kako bi se utvrdile najosunčanije prostorije svih analiziranih stanova,
2. utvrđivanje udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 ili 1 sat (najveća vrijednost označava najosunčaniju prostoriju stana),
3. utvrđivanje vrijednosti kriterija za osunčanje u najosunčanijoj boravišnoj prostoriji svakog od analiziranih stanova,

4. analiza rezultata istraživanja,
5. utvrđivanje utjecaja međusobnih odnosa vrijednosti kriterija za osunčanje na ispunjavanje minimalnog zahtjeva trajanja osunčanja boravišnih prostorija.

Odabrana lokacija za analizu primjera višestambenih zgrada je grad Zagreb. Prilikom utvrđivanja vremena trajanja osunčanja korišteni su podaci za meteorološku postaju Maksimir (koordinate 45° 49′ 18.7″ sjeverne geografske širine, 16° 02′ 01.0″ istočne geografske dužine, nadmorska visina 123 m).[96]

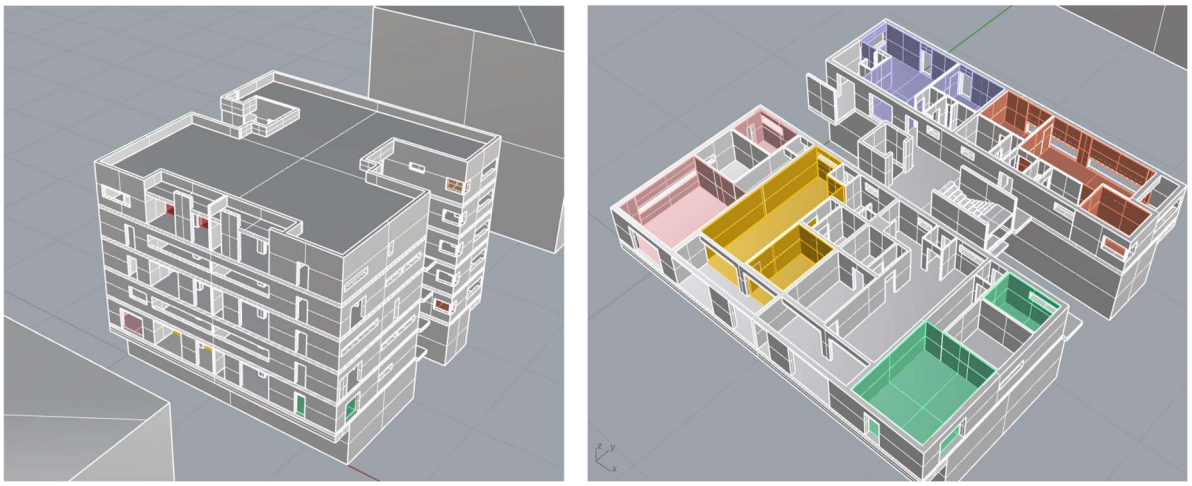
Pri trodimenzionalnom modeliranju analiziranih zgrada i njihove okoline korišten je računalni program Rhinoceros 3D (inačica 7). Modeliranjem su obuhvaćene i okolne zgrade u radijusu 50 metara od analizirane zgrade. Okolne zgrade su modelirane kao puni volumeni pojednostavljene geometrije.[97] Zasjenjenje vegetacijom nije modelirano jer se radi o promjenjivom kriteriju koji ovisi o nizu okolnosti (godišnjem dobu, rastu i održavanju vegetacije). Zasjenjenje topografijom također nije obuhvaćeno računalnim modeliranjem jer su radi olakšavanja usporedbe analiziranih primjera odabrani primjeri sličnog okruženja, bez reljefnih uzvisina u blizini. Trodimenzionalni modeli analiziranih zgrada izrađeni su prema analiziranim podacima iz literature (najčešće iz projekata zgrada), a ne prema trenutačno zatečenom stanju, kako bi se utvrdio utjecaj preporuka i propisa za osunčanje, aktualnih u analiziranim razdobljima.[98] Modeli su u Rhinocerosu izrađeni u metrima. Nisu modelirane ukopane etaže zgrada. Prizemlja i djelomično ukopane etaže zgrada su modelirane kao puni volumeni, bez otvora i unutarnje podjele na prostorije. Na ostalim etažama je precizno modelirana geometrija pročelja, vanjskih i unutarnjih zidova, vanjskih i unutarnjih otvora te prostorni raspored unutarnjih boravišnih prostorija. Vanjski otvori izloženi osunčanju su modelirani bez ugrađenog elementa otvora (zanemareni su materijali elementa otvora i udio okvira i stakla u ukupnoj ploštini elementa otvora). U analiziranim stanovima je provjera ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem (1,5 sat na datum 21. ožujka) izvršena za sve

[96] Meteorološka postaja Maksimir pripada mreži Državnog hidrometeorološkog zavoda i koristi se kao referentna lokacija za klimatološka istraživanja u Zagrebu (Odluka o utvrđivanju položaja meteoroloških, hidroloških, meteorološko-oceanografskih i fenoloških postaja od interesa za Republiku Hrvatsku, NN 143/2021). Trajanje sijanja Sunca u 2023. godini je na Meteorološkoj postaji Maksimir iznosilo 2252.7 sati (Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024., str. 29.).

[97] Podaci o gabaritima okolnih zgrada su preuzeti na ZG3D: 3D model Grada Zagreba (dostupno na: https://zagreb.gdi.net/zg3d/), prema stanju iz 2025. godine.

[98] U modeliranju odabranih primjera su korišteni podaci iz projekata zgrada po kojima je izdana građevinska dozvola. Eventualne naknadne izmjene tijekom izvedbe zgrada su zanemarene.

boravišne prostorije. Vrijednosti kriterija za osunčanje su utvrđene za najosunčaniju boravišnu prostoriju svakog od analiziranih stanova.[99] Trajanje osunčanja je utvrđeno u mjernim točkama testnih ploha poda i zidova. Testne plohe su geometrijom identične kao podne i zidne plohe analiziranih prostorija, ali se nalaze 5 cm odmaknute prema središtu prostorije kako bi se olakšalo očitanje rezultata u računalnom programu. Prikaz primjera opisanog trodimenzionalnog modela se nalazi na Slici 38.



Slika 38. Primjer modela analizirane zgrade, okolnih zgrada i testnih ploha (u boji) unutar analiziranih boravišnih prostorija, izrađenih u računalnom programu Rhinoceros 3D.

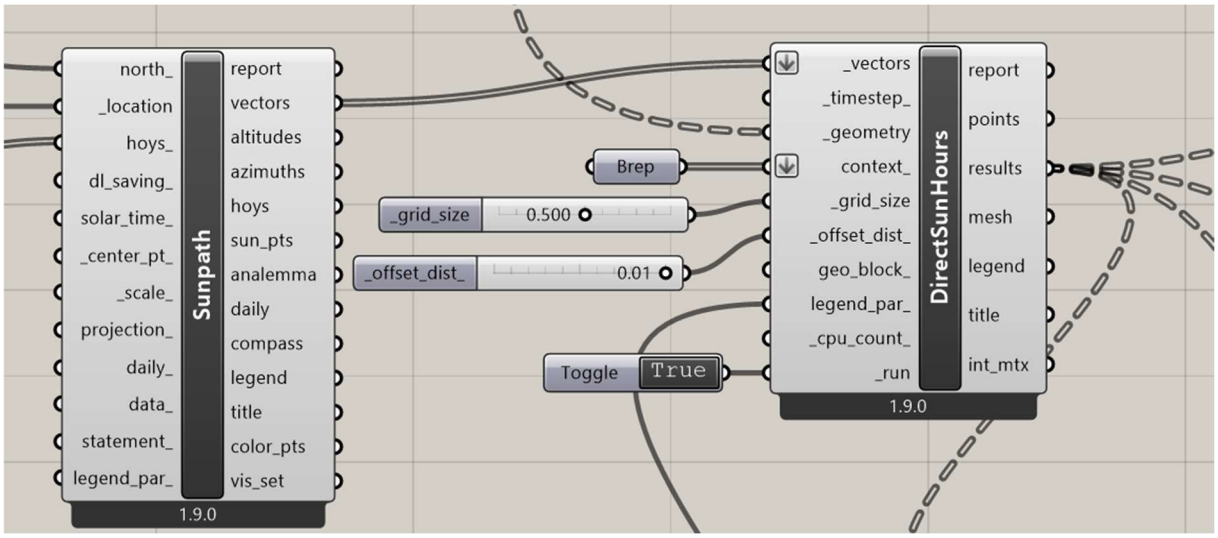
U Grasshopper okruženju računalnog programa Rhinoceros uz pomoć Ladybug Tools komponente naziva *Direct Sun Hours*[100] definirani su parametri analize osunčanja (Slika 39):

- vektori (engl. *vectors*),
- geometrija (engl. *geometry*),
- kontekst (engl. *context*),
- dimenzije rastera (engl. *grid size*),
- vrijednost odmaka (engl. *offset distance*).

[99] Normom HRN EN 17037 se preporučuje minimalno trajanje osunčanja barem jedne boravišne prostorije u stanu.

[100] Ladybug parametar *Direct Sun Hours* (DSH) označava broj sati tijekom kojih je određena točka na testnoj plohi izložena direktnom sunčevom zračenju bez zasjenjenja. U ovom istraživanju, DSH je izračunat s pomoću Ladybug alata u Grasshopperu, koristeći detaljnu trodimenzionalnu geometriju analizirane zgrade, utjecaj zasjenjenja okolnih zgrada te klimatskih značajki lokacije meteorološke postaje Zagreb Maksimir. U daljnjem tekstu su u zagradama navedeni nazivi parametara analize osunčanja komponente DSH na engleskom jeziku.

Parametar vektori komponente *Direct Sun Hours* sadrži podatke o smjeru direktnog sunčevog zračenja za svaku točku analiziranih testnih ploha (svaki vektor predstavlja orijentaciju Sunca u trenutku kada je točka bila direktno osunčana, što omogućuje prostorno-vremensku vizualizaciju dolaznog zračenja i analizu utjecaja ostalih kriterija osunčanja).



Slika 39. Prikaz korištenja Ladybug komponente *Direct Sun Hours* u Grasshopper okruženju računalnog programa Rhinoceros.

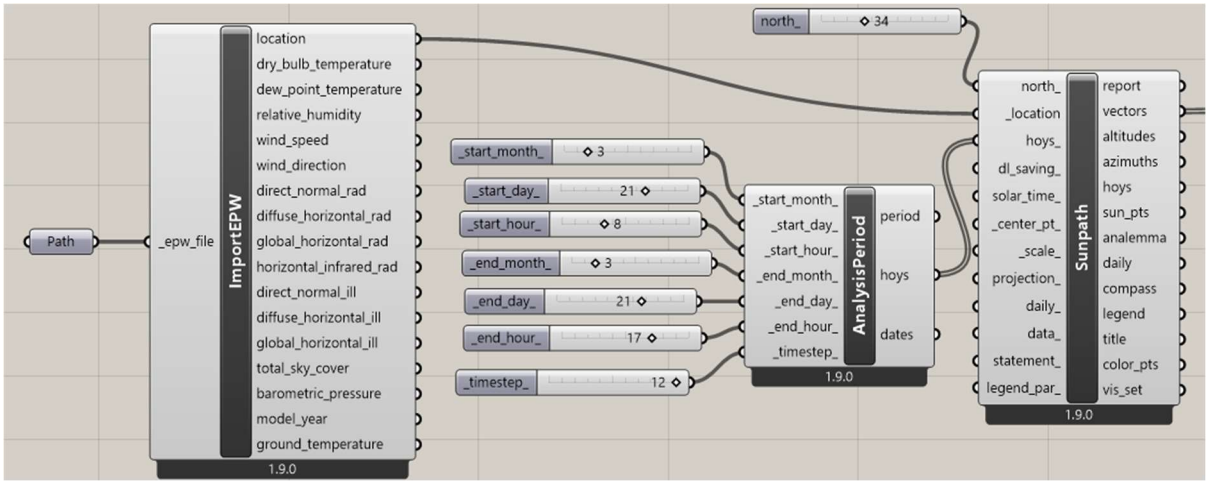
Parametar vektori kroz Ladybug komponentu *Sunpath* učitava podatke o (Slika 40):

- orijentaciji zgrade, korištenjem parametra sjever (engl. *north*), prema brojčanoj vrijednosti otklona dulje osi zgrade od geografskog smjera sjevera u stupnjevima,
- dostupnom sunčevom zračenju, korištenjem parametra lokacija (engl. *location*) kroz komponentu *ImportEPW*, u obliku .epw datoteke za meteorološku postaju Zagreb Maksimir,
- periodu analize osunčanja, korištenjem parametra sati u godini (engl. *hoys – hours of the year*) kroz komponentu *AnalysisPeriod*.

U ovom istraživanju je utvrđivanje trajanja osunčanja u satima izvršeno za datum 21. ožujka, s pretpostavkom vedrog neba bez naoblake.[101] Za referentni datum 21. ožujka utvrđivanje trajanja osunčanja provedeno je u vremenskom intervalu od 08:00 sati ujutro do 17:00 sati

[101] Prema metodi obuhvaćenom normom HRN EN 17037: 2022 osunčanje se mjeri u satima tijekom jednog referentnog dana u godini u periodu od 1. veljače do 21. ožujka, s pretpostavkom vedrog neba bez naoblake.

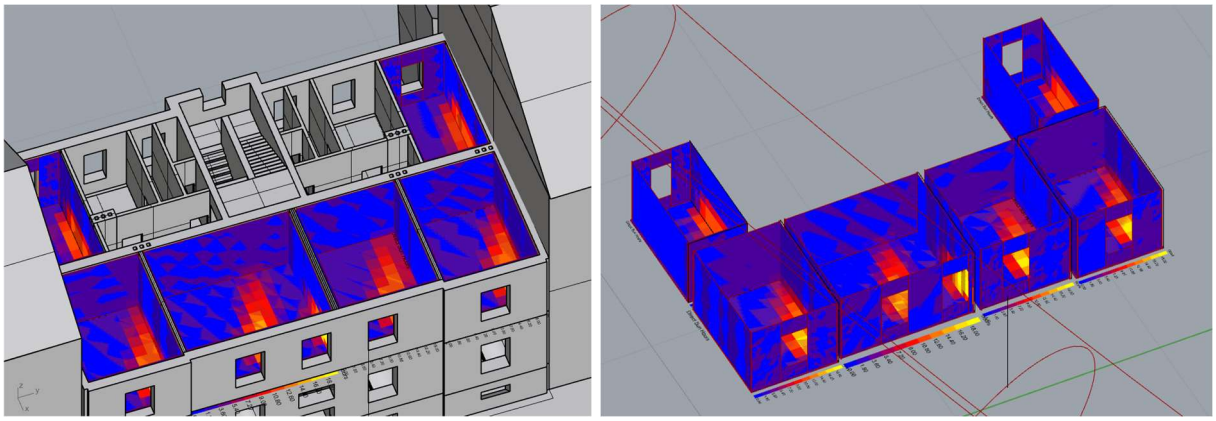
popodne.[102] Komponentom *AnalysisPeriod* definiran je i parametar vremenske rezolucije analize (engl. *timestep*) kojim je određen broj provjere osunčanja unutar jednog sata. U ovom istraživanju se provjera osunčanja prostorije određivala 12 puta tijekom jednog sata, dakle u 5-minutnim vremenskim intervalima. Dakle, provjera osunčanja je provedena svakih 5 minuta unutar definiranog razdoblja, što omogućuje precizno određivanje trajanja osunčanja prostorije.



Slika 40. Prikaz korištenja Ladybug komponente *Sunpath* u Grasshopper okruženju Rhinoceros računalnog programa.

Parametrom geometrija komponente *Direct Sun Hours* obuhvaćene su testne plohe za mjerenje osunčanja unutar analiziranih boravišnih prostorija (Slika 41). U ovom istraživanju korištene su horizontalne i vertikalne testne plohe identične plohama podova i zidova analiziranih boravišnih prostorija udaljene 5 cm prema središtu prostorije radi lakšeg očitanja rezultata trajanja osunčanja. U okviru parametra geometrija, testne plohe su grupirane po boravišnim prostorijama odabranih stanova, kako bi se rezultati lakše analizirali. Grupiranje obuhvaća podjelu testnih ploha po slojevima (engl. *layer*) u Rhinocerosu te korištenje Ladybug komponente *Entwine*, u kojoj pojedini sloj ima svoj ulaz.

[102] Računanje trajanja osunčanja prema normi HRN EN 17037 ne uzima u obzir vrijeme u kojem je Sunce ispod minimalne računske visine na datum 21. ožujka. Za grad Zagreb minimalna visina Sunca za izračun trajanja osunčanja na datum 21. ožujka definirana normom iznosi 15º (za minimalnu razinu trajanja osunčanja 1,5 sati). Osunčanje tijekom kojeg je visina Sunca niža od 15º se ne uzima u obzir prilikom utvrđivanja vremena trajanja insolacije. Za grad Zagreb visina Sunca je iznad 15º u vremenskom intervalu od otprilike 8 sati ujutro do 17 sati popodne (vidi Tablicu 5).



Slika 41. Parametar geometrija komponente *Direct Sun Hours* obuhvaća horizontalne i vertikalne testne plohe identične plohama podova i zidova analiziranih boravišnih prostorija (označeno bojom, prema postavkama legende). Sivom bojom su označeni elementi parametra kontekst koji zasjenjuju testne plohe. Na slici nisu prikazani svi dijelovi računalnog modela (ostale etaže i krov).

Parametar kontekst Ladybug komponente *Direct Sun Hours* koristi se za definiranje geometrije okoline koja može uzrokovati zasjenjenje testne plohe. U ovom istraživanju parametrom kontekst obuhvaćeni su pojednostavljeni volumeni okolnih zgrada[103] u radijusu 50 m od analizirane zgrade te detaljna geometrija pročelja analizirane zgrade (istaci, balkoni, lođe, pune ograde[104]), vanjskih otvora, vanjskih i unutarnjih zidova te podova, stropova i krovova. U otvorima modela zgrada nije simulirana ugradnja elemenata otvora već su otvori ostavljeni prazni. Sve konstrukcije su modelirane prema točnim dimenzijama iz literature, uključujući debljine svih zidova. Navedeno je osobito važno kod usporedbe rezultata u zgradama različitih razdoblja i tehnologije izvedbe. Geometrija okoline koja može uzrokovati zasjenjenje testnih ploha obuhvaćena parametrom kontekst je u Grasshopper okruženju definirana tzv. brep geometrijom[105], označenom sivom bojom na Slici 41.

Parametri dimenzije rastera i vrijednosti odmaka Ladybug komponente *Direct Sun Hours* definiraju generiranje mjernih točki (na testnim plohama parametra geometrija) u kojima se

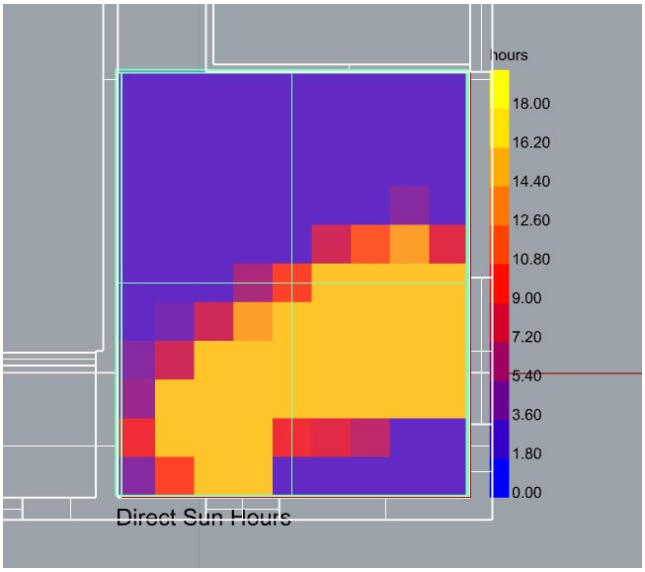
[103] U okviru ovog istraživanja okolne zgrade su modelirane kao puni volumeni, bez detalja. Podaci o gabaritima okolnih zgrada su preuzeti na ZG3D: 3D model Grada Zagreba (dostupno na: https://zagreb.gdi.net/zg3d/). Analizom osunčanja nisu obuhvaćene okolne prizemne zgrade, koje radi svoje visine ne utječu na osunčanje analiziranih prostorija.

[104] Transparentni elementi (uključujući ograde) nisu obuhvaćeni trodimenzionalnim modeliranjem jer je u ovom istraživanju zanemaren njihov utjecaj na trajanje osunčanja.

[105] Brep u Grasshopper okruženju predstavlja trodimenzionalnu geometriju definiranu granicama objekata (površinama, bridovima i vrhovima) koja omogućuje precizan opis oblika i koristi se kao osnovni tip modela u Rhinoceros računalnom programu.

utvrđuje vrijeme trajanja osunčanja (Slika 41). Raster mjernih točaka je u ovom istraživanju postavljen na 0.5 metara.[106] Parametar vrijednosti odmaka definira na kojoj visini iznad testne plohe se utvrđuje trajanje osunčanja i u ovom je istraživanju ta vrijednost postavljena na 0.01 metar. Ovim se radom istražuje utjecaj osunčanja na ispunjavanje higijensko-tehničkih uvjeta unutar boravišnih prostorija, stoga je odabrana minimalna vrijednost parametra odmaka radi utvrđivanja trajanja osunčanja na unutarnjim obodnim plohama zidova i poda analiziranih boravišnih prostorija.

Osim parametara vektori, geometrija, kontekst, dimenzije rastera i vrijednost odmaka, komponentom *Direct Sun Hours* definiran je i parametar izgleda legende s rezultatima (engl. *legend_par*) koja se prikazuje uz analizirane boravišne prostorije (Slika 42). Definirane su minimalna (0.00) i maksimalna (18.00) vrijednost legende. Raspon vrijednosti podijeljen je na petominutne intervale koji predstavljaju vremensku rezoluciju analize osunčanja. Budući da je minimalni zahtjev za osunčanjem 90 minuta, maksimalna vrijednost (18) odgovara potpunom ispunjenju tog zahtjeva (18 × 5 min = 90 min) te je u legendi prikazana žutom bojom. Svaki pojedini interval u legendi stoga označava dodatnih 5 minuta izravnog osunčanja promatrane površine.



Slika 42. Grafički prikaz trajanja osunčanja u programu Rhinoceros. Legendom u boji su definirane vrijednosti trajanja osunčanja od minimalne (0.00, označeno plavo), u slučaju kada nema osunčanja, do maksimalne (18.00, označeno žuto) u slučaju kada osunčanje traje 90 minuta.

[106] Isti princip je primijenjen i u studiji korejskih autora: Nguyen, Luc i Kim, 2025: 11 i često se koristi u istraživanju osunčanja.

6.2.1. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1850. – 1918.

Period obuhvaćen ovim poglavljem započinje osnivanjem jedinstvenog upravnog tijela Kraljevskog grada Zagreba, a završava u posljednjoj godini Prvoga svjetskog rata raspadom Austro-Ugarske Monarhije. Zagrebačku povijesnu jezgru čine najstariji dijelovi grada: Gornji i Donji grad. Gornji grad obuhvaća Kaptol i Gradec, dva povijesna središta crkvenog i urbanog nastanka Kraljevskoga grada Zagreba 1850. godine.[107] Donji grad je urbano središte suvremenog Zagreba.[108] Poput brojnih povijesnih jezgri europskih gradova, Donji grad predstavlja važan dio arhitektonske i urbanističke baštine Zagreba, zbog čega je zaštićen kao kulturno-povijesna cjelina. Donji grad obuhvaća pravilne gradske blokove, formirane sustavom planova i regulacija koje se donose od 60-ih godina 19. stoljeća do početka Drugoga svjetskog rata.

Širenje Zagreba u prvoj polovini 19. stoljeća se odvijalo spontano, bez izdavanja dozvola za gradnju (Radović Mahečić, 2002: 12). Red građenja donesen 1855., a implementiran 1857. godine je propisao ugrađenu zgradu glavnim elementom izgradnje zagrebačkih donjogradskih blokova (Kahle, 2014: 187). Ugrađene blokovske zgrade, izgrađene tijekom druge polovine 19. i početkom 20. stoljeća, karakterizira izrazita međusobna sličnost u pogledu geometrijskih obilježja, dimenzija zgrada i stambenih jedinica te sastava osnovnih elemenata zgrade i njezine ovojnice, uključujući prozore i vrata (Veršić, Muraj i Binički, 2015: 241). Na uličnu su stranu orijentirane glavne, a na dvorišnu stranu sporedne prostorije stanova, iz čega proizlaze razlike u karakteristikama pročelja. Ulice Donjega grada većinom su orijentirane u smjeru sjever-jug ili istok-zapad te se razlikuju po visini rubne izgradnje i širini prometnica: od vrlo uskih (oko 9 metara) do širokih ulica s drvoredima (oko 25 metara). Vegetacija, visina i udaljenost zgrada uvelike utječu na trajanje osunčanja unutarnjeg prostora (Veršić, Muraj i Binički, 2015: 244).

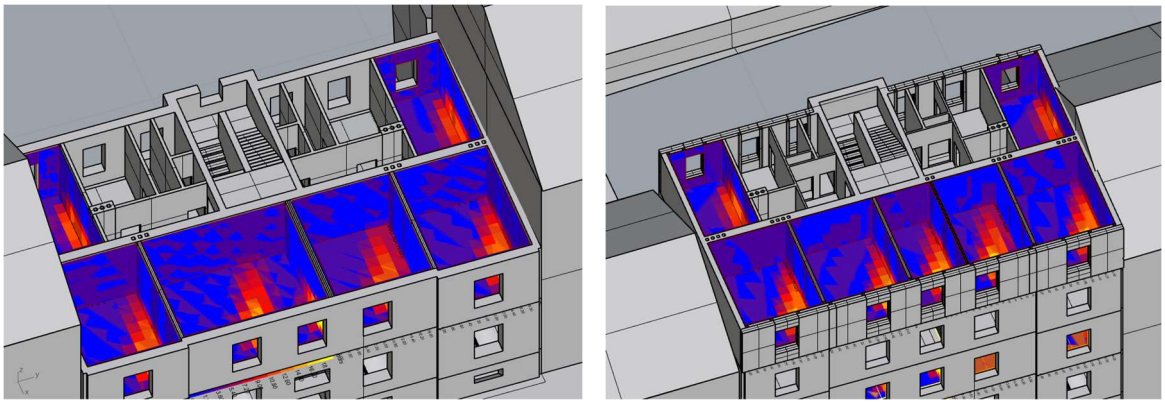
6.2.1.1. Višestambena građevina Kačićeva

U okviru ovog istraživanja odabran je primjer višestambene zgrade ugrađene u strukturu donjogradskog bloka, na adresi Kačićeva 22. Višestambena zgrada izgrađena je 1889. godine,

[107] „Carskim patentom 1850. godine ujedinjena su tijekom povijesti upravno neovisna zagrebačka naselja (Gradec, Kaptol, Nova ves, Vlaška ulica i Horvati) te grad postaje jedinstvena upravno-politička cjelina s desetak tisuća stanovnika.” (Radović Mahečić, 2002: 13).

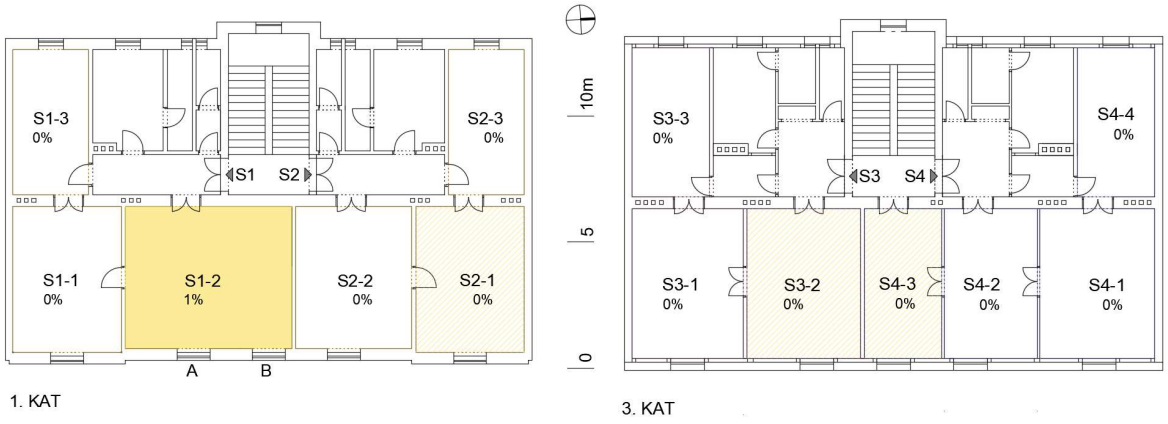
[108] Početkom 21. stoljeća je Donji grad gradska četvrt s najvećom gustoćom stanovništva: 10 334 stanovnika po km^2 (Popis stanovništva, kućanstva i stanova 2021. za Grad Zagreb, 2022., str. 10).

s nadogradnjom iz 1922. godine, te predstavlja primjer najamne zgrade prvog analiziranog razdoblja. Zgrada ima podrum, prizemlje i tri kata te potkrovlje, s ukupno 8 stanova. U Kataloškoj jedinici 01. su prikazani rezultati analize osunčanja za dva trosobna stana na 1. katu te za trosoban i četverosoban stan na 3. katu zgrade (Slika 43).



Slika 43. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade u Kačićevoj ulici (lijevo: 1. kat, desno: 3. kat zgrade).

Analiza osunčanja zgrade je pokazala da od ukupno 13 boravišnih prostorija u 4 stana obuhvaćena istraživanjem, samo prostorija S1-2 stana S1 na prvom katu ispunjava minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta, na 1 % ploštine testnih ploha poda i zidova. U tablicama Kataloške jedinice 01. priloženi su podaci i o provjeri zahtjeva osunčanja u trajanju 1 sat, kako bi se utvrdile najosunčanije boravišne prostorije ostalih stanova. Na Slici 44 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišne prostorije osunčane 1,5 sat (prostorija S1-2), odnosno prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1 sat (prostorije S2-1, S3-2 i S4-3).



Slika 44. Tlocrtni raspored boravišne prostorije osunčane 1,5 sat (prostorija S1-2 označena tamnožuto), odnosno prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1 sat (prostorije S2-1, S3-2 i S4-3, označene svjetložuto). Navedeni postotci se odnose na udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat.

6.2.2. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1919. – 1945.

Nakon raspada Austro-Ugarske Monarhije 1918. godine, osnovana je Kraljevina Srba, Hrvata i Slovenaca te se Zagreb počinje razvijati u ulozi nacionalnog središta. U razdoblju od 1918. do 1940. godine se stanovništvo grada Zagreba povećalo za 150 % (Radović Mahečić, 2002: 8). Period obuhvaćen ovim poglavljem započinje završetkom Prvoga svjetskog rata, a završava u posljednjoj godini Drugoga svjetskog rata. U međuratnom razdoblju se razvijaju ideje funkcionalnoga grada te se istražuju ekonomski i funkcionalni čimbenici, kao i standardizacija i tehnologija gradnje.[109] U ovom periodu se odvija dotada najintenzivnija graditeljska aktivnosti, pri čemu dominira stambena izgradnja (Radović Mahečić, 2002: 36).

S obzirom na izraženu potrebu za gradnjom novih stambenih prostora, u međuratnom razdoblju se stanogradnja razvija kroz četiri osnovna modela (Jukić, Mlinar i Smokvina, 2011: 28):

1. preobrazbu bivših gradskih predgrađa sjeverno od željezničke pruge (trokatnicama ili četverokatnicama te prizemnim ili katnim najamnim kućama za činovnike s vrtom, ovisno o lokaciji),
2. gradnju modernističkih vila u sjevernom dijelu grada,
3. gradnju slobodnostojećih prizemnica i katnica s vrtom u rubnim dijelovima grada,
4. gradnju tzv. malih stanova u obliku *hofova* ili paviljonskog tipa.

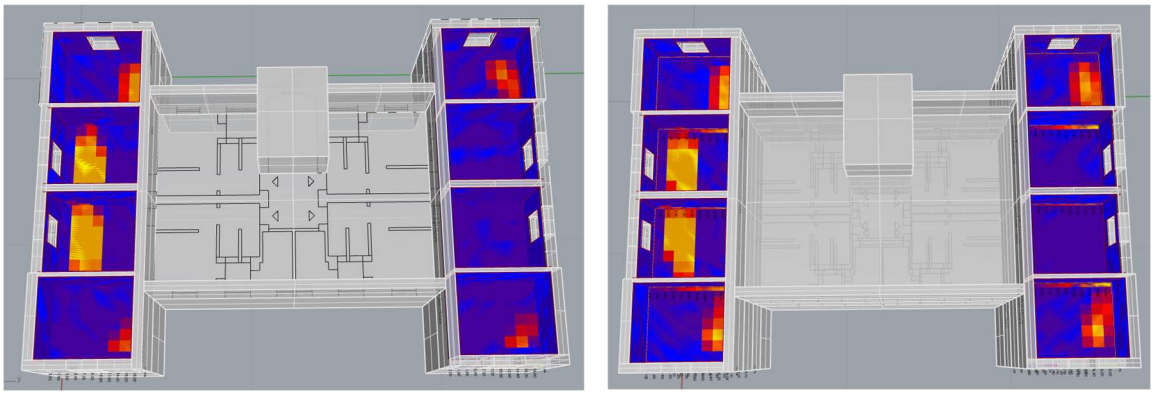
U razdoblju između dva svjetska rata Zagreb karakterizira jasna i sveobuhvatna socijalna politika. 1920-ih gradska uprava preuzima stanogradnju dotad superiornoj privatnoj inicijativi (Radović Mahečić, 2002: 8). Socijalna izgradnja razvijala se poštujući načela štednje, praktičnosti, higijene i estetike. U cilju zbrinjavanja najsiromašnijih stanovnika grada u organizaciji gradske uprave nastaju tzv. mali stanovi[110], u prvom periodu u blokovima gradskih kuća – stambenih kasarni. Početkom 1920-ih se grade kolonije takvih kuća na Ciglani – u Klaićevoj ulici (1920.), Selskoj ulici (1921.), Magazinskoj ulici (1922.) te na Kanalu (1922.-1925.).

[109] Podlogu navedenom predstavlja osnivanje Tehničke visoke škole u Zagrebu 1919. godine te Arhitektonskog odjela pri Akademiji likovnih umjetnosti 1926. godine (na čelu s arhitektom Dragom Iblerom). U to vrijeme se u Zagreb vraća i posljednja generacija domaćih arhitekata obrazovanih na stranim sveučilištima (Radović Mahečić, 2002: 36).

[110] „Što su to 'mali stanovi'? To su stanovi koji po veličini, rasporedu, broju i visini prostorija i po svojoj opremi odgovaraju potrebama ekonomski slabog stanovništva. To su u pravilu stanovi s korisnom površinom od 48 do 60 m^2." (Radović Mahečić, 2002: 38).

6.2.2.1. Višestambena građevina Klaićeva

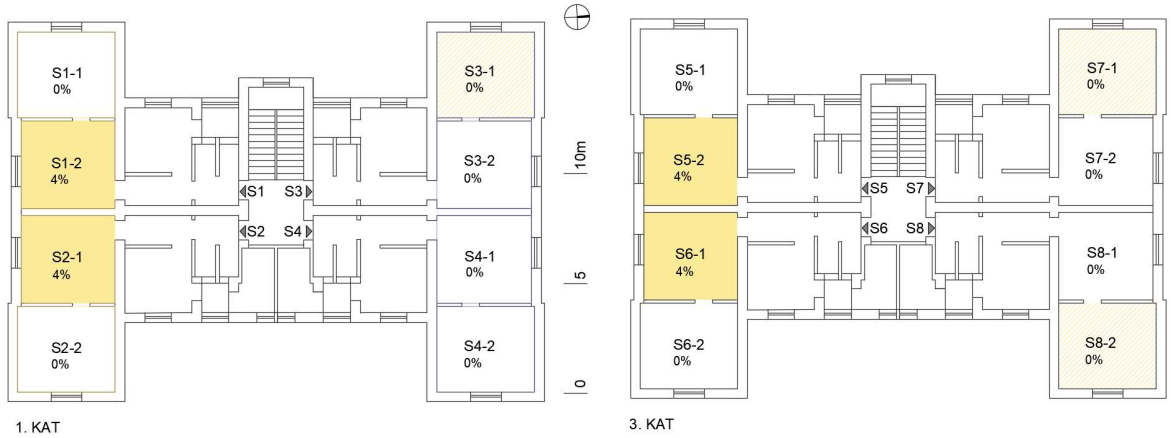
Gradske kuće na Ciglani na adresi Klaićeva 9, 9A, 11, 11A i 11B, uz križanje s Hochmanovom ulicom, građene su tijekom 1920. i 1921. godine prema projektu inženjera Pavla Jušića i Karla Vajde. Šest trokatnica tlocrta u obliku slova H sagradila je Gradska općina za manje imućne stanovnike u sklopu svog programa rješavanja poratne stambene krize 1920-ih godina u Zagrebu. Kuće su do danas zadržale svoj izvorni izgled.[111] Istraživanjem osunčanja u ovom radu će se obuhvatiti jedna od kuća izgrađenih na Ciglani, na adresi Klaićeva 9A, s ukupno 16 stanova. U Kataloškoj jedinici 02. su prikazani rezultati utvrđivanja trajanja osunčanja za četiri dvosobna stana na 1. katu te za četiri dvosobna stana na 3. katu zgrade (Slika 45).



Slika 45. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade u Klaićevoj ulici (lijevo: 1. kat, desno: 3. kat zgrade).

Od ukupno 16 boravišnih prostorija u 8 stanova obuhvaćenih istraživanjem, samo 4 prostorije (u 4 stana) ispunjavaju minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta, na 4 % površine testnih ploha poda i zidova. To su prostorije oznaka S1-2 (stan S1) i S2-1 (stan S2) na prvom katu zgrade te prostorije S5-2 (stan S5) i S6-1 (stan S6) na trećem katu zgrade. U tablicama Kataloške jedinice 02. priloženi su podaci i o provjeri zahtjeva osunčanja u trajanju 1 sat, kako bi se utvrdile najosunčanije boravišne prostorije ostalih stanova. Na Slici 46 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija osunčanih 1,5 sat (prostorije S1-2, S2-1, S5-2 i S6-1), odnosno prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1 sat (prostorije S3-1, S7-1 i S8-2). Stan S4 na prvom katu zgrade ne udovoljava ni jednom od navedenih zahtjeva.

[111] https://www.arhitektura-zagreba.com/zgrade/hochmanova_2?ulica=klaiceva



Slika 46. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija osunčanih 1,5 sat (prostorije S1-2, S2-1, S5-2 i S6-1, označene tamnožuto), odnosno prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1 sat (prostorije S3-1, S7-1 i S8-2, označene svjetložuto). Navedeni postotci se odnose na udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat.

6.2.3. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1946. – 1990.

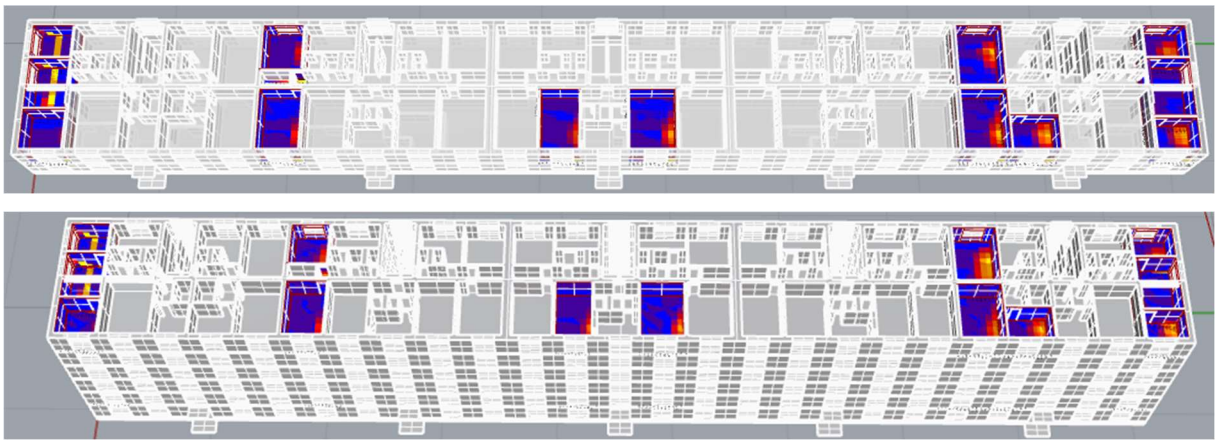
Kraj Drugoga svjetskog rata definirao je nove društvene i ekonomske okvire stanogradnje. Pedesete i šezdesete godine 20. stoljeća su u hrvatskoj arhitekturi obilježene modernističkim funkcionalizmom nastalim pod utjecajem zaključaka CIAM konferencija.[112] „…višestambene zgrade su se savršeno uklapale u koncept socijalističkog društva i tretiranje stana kao dobra društvene potrošnje.” (Vezilić Strmo, 2012: 176-177). Glavni nositelj stanogradnje postaje država. Ideje funkcionalističkoga grada promoviraju gradnje zgrada slobodno postavljenih u zelenilu, pri čemu dolazi do širenja Zagreba prema jugu. Izražena potreba za gradnjom velikog broja novih stanova otvara put industrijalizaciji, prefabrikaciji te racionalizaciji stambene gradnje. 1960-ih godina na južnoj obali rijeke Save nastaju nova stambena naselja: Savski gaj, Trnsko i Zaprude (Jukić, Mlinar i Smokvina, 2011: 30).

U nastavku se analiziraju primjeri višestambenih zgrada izgrađenih u Zagrebu u razdoblju od 1946. do 1990. godine. Uz primjere društvene stanogradnje, analizom su obuhvaćene i zgrade izgrađene prema modelu društveno usmjerene stambene izgradnje (DUSI), karakterističnom za završno razdoblje socijalističke stanogradnje.

[112] Tijekom niza CIAM-ovih kongresa, međunarodno udruženje arhitekata bavilo se pitanjima stambenih potreba, racionalizacije gradnje, poboljšanja urbanog prostora i promicanja zdravijih i funkcionalnijih gradskih okruženja (Bjažić Klarin, 2016: 41). Zaključci tih kongresa primijenjeni su u planiranju naselja i projektiranju zgrada u Zagrebu toga razdoblja.

6.2.3.1.Višestambena građevina „tip Bartolić”

Šezdesetih godina 20. stoljeća sagrađeno je petnaest zgrada u naselju Trnsko, prema projektu Ive Bartolića.[113] Zgrade katnosti prizemlje s pet katova riješene su po tipološkom obrascu tri stana na stubište, od kojih su dva dvostrano, a jedan između njih jednostrano orijentirani.[114] Analizom osunčanja obuhvaćena je višestambena građevina na adresi Trnsko 6 a - e. Zgrada obuhvaća ukupno 85 stanova. U Kataloškoj jedinici 03. su prikazani rezultati analize osunčanja za tri trosobna i dva dvosobna stana na 1. katu te za tri trosobna i dva dvosobna stana na 5. katu zgrade (Slika 47).



Slika 47. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade „tip Bartolić” u naselju Trnsko (gore: 1. kat, dolje: 5. kat zgrade).

Od ukupno 26 boravišnih prostorija u 10 stanova obuhvaćenih istraživanjem, 11 prostorija ispunjava minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-1 (stan S1) i S3-1 (stan S3) na prvom katu zgrade te prostorije S6-1 (stan S6), S8-1 (stan S8) i S10-1 (stan S10) na petom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 1 do 7 % u prostorijama prvog i petog kata. U tablicama Kataloške jedinice 03. priloženi su podaci i o provjeri zahtjeva osunčanja u trajanju 1 sat, kako bi se utvrdile najosunčanije boravišne prostorije ostalih stanova. Na Slici 48 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-1, S3-1, S6-1, S8-1 i S10-1), odnosno 1 sat (prostorije S2-1, S4-2, S5-3, S7-1 i S9-1).

[113] Zgrade "Tip Bartolić" predstavljale su jedinstven građevinski modul tipizirane serijske i montažne gradnje. Osim zgrada u Trnskom, dvije tipske zgrade sagrađene su u Selskoj ulici na kućnom broju 123 i 125, te jedna u ulici Milke Trnine 2 – 10, u Folnegovićevom naselju.

[114] https://www.arhitektura-zagreba.com/zgrade/trnsko-3?ulica=trnsko



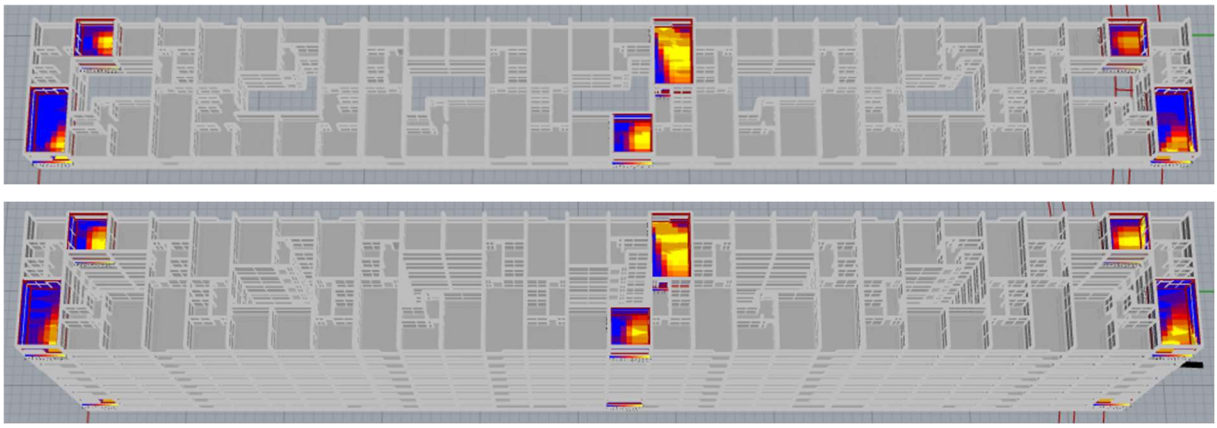
Slika 48. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-1, S3-1, S6-1, S8-1 i S10-1, označene tamnožuto), odnosno 1 sat (prostorije S2-1, S4-2, S5-3, S7-1 i S9-1, označene svjetložuto).

6.2.3.2. Višestambena građevina JU 62, Zapruđe

Stambeno naselje Zapruđe planirano je 1962. te građeno u periodu od 1963. do 1968. godine u tada potpuno neizgrađenom sjeveroistočnom dijelu Novoga Zagreba. Naselje karakteriziraju tipske slobodnostojeće montažne četverokatnice i osmerokatnice u južnom dijelu naselja te šesnaesterokatni stambeni tornjevi u sjevernom dijelu naselja. Prostorni raspored i razlika u visini lamela i tornjeva omogućavaju povoljno osunčanje, provjetravanje i vizure prema rijeci Savi, centru grada te Medvednici na sjeveru. Zgrade južnog dijela naselja građene su prema Jugomontovom sustavu JU 62 (Mlinar, 2007: 370).[115] Autori višestambenih zgrada montažnog sustava JU 62 u Zapruđu su: Bogdan Budimirov, Željko Solar, Dragutin Stilinović, Branko Hlebec i Ljubomir Perić. Za analizu je odabrana osmerokatna zgrada na adresi Baburičina ulica 12-24. Zgrada obuhvaća blago povišeno prizemlje, osam katova i ravni krov na kojem su u izgradnji dodani krovni stanovi uz postrojenja dizala. Tlocrt je podijeljen u ćelije širine 3.60

[115] Jugomont sustavi montažne gradnje predstavljaju uspješan primjer primjene koncepata prefabrikacije i serijske proizvodnje, osobito u zagrebačkoj stanogradnji 1960-ih godina. Na razvoju montažnih sustava i organizaciji gradnje radili su arhitekti Bogdan Budimirov i Željko Solar. Prefabricirani sustavi obuhvaćaju betonske nosive elemente zidova i stropova na koje se nakon montaže na gradilištu ugrađuju fasadni elementi parapeta i prozora. Sustavi JU 60, JU 61 i JU 62 (nazvani po godini primjene) korišteni su u gradnji stambenih zgrada u Folnegovićevom naselju, Remetinečkom gaju, Borongaju, Zapruđu i Utrini, ukupno oko 8500 stambenih jedinica. Višestambene zgrade montažnog sustava JU 61 imaju tlocrt s pomaknutim usporednim ćelijama za jednu polovinu ćelije (autor tlocrtnog rješenja je arhitekt Đuro Mirković). Višestambene zgrade montažnog sustava JU 62 nemaju pomaknute ćelije, što rezultira ravnim zabatima zgrada (Mlinar, 2007: 371).

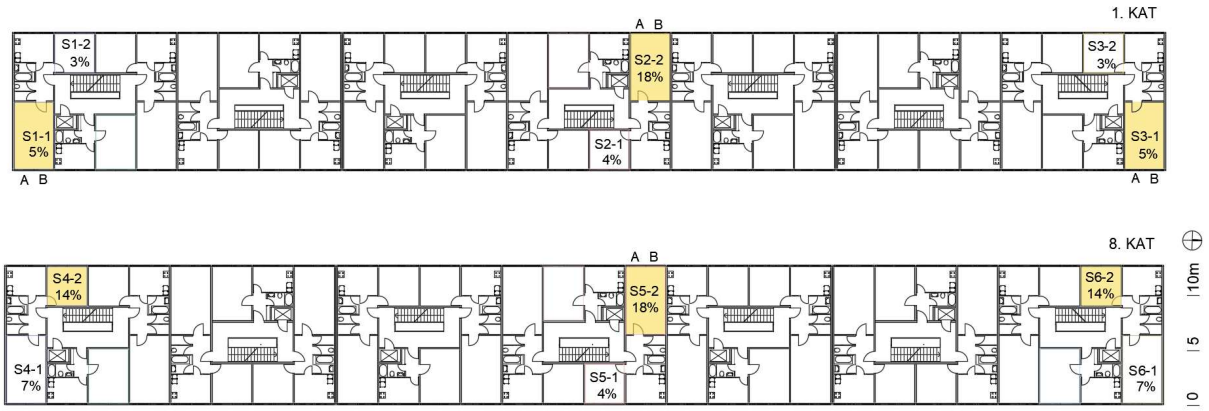
metara i organiziran je oko sedam stubišnih vertikala. U povišenom prizemlju su, osim zajedničkih prostorija za otpad i praonica, smješteni i jednosobni i dvosobni stanovi. Osam jednakih etaža[116] je organizirano po principu 3 stana na stubištu (jednosobni i dva dvosobna). Na krovnoj etaži se nalazi ukupno 6 trosobnih stanova. Zgrada obuhvaća ukupno 188 stanova. Analizom osunčanja je obuhvaćeno ukupno 6 dvosobnih stambenih jedinica: tri na 1. katu i tri na 8. katu (Slika 49). Detaljni prikaz zgrade i rezultata analize osunčanja nalaze se u Katalogu radova, Kataloška jedinica 04.



