

# Deterioracija parkovnih elemenata izgrađenih od arhitektonskog kamena u parkovima grada Zagreba

---

**Arbanas, Dora**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Agriculture / Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:204:829858>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-28**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository Faculty of Agriculture University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**DETERIORACIJA PARKOVNIH ELEMENATA  
IZGRAĐENIH OD ARHITEKTONSKOG KAMENA  
U PARKOVIMA GRADA ZAGREBA**

**DIPLOMSKI RAD**

Dora Arbanas

Zagreb, rujan, 2021.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

Diplomski studij:

Krajobrazna arhitektura

**DETERIORACIJA PARKOVNIH ELEMENATA  
IZGRAĐENIH OD ARHITEKTONSKOG KAMENA  
U PARKOVIMA GRADA ZAGREBA**

DIPLOMSKI RAD

Dora Arbanas

Mentor:

doc. dr. sc. Kristina Krklec

Zagreb, rujan, 2021.

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZJAVA STUDENTA  
O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI**

Ja, **Dora Arbanas**, JMBAG 0016102183, rođena 14.01.1994. u Zagrebu, izjavljujem da sam samostalno izradila diplomski rad pod naslovom:

**DETERIORACIJA PARKOVNIH ELEMENATA IZGRAĐENIH OD  
ARHITEKTONSKOG KAMENA U PARKOVIMA GRADA ZAGREBA**

Svojim potpisom jamčim:

- da sam jedina autorica ovoga diplomskog rada;
- da su svi korišteni izvori literature, kako objavljeni tako i neobjavljeni, adekvatno citirani ili parafrazirani, te popisani u literaturi na kraju rada;
- da ovaj diplomski rad ne sadrži dijelove radova predanih na Agronomskom fakultetu ili drugim ustanovama visokog obrazovanja radi završetka sveučilišnog ili stručnog studija;
- da je elektronička verzija ovoga diplomskog rada identična tiskanoj koju je odobrio mentor;
- da sam upoznata/upoznat s odredbama Etičkog kodeksa Sveučilišta u Zagrebu (Čl. 19).

U Zagrebu, dana \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
*Potpis studentice*

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
AGRONOMSKI FAKULTET**

**IZVJEŠĆE  
O OCJENI I OBRANI DIPLOMSKOG RADA**

Diplomski rad studentice **Dora Arbanas**, JMBAG 0016102183, naslova

**DETERIORACIJA PARKOVNIH ELEMENATA IZGRAĐENIH OD  
ARHITEKTONSKOG KAMENA U PARKOVIMA GRADA ZAGREBA**

obranjen je i ocijenjen ocjenom \_\_\_\_\_, dana

\_\_\_\_\_.

Povjerenstvo:

potpisi:

1. doc. dr. sc. Kristina Krklec, mentor

\_\_\_\_\_

2. doc. dr. sc. Petra Pereković, član

\_\_\_\_\_

3. doc. dr. sc. Ines Hrdalo, član

\_\_\_\_\_

## Zahvala

Ovime zahvaljujem svojoj mentorici Kristini Krklec na uloženom trudu i strpljenju u vrijeme sastavljanja rada. Hvala Vam za savijete, terenski obilazak i sve konzultacije i te pozitivan stav.

Hvala djelatnicama Gradskog zavoda za zaštitu spomenika kulture i prirode na susretljivosti i iskazanoj pomoći.

Hvala djelatnicama Gradske knjižare Dugave na vedrini, trudu i dobrim savjetima.

Hvala gospođi Heleni Ugrini na smjernicama i savjetima vezanim za konzervatorske termine i dodatnu literaturu.

Hvala mojoj Ivani i Maji što su istrpile moje odsutstvo iz društva dok su imale bezbroj briga a premalo društvenih kava. Hvala micke za svaki pa kad ćeš više.

Ifki hvala tu a taljiganje po gradu i razvažanje.

Hvala mom Stipanu za špotanje i kuhanje kava.

Hvala Martuški i Lusi za zajedničko čitanje, savijete, zgražanja i smijeh.

**Hvala mojoj obitelji što su vjerovali u mene, hrabрили me i gurali kada nije bilo lako. Uvijek ste mi podrška. Hvala Vam na svemu.**

## Sadržaj

1. Uvod .....	1
1.1. Cilj rada i istraživanja .....	2
1.2. Metoda rada .....	3
2. Promjene arhitektonskog kamena .....	4
2.1. Problematika terminologije .....	8
2.2. Karakteristični uzorci deterioracije stijena .....	10
3. Oštećenja u parkovima grada Zagreba .....	26
3.1. Park-šuma Maksimir .....	27
3.1.1. Glavna ulazna vrata.....	29
3.1.2. Vidikovac .....	31
3.1.3. Vrtlareva kuća i restoran.....	33
3.1.4. Paviljon Jeka .....	34
3.1.5. Napuljski ribar.....	35
3.1.6. Sokolska Mogila .....	36
3.1.7. Most četiri lava.....	38
3.1.8. Kula .....	40
3.1.9. Spomen ploča Maksimilijanu Vrhovcu .....	41
3.1.10. Obelisk .....	42
3.1.11. Egipćani.....	43
3.1.12. Kapelica sv. Jurja .....	45
3.1.13. Stepenice.....	47
3.1.14. Majka s djetetom .....	48
3.1.15. Raspelo .....	49
3.1.16. Elementi uz crkvu sv. Jerolima .....	50
3.2. Gradski park Zrinjevac .....	51

3.2.1. Biste .....	52
3.2.2. Fontane Blizanci .....	55
3.2.3. Fontana Gljiva .....	56
3.2.4. Meteorološki stup .....	57
3.2.5. Glazbeni paviljon .....	58
3.2.6. Palača Akademije .....	59
3.3. Gradski park Ribnjak .....	61
3.3.1. Katedralni zid .....	62
3.3.2. Podzidi .....	63
3.3.3. Istočna ograda .....	64
3.3.4. Spomenik Egnatuleja Florentina .....	65
3.3.5. Fontana .....	66
3.3.6. Stid .....	67
3.3.7. Spomenik Ivanu Goranu Kovačiću .....	68
4. Pregled najčešćih tipova oštećenja .....	69
Zaključak .....	70
Popis literature .....	71
Popis Web izvora: .....	76
Popis usmenih izvora: .....	78
Prilozi .....	79
Popis slika .....	79
Životopis .....	84



# Sažetak

Diplomskog rada studentice **Dora Arbanas**, naslova

## **DETERIORACIJA PARKOVNIH ELEMENATA IZGRAĐENIH OD ARHITEKTONSKOG KAMENA U PARKOVIMA GRADA ZAGREBA**

Parkovne površine su cjeline sastavljene od brojnih elemenata. Tema ovog rada je istraživanje degradacijskih oblika propadanja parkovnih elemenata izgrađenih od arhitektonskog kamena. Parkovni elementi izgrađeni od arhitektonskog kamena izloženi su prirodnom i antropološkom djelovanju te su podložni promjenama i trošenju. Istraživanjem obuhvaćeni parkovi Grada Zagreba su park Maksimir, park Ribnjak i park Zrinjevac. Radom je dan pregled općenitih oblika deterioracije arhitektonskog kamena te je napravljen uvid u čimbenike koji djeluju na deterioraciju i promjene istog. Istraživanjem je dobiven uvid u trenutna oštećenja i pojava na parkovnim elementima (spomenutih parkovnih površina), te su navedeni najčešće zatečeni oblici oštećenja. Pojavnost pojedinih oštećenja povezuje se s relativno jednakim uvjetima u kojima se nalaze parkovni elementi.

**Ključne riječi:** parkovni elementi, deterioracija arhitektonskog kamena, arhitektonski kamen, čimbenici trošenja, trošenje stijena

## Summary

Of the master's thesis - student **Dora Abanas**, entitled

### **DETERIORATION OF PARK ELEMENTS BUILT OF ARCHITECTURAL STONE IN THE PARKS OF THE CITY OF ZAGREB**

Park areas are composed of numerous elements. The topic of this paper is the research of degradation forms of decay of park elements built out of architectural stone. Park elements built out of architectural stone are exposed to natural and anthropological influences and are susceptible to deterioration and wear. The parks of the City of Zagreb covered by the research are Maksimir Park, Ribnjak Park and Zrinjevac Park. The paper provides an overview of general forms of deterioration of architectural stone and provides insight into the factors that affect the deterioration and changes of the same. The research provides an insight into the current damage and occurrences on the park elements (the mentioned park areas), and the most common forms of damage are listed. The occurrence of individual damages is associated with relatively similar conditions in which the park elements are located.

**Keywords:** park elements, architectural stone deterioration, architectural stone, weathering factors, rock weathering

# 1. Uvod

Stijene korištene kao građevni materijal (arhitektonski kamen), kao i stijene u prirodi izložene su atmosferskim uvjetima i stoga su podložne procesima trošenja (Sola, 2007.; Grell i sur. 2007.; McCabe i sur. 2010.) Osim okolišnih uvjeta i karakteristika korištenog stijenskog materijala, važan utjecaj na trošenje imaju i mnogi drugi čimbenici, poput urbanog zagađenja, načina obrade stijene i slično (Thornbush i Viles, 2006.; Pletikosić, 2007.; Donelli i Malinar, 2015.). Dakle, degradacija arhitektonskog kamena je neminovna (Stutzman, 2001.), a taj je proces posebice vidljiv na primjeru parkovnih elemenata (skulpture, njihova postolja, podzidi i sl.) (Moses i Williams, 2008.). Parkovni su elementi sastavni dio parkovnih površina, a njima se prostor i kvaliteta boravka u prostoru obogaćuje. Mogu imati brojne funkcije ili vrijednosti, od potpuno estetske (skulpture, biste, modelacije i slično), boravišne (klupe, opločenja, rasvjeta, nadsvođenja i tako dalje) do elemenata koji potiču na aktivnost (street workout elementi, sprave za dječju igru, stolovi za šah, boćališta i sl.) (Pereković i Kamenečki, 2017.). Parkovni elementi također mogu biti objekti koji su u prošlosti imali neku funkciju koju trenutno nemaju, ali i dalje posjeduju povijesnu, estetsku, kulturnu ili neku drugu vrijednost. Te vrijednosti se vežu uz prostor u kome se elementi nalaze, a samim time i za korisnike tog prostora (Majer Jurišić, 2016.). Svaki lokalitet ima specifične vizure i elemente koji ga čine prepoznatljivim (kao što su Morske orgulje u Zadru, Slavoluk Sergijevaca u Puli ili Spomenik domovini, tvrđava Medvedgrad i Kip bana Josipa Jelačića u Zagrebu). Parkovne površine u Zagrebu također imaju reprezentativne parkovne elemente kao što su na primjer: Glavna ulazna vrata (Maksimir), Glazbeni paviljon (Zrinjevac) i zidine zagrebačke Katedrale (Ribnjak). Takvi detalji daju identitet prostoru te ujedno olakšavaju snalaženje u prostoru čineći ga artikuliranim.

Kevin Lynch (1960.) smatra kako sliku grada čini pet elemenata: putovi, rubovi, područja, čvorišta i orijentiri, od kojih brojni mogu biti parkovni elementi. Tih pet elemenata slaganjem i preklapanjem individualnih Slika pojedincima pomažu stvoriti mentalne slike ili mape grada (Lynch, 1960.).

Problematikom održavanja parkovnih elemenata (onih kojima se korisnici služe) bave se tvrtke za održavanje javnih zelenih površina. U Zagrebu je to Zagrebački holding d.o.o. (podružnica Zrinjevac). Deterioracijom parkovnih elemenata izgrađenih od arhitektonskog kamena u jednom se spektru bave Gradski zavod za zaštitu spomenika kulture i prirode te Zavod za restauraciju. Njihov vid zaštite usmjerava se na elemente od kulturne, edukativne ili povijesne važnosti, no nisu samo ti elementi bitni korisnicima. Parkovne površine u Zagrebu, kao i na ostalim lokalitetima (pogotovo urbanim), svojim cjelokupnim sadržajem i doživljajem neupitno doprinose kvaliteti života svojih korisnika.

Do sada ne postoje radovi koji istražuju i objedinjuju determinaciju i tipologiju deterioracije parkovnih elemenata izgrađenih od arhitektonskog kamena, smještenih u parkove koji su predmet ovoga rada.

## **1.1. Cilj rada i istraživanja**

Cilj je ovog rada utvrditi promjene i/ili prisutna karakteristična oštećenja parkovnih elemenata izgrađenih od arhitektonskog kamena te objasniti okolišne uvjete i procese koji dovode do njihova formiranja. Parkovne površine, čiji će se elementi proučavati u radu, nalaze se u Gradu Zagrebu na površinama gradskih parkova Zrinjevac, Maksimir i Ribnjak. Pretpostavka je da će pojedini parkovni elementi, koji imaju slične karakteristike i koji su izloženi sličnim uvjetima u okolišu, pokazivati istovjetne oblike deterioracije.

## 1.2. Metoda rada

Kako bi se dobio uvid u moguće intrinzične i ekstrinzične čimbenike trošenja stijena i karakteristične oblike deterioracije stijena, pregledana je strana i domaća referentna stručna literatura vezana uz trošenje stijena i sagledavane parkovne elemente.

Terenski dio istraživanja obuhvaćao je foto dokumentaciju i inventarizaciju deterioriranih parkovnih elemenata, a zatečeno je stanje elemenata uspoređeno sa dostupnim arhivskim fotografijama. Obilaskom terena te pregledom vizualnih i povijesnih podataka procijenjeni su negativni čimbenici koji utječu na parkovne elemente te su određeni tipovi oštećenja.

Zbog nepostojanja uniformne terminologije u hrvatskom jeziku, a koja se odnosi na promjene nastale na stijenskim tvorevinama, neki od naziva zatečenih promjena preuzeti su iz postojeće literature (pretežito prema ICOMOS-ISCS-ovu pojmovnom rječniku) te su zadržani njihovi nazivi na engleskom jeziku.

## 2. Promjene arhitektonskog kamena

Arhitektonski kamen je geomaterijal koji spada u nemetalnu mineralnu sirovinu, a dobiva se piljenjem te određenom obradom nakon koje je pogodan za korištenje u arhitektonske svrhe. Arhitektonski kamen ima i druge nazive kao što su ukrasni kamen (prema nacionalnoj klasifikaciji djelatnosti) i prirodni kamen (pojam koji je normirala Europska unija) (Pletikosić, 2007.).

„Kvaliteta“ arhitektonskog kamena može ovisiti o vrsti stijenskog materijala, a ogleda se u njegovu dekorativnom izgledu i/ili u otpornosti na različite utjecaje, odnosno „dugovječnosti“ (Kessler, 1951.) Prema svojstvima koje posjeduje ili mogućnostima prerađivača, biva odabran kao materijal za razne arhitektonske elemente, te može biti korišten kao cjelovita litološka jedinica / monolit (klupe, spomenici, ležaljke, fontane od jednog komada stijene) ili se mogu koristiti njegovi obrađeni segmenti od koje su izgrađeni arhitektonski elementi (Bilušić, 2015.).

Odabir stijene za arhitektonski kamen ovisi o namjeni samog materijala, te uvjetima u okolišu kojima će biti izložen. Dakle, ukoliko je za izgradnju nekog arhitektonskog elementa bitno da dobro podnosi veliku težinu, birat će se stijene koje su čvrste i stabilne (nisu sklone raspadanju, otapanju i slično). Kod odabira vrste stijene bitno je napomenuti kako stijene nisu u potpunosti homogene, te njihova struktura i tekstura odražava kompleksne uvjete nastanka i dijageneze. Naprimjer, sedimentne stijene često sadržavaju fosilne ostatke organizama. Takvi fosilni ostaci mogu biti po sastavu mekši ili čvršći, te više ili manje skloni trošenju od ostatka stijene u kojoj se nalaze.

Trošenje stijenske mase može biti mehaničko, kemijsko, organsko ili biološko (Snethlage, 2014.). Propadanje stijenjskih elemenata možemo nadalje podijeliti na ono uzrokovano prirodnim, ljudskim te njihovim kombiniranim djelovanjem (Donelli i Malinar, 2015.).

Svojim djelovanjem **čovjek** mijenja dinamiku i tijek procesa u prirodi. Stoga je antropogeni utjecaj važan čimbenik u deterioraciji arhitektonskog kamena (Gomez-Heras i McCabe, 2015.).

Osim odabira stijene bitan je i način obrade (Pletikosić, 2007.). Naprimjer, često se pri obradi stijenskog bloka jednoj od ploha teksturira površina (engl. *keying*), dok su ostale ravne (i zaglađene). Ravne plohe vjerojatno će biti manje oštećene oborinama jer se na njima voda kraće zadržava (Furlan, 2019.). Nadalje, loš način izvedbe prilikom gradnje može doprinijeti propadanju arhitektonskog kamena (Donelli i Malinar, 2015.).

Zagađenje zraka kao posljedica antropogenih aktivnosti također je važan čimbenik koji pridonosi deterioraciji arhitektonskog kamena (Donelli i Malinar, 2015.; Thornbush i Viles, 2006.). Čestice iz zraka se talože na stijenjskim materijalima ili povezane sa vodom (oborine / vlaga) mogu tvoriti spojeve. Spojevi koje zajedno tvore, mogu različito utjecati na stijene (Thornbush i Viles, 2006.).

U doticaju vode sa stijenama dolazi do njihova otapanja (jer je voda nezasićena na mineralnoj tvari od koje je izgrađena stijena), no vodom do stijene dolaze i otopljene tvari koje pospješuju njeno otapanje (npr. kisele kiše; Winkler, 1998.). Primjerice, oborine se povezuju sa CO<sub>2</sub> iz zraka čime nastaje karbonatna (uglična) kiselina koja korozivno djeluje na karbonatne stijene (mramor, dolomit, vapnenac) i otapa ih (Donelli i Malinar, 2015.; Cooke, 1989.).

Još neke od tvari koje otopljene u vodi mogu uzrokovati oštećenja arhitektonskog kamena su morska sol (prirodni čimbenik), te sulfati (Donelli i Malinar, 2015.) nastali izgaranjem fosilnih goriva. Sulfati otopljeni u vodi, iz sulfidne kiseline djelovanjem sulfobakterija oksidiraju u sulfatnu (sumpornu kiselinu). Sumporna kiselina topi kalcit iz karbonatnih stijena te ga pretvara u gips. Takva reakcija se zove sulfatizacija i može uzrokovati bubrenje stijene te razaranje njene strukture (Turkington i sur., 2003.). Sulfatizacijom također mogu nastati naslage gipsa na koju se lijepe atmosferske čestice (čađa i prašina) te naslage poprime tamnu boju. Takvu pojavu nazivamo tamna kora (Donelli i Malinar, 2015.).

Od **prirodnih čimbenika** koji utječu na deterioraciji arhitektonskog kamena bitno je spomenuti utjecaj klime i organizama. Najvažniji klimatološki čimbenici koji utječu na propadanje stijena su okolišni hidrološki ciklus, količina precipitacije i temperatura (Smith i sur. 2011.).

Izmjene nastale meteorološkim prilikama su one koje su posljedica izlaganja arhitektonskog kamena kemijskim i mehaničkim procesima uzrokovanim raznim vremenskim prilikama ili pojavama (izlaganje munjama-požaru, jakom vjetru, tuči, magli i sl.) (Vergès-Belmin, 2008.; Auler, 2013.).

**Temperatura** uvjetuje širenje i skupljanje materijala te izaziva određen stres unutar same stijene pridonoseći prvenstveno mehaničkom trošenju stijena (Koch i Siegesmund, 2004.). **Voda** koja potječe iz padalina ili ona nastala kondenzacijom na stijeni vrlo je važan čimbenik u procesima deterioracije stijena (Al-Omari i sur. 2014.), te može na njih djelovati kemijski i mehanički. Voda prodire u stijenske pukotine te se prilikom smrzavanja širi njen volumen što uzrokuje pucanje (Al-Omari i sur. 2014.). Također vodom se u stijenu mogu nataložiti egzogene čestice ili može doći do isparavanja vode, sa/iz stijene prilikom čega dolazi do gubitka soli ili minerala (Smith i sur. 2008.).