Slika 49. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake JU 62 u naselju Zapruđe (gore: 1. kat, dolje: 8. kat zgrade).

Svih 12 boravišnih prostorija u 6 stanova obuhvaćenih istraživanjem ispunjavaju minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-1 (stan S1), S2-2 (stan S2) i S3-1 (stan S3) na prvom katu zgrade te prostorije S4-2 (stan S4), S5-2 (stan S5) i S6-2 (stan S6) na osmom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 5 do 18 % u prostorijama prvog kata te od 14 do 18 % u prostorijama osmog kata. Na Slici 50 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-1, S2-2, S3-1, S4-2, S5-2 i S6-2).

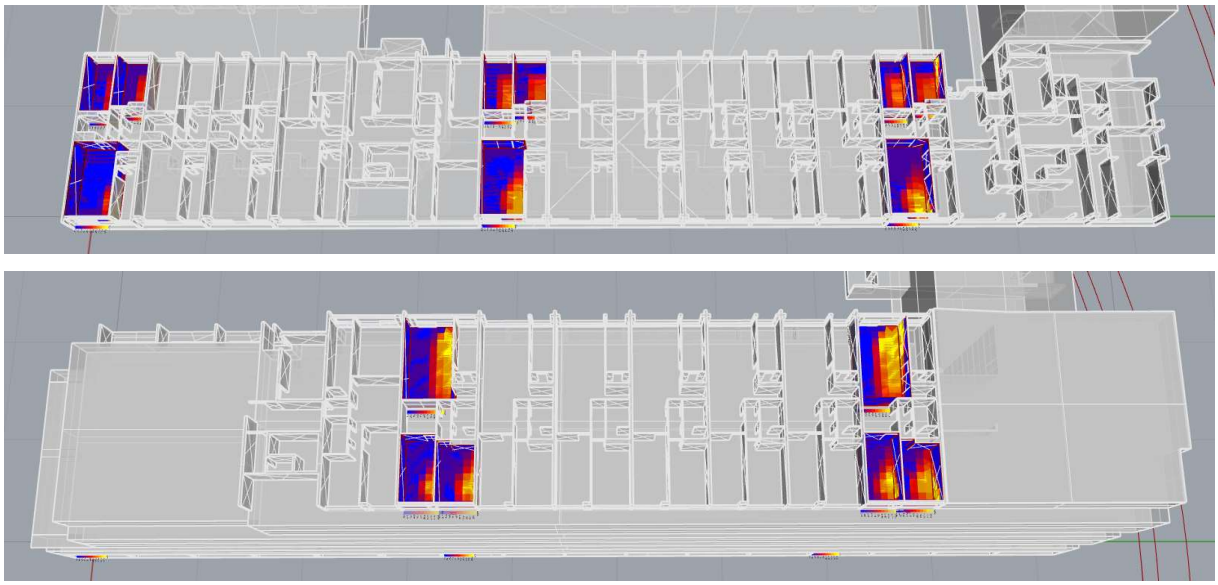
[116] Jedina razlika tlocrta 1. do 3. kata u odnosu na tlocrte 4. do 8. kata je u širini stubišta i otvora u međukatnoj konstrukciji uz stubište.



Slika 50. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-1, S2-2, S3-1, S4-2, S5-2 i S6-2, označene tamnožuto).

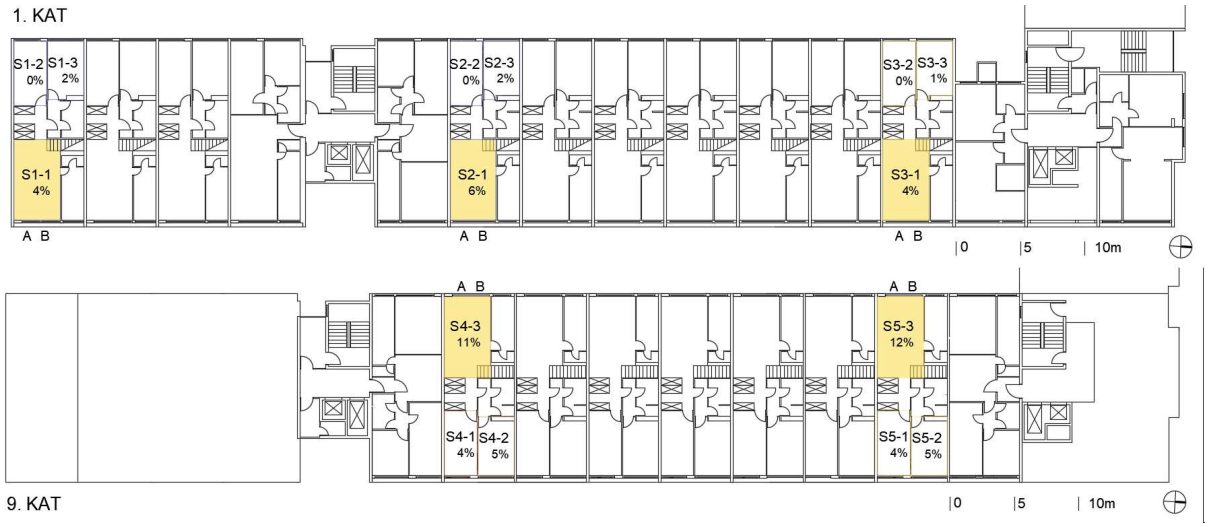
6.2.3.3. Višestambena građevina S 3.1.

Novozagrebačko naselje Dugave izgrađeno je između 1975. i 1981. godine kao jedno od ključnih ostvarenja zagrebačke društveno poticane stanogradnje te predstavlja prijelomnu točku u planiranju stambenih zajednica druge polovice 20. stoljeća. Izgrađeno je u razdoblju preispitivanja modela funkcionalnog grada i masovne tipske izgradnje, uz uvođenje decentraliziranog modela Društveno usmjerene stambene izgradnje (DUSI) nakon Ustava iz 1974. godine. Urbanistički koncept temelji se na poluotvorenim blokovima, stambenim dvorištima i razgranatoj mreži pješačkih komunikacija, uz vidljiv utjecaj suvremenih francuskih planerskih praksi (Bjažić Klarin i Korlaet, 2020). Analizom osunčanja obuhvaćena je višestambena građevina oznake S 3.1. arhitekta Tomislava Odaka. Zgrada je građena 1980. godine kao dio jedne od stambenih zona planiranih u okviru Provedbenog urbanističkog plana Dugava iz 1975. godine. Oblikovana je kao poluotvoreni višestambeni sklop koji organizacijom volumena definira unutarnje dvorišne prostore namijenjene stanarima te odvaja pješačke tokove od kolnog prometa. Zgrada je katnosti podrum, prizemlje i 9 katova, s ukupno 344 stana. U Kataloškoj jedinici 05. su prikazani rezultati analize osunčanja za tri trosobna stana na 1. katu te za dva trosobna stana na 9. katu zgrade (Slika 51).



Slika 51. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu dijela zgrade oznake S 3.1. u Dugavama (gore: 1. kat, dolje: 9. kat zgrade).

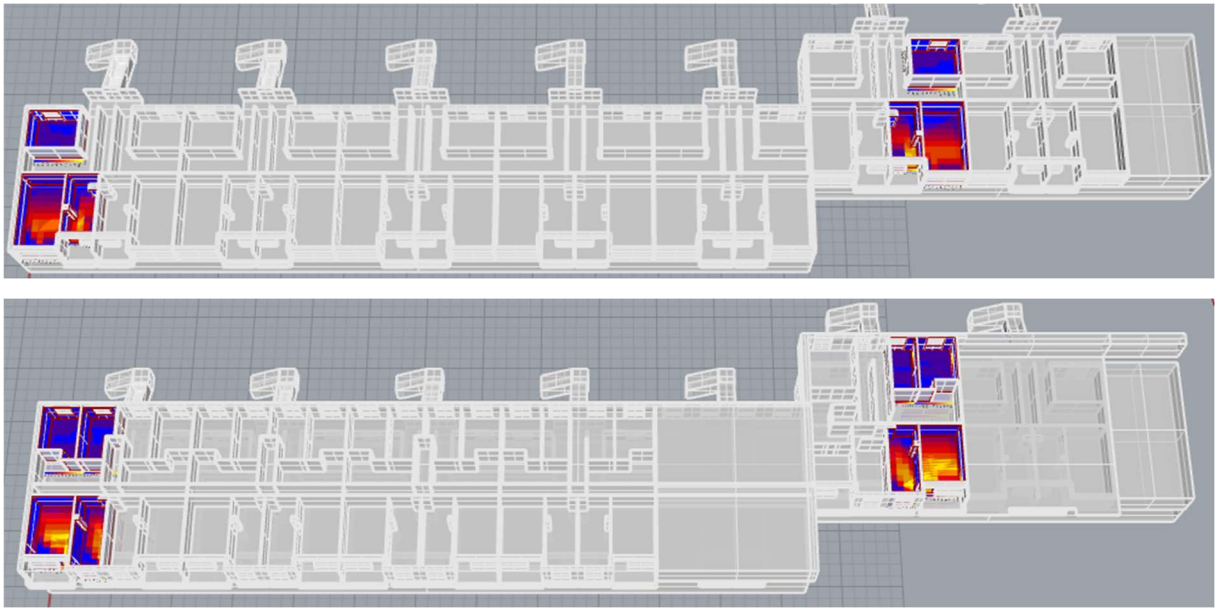
Od ukupno 15 boravišnih prostorija u 5 stanova obuhvaćenih istraživanjem, 12 prostorija ispunjavaju minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-1 (stan S1), S2-1 (stan S2) i S3-1 (stan S3) na prvom katu zgrade te prostorije S4-3 (stan S4) i S5-3 (stan S5) na devetom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 4 do 6 % u prostorijama prvog kata te od 11 do 12 % u prostorijama devetog kata. Na Slici 52 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-1, S2-1, S3-1, S4-3 i S5-3).



Slika 52. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-1, S2-1, S3-1, S4-3 i S5-3, označene tamnožuto).

6.2.3.4. Višestambena građevina Jarun

Stambeni sklop u naselju Jarun, koji obuhvaća zgrade u ulicama Josipa Prikrila, Janeza Polde, Luke Kaliterne te Bernarda Vukasa, realiziran je 1984. godine prema projektu arhitekta Tomislava Odaka iz 1981. godine. Zgrade su prepoznatljive zahvaljujući karakteristično oblikovanim volumenima vanjskih stubišta. Analizom osunčanja obuhvaćena je višestambena građevina na adresi Josipa Prikrila 2 - 16.[117] Zgrada je katnosti podrum, prizemlje i 3 kata, s ukupno 49 stanova. U Kataloškoj jedinici 06. su prikazani rezultati analize osunčanja za dva trosobna stana na 1. katu te za dva četverosobna stana na 2. katu zgrade (Slika 53).

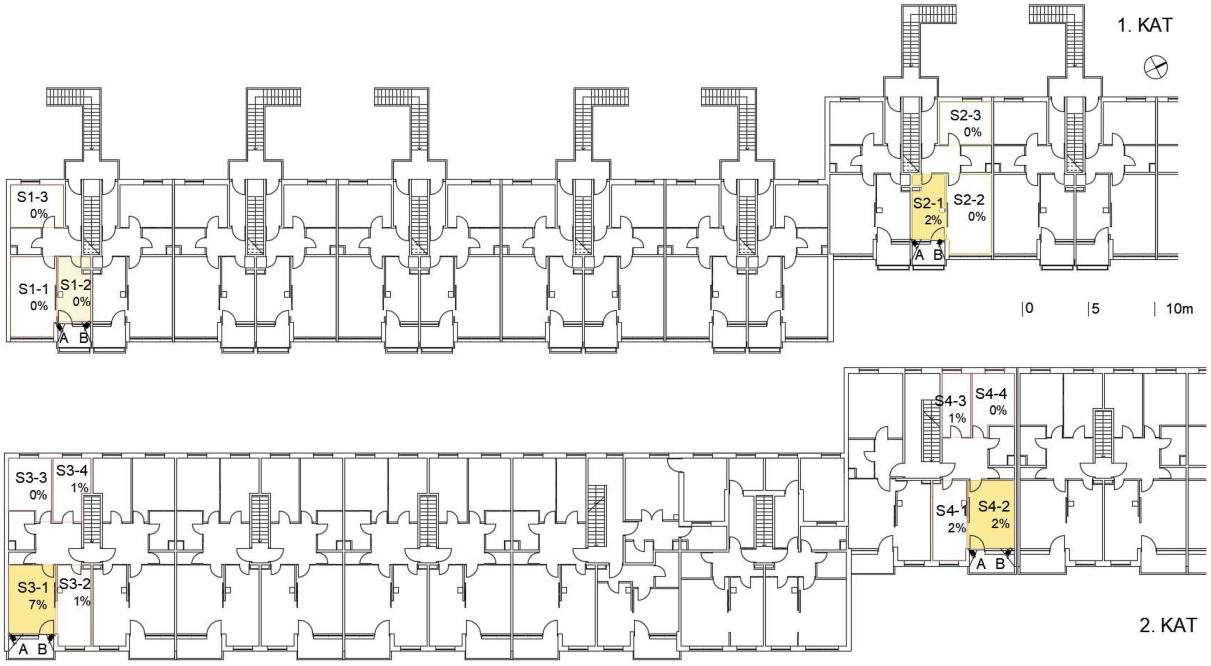


Slika 53. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade u naselju Jarun (gore: 1. kat, dolje: 2. kat zgrade).

Od ukupno 14 boravišnih prostorija u 4 stana obuhvaćena istraživanjem, 7 prostorija ispunjava minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S2-1 (stan S2) na prvom katu zgrade te prostorije S3-1 (stan S3) i S4-2 (stan S4) na drugom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat iznosi 2 % u prostoriji prvog kata te od 2 do 7 % u

[117] Dokumentacija spomenute zgrade nije dostupna u arhivu Grada Zagreba, budući da je uništena uslijed prodora vlage u arhivski prostor. Slijedom toga, za potrebe računalne simulacije osunčanja korišten je model izrađen na temelju nacrta zgrade na adresi Josipa Prikrila 1-17, dostupnih na internetskoj stranici Digitalnog arhiva stambenih zgrada Hrvatske (https://stanovanje.plus/info.php?code=11074dk, pristup 1. 2. 2026.), koji su potom prilagođeni stvarnom položaju analizirane zgrade u odnosu na katastarsku podlogu.

prostorijama drugog kata. U tablicama Kataloške jedinice 06. priloženi su podaci i o provjeri zahtjeva osunčanja u trajanju 1 sat, kako bi se utvrdila najosunčanija boravišna prostorija stana S1. Na Slici 54 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S2-1, S3-1 i S4-2), odnosno 1 sat (prostorija S1-2).



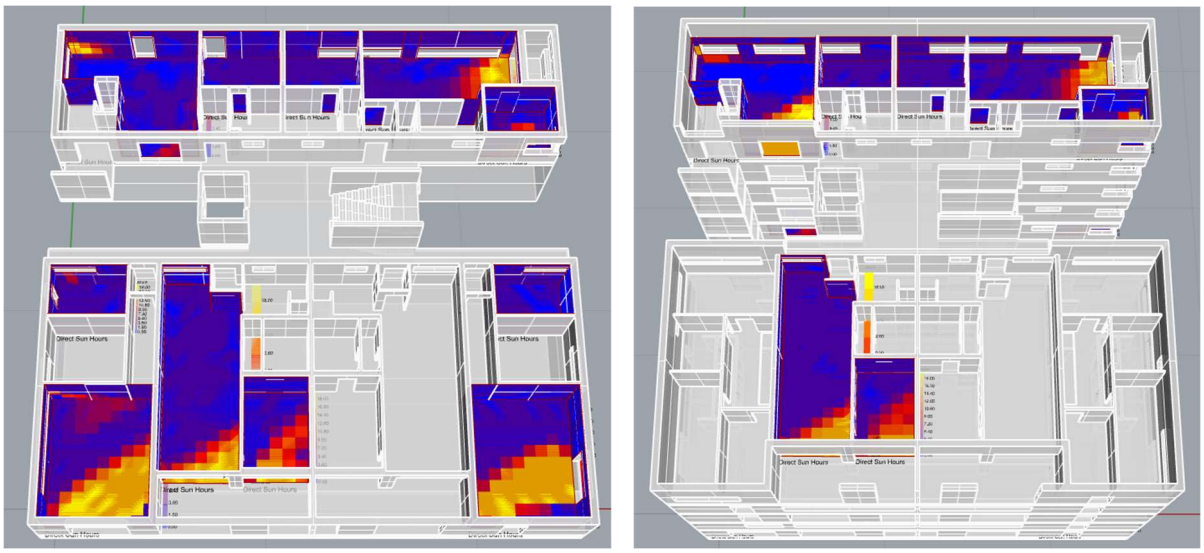
Slika 54. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S2-1, S3-1 i S4-2, označene tamnožuto), odnosno 1 sat (prostorija S1-2 označena svjetložuto).

6.2.4. Višestambene zgrade izgrađene u razdoblju 1991. – 2024.

Kraj Domovinskoga rata i tranzicijski procesi nakon osamostaljenja Republike Hrvatske su značajno utjecali na organiziranje stanogradnje. Tržišno orijentirano kapitalističko uređenje države dovodi do povratka privatnog vlasništva nad građevinskim zemljištem. Uvođenjem nove zakonske regulative nestaju dotad aktualni organizirani postupci stanogradnje. 2000. godine se na razini države pokreće *Program društveno poticane stanogradnje* (*POS*) u cilju omogućivanja kupnje pristupačnog stana po financijski prihvatljivim uvjetima. U ovom će se poglavlju analizirati izvedeni primjeri višestambenih zgrada, izgrađenih u Zagrebu, u periodu od 1991. do 2024. godine. Bit će zastupljeni primjeri zgrada u okviru društveno poticane i tržišne stanogradnje.

6.2.4.1. Višestambena zgrada S3, Špansko

Višestambena zgrada S3, autorice Sanje Filep, je izgrađena 2003. godine u zagrebačkom naselju Špansko, u sklopu POS-ovog programa. Špansko-Oranice je jedno od cjelovitih POS-ovih stambenih naselja u Zagrebu (uz Sopnicu-Jelkovec). Na lokaciji Špansko-Oranice je u razdoblju od 2000. do 2010. godine sagrađeno ukupno 1540 stanova.[118] Analizirana zgrada S3 se nalazi na zapadnom rubu naselja, na adresi Francesca Tenchinija 6. Slobodnostojeća zgrada je podijeljena u dva osnovna volumena spojena ulaznim dijelom koji obuhvaća stubište i dizalo te otvorene galerije za pristup stanovima. Zgrada se sastoji od 7 etaža (podrum, prizemlje i 5 katova) i obuhvaća ukupno 30 stanova (dvosobne, trosobne i dvoetažne četverosobne). Analizom osunčanja je obuhvaćeno ukupno 8 stambenih jedinica: 5 na 1. katu i 3 na 5. katu zgrade (Slika 55). Od spomenutih osam stanova dva su trosobna, a šest je dvosobnih stanova. Detaljni prikaz zgrade i rezultata analize osunčanja nalaze se u Katalogu radova, Kataloška jedinica 07.

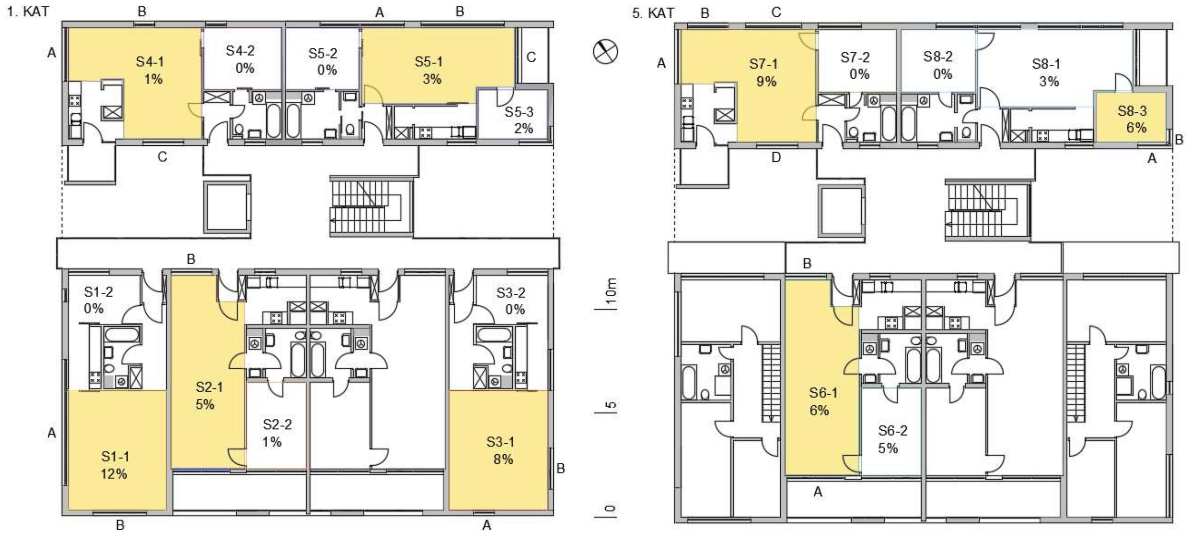


Slika 55. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake S3 u naselju Špansko (lijevo: 1. kat, desno: 5. kat zgrade).

Od 18 boravišnih prostorija u 8 stanova obuhvaćenih istraživanjem, 12 prostorija ispunjavaju minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-1 (stan S1), S2-1 (stan S2), S3-1 (stan S3), S4-1 (stan S4) i S5-1 (stan S5) na prvom katu zgrade te prostorije S6-

[118] U prvoj etapi, od 2000. do 2003. godine, je izgrađeno 87 stanova (zgrade u Ulici Francesca Tenchinija). U drugoj etapi, od 2004. do 2010. godine, su izgrađena još 1453 stana (naselje Špansko-Oranice).

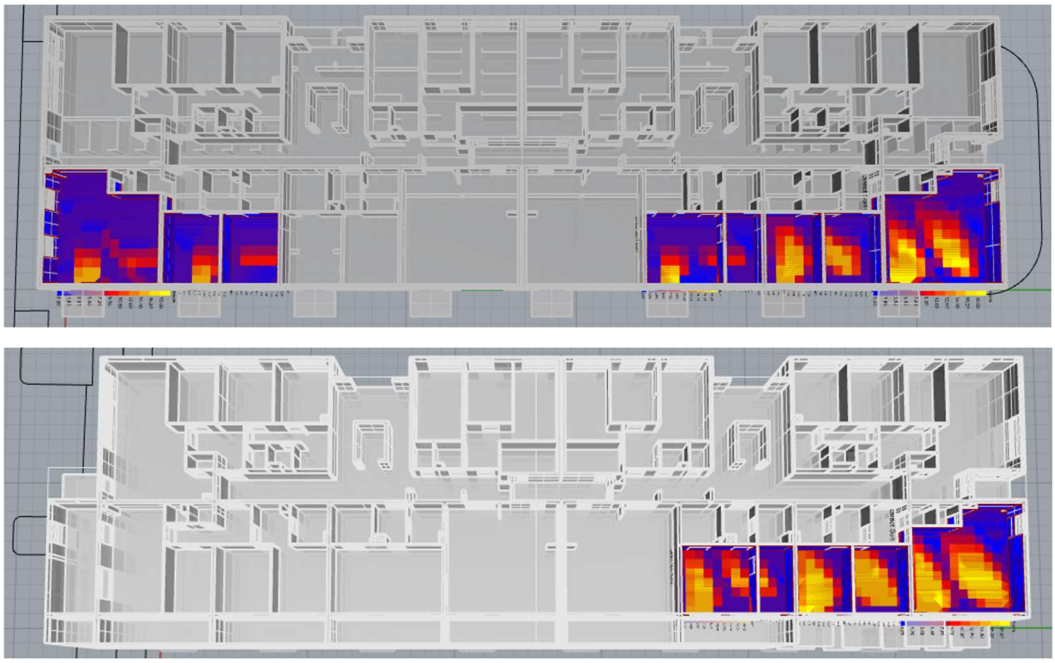
1 (stan S6), S7-1 (stan S7) i S8-3 (stan S8) na petom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 1 do 12 % u najosunčanijim prostorijama stanova prvog kata te od 6 do 9 % u prostorijama stanova osmog kata. Na Slici 56 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-1, S2-1, S3-1, S4-1, S5-1, S6-1, S7-1 i S8-3).



Slika 56. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-1, S2-1, S3-1, S4-1, S5-1, S6-1, S7-1 i S8-3, označene tamnožuto).

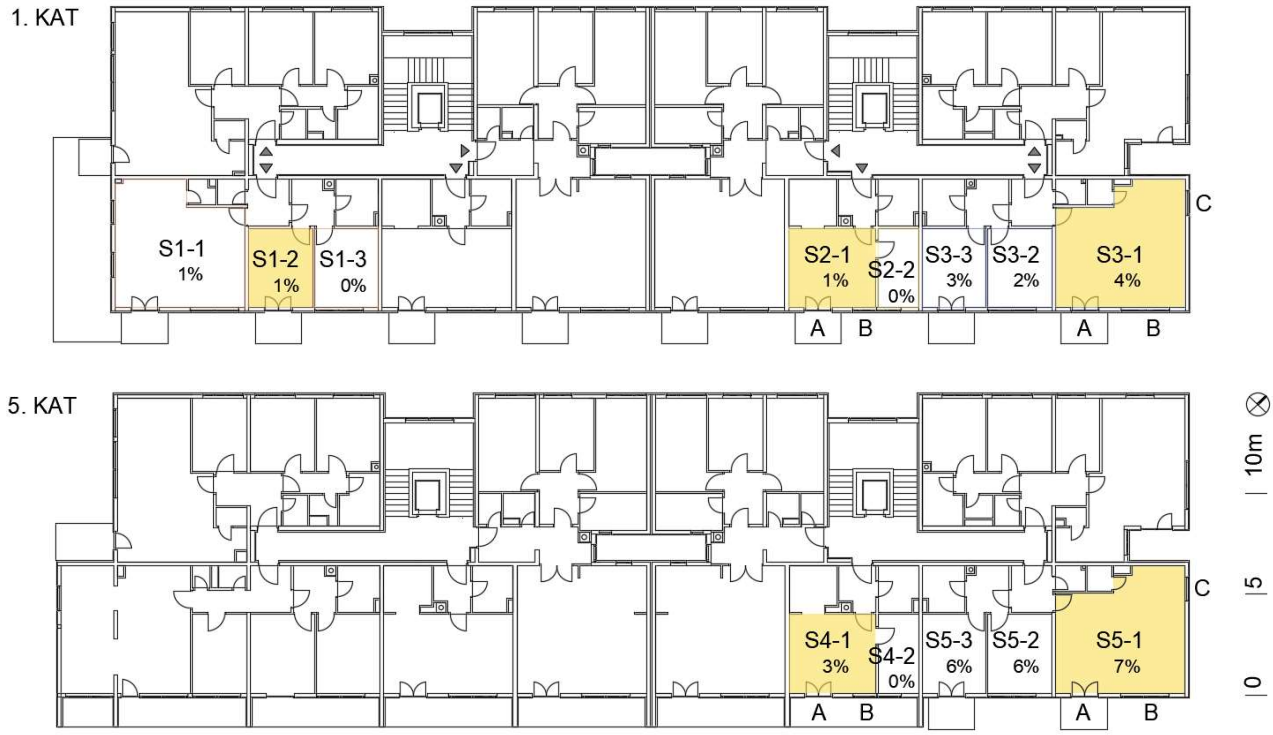
6.2.4.2. Višestambena zgrada 2A-9, Špansko-Oranice

Naselje Špansko–Oranice smješteno je na zapadnom rubu Zagreba, na prostoru bivšeg vojnog kompleksa. Izgrađeno je nakon urbanističkog natječaja provedenog 2003. godine, na kojem je prvo mjesto osvojio tim Zorana Hebara iz Urbanističkog zavoda Grada Zagreba. Radovi na izgradnji naselja započeli su 2004. godine (Mlinar, 2009: 160). Analizirana zgrada oznake 2A-9 arhitekta Maria Pehneca se nalazi na jugozapadnom rubu naselja, na adresi Ulica Drage Stipca 8 i 10. Slobodnostojeća zgrada se sastoji od 7 etaža (prizemlje i 6 katova). Zgrada obuhvaća ukupno 46 stanova (dvosobnih, trosobnih i četverosobnih). Analizom osunčanja je obuhvaćeno ukupno pet stambenih jedinica: tri na 1. katu i dvije na 5. katu (Slika 57). Od spomenutih pet stanova tri su trosobna, a dva su dvosobna. Detaljni prikaz zgrade i rezultata analize osunčanja nalaze se u Katalogu radova, Kataloška jedinica 08.



Slika 57. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake 2A-9 u naselju Špansko-Oranice (gore: 1. kat, dolje: 5. kat zgrade).

Od 13 boravišnih prostorija u 5 stanova obuhvaćenih istraživanjem, 10 prostorija ispunjava minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-2 (stan S1), S2-1 (stan S2) i S3-1 (stan S3) na prvom katu zgrade te prostorije S4-1 (stan S4) i S5-1 (stan S5) na petom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 1 do 4 % u najosunčanijim prostorijama stanova prvog kata te od 3 do 7 % u prostorijama stanova petog kata. Na Slici 58 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-2, S2-1, S3-1, S4-1 i S5-1).



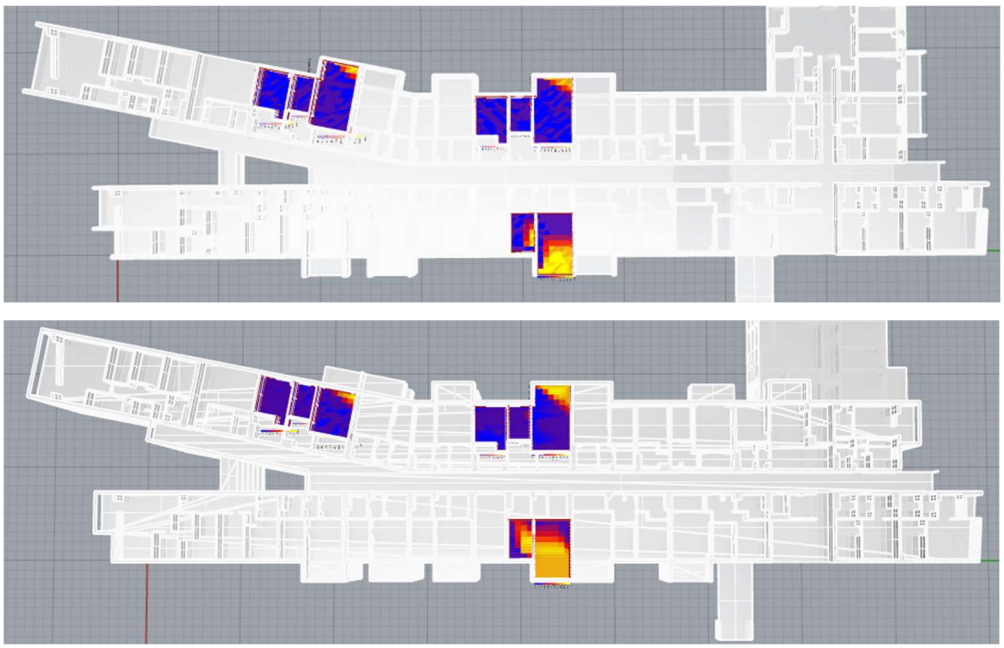
Slika 58. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-2, S2-1, S3-1, S4-1 i S5-1, označene tamnožuto).

6.2.4.3. Višestambena zgrada L3, Pavlenski put

Stambeni sklop Pavlenski put smješten je u zagrebačkom naselju Špansko. Projektantski tim studija Boševski–Fiolić je imao priliku oblikovati cjelokupnu parcelu te izraditi prethodnu urbanističku studiju, što je u domaćoj praksi relativno rijetka situacija. Navedeno je omogućilo cjelovitiji pristup planiranju prostora s ukupno 750 stanova. U suradnji s investitorom postignut je dogovor o smanjenju koeficijenta izgrađenosti, čime su osigurani primjereni razmaci između zgrada i bolja kvaliteta stanovanja. Manji stanovi, kojih je najviše, jednostrano su orijentirani i smješteni u središnjem dijelu tlocrta zgrada, dok su veće stambene jedinice smještene na rubovima zgrada i imaju višestranu orijentaciju.[119] Analizirana zgrada oznake L3 se nalazi u sredini stambenog sklopa, na adresi Pavlenski put 5 a - b. Slobodnostojeća zgrada se sastoji od deset etaža (dvije podrumske, prizemlja i 7 katova). Zgrada obuhvaća ukupno 112 stanova (dvosobnih, trosobnih i četverosobnih). Analizom osunčanja je obuhvaćeno ukupno 6 stambenih jedinica: 3 na 1. katu i 3 na 5. katu (Slika 59). Od spomenutih šest stanova četiri su

[119] https://pogledaj.to/arhitektura/veliki-projekt-stanogradnje/

trosobna, a dva su dvosobna. Detaljni prikaz zgrade i rezultata analize osunčanja nalaze se u Katalogu radova, Kataloška jedinica 09.



Slika 59. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake L3 u naselju Pavlenski put (gore: 1. kat, dolje: 5. kat zgrade).

Od 16 boravišnih prostorija u 6 stanova obuhvaćenih istraživanjem, 8 prostorija ispunjava minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-3 (stan S1), S2-3 (stan S2) i S3-2 (stan S3) na prvom katu zgrade te prostorije S4-3 (stan S4), S5-3 (stan S5) i S6-2 (stan S6) na petom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 4 do 17 % u najosunčanijim prostorijama stanova prvog kata te od 2 do 22 % u prostorijama stanova petog kata. Na Slici 60 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-3, S2-3, S3-2, S4-3, S5-3 i S6-2).

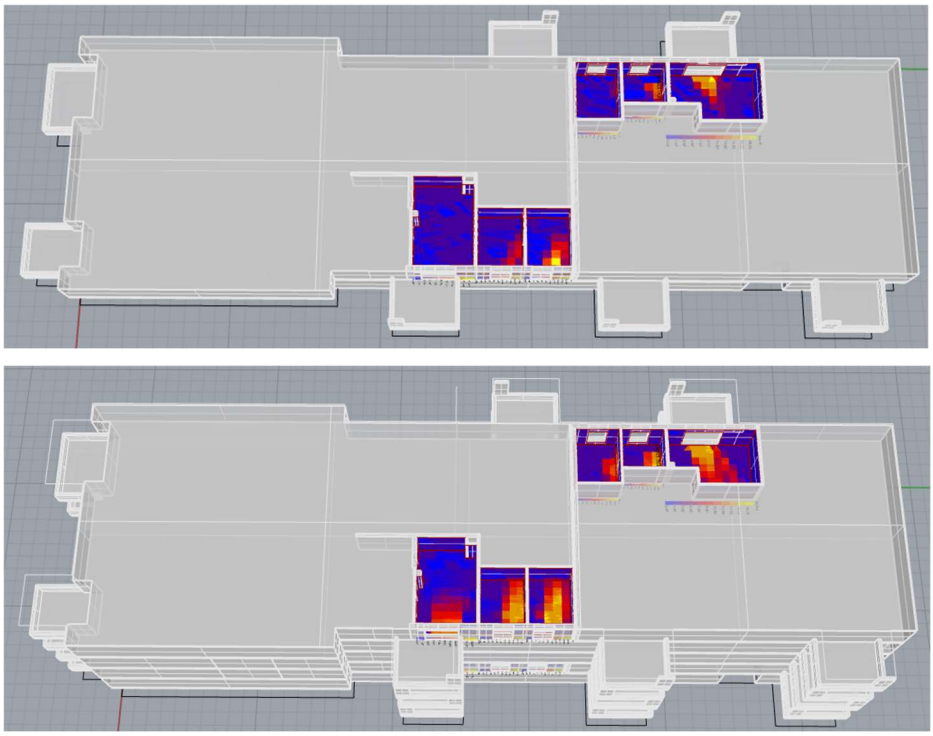


Slika 60. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-3, S2-3, S3-2, S4-3, S5-3 i S6-2, označene tamnožuto).

6.2.4.4. Višestambena zgrada J7, Vrbani III

Za područje naselja Vrbani III raspisan je urbanistički natječaj 2004. godine, na kojem je prvo mjesto osvojio arhitekt Tihomir Jukić iz Zavoda za urbanizam i prostorno planiranje Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Realizacija naselja započela je 2006. godine, prema Urbanističkom planu uređenja Vrbani III donesenom 2005. Naselje je smješteno na jugozapadnom rubu Zagreba, u zoni sjeverno od jezera i sportsko-rekreacijskog centra Jarun, čime je prostorno povezano s jednim od važnijih gradskih rekreacijskih područja (Mlinar, 2009: 162). Analizirana zgrada oznake J7 arhitektice Sanele Beganović, se nalazi u južnom dijelu stambenog sklopa, na adresi Palinovečka ulica 51 i 53. Slobodnostojeća zgrada se sastoji od sedam etaža (podrumske, prizemlja i pet katova). Zgrada obuhvaća ukupno 38 stanova (jednosobnih, dvosobnih, trosobnih, četverosobnih i peterosobnih). Analizom osunčanja su obuhvaćene četiri trosobne stambene jedinice: dvije na prvom katu i dvije na četvrtom katu

(Slika 61). Detaljni prikaz zgrade i rezultata analize osunčanja nalaze se u Katalogu radova, Kataloška jedinica 10.



Slika 61. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake J7 u naselju Vrbani III (gore: 1. kat, dolje: 4. kat zgrade).

Od 12 boravišnih prostorija u 4 stana obuhvaćenih istraživanjem, 6 prostorija ispunjava minimalni zahtjev osunčanja u trajanju 90 minuta. Boravišne prostorije s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima su prostorije oznaka S1-3 (stan S1) i S2-3 (stan S2) na prvom katu zgrade te prostorije S3-3 (stan S3) i S4-3 (stan S4) na četvrtom katu zgrade. Udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat se kreće od 1 do 2 % u najosunčanijim prostorijama stanova prvog kata te iznosi 3 % u prostorijama stanova četvrtog kata. Na Slici 62 prikazana je tlocrtna dispozicija boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-3, S2-3, S3-3 i S4-3).



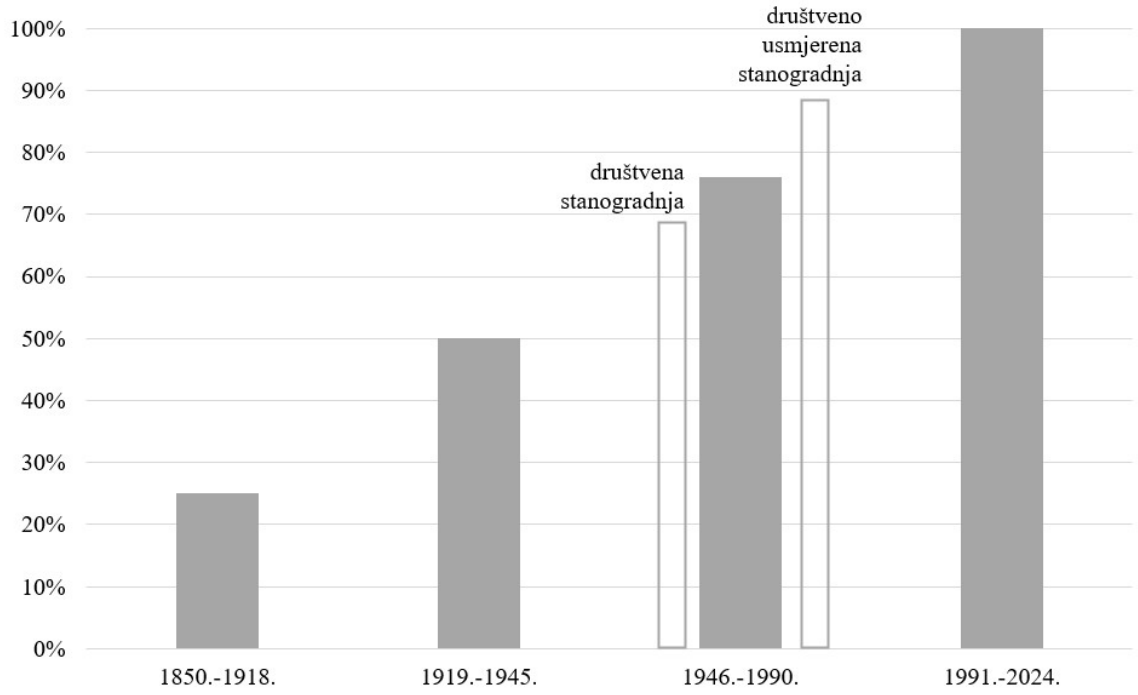
Slika 62. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-3, S2-3, S3-3 i S4-3, označene tamnožuto).

6.3. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje

Računalnom analizom trodimenzionalnih modela višestambenih zgrada utvrđene su najosunčanije boravišne prostorije stanova obuhvaćenih istraživanjem, od kojih dio ispunjava minimalni zahtjev za osunčanjem (u trajanju 1,5 sat). Ova vrijednost predstavlja minimalnu razinu trajanja osunčanja definiranu normom HRN EN 17037. U stanovima kod kojih nijedna boravišna prostorija ne ispunjava navedeni zahtjev, izvršena je provjera blažeg zahtjeva osunčanja prostorija u trajanju 1 sat. Prilikom analize utvrđene su vrijednosti kriterija za osunčanje u najosunčanijim prostorijama te će se rezultati analize prezentirati u nastavku.

Na Slici 63 prikazana je zastupljenost stanova u kojima je ispunjen minimalan zahtjev za osunčanjem (1,5 sat), u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. Analiza rezultata pokazuje da od 60 stanova 13 stanova ne ispunjava minimalan zahtjev za osunčanjem (22 %).

Analiza rezultata s obzirom na vrijeme gradnje pokazuje da najmanji broj stanova u kojima je ispunjen minimalan zahtjev za osunčanjem pripada prvom razdoblju (1850. – 1918.). Samo je jedan od četiri analizirana stana (25 %) osunčan 1,5 sat. U drugom razdoblju (1919. – 1945.) polovina analiziranih stanova ispunjavaju minimalan zahtjev za osunčanjem (četiri od osam analiziranih stanova). U trećem razdoblju (1946. – 1990.) 19 od 25 analiziranih stanova (76 %) je osunčano 1,5 sat. U odnosu na tip stanogradnje u navedenom razdoblju, 69 % stanova obuhvaćenih društvenom stanogradnjom te 89 % stanova obuhvaćenih društveno usmjerenom stanogradnjom ispunjava minimalan zahtjev za osunčanjem. U zadnjem razdoblju (1991. – 2024.) svi analizirani stanovi su osunčani 1,5 sat, bez obzira na tip stanogradnje.



Slika 63. Zastupljenost stanova u kojima je ispunjen minimalan zahtjev za osunčanjem (1,5 sat), u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje.

Tablica 15 sadrži detaljne podatke o rezultatima utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 ili 1 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova.

Tablica 15. Rezultati utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1.5 ili 1 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama svih analiziranih stanova.

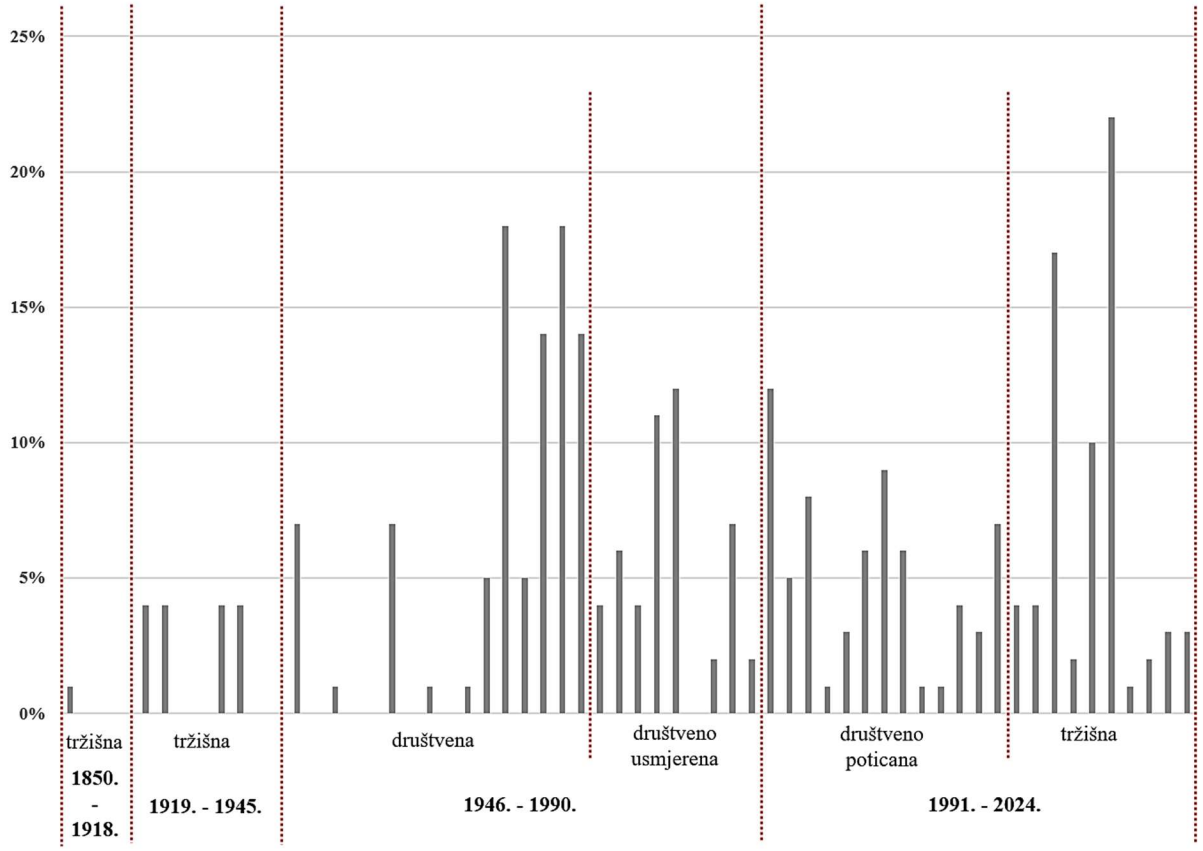
VRIJEME GRADNJE	**1. 1850.-1918.**				**2. 1919.-1945.**								**3. 1946.-1990.**															
TIP STANOGRADNJE	tržišna stanogradnja				tržišna stanogradnja								društvena stanogradnja															
KATALOŠKA JEDINICA	**01. Kačićeva**				**02. Klaićeva**								**03. Trnsko**										**04. Zaprude**					
OZNAKA STANA	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S1	S2	S3	S4	S5	S6
OZNAKA NAJOSUNČANIJE BORAVIŠNE PROSTORIJE STANA	S1-2	S2-1	S3-2	S4-3	S1-2	S2-1	S3-1	-	S5-2	S6-1	S7-1	S8-2	S1-1	S2-1	S3-1	S4-2	S5-3	S6-1	S7-1	S8-1	S9-1	S10-1	S1-1	S2-2	S3-1	S4-2	S5-2	S6-2
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**1%**	**0%**	**0%**	**0%**	**4%**	**4%**	**0%**	**0%**	**4%**	**4%**	**0%**	**0%**	**7%**	**0%**	**1%**	**0%**	**0%**	**7%**	**0%**	**1%**	**0%**	**1%**	**5%**	**18%**	**5%**	**14%**	**18%**	**14%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-	1%	2%	2%	-	-	1%	0%	-	-	3%	1%	-	3%	-	2%	3%	-	7%	-	6%	-	-	-	-	-	-	-

VRIJEME GRADNJE	**3. 1946.-1990. (nastavak)**					**4. 1991.-2024.**																										
TIP STANOGRADNJE	društveno usmjerena stanogradnja					društveno poticana stanogradnja																	tržišna stanogradnja									
KATALOŠKA JEDINICA	**05. Dugave**					**06. Jarun**				**07. Španska**								**08. Španska - Oranice**					**09. Pavlenski put**						**10. Vrbani III**			
OZNAKA STANA	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S1	S2	S3	S4
OZNAKA NAJOSUNČANIJE BORAVIŠNE PROSTORIJE STANA	S1-1	S2-1	S3-1	S4-3	S5-3	S1-2	S2-1	S3-1	S4-2	S1-1	S2-1	S3-1	S4-1	S5-1	S6-1	S7-1	S8-3	S1-2	S2-1	S3-1	S4-1	S5-1	S1-3	S2-3	S3-2	S4-3	S5-3	S6-2	S1-3	S2-3	S3-3	S4-3
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**4%**	**6%**	**4%**	**11%**	**12%**	**0%**	**2%**	**7%**	**2%**	**12%**	**5%**	**8%**	**1%**	**3%**	**6%**	**9%**	**6%**	**1%**	**1%**	**4%**	**3%**	**7%**	**4%**	**4%**	**17%**	**2%**	**10%**	**22%**	**1%**	**2%**	**3%**	**3%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-	-	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Na Slici 64 su prikazani podaci o rezultatima utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova, u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. Najviši rezultat iznosi 22 % i odnosi se na prostoriju stana S6 Višestambene građevine L3 u naselju Pavlenski put, građene u zadnjem razdoblju (1991. – 2024.) u okviru tržišne stanogradnje. Slijede prostorije stanova S2 i S5 Višestambene građevine JU 62 u Zapruđu (udio osunčane površine 18 %), građene u trećem razdoblju (1946. – 1990.) u okviru društvene stanogradnje. 17 % ploštine testnih ploha osunčano je 1,5 sat u prostoriji stana S3 zgrade naselja Pavlenski put, a 14 % ploštine u prostorijama stanova S4 i S6 zgrade u Zapruđu. Iznad 10 % ploštine testnih ploha osunčano je 1,5 sat u prostoriji stana S1 Višestambene građevine S3 u Španskom (12 %), u prostorijama stanova S4 (11 %) i S5 (12 %) Višestambene građevine S 3.1. u naselju Dugave te u prostoriji stana S5 (10 %) zgrade naselja Pavlenski put.

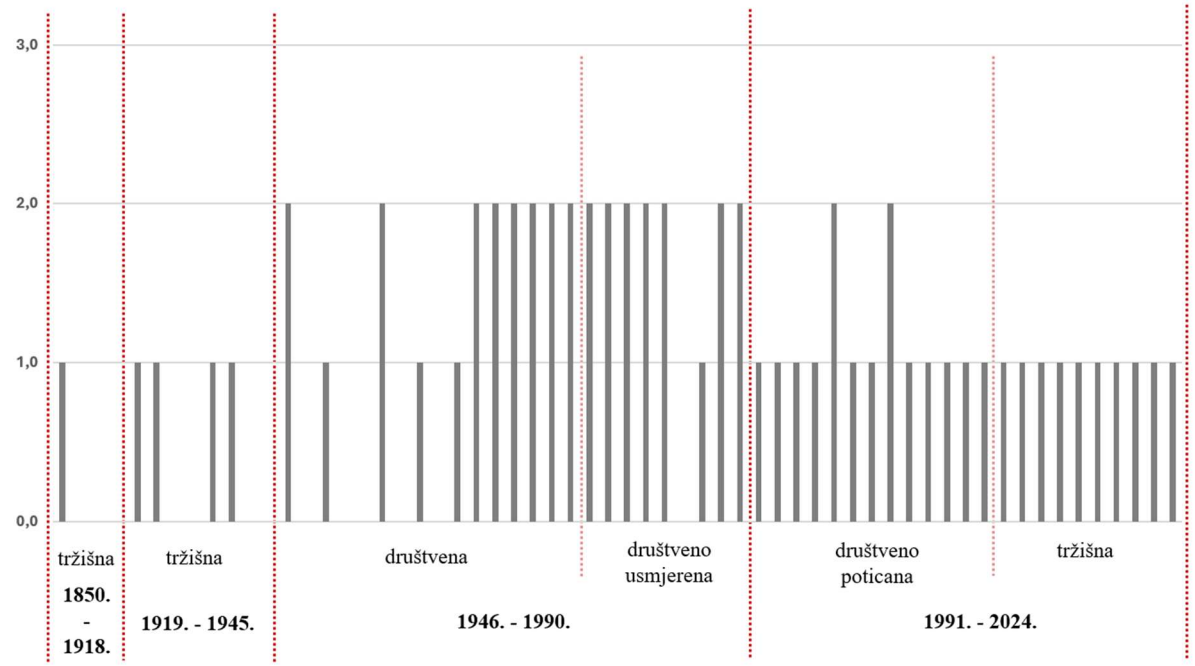
Raspon rezultata utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova iznosi:

1. u prvom razdoblju (1850. – 1918.) od 0 do 1 %,
2. u drugom razdoblju (1919. – 1945.) od 0 do 4 %,
3. u trećem razdoblju (1946. – 1990.)
    i. od 0 do 12 % u okviru društveno usmjerene stanogradnje,
    ii. od 0 do 18 % u okviru društvene stanogradnje,
4. u četvrtom razdoblju (1991. – 2024.)
    i. od 1 do 12 % u okviru društveno poticane stanogradnje,
    ii. od 1 do 22 % u okviru tržišne stanogradnje.



Slika 64. Rezultati utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 ili 1 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova, u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje.

Na Slici 65 su prikazani podaci o rezultatima utvrđivanja broja različito orijentiranih boravišnih prostorija analiziranih stanova osunčanih 1,5 sat, u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. U trećem razdoblju utvrđen je najveći broj stanova s dvije različito orijentirane boravišne prostorije osunčane 1,5 sat, što znači da ukupno dnevno osunčanje tih stanova iznosi minimalno 3 sata.



Slika 65. Rezultati utvrđivanja broja različito orijentiranih boravišnih prostorija analiziranih stanova osunčanih 1,5 sat, u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje.

6.4. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na kriterije osunčanja

U nastavku će se prezentirati rezultati utvrđivanja utjecaja vrijednosti kriterija za osunčanje i njihovog međusobnog odnosa na ispunjavanje minimalnog zahtjeva trajanja osunčanja boravišnih prostorija. Čimbenici, kriteriji i vrijednosti kriterija za osunčanje obuhvaćenih studijom primjera su prikazani u Tablici 16, kao i pokazatelji vrijednosti kriterija.

Tablica 156. Čimbenici i kriteriji za osunčanje obuhvaćeni studijom primjera. Vrijednosti kriterija obuhvaćenih studijom primjera su iskazane pokazateljima kriterija.

Čimbenici	**Kriteriji**	**Obuhvat primjene kriterija**	**Pokazatelj vrijednosti kriterija**
klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade	visina Sunca	zgrada i njezina okolina	vertikalni kut Sunca [°]
	azimut Sunca		horizontalni kut Sunca [°]
zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	okolna izgradnja		vertikalni kut zasjenjenja [°]
	geometrija pročelja zgrade		vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja [°]
	smještaj unutar zgrade	stan i prostorija	etaža na kojoj se nalazi; broj vanjskih zidova s otvorima [-]

karakteristike boravišnih prostorija	oblik	širina / tlocrtna dubina / visina [m] (unutarnje dimenzije)
karakteristike vanjskih elemenata otvora	veličina	širina / visina [cm]
	veličina u odnosu na dimenzije prostorije	WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi); odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]
	oblik	odnos širina / visina [-]
	položaj na zidu prostorije	udaljenosti od ruba zidova na kojem se otvor nalazi [cm]
	orijentacija	strana svijeta [-]

U Tablici 17 se nalaze pokazatelji vrijednosti kriterija za osunčanje deset najosunčanijih boravišnih prostorija obuhvaćenih ovim radom, u kojima udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat iznosi od 10 do 22 %. U Tablici 18 se nalaze pokazatelji vrijednosti kriterija za osunčanje boravišnih prostorija jedanaest najmanje osunčanih stanova, koji ne ispunjavaju minimalni zahtjev za osunčanje trajanja 1,5 sat, a udio ploštine testnih ploha osunčane 1 sat iznosi od 0 do 3 %.

Analiza rezultata prikazanih u Tablici 17 pokazuje da su najpovoljniji rezultati osunčanja ostvareni u stanovima četvrtoga analiziranog razdoblja (1991. – 2024.), izgrađenima u okviru tržišne i društveno poticane stanogradnje, te u stanovima trećega analiziranog razdoblja (1946. – 1990.), izgrađenima u okviru društvene i društveno usmjerene stanogradnje. Najosunčaniji stanovi nalaze se u višestambenim građevinama L3 u naselju Pavlenski put, JU 62 u naselju Zaprude, S3 u naselju Špansko te S 3.1. u naselju Dugave. Prema veličini i sobnosti, među najosunčanijima prevladavaju stanovi ploštine poda od 43 do 77 m^2, pretežito dvosobni.

Analiza rezultata prikazanih u Tablici 18 pokazuje da se najmanje osunčani stanovi nalaze u primjerima iz drugoga, prvoga i trećega analiziranog razdoblja (1850. – 1918., 1919. – 1945. te 1946. – 1990.). Među najmanje osunčanim stanovima trećega razdoblja prevladavaju oni izgrađeni u okviru društvene stanogradnje. Najmanje osunčani stanovi nalaze se u višestambenim građevinama u Klaićevoj ulici, Kačićevoj ulici, naselju Jarun te u višestambenoj građevini tipa Bartolić u naselju Trnsko. Prema veličini i sobnosti, među najmanje osunčanima prevladavaju stanovi ploštine poda od 51 do 108 m^2, većinom dvosobni i trosobni.

Tablica 17. Rezultati utvrđivanja vrijednosti kriterija za osunčanje u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova. Udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1.5 sat iznosi minimalno 10 %.

VRIJEME GRADNJE			**4. 1991.-2024.**	**3. 1946.-1990.**		**3. 1946.-1990.**	**4. 1991.-2024.**	**3. 1946.-1990.**	**3. 1946.-1990.**	**4. 1991.-2024.**		**3. 1946.-1990.**		**3. 1946.-1990.**		**4. 1991.-2024.**
TIP STANOGRADNJE			tržišna	društvena		društvena	tržišna	društvena	društvena	poticana		usmjerena		usmjerena		tržišna
KATALOŠKA JEDINICA			**09. Pavlenski put**	**04. Zapruđe**		**04. Zapruđe**	**09. Pavlenski put**	**04. Zapruđe**	**04. Zapruđe**	**07. S3 Špansko**		**05. Dugave**		**05. Dugave**		**09. Pavlenski put**
OZNAKA NAJOSUNČANIJEG STANA			S6	S2		S5	S3	S4	S6	S1		S5		S4		S5
NETO ZATVORENA PLOŠTINA STANA [m2]			43 m2	57 m2		57 m2	43 m2	57 m2	57 m2	53 m2		77 m2		77 m2		64 m2
BROJ SOBA U STANU			2	2		2	2	2	2	2		3		3		3
OZNAKA NAJOSUNČANIJE BORAVIŠNE PROSTORIJE STANA			S6-2	S2-2		S5-2	S3-2	S4-2	S6-2	S1-1		S5-3		S4-3		S5-3
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT			**22%**	**18%**		**18%**	**17%**	**14%**	**14%**	**12%**		**12%**		**11%**		**10%**
KRITERIJI OSUNČANJA - obuhvat zgrade i njene okoline																
zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	okolna izgradnja	vertikalni kut zasjenjenja [°]	4	-		-	35	5		-	37	-	-	-	-	5
	geometrija pročelja zgrade	vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja [°]	-	-		-	-	-	-	-	-	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)	-
KRITERIJI OSUNČANJA - obuhvat stana i prostorije																
karakteristike boravišnih prostorija	smještaj unutar zgrade	etaža na kojoj se nalazi prostorija [-]	5.	1.		8.	1.	8.	8.	1.		9.		9.		5.
		broj vanjskih zidova prostorije s otvorima [-]	1	1		1	1	1	1	2		1		1		1
	oblik	širina / tlocrtna dubina / visina [m] (unutarnje dimenzije)	3,50/5,76/2,52	3,60/6,15/2,51		3,60/6,15/2,51	3,50/5,76/2,52	3,60/3,60/2,51	3,60/3,60/2,51	4,80/5,80/2,70		3,60/6,30/2,54		3,60/6,30/2,54		3,80/6,50/2,52
karakteristike vanjskih elemenata otvora	veličina	širina / visina [cm]	350/225	180/220	180/130	180/220	180/130	350/250	360/130	360/130	460/60	260/210	140/140	150/205	140/140	150/205	350/250
	veličina u odnosu na dimenzije prostorije	WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,39	0,28		0,28		0,43	0,36	0,36	0,30		0,21		0,21		0,35
		odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,09	0,07		0,07		0,10	0,08	0,08	0,07		0,05		0,05		0,09
	oblik	odnos širina / visina [-]	1,56	0,82	1,39	0,82	1,39	1,4	2,77	2,77	7,67	1,24	1	0,73	1	0,73	1,4
	položaj na zidu prostorije	udaljenosti od ruba zidova na kojem se otvor nalazi [cm]	0/0/0/27	0/180/0/31	180/0/90/31	0/180/0/31	180/0/90/31	0/0/0/2	0/0/90/31	0/0/90/31	120/0/110/100	100/120/0/60	60/160/95/19	200/10/30/19	60/160/95/19	200/10/30/19	0/0/0/2
	orijentacija	strana svijeta [-]	JI	Z	Z	Z	Z	JI	Z	Z	SZ	JZ	Z	Z	Z	Z	SZ

Tablica 18. Rezultati utvrđivanja vrijednosti kriterija za osunčanje u najmanje osunčanim boravišnim prostorijama analiziranih stanova. Udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1.5 sat je 0 %, udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1 sat iznosi maksimalno 3 %.

VRIJEME GRADNJE			**2. 1919.-1945.**	**1. 1850.-1918.**	**2. 1919.-1945.**	**2. 1919.-1945.**	**2. 1919.-1945.**	**2. 1919.-1945.**	**3. 1946.-1990.**		**3. 1946.-1990.**	**2. 1919.-1945.**	**3. 1946.-1990.**	**3. 1946.-1990.**
TIP STANOGRADNJE			tržišna	tržišna	tržišna	tržišna	tržišna	tržišna	usmjerena		društvena	tržišna	društvena	društvena
KATALOŠKA JEDINICA			**02. Klaićeva**	**01. Kačićeva**	**02. Klaićeva**	**02. Klaićeva**	**02. Klaićeva**	**02. Klaićeva**	**06. Jarun**		**03. Trnsko**	**02. Klaićeva**	**03. Trnsko**	**03. Trnsko**
OZNAKA NAJMANJE OSUNČANOG STANA			S4	S2	S3	S8	S3	S4	S1		S4	S7	S2	S5
NETO ZATVORENA PLOŠTINA STANA [m2]			61 m2	95 m2	57 m2	61 m2	95 m2	108 m2	59 m2		70 m2	57 m2	51 m2	51 m2
BROJ SOBA U STANU			2	3	2	2	3	4	3		3	2	2	3
OZNAKA NAJOSUNČANIJE BORAVIŠNE PROSTORIJE STANA			S4-2	S2-1	S3-1	S8-2	S3-2	S4-3	S1-2		S4-2	S7-1	S2-1	S5-3
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT			**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**	**0%**		**0%**	**0%**	**0%**	**0%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT			0%	1%	1%	1%	2%	2%	2%		2%	3%	3%	3%
KRITERIJI OSUNČANJA - obuhvat zgrade i njene okoline														
zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	okolna izgradnja	vertikalni kut zasjenjenja [°]	55	16	28	43	-	-	-	-	-	13	27	31
	geometrija pročelja zgrade	vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja [°]	-	-	-	-	-	-	68 (H); 64 (V)	66 (H); 71 (V)	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - obuhvat stana i prostorije														
karakteristike boravišnih prostorija	smještaj unutar zgrade	etaža na kojoj se nalazi prostorija [-]	1.	1.	1.	3.	3.	3.	1.		1.	3.	1.	1.
		broj vanjskih zidova prostorije s otvorima [-]	1	1	1	1	1	1	1		1	1	1	1
	oblik	širina / tlocrtna dubina / visina [m] (unutarnje dimenzije)	4,45/3,90/3,00	4,30/5,80/3,25	4,45/3,90/3,00	4,45/3,90/3,00	4,40/5,80/3,00	3,00/5,80/3,00	2,50/4,86/2,65		3,60/4,85/2,58	4,45/3,90/3,00	3,13/3,68/2,58	3,30/2,55/2,58
karakteristike vanjskih elemenata otvora	veličina	širina / visina [cm]	140/170	130/200	140/170	140/170	130/200	130/200	110/240	140/140	170/130	140/170	170/130	170/130
	veličina u odnosu na dimenzije prostorije	WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,14	0,10	0,14	0,14	0,10	0,15	0,38		0,13	0,14	0,19	0,26
		odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0,07		0,03	0,03	0,04	0,05
	oblik	odnos širina / visina [-]	0,82	0,65	0,82	0,82	0,65	0,65	0,46	1	1,31	0,82	1,31	1,31
	položaj na zidu prostorije	udaljenosti od ruba zidova na kojem se otvor nalazi [cm]	153/153/73/57	150/150/80/90	153/153/73/57	153/153/73/57	105/205/80/65	123/47/80/65	138/0/0/25	0/110/100/25	86/104/85/43	153/153/73/57	80/63/85/43	110/50/85/43
	orijentacija	strana svijeta [-]	I	I	Z	I	I	I	JI	JI	I	Z	Z	I

6.4.1. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na kriterije koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu

U Tablicama 17 i 18 nisu prikazani pokazatelji kriterija visine i azimuta Sunca jer su vrijednosti iste za sve analizirane primjere. Vrijednosti visine i azimuta Sunca su za Zagreb, za period obuhvaćen studijom primjera (datum 21. ožujka, od 8 do 17 sati) prikazane u Tablici 5 glavnog teksta rada.

Pokazatelj kriterija zasjenjenosti vanjskih otvora zgrade okolnom izgradnjom je vertikalni kut zasjenjenja, kojeg zatvara horizontala iz polovice visine na unutarnjoj plohi otvora i pravca koji spaja tu točku s najvišom točkom susjedne zgrade. Analiza rezultata pokazuje da se vrijednosti kuta zasjenjenja okolnom izgradnjom kod najosunčanijih boravišnih prostorija kreću od 0 do 37 °. U najmanje osunčanim stanovima se navedene vrijednosti kreću od 0 do 55 °.

Pokazatelji kriterija zasjenjenosti vanjskih otvora zgrade geometrijom pročelja zgrade su vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja. Vertikalni kut zasjenjenja zatvaraju vertikala položena unutarnjom plohom otvora i pravac koji spaja polovicu visine otvora s najudaljenijom točkom gabarita pročelja. Horizontalni kut zasjenjenja zatvaraju horizontala položena unutarnjom plohom otvora i pravac koji spaja polovicu širine otvora s najudaljenijom točkom gabarita pročelja. Analiza rezultata pokazuje da se vrijednosti horizontalnog kuta zasjenjenja geometrijom pročelja zgrade kod najosunčanijih boravišnih prostorija kreću od 0 do 13 °, a vertikalnog od 0 do 29 °. U najmanje osunčanim stanovima vrijednosti horizontalnog kuta iznose od 0 do 68 °, a vertikalnog od 0 do 71 °.

6.4.2. Analiza rezultata osunčanja prostorija u odnosu na kriterije koji obuhvaćaju stan i prostoriju

Utjecaj kriterija smještaja boravišne prostorije unutar zgrade na osunčanje prostorije utvrđen je kroz analizu pokazatelja etaže na kojoj se prostorija nalazi te broja vanjskih zidova prostorije s otvorima kroz koje prolazi Sunčevo zračenje. Analiza rezultata pokazuje da se najveći broj najosunčanijih stanova nalazi na višim etažama zgrada (petoj, osmoj i devetoj), s manjim udjelom stanova na prvoj etaži. Najmanje osunčani stanovi su uglavnom smješteni na prvoj etaži zgrade te je manji udio stanova smješten na trećoj etaži. U pogledu broja vanjskih zidova prostorije s otvorima nema značajnih razlika, u obje skupine prevladavaju prostorije s jednim zidom s vanjskim otvorom.

Kriterij oblika boravišne prostorije analiziran je prema vrijednostima unutarnjih dimenzija prostorija: širine, tlocrtne dubine i visine. Skupinu najosunčanijih prostorija karakteriziraju manja visina i veća tlocrtna dubina prostorija te ujednačenost oblika, koji je većinom izduženog (pravokutnog) oblika. Najmanje osunčane prostorije su veće visine i manje tlocrtne dubine s izraženom neujednačenošću dimenzija među analiziranim primjerima.

Što se tiče veličine vanjskih otvora, uočene su sljedeće razlike među maksimalno i minimalno osunčanim boravišnim prostorijama:

- širine otvora se kod najosunčanijih prostorija kreću od 140 do 460 cm, a kod najmanje osunčanih od 110 do 170 cm,
- veće razlike u dimenzijama otvora kod najosunčanijih prostorija (kod najmanje osunčanih prostorija otvori su sličnijih dimenzija),
- kod najosunčanijih prostorija su često prisutna dva vanjska otvora.

Pokazatelj odnosa ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi (WFR) je veći u najosunčanijim prostorijama (vrijednost od 0,21 do 0,43) u odnosu na najmanje osunčane prostorije (0,10 do 0,38). Rezultati su slični i za vrijednosti odnosa ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi: u najosunčanijim prostorijama se navedeni odnos kreće u rasponu od 0,05 do 0,10, dok kod najmanje osunčanih varira od 0,02 do 0,07.

Utjecaj oblika vanjskog otvora na osunčanje prostorije je analiziran kroz pokazatelj omjera širine i visine otvora, koji kod najosunčanijih prostorija varira od 0,73 do 7,67, a kod najmanje osunčanih prostorija od 0,46 do 1,31. Kriterij položaja otvora na zidu prostorije je analiziran prema udaljenostima rubova otvora od rubova zidova na kojem se otvor nalazi. U skupini najosunčanijih prostorija vidljiva je zastupljenost otvora koji često dodiruju rubove zidova, ponekad u više smjerova istovremeno. Otvori su često smješteni asimetrično, s velikim varijacijama u odmacima od rubova zidova na kojem se nalaze. U skupini najmanje osunčanih prostorija položaj otvora je često simetričan u odnosu na zid na kojem se nalazi te otvori rijetko dodiruju rubove zida. Vrijednosti udaljenosti od rubova zida su ujednačene.

U skupini najosunčanijih prostorija najzastupljeniji su otvori zapadne orijentacije, dok su otvori jugozapadne, sjeverozapadne i jugoistočne orijentacije zastupljeni u manjoj mjeri. U skupini najmanje osunčanih prostorija najčešće se pojavljuju otvori istočne orijentacije, uz manji udio

otvora jugoistočne i zapadne orijentacije. Važno je napomenuti da je jedan od kriterija odabira zgrada za analizu bila orijentacija njihove dulje osi u smjeru sjever – jug, uz odstupanje u smjeru sjeverozapad–jugoistok odnosno sjeveroistok–jugozapad. Zbog toga u većini slučajeva otvori južne i sjeverne orijentacije nisu bili obuhvaćeni istraživanjem. Budući da se na geografskoj širini Zagreba Sunce tijekom godine kreće južnim dijelom nebeskog svoda, sjeverno orijentirane prostorije u pravilu ne primaju izravno sunčevo zračenje te u pravilu ne omogućuju ispunjavanje minimalnih higijensko-tehničkih zahtjeva za osunčanje.

6.5. Zaključak

Ovim poglavljem obuhvaćena je analiza osunčanja višestambenih zgrada izgrađenih u Zagrebu u razdoblju od 1850. do 2024. godine. Računalna simulacija provedena je na ukupno 155 boravišnih prostorija raspoređenih u 60 stanova, odnosno deset višestambenih zgrada. Istraživanjem je obuhvaćena provjera ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem prostorija u trajanju od 1,5 sata te određivanje udjela ploštine testnih ploha osunčanih najmanje 1,5 sat radi utvrđivanja najosunčanijih prostorija u stanovima. Nadalje, utvrđene su vrijednosti i međusobni odnosi kriterija za osunčanje najosunčanijih boravišnih prostorija u stanovima različitog stupnja osunčanja (najvećega, srednjega i najmanjega), kako bi se usporedbom rezultata valorizirao sustav kriterija koji utječu na trajanje osunčanja. Također su utvrđeni i vrednovani referentni intervali pojedinih kriterija osunčanja te obilježja sustava kriterija, s ciljem povećanja fleksibilnosti u planiranju i projektiranju zgrada uz istodobno ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija stanova.

Pri trodimenzionalnom modeliranju analiziranih zgrada i njihove okoline korišten je računalni program Rhinoceros 3D, s analizom osunčanja u Grasshopper okruženju uz pomoć Ladybug Tools komponente naziva *Direct Sun Hours.* Modeliranjem je obuhvaćeno zasjenjenje vanjskih otvora prostorija volumenima okolnih zgrada u radijusu 50 metara. Zasjenjenje vegetacijom i topografijom nisu obuhvaćeni analizom osunčanja. Trajanje osunčanja je utvrđeno u mjernim točkama testnih ploha poda i zidova unutar boravišnih prostorija. Utvrđivanje trajanja osunčanja izvršeno je za datum 21. ožujka, u vremenskom intervalu od 08:00 sati ujutro do 17:00 sati popodne, s pretpostavkom vedrog neba bez naoblake.

Studija primjera obuhvaća 155 boravišnih prostorija raspoređenih u 60 stanova, odnosno deset višestambenih zgrada građenih u različitim razdobljima i obuhvaćenih različitim tipovima

stanogradnje. U Tablici 19 prikazani su rezultati istraživanja, odnosno udio analiziranih stanova koji ispunjavaju minimalni zahtjev za osunčanjem od 1,5 sata, s obzirom na razdoblje gradnje i tip stanogradnje.

Tablica 19. Rezultati istraživanja, odnosno udio analiziranih stanova koji ispunjavaju minimalni zahtjev za osunčanjem od 1,5 sata, s obzirom na razdoblje gradnje i tip stanogradnje.

<table>
<tr><th>Razdoblje gradnje</th><th>Tip stanogradnje</th><th>Broj kataloške jedinice</th><th>Naziv zgrade</th><th>Udio analiziranih stanova koji ispunjavaju minimalan zahtjev za osunčanjem (1,5 sat)</th></tr>
<tr><td>1.
1850. – 1918.</td><td>tržišna stanogradnja</td><td>01</td><td>Višestambena građevina Kačićeva</td><td colspan="2">25 %</td></tr>
<tr><td>2.
1919. – 1945.</td><td>tržišna stanogradnja</td><td>02</td><td>Višestambena građevina Klaićeva</td><td colspan="2">50 %</td></tr>
<tr><td rowspan="4">3.
1946. – 1990.</td><td rowspan="4">društvena stanogradnja</td><td>03</td><td>Višestambena građevina „tip Bartolić”, Trnsko</td><td rowspan="4">76 %</td><td rowspan="2">69 %</td></tr>
<tr><td>04</td><td>Višestambena građevina JU 62, Zaprude</td></tr>
<tr><td rowspan="2">društveno usmjerena stanogradnja</td><td>05</td><td>Višestambena građevina S 3.1., Dugave</td><td rowspan="2">89 %</td></tr>
<tr><td>06</td><td>Višestambena građevina Jarun</td></tr>
<tr><td rowspan="4">4.
1991. – 2024.</td><td rowspan="2">društveno poticana stanogradnja</td><td>07</td><td>Višestambena građevina S3, Špansko</td><td rowspan="4" colspan="2">100 %</td></tr>
<tr><td>08</td><td>Višestambena građevina 2A-9, Špansko - Oranice</td></tr>
<tr><td rowspan="2">tržišna stanogradnja</td><td>09</td><td>Višestambena građevina L3, Pavlenski put</td></tr>
<tr><td>10</td><td>Višestambena građevina J7, Vrbani III</td></tr>
</table>

Analiza rezultata prikazana u Tablici 19 s obzirom na vrijeme gradnje pokazuje da u prvom razdoblju 25 % stanova ispunjava minimalan zahtjev za osunčanjem. U drugom razdoblju 50 % stanova ispunjava navedeni zahtjev, a u trećem razdoblju 76 % analiziranih stanova. U odnosu na tip stanogradnje u trećem razdoblju, 69 % stanova obuhvaćenih društvenom

stanogradnjom te 89 % stanova obuhvaćenih društveno usmjerenom stanogradnjom ispunjava minimalan zahtjev za osunčanjem. U zadnjem razdoblju svi analizirani stanovi su osunčani minimalno 1,5 sat, bez obzira na tip stanogradnje.

Rezultati utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova, prikazani u Tablici 17, pokazuju da se najpovoljniji rezultati pojedinačnih prostorija pojavljuju u stanovima trećega i četvrtoga analiziranog razdoblja. Takvi su rezultati zabilježeni u svim analiziranim tipovima stanogradnje. S druge strane, najmanje osunčane prostorije zabilježene su u stanovima prvoga, drugoga i trećega analiziranog razdoblja (Tablica 18). Među najmanje osunčanim stanovima trećeg razdoblja prevladavaju stanovi izgrađeni u okviru društvene stanogradnje. Promatra li se osunčanje na razini cijelog stana, najpovoljniji rezultati ostvareni su u trećem analiziranom razdoblju. U tom je razdoblju utvrđen najveći broj stanova s najmanje dvije različito orijentirane boravišne prostorije osunčane 1,5 sat, što upućuje na najmanje 3 sata ukupnog dnevnog osunčanja stana. Navedeno pokazuje da se visoka razina osunčanja pojedine prostorije ne mora nužno podudarati s najpovoljnijim rezultatima osunčanja na razini cijelog stana.

Za stanove s najvećim i najmanjim stupnjem osunčanja su utvrđeni referentni intervali kriterija za osunčanje, na temelju kojih je formiran model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje. Analizom osunčanja utvrđeno je da svi analizirani kriteriji utječu na trajanje osunčanja, pri čemu se pojedine jednake vrijednosti kriterija pojavljuju i kod stanova s najvišim i najnižim stupnjem osunčanosti. Sukladno tome, u procesima planiranja i projektiranja zgrada potrebno je razmatrati sustav kriterija kao cjelinu te međusobne odnose njihovih vrijednosti.

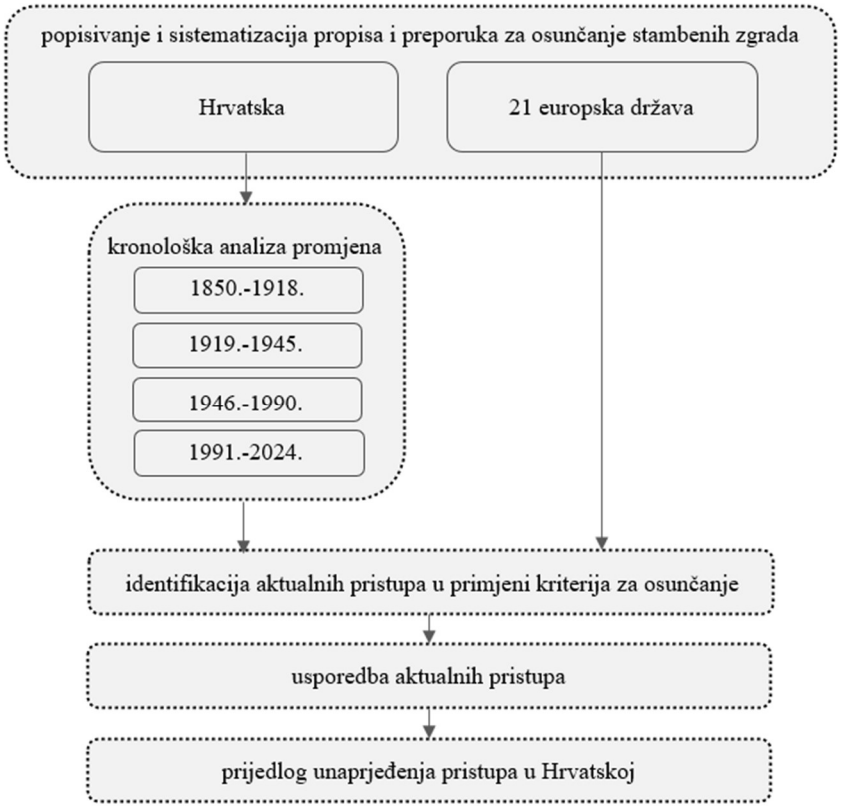
7. RASPRAVA

Metodom usporedne računalne analize obuhvaćeno je 155 boravišnih prostorija raspoređenih u 60 stanova, odnosno deset višestambenih zgrada u Zagrebu, izgrađenih u razdoblju od 1850. do 2024. godine. Istraživanje je obuhvatilo provjeru ispunjavanja minimalnog zahtjeva za osunčanjem u trajanju od 1,5 sata te određivanje udjela ploštine testnih ploha osunčanih najmanje 1,5 sat radi utvrđivanja najosunčanije prostorije svakoga od analiziranih stanova. Za najosunčanije i najmanje osunčane prostorije utvrđene su vrijednosti kriterija osunčanja kako bi se analizom rezultata valorizirao utjecaj međusobnih odnosa kriterija na osunčanje prostorija. Dobiveni rezultati omogućili su formiranje modela optimalne primjene kriterija za osunčanje, koji je opisan u nastavku.

Zastupljenost analiziranih zgrada iz različitih razdoblja je omogućilo istraživanje utjecaja određenog regulatornog okvira (ili preporuka) primijenjenog u projektima višestambenih zgrada na ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem unutar boravišnih prostorija izvedenih višestambenih zgrada i usporedbu rezultata. Valorizacija aktualne primjene kriterija za osunčanje u Republici Hrvatskoj, u odnosu na europski kontekst, pokazuje mogućnost unapređenja (prikazano u poglavlju 4). Prijedlog unaprjeđenja primjene kriterija za osunčanje višestambenih zgrada u Republici Hrvatskoj predstavljen je u nastavku.

7.1. Prijedlog unaprjeđenja primjene kriterija za osunčanje stambenih zgrada u Republici Hrvatskoj

U prvom dijelu analize pristupa primjeni kriterija za osunčanje (prikazane u poglavlju 4) provedeno je popisivanje, sistematiziranje i analiza aktualnih preporuka i propisa koji utječu na osunčanje stambenih zgrada, na području Europe. U dostupnim izvorima utvrđeni su podaci za dvadeset dvije europske države, uključujući Hrvatsku. Tijekom istraživanja identificirani su aktualni kriteriji osunčanja i (propisane ili preporučene) vrijednosti kriterija osunčanja. Istraživanje hrvatskih standarda je obuhvatilo period od 1850. do 2024. godine, podijeljen u četiri razdoblja, kako bi se utvrdile promjene u pristupu primjeni kriterija za osunčanje. Modeli primjene kriterija osunčanja utvrđeni ovim istraživanjem predstavljaju okvir za valoriziranje i unapređenje postojećih standarda za osunčanje stambenih prostora. Tijek istraživanja pristupa primjeni kriterija za osunčanje prikazan je na Slici 66.



Slika 66. Prikaz tijeka istraživanja pristupa primjeni kriterija za osunčanje.

Iako studija primjera pokazuje da svi stanovi četvrtog razdoblja (1991. – 2024.) ispunjavaju minimalni zahtjev za osunčanjem, usporedba aktualnog pristupa primjeni kriterija za osunčanje u Hrvatskoj u odnosu na druge europske države obuhvaćene analizom (Tablica 20) pokazuje mogućnost unapređenja.

Tablica 20. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada te aktualne (preporučene ili propisane) vrijednosti kriterija u Hrvatskoj ili drugim europskim državama. Vrijednosti s lokalnom primjenom su označene sivo. Vrijednosti bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom (Hrvatska). Kriteriji su poredani prema zastupljenosti u analiziranim europskim državama, od najčešće do najrjeđe zastupljenog (Slika 31). Postotci zastupljenosti pojedinog kriterija u državama obuhvaćenim analizom naveden je u zagradi uz raspon aktualnih vrijednosti kriterija osunčanja.

Kriterij osunčanja	**Aktualna vrijednost kriterija osunčanja**	
	Analizirane europske države	**Hrvatska**
razina stana i prostorije		
minimalni WFR [1]	10 – 20 % (86 %)	≥ 14 % [2]
minimalno dnevno	1 – 4 sata (45 %)	min. 2 h tijekom ljetnog solsticija za svaki stan (Zagreb)

trajanje osunčanja boravišnih prostorija stana		*min. jedna boravišna prostorija stana:1,5 h (u periodu od 1. veljače do 21. ožujka)*
razina zgrade i njezine okoline (utjecaj zasjenjenja okolnih zgrada)		
maksimalni kut zasjenjenja	45 – 60° (18 %)	-
ograničeno trajanje zasjenjenja susjednih zgrada ili parcela	✓ (14 %)	-
minimalna udaljenost zgrada [3]	✓ (9 %)	-
maksimalna dopuštena visina novih zgrada [3]	✓ (9 %)	-

[1] Omjer ploštine prozora i ploštine poda prostorije, najčešće ostakljeni, za boravišne prostorije.
[2] Primjenjuje se samo kod projektiranja i gradnje stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje.
[3] Kriteriji određeni u odnosu na osunčanje.

Analiza aktualnih urbanističkih i arhitektonskih standarda koji utječu na osunčanje u 22 analizirane europske države (prikazana u Tablicama 7 i 8) rezultirala je utvrđivanjem šest zastupljenih kriterija grupiranih u dvije skupine koje se odnose na:

- stan i prostoriju (minimalni WFR te minimalno dnevno trajanje osunčanja kao rezultirajući kriterij)
- zgradu i njenu okolinu (kriteriji obuhvaćeni čimbenikom zasjenjenosti otvora zgrade okolnom izgradnjom: maksimalni kut zasjenjenja, ograničeno trajanje zasjenjenja susjednih zgrada ili parcela, minimalna udaljenost zgrada te maksimalna dopuštena visina novih zgrada).

Od šest kriterija za osunčanje utvrđenih analizom europskih preporuka i propisa, u hrvatskim standardima zastupljena su dva kriterija osunčanja stambenih zgrada: minimalno dnevno trajanje osunčanja te minimalni WFR (prikazano u Tablici 20). Navedeni kriteriji (koji se odnose na stan i prostoriju) su ujedno i najčešće zastupljeni u standardima za osunčanje analiziranih europskih država. Kriteriji koji se odnose na zgradu i njenu okolinu (obuhvaćeni čimbenikom zasjenjenosti otvora zgrade okolnom izgradnjom) su rjeđe zastupljeni u europskim standardima za osunčanje, dok u Hrvatskoj nisu uključeni u standarde za osunčanje.

Europski pristupi primjeni kriterija osunčanja većinom obuhvaćaju obavezne modele primjene na državnoj razini. U Hrvatskoj je samo na području Grada Zagreba propisano obvezno minimalno dnevno osunčanje u trajanju dva sata, za svaki stan. Spomenuta odredba za osunčanje se odnosi na datum ljetnog solsticija (21. lipnja), kada se u Zagrebu očekuje najdulje trajanje osunčanja. Nepovoljna okolnost ove odredbe je da ista ne garantira ispunjavanje uvjeta minimalnog trajanja osunčanja u ostatku godine, radi kuta upada sunčevih zraka te nepovoljnijih meteoroloških prilika u hladnijem dijelu godine. Iako Zagreb predstavlja najveće urbano središte Republike Hrvatske, propisivanje minimalnog dnevnog trajanja osunčanja bi trebalo biti obuhvaćeno standardom za stanogradnju s obveznom primjenom na nacionalnoj razini. U svrhu ispunjavanja minimalnih higijensko-tehničkih uvjeta u boravišnim prostorijama stanova tijekom većeg dijela godine, i usklađenja s odredbama norme HRN EN 17037, potrebno je propisati minimalno dnevno trajanje osunčanja 1,5 sat, na datume proljetnog i jesenskog ekvinocija. Navedeno je osobito važno s obzirom na to da 22 % stanova obuhvaćenih studijom primjera ne ispunjava minimalan zahtjev za osunčanjem, što bi se trebalo izbjeći u budućoj stanogradnji. Komparativna analiza europskih primjera pokazuje da se vrijednosti minimalnog dnevnog trajanja osunčanja određuju ovisno o određenom datumu ili razdoblju u godini tijekom kojeg se primjenjuju. S obzirom na doprinos uštedi energije, idealno bi bilo definirati kriterije osunčanja prema zimskom razdoblju kako bi se maksimalno iskoristilo pasivno grijanje i dnevno osvjetljenje unutarnjeg prostora. Međutim, u urbanim područjima to može predstavljati izazov za orijentaciju zgrada i razvoj grada, jer nizak zimski položaj Sunca može ograničiti visinu zgrada ili zahtijevati veće međusobne udaljenosti. Racionalan pristup kojeg ovo istraživanje ističe jest uspostavljanje kriterija osunčanja prema položaju Sunca tijekom proljeća, kako je usvojeno u nekoliko nacionalnih standarda. Takav pristup podupire urbani rast uz istodobno omogućavanje boljeg korištenja Sunčeve energije.

Budući da se na geografskoj širini Hrvatske Sunce tijekom cijele godine kreće južnim dijelom nebeskog svoda, sjeverno orijentirani otvori ne ostvaruju izravno osunčanje. Boravišne prostorije orijentirane isključivo prema sjeveru u pravilu ne mogu ispuniti zahtjeve osunčanja koji proizlaze iz higijensko-tehničkih standarda stanovanja. Stoga se predlaže ograničavanje ili izbjegavanje projektiranja sjeverno orijentiranih boravišnih prostorija, osobito u stanovima s jednom boravišnom prostorijom, kod kojih ne postoji mogućnost kompenzacije nedostatka osunčanja drugim osunčanim prostorijama. U stanovima s više boravišnih prostorija sjeverna orijentacija može se prihvatiti samo kao dopunska orijentacija dijela prostora, uz uvjet da je

minimalni zahtjev za osunčanjem ostvaren u jednoj ili više preostalih boravišnih prostorija stana.

U Hrvatskoj je, na nacionalnoj razini, propisana obvezna primjena kriterija odnosa ploštine ostakljenog dijela prozora i ploštine prostorije u kojoj se prozor nalazi (WFR). Propisana vrijednost WFR-a iznosi 14 %, ali se odnosi isključivo na zgrade obuhvaćene Programom društveno poticane stanogradnje (POS). Posljedice paradoksa preciznijih i strože definiranih standarda osunčanja društveno poticane stanogradnje u odnosu na tržišno orijentiranu stanogradnju (Korlaet, 2015: 170) bi se mogle ublažiti implementacijom kriterija za osunčanje društveno poticanih programa stanogradnje u zakonski okvir, u cilju poboljšanja higijensko-tehničkih uvjeta i kvalitete stambenih prostora. Stoga se predlaže obvezna primjena kriterija odnosa ploštine ostakljenog dijela prozora i ploštine prostorije u kojoj se prozor nalazi (WFR), u vrijednosti 14 % na nacionalnoj razini.

Europski pristupi primjeni kriterija za osunčanje su često lokalnog karaktera. Određivanje vrijednosti kriterija za osunčanje na lokalnoj razini (npr. za pojedini grad) može imati povoljan učinak, pogotovo kod država sa zonama različitih klimatskih karakteristika. Hrvatska obuhvaća područja s velikim razlikama osunčanosti: obalna područja (npr. Split) primaju više sunčeva zračenja godišnje od kontinentalnih područja (npr. Zagreb), ponajprije zbog klimatskih razlika (Srnec, 2008: 85). Preporučljivo je pojedine smjernice za osunčanje uskladiti s lokalnim klimatskim uvjetima (Littlefair, 2001: 180). Također, analiza europskih pristupa pokazuje da je u određenim gusto naseljenim ili povijesnim gradskim područjima potrebno fleksibilno primjenjivati smjernice za osunčanje kako bi se postigla ravnoteža između urbanog razvoja i ostvarivanja stanarskih prava na osunčanje.

Predložena unaprjeđenja omogućuju racionalnu primjenu kriterija za osunčanje, u cilju ispunjavanja minimalnih higijensko-tehničkih uvjeta u boravišnim prostorijama, uz smanjenje negativnih posljedica osunčanja (blještanje, pregrijavanje).

Neobvezujući pristup dodatnim preporukama za osunčanje omogućuje planerima i projektantima prilagodbu zgrada različitim urbanim kontekstima i specifičnim uvjetima projekta, potičući bolja rješenja bez nametanja rigidnih ograničenja. S obzirom na to da se postupci provjere usklađenosti izvedene zgrade s projektom rijetko usmjeravaju na osiguravanje poštivanja preporučenih ili propisanih standarda osunčanja, čini se iznimno

važnim posvetiti posebnu pozornost provedbi tih standarda tijekom planiranja i projektiranja stambenih zgrada. U slučajevima kada primjena kriterija osunčanja nije obvezna, bilo bi korisno ispitati sklonost investitora poštivanju neobvezujućih standarda osunčanja ako bi time ostvarili određene koristi.

7.2. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija

Karakteristike modela optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje su proizašle iz vrijednosti sustava kriterija za najosunčanije boravišne prostorije analiziranih stanova i prikazane su u Tablici 21. U okviru prezentiranog modela, kriteriji koji obuhvaćaju zgradu i njenu okolinu su zasjenjenost vanjskih otvora okolnom izgradnjom (vertikalni kut zasjenjenja ≤ 37 °) te geometrijom pročelja zgrade (vertikalni kut zasjenjenja ≤ 29 °, horizontalni kut zasjenjenja ≤ 13 °). Model optimalne primjene uključuje i kriterije koji obuhvaćaju stan i boravišnu prostoriju: smještaj prostorije unutar zgrade (na višim etažama, ≥ 1 vanjski zid s otvorom), oblik prostorije (izduženi pravokutni oblik, manje visine i veće tlocrtne dubine), veličina vanjskog otvora (širina ≥ 140 cm), veličina otvora u odnosu na dimenzije prostorije (WFR ≥ 0.21, odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi ≥ 0.05), oblik otvora (odnos širine prema visini ≥ 0.73), položaj otvora na zidu prostorije (što manja udaljenost od rubova zida na kojem se otvor nalazi), orijentacija (Z, JZ, SZ, JI). Primjena opisanog modela će, prema ovom istraživanju, rezultirati ispunjavanjem minimalnog zahtjeva za osunčanjem (1,5 sat) na udjelu ploštine testnih ploha boravišne prostorije većem od 10 %.

Tablica 21. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada.

Čimbenici	**Kriteriji**	**Obuhvat primjene kriterija**	**Pokazatelj vrijednosti kriterija**	**Vrijednost kriterija**
zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	okolna izgradnja	zgrada i njezina okolina	vertikalni kut zasjenjenja [°]	≤ 35 °
	geometrija pročelja zgrade		vertikalni / horizontalni kut zasjenjenja [°]	≤ 22 ° (V) ≤ 13 ° (H)
karakteristike boravišnih prostorija	smještaj unutar zgrade	stan i prostorija	etaža na kojoj se nalazi; broj vanjskih zidova s otvorima [-]	više etaže zgrade; ≥ 1
	oblik		širina / tlocrtna dubina / visina [m] (unutarnje dimenzije)	visina oko 250-255 cm, veća tlocrtna dubina (izduženi pravokutni oblik)

karakteristike vanjskih elemenata otvora *	veličina	širina / visina [cm]	širina ≥ 150 cm
	veličina u odnosu na dimenzije prostorije	WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi);	≥ 0,21
		odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	≥ 0,05
	oblik	odnos širina / visina [-]	≥ 1
	položaj na zidu prostorije	udaljenosti od ruba zidova na kojem se otvor nalazi [cm]	što manja
	orijentacija	strana svijeta [-]	Z JZ, SZ, JI

* Kod većeg broja vanjskih otvora u prostoriji, analizom je obuhvaćen restriktivnija vrijednost kriterija, u cilju osiguravanja što većeg udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat.

U slučajevima kada neće biti moguća implementacija vrijednosti obuhvaćenih opisanim modelom optimalne primjene kriterija, postoji mogućnost proširenja raspona vrijednosti kriterija, prema podacima iz Tablica 17 i 22. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada s proširenim rasponom vrijednosti prikazan je u Tablici 23. Primjena proširenog raspona vrijednosti kriterija osunčanja će, prema ovom istraživanju, rezultirati ispunjavanjem minimalnog zahtjeva za osunčanjem (1,5 sat) na udjelu ploštine testnih ploha boravišne prostorije u rasponu od 6 do 9 %.

Tablica 22. Rezultati utvrđivanja vrijednosti kriterija za osunčanje u srednje osunčanim boravišnim prostorijama analiziranih stanova. Udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1.5 sat se kreće od 6 do 9 %.

VRIJEME GRADNJE			**4. 1991.-2024.**				**4. 1991.-2024.**		**3. 1946.-1990.**		**3. 1946.-1990.**	**3. 1946.-1990.**	**3. 1946.-1990.**	**4. 1991.-2024.**				**3. 1946.-1990.**		**4. 1991.-2024.**		**4. 1991.-2024.**	
TIP STANOGRADNJE			poticana				poticana		usmjerena		društvena	društvena	poticana					usmjerena		poticana		poticana	
KATALOŠKA JEDINICA			**07. S3 Španska**				**07. S3 Španska**		**06. Jarun**		**03. Trnsko**	**03. Trnsko**	**08. 2A-9 Španska**					**05. Dugave**		**07. S3 Španska**		**07. S3 Španska**	
OZNAKA SREDNJE OSUNČANOG STANA			S7				S3		S3		S6	S1	S5					S2		S6		S8	
NETO ZATVORENA PLOŠTINA STANA [m2]			53 m2				53 m2		73 m2		51 m2	51 m2	80 m2					77 m2		58 m2		61 m2	
BROJ SOBA U STANU			2				2		4		3	3	3					3		2		3	
OZNAKA NAJOSUNČANIJE BORAVIŠNE PROSTORIJE STANA			S7-1				S3-1		S3-1		S6-1	S1-1	S5-1					S2-1		S6-1		S8-3	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT			**9%**				**8%**		**7%**		**7%**	**7%**	**7%**					**6%**		**6%**		**6%**	
KRITERIJI OSUNČANJA - obuhvat zgrade i njene okoline																							
zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	okolna izgradnja	vertikalni kut zasjenjenja [°]	-	11	11	26	37	-	-	-	2	22	5	4	-	14	14	5	18	22	-		
	geometrija pročelja zgrade	vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja [°] *dodatno zasjenjenje zidom na lođi	-	-	-	-	-	-	52 (H); 57 (V)	64 (H); 48 (V)	-	-	-	-	-	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)	59 (H)* 55 (V)	69 (V)	-	-		
KRITERIJI OSUNČANJA - obuhvat stana i prostorije																							
karakteristike boravišnih prostorija	smještaj unutar zgrade	etaža na kojoj se nalazi prostorija [-]	5.				1.		2.		5.	1.	5.			1.		5.		5.			
		broj vanjskih zidova prostorije s otvorima [-]	3				2		1		1	1	2			1		2		2			
	oblik	širina / tlocrtna dubina / visina [m] (unutarnje dimenzije)	5,40/6,50/2,70				4,80/5,80/2,70		3,44/5,00/2,65		2,63/3,18/2,58	2,63/3,18/2,58	6,43/6,32/2,72			3,60/6,30/2,54		3,60/9,40/2,70		2,40/3,40/2,70			
karakteristike vanjskih elemenata otvora	veličina	širina / visina [cm]	260/110	200/110	270/110	200/210	100/210	200/200	210/140	110/240	170/130	170/131	140/230	240/140	120/140	140/140	190/205	300/210	200/60	150/110	70/110		
	veličina u odnosu na dimenzije prostorije	WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,45				0,22		0,32		0,26	0,26	0,23			0,26		0,24		0,30			
		odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,10				0,05		0,07		0,05	0,05	0,06			0,06		0,06		0,05			
	oblik	odnos širina / visina [-]	2,36	1,82	2,45	0,95	0,48	1	1,5	0,46	1,31	1,31	0,61	1,71	0,86	1	0,93	1,43	3,33	1,36	0,64		
	položaj na zidu prostorije	udaljenosti od ruba zidova na kojem se otvor nalazi [cm]	0/0/90/70	30/420/90/70	310/70/90/70	90/95/0/60	260/120/0/60	280/100/0/70	130 / 0 / 100 / 25	15 / 215 / 0 / 25	48/45/85/43	48/45/85/44	427/76/0/42	77/326/95/37	57/455/95/37	195/25/95/19	10/160/30/19	70/0/0/60	0/23/170/40	0/200/90/70	180/0/90/70		
	orijentacija	strana svijeta [-]	SZ	SI	SI	JZ	JZ	JI	JI	JI	J	J	JI	JI	SI	I	I	JZ	SI	JZ	JI		

Tablica 23. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada s proširenim rasponom vrijednosti.