Otopljena morska sol na razne načine (najčešće prskanjem ili donesena vjetrom) dopire u pore (pukotine) stijena te se ciklusima vlaženja i sušenja tamo akumulira. Kada volumen kristalizirane soli preraste volumen pore u kojoj se akumulira, dolazi do pucanja stijene (Donelli i Malinar, 2015.).

Od ostalih soli koje uzrokuju značajnija oštećenja (najčešće granularnu dezintegraciju – „cvjetanje“) su natrij karbonit, magnezijev sulfat i natrijev sulfat (Goudie, 1986.).

**Organizmi** (biljke i životinje) svojim djelovanjem uvelike utječu na raspadanje deterioraciju arhitektonskog kamena. Biljke često koriste stijene kao stanište, a nastanivanjem na stijenama dobivaju potrebne minerale i površinu za ukorjenjivanje.

Biljke koriste mineralne tvari iz stijena, te kroz korijenov sustav izlučuju nusprodukte od kojih su neki kisele tvari koje dodatno pospješuju trošenje stijena. Razlaganjem bilja (truljenjem) također dolazi do dodatnog kiseljenja tla koje nadalje dodatno utječe na topljenje stijena. Pojedine biljne vrste izlučuju alelokemikalije, koje utječu na usporavanje ili pospješivanje kolonizacije biljnih vrsta (Zeman i sur. 2011.). Osim kemijski, biljke stijenski materijal oštećuju obrastanjem, mijenjaju izgled stijene te mehanički (korijenom) nanose štetu stijenskoj površini na kojoj se nalaze (Thornbush, 2014.). Biljne vrste se češće nastanjuju na prostorima sa većom koncentracijom vlage, stoga se vegetacijske vrste često zatiču kod pukotina ili prostora gdje se voda dulje zadržava (Auler, 2013.; Mottershead i sur. 2003.). Kolonizacije mikroorganizama i gljiva mogu dovesti do značajnijih promjena u obojenosti arhitektonskog kamena, te mogu potaknuti nastanak naslaga (Urzi i Realini, 1998.; Thornbush i Viles, 2004.). Životinjski organizmi koriste stijene kao stanište, pritom ih modificirajući. Za pojedine životinjske organizme mikrobni biofilmovi na stijenama izloženim morskoj vodi su primarni izvori hrane, te oboje (bio-film i životinje) vrše procese kojima dolazi do deterioracije stijena (Thompson i sur. 2000.). Životinjske vrste poput balanusa, prstaca i priljepaka nastanjuju stijene izložene morskoj vodi, te ih pritom oštećuju (Thompson i sur. 1998.; Ricci i Davidde, 2012.; Kenny, 2020.). Neka od oštećenja koja mogu nastati djelovanjem morskih organizama su ljuštenja, rascjepi, mikropukotine, bušotine, razni oblici otapanja i bio-kemijskih kora i sl. Prilikom korištenja stijenskih materijala u inženjerske svrhe potrebno je primijeniti poznate činjenice o utjecaju maritimnih organizama na njihovo propadanje (Coombes i sur. 2011.).

Neke životinjske poput osa i pčela mehanički dube arhitektonski kamen kako bi unutar njega napravile nastambe (Vergès-Belmin, 2008.). Životinjske vrste poput ptica svojim nastambama i izlučevinama oštećuju arhitektonski kamen stvarajući slojeve koji nagrđuju njegov originalan izgled (Dyer, 2017.; Vergès-Belmin, 2008.). Izmet životinja na stijene djeluje korozivno, zbog razlaganja organske tvari i otpuštanja CO<sub>2</sub>.

Više istraživanja provedenih u urbanim sredinama ukazuje na korelaciju između pojave prljanja (engl. soiling) arhitektonskog kamena, zagađenja zraka te pojave bioloških presvlaka na arhitektonskom kamenu (Grossi i sur. 2003.; Gutiérrez i sur. 1995.; Pio i sur. 1998.). Nadalje, Urzi i Realini (1998.) smatraju kako površine bez biofilma imaju manju sposobnost zadržavanja raznih čestica.

Zagađenje različito utječe na razvoj i rasprostranjenost bioloških organizama (mikroorganizme, lišajeve, gljive). Kod određenih organizama se bilježi porast jedinki dok na neke djeluje negativno (Thornbush i Viles, 2006.).

Opći pojmovi koji se vežu uz promjene na arhitektonskom kamenu su: izmjene, oštećenja, propadanje, degradacija, pogoršanje i izmjene nastale meteorološkim prilikama. Sa stajališta konzervacije, pod izmjenama ili modifikacijama se smatraju promjene koje nužno ne moraju označavati pogoršanje stanja. Pod štetom, to jest oštećenjima, podrazumijeva se ljudska percepcija gubitka vrijednosti arhitektonskog kamena, uslijed njegove izmjene. Propadanje je pojam koji se odnosi na svaku kemijsku ili fizičku izmjenu svojstava arhitektonskog kamena, kojom on ima smanjenu vrijednost i uporabnu mogućnost. Degradacija je smanjenje estetskog stanja, kvalitete



ili funkcionalnosti. Pogoršanje je vrlo slično prethodnom pojmu, označava proces smanjenja kvalitete, karaktera ili vrijednosti arhitektonskog kamena (Vergès-Belmin, 2008.; Donelli i Malinar, 2015.; Winkler, 1998.).

Postoje razni oblici trošenja arhitektonskog kamena, u daljnjem tekstu navedeni su bitniji karakteristični oblici (interpretirani prema ICOMOS-ISCS-ovu pojmovnom rječniku).

## 2.1. Problematika terminologije

Pregledom literature vidljivo je kako postoji problem u neujednačenosti terminologije. U domaćoj terminologiji se često pojedini termini koriste za različite pojave (Hraste, 2015.). Stoga je vrlo teško odrediti dobar naziv kada opisujemo deterioracijske pojave čije definicije potječu iz strane literature. Potrebno je reći kako u Hrvatskoj literaturi još ne postoji uniforman rječnik za promjene koje nastaju na stijenskim materijalima.

Iako je Hrvatska svojevrsan pionir u izučavanju trošenja pojedinih stijena (prve detaljne znanstvene studije o prostorima krša razvijene su na dinarskom kršu krajem 19. i početkom 20. stoljeća; Bočić i sur., 2010.), neobično je da nacija sa tako dugom povijesti poznavanja stijenskih oblika i dalje nema uniformnu terminologiju za opisivanje oblika deterioracije stijena. Ujednačenom terminologijom omogućilo bi se lakše interdisciplinarno komuniciranje (znanstvenika, restauratora, arhitekata, kipara, inženjera i sl.)

Na svjetskoj razini, značajan korak pri uniformiranju terminologije vezane za deterioracijske oblike stijena je publikacija pojmovnog rječnika „Illustrated Glossary on Stone Deterioration Patterns,, (u daljnjem tekstu ICOMOS-ISCS-ov pojmovni rječnik) u kojem su objašnjene glavne podjele oštećenja, njihovi tipovi i podtipovi te mogući uzročnici. Rječnik još nije izrađen na hrvatskom jeziku (Hraste, 2015.).

Prema Hraste (2015.), terminologija o kojoj se govori je u hrvatskom jeziku podijeljena na terminologiju kontinentalne Hrvatske, na koju je utjecao njemački jezik i na jezične razlike priobalja, na čiju je terminologiju utjecao talijanski jezik. Hraste (2015.) radi pregled domaće literature u kojoj se nalaze brojni sinonimi za promjene i oštećenja nastala na stijenama.

Prema Hraste (2015.) radovi u kojima se koristi termin „crna kora“ (engl. *black crust*) su katalogi *izložbi Konzervatorsko-restauratorskih radova na Peristilu Dioklecijanove palače* (Barišić i Sunara, 2007.; Sunara i sur. 2009.) te *Katalog izložbe Peristil 2003.-2013.*, (Nikšić i sur. 2013.). U posljednjem se za istu pojavu rabe nazivi „tamna kora“ i „tamna skrama“. Također, za istu pojavu se prema Hraste (2015.) u knjizi *Crkva sv. Marka u Zagrebu: arhitektura, povijest, obnova* (Puhmajer, 2013.), koriste se nazivi „crna skrama“ i „skrama“, a u djelu *Herkulova vrata u Puli* (Gobić-Bravar, 2012.), koriste se pojmovi „crne kruste“ i „crne inkrustacije“. Hraste (2015.) navodi brojne primjere gdje se koriste sinonimi za pojave koje su identično definirane, ali i za poneke koje se razlikuju. Naprimjer „kori“ i „tamnoj presvlaci“ su relativni sinonimi „skrame“ te „crne i sive patine“. U nekim djelima se koriste pojmovi kao „crne kore“, „sivkaste patine“ i „tanke crne naslage“.

„Tamne presvlake“ katkad zamjenjuju objašnjenja kao „crne kore“, „tamne naslage – debljine i do 1 cm“, no javljaju se i pojmovi „tanke kruste“, „patine“, „presvlaka“ i „praškaste skrame“ (Hraste, 2015.).

*Soiling* (engl.) je pojam koji također ima brojne istoznačnice i sličnoznačnice u domaćoj terminologiji. Prema Hraste (2015.), taj pojam bi se mogao definirati kao „nečist“ dok se u našoj literaturi mogu naći i pojmovi „nečistoća“ i „onečišćenje“. Način na koji se oni u literaturi opisuju više bi podsjećao na termin naslaga (engl. *deposit*) iz ICOMOS-ISCS-ova pojmovnog rječnika. Termini koji se također pojavljuju su: „prljavština“, „nešto što se uklanja teže od prljavštine, a lakše od crne skrame“, „tamne presvlake“, „crne patine“ i „praškaste skrame“. Dok ICOMOS-ISCS-ov pojmovni rječnik pod pojmom „*deposit*“ podrazumijeva nanose boje i žbuke te životinjski izmet, u našoj literaturi se ponegdje nanosi životinjskog izmeta odvajaju iz podjele.

Prema Ugrina (2014.), domaći radovi čiji bi se prevodi mogli povezivati s pojmom *soiling* su: U *Konzervatorsko-restauratorski radovi na Peristilu*, (Barišić i Sunara 2007.): „*inorganic soiling*“ (anorganska onečišćenja str. 11, 14 i 15), „*crusts of soiling*“ (kore nečistoća; str. 29); u *Peristilu 2003.-2013.* (Nikšić, 2013.): „*crust of soiling*“ (kore nečistoća; str. 29); u „*Herkulova vrata u Puli*“-Konzervatorsko restauratorski osvrt (Gobić-Bravar, 2012.): „*soiling*“ (nečistoće; str. 223); u *Crkva sv. Marka u Zagrebu: Arhitektura, povijest, obnova* (Puhmajer, 2013): „*firmly adhering soiling*“ (tvrdokorna nečistoća; str. 173), „*dirt*“ (prljavština; str. 126), „*soiling*“ (nečistoće; str. 139).

Engleski pojam „*encrustation*“ na hrvatski jezik je preveden kao inkrustacija, no u našoj se literaturi također često mogu naći i pojmovi kao što su „crne kruste“, „kalcitne kruste“ i „kalcitne cjedine“. Pojam „crna inkrustacija“ pojavljuje se u Herkulovim vratima, (Gobić-Bravar, 2012.; prema Hraste, 2015.) i to kao sintagma „crne inkrustacije“.

Engleski pojam „*efflorescence*“ moglo bi se uvesti pod nekim od termina kao što su „cvjetanje“, „iscvjetavanje“ ili „eflorescencija“. U domaćoj literaturi takvu pojavu može se zateći pod objašnjenjima kao što su: „kristalno osipanje - skrame nastale isoljavanjem soli“, „iscvjetavanje soli“ i „oštećenja kamena uzrokovana topivim solima“. Pojam „eflorescencija“ ili „iscvjetavanje“ u literaturi se može naći vezan za restauracije zidnih slika i mozaika (Matulić, 2012.; prema Hraste, 2015.)

„*Subflorescence*“ je engleski termin koji se u domaćoj literaturi može se pronaći pod pojmom „subflorescencija“, no često se tu pojavu ne imenuje već objašnjava. Uz termin „subflorescenciju“, razmatran bi mogao biti pojam „kriptoflorescencija“ i prošireni pojam (objašnjenje) „cvjetanje duž diskontinuiteta ispod površine“.

Hraste (2015.) smatra kako u cjelokupnoj mješavini pojmova i definicija postoje i pojedini pojmovi u našoj literaturi za koje se ne mogu u potpunosti naći ekvivalenti u ICOMOS-ISCS-ovu pojmovnom rječniku (naprimjer: „nečistoća“ iz knjige *Crkva sv. Marka u Zagrebu: arhitektura, povijest, obnova*, Puhmajer, 2013.).

## 2.2. Karakteristični uzorci deterioracije stijena

Pojedini pojmovi preuzeti su iz strane literature ili prevedeni, stoga se uz njih nalaze pojmovi na stranom jeziku. Podjela i definiranje pojmova je rađena prema ICOMOS- ISCS-ovu pojmovnom rječniku.

Uzorke dijelimo na pet osnovnih načina izmjena **pukotine i deformacije** (engl. **crack and deformation**), **odvajanja** (engl. **detachment**), **oblici nastali gubitkom materijala** (engl. **features induced by material loss**), **promjena boje i taloženje** (engl. **discoloration and deposit**) i **izmjene nastale biološkim kolonizacijama** (engl. **biological colonization**).

**Pukotine ili fisure** imaju više podoblika. Frakture (engl. *fracture*) su oblici koji predstavljaju pukotine koja se u cijelosti proteže kroz komad arhitektonskog kamena (Slika 2.2.1.). Zvezdaste pukotine (engl. *star crack*) su one koje se protežu zrakasto od jedne točke. Vlasne pukotine (engl. *hair crack*) su sitne pukotine čije dimenzije su ispod 0.1 mm. Pukotinska mreža (engl. *craque*) je termin koji označava mrežu manjih pukotina. Cijepanje (engl. *Splitting*) je lomljenje arhitektonskog kamena po određenim linijama slabosti (ili većeg opterećenja). **Deformacija** je promjena oblika uslijed kojeg se blok arhitektonskog kamena savija, uvija ili zavija pritom ne gubeći integritet (Slika 2.2.2.). Uglavnom se pojavljuje na kristalnom mramoru.



Slika 2.2.1. Horizontalna fraktura  
izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.2. Deformacija arhitektonskog kamena  
izvor: Shushakova i sur., 2011.

Postoje sedam osnovnih oblika **odvajanja** (engl. **detachment**). **Mjehuranje** (engl. **blistering**) je pojam u kome dolazi do odvajanja i polusfernog uvijanja vanjskog sloja stijene (Slika 2.2.3.). **Prsnuće** (engl. **bursting**) je pojava nepravilnog kratera kojim dolazi do mjestimičnog gubitka površinskog sloja arhitektonskog kamena (Slika 2.2.4.). Do prsnuća dolazi zbog unutarnjeg pritiska u stijeni (korozija metalnih armatura često biva uzrokom ovakve vrste odvajanja). **Raslojavanje ili delaminacija** (engl. **delamination**) je postupak odvajanja jednog ili više slojeva lamela stijene (Slika 2.2.5.). Takva pojava se često zatiče na većini sedimentnih stijena i nekim metamorfnim stijenama. Takav oblik promjena na stijenama također može biti uzrokovan biološkim kolonijama. **Dezintegracija** (engl. **disintegration**) ili **dekohezija** označava rastvaranje pojedinačnih zrna ili agregata zrna stijenske tvorevine. Češće se dešava na površini stijene no može se pojaviti i u unutrašnjosti. Podtipovi dezintegracije su mrvljenje (engl. **crumbling**) ili odvajanje agregata zrna (< 2 cm) od podloge i granulirani raspad (Slika 2.2.6.) koji se javlja kod zrnatih sedimentnih (npr. pješčenjak) i zrnatih kristalnih (npr. granitnih) stijena. Tipovi granularnog raspada se dijele prema krhotinama koje se odvajaju, tako postoji praškasto (engl. **powdering**), šećerasto (engl. **sugaring**) i pjeskovito (engl. **sanding**) raspadanje. Praškasto se odnosi na raspadanje sitnozrnatih stijena, šećerasto na raspadanje kristalnog bijelog mramora, a pjeskovito na zrnato raspadanje granita i pješčenjaka. **Fragmentacija** (engl. **fragmentation**) je djelomično ili potpuno pucanje arhitektonskog kamena na dijelove različitih oblika, dimenzija debljina i volumena. Dva podtipa fragmentacije su: odvajanja u oblike nalik iverima – „iveranje“ (engl. **splintering**) i odvajanje u kružnim oblicima (engl. **chipping**). Iveranje (Slika 2.2.7.) je odvajanje oštih tankih dijelova s matičnog dijela arhitektonskog kamena dok se odvajanja u kružnim oblicima mogu definirati kao djelomično no nepravilno okrugli dijelovi koji se jednako tako odvajaju od stijene. **Piling** ili **ljuštenje** (engl. **peeling**) je oblik odvajanja submilimetarskih do milimetarskih površinskih dijelova stijene (Slika 2.2.8.). **Deskvamacija** ili **eksfolijacija** (engl. **scaling**) je pojava odvajanja površinskih plošnih slojeva različitih debljina i dimenzija (Slika 2.2.9.).



Slika 2.2.3. Odvajanje - mjehuranje  
Izvor: Oders i sur. 2008.



Slika 2.2.4. Odvajanje – prsnučje arhitektonskog kamena  
izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.5. Odvajanje – raslojavanje  
izvor: Vergès-Belmin, 2008.





Slika 2.2.6. Dezintegracija - šećerasto granularno raspadanje arhitektonskog kamena

izvor: Shushakova i sur. 2011.



Slika 2.2.7. Odvajanje – iveranje

izvor: Fitzner i Heinrichs, 2004.



Slika 2.2.8. Odvajanje – ljuštenje

izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.9. Odvajanje – eksfolijacija  
izvor: Vergès-Belmin, 2008.

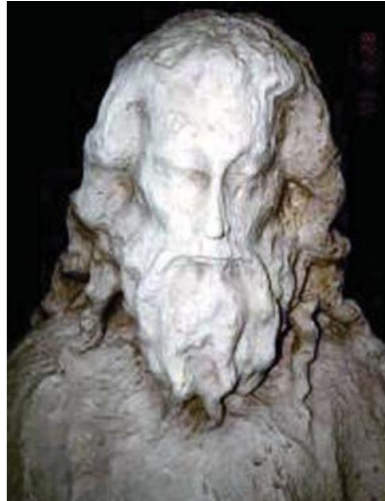
Oblici nastali gubitkom materijala su: **alveolizacija** (engl. *alveolization*), **erozija** (engl. *erosion*), **mehanička oštećenja** (engl. *mechanical damage*), **mikro krš** (engl. *microkarst*), **dijelovi koji nedostaju** (engl. *missing part*), **perforacija** (engl. *perforation*) i **rupičanje** (engl. *pitting*). **Alveolizacija** je oblik trošenja kojim se na stijenskoj površini stvaraju šupljine (alveole), one su međusobno povezane i mogu biti različitih i promjenjivih veličina i oblika (Slika 2.2.10.). Najčešće nastaju zbog različitog vremenskog utjecaja na stijene nehomogenih fizikalnih i kemijskih svojstava, a mogu se pojaviti i kao rezultat granularnog raspada i/ili deskvamacijom. Također u rijetkim slučajevima se takav oblik trošenja može desiti u dubljim dijelovima stijene. Podtip alveolizacije su tafoni (engl. *coving*) prilikom kojih se pojavljuju zasebne konkavne udubine kao rezultat trošenja stijene. **Erozija** je oblik gubitka materijala u kojem se površinski sloj istroši rezultirajući glatkim oblicima (Slika 2.2.11.). Erozija može nastati ljudskim, kemijskim, biološkim, animalnim, fizičkim djelovanjem. Podtipovi erozije su: diferencijalna erozija (engl. *differential erosion*), zaobljavanje (engl. *rounding*) i hrapavljenje površine (engl. *roughening*). Diferencijalna erozija je ona koja se na mjestima odvija nejednako to jest ne traje istodobno (npr. utjecaj lišajeva na vapnenac) ili se zbog heterogenosti stijene ne odvija jednoliko na svim dijelovima izložene plohe. Diferencijalna erozija najčešće se javlja na sedimentnim i vulkanskim stijenama. Takvo oštećenje može rezultirati gubitkom komponenti ili gubitkom matriksa („vezivnog djela“) stijene. Zaobljavanje je oblik trošenja koji se pojavljuje kada se troše periferni ili rubni dijelovi inače ravnih površina stijene. Hrapavljenje površine se pojavljuje selektivnim gubitkom manjih čestica s prvobitno glatke površine. **Mehaničko oštećenje** nastaje fizičkim to jest mehaničkim djelovanjem na stijenu (Slika 2.2.12.). Mehaničko trošenje se dijeli na podtipove: šteta nastalih od udara (engl. *impact damage*), rezove (engl. *cut*), ogrebotine (engl. *scratch*), abrazije (engl. *abrasion*), štete nastale udarom oštrim alatom (engl. *keying*). Pod oštećenjima nastalim od udara smatraju se udarci šrapnela ili tupog predmeta te slično. Rezovi su oštećenja stijene nastala oštrim alatom prilikom kojih dolazi do gubitka materijala, a rezultira oblicima sličnim urezima, izdubljenim



šupljinama i slično. Ogrebotine predstavljaju oštećenja pretežito linijskih oblika koji plitko zadiru u površinu stijene. Abrazija je oštećenje nastalo erozijom uslijed trljanja ili trošenja odnosno trošenjem čestica trenjem. Oštećenja nastala od udaraca oštrim alatom su ona koja se često pojavljuju kada je potrebno glatku površinu teksturirati kako bi se na nju mogao navući novi materijal (kao na primjer sep ili žbuka). **Mikro krš** predstavlja oštećenja nastala u obliku malih međusobno povezanih udubljenja (Slika 2.2.13.). Takva udubljenja su uzrokovana otapanjem vapnenačkih površina koje su izložene otjecanju vode. Oblik oštećenja u kome **nedostaju dijelovi** arhitektonskog kamena označava očito prazan prostor na kome se nalazio postojeći kamen (Slika 2.2.14.), često se takva vrsta oštećenja uočava na skulpturama (nedostatak prsta, nosa i slično). Podtip ovog oblika oštećenja su zazori (engl. *gap*) koji predstavljaju udubine nastale nestankom djela stijene. **Perforacijska oštećenja** su ona kod kojih primjećujemo površinska probijanja (Slika 2.2.15.), takva oštećenja mogu biti uzrokovana oštrim alatom ili djelovanjem životinja (veličina od 1 mm do cm). **Rupičanje** (engl. *pitting*) se definira kao točkasta oštećenja milimetarskih ili submilimetarskih šupljina. Nastale šupljine su uglavnom cilindrična ili stožasta oblika, ne treba ih miješati s oblicima mikro krša budući da kod takvih oštećenja dolazi do udubina puno većih dimenzija.



Slika 2.2.10. Oblik nastalo gubitkom materijala - pojava alveolizacije  
izvor: Fitzner i Heinrichs 2004.



Slika 2.2.11. Oblik nastao gubitkom materijala - erozija uzrokovana kiselim kišama  
izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.12. Oblik nastao gubitkom materijala - oštećenje nastalo mehaničkim utjecajem



Slika 2.2.13. Oblik nastao gubitkom materijala - mikrokrš  
izvor: Fitzner i Heinrichs, 2004.



Slika 2.2.14. Gubitak materijala - dijelu skulpture nedostaje dijelovi  
Izvor: McDaniel, 2019.



Slika 2.2.15. Oblik nastao gubitkom materijala - perforacija  
Izvor: Berliner, 2020.



Slika 2.2.16. Oblik nastao gubitkom materijala - rupičanje  
izvor: Vergès-Belmin, 2008.

Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja su: **kora** (engl. *crust*), **naslaga** (engl. *deposit*), **diskoloracija** (engl. *discoloration*), **cvjetavanje** (engl. *efflorescence*), **inkrustacija** (engl. *encrustation*), **film** (engl. *film*), **sjaj** (engl. *glossy aspect*), **grafiti** (engl. *graffiti*), **patina** (engl. *patina*), **prljanje** (engl. *soiling*) i **subflorescencija** (engl. *subflorescence*). **Kora** je oblik promjena na arhitektonskom kamenu kod koje je vidljiva čvrsta i relativno homogena akumulacija čestica na stijeni (Slika 2.2.17a). Do ovakve promjene može doći prilikom reakcije čestica iz okoline i onih iz stijene na kojoj se nalazi. Kora može biti ujednačene debljine te pritom replicirati originalnu površinu stijene ili može biti nejednake debljine, čime se gubi originalan izgled arhitektonskog kamena. Podtipovi kore su: crna kora (engl. *black crust*) koja nastaje na područjima zaklonjenim od kiše (čvrsto prljanje uz originalnu stijenu) i slana kora (engl. *salt crust*) koja nastaje nanosom soli te izmjenama vlage i sušenja. **Naslaga** je izmjena prilikom koje dolazi do akumulacije egzogenih materijala nehomogene debljine (Slika 2.2.17b). Takvi primjeri su naslage boje ili žbuka te naslage morske soli i sl. Naslage karakterizira slaba povezanost s površinom arhitektonskog kamena. Opisuje se kroz boju, morfologiju, veličinu te moguće porijeklo. **Diskoloracija** je promjena boje arhitektonskog kamena (Slika 2.2.18.) u jednom od tri parametra, a to su nijansa (prema 6 glavnih boja), svjetlina ili tamnoća i saturacija (jasnoća). Podtipovi diskoloracije su: obojenje (engl. *colouration*), izbjeljivanje (engl. *bleaching*), vlažna površina (engl. *moist area*), mrljanje (engl. *staining*). Obojenost se odnosi na promjene u boji (s obzirom na saturaciju), izbjeljivanje je promjena koja se odnosi na promjene gdje arhitektonski kamen posvijetli (najčešće je uzrok takvih promjena kemijski). Vlažna površina je promjena kod koje zbog utjecaja vlage arhitektonski kamen potamni. Mrljanje se odnosi na pojavu neke vrste obojenja s ograničenim opsegom, često je neprivlačnog izgleda. Promjene u boji na stijenama često mogu biti uzrokovane naslagama soli, prisutnosti metala (koji oksidiraju) biološkim organizmima te utjecaju vatre. **Cvjetanje** je naziv za pojavu kristala koji mogu biti puderasti, pjenasti



ili poput lišajeva (Slika 2.2.18.). Takve naslage su često rezultat isparavanja solima bogatih tekućina na poroznim strukturama stijena (često su izgrađene od topivih soli no mogu biti izgrađene i od slabije topivih minerala). Odlikuje ih slaba povezanost s površinom stijene. **Inkrustacija** predstavlja kompaktan i čvrst mineralni vanjski sloj koji čvrsto prijanja na površinu arhitektonskog kamena (Slika 2.2.19a). Često uklanjanjem inkrustacija možemo odvojiti i dio arhitektonskog kamena za koji je pričvršćen. Ovu pojavu ne treba miješati s pojavom koju nazivamo kora (kod pojave inkrustacije potrebno je uočiti prisutnost ispiranja i oborina, a ukoliko je nema, riječ je o pojavi kore) te lišajevima (iako mogu izgledom biti vrlo slični inkrustacijama puno su mekaniji od njih). **Film** predstavlja tanak sloj tvari koja je uglavnom organska (Slika 2.2.19b). Takvi slojevi mogu biti prozirni ili neprozirni nanosi boje, premazi koji su vodootporni, a postoje i vrste bioloških kolonizacija koje se nazivaju biofilmom. Film se starenjem može odvojiti od površine ili izgubiti na prozirnosti. Film često prijanja za površinu stijene no ne prodire u nju (to ovisi i o poroznosti same stijene). **Sjaj** se odnosi na izgled površine arhitektonskog kamena (Slika 2.2.20.) to jest količinu svjetlosti koju ona odbija. Sjaj površine može biti uzrokovan raznim premazima, načinom obrade te trenjem koje s vremenom polira njegovu površinu (glatke površine ulica popločenih kamenom - mediteranski gradovi). **Grafiti** su oblici vidljivi grebanjem, rezanjem ili graviranjem te nanosom neke vrste bojila na arhitektonski kamen (Slika 2.2.20.). Grafiti su općenito gledajući rezultat vandalizma, no mogu biti i rezultat raznih legalnih akcija dekoriranja (oslikavanje murala ili *street art* površine i sl.). **Patina** predstavlja kromatsku izmjenu površine arhitektonskog kamena koja se pojavljuje kao posljedica umjetnog ili prirodnog starenja (Slika 2.2.21.). Uglavnom se u slučaju prisustva patine ne primjećuje deterioracija površine. Postoje dva podtipa patine. Patina bogata željezom (engl. iron rich patina) može biti tanak sloj bogat mineralima željeza ili/i gline, može biti u nijansama od smeđe do crne boje. Oksalatna patina predstavlja tanak narančasto – smeđi sloj koji je obogaćen kalcijevim oksalatima, a često se pojavljuje na vapnenačkim i mramornim podlogama. **Prljanje** je oblik izmjene na arhitektonskom kamenu koja nastaje taloženjem tankog sloja vanjskih čestica, a daje površini prljav izgled (Slika 2.2.21.). Može nastati taloženjem raznih tvari iz atmosfere kao što su čađa, pijesak, prašina i sl. Prilikom prljanja tvari mogu imati razne stupnjeve prijanjanja na površinu. **Subflorescencija** predstavlja pojavu prilikom koje se slabo topive soli akumuliraju ispod površine kamena (eflorescencija se pojavljuje na površini kamena). Subflorescencija uglavnom nije vidljiva osim ako nestane površinski sloj arhitektonskog kamena (Slika 2.2.22.). Subflorescencije su uglavnom rezultat isparavanja slane vode koja prodre u porozni dio stijene, a kristalizacijom soli često dolazi do odvajanja površinskog dijela arhitektonskog kamena.



Slika 2.2.17. Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja  
a) pojava crne kore na kipu, b) naslaga (ptičji izmet)  
Izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.18. Promjena boje i taloženje - diskoloracija kamena i cvjetanje  
Izvor: Siedel, 2018.

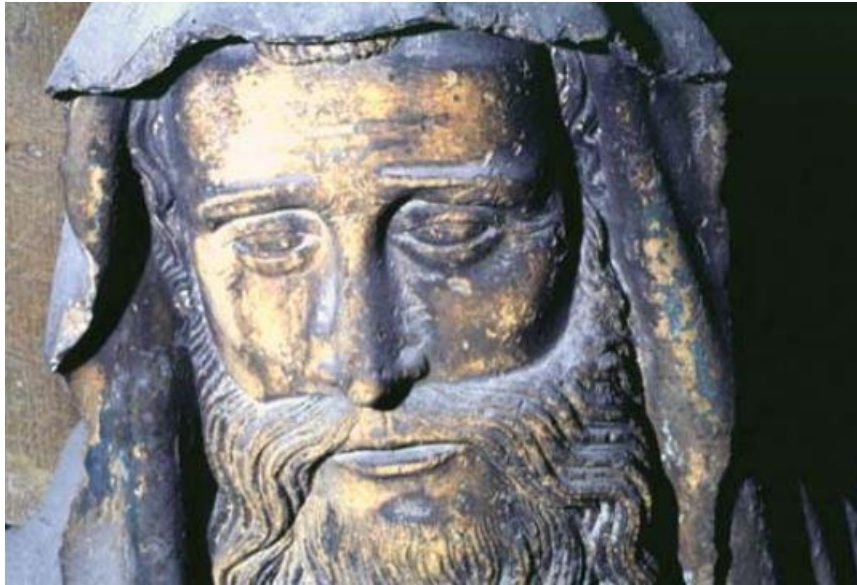


Slika 2.2.19. Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja  
 a) pojava naslage minerala - inkrustacije, b) film koji se ljušti  
 Izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.20. Tip oštećenja promjene boje- grafit na fasadi objekta i kameno  
 opločenje koje je zbog izlizanosti postalo sjajno  
 GRAD SPLIT TRPI NERED, ALI NE I GRAĐANSKI NEPOSLUH?  
[https://www. Dalmacijadanas. hr/grad-split-trpi-nered-ali-ne-i-gradanski-neposluh-ilegalna-gradnja-grafiti-plakati-zvake-moze-mural-splitskoj-sportskoj-legendi-ne-moze/](https://www.Dalmacijadanas.hr/grad-split-trpi-nered-ali-ne-i-gradanski-neposluh-ilegalna-gradnja-grafiti-plakati-zvake-moze-mural-splitskoj-sportskoj-legendi-ne-moze/) -Pristup 15. 08. 2021.





Slika 2.2.21. Tip oštećenja taloženjem - prljanje kipa (prašina u udubinama) i patinu (tamno obojenje)  
Izvor: Vergès-Belmin, 2008.



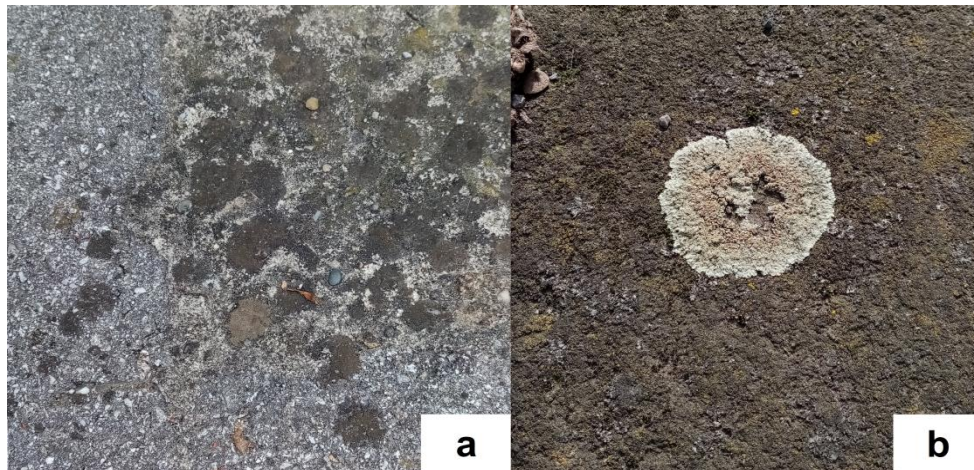
Slika 2.2.22. Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja  
- gubitak površinskog sloja arhitektonskog kamena uzrokovan subflorescencijom  
Izvor: Vergès-Belmin, 2008.



**Biološka kolonizacija** je izmjena stijene nastala djelovanjem kolonija algi, lišajeva, mahovine, plijesni te biljaka. Prisustvo jedne od navedenih ne mora i najčešće ne isključuje prisustvo drugih kolonija ili organizama (Slika 2.2.23.). Upravo suprotno, na području na kome se pojavljuju biološke kolonije zasigurno se pojavljuju i mikroorganizmi poput bakterija i cijanobakterija te brojnih ostalih organizama. Kolonizacija ujedno podrazumijeva i djelovanja drugih organizama, kao što su naprimjer životinje i njihova gnijezda (staništa) koja grade na ili u kamenu. **Alge** su mikroorganizmi, nemaju stabljiku niti lišće (Slika 2.2.24a). Mogu se naći u otvorenom i zatvorenom prostoru, izgledom podsjećaju na praškaste tvorevine poput naslaga na površini, mogu biti i viskozne teksture. Po bojama ih se može podijeliti na crne, smeđe, crvene ili alge zelene boje. Pojavljuju se na mjestima gdje je površina stijene dulje vrijeme vlažna. Iako stijene algama primarno služe kao čvrsta površina pogodna za rast u nekim slučajevima alge iz stijene koriste i hranjive tvari. **Lišajevi** su organizmi nastali iz simbioze gljiva i algi ili cijanobakterija. Izgledom mogu varirati no često podsjećaju na listaste, ljuskaste ili grmolike mrlje (Slika 2.2.24b), mogu biti sive, žute, narančaste zelene ili crne boje. Organ koji im služi za učvršćivanje za podlogu (rizine) može prodrijeti u stijenu i do desetak milimetara dubine. Pokazatelji nekadašnjeg rasta lišajeva na stijenama mogu biti mozaični i rupičasti oblici te udubine. **Mahovine** su vegetacijski organizmi koji izgledom podsjećaju na kompaktne grmolike tvorevine konveksnog oblika (Slika 2.2.25.). Pojavljuju se na površinama koje imaju dovoljno vlage, a kroz godišnja doba ovisno o pristupu vodi mogu mijenjati izgled. U sušnim periodima se malo skupe, boja im se iz zelene boje počne mijenjati prema smeđoj. Mahovina je s površinom stijene povezana smeđim rizinama (korjenčićima), te u predjelu između stijene i zelenog djela tijela mahovine mogu stvarati sloj mikro tla. **Plijesan** je skup mikroskopskih gljiva koje naizgled podsjećaju na vatru, to jest mrežu vlakana (Slika 2.2.26.) koja može biti različitih boja (bijela, siva, crna). Plijesan u površinu stijene može prodrijeti do nekoliko centimetara i može nanijeti ozbiljnije štete svojim kemijskim i mehaničkim djelovanjem, te uzrokovati promjenu boje površine stijene. Plijesan nastaje na vlažnim područjima te na metaboličkim produktima algi koje se nalaze na stijenama. **Biljke** su vegetativna bića koja imaju potpuno razvijen korijen, stabljiku i listove (Slika 2.2.27.). Biljke često nastanjuju arhitektonske elemente pogotovo ako su zapušteni i neodržavani. Biljke traže prostor koji zadovoljava količinu hranjivih tvari i vlage koja im je dovoljna za rast (primjer su biljke koje raste iz fuga popločenja ili mediteranske biljke koje rastu iz manjih pukotina u stijenama). Biljke svojim rastom i razvojem korijena kako i kemijskim izlučivanjem mogu prouzročiti razna oštećenja stijena na kojima rastu ili u čijoj blizini rastu (Vergès-Belmin, 2008.)



Slika 2.2.23. Biološka kolonizacija - bilje, mahovina, lišajevi (svijetlo sivo) i alge



Slika 2.2.24. Biološka kolonizacija površine stijene: a) alge, b) lišaj



Slika 2.2.25. Biološka kolonizacija - mahovina



Slika 2.2.26. Biološka kolonizacija – plijesan na površini stijene  
Izvor: Vergès-Belmin, 2008.



Slika 2.2.27. Biološka kolonizacija - vegetacijski obraštaj



### 3. Oštećenja u parkovima grada Zagreba

Zagreb je europski grad koji se proteže južnim podnožjem planine Medvednice te s obje strane rijeke Save. Prema geografskom smještaju, grad Zagreb pripada u predio umjerene širine te po Köpenovoj klasifikacija klime ima umjereno toplo vlažnu klimu s toplim ljetom (Cfb klimatski tip; Filipčić, 1998.).