Čimbenici	**Kriteriji**	**Obuhvat primjene kriterija**	**Pokazatelj vrijednosti kriterija**	**Vrijednost kriterija**
zasjenjenost vanjskih otvora zgrade	geometrija pročelja zgrade	zgrada i njezina okolina	vertikalni / horizontalni kut zasjenjenja [°]	≤ 55 ° (V) ≤ 59 ° (H)
karakteristike boravišnih prostorija	oblik	stan i prostorija	širina / tlocrtna dubina / visina [m] (unutarnje dimenzije)	visina oko 270 cm, pravokutni i kvadratni oblik
karakteristike vanjskih elemenata otvora	orijentacija		strana svijeta [-]	J, I

8. ZAKLJUČAK

Osunčanje unutarnjeg prostora jedan je od temeljnih preduvjeta za ostvarivanje povoljnih higijenskih uvjeta i kvalitete boravka u zgradama. Sunčevo zračenje u unutarnje prostore prodire kroz prozirne dijelove vanjske ovojnice te obuhvaća ultraljubičastu, vidljivu i infracrvenu komponentu, od kojih svaka ima specifične učinke. Ultraljubičasto zračenje može pridonijeti ispunjavanju higijensko-tehničkih zahtjeva u prostorijama. Vidljivo sunčevo zračenje (dnevna svjetlost) omogućuje prirodno osvjetljenje prostora i pozitivno utječe na psihofizičku dobrobit korisnika, ali može uzrokovati i pojavu blještanja. Infracrveno zračenje doprinosi pasivnom zagrijavanju prostora, no može dovesti i do njegova pregrijavanja. Budući da se učinci pojedinih komponenti sunčeva zračenja u prostoru pojavljuju istodobno, kriterije osunčanja preporučljivo je razmatrati u okviru širih analiza utjecaja sunčeva zračenja na unutarnje prostore zgrade. Insolacija je stoga samo jedan od međusobno povezanih čimbenika koji određuju kvalitetu unutarnjeg okoliša i ugodnost boravka, zbog čega ju je potrebno sagledavati interdisciplinarno.

Osunčanje predstavlja jedan od ključnih elemenata kvalitete stanovanja, osobito u višestambenim zgradama koje čine dominantan oblik stanovanja u urbanim sredinama. Ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem boravišnih prostorija najčešće se vrednuje prema trajanju osunčanja, koje predstavlja mjerljiv pokazatelj kvalitete stambenog prostora. Stoga se u ovom istraživanju trajanje osunčanja promatra kao temeljni kriterij vrednovanja kvalitete osunčanja, primjenjiv u različitim fazama planiranja i projektiranja višestambenih zgrada.

Na temelju postavljenih hipoteza te definiranih glavnih i specifičnih ciljeva istraživanja može se zaključiti da su hipoteze potvrđene, a istraživački ciljevi ostvareni. U skladu s dobivenim rezultatima moguće je izdvojiti temeljne znanstvene i stručne doprinose ovoga rada, koji se sažeto prikazuju u nastavku.

Pri planiranju i projektiranju zgrada potrebno je uzeti u obzir čimbenike koji utječu na osunčanje unutarnjih prostorija. Na temelju analize dosadašnjih istraživanja u ovom je radu uspostavljen pregled kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada te je provedena njihova sistematizacija u četiri skupine čimbenika:

1. klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade,

2. zasjenjenost vanjskih otvora zgrade (utjecaj topografije, vegetacije, okolne izgradnje i geometrije pročelja),
3. karakteristike prostorija (smještaj unutar zgrade i oblik prostorije),
4. karakteristike elemenata otvora kroz koje prodire izravno sunčevo zračenje (veličina, oblik, položaj, orijentacija i materijali elementa otvora).

Predložena sistematizacija omogućuje cjelovitije razumijevanje čimbenika koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija. Svaka od utvrđenih skupina čimbenika obuhvaća kriterije čije vrijednosti utječu na osunčanje prostorija. Skupinu klimatskih uvjeta na geografskoj lokaciji zgrade čine položaj Sunca (visina i azimut), meteorološki uvjeti, odnosno stupanj naoblake, te zagađenost zraka. Zasjenjenost vanjskih otvora zgrade određena je utjecajem topografije, vegetacije, okolne izgradnje i geometrije pročelja. Karakteristike prostorija obuhvaćaju njihov smještaj unutar zgrade te oblik, odnosno odnos širine, tlocrtne dubine i visine prostorije. Karakteristike elemenata otvora kroz koje prodire izravno sunčevo zračenje uključuju njihovu veličinu, oblik, položaj, orijentaciju i materijale. Utvrđene čimbenike i kriterije moguće je dodatno sistematizirati prema obuhvatu njihove primjene. Na temelju provedene analize izdvajaju se dvije skupine:

1. kriteriji čija primjena obuhvaća zgradu i njezinu okolinu:
    a. klimatski uvjeti na geografskoj lokaciji zgrade (položaj Sunca, meteorološki uvjeti i zagađenost zraka),
    b. zasjenjenost vanjskih otvora zgrade (utjecaj topografije, vegetacije, okolne izgradnje i geometrije pročelja).
2. kriteriji čija primjena obuhvaća stan i boravišnu prostoriju.
    a. karakteristike prostorije (smještaj unutar zgrade i oblik prostorije),
    b. karakteristike elementa otvora kroz koje prodire izravno sunčevo zračenje (veličina, oblik, položaj, orijentacija i materijali elementa otvora).

Navedenim je potvrđena hipoteza H1, prema kojoj je moguće sistematizirati kriterije za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada. Jedan od znanstvenih doprinosa rada jest uspostava sustavne klasifikacije čimbenika i kriterija osunčanja te njihova dodatna sistematizacija prema obuhvatu primjene, na kriterije koji obuhvaćaju zgradu i njezinu okolinu te kriterije koji obuhvaćaju stan i boravišnu prostoriju.

Komparativna analiza europskih pristupa primjeni kriterija osunčanja pokazuje da je u većini analiziranih zemalja propisana njihova obvezna primjena, najčešće na nacionalnoj razini. U zemljama obuhvaćenim istraživanjem najzastupljenija je kombinirana primjena kriterija osunčanja koja obuhvaća zgradu i njezinu okolinu te stan i boravišnu prostoriju, dok se u manjem broju slučajeva primjenjuju isključivo kriteriji koji obuhvaćaju stan, odnosno prostoriju. Najčešće primjenjivani kriteriji jesu minimalni omjer ploštine prozora i ploštine poda (WFR, 10 – 20 %) te minimalno trajanje osunčanja kao rezultat primjene sustava kriterija osunčanja (1 – 4 sata). Oba kriterija odnose se na stan, odnosno boravišnu prostoriju.

U pojedinim gusto izgrađenim ili zaštićenim urbanim cjelinama primjenjuju se fleksibilnije smjernice kako bi se omogućio urbani razvoj uz istodobno ispunjavanje higijensko-tehničkih zahtjeva. Takva fleksibilnost može biti opravdana, ali zahtijeva jasno definirane stručne okvire kako bi se spriječile zlouporabe, osobito u situacijama kada su prava stanara na osunčanje suprotstavljena investitorskim pritiscima povećanja gustoće izgradnje.

Pregled standarda koji utječu na osunčanje stambenih zgrada u Hrvatskoj u razdoblju od 1850. do 2024. godine pokazuje povezanost regulatornog okvira s društveno-političkim okolnostima i prevladavajućim modelima stanogradnje. U ranijim razdobljima (1850. – 1918. i 1919. – 1945.) kriteriji osunčanja bili su detaljno propisani i obvezno primjenjivani, pri čemu je naglasak bio na regulaciji urbanističke strukture radi sprječavanja nepovoljnih higijenskih uvjeta stanovanja. Sredinom 20. stoljeća, u razdoblju sustavne državne stambene politike, primjenjivan je širok skup planerskih, urbanističkih i arhitektonskih kriterija za osunčanje. Nakon 1990. godine dolazi do postupne promjene pristupa i oslanjanja na tržišno orijentiranu stanogradnju, što rezultira smanjenjem broja kriterija obuhvaćenih standardima za osunčanje te ublažavanjem obveze njihove primjene. Trenutačno u Hrvatskoj ne postoji nacionalni propis koji nalaže obvezno ispunjavanje minimalnih zahtjeva za osunčanje novih ili postojećih stambenih zgrada. Obveza ispunjavanja zahtjeva za osunčanjem prisutna je uglavnom na lokalnoj razini, primjerice kroz Generalni urbanistički plan Grada Zagreba, dok je na državnoj razini primjena relevantnih standarda pretežno neobvezujuća. Provedena kronološka analiza upućuje na trend redukcije obveze primjene kriterija osunčanja u Hrvatskoj.

S obzirom na činjenicu da ljudi značajan dio dana provode u stambenim zgradama, osobito u kolektivnom stanovanju, opravdano je inzistirati na uspostavi jasnih minimalnih higijensko-tehničkih zahtjeva na nacionalnoj razini. Pritom bi vrijednosti kriterija za osunčanje trebalo

prilagoditi regionalnim klimatskim specifičnostima Hrvatske, koja obuhvaća područja različitih razina osunčanosti. Unaprjeđenje standarda osunčanja može pridonijeti povećanju kvalitete stanovanja, ali istodobno može utjecati na ekonomičnost korištenja zemljišta i obrasce urbane gustoće, što potvrđuje potrebu za uravnoteženim pristupom primjeni kriterija za osunčanje.

Komparativna analiza omogućila je uspostavu valorizacijskog okvira za vrednovanje pristupa primjeni kriterija osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada. Navedenim je potvrđena hipoteza H2, prema kojoj je moguće utvrditi i analizirati okolnosti koje utječu na razlike u primjeni kriterija osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada.

Metodološki, istraživanje se temelji na računalnoj simulaciji trajanja osunčanja boravišnih prostorija. Simulacijom je testirano ispunjavanje minimalnog zahtjeva za osunčanjem u trajanju od 1,5 sat te je utvrđen udio ploštine testnih ploha unutar prostorije osunčane tijekom najmanje 1,5 sat. Primijenjena metoda nadovezuje se na metodu autonomije osunčanja (Dervishaj i Gudmundsson) te na metodu obuhvaćenu normom HRN EN 17037. Za razliku od navedenih pristupa, koji istražuju utjecaj osunčanja na vanjskoj strani pročelja prostorije ili u referentnoj točki vanjskog otvora, u ovom je radu primijenjen postupak određivanja trajanja osunčanja unutar boravišne prostorije. Primijenjena metoda istraživanja obuhvaća utjecaj većine kriterija koji određuju trajanje osunčanja, uključujući veličinu, oblik, položaj i orijentaciju elemenata otvora te karakteristike prostorije. Analiza je provedena na trodimenzionalnim modelima višestambenih zgrada izgrađenih u Zagrebu u razdoblju od 1850. do 2024. godine, grupiranima u četiri razdoblja:

1. od 1850. do 1918. godine,
2. od 1919. do 1945. godine,
3. od 1946. do 1990. godine,
4. od 1991. do 2024. godine.

Rezultati su uspoređeni s minimalnim zahtjevom za osunčanje u trajanju od 1,5 sat, određenim normom HRN EN 17037. U svrhu utvrđivanja najosunčanije boravišne prostorije svakoga analiziranog stana određen je udio ploštine testnih ploha osunčane tijekom najmanje 1,5 sat. Na temelju dobivenih rezultata analizirani su stanovi u tri skupine:

- stanovi s najosunčanijim prostorijama (udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat u najosunčanijoj prostoriji stana iznosi najmanje 10 %),

- stanovi sa srednje osunčanim prostorijama (udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat u najosunčanijoj prostoriji stana kreće se od 6 % do 9 %),
- stanovi s najmanje osunčanim prostorijama (nijedna boravišna prostorija nije osunčana 1,5 sat, a udio ploštine testnih ploha osunčane 1 sat u najosunčanijoj prostoriji stana iznosi najviše 3 %).

Za svaku od navedenih skupina utvrđene su vrijednosti kriterija osunčanja te analizirani njihovi međusobni odnosi.

Analizom vrijednosti kriterija osunčanja u najosunčanijim boravišnim prostorijama stanova različitog stupnja osunčanja vrednovan je utjecaj pojedinih kriterija te njihovih međusobnih odnosa na trajanje osunčanja. Utvrđeni su i valorizirani referentni intervali pojedinih kriterija, kao i karakteristike njihova međudjelovanja unutar sustava kriterija za osunčanje. Analiza rezultata dobivenih računalnom simulacijom omogućila je uspostavu modela optimalne primjene kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada, čime je potvrđena hipoteza H3. Istraživanje je pokazalo da je primjenom odgovarajućih odnosa i vrijednosti urbanističkih i arhitektonskih kriterija moguće ostvariti optimalne uvjete osunčanja boravišnih prostorija.

Predloženi model temelji se na ispunjavanju minimalnog zahtjeva za osunčanje na datum proljetnog ekvinocija u idealnim meteorološkim uvjetima. Budući da su stvarni uvjeti tijekom godine nepovoljniji zbog sezonskih promjena Sunčeve putanje i utjecaja naoblake, model se ne može smatrati prerestriktivnim. Dodatni doprinos istraživanja predstavlja utvrđivanje proširenih referentnih intervala vrijednosti kriterija osunčanja, kojima se omogućuje veća fleksibilnost u planiranju i projektiranju višestambenih zgrada uz istodobno ispunjavanje minimalnih zahtjeva za osunčanje boravišnih prostorija.

Rezultati računalne simulacije osunčanja potvrđuju utjecaj razdoblja gradnje i tipa stanogradnje na trajanje osunčanja boravišnih prostorija. U prva dva razdoblja minimalni zahtjev za osunčanjem ispunjava manji udio analiziranih stanova (25 % odnosno 50 % stanova). U trećem razdoblju (1946. – 1990.) minimalni zahtjev ispunjava 76 % analiziranih stanova, dok u četvrtom razdoblju svi analizirani stanovi zadovoljavaju minimalni zahtjev za osunčanjem. U četvrtom razdoblju veći stupanj osunčanja utvrđen je u analiziranim primjerima tržišne stanogradnje u odnosu na analizirane primjere društveno poticane stanogradnje.

Analiza najosunčanijih boravišnih prostorija pokazuje da se najpovoljniji rezultati pojavljuju u stanovima trećega i četvrtoga analiziranog razdoblja. Navedeni su rezultati zabilježeni u svim analiziranim tipovima stanogradnje. S druge strane, najmanje osunčane prostorije zabilježene su u stanovima prvoga, drugoga i trećega analiziranog razdoblja. Među najmanje osunčanim stanovima trećeg razdoblja prevladavaju stanovi izgrađeni u okviru društvene stanogradnje.

Promatra li se osunčanje na razini cijelog stana, najpovoljniji rezultati ostvareni su u trećem analiziranom razdoblju. U tom je razdoblju utvrđen najveći broj stanova s najmanje dvije različito orijentirane boravišne prostorije osunčane tijekom 1,5 sat, što upućuje na najmanje 3 sata ukupnog dnevnog osunčanja stana.

Istodobno, analiza razvoja hrvatskih standarda pokazuje trend postupne redukcije zahtjeva i obveze primjene kriterija osunčanja u posljednjem analiziranom razdoblju. Budući da na nacionalnoj razini nije propisano obvezno ispunjavanje minimalnih zahtjeva za osunčanje, dobri rezultati analiziranih primjera izgrađenih nakon 1990. godine upućuju na to da se odgovarajuća razina osunčanja može ostvariti i primjenom povoljnih odnosa i vrijednosti kriterija koji nisu izrijekom propisani standardima. Međutim, četvrto analizirano razdoblje obilježava izražena raznolikost arhitektonskih pristupa, zbog čega dobivene rezultate nije moguće izravno generalizirati na cjelokupnu suvremenu stambenu izgradnju. Posebno valja istaknuti da među analiziranim primjerima značajan doprinos povoljnim rezultatima imaju zgrade koje predstavljaju kvalitetne primjere suvremene stambene arhitekture.

Usporedba trajanja osunčanja u analiziranim primjerima stanova iz različitih razdoblja omogućila je utvrđivanje utjecaja standarda za osunčanje na ispunjavanje zahtjeva osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada, čime je djelomično potvrđena hipoteza H4. Rezultati istraživanja pokazuju da propisi za osunčanje pridonose ispunjavanju uvjeta osunčanja boravišnih prostorija višestambenih zgrada, no istodobno potvrđuju da kvaliteta osunčanja ne ovisi isključivo o postojanju i obveznosti standarda. Analizirani primjeri pokazuju da je povoljne uvjete osunčanja moguće ostvariti i u uvjetima smanjene regulacije, pod uvjetom da se pri planiranju i projektiranju primjenjuju odgovarajući urbanistički i arhitektonski kriteriji. U takvim okolnostima presudnu ulogu ima stručna kompetencija arhitekata i urbanista, koji trebaju poznavati sve čimbenike i kriterije osunčanja te ih integrirati u proces planiranja i projektiranja višestambenih zgrada. Istodobno je nužno definirati jasne minimalne higijensko-

tehničke zahtjeve za stanogradnju kako bi se osigurala odgovarajuća razina kvalitete stambenog prostora te projektantima pružio pouzdan okvir za donošenje projektantskih odluka.

S obzirom na ograničen broj analiziranih zgrada i stanova, rezultate istraživanja potrebno je tumačiti u kontekstu odabranog uzorka. Buduća istraživanja trebala bi obuhvatiti veći broj primjera iz različitih razdoblja i tipova stanogradnje kako bi se dodatno provjerila reprezentativnost dobivenih rezultata i utvrdila njihova šira primjenjivost.

Znanstveni doprinosi rada očituju se u:

- sistematizaciji čimbenika i kriterija za planiranje i projektiranje višestambenih zgrada koji utječu na osunčanje boravišnih prostorija te njihovoj klasifikaciji prema obuhvatu primjene (pregledno istraživanje),
- uspostavi valorizacijskog okvira za vrednovanje različitih pristupa primjeni kriterija osunčanja stambenih zgrada, na temelju kojega je formuliran prijedlog unaprjeđenja standarda za osunčanje stambenih zgrada u Hrvatskoj (izvorno istraživanje),
- valorizaciji utjecaja pojedinih kriterija osunčanja i njihovih međusobnih odnosa na ispunjavanje zahtjeva za osunčanjem te formiranju modela optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija koji bi se koristio pri planiranju i projektiranju višestambenih zgrada, u cilju ispunjavanja higijensko-tehničkih zahtjeva (izvorno istraživanje),
- utvrđivanju utjecaja standarda za osunčanje primijenjenog u projektima višestambenih zgrada na trajanje osunčanja boravišnih prostorija izvedenih višestambenih zgrada različitih razdoblja gradnje i tipova stanogradnje (izvorno istraživanje).

Istraživanje je provedeno na ograničenom uzorku odabranih primjera višestambenih zgrada karakterističnih za pojedina razdoblja i tipove stanogradnje. Dobivene rezultate stoga je potrebno tumačiti u kontekstu analiziranog uzorka te ih nije moguće izravno generalizirati na cjelokupni stambeni fond Grada Zagreba niti na ukupnu suvremenu višestambenu izgradnju u Hrvatskoj. Buduća istraživanja trebala bi obuhvatiti veći broj višestambenih zgrada različitih tipova, razdoblja gradnje i prostornih obilježja kako bi se dodatno provjerila reprezentativnost dobivenih rezultata i unaprijedilo razumijevanje utjecaja pojedinih kriterija na osunčanje boravišnih prostorija. Također, korisno bi bilo proširiti istraživanje na druge hrvatske gradove i klimatske regije.

Zaključno, istraživanje potvrđuje da analiza trajanja osunčanja predstavlja relevantan alat u procesu planiranja i projektiranja višestambenih zgrada te da njezina učinkovitost ovisi o usklađenosti planerskih, urbanističkih i projektantskih odluka. U uvjetima povećane gustoće izgradnje dostupnost osunčanja postaje važno mjerilo kvalitete stanovanja, s dokazanim utjecajem na ugodu boravka u unutarnjem prostoru, dobrobit korisnika i smanjenje potrošnje energije. Uočeni trend redukcije obveze primjene kriterija osunčanja u Hrvatskoj, u usporedbi s prevladavajućom europskom praksom, upućuje na potrebu njihova sustavnijeg definiranja i dosljednijeg provođenja radi osiguravanja više i ujednačenije kvalitete stanovanja. Iako je istraživanje prostorno ograničeno na Grad Zagreb i tipologiju višestambenih zgrada, dobiveni rezultati omogućuju šire razumijevanje izazova povezanih s ostvarivanjem zahtjeva za osunčanjem kao jednim od ključnih pokazatelja kvalitete unutarnjeg prostora. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje, razvijen na temelju rezultata istraživanja, s prijedlozima unaprjeđenja hrvatskih standarda predstavlja temeljni znanstveni i stručni doprinos disertacije. Njihova primjena može pridonijeti dugoročnom unapređenju stambenog okruženja te osiguravanju primjerenih uvjeta stanovanja u suvremenim urbanim uvjetima.

Popis literature

1. Abdel-Aziz, D., Al Shboul, A. i Al-Kurdi, N.Y. (2015.) 'Effects of Tree Shading on Building's Energy Consumption - The Case of Residential Buildings in a Mediterranean Climate', *American Journal of Environmental Engineering*, 5 (5), str. 131-140.
2. Al-Harbi, M.B., Al-Sanea, S.A., Benyahia, F. i Sadek, S.A. (2023.) 'Effect of window-glass type on solar heat gain and velocity and temperature distributions inside air-conditioned rooms – A conjugate numerical analysis', *Energy and Buildings*, 282, 112961.
3. Anić, V., Brozović Rončević, D., Goldstein, I., Goldstein, S., Jojić, Lj., Matasović, R. i Pranjković, I. (2002.) *Hrvatski enciklopedijski rječnik.* Zagreb: Novi Liber.
4. Antić, L. (1978.) *Programirano zadovoljavanje stambenih potreba*. Beograd: Ekonomika.
5. Arnaudovski, A. i Laslo, R. (1992.) 'Staklo'. U: *Tehnička enciklopedija*, 12. svezak. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 232.
6. Bašić, S. (2013.) *Urbanistički standardi planiranja novih stambenih naselja*. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
7. Beckett, H.E., Godfrey, J.A. (1974.) *Windows: performance, design and installation*. Van Nostrand Reinhold Company.
8. Bezak, S., Horvat, B. i Beler, M. (2005.) 'Vrednovanje korisnog prostora u višestambenim zgradama', *Građevinar*, 57, str. 157-162.
9. Biondić, Lj. (2011.) *Uvod u projektiranje stambenih zgrada*. Zagreb: Golden marketing-Tehnička knjiga, Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
10. Bjažić Klarin, T. (2016.) 'CIAM networking – Međunarodni kongres moderne arhitekture i hrvatski arhitekti 1950-ih godina', *Život umjetnosti: časopis o modernoj i suvremenoj umjetnosti i arhitekturi*, 99 (2), str. 40-57.
11. Bjažić Klarin, T. i Korlaet, L. (2020.) 'Novozagrebačko naselje Dugave: novi model proizvodnje stambene zajednice', *Život umjetnosti: časopis za suvremena likovna zbivanja*, 107 (2), str. 94-119.
12. Brasche, S. i Bischof, W. (2005.) 'Daily time spent indoors in German homes – Baseline data for the assessment of indoor exposure of German occupants', *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 208, str. 247–253.

13. Bursa, P.E. (2022.) 'A Historical Perspective on the Impact of the Infectious Disease Outbreaks on Architectural and Urban Changes', *Journal of Civil Engineering and Urbanism*, 12(3), str. 27-35.
14. Calcerano, F. i Martinelli, L. (2016.) 'Numerical optimisation through dynamic simulation of the position of trees around a stand-alone building to reduce cooling energy consumption', *Energy and Buildings*, 112, str. 234-243.
15. Chiri, G. i Giovagnorio, I. (2015.) 'Gaetano Vinaccia's (1881–1971) Theoretical Work on the Relationship between Microclimate and Urban Design', *Sustainability*, 7(4), str. 4448-4473. Dostupno na: https://doi.org/10.3390/su7044448 [Pristup 25. 11. 2025.].
16. Daniels, K. (2003.) *Advanced Building Systems – A Technical Guide for Architects and Engineers*. Basel: Birkhäuser – Publishers for Architecture.
17. Darula, S., Christoffersen, J. i Malikova, M. (2015.) 'Sunlight and insolation of building interiors', *Energy Procedia*, 78, str. 1245-1250.
18. De Luca, F., Dogan, T. i Kurnitski, J. (2018.) 'Methodology for Determining Fenestration Ranges for Daylight and Energy Efficiency in Estonia'. U: Rakha, T., Turrin, M., Macumber, D., Meggers, F., Rockcastle, S. (ur.), *SIMAUD '18: Proceedings of the Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*. Delft, 5.-7. lipnja 2018. Delft: ACM, str. 63-70.
19. De Luca, F. i Dogan, T. (2019.) 'A novel solar envelope method based on solar ordinances for urban planning', *Building Simulation*, 12(5), str. 817-834.
20. De Luca, F., Dogan, T. i Sepúlveda, A. (2021.) 'Reverse solar envelope method. A new building form-finding method that can take regulatory frameworks into account', *Automation in Construction*, 123, 103518.
21. Dervishaj, A., Dervishaj, G., Gudmundsson, K. i Björk, F. (2022.) 'New computational methods with Sunlight, Daylight, and Quality Views for Regenerative Design'. U: Hviid, C. A., Khanie, M. S. i Petersen, S. (ur.), *2nd International Nordic Conference on Building Simulation*. Copenhagen, 22.-23. kolovoza 2022. Copenhagen: EDP Sciences, vol. 362: 01004.
22. Dervishaj, A. i Gudmundsson, K. (2024.) 'Sunlight Autonomy for Buildings: A New Methodology for Evaluating Sunlight Performance in Urban and Architectural Design', *Leukos*, str. 1-31.

23. Frankol, J. (1976.) *Prirodno svjetlo kao specifičan kriterij kod oblikovanja arhitektonskog prostora*. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
24. Friederici, A. i Wand, B. (2006.) 'Daylight and Well-Being'. U: Kollmann, N. i Schulz, Ch. (ur.) *Lighting Design – Principles, Implementation, Case Studies*. Edition Detail. Munich: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG, str. 8-11.
25. Galić, D. Bilješke s predavanja kolegija Stambena arhitektura, Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
26. Galić, J., Vukić, H., Andrić, D. i Stepinac, L. (2020.) Priručnik za protupotresnu obnovu postojećih zidanih zgrada. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
27. Gilbertson, W.E. i Mood, E.W. (1964.) 'Housing, the residential environment, and health - a re-evaluation', *American Journal of Public Health*, 54(12), str. 2009-2013. Dostupno na: https://doi.org/10.2105/ajph.54.12.2009 [Pristup 25. 11. 2025.].
28. Gojnik, I. (2012.) *Dnevnosvjetlosni potencijal zagrebackoga donjogradskog bloka.* Magistarski rad. Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
29. Gojnik, I. (2018.) *Dnevno svjetlo kao čimbenik arhitektonike i identiteta prostora. Metoda kvalitativne dnevnosvjetlosne analize.* Doktorska disertacija. Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
30. Goromosov, M. S. (1970.) *Fiziološka osnova zdravstvenih normi za stanove.* Prijevod: Bogdan Teodorović. Zagreb: Savez arhitekata Hrvatske.
31. Grimm, N. B., Faeth, S. H., Golubiewski, N. E., Redman, Ch. L., Wu, J., Bai, X., i Briggs, J. M. (2008.) 'Global Change and the Ecology of Cities', *Science* (New Series), 319 (5864), str. 756-760.
32. Harzallah, A., Siret, D., Monin, E. i Bouyer, J. (2005.) 'Controverses autour de l'axe héliothermique : l'apport de la simulation physique à l'analyse des théories urbaines'. U: Thomine-Berrada, A. i Bergdol, B. (ur.), *Repenser les limites : l'architecture à travers l'espace, le temps et les disciplines.* Publications de l'Institut national d'histoire de l'art. Dostupno na: https://doi.org/10.4000/books.inha.2509 [Pristup 25. 11. 2025.].
33. Hasanagić, S. i Jakobović, Z. (1979.) 'Insolacija u arhitekturi'. U: *Tehnička enciklopedija*, 6. svezak. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 488-494.

34. Hegger, M. (2003.) ‘From Passive Utilization to Smart Solar Architecture’. U: Schittch, Ch. (ur.) *Solar Architecture, Edition* Detail. Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG i Birkhäuser – Publishers for Architecture, str. 14.
35. Herczeg, M., McKinnon, D., Milios, L., Bakas, I., Klaassens, E., Svatikova, K. i Widerberg, O. (2014.) *Resource Efficiency in the Building Sector: Final Report.* ECORYS Nederland. BV: Rotterdam, The Netherlands.
36. Hobday, R. A. (1997.) ‘Sunlight Therapy and Solar Architecture’, *Medical History*, 42, str. 455-472.
37. Hraška, J. (2019.) ‘Approaches, Methods and Tools of Rights of Access to Sunlight Around the World’, *Slovak Journal of Civil Engineering*, 27(4), str. 45-52.
38. Hraška, J. i Čurpek, J. (2024.) ‘The practical implications of the EN 17037 minimum target daylight factor for building design and urban daylight in several European countries’, *Heliyon*, 10, e23297.
39. Hsieh, C., Li, J., Zhang, L. i Schwegler, B. (2018.) ‘Effects of tree shading and transpiration on building cooling energy use’, *Energy and Buildings*, 159, str. 382-397.
40. Jakobović, Z. (1979.) ‘Insolacija’. U: *Tehnička enciklopedija*, 6. svezak. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 488.
41. Jenkins, A. (2013.) ‘The Sun's position in the sky’, *European Journal of Physics*, 34(3), str. 1-19.
42. Jukić, T., Mlinar, I. i Smokvina, M. (2011.) *Zagreb – stanovanje u gradu i stambena naselja*. Zagreb: Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet, Zavod za urbanizam, prostorno planiranje i pejsažnu arhitekturu; Grad Zagreb, Gradski ured za strategijsko planiranje i razvoj Grada.
43. Kahle, D. (2004.a) ‘Zagrebačka uglovnica u razdoblju od 1928. do 1944. godine’, *Prostor*, 12, 1(27), str. 77-86.
44. Kahle, D. (2004.b) ‘Građevinski propisi grada Zagreba u razdoblju od 1850. do 1918. godine’, *Prostor*, 12, 2(28), str. 203-214.
45. Kahle, D. (2006.a) ‘Građevinski propisi za grad Zagreb u razdoblju od 1919. do 1931. godine i Građevinski zakon iz 1931. godine’, *Prostor*, 14, 1(31), str. 117-128.
46. Kahle, D. (2006.b) ‘Građevinski propisi za grad Zagreb u razdoblju od 1932. do 1945. godine’, *Prostor*, 14, 2(32), str. 218-227.
47. Kahle, D. (2014.) ‘Multi-story Attached Houses in Zagreb between 1850 and 1927’, *Prostor,* 22, 2(48), str. 174-187.

48. Kim, G., Lim, H.S., Lim, T.S., Schaefer, L. i Kim, J.T. (2012.) 'Comparative advantage of an exterior shading device in thermal performance for residential buildings', *Energy and Buildings*, 46, str. 105-111.
49. Knežević, G. i Kordiš, I. (1972.) *Stambene i javne zgrade*. Zagreb: Tehnička knjiga.
50. Knežević, G. (1989.) *Višestambene zgrade*. Zagreb: Tehnička knjiga.
51. Knežević, G. (1992.) 'Stambene zgrade'. U: *Tehnička enciklopedija*, 12. svezak. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 238-244.
52. Kolarić-Kišur, H. (1949.) 'Stambene zgrade'. U: *Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata*. Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga, str. 61-106.
53. Kongebro, S. (ur.) (2012.) *Design with Knowledge – New Research in Sustainable Building*. Copenhagen: Henning Larsen Architects.
54. Korlaet, L. (2015.) *Prostorni razvoj stana u Zagrebu 1975.-2005. u okvirima programa društveno poticane stanogradnje*. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
55. Krasić, S., Pejić, P. i Mitković, P. (2013.) 'Važnost dnevne svjetlosti pri projektiranju i izgradnji zgrada', *Građevinar*, 65(9), str. 833-840.
56. Krieger, J. i Higgins, D.L. (2002.) 'Housing and Health: Time Again for Public Health Action', *American Journal of Public Health*, 92(5), str. 758-768. Dostupno na: https://doi.org/10.2105/ajph.92.5.758 [Pristup 9. 12. 2025.].
57. Kunkel, S., Kontonasiou, E., Arcipowska, A., Mariottini, F. i Atanasiu, B. (2015.) Indoor Air Quality, Thermal Comfort and Daylight: Analysis of Residential Building Regulations in Eight EU Member States. Buildings Performance Institute Europe (BPIE), str. 70-78.
58. Le Corbusier (1972.) *Atinska povelja.* Prijevod: Danilo Udovički. Beograd: Klub mladih arhitekata. (izvorno djelo objavljeno 1957).
59. Lee, E. S., Szybinska Matusiak, B., Geisler-Moroder, D., Selkowitz, S. E. i Heschong, L. (2022.) 'Advocating for view and daylight in buildings: Next steps', *Energy & Buildings*, 265, 112079.
60. Littlefair, P. (2001.) 'Daylight, Sunlight and Solar Gain in the Urban Environment', *Solar Energy*, 70 (3), str. 177–185.
61. Mardaljevic, J. i Roy, N. (2016.) 'The sunlight beam index', *Lighting Research & Technology*, 48(1), str. 55-69.

62. Mardaljevic, J. (2021.) 'The implementation of natural lighting for human health from a planning perspective', *Lighting Res. Technol.*, 53, str. 489-513.
63. Margaretić Urlić, R. (2009.) *Slavko Jelinek*. Zagreb: Udruženje hrvatskih arhitekata.
64. Mewomo, M.C., Toyin, J.O., Iyiola, C.O., Aluko, O.R. (2023.) 'Synthesis of critical factors influencing indoor environmental quality and their impacts on building occupants health and productivity', *Journal of Engineering, Design and Technology*, 21(2), str. 619-634. Dostupno na: https://www.emerald.com/jedt/article/21/2/619/202376/Synthesis-of-critical-factors-influencing-indoor?utm_ [Pristup 2. 6. 2026.].
65. Mlinar, I. (2007.) *Urbanistička obilježja zagrebačkih stambenih naselja izgrađenih od 1918. do 1963. godine*. Doktorska disertacija. Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
66. Mlinar, I. (2009.) 'Zagrebačka stambena naselja nakon 2000. godine', *Prostor: znanstveni časopis za arhitekturu i urbanizam*, 17, 1(37), str. 158-169.
67. Montavon, M., Steemers, K., Cheng, V. i Compagnon, R. (2006.) 'La Ville Radieuse by Le Corbusier: once again a case study'. U: *PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture*. Geneva, Switzerland. Dostupno na: http://web5.arch.cuhk.edu.hk/server1/staff1/edward/www/plea2018/plea/2006/index.html [Pristup 9. 12. 2025.].
68. Montavon, M. (2010.) *Optimisation of Urban Form by the Evaluation of the Solar Potential.* Doktorska disertacija. École Polytechnique Fédérale de Lausanne.
69. Ne'eman, E. (1974.) 'Visual aspects of sunlight in buildings', *Lighting Research and Technology*, 6 (3), str. 159-164.
70. Ne'eman, E., Light, W. i Hopkinson, R. G. (1976.) 'Recommendations for the admission and control of sunlight in buildings', *Building and Environment*, 11(2), str. 91-101.
71. Nguyen, T.T., Luc, H.B.P. i Kim, D.-h. (2025.) 'Direct Sunlight Analysis: A Simplified Approach to Complex Residential Design', *Buildings*, 15, 4053. Dostupno na: https://doi.org/10.3390/buildings15224053 [Pristup 16. 1. 2026.].
72. Oesterle, E., Lieb, R.D., Lutz, M., Heusler, W. (2001.) *Double - Skin Facades: Integrated Planning*. Prestel Verlag.
73. Ostojić, S., Veršić, Z. i Mrinjek Kliska, N. (2026.) 'Assessment of Criteria for Residential Buildings' Insolation: A Comparative Review of European Standards', *Architecture*, 6(1):34, str. 1-21. Dostupno na: https://www.mdpi.com/2673-8945/6/1/34 [Pristup 2. 3. 2026.].

74. Overy, P. (2007.) *Light, air and openness.* London: Thames & Hudson.
75. Perović, M. R. (1985.) *Iskustva prošlosti.* Beograd: Zavod za planiranje razvoja grada Beograda.
76. Petrik, M. (1949.) 'Naselja'. U: *Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata*. Beograd-Zagreb: Medicinska knjiga, str. 25-60.
77. Phillips, D. (2004.) *Daylighting: Natural light in architecture*. Architectural Press - an imprint of Elsevier.
78. Poirazis, H., Blomsterberg, A. i Wall, M. (2008.) 'Energy simulations for glazed office buildings in Sweden', *Energy and Buildings*, 40, str. 1161–1170.
79. Poljanec, G. (2001.) *Poželjna svojstva stana*. Doktorska disertacija. Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
80. Prinz, D. (2008.) *Urbanizam, Svezak 2. Urbanističko oblikovanje.* Zagreb: Golden marketing – Tehnička knjiga, Zagreb i Arhitektonski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
81. Radović Mahečić, D. (2002.) *Socijalno stanovanje međuratnog Zagreba*. Zagreb: Institut za povijest umjetnosti, Školska knjiga.
82. Radović Mahečić, D. (2007.) *Moderna arhitektura u Hrvatskoj 1930-ih*. Zagreb: Horetzky.
83. Reitmayer, U. (1967.) *Holzfenster*. Stuttgart: Julius Hoffman.
84. Rey, A.A., Pidoux, J. i Barde, C. (1928.) *La Science des Plans de Villes*. Pariz: Dunod.
85. Ritchie, H., Samborska, V. i Roser, M. (2025.) Urbanization. Dostupno na: https://ourworldindata.org/urbanization [Pristup 4. 10. 2025.].
86. Schittich, Ch., Staib, G., Balkow, D., Schuler, M. i Sobek, W. (2007.) *Glass Construction Manual*. Drugo izdanje. Munich: Institut für internationale Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG.
87. Schweizer, C., Edwards, R. D., Bayer-Oglesby, L., Gauderman,W. J., Ilacqua, V., Juhani Jantunen, M., Lai, H.K., Nieuwenhuijsen, M. i Künzli, N. (2007.) 'Indoor time–microenvironment–activity patterns in seven regions of Europe', *Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology*, 17, str. 170-181.
88. Silađin, B. (1989.) 'Stanovanje: riječ urednika', *Arhitektura*, 1-3 (208-210), str. 1.
89. Srnec, L. (2008.) 'Osunčavanje'. U: *Klimatski atlas Hrvatske – Climate atlas of Croatia 1961 – 1990. 1971 – 2000.* Zagreb: Državni hidrometeorološki zavod, str. 81-87.

90. Strižić, Z. (1997.) *O stanovanju: arhitektonsko projektiranje*. Zagreb: Nakladništvo Udruženja hrvatskih arhitekata.
91. Strømann-Andersen, J. i Sattrup, P. A. (2011.) 'The urban canyon and building energy use: Urban density versus daylight and passive solar gains', *Energy and Buildings*, 43, str. 2011–2020.
92. Šegota, T. i Filipčić, A. (1996.) *Klimatologija za geografe*. Treće, prerađeno izdanje. Zagreb: Školska knjiga.
93. Šegota, T. i Filipčić, A. (2003.) 'Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje', *Geoadria*, 8/1, str. 17-37.
94. Šprah, N. i Košir, M. (2020.) 'Daylight Provision Requirements According to EN 17037 as a Restriction for Sustainable Urban Planning of Residential Developments', *Sustainability*, 12(1), 315.
95. Teodorović, B. (1957.) *Higijena stanovanja i naselja*. Zagreb: Institut za higijenu rada Jugoslavenske Akademije znanosti i umjetnosti.
96. Twarowski, M. (1969.) *Sunce u arhitekturi.* Prijevod: Stefanija Ilić. Beograd: Građevinska knjiga (izvorno djelo objavljeno 1962).
97. Veršić, Z., Muraj, I. i Binički, M. (2015.) 'Model ugrađene najamne zgrade zagrebačkog donjogradskog bloka - Analiza u svrhu poboljšanja energetske učinkovitosti', *Prostor*, 23, 2(50), str. 236-249.
98. Vezilić Strmo, N. (2012.) *Model procjene održivosti postojećih stambenih zgrada – na primjeru višestambene izgradnje u Zagrebu od 1945. do 1975. godine*. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
99. Vitruvius Pollio, M. (1990.) *Deset knjiga o arhitekturi.* Prijevod: Matija Lopac. Beograd: Svjetlost (izvorno djelo objavljeno u 1. st. pr. Kr.).
100. Vojnović, J. (1978.) *Racionalizacija i evolucija stambeno-komunalne izgradnje u procesima planiranja, organizacije i programiranja*. Doktorska disertacija. Sveučilište u Zagrebu, Arhitektonski fakultet.
101. Vrančić, T. (2012.) 'Život - sigurniji i ugodniji', *Građevinar*, 64(4), str. 327-333.
102. Vrkljan, Z. (1986.) 'Otvori'. U: *Tehnička enciklopedija*, 10. svezak. Zagreb: Leksikografski zavod Miroslav Krleža, str. 105.
103. Wirz-Justice, A., Skene, D.J. i Münch, M. (2021.) 'The relevance of daylight for humans', *Biochemical Pharmacology*, 191. Dostupno na: https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0006295220305402?token=D096C82526730

A1038FC892C898C2D4D2D82A2236F0B01C15D43619CD9168EF82CA625E6B7804401060A28822F495007&originRegion=eu-west-1&originCreation=20230130220756 [Pristup 20. 11. 2024.].

104. Yang, L., Qian, F., Song, D. i Zheng, K. (2016.) 'Research on Urban Heat-island Effect', 4th International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island UHI 2016, *Procedia Engineering*, 169, str. 11-18.
105. Yumino, S., Uchida, T., Sasaki, K., Kobayashi, H. i Mochida, A. (2015.) 'Total assessment for various environmentally conscious techniques from three perspectives: Mitigation of global warming, mitigation of UHIs, and adaptation to urban warming', *Sustainable Cities and Society*, 19, str. 236-249.
106. Zhang, Y., Chang, X. i Liang, J. (2017.) 'Comparison of different algorithms for calculating the shading effects of topography on solar irradiance in a mountainous area', *Environmental Earth Sciences* 76: 295, str. 1-16.
107. Zhang, Y., Chen, W. i Zhu, K. (2025.) 'A Study on the Factors Influencing Sunlight in Block Layout: A Case Study of Barcelona Sample', *Buildings*, 15, 1018, str. 1-26.¸
108. Zierke, P. (2018.) Buildings and their Location - Polish Technical Conditions (Part III - Buildings and Rooms). Dostupno na: https://www.researchgate.net/publication/337338881_Buildings_and_their_Location_-_Polish_Technical_Conditions_2018_-_Part_III_Buildings_and_Rooms [Pristup 20. 10. 2025.].

Ostali izvori

1. (1930.) Vienna Urban Development, Urban Planning and Building Code. Dostupno na: https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=LrW&Gesetzesnummer=20000006&utm_ [Pristup 1. 2. 2026.].
2. (1940.) Građevinski pravilnik za grad Zagreb, Narodne novine - Službeni list Banovine Hrvatske, 292/1940.
3. (1962.) Jugoslavenski standard JUS U.C9.100 - Dnevno i električno osvjetljenje prostorija u zgradama, Službeni list FNRJ, 48/1962.
4. (1967.) Pravilnik o minimalnim tehničkim uvjetima za izgradnju stanova, Službeni list SFRJ 45/1967.

5. (1975.) Canton of Zürich Planning and Building Act (PBG). Dostupno na: https://www.notes.zh.ch/appl/zhlex_r.nsf/WebView/3B9E9F2232301FF3C1258D2A00290112/$File/700.1_7.9.75_131.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
6. (1980.) Jugoslavenski standard JUS U.J5.600 – Toplotna tehnika u građevinarstvu - Tehnički uslovi za projektovanje i građenje zgrada, Službeni list SFRJ 3/1980.
7. (1983.) Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji - Knjiga 1. Udružena samoupravna interesna zajednica stanovanja i komunalnih djelatnosti grada Zagreba.
8. (1983.) Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji - Knjiga 2. Udružena samoupravna interesna zajednica stanovanja i komunalnih djelatnosti grada Zagreba.
9. (1997.) Compendio De Las Normas Urbanísticas Del Plan General De Ordenación Urbana De Madrid. Dostupno na: https://transparencia.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCUrbanismo/PGOUM/CompendioNNUU/Compendio_2025_septiembre/COMPENDIO_MPG_NNUU_24_09_2025.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
10. (2000.) 1. dani stakla na Rijeci. IMSA Group. Rijeka, 6. 10. 2000.
11. (2001.) Закон за устройство на територията. Dostupno na: https://www.registryagency.bg/media/filer_public/2023/08/01/zakon_za_ustroistvo_na_teritoriiata.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
12. (2002.) Normativ privind proiectarea clădirilor de locuinţe NP 057/02. Dostupno na: https://migs.ro/wp-content/uploads/2021/12/NP-057-2002-Normativ-privind-proiectarea-cla%CC%86dirilor-de-locuint%CC%A6e.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
13. (2002.) Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dostupno na: https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=wdu20020750690 [Pristup 20. 10. 2025.].
14. (2003.) Наредба № 7 от 22 декември 2003 г. за правила и нормативи за устройство на отделните видове територии и устройствени зони. Dostupno na: https://sofia.obshtini.bg/doc/23658/0 [Pristup 20. 10. 2025.].
15. (2004.) Pravilnik minimalnih tehničkih uvjeta za projektiranje i gradnju stanova iz Programa društveno poticane stanogradnje, Narodne novine 106/2004, 25/2006,

121/2011. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2004_07_106_2064.html [Pristup 12. 2. 2025.].

16. (2004.) ČSN 73 4301 Obytné budovy. Dostupno na: https://www.technicke-normy-csn.cz/csn-73-4301-734301-223541.html [Pristup 20. 10. 2025.].
17. (2005.) Daglichttoetreding en bezonning in de woonomgevmg 2005-BBE-R036. Dostupno na: https://publications.tno.nl/publication/34627572/M4makC/2005-BBE-R0036.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
18. (2005.) Berlin Building Code. Dostupno na: https://gesetze.berlin.de/bsbe/document/jlr-BauOBE2005rahmen [Pristup 20. 10. 2025.].
19. (2006.) Brussels Regional Urbanism Regulation: Decree of 21 November 2006. Dostupno na: https://urban.brussels/doc/RRU_Reglementaire.pdf?utm_ [Pristup 30. 10. 2025.].
20. (2011.) Swedish Building and Planning's building regulations BBR. Dostupno na: https://www.boverket.se/globalassets/publikationer/dokument/2020/konsoliderad-bbr-2011-6-tom-2020-4.pdf [Pristup 30. 10. 2025.].
21. (2012.) Arhitektonske politike Republike Hrvatske 2013.–2020. Nacionalne smjernice za vrsnoću i kulturu građenja. Dostupno na: https://mpgi.gov.hr/UserDocsImages//dokumenti/Prostorno/ApolitikA//ApolitikA_2013-2020.pdf [Pristup 30. 10. 2025.].
22. (2013.) Zakon o gradnji, Narodne novine 153/2013, 20/2017, 39/2019, 125/2019, 145/2024. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2013_12_153_3221.html [Pristup 4. 2. 2025.].
23. (2014.) Ordin nr. 119 din 4 februarie 2014 pentru aprobarea Normelor de igienă și sănătate publică privind mediul de viață al populației. Dostupno na: https://legislatie.just.ro/Public/DetaliiDocument/155650 [Pristup 20. 10. 2025.].
24. (2015.) Pravilnik o opštim pravilima za parcelaciju, regulaciju i izgradnju. Dostupno na: https://www.paragraf.rs/propisi/pravilnik_o_opstim_pravilima_za_parcelaciju_regulaciju_i_izgradnju.html [Pristup 20. 10. 2025.].
25. (2016.) Odluka o donošenju Generalnoga urbanističkog plana grada Zagreba, Službeni glasnik Grada Zagreba 16/2007, 8/2009, 7/2013, 9/2016, 12/2016. Dostupno na: https://www.zagreb.hr/izmjene-i-dopune-generalnoga-urbanistickog-plana-g/187657 [Pristup 9. 12. 2025.].
26. (2016.) Reglugerð um (4.) breytingu á byggingarreglugerð, nr. 112/2012. Dostupno na: https://island.is/reglugerdir/nr/0360-2016 [Pristup 20. 10. 2025.].