Na području grada Zagreba bilježi se godišnji porast temperature od 0,05 °C (Ivančan-Picek, 2017.), no kretanje temperature ima specifičan godišnji ciklus i može se povezivati s homogenim okolišima koji se nalaze unutar urbanih sustava (Žgela, 2018.). Gradski parkovi, zbog vegetacijskih masa koje lakše apsorbiraju toplinu, često bilježe nešto niže temperature, nego okoline urbane sredine. Tako, na primjer, park Maksimir u ljetnim mjesecima ima puno nižu temperaturu od ostatka grada.

U razdoblju od 1901. do 2014. godine Zagreb bilježi značajan porast dnevnog intenziteta oborina ljeti kao i porast udjela oborina u vlažne dane zimi (Ivančan-Picek, 2017.), a koje utječu na intenzitet trošenja arhitektonskog kamena. Urbana atmosfera sadrži razne zagađivače, od kojih su najbitnijih CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NO, H<sub>2</sub>S i etilen (Pevalek-Kozlina, 2003.). Stoga, tijekom toplijeg dijela godine, a uslijed povećane količine oborina te povišene temperature, dolazi do ubrzavanja kemijskih reakcija, te posljedično, ubrzanog kemijskog trošenja stijena. Zabilježen porast oborina u vlažnim zimskim danima pogoduje mehaničkom trošenju (pucanju) arhitektonskog kamena ukoliko zbog pada temperature dođe do smrzavanja (i širenja) tekućine u stijenskim porama.

Uz prethodno spomenute klimatske odlike koje mogu utjecati na propadanje arhitektonskog kamena u Zagrebu, potrebno je spomenuti i izloženost suncu. Prema Statističkom ljetopisu Grada Zagreba za 2019. godinu (SLJGZ, 2020.), grad Zagreb je tijekom 2019. godine imao 2473,9 sunčanih sati. Ta brojka kroz duži vremenski period bilježi blagi porast, no, s druge strane, sagledavani parkovni prostori obiluju vegetacijom koja zaklanja dio sunčevih zraka.

Također, jedan od mogućih čimbenika trošenja arhitektonskog kamena je i vjetar, no urbane parkovne sredine relativno su zaklonjene od njegova utjecaja te je utjecaj trošenja stijena vjetrom minimalan.

### 3.1. Park-šuma Maksimir

Prije no što je pretvoren u gradski perivoj-park, prostor sadašnjeg Maksimira koristio se u svrhu lova i sječe. Izgradnja parka Maksimir započela je 1787. godine. Glavni pokretač ideje o formiranju gradskog parka na tom prostoru je Maksimilijan Vrhovac, tadašnji Zagrebački biskup, po kome je park dobio ime (Maksimilijanov mir-Maksimir).

Prvotno je park oblikovan u Baroknom stilu. 1787. godine prokrčeni su putevi te su postavljene tri zrakaste staze (središnja je današnja glavna aleja koja vodi do Vidikovca). Iste je godine uređen proplanak i zasađen je velik broj ukrasnog grmlja i cvijeća te je uz aleju postavljen velik broj sjenica (Mudrinjak, 1974.).

Maksimir je kao park svečano otvoren 1794. godine.

Za vrijeme biskupovanja Aleksandra Alagovića, 1829. godine, pojavila se ideja o uređenju parka u prirodnom stilu, no značajne se preinake ipak nisu odvile.

Dolaskom Juraja Haulika na poziciju biskupa grada Zagreba (1837.) dolazi do značajnih preinaka u parku. Biskupova je ideja bila preurediti park prema engleskom krajobraznom stilu. Tim koji je radio na preuređenju parka sastojao se od vrtnog arhitekta Michaela Riedla, arhitekta Franza Schuchta te brojnih drugih umjetnika, a voditelj radova bio je Leopold Philipp (Mudrinjak, 1974.).

Za vremena Jurija Haulika izgrađeni su: Pučki hram (trenutno se na njegovu mjestu nalazi kapelica sv. Jurja), paviljon Kišobran (na čijem se mjestu trenutno nalazi Sokolska Mogila), paviljon Glorijeta, paviljon Bellevue, paviljon Jeka (jedini paviljon koji je i danas sačuvani), Ribarska koliba, Brezova koliba, Mirna koliba, Švicarska kuća, Vratareva kućica, Holandska kućica, Gostionica (na čijem se mjestu danas nalazi Restoran Maksimilijan, Vidikovac (Povijest parka Maksimir, n.d.), Koliba za goste, Vratarska kućica (kraj ulaznih vrata), brojne skulpture te građevine za razne gospodarske djelatnosti (Mudrinjak, 1974.). Također su izgrađena i Glavna ulazna vrata, no u obliku drugačijem od današnjeg.

Godine 1839. naziv perivoja promijenjen je u Jurjaves, no nakon smrti Jurja Haulika vraćen mu je originalan naziv (Maksimir). Prije i tijekom I. svjetskog rata u parku su zabilježena manja oštećenja (oštećenje glavnog portala i uništenje kipa Žetelica). Godine 1922. sjeverni (do tada biskupski) dio postao je vlasništvom Šumarskog fakulteta (Mudrinjak, 1974.). Za vrijeme II. svjetskog rata park trpi velike štete. Sagrađeno je par armirano betonskih bazena, iskopano više bunkera i jaraka te su tenkovske jedinice uzrokovale brojna druga oštećenja. Nakon završetka rata park je više puta obnavljan i pošumljavan (Mudrinjak, 1974.).

Prvotno je park Maksimir zaštićen kao prirodna rijetkost 1948. godine, a 1964. godine je zaštićen i kao spomenik kulture. (Mudrinjak, 1974.).

Maksimirski park je od otvorenja podvrgnut raznim preinakama te je pretrpio brojna oštećenja (od nevremena, potresa, vandalizma u doba Prvog i Drugog svjetskog rata, požara) (Mudrinjak, 1974.). Do današnjeg vremena nestalo je mnoštvo građevina, spomenika te drugih parkovnih elemenata, no Maksimir je i dalje ostao najveća „urbana“ parkovna površina u Zagrebu. Njegova se važnost uviđa i u tome što je kontinuirano obnavljan i pošumljavan.

Danas je zaštićen je kao spomenik parkovne arhitekture, te je kao kulturno dobro upisan u Registar kulturnih dobara Republike Hrvatske (Povijest parka Maksimir, n.d.).

### 3.1.1. Glavna ulazna vrata

Glavni portal ili Glavna vrata prvotno su izgrađena 1841. godine (u klasicističkom stilu) (Slika 3, u Mudrinjak, 1974.). Prolaz na toj lokaciji spominje se i kod otvorenja parka 1794. godine. Novi portal sa neogotičkim obilježjima postavljen je 1867. godine, a 1913. godine uslijed olujnog vjetra na njega pada stablo hrasta (također biva oštećen potresima). Godine 1914. izgrađuje se iznova, od četiri stupa povezana gornjim dijelom. Ukrašen je skulpturama, reljefima i vazama te se na njemu nalaze odabrani stihovi iz „Dubravke“ Ivana Gundulića. U tom obliku biva očuvan do danas. (Mudrinjak, 1974.).

Izlaskom na teren zatečena su značajnija oštećenja promjene boje i naslaga.

Crna je kora uočena na dijelovima izloženim oborinama (Slika 3.1.1.1a i 3.1.1.2a). Zatečeni su tragovi prljanja, pogotovo iznad natpisa na vratima (Slika 3.1.1.1b; 3.1.1.2b). Iznad vrata je uočena pojava kalcitne inkrustacije (Slika 3.1.1.1a – zaokruženo). Na slici 3.1.1.2a vidljivo je i blago oštećenje granularne dezintegracije na licu reljefa. Prisutni su primjeri biološke kolonizacije mahovina, lišajeva, a najrasprostranjenije su alge (Slika 3.1.1.1b i 3.1.1.2b). Na slici 3.1.1.1b vidljive su rupice ili udubljenja na donjem bloku, ovdje se ne radi oštećenju već o strukturi stijene (iako je sam blok u nekoj mjeri zasigurno istrošen).



Slika 3.1.1.1. Oštećenja na ulaznim vratima: a) crna kora, inkrustacija i tragovi prljanja; b) tragovi prljanja, alge



Slika 3.1.1.2. Oštećenja na ulaznim vratima: a) crna kora, granularna dezintegracija; b) alge, prljanje i crna kora



### 3.1.2. Vidikovac

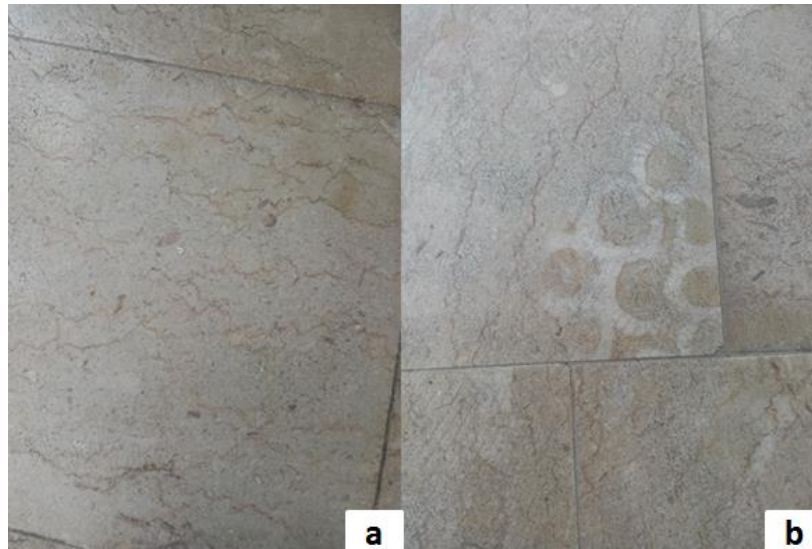
Vidikovac (Slika 3.1.2.1.) je izgrađen 1843. godine kao toranj na tri kata. Prizemlje Vidikovca je okruženo trijemom, a prvi i treći kat terasama. Objekt je simetričan i izgrađen od brojnih materijala (beton, kamen, željezo i drvo). 2002. godine javna ustanova „Maksimir“ obnavlja Vidikovac (Vidikovac, n.d.).

Izlaskom na teren na objektu su vidljiva brojna pukotinska oštećenja, no ne može se sa sigurnošću reći jesu li nastala strukturnom opterećenošću.

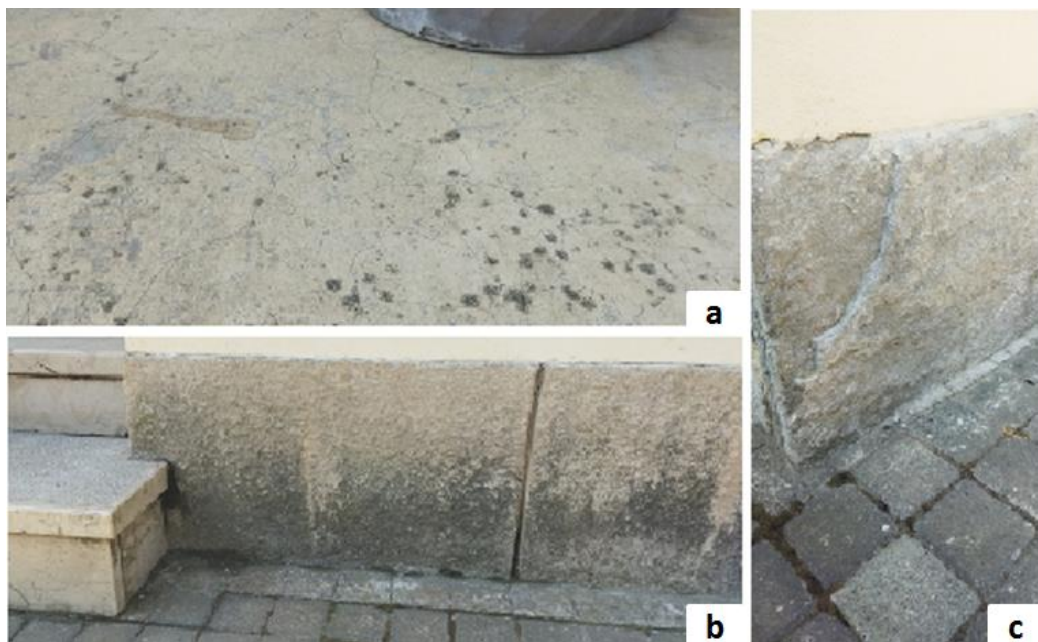
Na podu trijema te u podnožju obodnih stupova vidljiva je pojava pukotinske mreže (Slika 3.1.2.3a). Na Vidikovcu se pri tlu nalaze blokovi arhitektonskog kamena. Kod nekih su od njih vidljive razne pojave odvajanja, kao što su fragmentacije i delaminacije (Slika 3.1.2.3c). Od oblika biološke kolonizacije najrasprostranjenije su alge i mahovina (Slika 3.1.2.3b). Na slici 3.1.2.2 prikazano je popločenje koje se nalazi na trijemu. Na površini je vidljiva struktura stijene sa stilolitskim šavovima te fosilni ostaci. Heterogenosti u stijeni poput stilolitskih šavova i fosilnih ostataka (npr. kolonija rudista vidljiva na slici 3.1.2.2b) bogu biti različito otporni na trošenje od ostatka stijene.



Slika 3.1.2.1 Vidikovac



Slika 3.1.2.2 Popločenje Vidikovca: a) stilolitski šavovi; b) fosili rudista.



Slika 3.1.2.3. Oštećenja na podnožju vidikovca: a) pukotinska mreža, lišajevi; b) lišajevi i mahovina; c) delaminacija i mahovina.

### 3.1.3. Vrtlareva kuća i restoran

Vrtlareva kuća je izgrađena 1847. godine. Objekt je u početku služio kao stražarnica, a potom kao pogonski prostor za održavanje parka. Posljednji put biva obnovljena 2008. godine te se u njenom lijevom krilu otvara prvi Infocentar za korisnike parka. Objekt Vrtlareva kuća ima status zaštićenog kulturnog spomenika te se smatra kulturnim dobrom (Mihalić, 2020.).

U blizini vrtlareve kuće smješten je restoran, čiji datum izgradnje nije poznat, no poznato je kako je objekt restorana je detaljno obnovljen 2003. godine (Mihalić, 2020.).

Na pomoćnim objektima (Vrtlareva kuća, restoran i objekt WC-a) zatečena su relativno slična oštećenja. Najzastupljeniji su primjeri ljuštenja filma, piling te razne vrste pukotina (Slika 3.1.3.1.). Čest su primjer također i promjene u boji površine (vlaga i razne vrste taloženja) te biološke kolonizacije (algi, mahovine i lišajeva).



Slika 3.1.3.1. Oštećenja na vrtlarevoj kući: mrljanje vodom, ljuštenje filma i piling

### 3.1.4. Paviljon Jeka

Paviljon Jeka izgrađen je 1840. godine te je jedini sačuvani paviljon u parku Maksimir. Jedino su se na ovome objektu u potpunosti zadržala obilježja klasicizma. Izgrađen je od kamenog postolja, drvenih greda te limenog krovišta (Slika 3.1.4.1a) (Mudrinjak, 1974.).

Paviljon je izgrađen prema nacrtu Franza Schüchta, a 2001. godine ga obnavlja Javna ustanova Maksimir (Paviljon Jeka, n.d.).

Prilikom izlaska na teren uočena su oštećenja na podu paviljona (Slika 3.1.4.1b) Vidljivo je kako pojedini dijelovi popločenja izostaju. Uzrok zatečenih oblika oštećenja nije jasan. Moguće je da su oštećenja nastala mehanički, također je moguće da je uslijed smrzavanja vode u pukotinama opločenja došlo do pucanja i odvajanja na površini opločenja. Pojedini oblici oštećenja prelaze sjedne ploče na drugu, zbog čega je još teže utvrditi uzrok njihova nastanka.



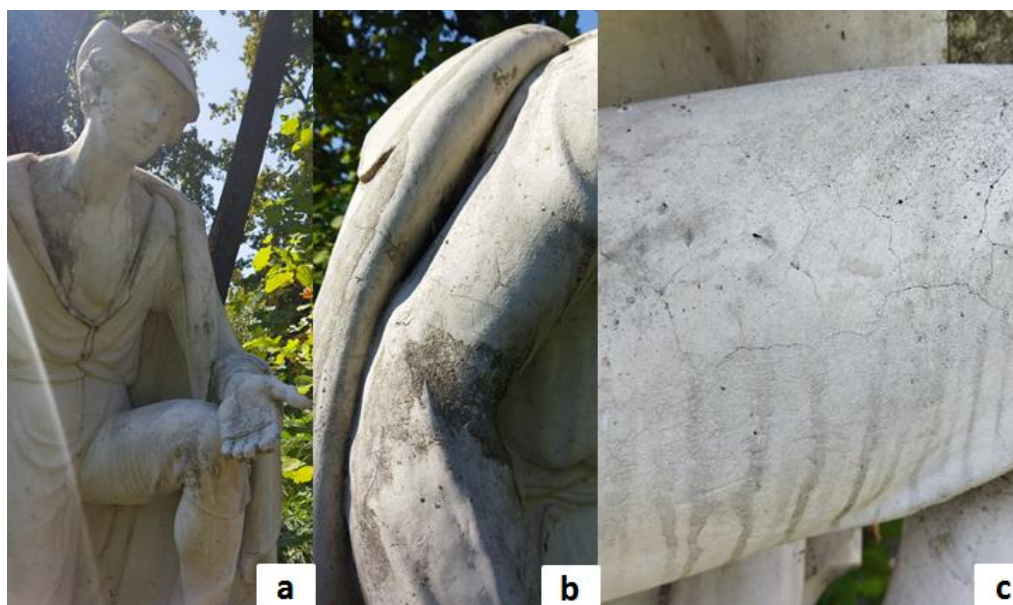
Slika 3.1.4.1 a) Paviljon Jeka; b) oštećenja na podu paviljona



### 3.1.5. Napuljski ribar

Skulptura Napuljskog ribara nastala je po narudžbi Jurja Haulika. Izradio ju je kipar Joseph Käschrnann, od pješčenjaka. Napuljski ribar je prikazan (u prirodnoj veličini) kao čovjek koji u desnoj ruci drži udicu te gleda u vodu (Slika 3.1.5.1a). Prvotno je skulptura bila postavljena na mali humak na jugoistočnoj strani Labuđeg otoka na Prvom maksimirskom jezeru. Nakon izrade prve replike skulptura je postavljena kraj ulaza u Zoološki vrt Grada Zagreba, nasuprot Labuđem otoku. Na istu lokaciju je 2016. godine postavljena i druga replika (Funda, 2016.).

Izlaskom na teren uočena su brojna oštećenja na replici (iz 2016.). Na slikama 3.1.5.1a i 3.1.5.1c vidljivi su tragovi prljanja na dijelovima gdje se oborine slijevaju sa kipa. Prisutni su primjeri biološke kolonizacije bršljanom (lat. *Hedera helix*), algama, mahovinama (u podnožju kipa) te lišajevima (Slika 3.1.5.1b). Na kipu su vidljive pukotinske mreže (Slika 3.1.5.1c) te zasebne pukotine.



Slika 3.1.5.1. Oštećenja na kipu Napuljskog ribara: a) vidljivi tragovi prljanja; b) biološka kolonizacija lišajevima; c) vidljivi tragovi prljanja i pukotinska mreža.

### 3.1.6. Sokolska Mogila

Sokolska Mogila (Slika 3.1.6.1.) je nastala 1925. godine. Prethodno se na toj lokaciji nalazio „Kišobran“ (natkriveni prostor koji je služio posjetiteljima kao zaklon od oborina). Mogila je podignuta prigodom proslave tisućite godine Hrvatskog kraljevstva. Načinjen je humak u čijem temelju su pohranjeni vrijedni predmeti iz hrvatske povijesti. Na vrhu humka se nalazi kameno postolje sa reljefom hrvatskog povijesnog grba. Povrh postolja se nalazi brončana ploča sa natpisom te brončana statua sokola (Sokolska Mogila, n.d.; Mudrinjak, 1974.).