27. (2016.) Prague Building Regulations. Dostupno na: https://iprpraha.cz/uploads/assets/dokumenty/psp/en/psp_en.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
28. (2016.) Milano Regolamento Edilizio. Dostupno na: https://www2.comune.milano.it/documents/20126/200621210/Regolamento%2BEdilizio%2B2016.pdf/ef520144-6ac6-d3c2-c51e-99c6232fa962?t=1551192584474&utm [Pristup 20. 10. 2025.].
29. (2017.) Housing Supplementary Planning Guidance, Greater London Authority. Dostupno na: https://www.london.gov.uk/sites/default/files/housing_spg_revised.pdf [Pristup 27. 3. 2025.].
30. (2017.) Izmjene i dopune Generalnog urbanističkog plana Grada Zagreba - prijedlog Plana za javnu raspravu. Dostupno na: https://www.zagreb.hr/userdocsimages/arhiva/prostorni_planovi/gup%20grada%20zagreb_izid_jr%202017/3.1.A_%20Prikaz%20Odluke_IZID_GUP%20GZ_NPP_10.7.2017.pdf [Pristup 28. 11. 2024.].
31. (2018.) Finnish Decree of the Ministry of the Environment on residential, accommodation and work premises. Dostupno na: https://www.finlex.fi/api/media/statute/41060/mainPdf/main.pdf?timestamp=2018-02-06T00%3A00%3A00.000Z [Pristup 20. 10. 2025.].
32. (2019.) Richtlinien des Österreichischen Instituts für Bautechnik OIB-RL 3: Hygiene, Gesundheit, Umweltschutz. Dostupno na: https://www.oib.or.at/wp-content/uploads/oib-rl-3-hygiene-gesundheit-und-umweltschutz-2019.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
33. (2019.) ANSI/ASHRAE/ IES Standard 90.1-2019, Energy Efficiency Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers.
34. (2020.) Réglementation Environnementale. Dostupno na: https://www.ecologie.gouv.fr/politiques-publiques/reglementation-environnementale-re2020 [Pristup 20. 10. 2025.].
35. (2021.) T.O.T.E.E. 20701-7/2021 Τεχνητοσ Και Φυσικοσ Φωτισμοσ Κτιριων. Dostupno na: https://web.tee.gr/wp-content/uploads/TOTEE-20701-7-2021.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
36. (2021.) Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2021. – stambene jedinice – Republika Hrvatska. Dostupno na: https://dzs.gov.hr/u-fokusu/popis-2021/88 [Pristup 13. 1. 2026.].

37. (2021.) Odluka o utvrđivanju položaja meteoroloških, hidroloških, meteorološko-oceanografskih i fenoloških postaja od interesa za Republiku Hrvatsku, Narodne novine 143/2021. Dostupno na: https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2021_12_143_2448.html [Pristup 13. 1. 2026.].
38. (2021.) Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (WMO-No.8.), izdanje 2021./2018. Dostupno na: https://community.wmo.int/site/knowledge-hub/programmes-and-initiatives/instruments-and-methods-of-observation-programme-imop/guide-instruments-and-methods-of-observation-wmo-no-8 [Pristup 16. 1. 2026.].
39. (2021.) Slovak Standard STN 73 4301: Dwellings buildings. Dostupno na: https://svetlotechnika.sk/preslnenie/?utm_source [Pristup 16. 1. 2026.].
40. (2021.) Avoiding summer overheating, Passivhaus Trust. Dostupno na: https://www.passivhaustrust.org.uk/UserFiles/File/Technical%20Papers/Avoiding%20summer%20overheating.pdf?utm_source [Pristup 6. 6. 2026.].
41. (2022.) BS EN 17037:2018+A1:2021 Daylight in buildings. Dostupno na: https://knowledge.bsigroup.com/products/daylight-in-buildings-2 [Pristup 20. 10. 2025.].
42. (2022.) Popis stanovništva, kućanstva i stanova 2021. – konačni rezultati, Grad Zagreb. Dostupno na: https://www.zagreb.hr/userdocsimages/arhiva/statistika/popis%202021%20kona%C4%8Dni%20rezultati/Popis%202021._kona%C4%8Dni%20rezultati_Grad%20Zagreb_web.pdf [Pristup 20. 10. 2025.].
43. (2022.) Dnevno svjetlo u zgradama, HRN EN 17037:2022 en. Dostupno na: https://www.hzn.hr/hr/hzn-e-glasilo-1-2022/2930 [Pristup 4. 2. 2025.].
44. (2024.) Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024. Dostupno na: https://www.zagreb.hr/UserDocsImages/0/SLJZG2024_WEB_Links.pdf [Pristup 18. 11. 2025.].

Internetski izvori

1. https://enciklopedija.hr/
Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2013. – 2025. [Pristup 12. 8. 2025.].
2. https://zagreb.gdi.net/zg3d/
ZG3D: 3D model Grada Zagreba [Pristup 18. 11. 2025.].
3. https://www.oib.or.at/en/our-core-tasks/harmonization-of-building-regulations/

Austrian Institute of Construction Engineering. Harmonization of building regulations. [Pristup 1. 2. 2026.].

4. https://www.worldometers.info/hr/svjetsko-stanovnistvo/europa-stanovnistvo/?utm_source
Worldometer, based on United Nations population estimates. [Pristup 1. 2. 2026.].
5. https://idea-studio.hr/4-stambene-zgrade-pos-spansko/ [Pristup 1. 2. 2026.].
6. https://www.bifstudio.com/production/hr/projekt/pavlenski-put~no2384/ [Pristup 1. 2. 2026.].
7. https://www.arhitektura-zagreba.com/zgrade/hochmanova_2?ulica=klaiceva [Pristup 1. 2. 2026.].
8. https://www.arhitektura-zagreba.com/zgrade/trnsko-3?ulica=trnsko [Pristup 1. 2. 2026.].
9. https://pogledaj.to/arhitektura/veliki-projekt-stanogradnje/ [Pristup 1. 2. 2026.].

Arhivski izvori

1. Hrvatski muzej arhitekture HAZU.
2. Državni arhiv u Zagrebu.
3. Normoteka Hrvatskog zavoda za norme.
4. Digitalni arhiv stambenih zgrada. Dostupno na: https://stanovanje.plus/ [Pristup 26. 11. 2025.].

Popis grafičkih priloga

Slika 1. Dijagram strukture istraživanja po poglavljima rada. 18
Slika 2. Prikaz komponenti elektromagnetnog zračenja od zračenja s najmanjom valnom duljinom i najvećom frekvencijom, do zračenja s najvećom valnom duljinom i najmanjom frekvencijom (slijeva nadesno): gama zračenje, X zrake, ultraljubičasto zračenje, oku vidljiva svjetlost, infracrveno zračenje, mikrovalovi i radiovalovi. Izvor: Tatoute i Phrood, https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=504689 (pristup 26. 9. 2025). 20
Slika 3. Izloženost unutarnjih prostorija zgrada utjecaju direktnog, difuznog i reflektiranog sunčevog zračenja. Prolaz direktnog sunčevog zračenja u unutarnji prostor je označen crvenom bojom. 21
Slika 4. Višestambene zgrade u odnosu na vertikalne i horizontalne komunikacije zgrade: višestambene zgrade s jednim stanom na stubištu (A), višestambene zgrade s dva stana na stubištu (B), višestambene zgrade s tri stana na stubištu (C), višestambene zgrade s četiri stana na stubištu (D), višestambene zgrade s pet stanova na stubištu (E), višestambene zgrade s unutarnjom galerijom-srednjim hodnikom (F) i višestambene zgrade s vanjskom galerijom

(G). Prikazani su tlocrti karakteristične etaže zgrada. Izvor: Knežević, 1992: 242. Obrada: S. Ostojić. 25
Slika 5. Prikaz putanje kretanja Zemlje oko Sunca u odnosu na godišnja doba. 32
Slika 6. Shema utjecaja na klimu. Izvor: Landsberg, 1945., u Šegota i Filipčić, 1996: 4. Obrada: S. Ostojić. 33
Slika 7. Trenutačni položaj Sunca na nebu određen je visinom (γ) i azimutom (α) Sunca za lokaciju određene geografske širine. Izvor: Daniels, 2003: 444. Obrada: S. Ostojić. 34
Slika 8. Trajanje sijanja Sunca po mjesecima 2024. godine (lijevo) i po danima prosinca 2024. godine (desno), meteorološka postaja Zagreb Maksimir. Izvor: Državni hidrometeorološki zavod. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_pracenje&param=klel&Grad=zagreb_maksimir&Mjesec=12&Godina=2024 [Pristup 25. 4. 2025.]. 35
Slika 9. Azimuti i visine Sunca za Zagreb za dan: ljetnog solsticija (lijevo), zimskog solsticija (sredina) te proljetnog i jesenjeg ekvinocija (desno). Izvor: Hasanagić i Jakobović, 1979: 489. 36
Slika 10. Azimuti i visine Sunca u Zagrebu za ljetnog (lijevo) i zimskog solsticija (desno). Izvor: https://enciklopedija.hr/clanak/insolacija#clanak (pristup 7. 10. 2025.). 37
Slika 11. Prikaz neprikladnog zemljišta za stanogradnju. Brdo zasjenjuje zemljište većim dijelom dana. Izvor: Prinz, 2006: 25. 39
Slika 12. Prikaz neprikladnog zemljišta za stanogradnju. Visoka šuma zasjenjuje zemljište, i utječe na prisutnost svježeg i vlažnog zraka. Izvor: Prinz, 2006: 25. 40
Slika 13. Primjer zasjenjenja otvora kao rezultat odnosa visine i međusobnog razmaka zgrada (urbanog kanjona). Prikaz određivanja kuta zasjenjenja okolnom izgradnjom (v – visina otvora). 41
Slika 14. Primjer zasjenjenja otvora kao rezultat geometrije pročelja. Prikaz određivanja vertikalnog i horizontalnog kuta zasjenjenja (v – visina otvora, š – širina otvora). 42
Slika 15. Primjer različitih sustava horizontalnih brisoleja prikazanih u tlocrtu i presjeku. Brisoleji su konstruirani u skladu sa zahtjevom da za jugozapadno orijentirani otvor ne propuštaju sunčeve zrake na datum 21. ožujka, u periodu od 11 do 14 sati. Izvor: Twarowski, 1962/1969: 41. 45
Slika 16. Primjer južno orijentiranog vanjskog otvora u tlocrtu, s prikazom položaja ranojutarnje ili kasnovečernje sunčeve zrake na dan ekvinocija. Prikazani primjer vanjskog otvora, istaknutog prema vanjskom prostoru (u odnosu na ravninu pročelja zgrade) omogućuje produljenje trajanja osunčanja prostorije. Izvor: Strižić, 1997: 258. 48
Slika 17. Prikaz utjecaja geometrije pročelja zgrade i geometrije otvora na upadni kut sunčevih zraka u tlocrtu (lijevo) i presjeku (desno). Izvor: Ne'eman, Light i Hopkinson, 1976: 92. Obrada: S. Ostojić. 49
Slika 18. Pokazatelji kriterija položaja otvora u ovom istraživanju bit će udaljenosti rubova otvora do rubova zida na kojem se otvor nalazi, s unutarnje strane prostorije. Prikazan je vertikalni presjek prostorije s pogledom prema prozoru na vanjskom pročelju zgrade. 50

Slika 19. Ukupna dozračena sunčeva energija u kW/m^2 za različito orijentirane zidove u srpnju, za lokaciju smještenu na 50º sjeverne geografske širine, u uvjetima urbanog onečišćenja zraka. Izvor: Daniels, 2003: 202. Obrada: S. Ostojić. 52
Slika 20. Idealna i prihvatljiva orijentacija otvora boravišnih prostorija stana u pogledu insolacije..... 53
Slika 21. Odnos toplinskih dobitaka od sunčevog zračenja i kuta upada zračenja na ravninu elementa otvora. Izvor: Daniels, 2003: 203. Obrada: S. Ostojić..... 54
Slika 22. Transmisija različitih vrijednosti valnih duljina sunčevog zračenja kroz standardno (prozorsko) staklo. A: ultraljubičasto zračenje, B: vidljiva svjetlost, C: infracrveno zračenje. Izvor: Daniels, 2003: 204. Obrada: S. Ostojić. 55
Slika 23. Princip prolaska energije i svjetlosti kroz dvostruko staklo. Izvor: https://kristal.eu/tehnicke-informacije/ (pristup 22. 12. 2025.). Obrada: S. Ostojić. 56
Slika 24. Udio ploštine ostakljenja u ukupnoj ploštini prozora s obzirom na broj krila i podjelu staklenih ploha. Izvor: Reitmayer, 1967: 19. Obrada: S. Ostojić..... 57
Slika 25. Udio ploštine metalnih okvira u ukupnoj ploštini elementa otvora u pravilu je niži od okvira izvedenih u PVC-u ili drvu. Izvor: Beckett, Godfrey, 1974: 5. Obrada: S. Ostojić. 57
Slika 26. Utjecaj udjela okvira u ukupnoj ploštini različitih tipova elementa otvora na prolazak sunčevog zračenja u unutarnji prostor. Izvor: Reitmayer, 1967: 19. Obrada: S. Ostojić. 57
Slika 27. Sokratov megaron, tlocrt i presjek (470.-399. g. pr. Kr.). Izvor: Hegger, 2003: 14. Obrada: S. Ostojić. 64
Slika 28. Dijagrami Waltera Gropiusa o odnosu međurazmaka zgrada i njihove visine, kongres CIAM, 1930. godina. Izvor: Perović, 1985: 35. 66
Slika 29. Shema dopuštene visine nove zgrade u Beču: a) za sjevernu orijentaciju b) za zapadnu i istočnu orijentaciju. Izvor: Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837..... 67
Slika 30. Kriteriji osunčanosti stambenih zgrada: razlike u primjeni među 22 analizirane europske zemlje..... 73
Slika 31. Zastupljenost primjene propisanih ili preporučenih tipova kriterija za osunčanje unutar standarda 22 analizirane europske zemlje..... 77
Slika 32. Geografska raspodjela obrazaca primjene kriterija osunčanja: model primjene (gore lijevo), obuhvat obvezne primjene kriterija (gore desno), minimalne vrijednosti WFR-a s obvezom primjene (dolje lijevo) i minimalne vrijednosti dnevnog trajanja osunčanja s obvezom primjene (dolje desno). Podaci se odnose na preporuke i propise 22 analizirane europske zemlje (Ostojić, Veršić, Mrinjek Kliska, 2026: 14)..... 80
Slika 33. Utvrđivanje trajanja osunčanja prostorije grafičkom metodom. Izvor: Twarowski, 1962/1969: 20..... 102
Slika 34. Udio nastanjenih stanova u Republici Hrvatskoj prema razdoblju gradnje. Izvor: Popis stanovništva, kućanstava i stanova 2021. – stambene jedinice – Republika Hrvatska, Državni zavod za statistiku. Obrada rezultata S. Ostojić. 110

Slika 35. Gustoća stanovništva na administrativnom području Grada Zagreba po gradskim četvrtima prema popisu iz 2021. godine. Tamnije su označene gradske četvrti s gustoćom naseljenosti preko 4400 stanovnika / km^2. Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024., str. 38., obrada rezultata S. Ostojić. 112

Slika 36. Struktura nastanjenih stanova prema broju soba na administrativnom području Grada Zagreba prema popisu iz 2021. godine. Zaokružene su najbrojnije skupine stanova: s dvije, tri i četiri sobe. Izvor: Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024., str. 218..... 113

Slika 37. Pregledna karta Zagreba s označenim lokacijama analiziranih višestambenih zgrada. 115

Slika 38. Primjer modela analizirane zgrade, okolnih zgrada i testnih ploha (u boji) unutar analiziranih boravišnih prostorija, izrađenih u računalnom programu Rhinoceros 3D. 120

Slika 39. Prikaz korištenja Ladybug komponente *Direct Sun Hours* u Grasshopper okruženju računalnog programa Rhinoceros..... 121

Slika 40. Prikaz korištenja Ladybug komponente *Sunpath* u Grasshopper okruženju Rhinoceros računalnog programa..... 122

Slika 41. Parametar geometrija komponente *Direct Sun Hours* obuhvaća horizontalne i vertikalne testne plohe identične plohama podova i zidova analiziranih boravišnih prostorija (označeno bojom, prema postavkama legende). Sivom bojom su označeni elementi parametra kontekst koji zasjenjuju testne plohe. Na slici nisu prikazani svi dijelovi računalnog modela (ostale etaže i krov). 123

Slika 42. Grafički prikaz trajanja osunčanja u programu Rhinoceros. Legendom u boji su definirane vrijednosti trajanja osunčanja od minimalne (0.00, označeno plavo), u slučaju kada nema osunčanja, do maksimalne (18.00, označeno žuto) u slučaju kada osunčanje traje 90 minuta..... 124

Slika 43. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade u Kačićevoj ulici (lijevo: 1. kat, desno: 3. kat zgrade)..... 126

Slika 44. Tlocrtni raspored boravišne prostorije osunčane 1,5 sat (prostorija S1-2 označena tamnožuto), odnosno prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1 sat (prostorije S2-1, S3-2 i S4-3, označene svjetložuto). Navedeni postotci se odnose na udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat. 126

Slika 45. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade u Klaićevoj ulici (lijevo: 1. kat, desno: 3. kat zgrade)..... 128

Slika 46. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija osunčanih 1,5 sat (prostorije S1-2, S2-1, S5-2 i S6-1, označene tamnožuto), odnosno prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1 sat (prostorije S3-1, S7-1 i S8-2, označene svjetložuto). Navedeni postotci se odnose na udio ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat. 129

Slika 47. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade „tip Bartolić" u naselju Trnsko (gore: 1. kat, dolje: 5. kat zgrade). 130

Slika 48. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S1-1, S3-1, S6-1, S8-1 i S10-1, označene

tamnožuto), odnosno 1 sat (prostorije S2-1, S4-2, S5-3, S7-1 i S9-1, označene svjetložuto). 131
Slika 49. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake JU 62 u naselju Zapruđe (gore: 1. kat, dolje: 8. kat zgrade). 132
Slika 50. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-1, S2-2, S3-1, S4-2, S5-2 i S6-2, označene tamnožuto). 133
Slika 51. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu dijela zgrade oznake S 3.1. u Dugavama (gore: 1. kat, dolje: 9. kat zgrade). 134
Slika 52. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-1, S2-1, S3-1, S4-3 i S5-3, označene tamnožuto). 134
Slika 53. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade u naselju Jarun (gore: 1. kat, dolje: 2. kat zgrade). 135
Slika 54. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat po stanovima (prostorije S2-1, S3-1 i S4-2, označene tamnožuto), odnosno 1 sat (prostorija S1-2 označena svjetložuto)..... 136
Slika 55. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake S3 u naselju Špansko (lijevo: 1. kat, desno: 5. kat zgrade)..... 137
Slika 56. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-1, S2-1, S3-1, S4-1, S5-1, S6-1, S7-1 i S8-3, označene tamnožuto)..... 138
Slika 57. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake 2A-9 u naselju Špansko-Oranice (gore: 1. kat, dolje: 5. kat zgrade). 139
Slika 58. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-2, S2-1, S3-1, S4-1 i S5-1, označene tamnožuto). 140
Slika 59. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake L3 u naselju Pavlenski put (gore: 1. kat, dolje: 5. kat zgrade). 141
Slika 60. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-3, S2-3, S3-2, S4-3, S5-3 i S6-2, označene tamnožuto). 142
Slika 61. Analiza trajanja osunčanja na računalnom modelu zgrade oznake J7 u naselju Vrbani III (gore: 1. kat, dolje: 4. kat zgrade). 143
Slika 62. Tlocrtni raspored boravišnih prostorija s najvećim udjelom ploštine testnih ploha osunčane 1,5 sat (prostorije S1-3, S2-3, S3-3 i S4-3, označene tamnožuto)..... 144
Slika 63. Zastupljenost stanova u kojima je ispunjen minimalan zahtjev za osunčanjem (1,5 sat), u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. 145
Slika 64. Rezultati utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 ili 1 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova, u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. 148
Slika 65. Rezultati utvrđivanja broja različito orijentiranih boravišnih prostorija analiziranih stanova osunčanih 1,5 sat, u odnosu na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. 149

Slika 66. Prikaz tijeka istraživanja pristupa primjeni kriterija za osunčanje. 159

Popis tablica

Tablica 1. Prikaz glavnih istraživačkih ciljeva i hipoteza. 14
Tablica 2. Prikaz povezanosti glavnih istraživačkih ciljeva i hipoteza sa specifičnim istraživačkim ciljevima, istraživačkim pitanjima i poglavljima disertacije. 15
Tablica 3. Prikaz povezanosti znanstvenih doprinosa provedenog istraživanja s glavnim istraživačkim ciljevima i hipotezama te poglavljima disertacije..... 18
Tablica 4. Srednje mjesečne vrijednosti trajanja osunčanja za meteorološku postaju Zagreb Maksimir u periodu od 1949. do 2023. godine (suma, u satima). Izvor: Državni hidrometeorološki zavod. Dostupno na: https://meteo.hr/klima.php?section=klima_podaci&param=k1&Grad=zagreb_maksimir [Pristup 25. 4. 2025.]. 36
Tablica 5. Azimuti i visine Sunca za Zagreb na dane ljetnog i zimskog solsticija te proljetnog i jesenjeg ekvinocija, po satima. Izvor: Frankol, 1976: 134; Hasanagić i Jakobović, 1979: 489. Obrada: S. Ostojić. 36
Tablica 6. Sistematizacija urbanističkih i arhitektonskih čimbenika i kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada. 58
Tablica 7. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni europskim preporukama i propisima: podjela s obzirom na obvezu primjene. Standardi na razini grada (naselja) su označeni sivo. Izvor: Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837; Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1247-1248; Kunkel i ostali, 2015: 70-78; Zierke, 2018; Hraška, 2019: 47-48; Šprah i Košir, 2020: 2, 17; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 4 te preporuke i propisi navedeni u ovoj tablici. 69
Tablica 8. Propisane ili preporučene vrijednosti kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada u različitim europskim državama ili gradovima. Kurzivom je označena neobavezna primjena kriterija. Izvor: Krasić, Pejić i Mitković, 2013: 837; Darula, Christoffersen i Malikova, 2015: 1247-1248; Kunkel i ostali, 2015: 70-78; Zierke, 2018; Hraška, 2019: 47-48; Šprah i Košir, 2020: 2, 17; Dervishaj i Gudmundsson, 2024: 4 te preporuke i propisi navedeni u ovoj tablici. 75
Tablica 9. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima u Zagrebu, iz prvog analiziranog razdoblja (1850. – 1918.). Izvor: Red građenja, 1857-1896; Kahle, 2004b: 205-207. 83
Tablica 10. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima u Zagrebu, za drugo analizirano razdoblje (1919. – 1945.). Izvor: Građevinski pravilnik za grad Zagreb, 1940; Kolarić-Kišur, 1949: 68; Kahle, 2003: 34; Kahle, 2006a: 122; Kahle, 2006b: 224-225. 84
Tablica 11. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima na području Hrvatske, za treće analizirano razdoblje (1946. – 1990.). Preporuke bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom. Izvor: Kolarić-Kišur, 1949: 63, 65-69; Petrik, 1949: 36, 54; Teodorović, 1957: 24, 65; Korlaet, 2015: 40 te propisi i preporuke navedeni u ovoj tablici. 88
Tablica 12. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada (s pripadajućim vrijednostima) obuhvaćeni propisima na području Hrvatske, za četvrto analizirano razdoblje (1991. – 2024.). Preporuke bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom. Izvor: propisi i preporuke navedeni u ovoj tablici. 92

Tablica 13. Kriteriji osunčanja boravišnih prostorija stambenih zgrada obuhvaćeni analiziranim preporukama i propisima te pripadajuće vrijednosti kriterija tijekom četiri analizirana razdoblja na teritoriju Hrvatske. Preporuke bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom. 94
Tablica 14. Višestambene zgrade u Zagrebu odabrane za analizu trajanja vremena osunčanja. 116
Tablica 15. Rezultati utvrđivanja udjela ploštine testnih ploha osunčane 1,5 ili 1 sat u najosunčanijim boravišnim prostorijama svih analiziranih stanova.……..……146
Tablica 16. Čimbenici i kriteriji za osunčanje obuhvaćeni studijom primjera. Vrijednosti kriterija obuhvaćenih studijom primjera su iskazane pokazateljima kriterija. 149
Tablica 17. Rezultati utvrđivanja vrijednosti kriterija za osunčanje u najosunčanijim boravišnim prostorijama analiziranih stanova. Udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1,5 sat iznosi minimalno 10 %.....151
Tablica 18. Rezultati utvrđivanja vrijednosti kriterija za osunčanje u najmanje osunčanim boravišnim prostorijama analiziranih stanova. Udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1,5 sat je 0 %, udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1 sat iznosi maksimalno 3 % 152
Tablica 19. Rezultati istraživanja, odnosno udio analiziranih stanova koji ispunjavaju minimalni zahtjev za osunčanjem od 1,5 sata, s obzirom na razdoblje gradnje i tip stanogradnje. ……..……156
Tablica 20. Kriteriji osunčanja stambenih zgrada te aktualne (preporučene ili propisane) vrijednosti kriterija u Hrvatskoj ili drugim europskim državama. Vrijednosti s lokalnom primjenom su označene sivo. Vrijednosti bez zahtjeva za obveznom primjenom su pisane kurzivom (Hrvatska). Kriteriji su poredani prema zastupljenosti u analiziranim europskim državama, od najčešće do najrjeđe zastupljenog (Slika 31). Postotci zastupljenosti pojedinog kriterija u državama obuhvaćenim analizom naveden je u zagradi uz raspon aktualnih vrijednosti kriterija osunčanja. ……...159
Tablica 21. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada. ……163
Tablica 22. Rezultati utvrđivanja vrijednosti kriterija za osunčanje u srednje osunčanim boravišnim prostorijama analiziranih stanova. Udio ploštine testnih ploha prostorije osunčane 1,5 sat se kreće od 6 do 9 %. ……..165
Tablica 23. Model optimalne primjene sustava kriterija za osunčanje boravišnih prostorija višestambenih zgrada s proširenim rasponom vrijednosti. ……166

Popis kratica

CIAM	međunarodni kongres moderne arhitekture, međunarodna organizacija arhitekata osnovana 1928. u La Sarrazu u Švicarskoj radi promicanja načela moderne funkcionalističke arhitekture (franc. *Congrès internationaux d'architecture moderne)*
maks.	maksimalno
min.	minimalno
NN	Narodne novine
POS	poticana stanogradnja
SI	sjeveroistok
SZ	sjeverozapad
U.K.	Ujedinjeno Kraljevstvo
UV	ultraljubičasto (engl. *ultraviolet*)
WFR	odnos ploštine prozora i ploštine prostorije u kojoj se prozor nalazi (engl. *window to floor ratio*), ostakljeni WFR je odnos ploštine ostakljenog dijela prozora i ploštine prostorije u kojoj se prozor nalazi
μm	mikrometar, izvedena mjerna jedinica duljine koja je jednaka 1×10^{-6} metra, milijunti dio metra

Pojmovnik

Apsorpcija je transformacija energije radijacije (zračenja) u drugi oblik energije (npr. toplinu) intervencijom materije.

Atenska povelja (franc. Charte d'Athènes) je dokument skiciran na četvrtom CIAM-ovom kongresu 1933. godine, a objavljen 1943. godine. Atenska povelja postavila je načela moderne arhitekture i urbanog planiranja.

Azimut Sunca je horizontalna kutna udaljenost u smjeru satne kazaljke od vertikalne plohe okrenute u smjeru sjevera do vertikalne plohe na kojoj se nalazi Sunce.

Bljesak (bliještanje) označava odnos jačine svjetlosti i površine svjetlosnog izvora. Bljesak je nepovoljna pojava u prostoru, ometa ispravnu percepciju i fiziološki je nepovoljna za korisnika prostora. Definirana su dva tipa bljeska: ometajući i onesposobljavajući. Oba slučaja bljeska rezultat su prevelikog kontrasta.

Boravišne prostorije stana su zatvorene prostorije stana u kojima borave ljudi: dnevni prostori (dnevni boravak, blagovaonica) i spavaće sobe.

Čimbenik (faktor) je uzrok, pokretačka snaga ili jedan od uvjeta ili elemenata neke pojave ili procesa. U okviru ovog istraživanja čimbenik je okolnost koja utječe na trajanje osunčanja.

Difuzija označava promjenu prostorne distribucije svjetlosne trake, koja se nakon reflektiranja od plohe (medija) ili prolaskom kroz njih raspršuje u različitim smjerovima.

Horizont (vidljivi ili prividni) je krivulja duž koje se prividno spajaju nebeska sfera i Zemljina površina. Daljina vidljivoga (prividnoga) horizonta udaljenost je najdalje točke Zemljine površine opažane na vidljivome horizontu, a ovisi o položaju promatrača u odnosu na okolne objekte, o atmosferskim prilikama te o nadmorskoj visini.

Industrijska revolucija je prevrat u proizvodnoj tehnici izazvan izumom i primjenom novih radnih strojeva koji su omogućili organizaciju proizvodnje u velikim razmjerima, ima između ostalog sljedeća obilježja: serijska proizvodnja, migracija stanovništva u gradove.

Klima je prosječno stanje atmosfere na određenu mjestu i u određeno vrijeme.

Kriterij je načelo (stajalište) po kojem se nešto ocjenjuje, prosuđuje, vrjednuje, raspoređuje (klasificira); mjerilo. U okviru ovog istraživanja, kriterij je mjerilo na temelju kojeg se valorizira trajanje osunčanja. Pokazatelj kriterija je brojčana ili kvalitativna vrijednost kojom se valorizira trajanje osunčanja.

Kut deklinacije δ zatvara Zemljina os sjever-jug s ravninom okretanja oko Sunca (ekliptikom). Kut deklinacije se ciklički mijenja od +23˚27' na datum 21. lipnja (ljetni solsticij) do -23˚27' na datum 21. prosinca (zimski solsticij). Na dane proljetnog (21. ožujka) i jesenskog (23. rujna) ekvinocija kut deklinacije iznosi nula. Navedeno utječe na kut upada Sunčevih zraka na površinu Zemlje.

Moderna arhitektura je zbirni naziv za arhitektonsko i urbanističko stvaralaštvo prve polovice 20. st. koje je odbacilo historicizam i secesiju te se u teoriji i praksi priklonilo načelima funkcionalizma, konstruktivizma i niza usporednih umjetničkih smjerova.

Optimalna primjena kriterija osunčanja podrazumijeva primjenu pri planiranju ili projektiranju kojom se, unutar zadanih prostornih, funkcionalnih i normativnih ograničenja, utvrđuju vrijednosti kriterija koje omogućuju postizanje najboljeg mogućeg učinka u pogledu trajanja osunčanja.

Osunčanje (insolacija) je direktno izlaganje unutarnjih i vanjskih prostora sunčevim zrakama, što ima značajan utjecaj na uvjete boravka ljudi u tim prostorima, pa je insolacija jedan od osnovnih elemenata arhitektonskoga i urbanističkoga projektiranja. Osunčanje je trajanje sijanja Sunca, odnosno vrijeme u kojem je neko mjesto obasjano Suncem. Svjetska meteorološka organizacija definira sijanje Sunca kao razdoblje u kojem je intenzitet Sunčevog zračenja veći od 120 W/m^2. Trajanje sijanja Sunca ili osunčanje se mjeri u satima.

Pregrijavanje (toplinsko opterećenje) predstavlja efekt prekomjernog ulaska infracrvenog zračenja kroz ostakljene površine namijenjene za osiguranje vidljivosti i ulaz sunčevog zračenja. Pregrijavanje treba spriječiti ispravnim postavljanjem fiksnih ili pomičnih sustava za zasjenjenje.

Racionalna primjena kriterija osunčanja podrazumijeva primjenu pri planiranju ili projektiranju kojom se, uzimajući u obzir prostorna ograničenja, funkcionalne zahtjeve i izvedbene mogućnosti, određuju odmjerene i opravdane vrijednosti kriterija trajanja osunčanja.

Refleksija (sunčevog) zračenja je odbijanje zračenja od određene plohe ili medija, bez promjene frekvencije monokromatskih komponenti upadnog zračenja.

Soba je prostorija namijenjena stanovanju, koja je od drugih prostorija stana odvojena stalnim zidovima, visine najmanje 2 m u odnosu na pretežnu površinu stropa, ima izravnu dnevnu svjetlost i čija ploština poda iznosi najmanje 4 m2. Prostorije koje nisu ispunjavale ovaj uvjet te kuhinja i druge pomoćne prostorije nisu uračunane u broj soba, ali je njihova ploština uračunana u ploštinu stana.

Stan (stambena jedinica) je građevinski povezana cjelina namijenjena stanovanju koja se sastoji od jedne ili više soba s odgovarajućim pomoćnim prostorijama (kuhinja, smočnica, predsoblje, kupaonica, zahod i sl.) ili bez pomoćnih prostorija i koja ima svoj zaseban ulaz izravno s hodnika, stubišta, dvorišta ili ulice.

Transmisija (sunčevog) zračenja je prolaz ili propuštanje zračenja kroz plohu ili medij bez promjene frekvencije monokromatskih komponenti upadnog zračenja.

Visina (altituda) Sunca je vertikalna kutna udaljenost Sunca od horizonta (0˚) prema zenitu (90˚). Godišnji ciklus kretanja Sunca na nebeskoj sferi obilježen je promjenama njegove dnevne visine, pri čemu se najniža visina pojavljuje za vrijeme zimskog solsticija, najviša tijekom ljetnog solsticija, dok se proljetni i jesenski ekvinocij odlikuju približno jednakom duljinom dana i noći.

Zasjenjenje se odnosi na zaustavljanje, smanjenje ili preusmjeravanje direktnog sunčevog zračenja u svrhu sprječavanja toplinskog opterećenja ili bljeska.

Zenit je točka na nebeskoj sferi, najviša iznad horizonta, altituda joj iznosi 90°.

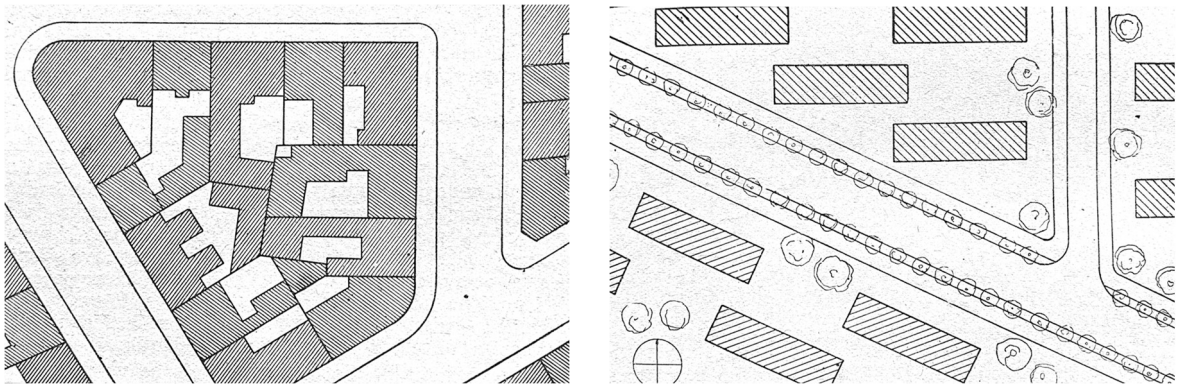
Zračenje (radijacija) je energija u obliku elektromagnetskih valova ili roja čestica. Sunčevo zračenje je zračenje kojemu je izvor Sunce.

Prilog 1 – Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata, 1949. (sažetak preporuka za osunčanje – poglavlje 4)

Prilog 1 obuhvaća detaljniji pregled preporuka izdanja *Higijena građevnih objekata: Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata*, objavljenog 1949. godine u Federativnoj Narodnoj Republici Jugoslaviji, u sklopu koje je Hrvatska bila politički i društveno organizirana. Priručnik je strukturiran u 24 poglavlja različitih autora, a svako poglavlje obuhvaća higijenske i sanitarno-tehničke preporuke za različite namjene zgrada (stambene, obrazovne, javne, industrijske itd.).

Poglavlje *Naselja* u Priručniku (autor inženjer Milivoj Petrik) definira važne značajke urbanih ili ruralnih naselja koje doprinose ispunjenju svrhe naselja i osiguravanja maksimalne udobnosti stanovnicima (Petrik, 1949: 25). Tekst navodi i elemente ključne za smještaj naselja, uključujući osunčanost (Petrik, 1949: 36). Preporučuje se smjestiti naselja na područjima izloženima suncu. Ako se naselje planiralo na neravnom terenu, preporučivale su se južne, jugozapadne ili zapadne padine jer su zaštićene od utjecaja sjevernih i sjeveroistočnih vjetrova (najhladnijih u ovom području). Priručnik je prednost davao smještaju naselja na otvorenim ravnicama u odnosu na zatvorene doline, budući da u dolinama sunce izlazi kasno i zalazi rano. Navedene se smjernice ne odnose samo na položaj cijelih naselja, već i na smještaj pojedinih zgrada unutar naselja te pojedinih stanova unutar zgrade. Priručnik upozorava i na negativne učinke osunčanosti: poželjna je samo na lokacijama otvorenima vjetru. U slučaju da je naselje smješteno u dolini i zaklonjeno od vjetra, osunčanost može biti nepoželjna, osobito ljeti, jer može pridonijeti pregrijavanju unutarnjih prostora.

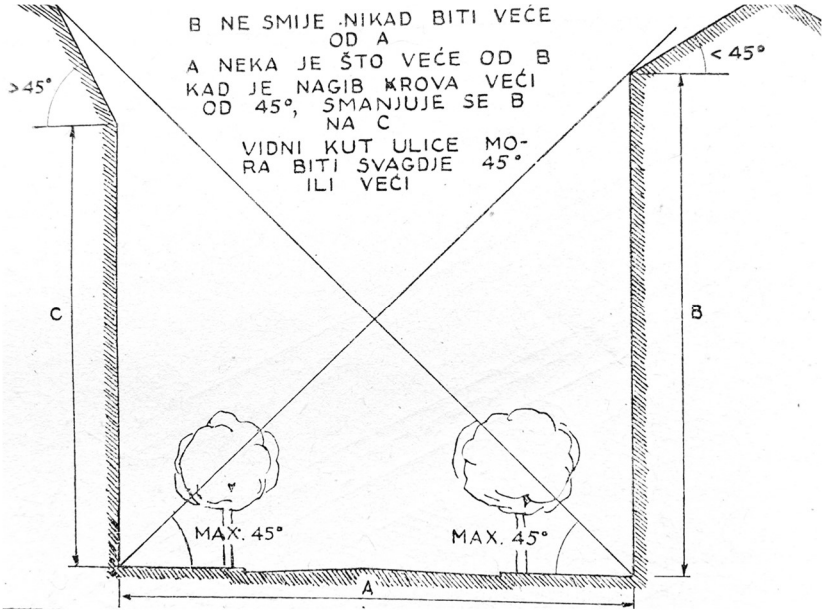
Priručnik iz 1949. kritizira loše primjere blokovske izgradnje iz ranijih razdoblja, gdje je bila očita maksimalna iskorištenost dozvoljenih koeficijenata gradnje (Petrik, 1949: 50). Pretjerana izgrađenost unutar blokova ugrozila je ili potpuno onemogućila kvalitetno prozračivanje i osunčanje prostorija orijentiranih prema dvorištu. Kao pozitivan primjer se navodi moderan način gradnje u nizovima, bez zatvorenih blokova, pretjerano izgrađenih dvorišta i svjetlicima nedovoljno osunčanih prostorija. Prostorije u zgradama u nizu, poluugrađenim ili samostojećim stambenim objektima su većinom osunčane, pružaju otvoren pogled na nebo te su kvalitetno provjetravane zahvaljujući izloženosti zgrada vjetrovima sa svih strana (Slika P1-1).



Slika P1-1. Razlike između zatvorene blokovske izgradnje (lijevo) i izgradnje u nizu bez unutarnjih dvorišta (desno). Izvor: Petrik, 1949: 50, 51.

Preporučuje se orijentiranje nizova zgrada tako da prevladavajući (ljetni) vjetrovi struje duž niza kako bi se ostvarilo kvalitetno provjetravanje ulica i higijenski uvjeti u gradu. Osim navedenoga, daje se prednost južnoj orijentaciji fronti zgrada kako bi stanovi bili kvalitetno osvijetljeni dnevnim svjetlom tijekom cijele godine. Ove preporuke vrijede osobito za dvostrano orijentirane stanove kod kojih je provjetravanje najkvalitetnije (poprečno) i u kojima su prostorije raspoređene tako da stambene prostorije budu osunčane s juga, a ostale prostorije budu orijentirane prema sjeveru kako bi se izbjeglo pregrijavanje ili bliještanje (kuhinja, smočnica…). I dvostrano orijentirani stanovi u zgradama izduženima u smjeru sjever-jug mogu biti kvalitetno organizirani jer se na istok smještaju prostorije kojima odgovara jutarnje sunce (spavaonice), a na zapad one kojima odgovara popodnevno sunce (dnevni boravak, blagovaonica). U ovako orijentirane stambene jedinice sunčevo zračenje prodire do velike tlocrtne dubine (Petrik, 1949: 51).

U priručniku se naglašava i važnost određivanja visine zgrada u odnosu na širinu ulice, pogotovo u pogledu zdravlja i udobnosti stanovnika (Petrik, 1949: 52). Preporučuje se primjena pravila da zgrade budu maksimalno visoke onoliko koliko iznosi širina ulice u kojoj se nalaze. Pritom se visina zgrade računa od kote pločnika do kote vijenca zgrade, uz pretpostavku da je nagib krova manji od 45°. Slika P1-2 pokazuje pravila određivanja visine zgrada u odnosu na širinu ulice. Vidni kut ulice mora biti 45° ili više. Ista se pravila odnose i na smještaj dvorišnih zgrada, ako one postoje. Navedena se pravila odnose na najgušće izgrađeni dio grada. U perifernim stambenih četvrtima se preporučuje i veća udaljenost među zgradama (Petrik, 1949: 54).



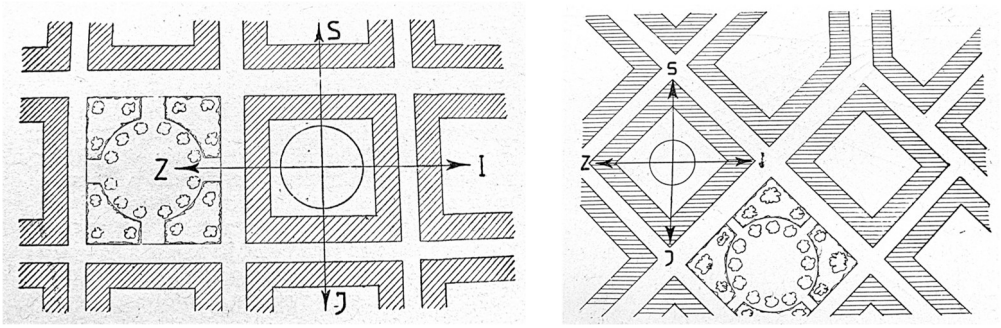
Slika P1-2. Preporuke za odnos visine i udaljenosti zgrada. Izvor: Petrik, 1949: 52.

U poglavlju naziva *Stambene zgrade* Priručnika iz 1949. godine (autor inženjer Hinko Kolarić-Kišur) naglašava se važnost ostvarivanja kvalitete stambenog prostora (Kolarić-Kišur, 1949: 61). Stan se smatra osnovnom potrebom svakog čovjeka i (nakon prehrane) drugim najvažnijim faktorom za čuvanje zdravlja. Stan je mjesto odmora, oporavka, razonode, rada[120], a često i liječenja i njege bolesnika. Stan mora biti planiran i izgrađen tako da doprinese zdravlju korisnika. Navode se temeljni zahtjevi stambene higijene među kojima je da stan bude svijetao, odnosno da „…svi nastanjeni prostori stana, koji su ovisni o prirodnoj rasvjeti, moraju u pravilu imati izravno prirodno svjetlo dovoljne jakosti…" (Kolarić-Kišur, 1949: 62). „U pravilu postoji optimalan zahtjev, da u sve stambene prostorije, a osobito u one, koje i preko dana služe ljudima, treba da dolazi sunčevo svjetlo izravnim putem barem kroz neko vrijeme u danu, a kroz čitavu godinu." (Kolarić-Kišur, 1949: 63). U priručniku se sunčevo zračenje spominje i u pogledu potrebnog i korisnog podražaja ljudskom organizmu te u pogledu antibakterijskog karaktera ultraljubičastog dijela spektra.

Najpoželjnija orijentacija preko dana korištenih prostorija je redom jug, jugoistok ili jugozapad. Jugoistočna orijentacija se preporučuje za najjužnije krajeve države radi moguće prejake insolacije te za dnevnu, radnu sobu i kuhinju jer se na toj strani najjača insolacija događa u (još uvijek) hladnijem dijelu dana. Čista zapadna orijentacija se smatra nepovoljnom, pogotovo za

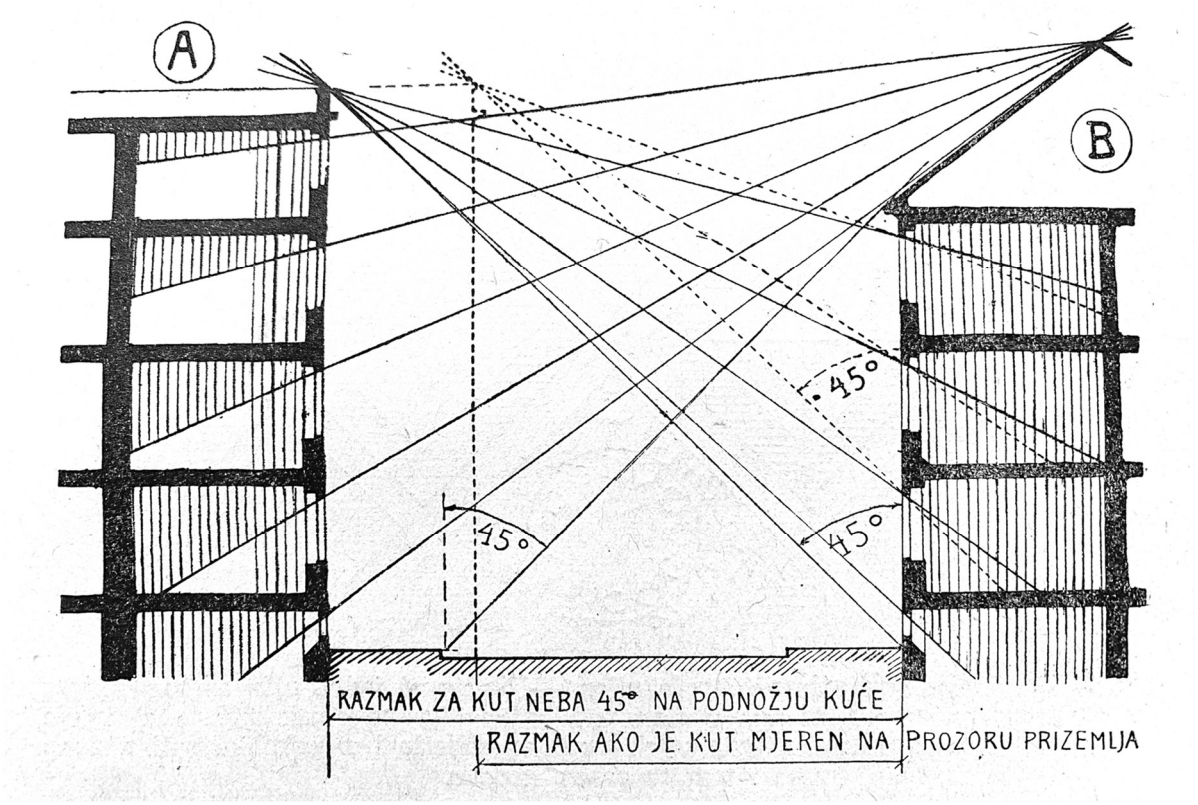
[120] Navedeno je osobito bitno u suvremenim uvjetima povećanja broja osoba koje rade od kuće.

spavaonice s obzirom na jako zagrijavanje od podneva pa sve do zalaza sunca. Priručnik nudi smjernice i za orijentiranje ulične mreže (Slika P1-3): najnepovoljnija orijentacija bit će na južnoj strani ulica položenih u smjeru istok-zapad. Povoljnija orijentacija ulica u smislu osunčanja je otklonjena od čistog smjera istok-zapad za 20 do 30° kako bi svaka ulična (ali i dvorišna) fronta bila osunčana nekoliko sati u danu tijekom čitave godine. Preporučuje se primjenjivati ovo pravilo, pogotovo u gusto izgrađenim naseljima s blokovskom gradnjom (Kolarić-Kišur, 1949: 65).



Slika P1-3. Nepovoljno (lijevo) i povoljnije (desno) orijentirana mreža ulica. Izvor: Kolarić-Kišur, 1949: 64, 65.

Priručnik detaljno obrazlaže važnost ostvarivanja što većeg kuta neba (kut upadanja svjetlosti slobodnog neba na ravninu prozora mjeren na gornjem rubu – nadvoju prozora) (Kolarić-Kišur, 1949: 66). Udaljenost dviju zgrada mora biti minimalno jednaka visini više zgrade (tako da kut neba u podnožju obje zgrade iznosi minimalno potrebnih 45°). Priručnik navodi i mogućnost odstupanja od navedenog pravila: najmanji kut neba (45°) se ne mjeri u podnožju zgrade, nego na gornjem rubu prozora najnižeg kata, pa je udaljenost zgrada u ovom slučaju nešto manja od gore opisane. Na Slici P1-4 su prikazane udaljenosti zgrada u oba slučaja (na primjeru zgrade označene slovom B se vidi da je primjenom prvog pravila omogućen veći kut neba te kvalitetnije osunčanje prostorija). U slučaju da je opisana pravila nemoguće primijeniti, u priručniku se savjetuje povećanje ploštine prozora i to na način: „…ako je ploština prozora npr. 17 % ili 20 % ploštine poda, treba je za svaka 4°, za koja je smanjen najmanji kut neba, povećati dodavanjem 1 %… Ta je korektura dakako samo približna, a kod prevelikog smanjenja kuta neba praktički ni ona ne dolazi više do izražaja.” (Kolarić-Kišur, 1949: 67).