Na slici 3.1.6.2a vidljiva je prisutnost biološke kolonizacije algama i biljem. Vertikalni dijelovi gazišta pokazuju pojavu ljuštenja, prljavštine i sasušenih algi (Slika 3.1.6.2b). Na kamenom su postolju ispod brončanog skulpture na pojedinim dijelovima vidljive presvlake malahita koje su nastale oksidacijom bakra iz skulpture, te su vodom nanesene po bočnim stranicama postolja. Također su uočeni tragovi čišćenja postolja. Na slici 3.1.6.2c na bloku litotamnijskog vapnenca vidljive udubine nisu rezultat oštećenja već strukture same stijene.



Slika 3.1.6.1 Sokolska Mogila



Slika 3.1.6.2. Sokolska Mogila: a) biološka kolonizacija algama i biljem; b) presvlake i ljuštenje, prljavštine i algi; c) struktura stijene.

### 3.1.7. Most četiri lava

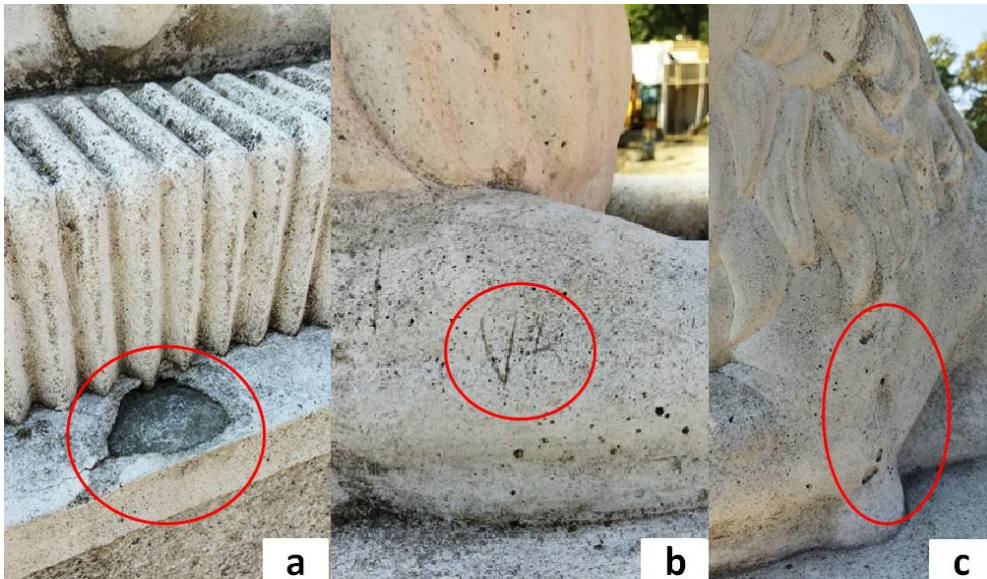
Most četiri lava je sagrađen u periodu od 1925. do 1928. godine, a betonske skulpture je izradio kipar Joza Turkalj (zagrebinfo.hr, 2017.). Most i lavovi (Slika 3.1.7.1a) su obnovljeni u periodu između 2014. i 2016. godine od strane Grada Zagreba i Zoološkog vrta Grada Zagreba (Modernizacija Zoološkog vrta grada Zagreba – 1. faza, 2019.).

Obilaskom terena zatečene su promjene boje prljanjem (Slika 3.1.7.1b; 3.1.7.2a). Na kipovima je vidljiva biološka kolonizacija algama. Na nekim skulpturama su zatečeni i oblici odvajanja kao što je primjer prsnuća vidljiva na slici 3.1.7.2a. Također su prisutna oštećenja do kojih je došlo mehaničkim djelovanjem, kao što su ogrebotine (Slika 3.1.7.2b) i rupičanje (engl. pitting) (Slika 3.1.7.2.c).



Slika 3.1.7.1 Oštećenja kipova lavova: a) prikaz jedne od skulptura; b) tragovi prljanja.





Slika 3.1.7.2. Oštećenja na kipovima lavova: a) prsnuće; b) mehaničko oštećenje, grebanjem; c) rupičanje (engl. *pitting*).

### 3.1.8. Kula

Kula „Začarani dvor“ je najstariji objekt u Zoološkom vrtu. Podignuta je na njegovu ulazu 1926. godine, a u prošlosti je služila kao nastamba medvjeda ili vukova. Danas je u njoj smještena manja galerija povijesnih dokumenata i podataka o zoološkom vrtu (infozagreb.hr, 2015.).

Obilaskom ovog objekta uočena je značajna biološka kolonizacija (Slika 3.1.8.1b) u kojoj prevladavaju biljke i mahovina. Zidovi objekta građeni su od brojnih vrsta stijena na kojima su vidljiva oštećenja poput delaminacije, puknuća, površinske dezintegracije, iveranja (engl. splintering) i odlamanja (Slika 3.1.8.1a). Na slici 3.1.8.1a vidljiva je promjena karaktera površine kamena, uzrokovana učestalim (ljudskim) korištenjem.



Slika 3.1.8.1. Oštećenja zatečena na Kuli: a) izlizana površina gazišta, odlamanje; b) biološka kolonizacija biljem i mahovinama.

### 3.1.9. Spomen ploča Maksimilijanu Vrhovcu

Spomen ploča Maksimilijanu Vrhovcu je postavljena 2002. godine povodom 250. godišnjice njegova rođenja. Brončana ploča se nalazi na grubo obrađenom kamenom bloku, a njezino postavljanje je organiziralo Društvo Karlovčana i prijatelja Karlovca u Zagrebu (IKA, 2002.).

Na terenu su, na ploči, zatečena oštećenja promjene boje i taloženja (Slika 3.1.9.1). Na području oko ploče gdje se vjerojatno dulje zadržava voda vidljivi su tragovi biološke kolonizacije algama (prisutni su i lišajevi, no ne izraženo). Na predjelu gdje se voda slijeva preko brončane ploče vidljivi su zelenkasti tragovi taloženja malahitom, a također su uočene promjene obojenja prljanjem. Kamen je sa bočnih strana obrađen alatom dlitom (ili špicom) te se na udubinama nastalim od alata, također vide tragovi prljanja.



Slika 3.1.9.1 Oštećenja zatečena na Spomen ploči - tragovi prljanja i mrljanja malahitom, biološka kolonizacija algi



### 3.1.10. Obelisk

Obelisk ili „Piramida“ je postavljen 1843. godine povodom završetka radova u parku (Obelisk, n.d.), a izradio ga je Joseph Käschrann. Na dvjema stubama i kvadratnom postolju stoji piramidalan obelisk (Slika 3.1.10.1a). Na tri strane kamenog postolja su lovorovi vijenci načinjeni od bronce. Sa svake strane obeliska postavljeni su manji brončani vijenci. Na pročelju postolja nalazi se metalna ploča s tekstom na latinskom jeziku (poruka Jurja Haulika), ispod nje je na kamenoj ploči uklesan prigodan prijevod (Obelisk, n.d.). Spomenik je obnovila Javna ustanova Maksimir 2001. godine (Obelisk, n.d.).

Na spomeniku je za vrijeme obilaska terena uočeno više oštećenja u vidu prljanja i taloženja. Zamijećeno je kako postavljani brončani vijenci oksidiraju te se ispušteni malahit taloži po stranicama postolja podno njih. Također je uočeno da se alge zadržavaju na kamenim dijelovima zaklonjenim, brončanim vijencima, od direktnog sunca (Slika 3.1.10.1c). Kolonizacije algi su pri dnu postolja skulpture izmiješane sa slojevima prljavštine (Slika 3.1.10.1b).

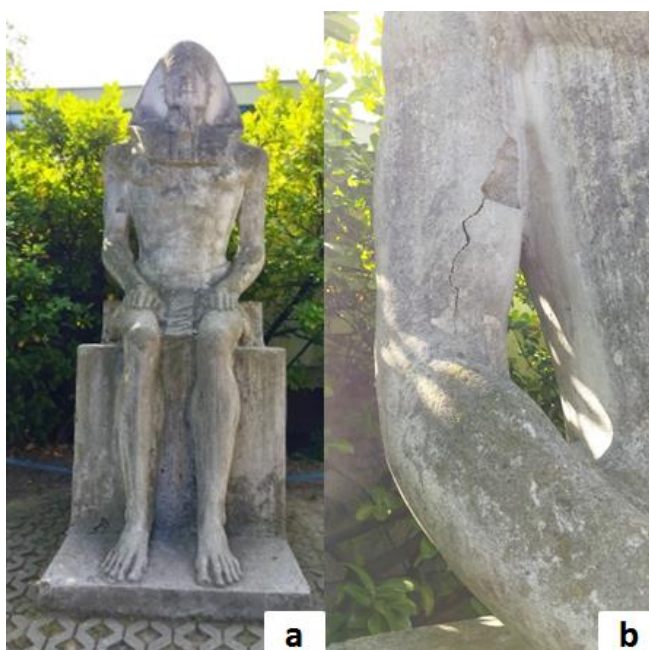


Slika 3.1.10.1. Oštećenja zatečena na Obelisku: a) prikaz Obeliska; b) tragovi prljanja i biološka kolonizacija algama; c) tragovi prljanja i biološka kolonizacija algama.

### 3.1.11. Egipćani

Skulpture Egipćana ili „sfinge“ također su djelo Joze Turkalja (autor skulptura na mostu lavova), a postavljene su u istom razdoblju kada i Most četiri lava. Izrađene su od betona (Spomen obilježja nakon Haulika, n.d.).

Na skulpturama Egipćana vidljiva su oštećenja promjene boje i taloženja (Slika 3.1.11.1a). Također su vidljivi primjeri biološke kolonizacije lišajevima (Slika 3.1.11.1b), mahovinama i algama (Slika 3.1.11.2b). Pregledom oba kipa uočeni su primjeri brojnih puknuća, prsnuća (Slika 3.1.11.2a), pukotinskih oštećenja te predjela na kojima nedostaju dijelovi skulptura (Slika 3.1.11.1b). Na slici 3.1.11.2c vidljivo je oštećenje površinskim ljuštenjem.



Slika 3.1.11.1. Oštećenja zatečena na Egipćanima: a) prikaz jedne od skulptura; b) biološka kolonizacija lišajeva, pukotinsko oštećenje.



Slika 3.1.11.2. Oštećenja na Egipćanima: a) prsnuće; b) biološka kolonizacija mahovinama i algama; c) površinsko ljuštenje.

### 3.1.12. Kapelica sv. Jurja

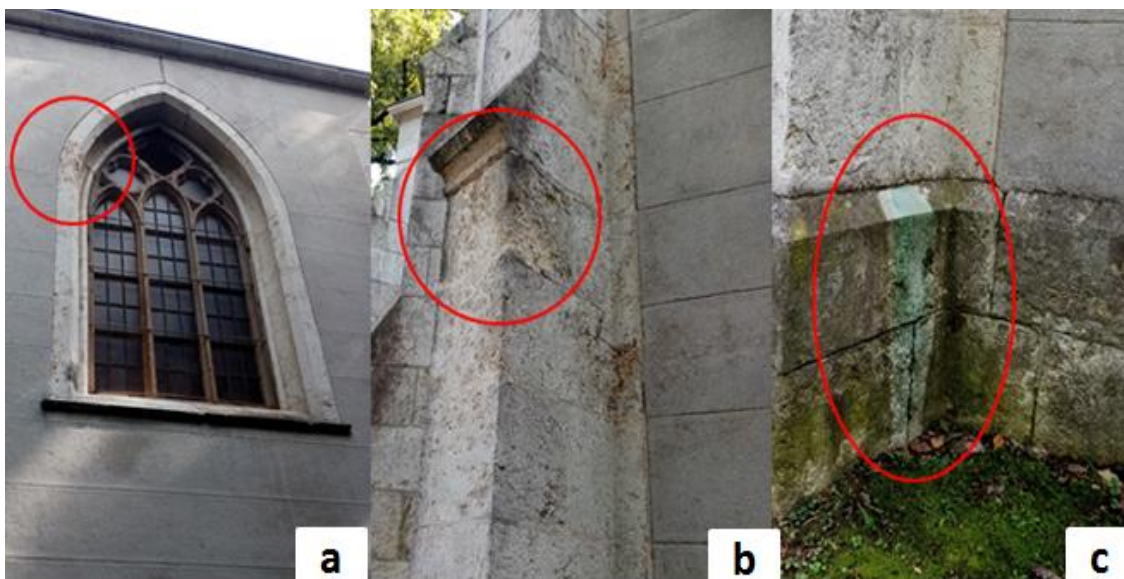
Kapelica sv. Jurja napravljena je 1864. godine, a sagrađena je u obliku križa sa kratkim dosezima. Zidovi kapelice su napravljeni od opeke i presvučeni fasadom, a konstruktivni dijelovi od kamenih blokova. Prilikom izgradnje i uređenja na kapelici je radilo mnoštvo domaćih i stranih majstora (Kapelica sv. Jurja, n.d.). Kapelica je trenutno izvan funkcije te je ograđena zbog potencijalne opasnosti od urušavanja.

Pregledom vanjskog djela kapelice vidljivi su neki pokušaji popravka kamenih stubova. Bitno je napomenuti kako se, iako su pojedini vanjski elementi građeni od istog stijenskog materijala, blokovi se svojom strukturom razlikuju. Te razlike između blokova ne bi trebalo poistovjećivati sa oštećenjima. Jedan od takvih primjera raznovrsnosti strukture stijene vidljiv je na slici 3.1.12.2a na prozorskom luku. Slika 3.1.12.2b prikazuje primjer diferencijalnog trošenja materijala, vidljivo je kako je stijenski blok skloniji trošenju (granularnom raspadanju) od vezivne mase. Posljedica ovakvog oštećenja može biti nastanak tafona. Kapelica je izložena brojnim primjerima biološke kolonizacije (Slika 3.1.12.1c), u većem udjelu su to mahovine i alge, a potom biljke i lišajevi. Na kapelici su osim spomenutih pronađena brojna oštećenja granularnog osipavanja i odvajanja (Slika 3.1.12.1c), prljanja (Slika 3.1.12.1b; 3.1.12.2c), puknuća (Slika 3.1.12.1b), taloženja (Slika 3.1.12.1a) te jedan primjer rupe u arhitektonskom kamenu (južni zid kapelice- fasadni dio zida).



Slika 3.1.12.1. Oštećenja na kapelici sv. Jurja: a) taloženje; b) prljanje, puknuća; C) prljanje, granularno osipavanje i odvajanje.





Slika 3.1.12.2. Oštećenja na kapelici sv. Jurja:  
a) razlike u strukturi kamena; b) diferencijalno trošenje i granularno raspadanje; c) taloženje i mrljanje malahitom.



### 3.1.13. Stepenice

Na jugoistočnoj obali jezera nalaze se mramorne skulpture Stepenice. Autorica je kiparica Milena Lah, a postavljene su u periodu od 1980. do 1891. godine (www.zagreb.info/ritam, 2017.).

Na skulpturama su prisutna oštećenja promjene boje i taloženje. Neki od primjera su prljanje i grafiti (Slika 3.1.13.1c). Na elementima su uočeni i primjeri odvajanja – prsnuća (Slika 3.1.13.1b) te brojna oštećenja izazvana mehaničkim djelovanjem.



Slika 3.1.13.1. Oštećenja zatečena na Stepenicama:  
a) prikaz stepenica; b) prsnuće; c) prljanje i grafiti.

### 3.1.14. Majka s djetetom

Na zapadnom dijelu Maksimira uz Bukovačku ulicu nalazi se kip Majka s djetetom (Slika 3.1.14.1a). Skulpturu je napravio autor Ćiril Mihanović, te je 1958. godine postavljena u blizini crkve sv. Jeronima na obodu današnjeg dječjeg igrališta. Skulptura je načinjena od bronce, a postavljena je na kameni blok (Slika 3.14.1b) (Mihalić, 2020.).

Na kipu Majke s djetetom zatečena su oštećenja promijene boje i taloženja. Mineral malahit je nošen oborinama obojao je površinu kamena (mrljanje). Na kamenu je zastupljena i biološka kolonizacija algi. Manje, relativno pravilne rupe koje su vidljive na slici 3.1.14.1b, nisu primjeri oštećenja već prirodna struktura tog arhitektonskog kamena. To je moguće zaključiti prema smjeru ili uzorku pojavljivanja rupa (u ovom slučaju prate jedan smjer).



Slika 3.1.14.1 Oštećenja zatečena na kipu Majka s djetetom:  
a) prikaz kipa; b) mrljanje malahitom.

### 3.1.15. Raspelo

Raspelo (Slika 3.1.15.1a) na križanju Maksimirske ulice i ulice Fakultetskog dobro postavljeno je 1847. godine (prema uklesanom tekstu na latinskom). Na visokom kamenom podnožju postavljen je kameni križ na kome je skulptura od lijevanog željeza (Perković, 2021.).

Na parkovnoj strukturi su prvenstveno zatečene brojne biološke kolonizacije mahovinama, lišajevima i algama (Slika 3.1.15.1b). Pojava algi i mahovina je zastupljenija na sjevernom djelu parkovnog elementa. Biološka kolonizacija na ovom primjeru značajno mijenja originalan izgled arhitektonskog kamena. Na podnožju su uočeni tragovi prljanja te crne kore. Također vidljivo je kako se pojedini dijelovi vegetacije sezonski suše te izljušte a potom nanovo obnavljaju.



Slika 3.1.15.1. Oštećenja zatečena na Raspelu:  
a) prikaz Raspela; b) prljanje, crna kora, ljuštenje prljavštine i biološka kolonizacija algi, mahovine, lišajeva.



### 3.1.16. Elementi uz crkvu sv. Jerolima

Na pomoćnim objektima uz crkvu sv. Jerolima zatečena su oštećenja prljanja, taloženja i opadanja filma (Slika 3.1.16.1b). Neke bi se od tih pojava mogle povezati sa pojmom „peeling“ uslijed kojeg dolazi do daljnje dezintegracije građe koja se nalazi ispod oljuštenog sloja. Ovakva pojava se vjerojatno desila zbog više čimbenika. Objekti se nalaze u sjeni visokih stabala što bi moglo indicirati dulje zadržavanje vlage na fasadnim površinama. Nadalje, fasadna struktura biva izložena suncu i promjenama temperature. Kada se površinski sloj filma (fasade) „izgubi“, područje oko njega postaje izloženije zbog lakšeg i obilnijeg prodiranja vlage u fasadu. Na pojedinim objektima su vidljiva i puknuća (Slika 3.1.16.1a), no o njihovim uzročnicima se sa sigurnošću ne može govoriti. Strukturna oštećenja bi se doduše mogla odbaciti (budući da popucali segmenti nisu pod većim opterećenjem), no moguće je da su nastali uslijed potresa u Zagrebu (2021. godine). Osim spomenutih promjena, na kamenim segmentima pojedinih objekata uočena je pojava granularnog osipanja površinskog sloja (Slika 3.1.16.1b).

Ispred crkve sv. Jeronima nalazi se skulptura Bogorodice bezgrešnog začeća koja je 1847. godine prvotno postavljena na istočnom uglu Bukovačke i Maksimirske ceste (Perković, 2021.). Na postolju skulpture je uklesan tekst na latinskome jeziku.

Obilaskom terena, na postolju skulpture su uočene biološke kolonizacija lišajevima i algama te oštećenja promjene boja i taloženja kao što su prljanje (engl. *soiling*) i crna kora.