Slika P1-4. Određivanje minimalne udaljenosti zgrada u kontekstu minimalnog potrebnog prirodnog osvjetljenja prostorija. Izvor: Kolarić-Kišur, 1949: 66.

U Priručniku se navodi i pravilo da za minimalno prirodno osvjetljenje stambenih prostorija ukupna ostakljena ploština prozora mora iznositi najmanje 17 % ploštine poda prostorije. U najsjevernijem pojasu države se savjetuje taj udio povećati na 20 % (Kolarić-Kišur, 1949: 68). Napominje se da je potrebno biti oprezan prilikom dimenzioniranja prozora i ne pretjerati, pogotovo kod zapadnih i jugozapadnih orijentacija prozora na zgradama smještenim u južnim dijelovima države. Kod prevelikih ostakljenih površina bi u takvom slučaju moglo doći do pregrijavanja i negativnog utjecaja na udobnost korisnika. U vezi s tim, naveden je i zaključak ankete provedene 1949. među arhitektonskim projektnim zavodima, Ministarstvom građevina, komunalnih poslova i narodnog zdravlja – sanitarnom inspekcijom NRH[121] u Zagrebu u kojem je dogovoreno da se u gradnji stanova dozvoljava maksimalna ploština prozora u iznosu 25 % ploštine poda (zbog štednje materijala) (Kolarić-Kišur, 1949: 69).

Priručnik za higijensku i sanitarno-tehničku ocjenu građevnih objekata iz 1949. godine je osim veličine prozora, propisivao i pravila za određivanje položaja i oblika prozora. Prozor iste

[121] Narodna Republika Hrvatska.

ploštine će propuštati više sunčevog zračenja ako je pozicioniran što bliže stropu prostorije i ako mu je visina veća u odnosu na širinu. Upute za pozicioniranje prozora (što bliže stropu prostorije) je bilo teško ispuniti u zgradama koje nisu imale armiranobetonsku stropnu konstrukciju, kojih je u to vrijeme zbog štednje bio veliki broj. 75 ili 80 cm je bila minimalna preporučena visina parapeta prozora jer bi u slučaju manje visine moglo doći do pojave blještanja. Također se savjetovalo da prozori obuhvaćaju što manje okvira, a što više plohe stakla. Ako u prostoriji postoji nekoliko prozora, preporučeno je bilo da dijelovi zida između budu što uži, da bi se minimalizirala pojava sjena (Kolarić-Kišur, 1949: 69).

Prilog 2 – Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji (DUSI standard, sažetak preporuka za osunčanje – poglavlje 4)

Društveno usmjerena stambena izgradnja (DUSI) bila je model stanogradnje u SRH[122] nastao krajem 1970-ih godina kao dio šire strategije prostornog planiranja u Jugoslaviji. DUSI model izgradnje bio je dio tzv. Srednjoročnih planova uređenja prostornog razvoja koji su imali zadaću usmjeravanja razvoja grada tijekom perioda od 5 do 15 godina.[123] DUSI model je obuhvaćao konkretne (prioritetne) lokacije na kojima će se pripremati uređenje i gradnja (Korlaet, 2015: 12). Udružena samoupravna interesna zajednica (USIZ) stanovanja i komunalnih djelatnosti grada Zagreba je 1983. naručila izradu elaborata *Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji*.[124] DUSI standard uključivao je dva dijela: Knjiga 1 obuhvaćala je standarde za susjedstvo, a Knjiga 2 standarde za zgradu i stan. Standardi su uključivali tehničke norme, smjernice i preporuke te su bili namijenjeni za programiranje, projektiranje, gradnju te provjeru dokumentacije ili izvedenih zgrada i susjedstava. DUSI standardi nisu bili zamišljeni kao univerzalne planske norme na državnoj razini, već su služili kao standardi planiranja za niz stambenih područja u Zagrebu. Iako nikada nisu formalno usvojeni kao obvezujući propisi, koristili su se u Zagrebu (i izvan njega) kao stručne smjernice za planiranje sve do 1990-ih godina (Bašić, 2013: 75).

U pogledu osunčanosti stambenih zgrada, Knjiga 1 DUSI standarda definirala je razmake među zgradama kako bi se osigurala odgovarajuća izloženost boravišnih prostora stanova osunčanju tijekom zimskog razdoblja. U poglavlju *Zaštita naselja*, potpoglavlju *Zaštita životne okoline* preporučeno je vrijeme trajanja osunčanja prostorija u danu (Tablica P2-1).

Tablica P2-1. Preporučeno vrijeme trajanja osunčanja boravišnih prostorija u danu. Izvor: Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji, Knjiga 1, 1983: 36.

Osunčanje	**Orijentacija pročelja na**	**Trajanje osunčanja u satima prema položaju uzdužne osi objekta**				
		S–J *	SSZ–JJI* SSI–JJZ*	SZ–JI* SI–JZ*	IJI–ZSZ* ISI–ZJZ*	I–Z*
zima	južne kvadratne	2.5	4	5.75	7.5	8
	sjeverne kvadratne	2.5	0.5	0	0	0

[122] Saveznoj Republici Hrvatskoj.

[123] Dugoročni razvoj gradova regulirali su generalni urbanistički planovi.

[124] Izrađivači su bili: Građevinski institut, OOUR Fakultet građevinskih znanosti u Zagrebu, Arhitektonski fakultet u Zagrebu, Urbanistički zavod grada Zagreba i Urbanistički institut SR Hrvatske. DUSI standard bio je rezultat složenog dugogodišnjeg istraživanja s ciljem optimalizacije troškova i gradnje najvećeg broja stanova uz najmanje moguće troškove.

proljeće i jesen	južne kvadratne	4.75	6	7	8.5	8
	sjeverne kvadratne	4.75	3.5	4	0	0
ljeto	južne kvadratne	7.25	8	7.25	9	5.5
	sjeverne kvadratne	7.25	6.25	5.25	3.5	3

* S–J: sjever–jug; SSZ–JJI: sjever do sjeverozapad–jug do jugoistok; SSI–JJZ: sjever do sjeveroistok–jug do jugozapad; SZ–JI: sjeverozapad–jugoistok; SI–JZ: sjeveroistok–jugozapad; IJI–ZSZ: istok do jugoistok–zapad do sjeverozapad; ISI–ZJZ: istok do sjeveroistok–zapad do jugozapad; I–Z: istok–zapad.

Kako bi se osigurala osunčanost stambenih prostorija, standard je propisao da razmak između stambenih zgrada (ovisno o orijentaciji njihove uzdužne osi) mora omogućiti:

- za zgrade orijentirane sjever–jug, stambene prostorije se trebaju nalaziti u područjima bez zasjenjenja između 10:00 i 14:00 tijekom zimskih uvjeta osunčanosti, odnosno barem 2 sata dnevno (podnevno sunce između 11:00 i 13:00 sati ne utječe na istočna i zapadna pročelja);
- za zgrade orijentirane istok–zapad, stambene prostorije (na južno orijentiranom pročelju) trebaju ostati nezasjenjene između 11:00 i 13:00 sati tijekom zimskih uvjeta osunčanosti (***, 1983: 36).

DUSI smjernice također su uključivale kriterije za određivanje orijentacije uzdužne osi zgrada u odnosu na osunčanost:

- orijentacija sjever–jug (uzdužne osi zgrade) prikladna je za stanove sa stambenim prostorijama ravnomjerno raspoređenima na oba pročelja; međutim, projektno rješenje mora doprinijeti poboljšanju zimske osunčanosti, budući da osunčanje između 11:00 i 13:00 sati ne dopire do stambenih prostorija orijentiranih prema istoku i zapadu;
- orijentacije sjever do sjeverozapad – jug do jugoistok, kao i sjever do sjeveroistok – jug do jugozapad (uzdužne osi zgrade) prikladne su za stanove s ravnomjerno raspoređenim stambenim prostorijama, iako je za bolju osunčanost zimi poželjno da stambene prostorije budu orijentirane prema zapadu do jugozapada ili jugu do jugoistoka;
- orijentacije sjeverozapad–jugoistok te sjeveroistok–jugozapad (uzdužne osi zgrade) prikladne su za stanove s jednostrano orijentiranim stambenim prostorijama, budući da pročelja okrenuta prema sjeveroistoku i sjeverozapadu nisu osunčana tijekom zime;
- orijentacija istok–zapad (uzdužne osi zgrade) prikladna je za male stanove sa stambenim prostorijama smještenima na južnoj strani;
- višesobni stanovi ne mogu biti jednostrano orijentirani.

Knjiga 2 DUSI smjernica, u poglavlju *Standard stambene zgrade: fizikalno-tehničke i higijenske karakteristike zgrade*, obuhvaća preporuke o trajanju osunčanosti ovisno o namjeni svake prostorije stana (Tablica P2-2).

Tablica P2-2. Preporuke o trajanju osunčanja ovisno o namjeni svake prostorije stana. Ove smjernice se ne odnose na interpolaciju zgrada u postojeće gradske blokove. Izvor: Standard stana, zgrade i naselja u društveno usmjerenoj stambenoj izgradnji, Knjiga 2, 1983: 47.

Namjena prostorije		**21. ožujka i 23. rujna** **Broj sati osunčanja pročelja**	**Zaštita od osunčanja**
zajednička soba		min. 2 h *	da
soba za 1 ili 2 osobe		min. 2 h *	da
kuhinja	radna	-	-
	s prostorom za jelo	min. 2 h *	da
kupaonica i WC		-	-
ostale prostorije		-	-
stubište		-	-

* Uvjetuje položaj dvotraktne zgrade s otklonom uzdužne osi maksimalno 30° od osi jug-sjever te razmak između zgrada 2.5 visine zgrade.

Također, u istom se poglavlju navodi da sve ostakljene vanjske površine (osim onih okrenutih prema sjeveru, sjeveroistoku i sjeverozapadu, kao i stubišnih prostora) moraju biti opremljene odgovarajućom vanjskom zaštitom od sunca, kako bi se omogućila zaštita unutarnjeg prostora od pregrijavanja. Potpoglavljem *Zahtjevi za osvjetljenjem* obuhvaćene su preporuke za prirodno osvjetljenje:

- za sve prirodno osvijetljene prostorije u stanu, ukupna minimalna ostakljena ploština WFR mora iznositi najmanje 1/7 odgovarajuće prostorije (ostakljene površine smještene do 0,5 metara visine iznad gotovog poda ne uključuju se u ovaj izračun);
- prozorski otvori trebaju imati minimalnu ploštinu okvira, koji zauzimaju najviše 25 % ukupne ploštine otvora;
- razmak između donjeg ruba nadvoja prozora i donjeg ruba stropa treba biti što manji i ne smije prelaziti 30 cm;
- standardna visina parapeta prozora trebala bi biti 85 cm, što odgovara uobičajenoj visini radne površine;
- preporučuje se da prozor bude postavljen centralno na vanjski zid prostorije koju osvjetljava, kako bi se postigla što ravnomjernija raspodjela svjetla;

- minimalni kut upada svjetlosti iznosi 24°.

Potpoglavlje *Zahtjevi za osvjetljenjem* uključuje i preporuke za osunčanje:

- u svim boravišnim prostorijama otvori u vanjskim zidovima trebaju biti projektirani tako da omogućuju djelomičnu osunčanost;
- tlocrtna dubina osunčanja ovisi o orijentaciji prostorije, dok mogućnost osunčanosti ovisi o položaju i obliku otvora;
- intenzitet osunčanja treba biti moguće regulirati unutarnjim zavjesama, dok se toplinski efekt osunčanja treba moći kontrolirati vanjskim pomičnim elementima zaštite od sunca (za južnu orijentaciju se preporučuju horizontalni pokretni zaštitni elementi poput istaka);
- ne dozvoljava se upotreba zaštite od sunca unutar prozorskih otvora ili s unutarnje strane;
- izrazito osunčane prostorije se ne smiju bojati u tamne boje;
- uporaba obojenog termo-reflektirajućeg ostakljenja nije dopuštena.

U Knjizi 2 DUSI smjernica, u poglavlju *Standard stana: Opći i funkcionalni uvjeti standarda stana*, se u potpoglavlju *Fleksibilnost stana: Osunčanje* navodi:

- garsonijere, jednosobni stanovi i sve vrste jednostrano orijentiranih stanova ne smiju biti orijentirani prema kvadrantu sjever-sjeveroistok ili sjever-sjeverozapad;
- uvjete osunčanja prostorija stana propisane ovim smjernicama je potrebno prikazati u projektu;
- ovisno o položaju zgrade, potrebno je težiti što boljem osunčanju prostorija stana kroz odgovarajuću tlocrtnu geometriju stana te horizontalne i vertikalne gabarite zgrade.

Potpoglavlje *Fleksibilnost stana: Osvjetljenje* između ostalog navodi da kod 1,5-sobnih stanova i manjih, preporučena ukupna ploština ostakljenja ne smije biti manja od 1/7 ukupne podne ploštine stana. U poglavlju *Standard stambene zgrade i stana: Prateća dokumentacija standarda*, potpoglavlje *Provjera upotrebne vrijednosti stana i zgrade* uključuje popis indikatora i kriterija provjere upotrebne vrijednosti stana. Grupa kriterija pod nazivom *Osvjetljenje, osunčanje, prozračivanje* obuhvaća vrijeme osunčanja u stanu.

Prilog 3 - HRN EN 17037 – Dnevno svjetlo u zgradama (sažetak preporuka za osunčanje – poglavlje 4)

2019. godine Hrvatski zavod za norme usvojio je europski standard EN 17037 (objavljen 2018.) u njegovoj originalnoj engleskoj verziji kao hrvatski standard HRN EN 17037. Norma je naknadno dopunjavana 2021. i 2022. godine. Obuhvaća preporuke za: prirodno osvjetljenje prostorija, vizualni kontakt s okolišem, osunčanje i zaštitu od blještanja.

Dinamička metodologija uspostavljena europskim standardom EN 17037, za razliku od tradicionalnog statičkog pristupa, omogućuje sveobuhvatniji i realističniji prikaz vizualne ugodnosti i kvalitete okoliša tijekom cijele godine. Posljedično, primjena standarda EN 17037 odražava širi pomak paradigme u arhitektonskim istraživanjima Sunčeva zračenja, od pojednostavljenih vremenski utemeljenih pokazatelja prema holističkim, korisniku usmjerenim pokazateljima učinkovitosti [67]. Ovaj pregled potiče usvajanje navedenog okvira, ističući njegovu relevantnost za suvremeno projektiranje i vrednovanje zgrada. U prilog navedenome, prema prikazanoj analizi europskih standarda, najčešće korišteni kriterij za osiguravanje osunčanja stambenih zgrada jest minimalni WFR. Ovaj kriterij osunčanja podržava metodologiju EN 17037 jer utječe na sve četiri komponente evaluacijskog modela opisanog u tom standardu (osiguranje dnevne svjetlosti, kvaliteta pogleda, pristup Sunčevoj svjetlosti i zaštita od zasljepljivanja).

Prema odredbama norme HRN EN 17037, osunčanost doprinosi kvaliteti unutarnjeg prostora i dobrobiti korisnika. Minimalna izloženost osunčanju je nužna u barem jednoj boravišnoj prostoriji stana. Minimalna osunčanost izražava se minimalnim brojem sati tijekom kojih je prostorija izložena izravnoj sunčevoj svjetlosti (na vedar, referentan dan bez naoblake). Preporučene vrijednosti za različite razine trajanja osunčanja prikazane su u Tablici P3-1.

Tablica P3-1. Preporuka za dnevno osunčanje unutarnjeg prostora. Ove smjernice primjenjuju se na odabrani datum između 1. veljače i 21. ožujka, za vedar dan bez naoblake. Predlaže se da barem jedna boravišna prostorija u stanu bude osunčana prema ovom standardu. Izvor: HRN norma, str. 21.

Razina preporučenog osunčanja	Trajanje osunčanja u satima
minimalna	1,5 h
srednja	3,0 h
visoka	4,0 h

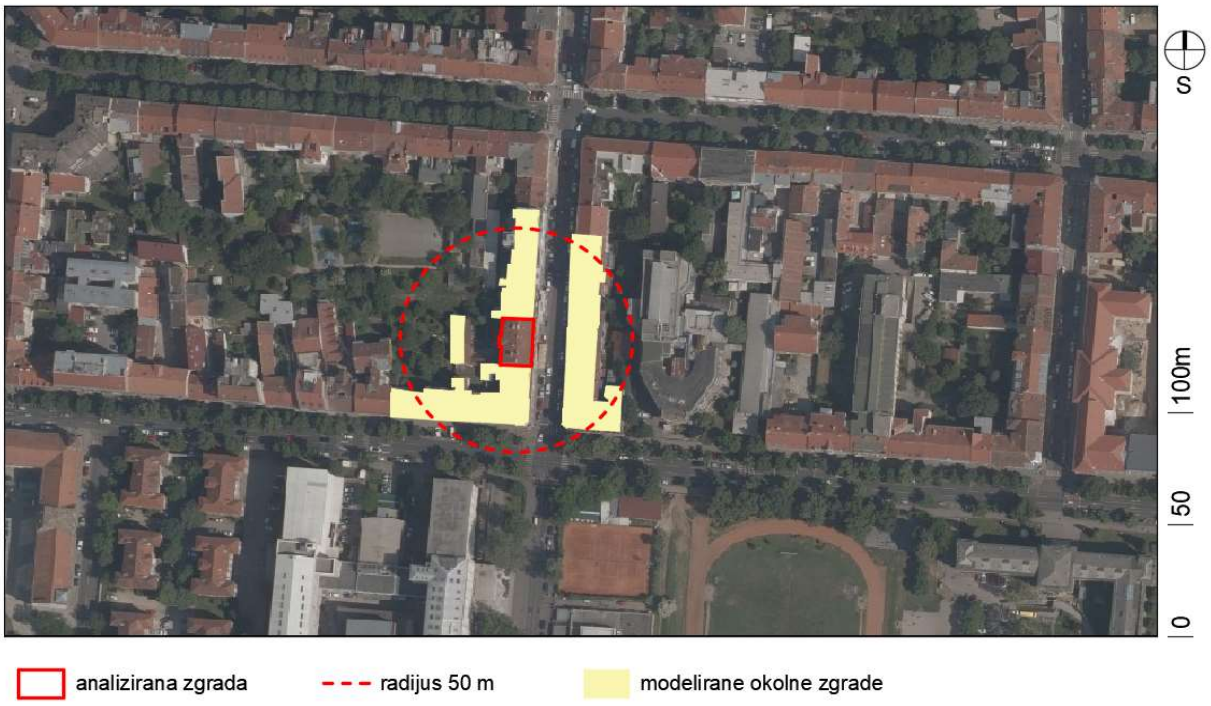
Normom HRN EN 17037 opisana je i metoda provjere izloženosti osunčanju. Prvi korak metode uključuje definiranje vidljivog dijela neba kako bi se procijenio potencijal za osunčanje, uzimajući u obzir zasjenjenje uzrokovano okolnim zgradama i geometrijom pročelja. Norma opisuje dva pristupa primjeni ove metode: računalni pristup (koristeći dijagrame kretanja Sunca) i ručni pristup (koristeći geometrijske skice). Osunčanje se procjenjuje u referentnoj točki (P) smještenoj na unutarnjoj površini prozora, u sredini širine prozora. Za prostorije s više prozora na različito orijentiranim pročeljima, trajanje osunčanja se može zbrojiti, pod uvjetom da se izloženost osunčanju ne događa u isto vrijeme.

Prilog 4 – Katalog primjera (analiza rezultata – poglavlja 6 i 7)

Razdoblje gradnje	Tip stanogradnje	**Broj kataloške jedinice**	**Naziv zgrade**	Godina izgradnje
1. 1850. – 1918.	tržišna stanogradnja	**01**	**Višestambena građevina Kačićeva**	1889. / 1922.
2. 1919. – 1945.	tržišna stanogradnja	**02**	**Višestambena građevina Klaićeva**	1920. – 1921.
3. 1946. – 1990.	društvena stanogradnja	**03**	**Višestambena građevina „tip Bartolić", Trnsko**	1961.
		04	**Višestambena građevina JU 62, Zaprude**	1963.
	društveno usmjerena stanogradnja	**05**	**Višestambena građevina S 3.1., Dugave**	1980.
		06	**Višestambena građevina Jarun**	1984.
4. 1991. – 2024.	društveno poticana stanogradnja	**07**	**Višestambena građevina S3, Špansko**	2003.
		08	**Višestambena građevina 2A-9, Špansko - Oranice**	2005.
	tržišna stanogradnja	**09**	**Višestambena građevina L3, Pavlenski put**	2006. – 2008.
		10	**Višestambena građevina J7, Vrbani III**	2009.

Kataloška jedinica 01.	**Višestambena građevina Kačićeva**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica fra Andrije Kačića Miošića 22	k.č. 3908, k.o. Črnomerec

SITUACIJA



OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE / NADOGRADNJE	1889. / 1922.
ARHITEKT	-
INVESTITOR	Matilda i Ladislav Thaller / Ivan Duković
KATNOST	Po + Pr + 3 + Pot
POVRŠINA ČESTICE	737 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	1430 m2
GRADSKA ČETVRT	Donji Grad
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	10 334 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	8
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	2
TIP STANOVA	3S, 4S / jednoetažni
OBLIK	ugrađena
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	15.95 m (vijenac)
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	2.40 m zapadna, 9.23 m istočna (vijenac)
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Državni arhiv u Zagrebu
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024.: 38
	Galić i ostali, 2020: 4

Kataloška jedinica 01.	Višestambena građevina Kačićeva	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica fra Andrije Kačića Miošića 22	k.č. 3908, k.o. Črnomerec

PROČELJA





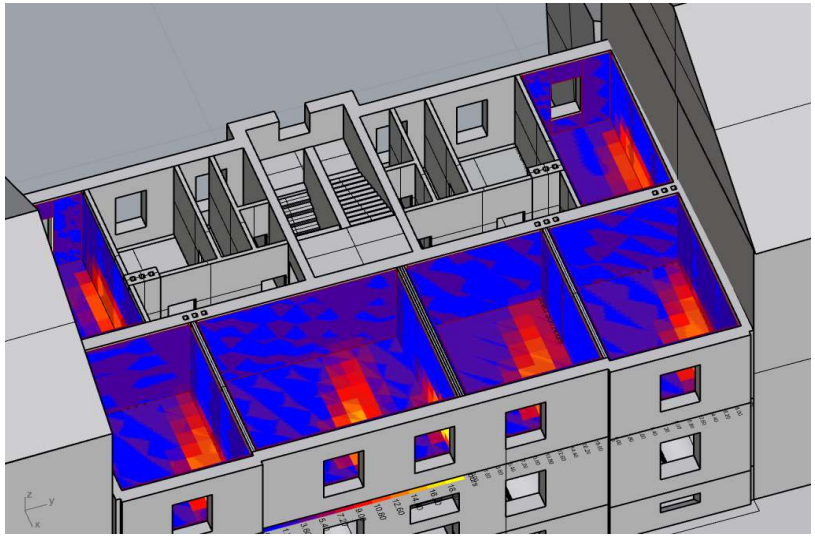
FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE



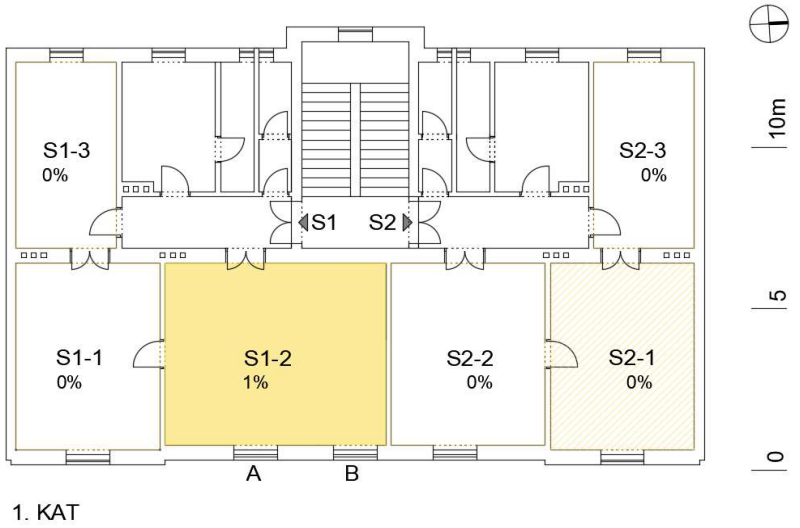


Kataloška jedinica 01.	Višestambena građevina Kačićeva	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica fra Andrije Kačića Miošića 22	k.č. 3908, k.o. Črnomerec

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT



ANALIZA OSUNČANJA
BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT

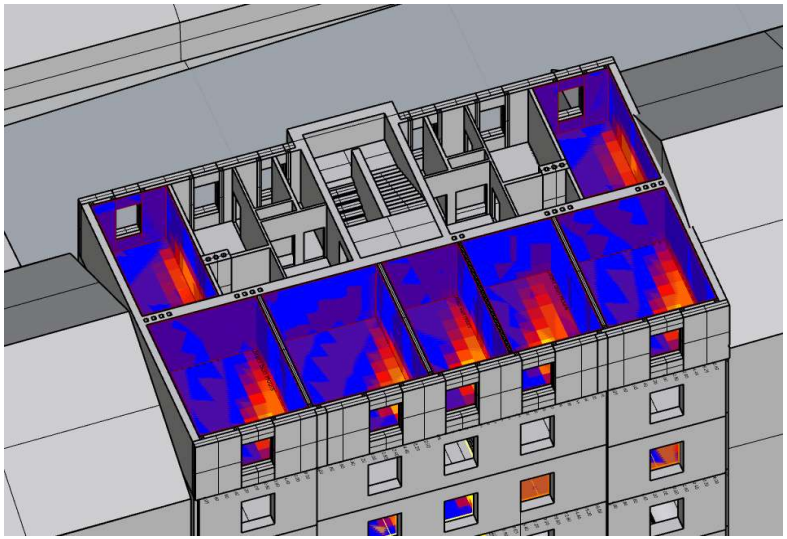


TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH
PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

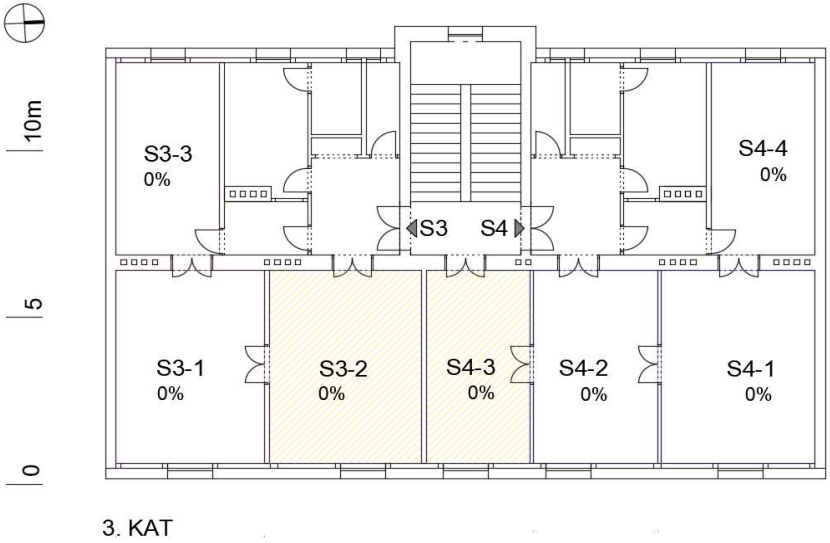
OZNAKA STANA	S1		S2
neto zatvorena ploština stana [m2]	106 m2		95 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-2		S2-1
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	6,60 / 5,65 / 3,25		4,30 / 5,80 / 3,25
neto ploština poda prostorije [m2]	37,29		24,94
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**1%**		**0%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-		1%
oznaka vanjskog otvora	A	B	-
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade			
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	16	16	16
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora			
veličina, oblik: širina/visina [cm]	130/200	130/200	130/200
položaj: a / b / c / d [cm]	325 / 205 / 80 / 90	28 / 502 / 80 / 90	150 / 150 / 80 / 90
orijentacija	I	I	I
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,14		0,10
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,03		0,02

Kataloška jedinica 01.	Višestambena građevina Kačićeva	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica fra Andrije Kačića Miošića 22	k.č. 3908, k.o. Črnomerec

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 3. KAT



ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 3. KAT

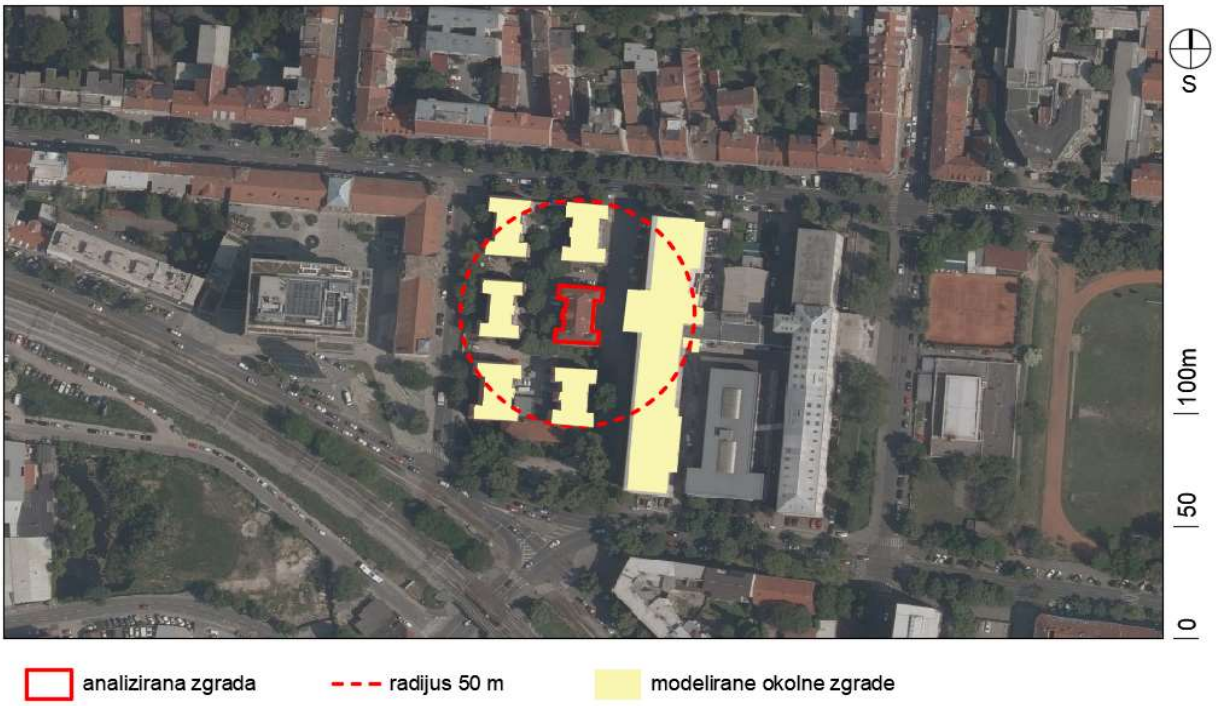


TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 3. KAT

OZNAKA STANA	S3	S4
neto zatvorena ploština stana [m2]	95 m2	108 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije	S3-2	S4-3
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	4,40 / 5,80 / 3,00	3,00 / 5,80 / 3,00
neto ploština poda prostorije [m2]	25,52	17,40
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**0%**	**0%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	2%	2%
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade		
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	-	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora		
veličina, oblik: širina/visina [cm]	130/200	130/200
položaj: a / b / c / d [cm]	105 / 205 / 80 / 65	123 / 47 / 80 / 65
orijentacija	I	I
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,10	0,15
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,02	0,03

Kataloška jedinica 02.	**Višestambena građevina Klaićeva**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Vjekoslava Klaića 9A	k.č. 3921, k.o. Črnomerec

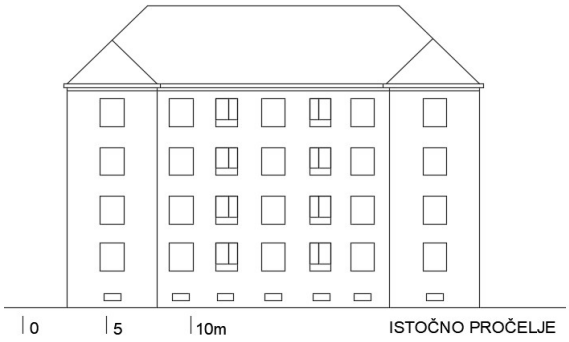
SITUACIJA



OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	1920. - 1921.
ARHITEKT	Pavao Jušić
INVESTITOR	Gradski građevni odsjek
KATNOST	Po + Pr + 3 + Pot
POVRŠINA ČESTICE	339 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	1680 m2
GRADSKA ČETVRT	Donji Grad / Ciglana
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	10 334 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	16
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	4
TIP STANOVA	2S / jednoetažni
OBLIK	slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	13.40 m (vijenac)
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	13.40 m zapadna zgrada, 14.40 m sjeverna, 12.60 m južna (vijenac), 23.20 istočna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024.: 38
	Državni arhiv u Zagrebu
	Radović Mahečić, 2002: 102-105

Kataloška jedinica 02.	**Višestambena građevina Klaićeva**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Vjekoslava Klaića 9A	k.č. 3921, k.o. Črnomerec

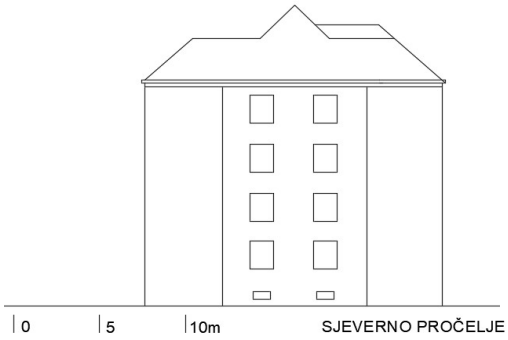
PROČELJA



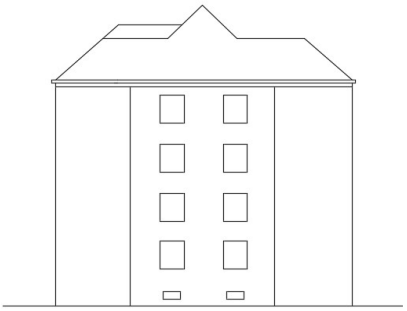
ISTOČNO PROČELJE



ZAPADNO PROČELJE



SJEVERNO PROČELJE



JUŽNO PROČELJE

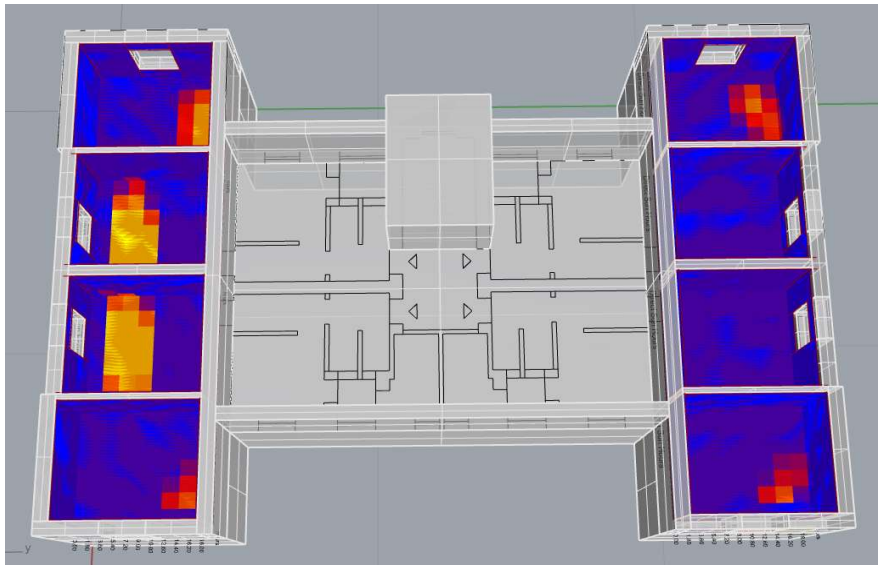
FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE



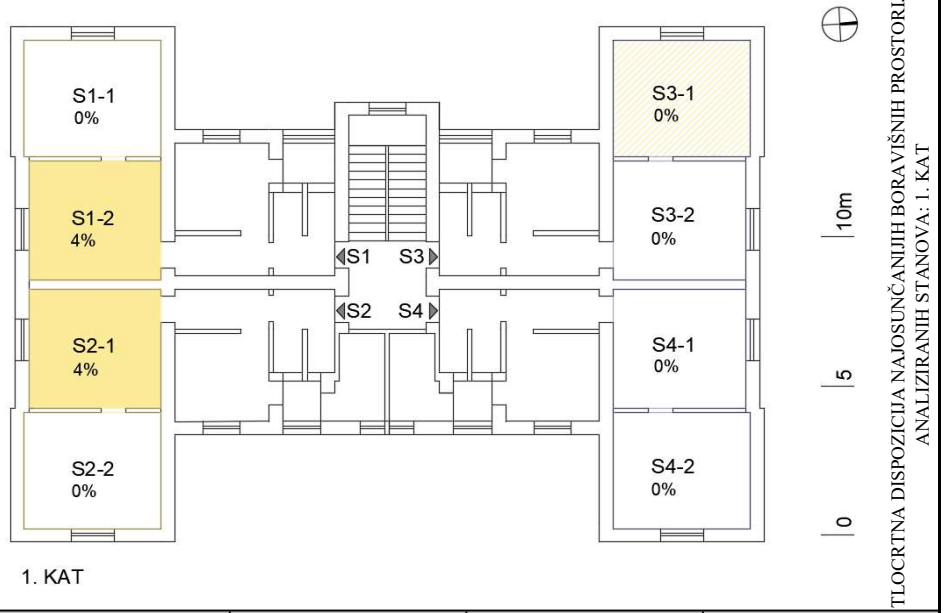


Kataloška jedinica 02.	Višestambena građevina Klaićeva	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Vjekoslava Klaića 9A	k.č. 3921, k.o. Črnomerec

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT



ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT

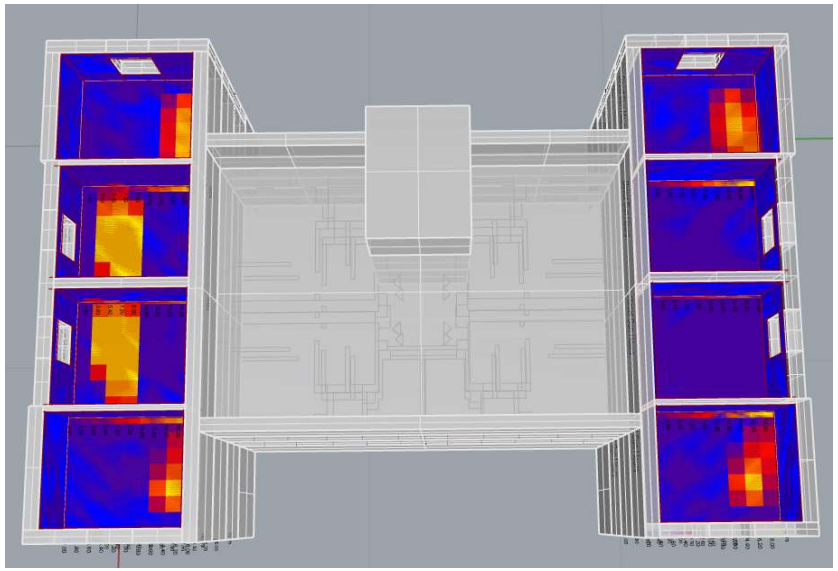


TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

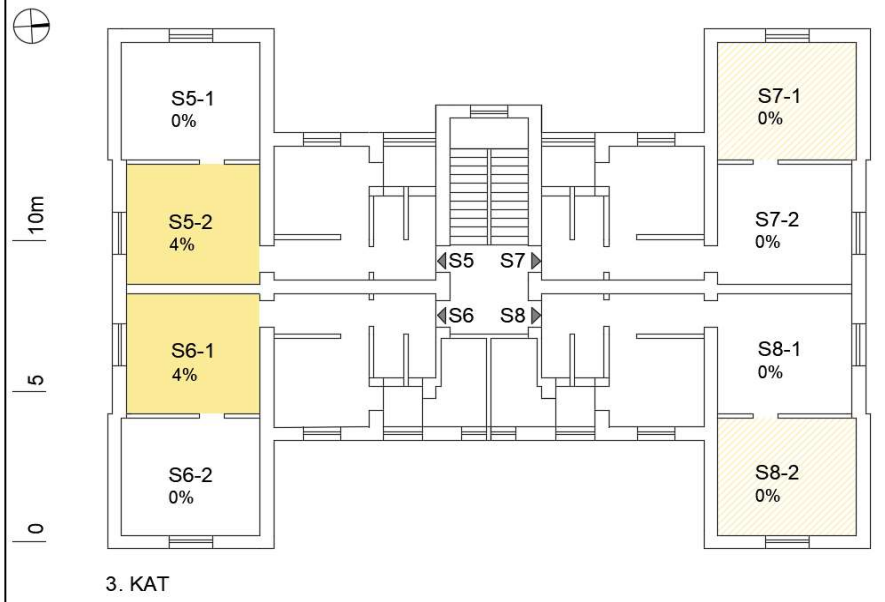
OZNAKA STANA	S1	S2	S3	S4
neto zatvorena ploština stana [m2]	57 m2	61 m2	57 m2	61 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije	S1-2	S2-1	S3-1	S4-2
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	4,00 / 4,30 / 3,00	4,00 / 4,30 / 3,00	4,45 / 3,90 / 3,00	4,45 / 3,90 / 3,00
neto ploština poda prostorije [m2]	17,20	17,20	17,36	17,36
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**4%**	**4%**	**0%**	**0%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-	-	1%	0%
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade				
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	32	32	28	55
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora				
veličina, oblik: širina/visina [cm]	140/170	140/170	140/170	140/170
položaj: a / b / c / d [cm]	100 / 160 / 73 / 57	160 / 100 / 73 / 57	153 / 153 / 73 / 57	153 / 153 / 73 / 57
orijentacija	J	J	Z	I
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,14	0,14	0,14	0,14
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,03	0,03	0,03	0,03

Kataloška jedinica 02.	Višestambena građevina Klaićeva	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Vjekoslava Klaića 9A	k.č. 3921, k.o. Črnomerec

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 3. KAT



ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 3. KAT

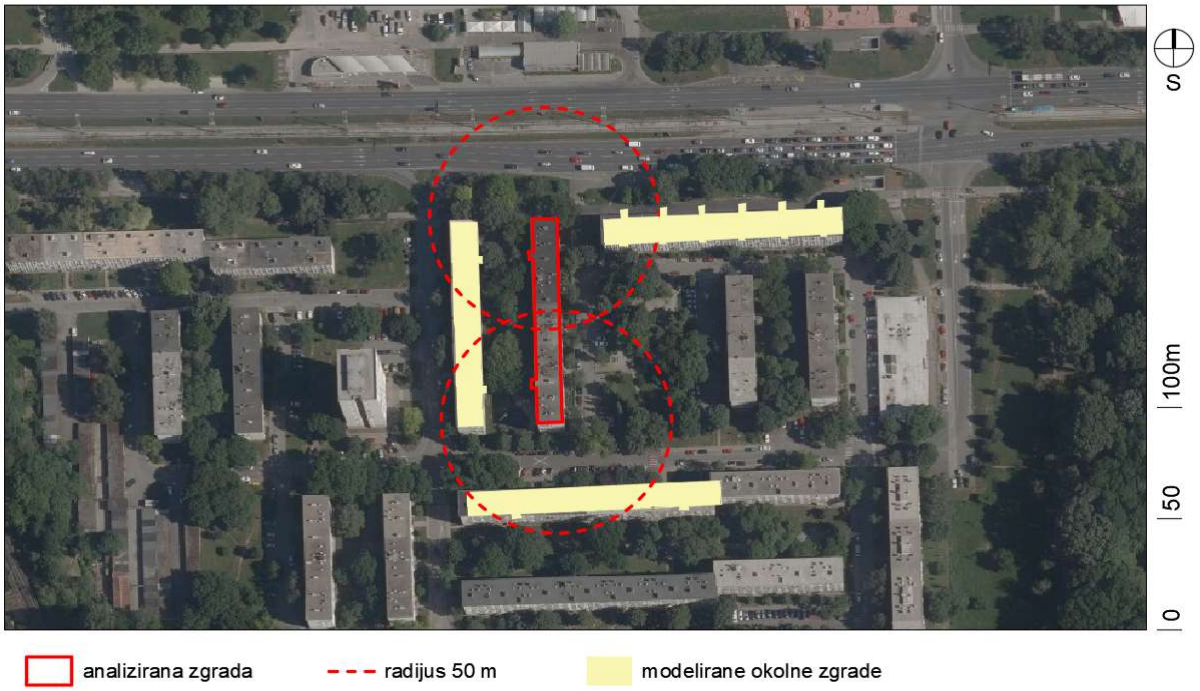


TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 3. KAT

OZNAKA STANA	S5	S6	S7	S8
neto zatvorena ploština stana [m2]	57 m2	61 m2	57 m2	61 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije	S5-2	S6-1	S7-1	S8-2
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	4,00 / 4,30 / 3,00	4,00 / 4,30 / 3,00	4,45 / 3,90 / 3,00	4,45 / 3,90 / 3,00
neto ploština poda prostorije [m2]	17,20	17,20	17,36	17,36
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**4%**	**4%**	**0%**	**0%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-	-	3%	1%
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade				
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	13	13	13	43
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora				
veličina, oblik: širina/visina [cm]	140/170	140/170	140/170	140/170
položaj: a / b / c / d [cm]	100 / 160 / 73 / 57	160 / 100 / 73 / 57	153 / 153 / 73 / 57	153 / 153 / 73 / 57
orijentacija	J	J	Z	I
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,14	0,14	0,14	0,14
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,03	0,03	0,03	0,03

Kataloška jedinica 03.	**Višestambena građevina "tip Bartolić"**	
LOKACIJA	Zagreb, Trnsko 6 a - e	k.č. 730, k.o. Klara

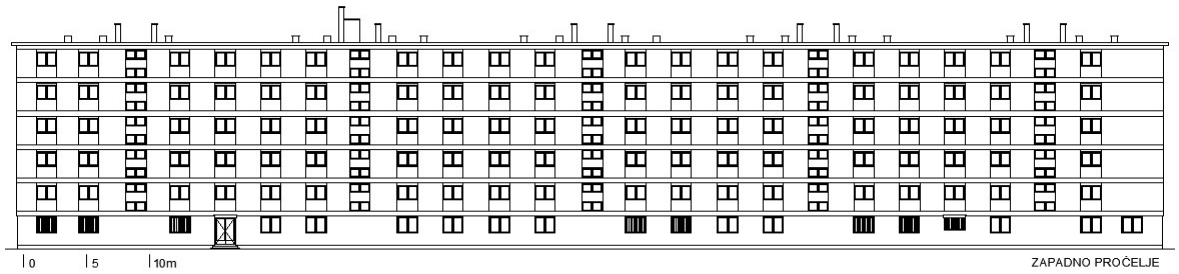
SITUACIJA

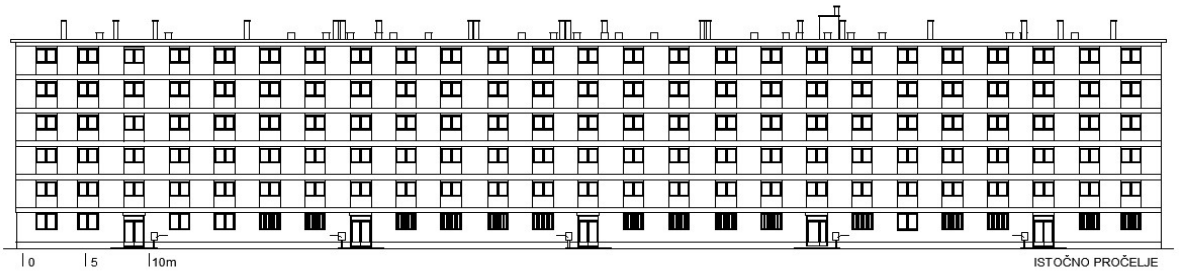


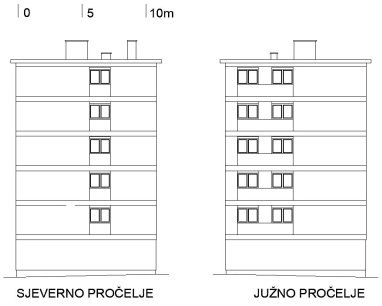
OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	1961.
ARHITEKT	Ivo Bartolić
INVESTITOR	Gradski fond za stambenu izgradnju
KATNOST	Pr+5
POVRŠINA ČESTICE	1014 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	6006 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Novi Zagreb - zapad / Trnsko
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI /	1020 st/km2 / 36866 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	85
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	3
TIP STANOVA	1S, 2S, 3S / jednoetažni
OBLIK	lamela / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	17.61 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	17.30 m zapadna, 17.61 m sjeveroistočna, 17.30 m južna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Državni arhiv u Zagrebu
	Mlinar, 2007: 328-343
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024.: 38

Kataloška jedinica 03.	Višestambena građevina "tip Bartolić"	
LOKACIJA	Zagreb, Trnsko 6 a - e	k.č. 730, k.o. Klara

PROČELJA







FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE

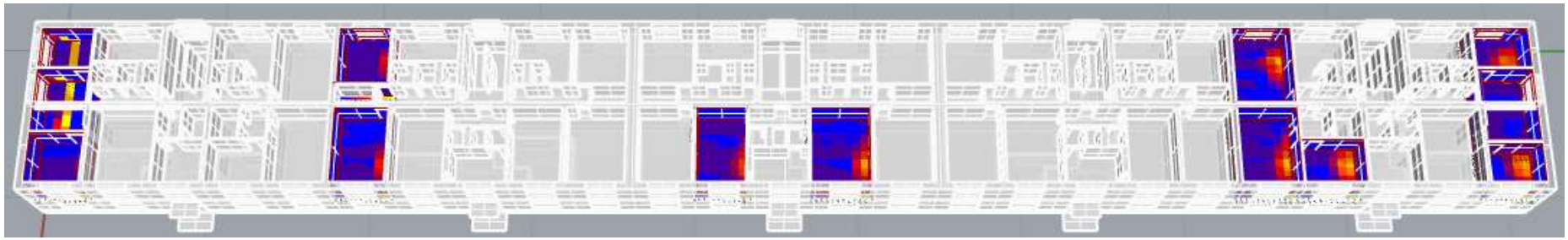




Kataloška jedinica 03.	**Višestambena građevina "tip Bartolić"**	
LOKACIJA	Zagreb, Trnsko 6 a - e	k.č. 730, k.o. Klara

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

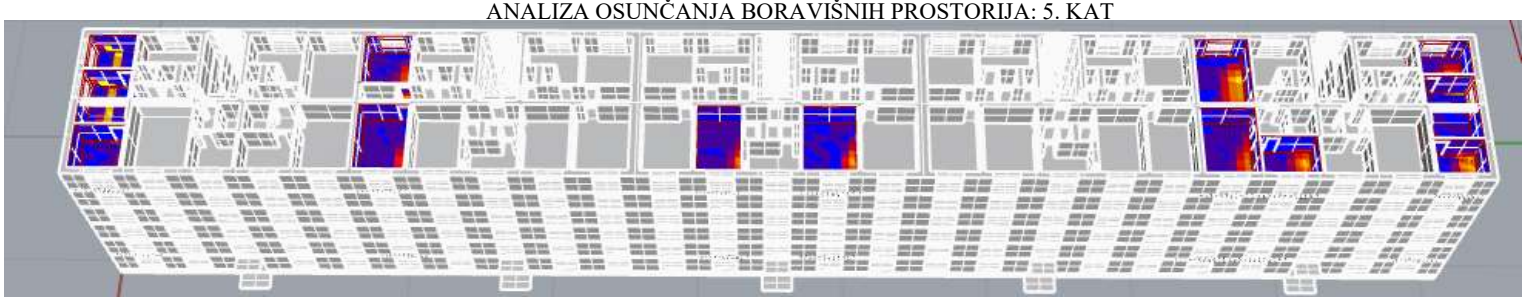


OZNAKA STANA	**S1**	**S2**	**S3**	**S4**	**S5**
neto zatvorena ploština stana [m2]	51 m2	51 m2	48 m2	70 m2	51 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-1	S2-1	S3-1	S4-2	S5-3
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	2,63 / 3,18 / 2,58	3,13 / 3,68 / 2,58	3,00 / 4,85 / 2,58	3,60 / 4,85 / 2,58	3,30 / 2,55 / 2,58
neto ploština poda prostorije [m2]	8,36	11,52	14,57	17,46	8,42
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**7%**	**0%**	**1%**	**0%**	**0%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-	3%	-	2%	3%
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade					
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	22	27	-	-	31
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora					
veličina, oblik: širina/visina [cm]	170/130	170/130	170/130	170/130	170/130
položaj: a / b / c / d [cm]	48 / 45 / 85 / 43	80 / 63 / 85 / 43	48 / 82 / 85 / 43	86 / 104 / 85 / 43	110 / 50 / 85 / 43
orijentacija	J	Z	I	I	I
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,26	0,19	0,15	0,13	0,26
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05

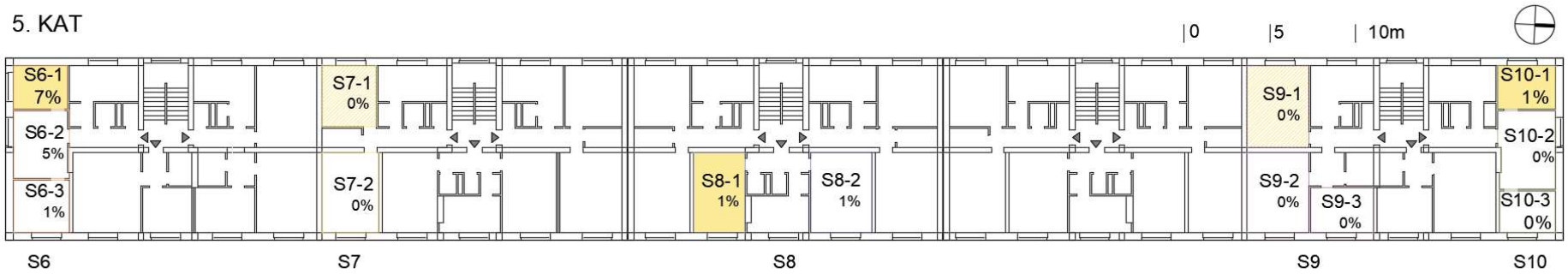
Kataloška jedinica 03.	Višestambena građevina "tip Bartolić"	
LOKACIJA	Zagreb, Trnsko 6 a - e	k.č. 730, k.o. Klara

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 5. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 5. KAT



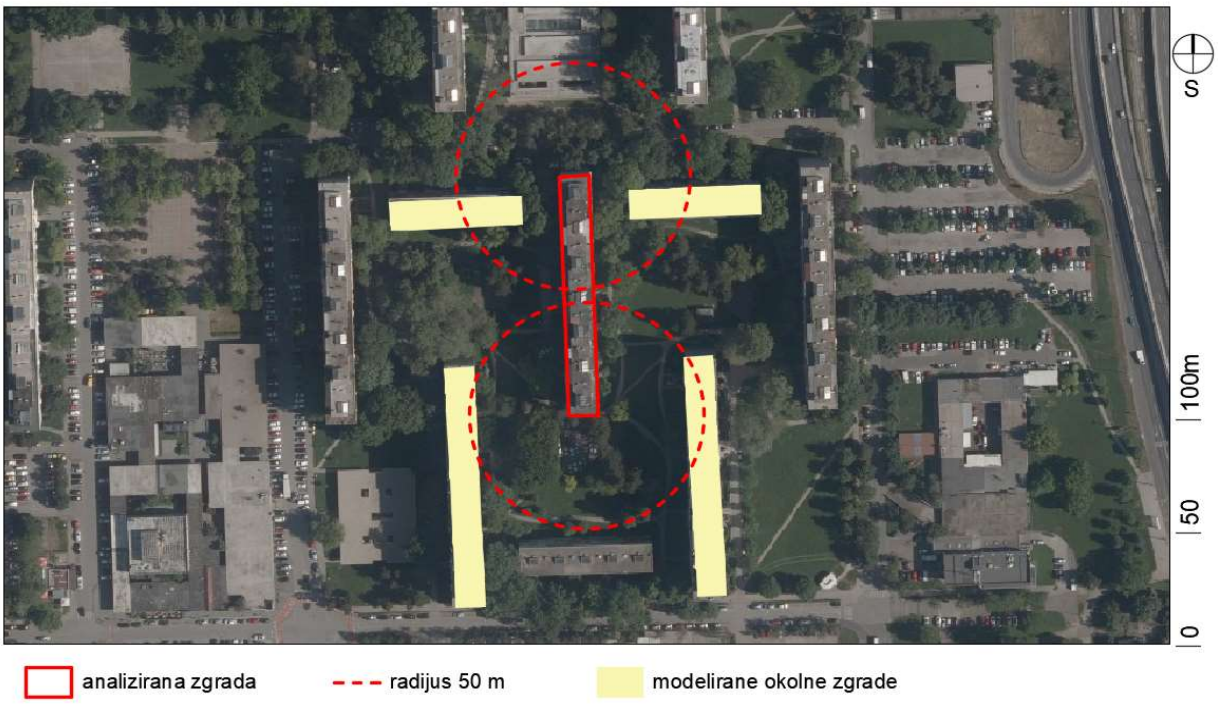
TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 5. KAT



OZNAKA STANA	S6	S7	S8	S9	S10
neto zatvorena ploština stana [m2]	51 m2	51 m2	48 m2	70 m2	51 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S6-1	S7-1	S8-1	S9-1	S10-1
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	2,63 / 3,18 / 2,58	3,10 / 3,70 / 2,58	3,00 / 4,85 / 2,58	3,60 / 4,90 / 2,58	3,40 / 2,60 / 2,58
neto ploština poda prostorije [m2]	8,36	11,53	14,57	17,75	8,94
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**7%**	**0%**	**1%**	**0%**	**1%**
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	-	7%	-	6%	-
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade					
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	2	3	-	3	3
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora					
veličina, oblik: širina/visina [cm]	170/130	170/130	170/130	170/130	170/130
položaj: a / b / c / d [cm]	48 / 45 / 85 / 43	80 / 63 / 85 / 43	48 / 82 / 85 / 43	86 / 104 / 85 / 43	110 / 50 / 85 / 43
orijentacija	J	Z	I	Z	Z
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,26	0,19	0,15	0,12	0,25
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,05	0,04	0,03	0,03	0,05

Kataloška jedinica 04.	**Višestambena građevina JU 62**	
LOKACIJA	Zagreb, Baburičina ulica 12-24	k.č. 545, k.o. Zaprudski otok

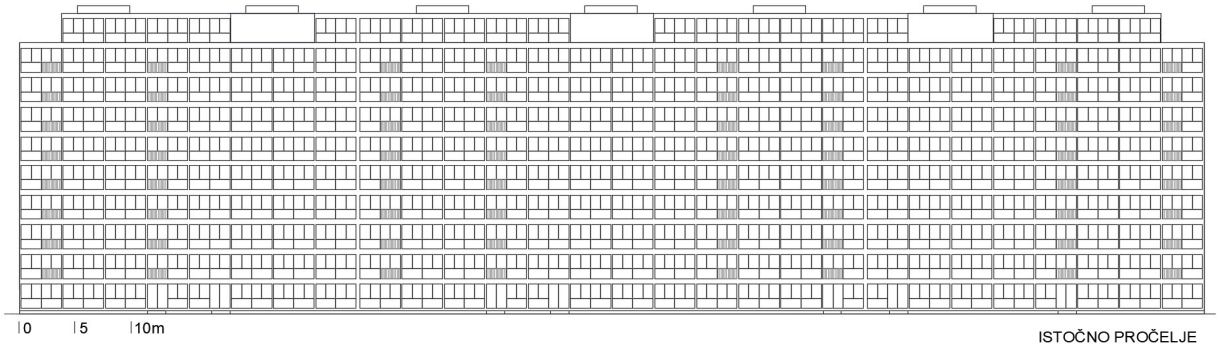
SITUACIJA

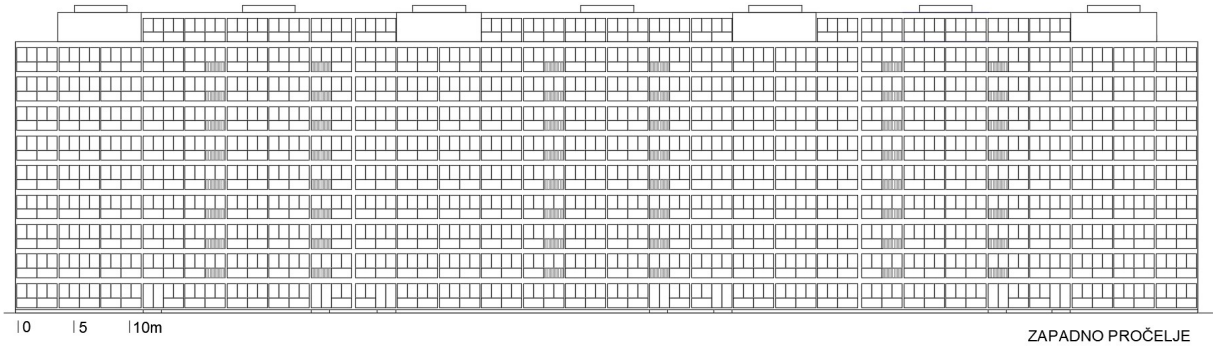


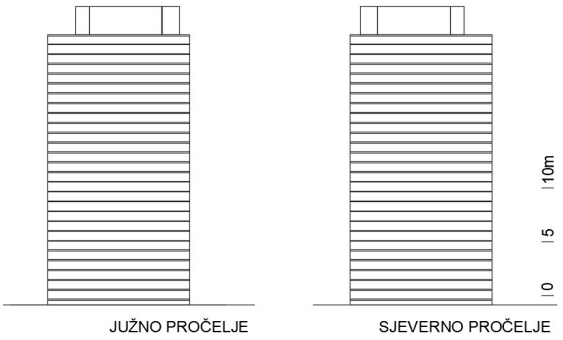
OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	1963.
ARHITEKTI	Bogdan Budimirov, Željko Solar, Dragutin Stilinović, Branko Hlebec, Ljubomir Perić
INVESTITOR	-
KATNOST	Pr+8+Kr
POVRŠINA ČESTICE	1335 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	11370 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Novi Zagreb - istok / Zapruđe
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI / NASELJU	3380 st/km2 / 31990 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	188
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	3
TIP STANOVA	2S, 3S, 4S / jednoetažni
OBLIK	lamela / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	27.7 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	27.7 m jugoistočna i jugozapadna, 14 m sjeveroistočna i sjeverozapadna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Digitalni arhiv stambenih zgrada
	Državni arhiv u Zagrebu
	Mlinar, 2007: 366-377
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024: 38

Kataloška jedinica 04.	Višestambena građevina JU 62	
LOKACIJA	Zagreb, Baburičina ulica 12-24	k.č. 545, k.o. Zaprudski otok

PROČELJA

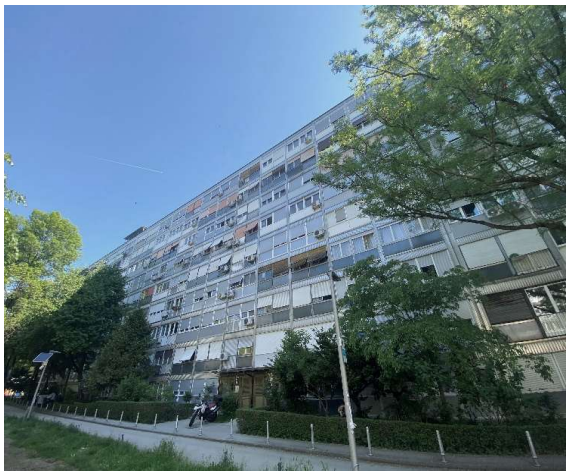






FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE

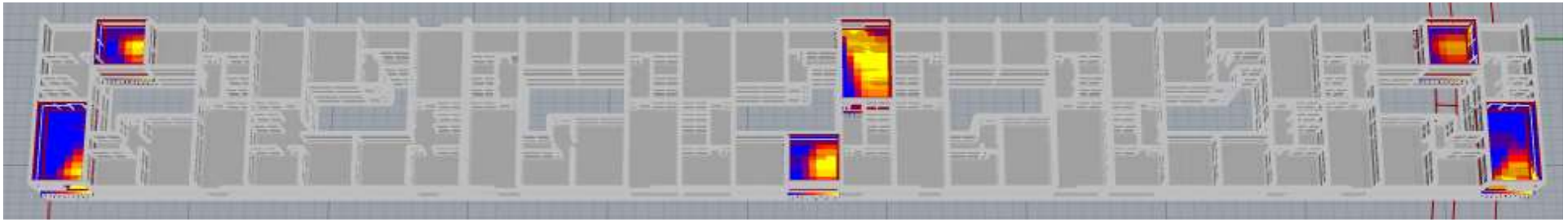




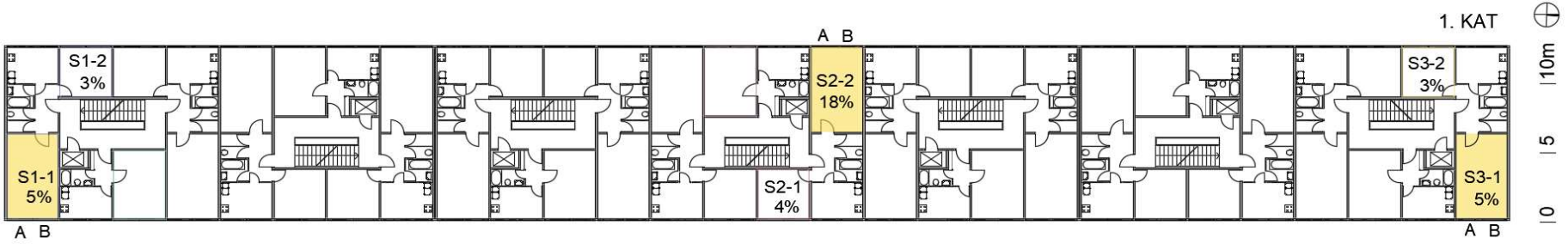
Kataloška jedinica 04.	Višestambena građevina JU 62	
LOKACIJA	Zagreb, Baburičina ulica 12-24	k.č. 545, k.o. Zaprudski otok

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

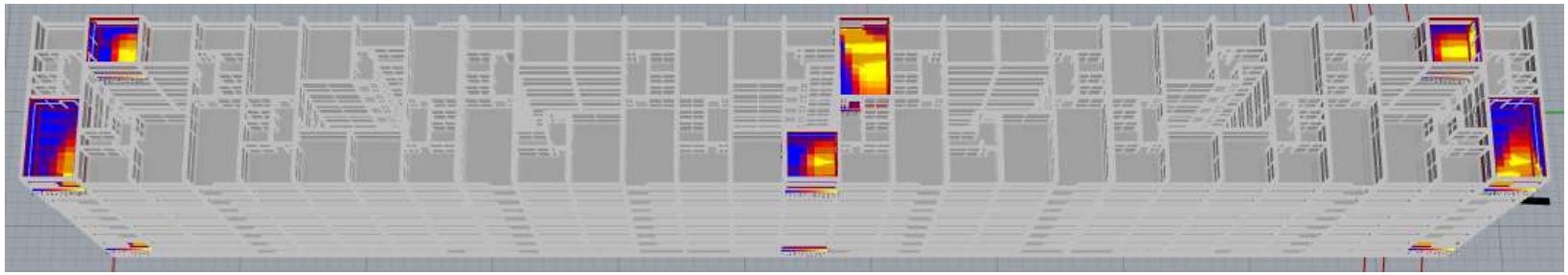


OZNAKA STANA	S1		S2		S3	
neto zatvorena ploština stana [m2]	57 m2		57 m2		57 m2	
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-1		S2-2		S3-1	
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,60 / 6,15 / 2,51		3,60 / 6,15 / 2,51		3,60 / 6,15 / 2,51	
neto ploština poda prostorije [m2]	22,14		22,14		22,14	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**5%**		**18%**		**5%**	
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B	A	B
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade						
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	28	29	-	-	30	29
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora						
veličina, oblik: širina/visina [cm]	180/130	180/220	180/220	180/130	180/220	180/130
položaj: a / b / c / d [cm]	180 / 0 / 90 / 31	0 / 180 / 0 / 31	0 / 180 / 0 / 31	180 / 0 / 90 / 31	180 / 0 / 0 / 31	0 / 180 / 90 / 31
orijentacija	I	I	Z	Z	I	I
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,28		0,28		0,28	
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,07		0,07		0,07	

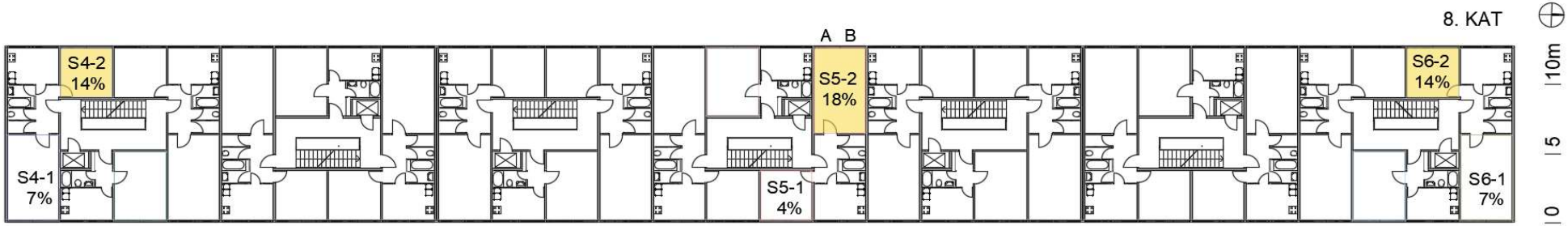
Kataloška jedinica 04.	**Višestambena građevina JU 62**	
LOKACIJA	Zagreb, Baburičina ulica 12-24	k.č. 545, k.o. Zaprudski otok

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 8. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 8. KAT



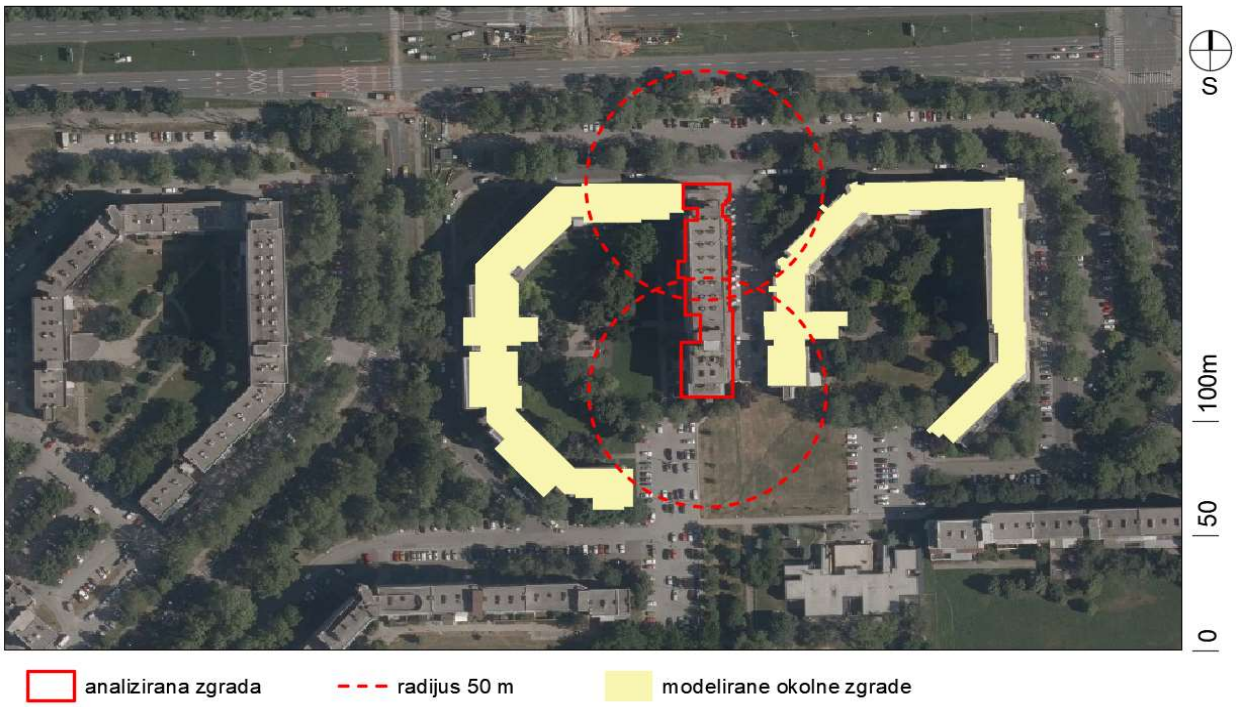
TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 8. KAT



OZNAKA STANA	**S4**	**S5**		**S6**
neto zatvorena ploština stana [m2]	57 m2	57 m2		57 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S4-2	S5-2		S6-2
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,60 / 3,60 / 2,51	3,60 / 6,15 / 2,51		3,60 / 3,60 / 2,51
neto ploština poda prostorije [m2]	12,96	22,14		12,96
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**14%**	**18%**		**14%**
oznaka vanjskog otvora	-	A	B	-
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade				
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	5	-	-	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora				
veličina, oblik: širina/visina [cm]	360/130	180/220	180/130	360/130
položaj: a / b / c / d [cm]	0 / 0 / 90 / 31	0 / 180 / 0 / 31	180 / 0 / 90 / 31	0 / 0 / 90 / 31
orijentacija	Z	Z	Z	Z
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,36	0,28		0,36
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,08	0,07		0,08

Kataloška jedinica 05.	**Višestambena građevina S 3.1.**	
LOKACIJA	Zagreb, Vijenac Frane Gotovca 8 – 14	k.č. 1360/1, k.o. Zaprudski otok

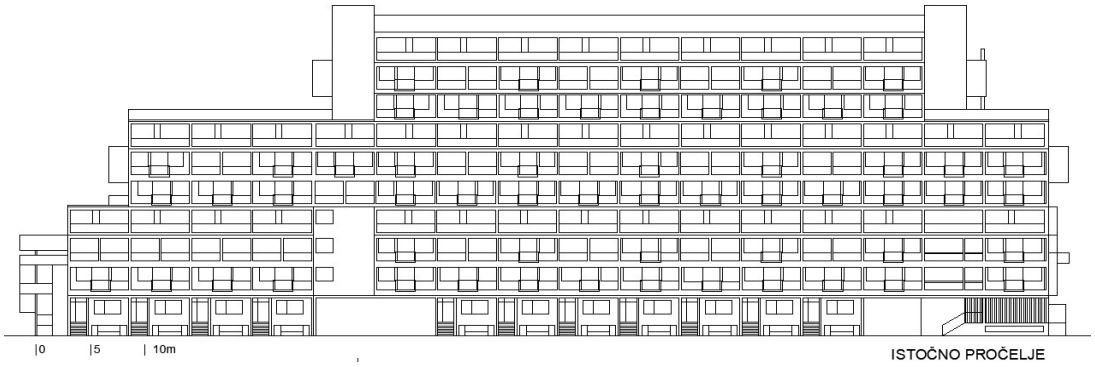
SITUACIJA



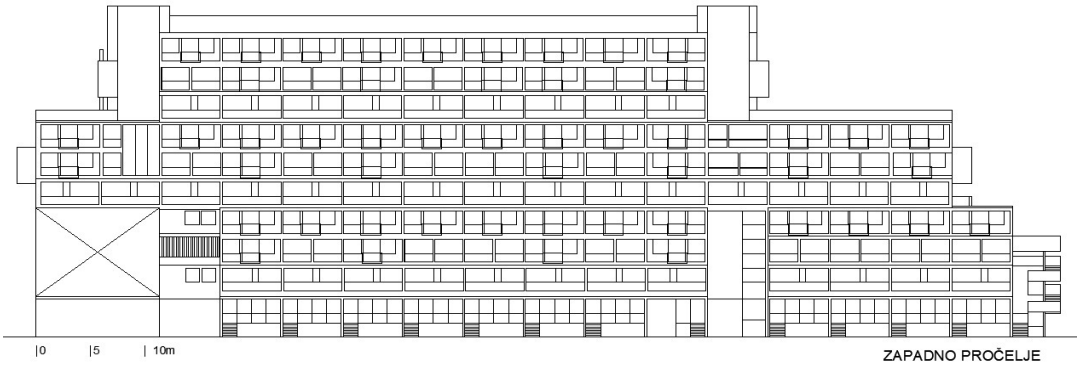
OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	1980.
ARHITEKTI	Tomislav Odak
INVESTITOR	USIZ stanovanja, USIZ komunalnih djelatnosti
KATNOST	Po + Pr + 9
POVRŠINA ČESTICE	5248 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE nadzemno	24168 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Novi Zagreb - istok / Dugave
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI / NASELJU	3380 st/km2 / 17215 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	344
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	-
TIP STANOVA	2S, 3S / jednoetažni, dvoetažni, troetažni
OBLIK	polublok / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	12.5 do 29 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	12.8 m (istočna), 20.6 (sjeveroistočna), 20.7 zapadna, 12.2 (jugozapadna)
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Digitalni arhiv stambenih zgrada
	https://tehnika.lzmk.hr/odak-tomislav/
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024.: 38
	Arhiv Grada Zagreba
	Korlaet, 2015: 65.
	Bjažić Klarin i Korlaet, 2020.

Kataloška jedinica 05.	Višestambena građevina S 3.1.	
LOKACIJA	Zagreb, Vijenac Frane Gotovca 8 – 14	k.č. 1360/1, k.o. Zaprudski otok

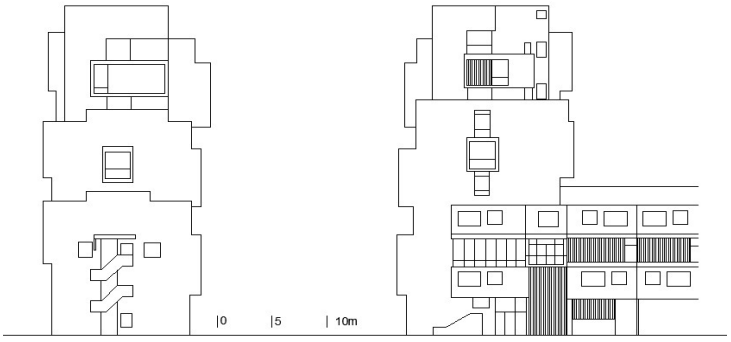
PROČELJA



ISTOČNO PROČELJE



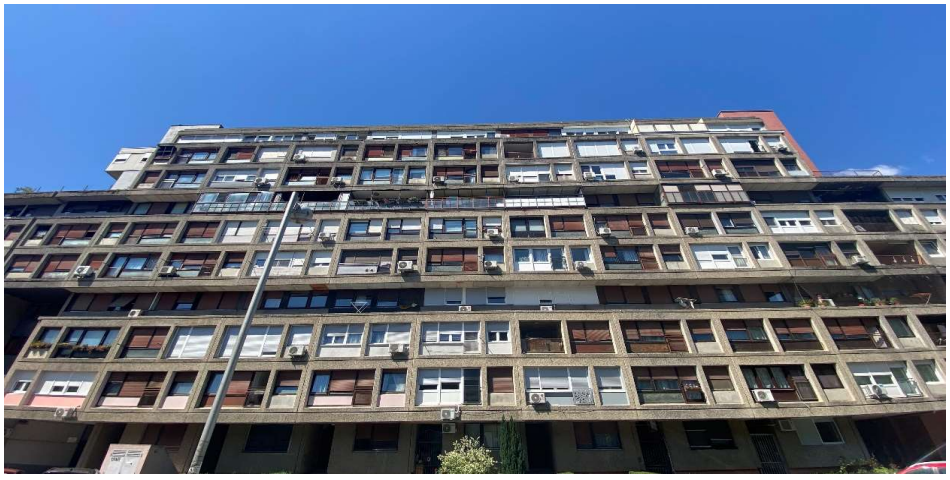
ZAPADNO PROČELJE



JUŽNO PROČELJE

SJEVERNO PROČELJE

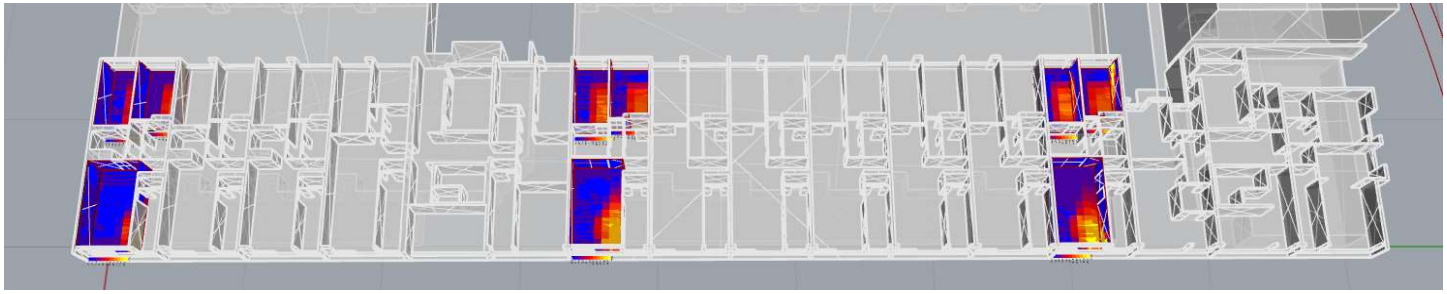
FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE



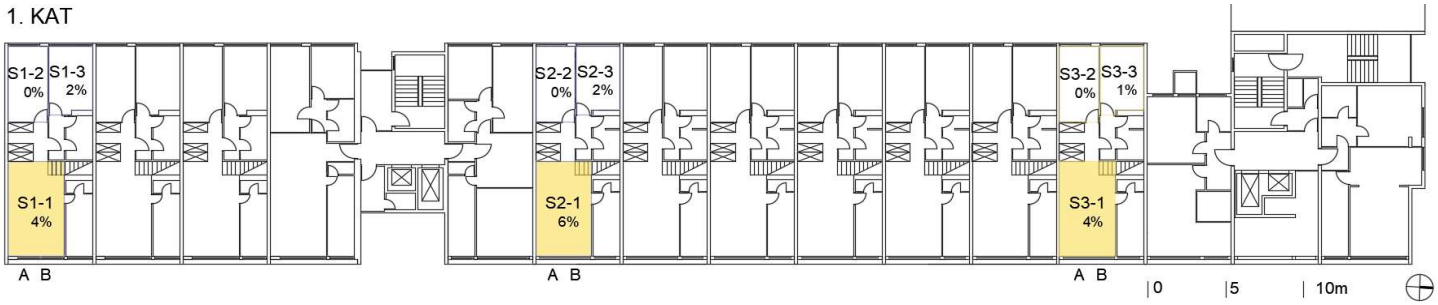
Kataloška jedinica 05.	**Višestambena građevina S 3.1.**	
LOKACIJA	Zagreb, Vijenac Frane Gotovca 8 – 14	k.č. 1360/1, k.o. Zaprudski otok

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

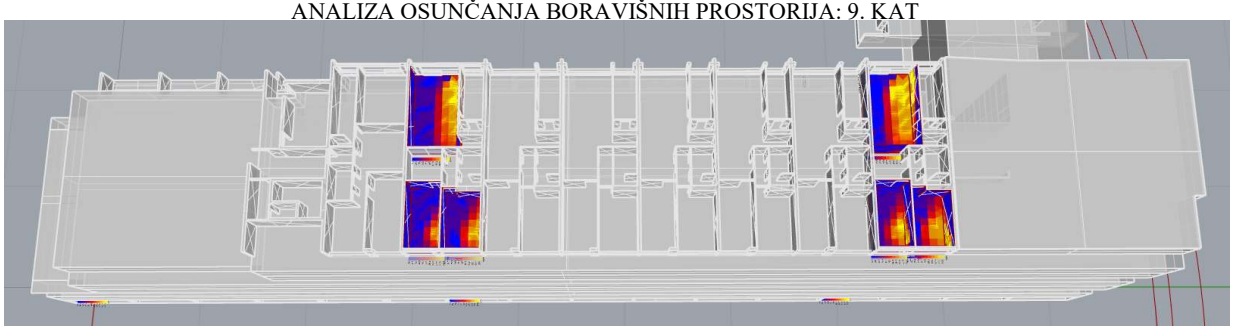


OZNAKA STANA	**S1**		**S2**		**S3**	
neto zatvorena ploština stana [m2]	77 m2		77 m2		77 m2	
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-1		S2-1		S3-1	
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,60 / 6,30 / 2,54		3,60 / 6,30 / 2,54		3,60 / 6,30 / 2,54	
neto ploština poda prostorije [m2]	22,68		22,68		22,68	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**4%**		**6%**		**4%**	
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B	A	B
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade						
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	14	14	21	21
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora						
veličina, oblik: širina/visina [cm]	140/140	150/205	140/140	190/205	140/140	190/205
položaj: a / b / c / d [cm]	160 / 60 / 95 / 19	0 / 210 / 30 / 19	195 / 25 / 95 / 19	10 / 160 / 30 / 19	195 / 25 / 95 / 19	10 / 160 / 30 / 19
orijentacija	I		I		I	
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,22		0,26		0,26	
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,05		0,06		0,06	

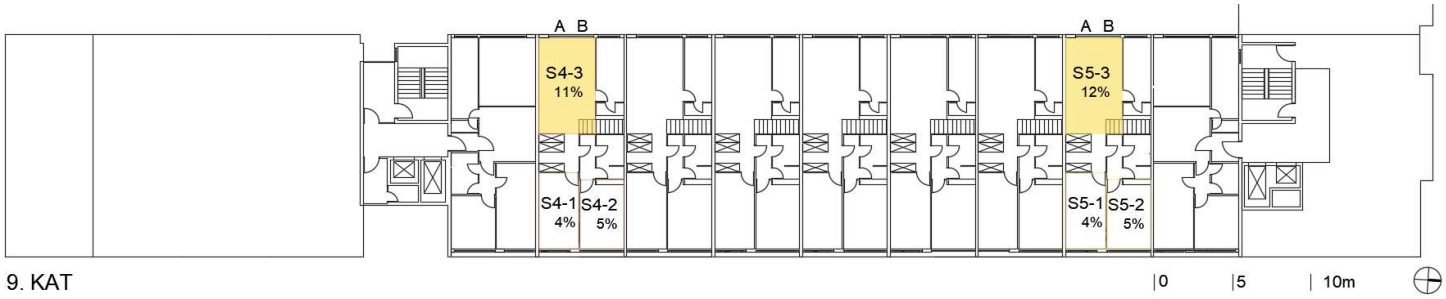
Kataloška jedinica 05.	**Višestambena građevina S 3.1.**	
LOKACIJA	Zagreb, Vijenac Frane Gotovca 8 – 14	k.č. 1360/1, k.o. Zaprudski otok

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 9. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 9. KAT



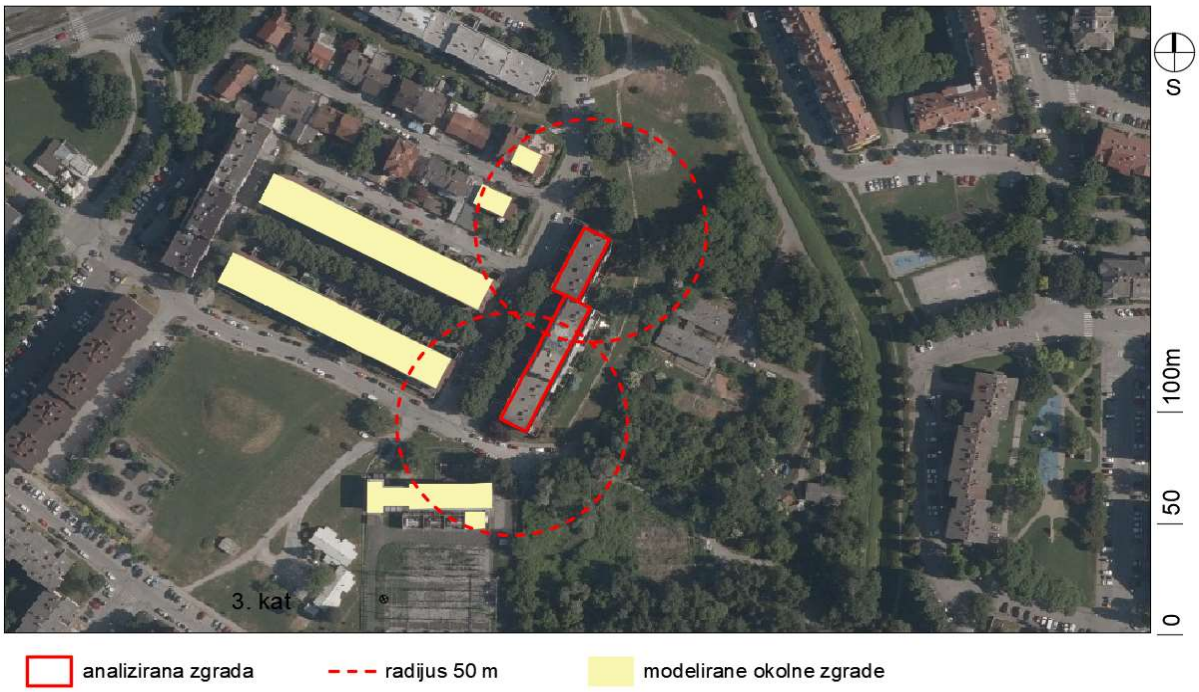
TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 9. KAT



OZNAKA STANA	**S4**		**S5**	
neto zatvorena ploština stana [m2]	77 m2		77 m2	
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S4-3		S5-3	
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,60 / 6,30 / 2,54		3,60 / 6,30 / 2,54	
neto ploština poda prostorije [m2]	22,68		22,68	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**11%**		**12%**	
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade				
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)	13 (H); 29 (V)	13 (H); 22 (V)
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora				
veličina, oblik: širina/visina [cm]	140/140	150/205	140/140	150/205
položaj: a / b / c / d [cm]	60 / 160 / 95 / 19	200 / 10 / 30 / 19	60 / 160 / 95 / 19	200 / 10 / 30 / 19
orijentacija	Z	Z	Z	Z
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,21		0,21	
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,05		0,05	

Kataloška jedinica 06.	**Višestambena građevina Jarun**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Josipa Prikrila 2 - 16	k.č.br. 5302, k.o. Rudeš

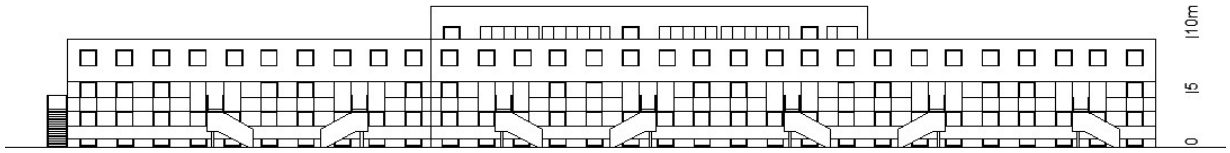
SITUACIJA



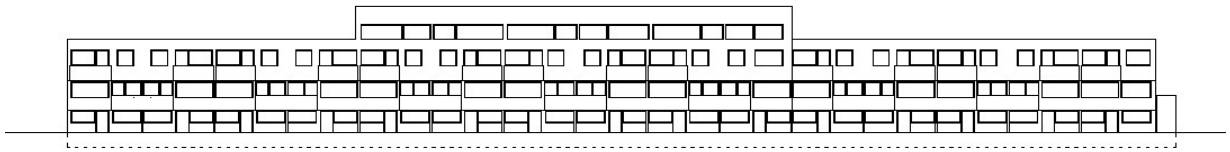
OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	1984.
ARHITEKT	Tomislav Odak
INVESTITOR	USIZ Stanovanja, Zagreb
KATNOST	Po + Pr + 3
POVRŠINA ČESTICE	1736 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	4944 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Trešnjevka - jug / Jarun
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	6639 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	49
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	2
TIP STANOVA	2S, 3S, 4S / jednoetažni
OBLIK	lamela / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	9.8 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	9.3 m, 9 m,13.7 m, 12.4 m i 11 m (od sjevera prema jugu)
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024.: 38
	Digitalni arhiv stambenih zgrada

Kataloška jedinica 06.	Višestambena građevina Jarun	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Josipa Prikrila 2 - 16	k.č.br. 5302, k.o. Rudeš

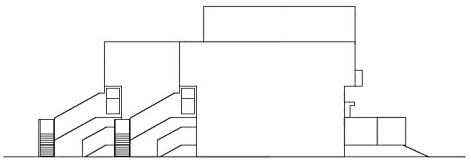
PROČELJA



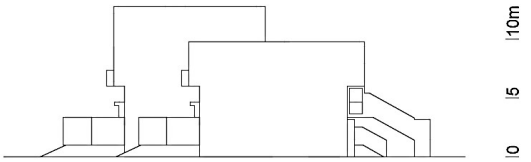
SJEVEROZAPADNO PROČELJE



JUGOISTOČNO PROČELJE



JUGOZAPADNO PROČELJE



SJEVEROISTOČNO PROČELJE

FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE

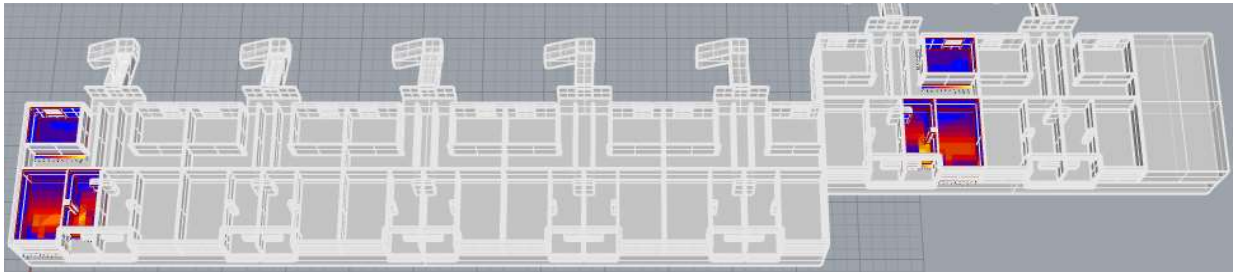




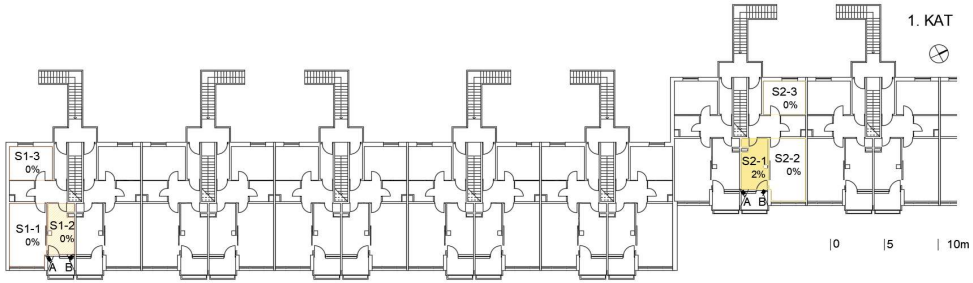
Kataloška jedinica 06.	**Višestambena građevina Jarun**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Josipa Prikrila 2 - 16	k.č.br. 5302, k.o. Rudeš

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

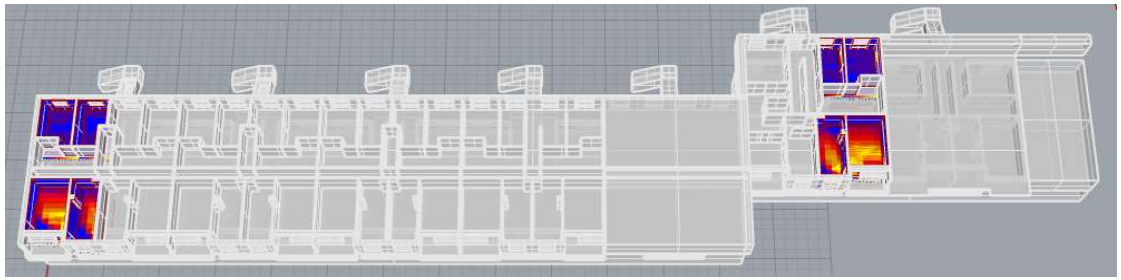


OZNAKA STANA	**S1**		**S2**	
neto zatvorena ploština stana [m2]	59 m2		59 m2	
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-2		S2-1	
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	2,50 / 4,86 / 2,65		2,50 / 4,86 / 2,65	
neto ploština poda prostorije [m2]	12,15		12,15	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**0%**		**2%**	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1 SAT	2%		-	
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade				
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	68 (H); 64 (V)	66 (H); 71 (V)	66 (H); 71 (V)	68 (H); 64 (V)
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora				
veličina, oblik: širina/visina [cm]	110/240	140/140	140/140	110/240
položaj: a / b / c / d [cm]	138 / 0 / 0 / 25	0 / 110 / 100 / 25	0 / 110 / 100 / 25	138 / 0 / 0 / 25
orijentacija	JI	JI	JI	JI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,38		0,38	
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,07		0,07	

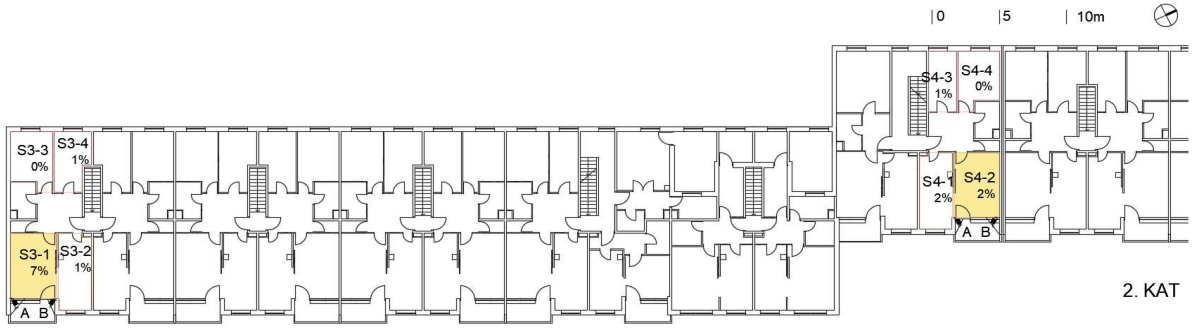
Kataloška jedinica 06.	**Višestambena građevina Jarun**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Josipa Prikrila 2 - 16	k.č.br. 5302, k.o. Rudeš

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 2. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 2. KAT