Slika 3.1.16.1 Oštećenja zatečena na pomoćnim objektima (istočni dio Maksimira):

a) puknuće, tragovi prljanja; b) ljuštenje filma, piling.

### 3.2. Gradski park Zrinjevac

Dvadesetih godina 19. stoljeća se na prostoru današnjeg parka Zrinjevac nalazilo sajmište. Odluka za smještanjem sajmišta na taj prostor donesena je nakon njegova premještanja s prostora današnjeg Trga bana Josipa Jelačića. Sajmište je bilo iznimno posjećeno socijalno središte zbog mnoštva sadržaja koji su se nalazili na njegovu obodu. U blizini sajmišna nalazile su se gostionice, pekare, trgovine, kuglane, kaznionica, vojarna te brojni drugi obrtnički objekti (Knežević, 1993.).

Prenamjena sajmišta u perivojni park dugo se planirala i odgađala. Krajem pedesetih godina 19. stoljeća prostor je preuređen u trg sa tržnicom u središtu. Godine 1866. mijenja se naziv trga u Trg Nikole Šubića Zrinjskog. Godine 1972. Gradski odbor razmatra položajni nacrt (Ruperta Melkusa) te ga šalje ravnatelju bečkih gradskih parkova, Rudolphu Siebecku. Iste se godine nasipava površina, uređuje kanalizacija trga te se sade drvoredi platana. Siebeck 1873. godine izrađuje hortikulturni nacrt za oblikovanje perivoja („Stadtpark in Agram“). Ploha parka biva raščlanjena na četiri dijela sa popločenim stazama i središnjim djelom. Godine 1877. uređuju se parteri, sadi se grmlje i brojne cvjetne vrste. Sredinom sedamdesetih godina 19. stoljeća gradi se i palača Ožegović, prva od brojnih palača koje se smještaju na obod perivoja (Knežević 1993.).

Postavljanje bisti povijesnih ličnosti počinje izradom biste Jurja Klovića. Kipar Ivan Rendić biva angažiran za izradu poprsja. Zamisao je bila kako će se biste dodavati kroz vrijeme te će biti postavljene u luku na južnom djelu perivoja. Josip Peklar 1979. godine preuzima uređenje trga. Izgled perivoja se mijenjao više puta (značajnije 1878., 1891., 1893.) (Knežević 1993.).

Na parkovnu površinu su kroz vrijeme postavljani razni parkovni elementi (fontane i vodoskoci). Kronološki su postavljani sljedeći elementi koji su i danas prisutni u perivoju: Meteorološki stup, Glazbeni paviljon, Vodoskok („gljiva“) - Hermana Bollea, bazeni (Blizanci). Projekt cjelovite obnove perivoja realiziran je 2000. i 2001. godine (Knežević, 2008.)

### 3.2.1. Biste

Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog postavljane su u periodu od 138 godina. Biste su napravljene od kararskog mramora te stoje na postoljima od nebrezinskog kamena. Prvo je postavljena bista Juraja Klovića, 1879. godine, a potom iste godine i bista Andrije Medulića. Autor skulptura je Ivan Rendić. (Knežević, 1993.) Bista Nikole Šubića Zrinskog postavljena je zadnja 2017. godine, a napravio ju je akademski kipar Vladimir Herljavić (Klindić, 2020.). Bistu Ruđera Boškovića napravio je 1910. godine kipar Tomo Rosandić. Ivan Rendić je autor biste Nikole Jurišića, postavljene 1886. godine. Bistu Krste Frankopana napravio Ivan Rendić te je postavljena 1884. Biste Ivana Mažuranića i Ivana Kukuljevića Sakcinskog su djela Rudolfa Valdeca, postavljene 1911. godine (Quien, 2014.).

Originali bista su do 1995. godine bili postavljeni na Trgu Nikole Šubića Zrinskog. Više puta su pokrивane staklenim kupolama, no zbog većih oštećenja odlučeno je kako će se izraditi replike bista, a originali se nalaze u Muzeju Grada Zagreba. Replike su napravljene od umjetnog kamena, a od postavljanja (1995. godine) napravljeno je nekoliko popravaka i zahvata čišćenja (Vranić Rob, 2021.).

Izlaskom na teren su na bistama i njihovim postoljima uočena manja oštećenja. Zabilježena je manja koncentracija bioloških kolonizacija algi i lišajeva. Također su prisutna slabiji primjeri prljanja.

Na pojedinim dijelovima skulptura vidljiva su manja udubljenja, no ne radi se o oštećenju već o strukturi površine (Slika 3.2.1.1b i 3.2.1.2b). Do te pojave dolazi zbog zarobljenog zraka u pozitivu odljeva (Ugrina, 2021.).



Slika 3.2.1.1. Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Juraja J. Klovića; b) Bista Andrije Medulića.



Slika 3.2.1.2 Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Nikole Š. Zrinskog; b) Bista Ruđera Boškovića (udubine nastale prilikom izrade).



Slika 3.2.1.3. Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Ivana Kukuljevića; b) Bista Nikole Jurišića (udubine nastale prilikom izrade).



Slika 3.2.1.4. Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Krste Frankopana;  
b) Bista Ivana Mažuranića.



### 3.2.2. Fontane Blizanci

Bazeni sa fontanama Blizanci (Slika 3.2.2.1.) napravljeni su 1894. godine. Vodeni elementi (dva bazena) su simetrično postavljena s obzirom središnju stazu u parku. Pravokutnog su oblika s polukrugovima nad kraćim stranicama. U bazenima se nalaze po tri izlaza vode (Knežević, 1993.). Bazeni su trebali biti kameni, no Gradski građevni ured ih je izradio od betona (Jovičić, 1991.). Blizanci su obnavljani 1975., 1979. i 1994. godine (Tropan i Karleuša, 2009.).

Obilaskom terena na Blizancima uočena su manja pukotinska oštećenja i prisutnost manjih bioloških kolonija algi, lišajeva i mahovine.

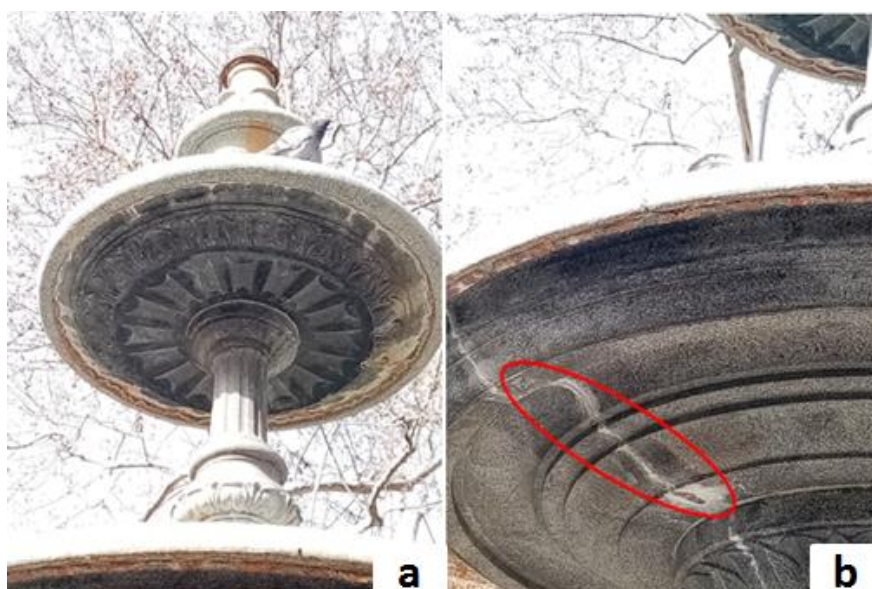


Slika 3.2.2.1. Fontane Blizanci

### 3.2.3. Fontana Gljiva

Fontana gljiva je rađena po nacrtima Hermana Bollea. Fontana je izrađena 1893. godine te je obnovljena 1991. godine (Knežević, 1993; Tropan i Karleuša, 2009.;). U razdoblju od 1972. do 1974. godine originalna fontana od bizečkog pješčenjaka zamijenjena je granitnom. Originalna fontana nalazi se u Hrvatskom restauratorskom zavodu (Jukić, 1994.).

Pregledom fontane pronađena su brojna puknuća i delaminacije. Također su prisutna oštećenja promjene boje i taloženja. Uočena oštećenja su tragovi prljavštine, crne kore i kalcitnih inkrustacija (Slika 3.2.3.1a). Pojava kalcitnih inkrustacija dešava se uslijed cijeđenja vode po fontani. Na fontani su uočeni primjeri naslaga ptičjeg izmeta. Od primjera biološke kolonizacije prisutne su alge i lišajevi.



Slika 3.2.3.1. Oštećenja na Gljivi: a) Taloženje minerala na prostoru gdje voda otječe; b) tragovi prljanja i delaminacija.

### 3.2.4. Meteorološki stup

Meteorološki stup je podignut prema nacrtu Hermana Bollea 1884. godine. Na stupu su prikazani aktualni meteorološki podatci (o temperaturi, vlazi i tlaku zraka te njihovo dnevno kretanje) i vrijeme. Stup je zbog kompleksnosti izrađivalo više zagrebačkih obrtnika (klesar Baumgarten, bravar Mesić, stolar Oblak, pismoslikar Kassner i urar König). Stup je izrađen od istarskoga mramora u klasicističkom stilu, temeljito je obnovljen 1959. i 1993. (Klemenčić, 2019.).

Obilaskom terena uočena su oštećenja u promjeni boje uzrokovanom biološkom kolonizacijom algi i lišajeva (Slika 3.2.4.1a). U podnožju Stupa su vidljive mrlje od algi, vlage i migracije soli (Slika 3.2.4.1a). Na stupu su uočeni primjeri delaminacije kao što je vidljivo na slici 3.2.4.1c (iscrtkana elipsa) i primjeri diferencijalnog trošenja uzrokovanoj nejednakom otpornošću arhitektonskog kamena (Slika 3.2.4.1.c - zaokruženo).



Slika 3.2.4.1. Meteorološki stup: a) alge; b) mrljanje od vlage i migracija soli; c) deskvamacija, puknuća.



### 3.2.5. Glazbeni paviljon

Glazbeni paviljon je postavljen uoči Jubilarne gospodarske izložbe 1891. Gradu ga poklanja trgovac Eduard Preisler. Paviljon je željezan sa izdignutim kamenim postoljem (Knežević, 1993.).

Terenskim obilaskom utvrđeni su primjeri pukotinskih oštećenja (Slika 3.2.5.1b) i prsnuća. Zamijećeni su primjeri prljanja i biološke kolonizacije kod koje prevladava kolonizacija algama (Slika 3.2.5.1a). Slika 3.2.5.1c prikazuje bočni kameni element na kojem je vidljiva prirodna (rupičasta) struktura korištenog kamena (nije oštećenje).



Slika 3.2.5.1. Oštećenja Glazbenog paviljona: a) biološka kolonizacija algama; b) puknuća; c) prirodno stanje arhitektonskog kamena.

### 3.2.6. Palača Akademije

Palača je sagrađena 1880. godine, prije potresa u Zagrebu, pa je stoga ubrzo bila obnavljana te je stavljena u funkciju 1884. godine. Stepenice Akademije proširene su i izmijenjene više puta. 2000. godine izmijenjeni su dekorativni elementi na fasadama i kameni profili (www.info.hazu.hr, n.d.).

Oštećenja su nađena na stepenicama akademije i fasadnim kamenim profilima. Na stepenicama i stupovima su vidljiva oštećenja promjene u obojenju kao što su tragovi od vlage (Slika 3.2.6.1a), prljanje, te naslage bioloških kolonizacija lišajeva i algi (Slika 3.2.6.1b) i naslage crne kore (Slika 3.2.6.1b). Zamijećeni su i primjeri površinskog odvajanja, delaminacije (Slika 3.2.9.b - zaokruženo).

Prema Knežević (1993.), prilikom izrade Akademije donji se dio objekta namjeravao ukrasiti grubljim kamenom. Iz toga bi se dalo zaključiti kako slika 3.2.6.2ab prikazuje prirodne strukture kamena, a ne oštećenja.



Slika 3.2.6.1. Palača Akademije: a) Prljanje od vlage, isparavanja i alge; b) crna kora (zaokruženo) niže biološka kolonizacija alge i lišajevi.



Slika 3.2.6.2. Palača Akademije. Prirodna struktura stijene otkrivena obradom, prljanje.



### 3.3. Gradski park Ribnjak

Park Ribnjak smješten je sjeveroistočno od bedema Zagrebačke katedrale. Sjeverni i istočni dio fortifikacije Kaptolskog grada građen je u više navrata. Močvarno područje je zbog neprohodnosti (biološki obraštaj, blato i voda) prostora današnjeg parka Ribnjak, pogodovalo očuvanju kaptola od prodora Turaka (Arbutina, 1996.).

Zidovi oko kaptolskog grada podižu se između 1469. i 1521. godine, dok se Velika kula sa istočne strane Katedrale izgradila 1515. godine. Zidine između kula su podignute za vladavine Petra Domitrovića (1611. - 1628.) (Dobronić, 1988.).

Prostor današnjeg parka prvotno je bio močvarno područje koje se smatralo i ribnjakom, no zbog neodržavanja često dolazi do degradacije u močvarno područje. Maksimilijan Vrhovac početkom 19. stoljeća nalaže izmjeru ribnjaka te izradu njegova nacrt. Do dolaska Aleksandra Alagovića na biskupsku poziciju, stanje na prostoru ribnjaka nije se mnogo mijenjalo (što je često izazivalo zgražanje stanovnika). Alagović pretvara dotada zapušteno zemljište u engleski park sa brojnim brežuljcima, tekućom vodom te parkovnim elementima. Stanovnici Vlaške 1870. godine upućuju molbu tadašnjem nadbiskupu (Josipu Mihaloviću) za isušanjem ribnjaka zbog zapuštenosti (Dobronić, 1988.). Grad Zagreb potom preuzima taj dio zemljišta te na njemu gradi prostran trg (današnji Langov trg) (Arbutina, 1996.).

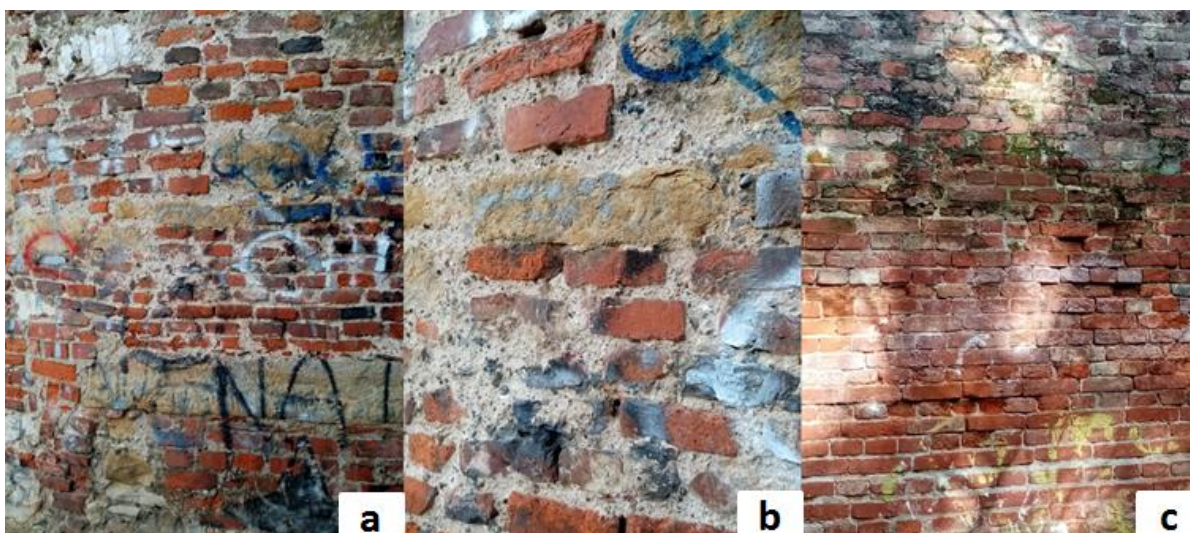
Nakon Drugoga svjetskog rata park biva proširen na sjeverne parcele (tada kanonički vrtovi) te postaje potpuno otvoren za javnost. Preoblikovanje starog nadbiskupskog perivoja isplanirao je arhitekt Frohlich. Planovima iz tog vremena vidljivo je da su zadržane pojedine starije staze, no nisu naznačeni elementi opreme perivoja, poput na primjer skulptura (Arbutina, 1996.).

U perivoju se na sjeveroistočnom djelu (podno sjemenišnog kompleksa) danas nalazi dječja ustanova i nekoliko lokala, a u njihovoj je blizini smještena fontana. Kanonički vrtovi su danas ograđeni od parka zidom koji nema kontinuitet s obzirom na materijal i oblik. Šezdesetih godina 20. stoljeća u park se smještaju prve skulpture (Arbutina, 1996.).

### 3.3.1. Katedralni zid

2018. godine započela je prva, od tri, projektom propisane faze sanacije parka Ribnjak. U trećoj je fazi propisana obnova okolnih bedema, no nema dostupnih informacija o nastavku sanacije (www.zagreb.hr, 2016.)

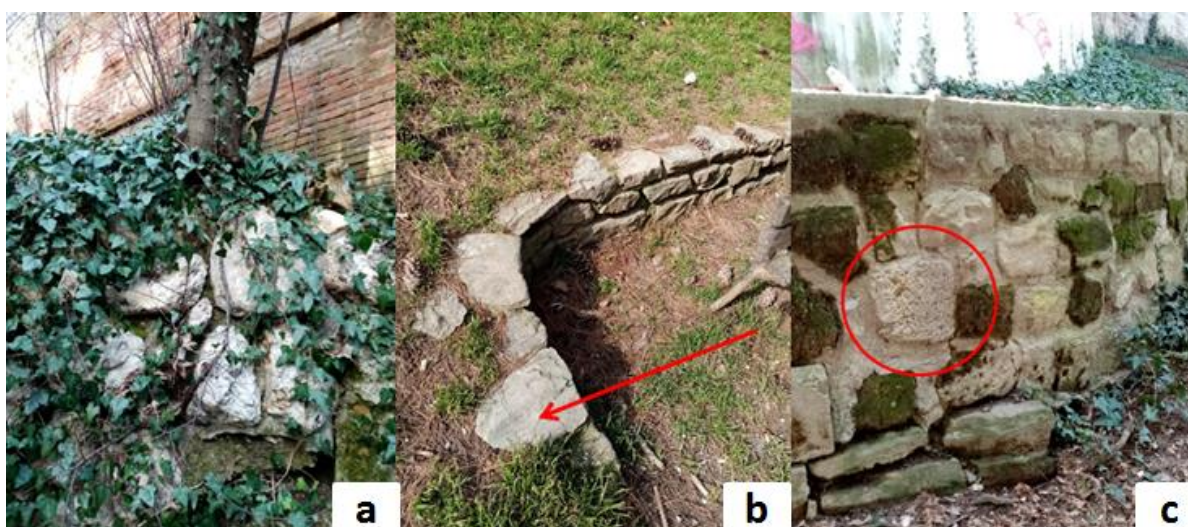
Sjeveroistočni Katedralni zid (slika 3.3.1.1.) i zid napravljen uz kanoničke vrtove pokazuju oštećenja u promjeni boje ponajviše one uzrokovane grafitima (slika 3.3.a). Na njima su vidljivi i brojni primjeri nadogradnje (Slika 3.3.1.b), popravaka, a posebno se uočava nedosljednost materijala koji su korišteni prilikom radova. Na Slici 3.3.1c vidljivi su primjeri oštećenja nastalih gubitkom materijala (kojim potencijalno može doći do pojave tafona), te primjeri biološke kolonizacije algi.



Slika 3.3.1.1. Katedralni zid. a) grafiti; b) uporaba različitih materijala; c) oštećenje gubitkom materijala i biološka kolonizacija algama.