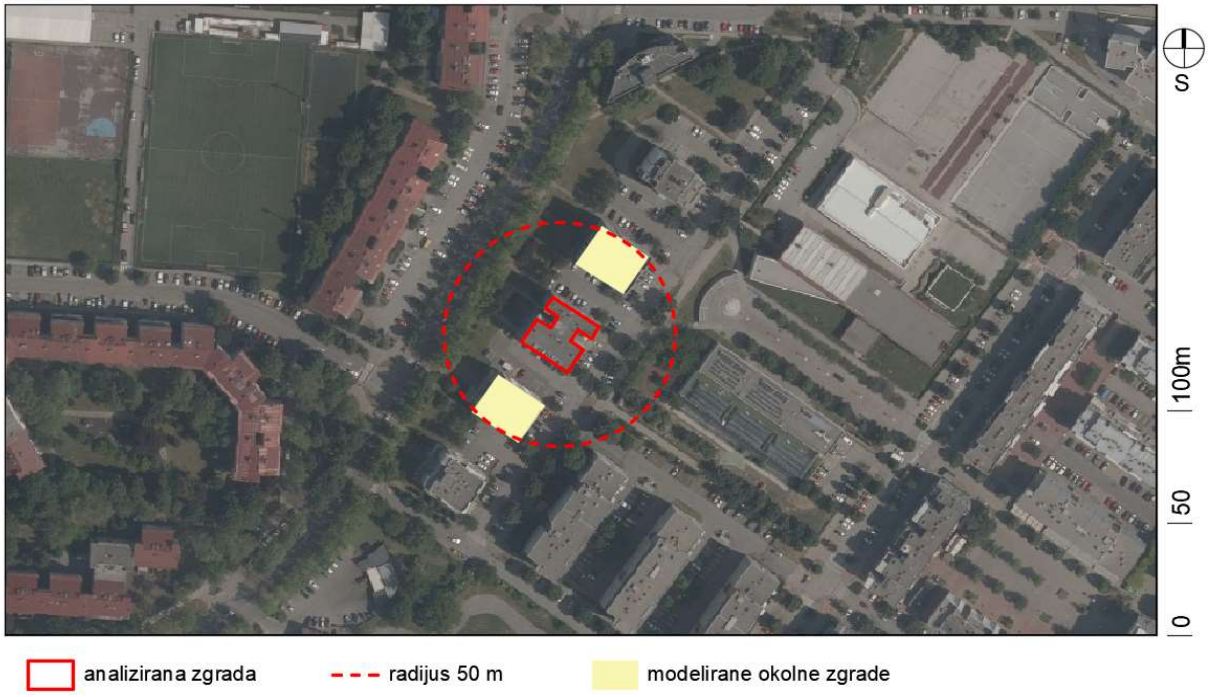
TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 2. KAT



OZNAKA STANA	**S3**		**S4**	
neto zatvorena ploština stana [m2]	73 m2		71 m2	
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S3-1		S4-2	
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,44 / 5,00 / 2,65		3,44 / 5,00 / 2,65	
neto ploština poda prostorije [m2]	17,2		17,2	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**7%**		**2%**	
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade				
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	52 (H); 57 (V)	64 (H); 48 (V)	64 (H); 48 (V)	52 (H); 57 (V)
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora				
veličina, oblik: širina/visina [cm]	210/140	110/240	110/240	210/140
položaj: a / b / c / d [cm]	130 / 0 / 100 / 25	15 / 215 / 0 / 25	15 / 215 / 0 / 25	130 / 0 / 100 / 25
orijentacija	JI	JI	JI	JI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,32		0,32	
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,07		0,07	

Kataloška jedinica 07.	**Višestambena građevina S3**	
LOKACIJA	Zagreb, Francesca Tenchinija 6	k.č. 4986/13, k.o. Donje Vrapče

SITUACIJA



OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	2003.
ARHITEKT	Sanja Filep
INVESTITOR	Agencija za pravni promet i posredovanje nekretninama
KATNOST	Po+Pr+5
POVRŠINA ČESTICE	576 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	2930 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Stenjevec / POS Španska
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	4400 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	30
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	6
TIP STANOVA	2S, 3S, 4S / jednoetažni i dvoetažni
OBLIK	slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	20.58 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	22 m sjeverna, 19.85 m južna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Digitalni arhiv stambenih zgrada
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024: 38
	arhiv autorice

Kataloška jedinica 07.	Višestambena građevina S3	
LOKACIJA	Zagreb, Francesca Tenchinija 6	k.č. 4986/13, k.o. Donje Vrapče

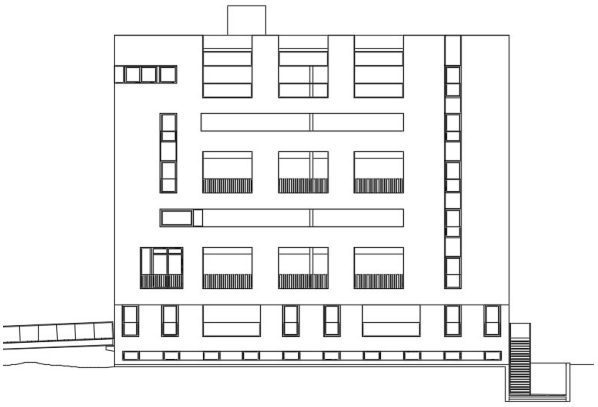
PROČELJA



JUGOISTOČNO PROČELJE



SJEVEROZAPADNO PROČELJE

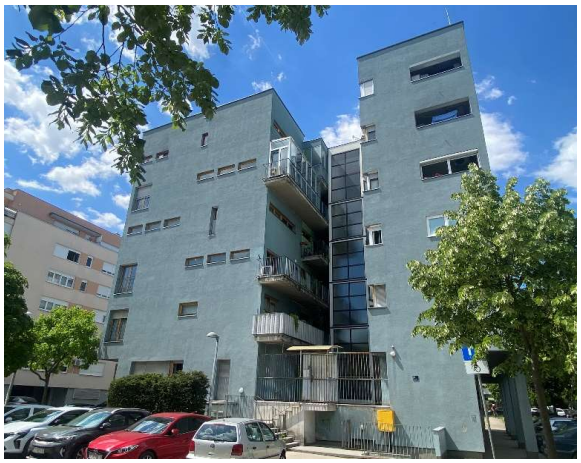


JUGOZAPADNO PROČELJE



SJEVEROISTOČNO PROČELJE

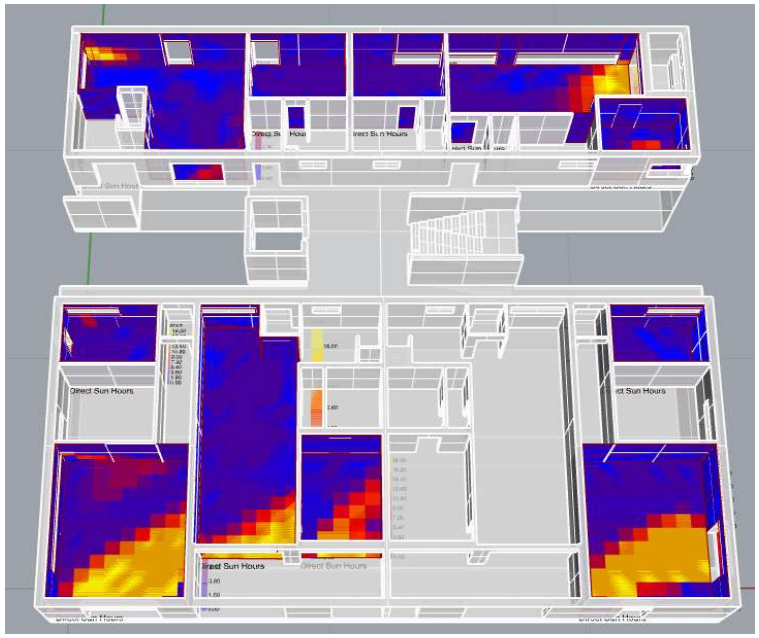
FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE



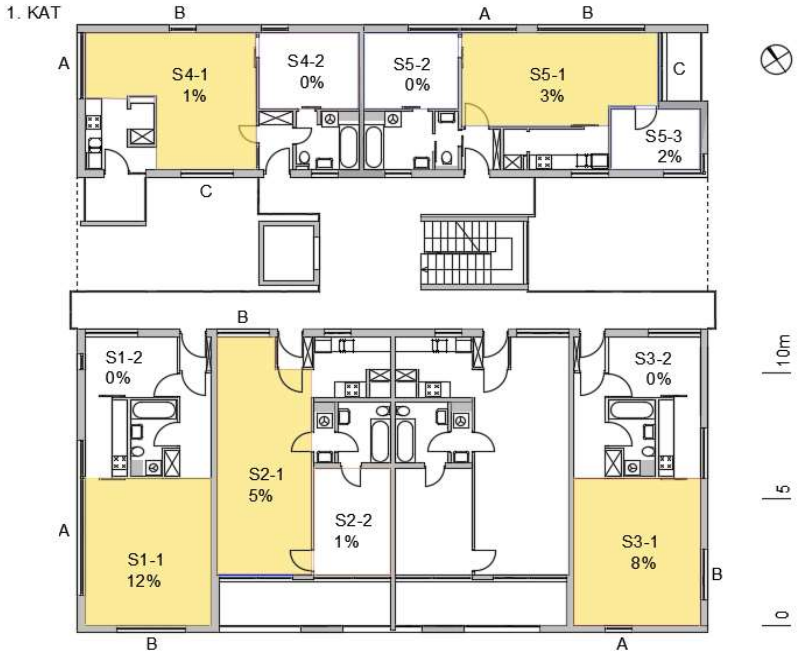


Kataloška jedinica 07.	**Višestambena građevina S3**	
LOKACIJA	Zagreb, Francesca Tenchinija 6	k.č. 4986/13, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT



ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT

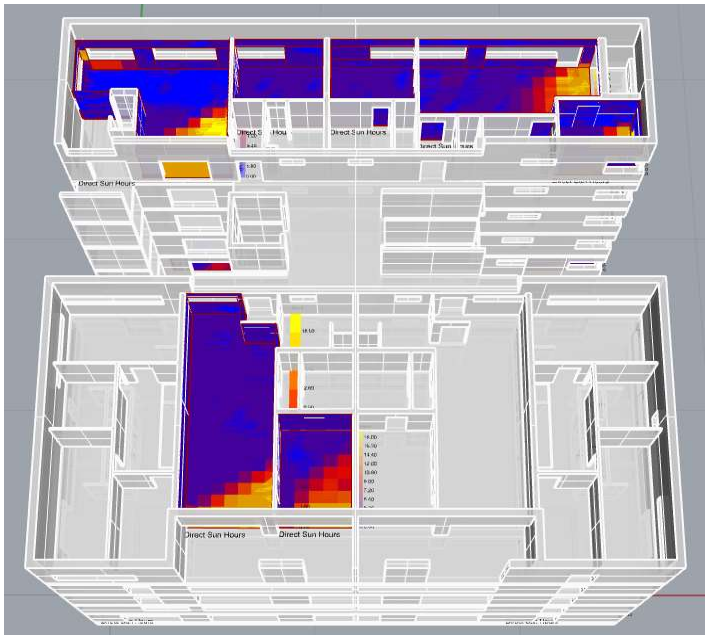


TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

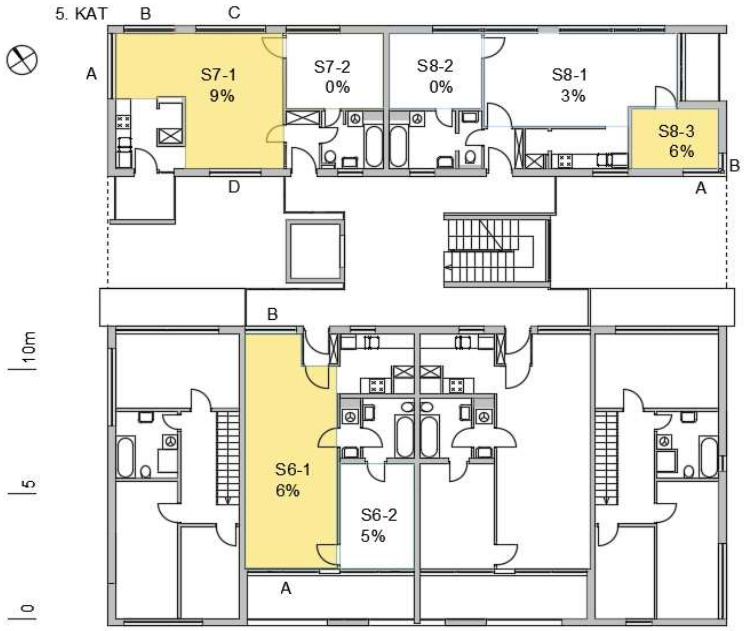
OZNAKA STANA	**S1**		**S2**		**S3**		**S4**			**S5**		
neto zatvorena ploština stana [m2]	53 m2		58 m2		53 m2		53 m2			61 m2		
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-1		S2-1		S3-1		S4-1			S5-1		
oblik prostorije (maks. neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	4,80/5,80/2,70		3,60/9,40/2,70		4,80/5,80/2,70		5,40/6,50/2,70			7,50/3,60/2,70		
neto ploština poda prostorije [m2]	27,84		31,79		27,84		27,25			26,00		
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**12%**		**5%**		**8%**		**1%**			**3%**		
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B	A	B	A	B	C	A	B	C
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade												
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	-	37	35	67	37	-	-	42	68	43	43	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°] * dodatno zasjenjenje zidom na lođi	-	-	59 (H)* 55 (V)	69 (V)	-	-	-	-	-	-	-	55 (H) 45 (V)
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora												
veličina, oblik: širina/visina [cm]	460/60	260/210	300/210	200/60	100/210	200/200	260/110	100/210	200/210	210/100	410/100	270/210
položaj: a / b / c / d [cm]	120/0/110/100	100/120/0/60	70/0/0/60	0/23/170/40	260/120/0/60	280/100/0/70	0/0/100/60	320/230/0/60	90/90/0/60	0/540/0/170	290/50/0/170	0/0/0/60
orijentacija	SZ	JZ	JZ	SI	JZ	JI	SZ	SI	JZ	SI	SI	JI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,30		0,24		0,22		0,34			0,46		
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,07		0,06		0,05		0,08			0,11		

Kataloška jedinica 07.	**Višestambena građevina S3**	
LOKACIJA	Zagreb, Francesca Tenchinija 6	k.č. 4986/13, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 5. KAT



ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 5. KAT

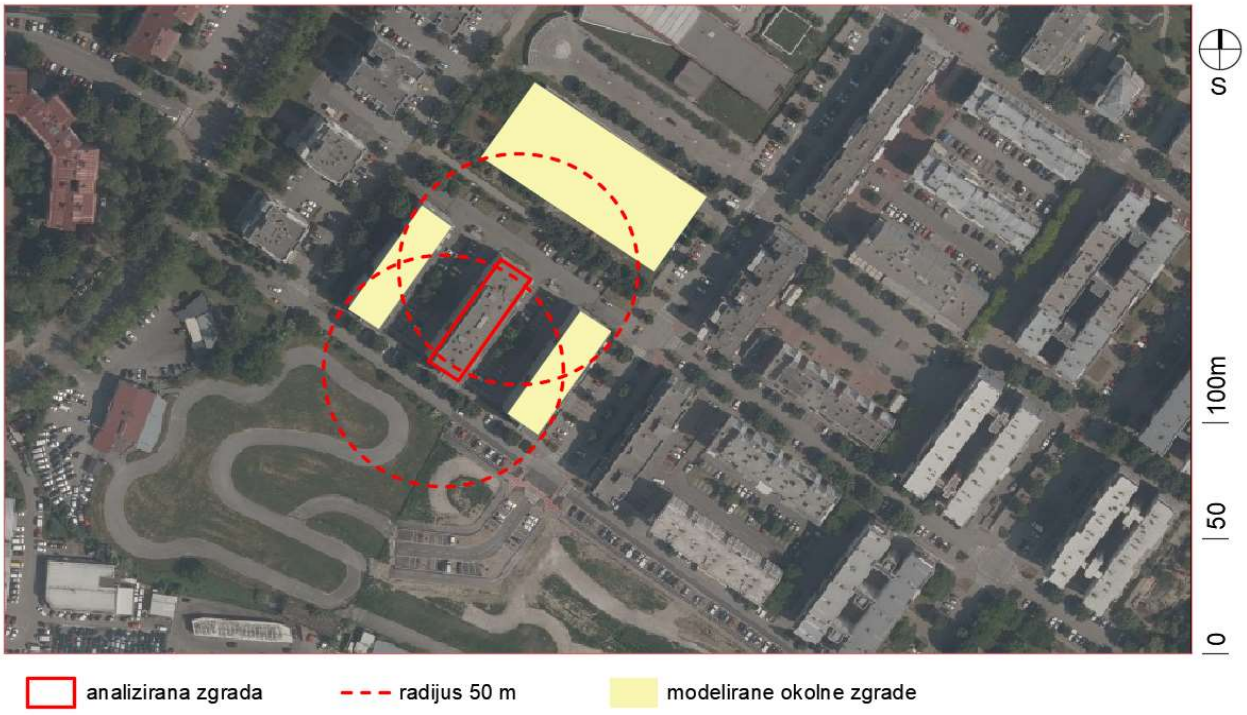


TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 5. KAT

OZNAKA STANA	**S6**		**S7**				**S8**	
neto zatvorena ploština stana [m2]	58 m2		53 m2				61 m2	
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S6-1		S7-1				S8-3	
oblik prostorije (maks. neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,60/9,40/2,70		5,40/6,50/2,70				2,40/3,40/2,70	
neto ploština poda prostorije [m2]	31,79		27,25				8,16	
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**6%**		**9%**				**6%**	
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B	C	D	A	B
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade								
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	5	18	-	11	11	26	22	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°] * dodatno zasjenjenje zidom na loži	59 (H)* 55 (V)	69 (V)	-	-	-	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora								
veličina, oblik: širina/visina [cm]	300/210	200/60	260/110	200/110	270/110	200/210	150/110	70/110
položaj: a / b / c / d [cm]	70/0/0/60	0/23/170/40	0/0/90/70	30/420/90/70	310/70/90/70	90/95/0/60	0/200/90/70	180/0/90/70
orijentacija	JZ	SI	SZ	SI	SI	JZ	JZ	JI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,24		0,45				0,30	
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,06		0,10				0,05	

Kataloška jedinica 08.	**Višestambena građevina 2A-9**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Drage Stipca 8 i 10	k.č. 4986/61, k.o. Donje Vrapče

SITUACIJA



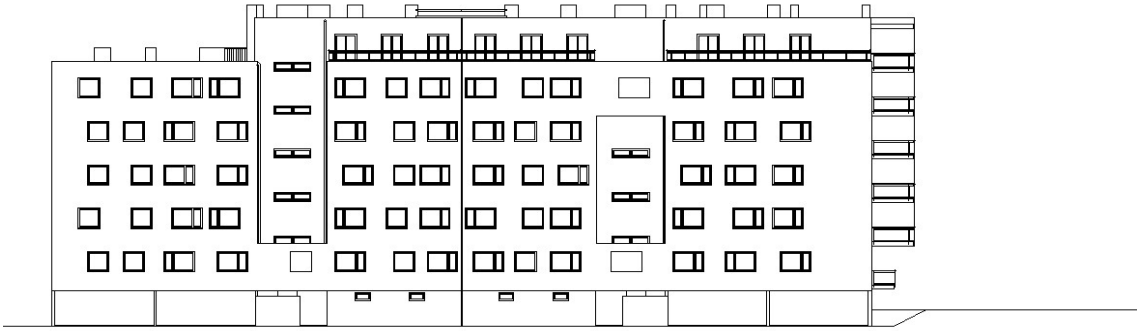
OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	2005.
ARHITEKT	Mario Pehnec
INVESTITOR	Agencija za pravni promet i posredovanje nekretninama
KATNOST	Pr+6
POVRŠINA ČESTICE	924 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	5740 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Stenjevec / POS Španska Oranice
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	4400 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	46
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	4
TIP STANOVA	2S, 3S, 4S / jednoetažni
OBLIK	lamela / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	21.20 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	21.20 m zapadna, 6 m sjeverna, 21.20 m istočna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	Statistički ljetopis Grada Zagreba 2024.: 38
	arhiv autora

Kataloška jedinica 08.	Višestambena građevina 2A-9	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Drage Stipca 8 i 10	k.č. 4986/61, k.o. Donje Vrapče

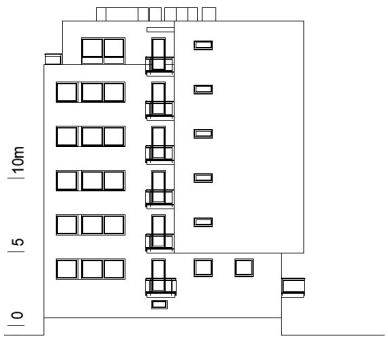
PROČELJA



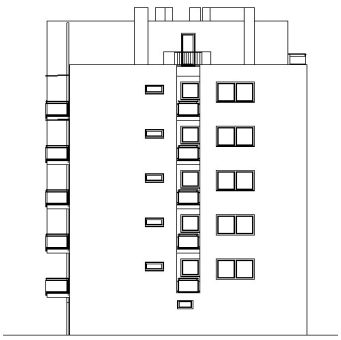
JUGOISTOČNO PROČELJE



SJEVEROZAPADNO PROČELJE



JUGOZAPADNO PROČELJE



SJEVEROISTOČNO PROČELJE

FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE

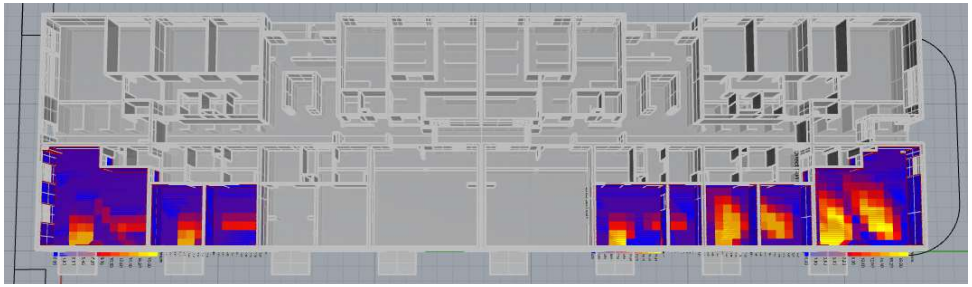




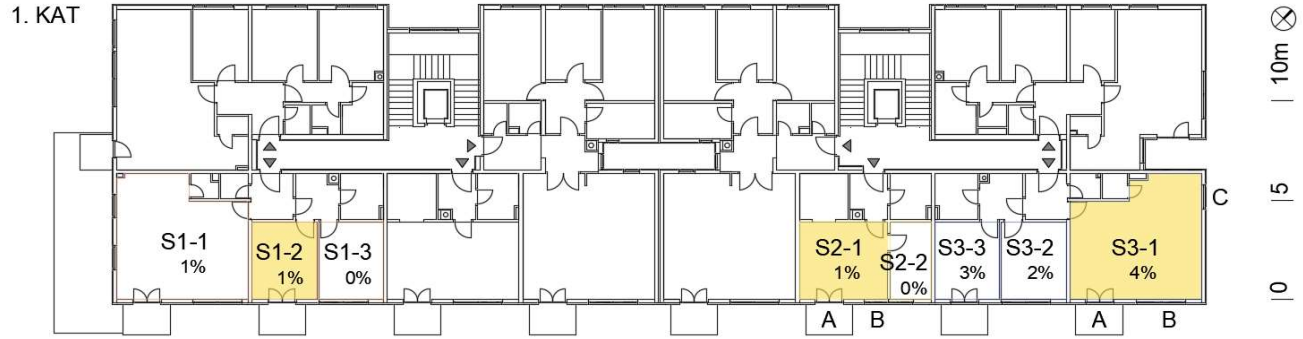
Kataloška jedinica 08.	**Višestambena građevina 2A-9**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Drage Stipca 8 i 10	k.č. 4986/61, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

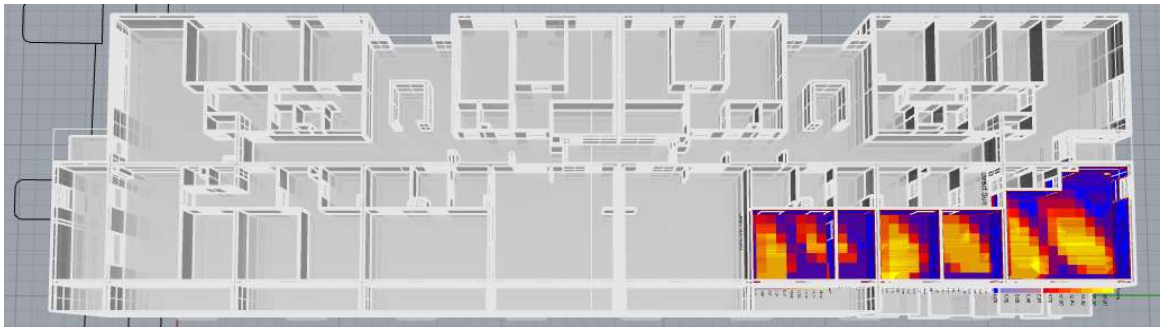


OZNAKA STANA	**S1**	**S2**		**S3**		
neto zatvorena ploština stana [m2]	80 m2	39 m2		80 m2		
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-2	S2-1		S3-1		
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,16 / 3,90 / 2,72	4,30 / 3,90 / 2,72		6,43 / 6,32 / 2,72		
neto ploština poda prostorije [m2]	12,32	16,77		36,57		
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**1%**	**1%**		**4%**		
oznaka vanjskog otvora	-	A	B	A	B	C
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade						
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	34	34	34	29	28	1
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	47 (V)	47 (V)	57 (V)	-	57 (V)	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora						
veličina, oblik: širina/visina [cm]	140/230	140/230	120/140	140/230	240/140	120/60
položaj: a / b / c / d [cm]	100/76/0/42	215/75/0/42	0/315/95/37	427/76/0/42	77/326/95/37	57/455/155/57
orijentacija	JI	JI	JI	JI	JI	SI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,26	0,29		0,20		
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,05	0,06		0,05		

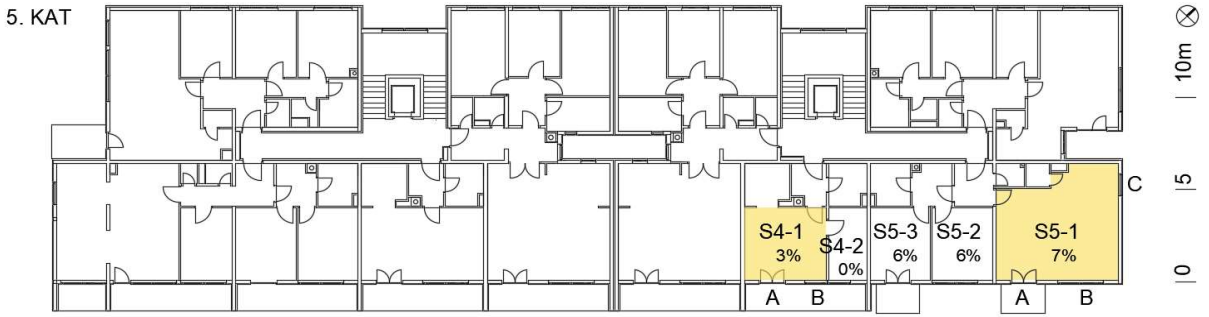
Kataloška jedinica 08.	**Višestambena građevina 2A-9**	
LOKACIJA	Zagreb, Ulica Drage Stipca 8 i 10	k.č. 4986/61, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 5. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 5. KAT



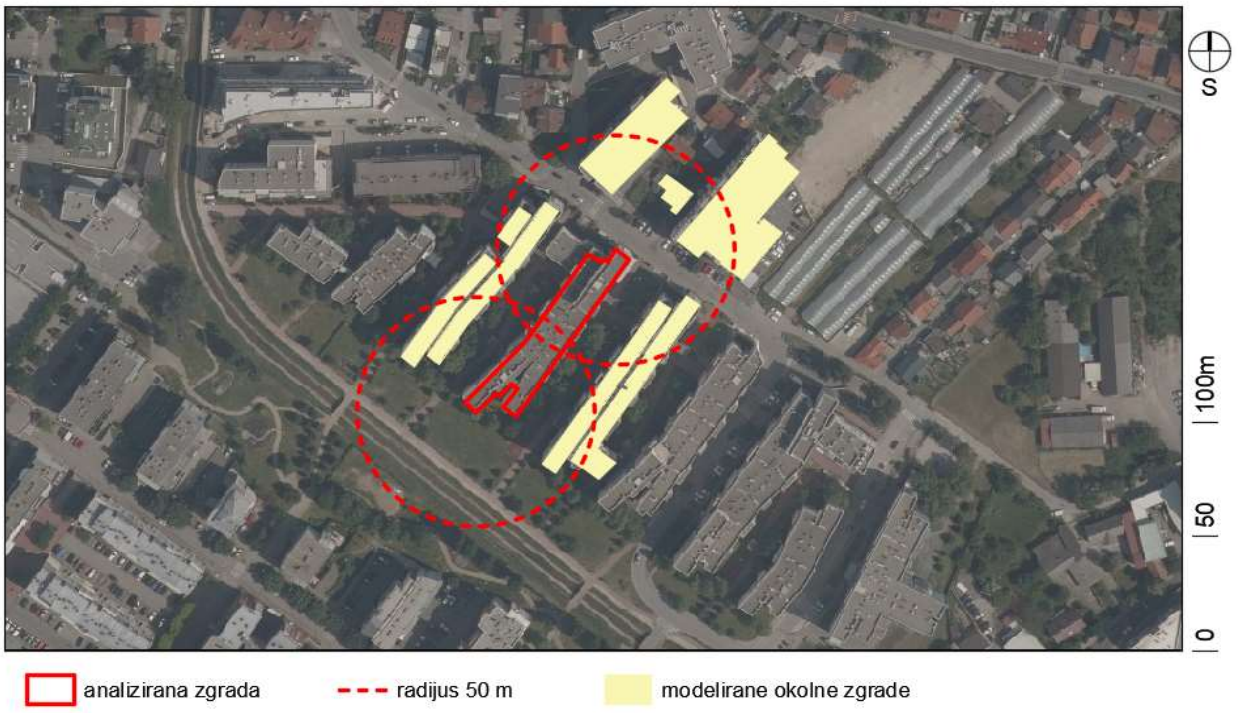
TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 5. KAT



OZNAKA STANA	**S4**		**S5**		
neto zatvorena ploština stana [m2]	39 m2		80 m2		
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S4-1		S5-1		
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	4,30 / 3,90 / 2,72		6,43 / 6,32 / 2,72		
neto ploština poda prostorije [m2]	16,77		36,57		
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**3%**		**7%**		
oznaka vanjskog otvora	A	B	A	B	C
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade					
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	13	12	5	4	-
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	48 (H); 47 (V)	33 (H); 57 (V)	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora					
veličina, oblik: širina/visina [cm]	140/230	120/140	140/230	240/140	120/140
položaj: a / b / c / d [cm]	215/75/0/42	0/315/95/37	427/76/0/42	77/326/95/37	57/455/95/37
orijentacija	JI	JI	JI	JI	SI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,29		0,23		
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,06		0,06		

Kataloška jedinica 09.	**Višestambena građevina L3**	
LOKACIJA	Zagreb, Pavlenski put 5 a - b	k.č. 4993/1, k.o. Donje Vrapče

SITUACIJA



OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	2006. – 2008.
ARHITEKT	Zoran Bošević, Davorka Cindrić, Boris Fiolić, Nikola Škarić i Tena Žic
INVESTITOR	PROFECTUS PROJEKTIRANJE d.o.o. (projektna dokumentacija); KROATERA d.o.o. (izvedba)
KATNOST	2Po+Pr+7
POVRŠINA ČESTICE	11 300 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	8820 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Stenjevec / Pavlenski put
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	4400 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	112
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	-
TIP STANOVA	2S, 3S, 4S / jednoetažni
OBLIK	lamela / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	23.60 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	23 m zapadna, 23 m istočna, 5 m sjeverna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	https://www.bifstudio.com/production/hr/projekt/pavlenski-put~no2384/
	arhiv autora

Kataloška jedinica 09.	Višestambena građevina L3	
LOKACIJA	Zagreb, Pavlenski put 5 a - b	k.č. 4993/1, k.o. Donje Vrapče

PROČELJA

JUGOISTOČNO PROČELJE



SJEVEROZAPADNO PROČELJE





JUGOZAPADNO PROČELJE



SJEVEROISTOČNO PROČELJE

FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE

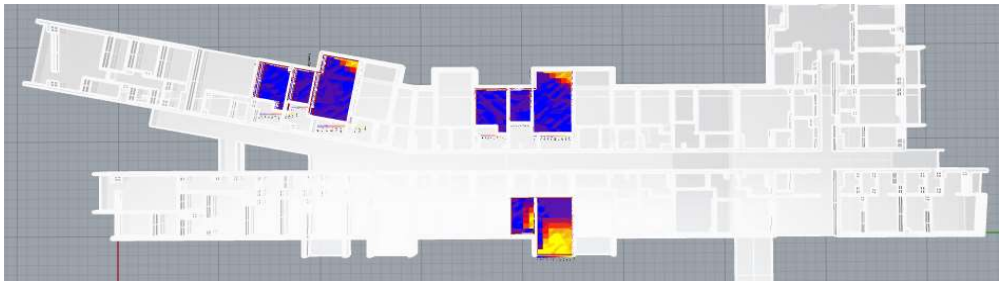




Kataloška jedinica 09.	**Višestambena građevina L3**	
LOKACIJA	Zagreb, Pavlenski put 5 a - b	k.č. 4993/1, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

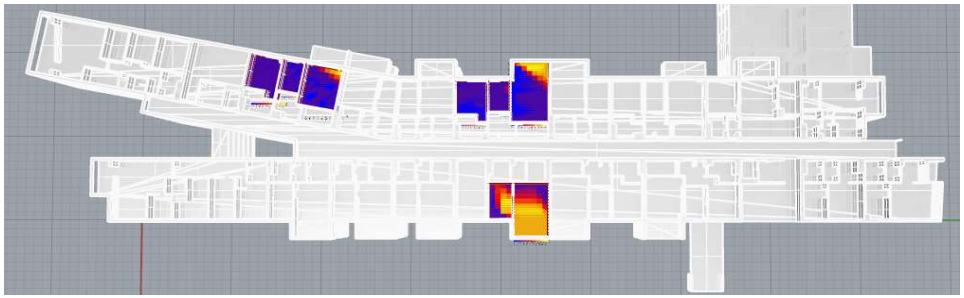


OZNAKA STANA	**S1**	**S2**	**S3**
neto zatvorena ploština stana [m2]	64 m2	64 m2	43 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-3	S2-3	S3-2
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,80 / 6,50 / 2,52	3,80 / 6,50 / 2,52	3,50 / 5,76 / 2,52
neto ploština poda prostorije [m2]	24,70	24,70	20,16
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**4%**	**4%**	**17%**
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade			
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	34	34	35
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora			
veličina, oblik: širina/visina [cm]	350/225	350/225	350/250
položaj: a / b / c / d [cm]	0/0/0/27	0/0/0/27	0/0/0/2
orijentacija	SZ	SZ	JI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,32	0,32	0,43
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,08	0,08	0,10

Kataloška jedinica 09.	**Višestambena građevina L3**	
LOKACIJA	Zagreb, Pavlenski put 5 a - b	k.č. 4993/1, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 5. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 5. KAT



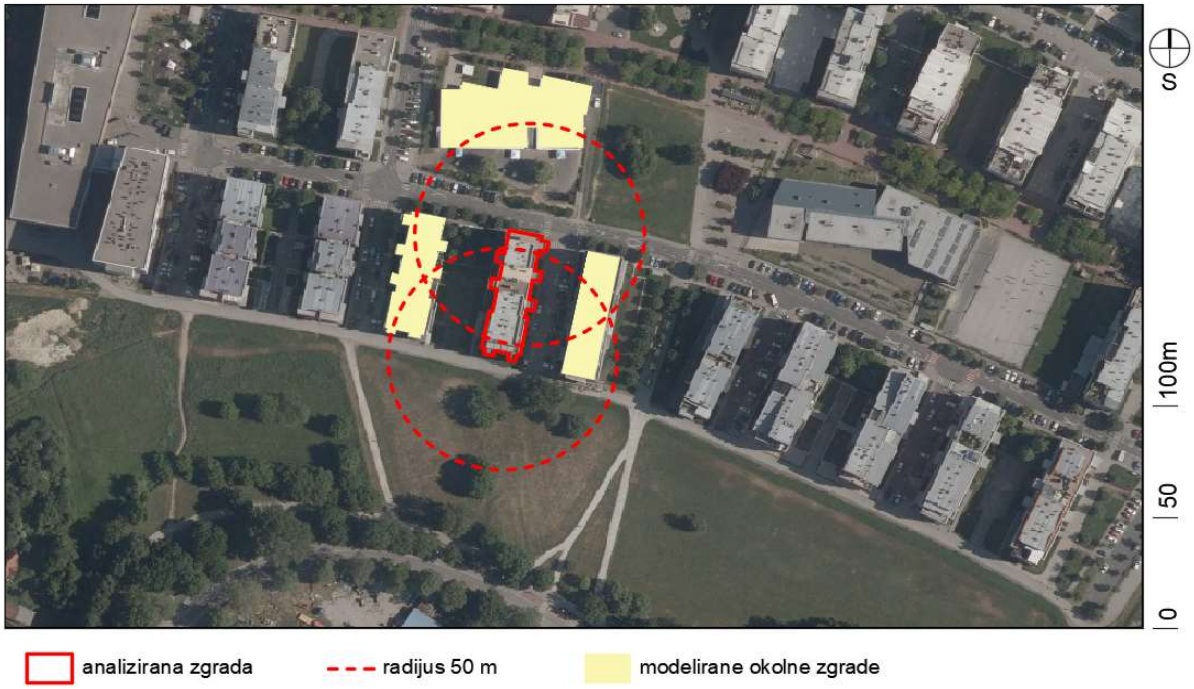
TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 5. KAT



OZNAKA STANA	**S4**	**S5**	**S6**
neto zatvorena ploština stana [m2]	57 m2	64 m2	43 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S4-3	S5-3	S6-2
oblik prostorije (neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	3,80 / 4,50 / 2,52	3,80 / 6,50 / 2,52	3,50 / 5,76 / 2,52
neto ploština poda prostorije [m2]	17,10	24,70	20,16
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**2%**	**10%**	**22%**
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade			
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	4	5	4
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	-	-
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora			
veličina, oblik: širina/visina [cm]	290/225	350/250	350/225
položaj: a / b / c / d [cm]	28/60/0/27	0/0/0/2	0/0/0/27
orijentacija	SZ	SZ	JI
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,38	0,35	0,39
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,09	0,09	0,09

Kataloška jedinica 10.	**Višestambena građevina J7**	
LOKACIJA	Zagreb, Palinovečka ulica 51 i 53	k.č. 6665/1, k.o. Donje Vrapče

SITUACIJA



OPĆI PODATCI	
GODINA IZGRADNJE	2009.
ARHITEKT	Sanela Beganović
INVESTITOR	Geoprojekt d.o.o.
KATNOST	Po+Pr+5
POVRŠINA ČESTICE	2671 m2
BRUTO POVRŠINA ZGRADE	4987 m2
GRADSKA ČETVRT / NASELJE	Trešnjevka - jug / Vrbani III
GUSTOĆA STANOVNIKA U ČETVRTI	6639 st/km2
BROJ STANOVA U ZGRADI	38
BROJ STANOVA NA STUBIŠTU	3 ili 4
TIP STANOVA	1S, 2S, 3S, 4S, 5S / jednoetažni
OBLIK	lamela / slobodnostojeća
VISINA ANALIZIRANE ZGRADE	19.1 m
VISINE SUSJEDNIH ZGRADA	19.57 m zapadna, 19.8 m istočna, 7.6 m sjeverna
IZVOR	Zg geoportal; ZG3D: 3D model Grada Zagreba
	arhiv autora

Kataloška jedinica 09.	Višestambena građevina J7	
LOKACIJA	Zagreb, Palinovečka ulica 51 i 53	k.č. 6665/1, k.o. Donje Vrapče

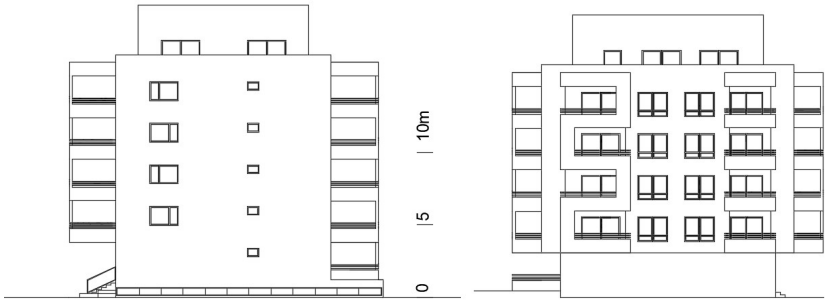
PROČELJA



ISTOČNO PROČELJE



ZAPADNO PROČELJE



SJEVERNO PROČELJE

JUŽNO PROČELJE

FOTOGRAFIJE ZGRADE - POSTOJEĆE STANJE

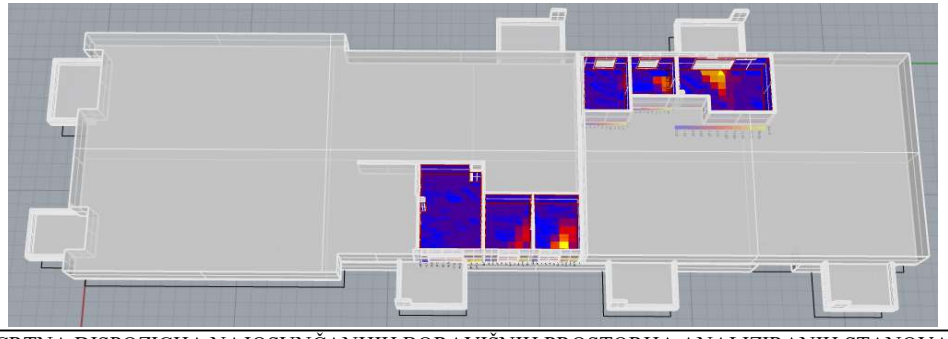




Kataloška jedinica 10.	**Višestambena građevina J7**	
LOKACIJA	Zagreb, Palinovečka ulica 51 i 53	k.č. 6665/1, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 1. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 1. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 1. KAT

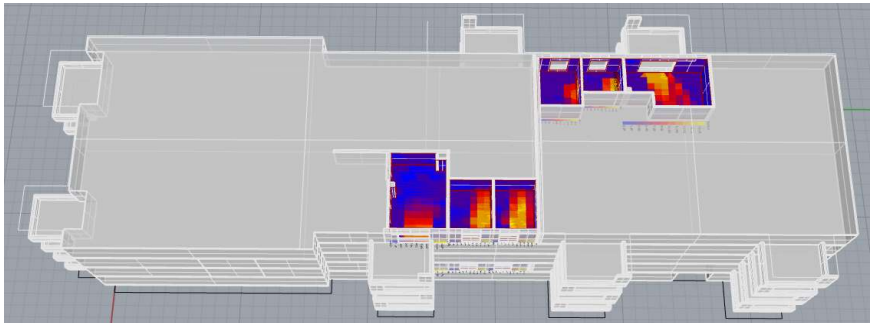


OZNAKA STANA	**S1**	**S2**
neto zatvorena ploština stana [m2]	73 m2	67 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S1-3	S2-3
oblik prostorije (maks. neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	2,92 / 3,80 / 2,62	6,00 / 3,95 / 2,62
neto ploština poda prostorije [m2]	11,10	21,42
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**1%**	**2%**
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade		
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	33	26
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	67 (V) + zid balkona
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora		
veličina, oblik: širina/visina [cm]	130/170	260/210
položaj: a / b / c / d [cm]	125/37/50/42	120/220/10/42
orijentacija	I	Z
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,20	0,25
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,04	0,06

Kataloška jedinica 10.	**Višestambena građevina J7**	
LOKACIJA	Zagreb, Palinovečka ulica 51 i 53	k.č. 6665/1, k.o. Donje Vrapče

ANALIZIRANI STANOVI I PRIPADAJUĆE BORAVIŠNE PROSTORIJE: 4. KAT

ANALIZA OSUNČANJA BORAVIŠNIH PROSTORIJA: 4. KAT



TLOCRTNA DISPOZICIJA NAJOSUNČANIJIH BORAVIŠNIH PROSTORIJA ANALIZIRANIH STANOVA: 4. KAT



OZNAKA STANA	**S3**	**S4**
neto zatvorena ploština stana [m2]	73 m2	67 m2
oznaka najosunčanije boravišne prostorije stana	S3-3	S4-3
oblik prostorije (maks. neto širina / tlocrtna dubina / visina) [m]	2,92 / 3,80 / 2,62	6,00 / 3,95 / 2,62
neto ploština poda prostorije [m2]	11,10	21,42
UDIO PLOŠTINE TESTNIH PLOHA PROSTORIJE OSUNČAN ≥ 1.5 SAT	**3%**	**3%**
KRITERIJI OSUNČANJA - zasjenjenost vanjskih otvora zgrade		
okolna izgradnja (vertikalni kut zasjenjenja) [°]	16	12
geometrija pročelja zgrade (vertikalni i/ili horizontalni kut zasjenjenja) [°]	-	67 (V) + zid balkona
KRITERIJI OSUNČANJA - karakteristike otvora		
veličina, oblik: širina/visina [cm]	130/170	260/210
položaj: a / b / c / d [cm]	125/37/50/42	120/220/10/42
orijentacija	I	Z
WFR (odnos ploštine otvora i ploštine poda prostorije u kojoj se otvor nalazi) [-]	0,20	0,25
odnos ploštine otvora i ploštine svih ploha prostorije u kojoj se otvor nalazi [-]	0,04	0,06

Životopis autorice s popisom objavljenih djela

Stanka Ostojić (rođ. Raič) rođena je 1985. godine u Šibeniku, gdje je 2003. godine maturirala u Gimnaziji Antuna Vrančića (opći smjer). Na Studiju arhitekture na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu je diplomirala 2009. godine. Od 2009. do 2012. godine radi u Zavodu za zgradarstvo i fiziku zgrada Arhitektonskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu na nizu stručnih projekata, kao stručni suradnik. Sudjeluje na arhitektonskim natječajima te izlaže natječajne radove u sklopu izložbi. Stručni ispit položila je 2012. godine. Od 2009. godine kontinuirano sudjeluje u održavanju nastave na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, na Katedri za arhitektonske konstrukcije i zgradarstvo, Kabinetu za arhitektonske konstrukcije, fiziku zgrade, materijale i tehnologiju građenja (kao honorarni asistent, od 2012. kao predavač, od 2023. kao viši predavač). U nastavi sudjeluje na kolegijima preddiplomskog studija (Arhitektonske konstrukcije i materijali I i II, Fizika zgrade, Studio I, II, III i IV - Konstrukcije, Hrvatski prostor i arhitektura: sjeverozapadna Hrvatska - terenska nastava) te diplomskog studija (Arhitektura i tehnologija I, Istraživanja, seminari, projekti - arhitektonske konstrukcije). Projektant je i član projektantskog tima na nizu projekata te autor ili koautor na arhitektonsko-urbanističkim natječajnim radovima. Autorica je nekoliko izvedenih obiteljskih kuća, stambenih zgrada i nekoliko interijera. Sudionica je kratkoročnih znanstveno-istraživačkih projekata Sveučilišta u Zagrebu. Član je stručnog tima na izradi smjernica za Ministarstvo prostornoga uređenja, graditeljstva i državne imovine te Ministarstvo kulture i medija. Bavi se znanstvenim radom na području arhitektonskih konstrukcija i fizike zgrade. Sudjeluje u aktivnostima kompetitivnih međunarodnih istraživačkih Erasmus+ projekata (*INCEPT* 2022.-2025., *Excel4Housing* 2025.-2029.) i institucionalnog projekta *HOME+ Održivo i kvalitetno stanovanje* na Arhitektonskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu (2025.-2029.).

Objavljena djela:

1. Ostojić, S., Veršić, Z. i Mrinjek Kliska, N. (2026.) 'Assessment of Criteria for Residential Buildings' Insolation: A Comparative Review of European Standards', *Architecture*, 6(1):34, str. 1-21. Dostupno na: https://www.mdpi.com/2673-8945/6/1/34 [Pristup 2. 3. 2026.].

2. Muraj, I. i Ostojić, S. (2023.) 'An Environmental Quality Assessment of Office Buildings: The Impact of a Glass Façade on Users in Different Climate Contexts in Croatia', *Buildings*, 13(12): 3092. Dostupno na: https://doi.org/10.3390/buildings13123092 [Pristup 20. 11. 2024.].

3. Ostojić, S., Muraj, I. i Veršić, Z. (2023.) Multilayered Glass Facades. International Scientific Conference on Contemporary Glass Facades - Zagreb 2023. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Architecture, str. 33-41.

4. Muraj, I. i Ostojić, S. (2023.) The Effect of Glass Facades: Users' Comfort. International Scientific Conference on Contemporary Glass Facades - Zagreb 2023. Zagreb: University of Zagreb, Faculty of Architecture, str. 4-17.

5. Muraj, I., Ostojić, S. i Veršić, Z. (2023.) An environmental quality assessment of office buildings: The impact of glass façade on internal and external users. SBE23 - Sustainable built environments: Paving the way for achieving the targets of 2030 and beyond. Bristol: IOP Publishing, 1196(1): 012060. Dostupno na: https://doi.org/10.1088/1755-1315/1196/1/012060 [Pristup 20. 11. 2024.].

6. Ostojić, S., Andrić, D. i Veršić, Z. (2020.) Alternative tourist facilities to challenge overtourism. 1st International Scientific Conference Proceed with Care / Living with Tourism: On tourism and UNESCO World Heritage Sites – Exploring and overcoming the challenges and threats of the emerging conflict between overtourism and the safeguarding of heritage cities, monuments and landscapes. Zagreb: Proceed With Care - National Association for Interdisciplinary Activities in the Field of Heritage and Tourism, str. 69-78.

7. Ostojić, S., Veršić, Z. i Muraj, I. (2016.) ‘Energy analysis and refurbishment strategy for Zagreb University buildings: Former Faculty of Technology in Zagreb by Alfred Albini’, Energy and Buildings, 115, str. 47-54.

8. Ostojić, S., Veršić, Z. i Muraj, I. (2014.) Energy Analysis and Refurbishment Strategy for Zagreb University Buildings: Former Faculty of Technology in Zagreb by Alfred Albini. 1st International Academic Conference Places and Technologies. Belgrade: University of Belgrade, Faculty of Architecture, str. 515-522.

9. Veršić, Z., Muraj, I. i Raič, S. (2012.) Energy Efficiency Renovation on the Example of a High-rise Building in Trnsko, Zagreb, Croatia. 38th IAHS World Congress – Visions for the Future of Housing: Mega Cities. Istanbul: Istanbul Technical University, str. 533-540.