### 3.3.2. Podzidi

Na terenu su zamijećeni brojni primjeri biološke kolonizacije podzida (Slika 3.3.2.1.) algama, biljem i lišajevima. Također kako su podzidi građeni od raznih materijala uočeni su brojni primjeri diferencijalne erozije. Na pojedinim elementima zatečena su oštećenja odvajanja materijala (slika 3.3.2.1b). Na slici 3.3.2.1c je vidljiv netipičan oblik teksture kamena. Takva pojava može biti posljedica rupičanja (engl. pitting) uzrokovanog prethodnim obraštajem, također, postoji mogućnost da se radi o samoj strukturi kamena (koji ima takvu teksturu).



Slika 3.3.2.1. Biološka kolonizacija i oštećenja podzida: a) bilje; b) bilje delaminacija; c) mahovina i rupičanje ili prirodna struktura stijene.



### 3.3.3. Istočna ograda

Istočnim rubom parka proteže se Zidana ograda (opeka i arhitektonski kamen). Ograda je u lošem stanju, na brojnim dijelovima izostaju gradivni segmenti (Slika 3.3.3.1b). Gornja površina ograde značajno je oštećena te su na njoj vidljiva odvajanja i gubitak materijala. Neka zatečena oštećenja su odlamanje, površinsko odvajanje - delaminacija (Slika 3.3.3.2b), prsnuće (Slika 3.3.3.2b) i tafoni (Slika 3.3.3.2a). Također, prisutna je biološka kolonizacija algama, mahovinama (Slika 3.3.3.2a) i lišajevima (slika 3.3.3.1a). Na ogradi je primijećeno prljanje te pojava crne kore (slika 3.3.3.2a).



Slika 3.3.3.1. Oštećenja ograde: a) biološka kolonizacija lišajeva i mahovine; b) izostanak segmenata ograde.



Slika 3.3.3.2. Istočna ograda: a) biološka kolonizacija algama i mahovinama, diferencijalno trošenje, pojava tafona, crna kora i prljanje; b) površinsko odvajanje, delaminacija i prsnuće.

### 3.3.4. Spomenik Egnatuleja Florentina

Nadgrobna stela Egnatuleja Florentina je do 1879. godine bila uzidana u kući kaptolskog marofa na prostoru današnjeg parka Ribnjak. Spomenik datira iz 2. stoljeća, a trenutno nalazi u Arheološkom muzeju u Zagrebu (Brunšmid, 1909.). Replika spomenika postavljena je 2014. godine nedaleko od središnjeg ulaza u park Ribnjak ([www.amz.hr](http://www.amz.hr), 2021.).

Obilaskom terena na steli su uočena oštećenja površinskog odvajanja u tipu deskvamacije i dezintegracije, prljanje i bio kolonizacija algi i lišajeva (Slika 3.3.4.1b).

Skulptura je relativno nedavno postavljena te su jedino prljanje (Slika 3.3.4.1a) i biološka kolonizacija oštećenja za koja je realno reći da su nastala od perioda postavljanja spomenika. Druga navedena oštećenja mogu biti posljedica vjernog prikaza originala.



Slika 3.3.4.1 Spomenik Egnatuleja Florentina. a) prljanje; b) biološka kolonizacija algama i lišajevima.

### 3.3.5. Fontana

Fontana ili bazen, tj. forma s kontinuiranim vodenim licem kao elementom oblikovanja, primjenjivana je pri oblikovanju fontana ispred Koncertne dvorane u parku na Ribnjaku. Fontana je postavljena u periodu između 1830. - 1831. godine (Jukić, 1994.).

Na terenu je uočeno kako na fontani izostaju pojedini segmenti (Slika 3.3.6.). Vidljiva su brojna oštećenja nastala mehaničkim djelovanjem (ogrebotine). Vidljiva su i oštećenja u promjeni boje uzrokovana grafitima i prljanjem.



Slika 3.3.5.1. Fontana (Ribnjak), oštećenja u vidu promjene obojenja (prljanje i grafiti), oštećenja nastala mehaničkim djelovanjem, te vidljivi nedostatak segmenta fontane.



### 3.3.6. Stid

Akt ili stid (Slika 3.3.6.1a) je naziv skulpture postavljene 1966. godine u park Zrinjevac (Arbutina, 1996.). Original skulpture je napravio Antun Augustinčić, 1953. godine. Skulptura je prvobitno isklesana u kararskom mramoru i postavljena na trijem Titove „Bijele vile“ na Brijunima gdje se nalazi i danas. Napravljeno je više odljeva u bronci, jedan takav je i primjerak koji se nalazi u parku Ribnjak ([www.gaa.mhz.hr](http://www.gaa.mhz.hr)). Skulptura je brončana te je postavljena na četvrtasto postolje od više elemenata arhitektonskog kamena.

Na terenu je uočeno kako je na skulpturi prisutno oštećenje promjene boje i taloženje. Promjena boje je uzrokovana biološkom kolonizacijom te naslagama malahita (Slika 3.3.6.1b).

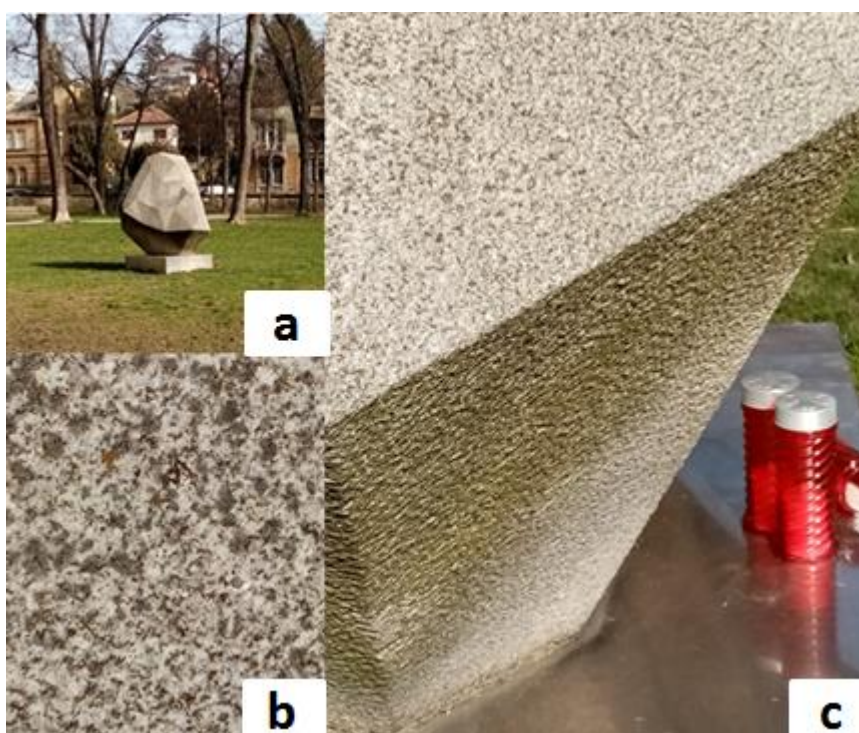


Slika 3.3.6.1.a) Skulptura Stid (Akt); b) oštećenja promjene boje (malahit), biološka kolonizacija algi.

### 3.3.7. Spomenik Ivanu Goranu Kovačiću

Spomenik Ivanu Goranu Kovačiću ili Goranov kubus (Slika 3.3.7.1a) napravljen je od prilepskog granita i težak 20 tona (Donadić, 2015.). Od kamenih skulptura Goranov kubus je prva koja je postavljena u na području parka Ribnjak, a da se tamo i dalje nalazi. Skulptura je postavljena 1964. godine, a izradio ju je kipar Vojin Bakić (Arbutina, 1996.).

Spomenik Ivanu Goranu Kovačiću ne pokazuje značajnija oštećenja. Na njemu su uočene manje biljne kolonizacije algi i lišajeva (Slika 3.3.7.1b) te oštećenje promjene boje i taloženje (prljanje)(Slika 3.3.7.1c).



Slika 3.3.7.1 a) spomenik Ivanu Goranu Kovačiću; b) biološka kolonizacija lišajeva i algi; c) oštećenje promjene boje i taloženje – prljanje.

## 4. Pregled najčešćih tipova oštećenja

Obilaskom terena parka Maksimir utvrđeno je najviše slučajeva biološke kolonije na parkovnim elementima. Pretežito su uočene kolonizacija algama, zatim lišajevima i mahovinama. Sljedeći oblik oštećenja po zastupljenosti su oštećenja uslijed odvajanja. Podtipovi odvajanja koji se zatiču na terenu su ljuštenje, a potom dezintegracija i prsnuće. Nakon tipova oštećenja odvajanjem, najčešći tip je oštećenje promjene boje i taloženja. Podoblik prljanje se najčešće zatiče, potom diskoloracija, nešto manje primjera taloženja te još manje slučajeva pojave crne kore.

Slijedeći zabilježeni po zastupljenosti su oštećenja u tipu pukotina i deformacija (od kojih ni jedan nije deformacija). Najmanje zabilježenih oštećenja je u tipu oštećenja uzrokovanih mehaničkim djelovanjem.

Terenskim obilaskom Parka Zrinjevac uočeno je najviše slučajeva biološke kolonizacije i oštećenja u promjeni boje i taloženja. Od bioloških podtipova najzastupljenije su alge potom lišajevi. Od oštećenja promjene boje i taloženja izražene su pojave prljanja i crne kore te naslage. Sljedeći tipovi prema zastupljenosti su pukotinska oštećenja i deformacija (radi se o podoblicima fisura, nema nijednog zabilježenog oblika deformacije), a potom tipovi oštećenja odvajanjem (pretežito delaminacije). Zabilježen je jedan slučaj mehaničkog oštećenja u Parku Zrinjevac.

Obilaskom Parka Ribnjak uočeno je najviše slučajeva biološke kolonizacije (najzastupljenije su alge, a potom lišajevi). Slijedeći tipovi oštećenja koji se pojavljuju prema zastupljenosti su oštećenja odvajanja, a potom mehanička oštećenja. Od podtipova odvajanja ističu se slučajevi delaminacije, dok je od podtipova mehaničkog oštećenja najčešće zabilježena diferencijalna erozija. Slijedeći tip oštećenja koji se zatiče je oštećenje promjene boje i taloženja (najviše prljanje) zabilježeno je najmanje oštećenja u tipu pukotina i deformacija.

## Zaključak

Svrha ovog istraživanja bilo je utvrđivanje promjena i karakterističnih oblika deterioracije na parkovnim elementima, izgrađenim od arhitektonskog kamena, smještenih u Gradu Zagrebu. U tu svrhu istraženi su parkovni elementi parkova Maksimir, Zrinjevac i Ribnjak. Istraživanje je provedeno obilaskom terena te pregledom dostupne (strane i domaće) literature o deterioraciji stijena, o mogućim uzročnicima te o sagledavanim parkovnim elementima. U radu je, prema interpretaciji ICOMOS- ISCS-ovu pojmovnog slikovnog rječnika, dan pregled osnovnih karakterističnih oblika deterioracije arhitektonskog kamena, a ista se terminologija koristi u ostatku rada. Terenskim su obilaskom foto dokumentirana zatečena oštećenja te je dan njihov pregled.

Unatoč tome što se nalaze u podneblju klasifikacijski istog klimatskog tipa i u istoj urbanoj sredini (Grad Zagreb), zbog lokacijskih specifičnosti primjećuju se manje distinkcije u deterioraciji. Distinkcije se ogledavaju u količini i vrsti vegetacije, mikroklimatološkim uvjetima te izloženosti zagađenju i taloženju. Zamijećeno je da na deterioraciju, osim prethodno navedenih distinkcija, utječe i učestalost i način održavanja te način prvobitne obrade. Primijećeno je kako su zbog smještaja u urbanoj sredini prisutni i razni oblici oštećenja uzrokovani antropogenim djelovanjem – vandalizmom.

Istraživanjem su identificirane, a u radu navedene zatečene pojave, promjene i oblici oštećenja na parkovnim elementima navedenih parkova. Navedeni oblici deterioracije (poredani od najučestalijih prema manje zastupljenima) koji su zatečeni u parkovima Grada Zagreba su; (1) oštećenja biološkom kolonizacijom - najzastupljenija je prisutnost algi, a potom lišajeva; (2) oblici promjene boje i taloženja - među kojima je najučestalije prljanje te pojava diskoloracije, crne kore i naslaga; (3) odvajanje - najčešći su podoblici dezintegracija, potom delaminacija i ljuštenje; (4) pukotine i deformacije - nije zabilježena niti jedna deformacija; (5) Oblici nastali gubitkom materijala - pretežito ogrebotine, a potom primjeri dijelova koji nedostaju na strukturi.

S obzirom na to da su klima i zagađenje povezani s tri najzastupljenija od zatečenih oštećenja (biološka kolonizacija, promjena boje i taloženje te odvajanja) poželjno je istražiti načine obrade i održavanja parkovnih elemenata načinjenih od arhitektonskog kamena, pomoću kojih bi se smanjio njihov negativni utjecaj.

## Popis literature

1. Al-Omari A., Brunetaud X., Beck K., Al-Mukhtar M. (2014). Effect of thermal stress, condensation and freezing–thawing action on the degradation of stones on the Castle of Chambord, France. *Environmental earth sciences* 71(9): 3977-3989.
2. Arbutina D. (1996). Razvoj kaptolskog vrta Ribnjaka u Zagrebu i planovi za uređenje perivoja. *Prostor*. 4(2): 253-270.
3. Auler A. S. (2013). Sources of Water Aggressiveness–The Driving Force of Karstificati (ur. Shroder. J., F.). U: *Treatise on Geomorphology*. Omaha, NE, USA 6(3). str.23-28.
4. Barišić M., Sunara S. M. (2007). Konzervatorsko-restauratorski radovi na Peristilu Dioklecijanove palače u Splitu. *Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske*. (29/30): 53-68.
5. Bilušić D. B. (2015). Asocijativni krajolici. U: *Krajolik kao kulturno naslijeđe: metode prepoznavanja, vrednovanja i zaštite kulturnih krajolika Hrvatske* (ur. Šaban, S.). Ministarstvo kulture Republike Hrvatske - Uprava za zaštitu kulturne baštine, Zagreb: str. 209-210.
6. Bočić N., Pahernik M., Bognar A. (2010). Geomorfološka obilježja Slunjske zaravni. *Hrvatski geografski glasnik*. 72(2): 5-23.
7. Brunšmid J. (1909). Kameni spomenici hrvatskoga narodnoga muzeja u Zagrebu. *Vjesnik Arheološkog muzeja u Zagrebu*. 10(1): 163.
8. Cooke R. U. (1989). Geomorphological contributions to acid rain research: studies of stone weathering. *The Geographical Journal*, 155(3): 361-366.
9. Coombes M. A., Naylor L. A., Thompson R. C., Roast S. D., Gómez-Pujol L., Fairhurst R. J. (2011). Colonization and weathering of engineering materials by marine microorganisms: an SEM study. *Earth surface processes and landforms*. 36(5): 582-593.
10. Dobronić L. (1988). *Zagrebačka biskupska tvrđa*. Školska knjiga. Zagreb.
11. Donadić P. (2015). *Spomenička plastika Vojina Bakića*. Doktorska disertacija. Filozofski fakultet u Zagrebu, Odsjek za povijest umjetnosti. Zagreb.
12. Donelli I., Malinar H. (2015). *Konzervacija i restauracija kamena*. Sveučilište u Splitu Umjetnička akademija. Split.
13. Dyer T. (2017). Deterioration of stone and concrete exposed to bird excreta–examination of the role of glyoxylic acid. *International Biodeterioration i Biodegradation*. 125: 125-141.



14. Filipčić A. (1998). Klimatska regionalizacija Hrvatske po W. Köppenu za standardno razdoblje 1961. –1990. u odnosu na razdoblje 1931. –1960. *Acta Geographica Croatica*. 33(1): 7-14.
15. Furlan T. (2019). Utjecaj trošenja na svojstva stijenske mase, Sveučilište Zagreb. Fakultet geotehničkog inženjstva, Doktorska disertacija, Zagreb
16. Gobić-Bravar Đ., (2012). Herkulova vrata u Puli: Konzervatorsko restauratorski osvrt, *Histria archaeologica*. (42)2011: 217-228.
17. Gomez-Heras M., McCabe S. (2015). Weathering of stone-built heritage: A lens through which to read the Anthropocene. *Anthropocene*. 11: 1-13.
18. Goudie A. S. (1986). Laboratory simulation of 'the wick effect' in salt weathering of rock. *Earth Surface Processes and Landforms*. 11(3): 275-285.
19. Grell B., Christiansen C., Schouenborg B., Malaga K. (2007). Durability of Marble Cladding—A comprehensive literature review. *Dimension stone use in building construction. Journal of ASTM International*. 4(1): 1-19.
20. Grossi C. M., Esbert R. M., Diaz-Pache F., Alonso F. J. (2003). Soiling of building stones in urban environments. *Building and environment*, 38(1): 147-159.
21. Gutiérrez A., Martínez M. J., Almendros G., González-Vila F. J., Martínez A. T. (1995). Hyphal-sheath polysaccharides in fungal deterioration. *Science of the Total Environment*, 167(1-3): 315-328.
22. Hraste K. (2015). O stanju hrvatskog konzervatorsko-restauratorskog nazivlja u praksi, na primjeru nekoliko vrsta naslaga na kamenu. *Portal: godišnjak Hrvatskoga restauratorskog zavoda*. (6.): 207-219.
23. Jovičić N. (1991). Simbolizam vode i oblikovanje zagrebačkih fontana, *Život umjetnosti*. (48/49): 5-19.
24. Jukić T. (1994). Tipologija zagrebačkih fontana. *Prostor: znanstveni časopis za arhitekturu i urbanizam*, 2(3-4): 351-365.
25. Kenny A. (2020). Bio-deterioration of stone and concrete by *Melanopsis praemorsa* in Gan-HaShlosha national park—A case study. *Case Studies in Construction Materials*, 13(1): e00384.
26. Kessler D. W., Anderson R. E. (1951). Stone Exposure Test Wall. US Department of Commerce, National Bureau of Standards. Washington D.C.
27. Knežević S. (1993). Zrinjevac 1873.-1993. u spomen stodvadesete obljetnice Zrinjevačkog perivoja. Naklada Prelog. Zagreb.
28. Knežević S., (2008). Zagrebačka Zelena potkova - urbani rezervat? *Matica (ur.)*. *Godišnjak zaštite spomenika kulture Hrvatske*, Ministarstvo kulture (31/32): 89-101.

29. Koch A., Siegesmund S. (2004). The combined effect of moisture and temperature on the anomalous expansion behaviour of marble. *Environmental geology*. 46(3):350-363.
30. Lynch K. (1960). *The image of the city* (Vol. 11). MIT press. Cambridge, Massachusetts
31. Majer Jurišić, K. (2016). Kulturni krajolici-važan element prostornog identiteta. *Kvartal: kronika povijesti umjetnosti u Hrvatskoj*. 13(1-2): 43-46.
32. McCabe S., Smith B. J., Warke P. A. (2010). A legacy of mistreatment: conceptualizing the decay of medieval sandstones in NE Ireland. *Geological Society, Special Publications*. 333(1): 87-100.
33. Mihalić A. M. (2020). Park Maksimir-Pejsažno oblikovanje, arhitektura i skulptura, Sveučilište u Rijeci. Filozofski fakultet. Odsjek za povijest umjetnosti. Doktorska disertacija. Rijeka.
34. Moses C., Williams R. (2008). Weathering and durability of the Goldsworthy Chalk Stones, South Downs, West Sussex, England. *Environmental geology*, 56(3-4): 495-506.
35. Mottershead D. N., Baily B., Collier P., Inkpen R. J. (2003). Identification and quantification of weathering by plant roots. *Building and Environment, Elsevier Science*. 38(9-10): 1235-1241
36. Mudrinjak D. (1974.). *Maksimir nekad i sad*. Hrvatsko književno društvo sv. Ćirila i Metoda. Zagreb.
37. Nikšić G., Braun M., Madiraca V., Mudronja D., Matijica M., Marinković V., (2013). *Izložba o konzervatorsko-restauratorskim radovima na Peristilu, Peristil 2003.-2013*. Split
38. Odgers D., Pinchin S., Martin B., Wood C., Curteis T., Chiari E. Doehn E., Chiari G., Teutonic J.M., Bourge A., (2008). Investigations into decay mechanisms of magnesian limestone at Chapter house, Howden minster. In *Proceedings of the 11th International congress on deterioration and conservation of stone* (Vol. 1520). Torun. Poland. Str. 211-221.
39. Pereković P., Kamenečki M. (2017). Parkovni elementi kao nositelji rekreacijskog potencijala. *Prostor*, 25(2): 342-358.
40. Perković O. (2021). *Suvremeno rekonstruiranje i revitaliziranje parka Maksimir, Sveučilište u Zagrebu*. Filozofski fakultet. Odsjek za povijest umjetnosti. Doktorska disertacija, Zagreb.
41. Pevalek-Kozlina B. (2003). *Fiziologija bilja. Udžbenici Sveučilišta u Zagrebu*. Zagreb. Profil International.
42. Pio C. A., Ramos M. M., Duarte A. C. (1998). Atmospheric aerosol and soiling of external surfaces in an urban environment. *Atmospheric environment*, 32(11): 1979-1989.

43. Pletikosić L. (2007). Primjena kamena u graditeljstvu, Građevinski fakultet, Diplomski rad, Zagreb.
44. Puhmajer P. (2013). Crkva sv. Marka u Zagrebu: arhitektura, povijest, obnova, Hrvatski restauratorski zavod. Zagreb.
45. Quien E. (2014). Javni spomenici Rudolfa Valdeca. *Civitas Crisiensis: radovi Zavoda za znanstvenoistraživački i umjetnički rad Koprivničko-križevačke županije u Križevcima*. 1(1): 69-122.
46. Ricci S., Davidde B. (2012). Some aspects of the bioerosion of stone artefact found underwater: significant case studies. *Conservation and management of archaeological sites*. 14(1-4): 28-34.
47. Shushakova i sur. (2011). Influence of shape fabric and crystal texture on marble degradation phenomena: simulations. *Environmental Earth Sciences*. 63: 1587–1601.
48. Siedel H. (2018). Salt efflorescence as indicator for sources of damaging salts on historic buildings and monuments: a statistical approach. *Environmental Earth Sciences*. 77(16): 1-20.
49. Smith B. J., Gomez-Heras M., McCabe S. (2008). Understanding the decay of stone-built cultural heritage. *Progress in Physical Geography*, 32(4): 439-461.
50. Smith B. J., Srinivasan S., Gomez-Heras M., Basheer P. A. M., Viles H. A. (2011). Near-surface temperature cycling of stone and its implications for scales of surface deterioration. *Geomorphology*. 130(1-2): 76-82.
51. Snethlage R., (2014). *Stone in architecture: properties, durability*, (ur. Siegesmund S.). Springer Science. Heidelberg.
52. Sola P. (2007). *Preservation of Natural Stone and Rock Weathering: Proceedings of the ISRM Workshop W3, Madrid, Spain, 14 July 2007*. CRC Press. Madrid, Spain.
53. Stutzman P. (2001). Contributions of NIST/NBS researchers to the crystallography of construction materials. *Journal of research of the National Institute of Standards and Technology*. 106(6): 1051-1061.
54. Sunara S., Nikšić K., Kerum Ž. (2009). Nastavak radova na Peristilu. Konzervatorsko-restauratorski radovi na Peristilu Dioklecijanove palače. *Godišnjak zaštite spomenika kulture hrvatske*. 26/30: 53-68.
55. Thompson R. C., Norton T. A., Hawkins S. J. (1998). The influence of epilithic microbial films on the settlement of *Semibalanus balanoides* cyprids—a comparison between laboratory and field experiments. *Hydrobiologia*. 375: 203-216.

56. Thompson R. C., Norton T. A., Roberts M. F., Hawkins S. J. (2000). Feast or famine for intertidal grazing molluscs: a mis-match between seasonal variations in grazing intensity and the abundance of microbial resources. *Hydrobiologia*. 440: 357–366.
57. Thornbush M. J. (2014). The contribution of climbing plants to surface acidity and biopitting evident at the University of Oxford Botanic Garden. *International Journal of Advancement in Earth and Environmental Sciences*. 2(2): 12-21.
58. Thornbush M., Viles H. (2004). Integrated digital photography and image processing for the quantification of colouration on soiled limestone surfaces in Oxford, England. *Journal of Cultural Heritage*. 5(3): 285-290.
59. Thornbush M., Viles H. (2006). Changing patterns of soiling and microbial growth on building stone in Oxford, England after implementation of a major traffic scheme. *Science of the Total Environment*, 367(1): 203-211.
60. Tropan Lj., Karleuša R. (2009). Fontane - s posebnim osvrtom na grad Zagreb. *Hrvatske vode - Časopis za vodno gospodarstvo*. 17(68): 145-156.
61. Turkington A. V., Martin E., Viles H. A., Smith B. J. (2003). Surface change and decay of sandstone samples exposed to a polluted urban atmosphere over a six-year period: Belfast, Northern Ireland. *Building and Environment*, 38(9-10): 1205-1216.
62. Ugrina H. (2014). Is Crust Black or White? A study in Croatian conservation - restoration terminology. Jedanaesta po redu. Međunarodna konferencija studija konzervacije-restauracije održana u Zagrebu Akademija likovne umjetnosti. Zagreb. Hrvatska,
63. Urzì C., Realini M. (1998). Colour changes of Notos calcareous sandstone as related to its colonisation by microorganisms. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 42(1): 45-54.
64. Vergès-Belmin V. (2008). Illustrated glossary on stone deterioration patterns. Icomos, International Scientific Committee for Stone (ISCS). France (Paris).
65. Winkler E. M. (1998). The Complexity of Urban Stone Decay-Since the beginning of the Industrial Revolution, the rate of most types of stone decay has increased dramatically, particularly in urban areas. *Geotimes*. 43(9): 25-30.
66. Zeman S., Fruk G., i Jemrić, T. (2011). Alelopatski odnosi biljaka: pregled djelujućih čimbenika i mogućnost primjene. *Glasnik zaštite bilja*. 34(4): 52-59.
67. Žgela M. (2018). Neka toplinska obilježja lokalnih klimatskih zona grada Zagreba. Sveučilište u Zagrebu. Prirodoslovno-matematički fakultet, Odsjek za geografiju. Doktorska disertacija, Zagreb.

## Popis Web izvora:

1. (IKA) Informativna katolička agencija (2002.). „250. obljetnica rođenja biskupa Vrhovca“. Postavljeno: 23.11.2002. Dostupno na: <https://ika.hkm.hr/novosti/250-obljetnica-rodenja-biskupa-vrhovca/> -Pristup 28. 08. 2021.
2. (SLJZG) Statistički ljetopis grada Zagreba (2020.). „Mjesečne i godišnje vrijednosti meteoroloških podataka u posljednjih pet godina prema mjeranju Meteorološkog opservatorija Zagreb – Grič“. Dostupno na: <http://digured.srce.hr/arhiva/282/34410/SLJZG%2020.20.pdf>. – Pristup 28. 08. 2021.
3. Berliner N., (2020.). „Taihu Rock“. Museum of Fine Arts, Boston. Postavljeno: 28. 10. 2020. Dostupno na: <https://www.mfa.org/article/2020./taihu-rock> - Pristup 16. 08. 2021.
4. Fitzner B.i Heinrichs K. (2004.). „Photo atlas of weathering forms on stone monuments“. Dostupno na: <http://www.stone.rwth-aachen.de> – Pristup 28. 08. 2021.
5. Funda M., (2016.). „Maksimir čeka na (već) drugu repliku Napuljskog ribara“. ZG-magazin. Postavljeno: 11. 03. 2016., Dostupno na: <https://zg-magazin.com.hr/maksimir-ceka-na-vec-drugu-repliku-napuljskog-ribara/> - Pristup 28. 08. 2021.
6. Ivančan-Picek B., (2017.). „Projekcije klimatskih promjena na području grada Zagreba“.Konferencija Sigurnost Gradova, prezentacija. Dostupno na: <https://www.zastita.info/UserFiles/file/zastita/SIGG/SIGG%202017/Prezentacije/20%20Branka%20Ivančan%20Picek.pdf>. – Pristup 28. 08. 2021.
7. Kapelica sv. Jurja (n.d.). KAPELICA SV. JURJA (Z-0473/Nar. nov., 18/03). Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/treatment/kapelica-sv-jurja/> – Pristup 28. 08. 2021.
8. Klemenčić M. (2019.). „Zagrebački štikleci- Meteostup“. Galić G. (ur.). Kolumna, Matica hrvatske, Vijenac. Zagreb. 668 (stranice nepoznate). Dostupno na: <https://www.matica.hr/vijenac/668/meteostup-29514/> - Pristup 28. 08. 2021.
9. Klindić I., (2020.). „Bista N. Š. Zrinskog postavljena s pogledom na park Zrinjevac“. Postavljeno: 22. 11. 2020. licegradaHR. Dostupno na: <https://licegrada.hr/bista-n-s-zrinskog-postavljena-s-pogledom-na-park-zrinjevac/> -Pristup01.09.2021.
10. McDaniel S., (2019.) „Why do so many ancient sculptures Have Their Noses Missing?“ Dostupno na: <https://talesoftimesforgotten.com/2019/07/09/why-do-so-many-ancient-sculptures-have-their-noses-missing/>. – Pristup 28. 08. 2021.



11. Modernizacija Zoološkog vrta grada Zagreba – 1. faza (2019.). [www.zoo.hr](http://www.zoo.hr), Grad Zagreb i Ustanova Zoološki vrt Grada Zagreba. Presentacija. Postavljeno: Listopad 2019. Dostupno na: <https://zoo.hr/wp-content/uploads/2019/10/PREzentacija-PROJEKTA-MODERNIZACIJA.pdf> -Pristup: 28. 08. 2021.
12. Obelisk (n.d.). „OBELISK (Z-0477/Nar. nov., 18/03)“. Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/treatment/obelisk/?portfolioCats=11>– Pristup 28. 08. 2021.
13. Paviljon Jeka (n.d.). PAVILJON JEKA (Z-0478/Nar. nov., 18/03). Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/treatment/paviljon-jeka>– Pristup 28. 08. 2021.
14. Povijest parka Maksimir (n.d.). Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/o-parku/> – Pristup 28. 08. 2021.
15. Sokolska Mogila (n.d.). SOKOLSKA MOGILA (Z-4083/Nar. nov., 142/09.). Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/treatment/sokolska-mogila/>– Pristup 28. 08. 2021.
16. Spomen-obilježja nakon Haulika (n.d.). Znamenitosti. Kulturna baština. Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/kulturna-bastina/> -Pristup 28. 08. 2021.
17. Vidikovac (n.d.). VIDIKOVAC (Z-0472/Nar. nov., 18/03). Službene stranice Javne ustanove Maksimir. Javna ustanova Maksimir. Dostupno na: <https://park-maksimir.hr/treatment/vidikovac/> – Pristup 28. 08. 2021.
18. [www.amz.hr](http://www.amz.hr) (2021.). „Otac i sin, Egnatulej Florentin“. Arheološki muzej u Zagrebu. Dostupno na: <https://www.amz.hr/hr/virtualni-muzej/zagreb-dok-gajos-ni-bilo/otac-i-sin-egnatulej-florentin/> - Pristup 28.08.2021.
19. [www.gaa.mhz.hr](http://www.gaa.mhz.hr) (n.d.). „Brijunski aktEvaStid“. Službene stranice Galerija Antuna Augustinčića. Dostupno na: <http://gaa.mhz.hr/fundus-s69/984> -Pristupo 28.08.2021.
20. [www.info.hazu.hr](http://www.info.hazu.hr) (n.d.). Palača Akademije. Hrvatska Akademija znanosti i umjetnost. Dostupno na: <https://www.info.hazu.hr/povijest/palaca-akademije/>- Pristup 28.08.2021.
21. [www.infozagreb.hr](http://www.infozagreb.hr) (2015.). „Muzej grada Zagreba - Putovanje kroz povijest Zoološkog vrta“. Postavljeno: 04.08.2015. Dostupno na: <https://www.infozagreb.hr/novosti/muzej-grada-zagreba-putovanje-kroz-povijest-zooloskog-vrta> -Pristup 08.08.2021.
22. [www.zagreb.hr](http://www.zagreb.hr) (2016.). „Započeli radovi na prvoj fazi sanacije parka Ribnjak“. Službene stranice grada Zagreba. Postavljeno: 18.08.2016. Dostupno na: <https://www.zagreb.hr/en/zapoceli-radovi-na-prvoj-fazi-sanacije-parka-ribnj/94486> -Pristup 28.08.2021.

23. [www.zagreb.info.hr](https://www.zagreb.info/hr) (2017.). „Koliko znate o tajnovitim stanovnicima Maksimira“. Postavljeno: 7. studenoga 2017. Dostupno na: <https://www.zagreb.info/ritam-grad/o-gradu/foto-koliko-znate-tajnovitim-stanovnicima-maksimira/158629/> - Pristup: 08.08.2021.

### **Popis usmenih izvora:**

1. Vranić Rob Ana, 13. 09. 2021., Osobni intervju
2. Ugrina Helena, 28. 08. 2021. Osobni intervju

## Prilozi

### Popis slika

Slika 2.2.1. Horizontalna fraktura, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	10
Slika 2.2.2. Deformacija arhitektonskog kamena, izvor: Shushakova i sur. (2011.)..	11
Slika 2.2.3. Odvajanje - mjehuranje, Izvor: Oders i sur., (2008.) .....	12
Slika 2.2.4. Odvajanje – prsnuće arhitektonskog kamena, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	12
Slika 2.2.5. Odvajanje – raslojavanje, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	12
Slika 2.2.6. Dezintegracija - šećerasto granularno raspadanje arhitektonskog kamena izvor: Shushakova i sur. (2011.) .....	13
Slika 2.2.7. Odvajanje – iveranje, izvor: Fitzner i Heinrichs (2004.).....	13
Slika 2.2.8. Odvajanje – ljuštenje, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	13
Slika 2.2.9. Odvajanje – eksfolijacija, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	14
Slika 2.2.10. Oblik nastalo gubitkom materijala - pojava alveolizacije, izvor: Fitzner i Heinrichs (2004.) .....	15
Slika 2.2.11. Oblik nastao gubitkom materijala - erozija uzrokovana kiselim kišama, izvor: Vergès-Belmin (2008.).....	16
Slika 2.2.12. Oblik nastao gubitkom materijala - oštećenje nastalo mehaničkim utjecajem .....	16
Slika 2.2.13. Oblik nastao gubitkom materijala - mikrokrš, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	16
Slika 2.2.14. Gubitak materijala - dijelu skulpture nedostaje dijelovi, Izvor: McDaniel, (2019.) .....	17
Slika 2.2.15. Oblik nastao gubitkom materijala – perforacija, Izvor: Berliner, (2020.)	17
Slika 2.2.16. Oblik nastao gubitkom materijala - rupičanje, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	18

Slika 2.2.17. Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja .. a) pojava crne kore na kipu, b) naslaga (ptičji izmet) , izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	20
Slika 2.2.18. Promjena boje i taloženje - diskoloracija kamena i cvjetanje, , Izvor: Siedel, (2018.) .....	20
Slika 2.2.19. Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja . a) pojava naslage minerala - inkrustacije, b) film koji se ljušti, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	21
<u>Slika 2.2.20. Tip oštećenja promjene boje- grafit na fasadi objekta i kameno opločenje koje je zbog izlizanosti postalo sjajno, izvor: GRAD SPLIT TRPI NERED, ALI NE I GRAĐANSKI NEPOSLUH? <a href="https://www.Dalmacijadanas.hr/grad-split-trpi-nered-ali-ne-i-gradanski-neposluh-ilegalna-gradnja-grafiti-plakati-zvake-moze-mural-splitskoj-sportskoj-legendi-ne-moze/">https://www. Dalmacijadanas. hr/grad-split-trpi-nered-ali-ne-i-gradanski-neposluh-ilegalna-gradnja-grafiti-plakati-zvake-moze-mural-splitskoj-sportskoj-legendi-ne-moze/</a> -Pristup 15. 08. 2021. ....</u>	<u>21</u>
Slika 2.2.21. Tip oštećenja taloženjem - prljanje kipa (prašina u udubinama) i patinu (tamno obojenje) , izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	22
Slika 2.2.22. Tipovi oštećenja promjene boja i taloženja- gubitak površinskog sloja arhitektonskog kamena uzrokovan subflorescencijom, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	22
Slika 2.2.23. Biološka kolonizacija -bilje, mahovina, lišajevi (svijetlo sivo) i alge .....	24
Slika 2.2.24. Biološka kolonizacija površine stijene: b) alge, b) lišaj.....	24
Slika 2.2.25. Biološka kolonizacija - mahovina .....	24
Slika 2.2.26. Biološka kolonizacija – plijesan na površini stijene, izvor: Vergès-Belmin (2008.) .....	25
Slika 2.2.27. Biološka kolonizacija - vegetacijski obraštaj .....	25
Slika 3.1.1.1. Oštećenja na ulaznim vratima: a) crna kora, inkrustacija i tragovi prljanja; b) tragovi prljanja, alge.....	29
Slika 3.1.1.2. Oštećenja na ulaznim vratima: a) crna kora, granularna dezintegracija; b) alge, prljanje i crna kora .....	30
Slika 3.1.2.1 Vidikovac.....	31
Slika 3.1.2.2 Popločenje Vidikovca: a) stilolitski šavovi; b) fosili rudista. ....	32
Slika 3.1.2.3. Oštećenja na podnožju vidikovca: a) pukotinska mreža, lišajevi; b) lišajevi i mahovina; c) delaminacija i mahovina. ....	32

Slika 3.1.3.1 Oštećenja na vrtlarevoj kući: mrljanje vodom, ljuštenje filma i piling ....	33
Slika 3.1.4.1 a) Paviljon Jeka; b) oštećenja na podu paviljona .....	34
Slika 3.1.5.1. Oštećenja na kipu Napuljskog ribara: a) vidljivi tragovi prljanja; b) biološka kolonizacija lišajevima; c) vidljivi tragovi prljanja i pukotinska mreža.....	35
Slika 3.1.6.1 Sokolska Mogila.....	36
Slika 3.1.6.2. Sokolska Mogila: a) biološka kolonizacija algama i biljem; b) presvlake i ljuštenje, prljavštine i algi; c) struktura stijene.....	37
Slika 3.1.7.1 Oštećenja kipova lavova: a) prikaz jedne od skulptura; b) tragovi prljanja.....	38
Slika 3.1.7.2. Oštećenja na kipovima lavova: a) prsnuće; b) mehaničko oštećenje, grebanjem; c) rupičanje (engl. <i>pitting</i> ).....	39
Slika 3.1.8.1. Oštećenja zatečena na Kuli: a) izlizana površina gazišta, odlamanje; b) biološka kolonizacija biljem i mahovinama. ....	40
Slika 3.1.9.1 Oštećenja zatečena na Spomen ploči - tragovi prljanja i mrljanja malahitom, biološka kolonizacija algi.....	41
Slika 3.1.10.1. Oštećenja zatečena na Obelisku: a) prikaz Obeliska; b) tragovi prljanja i biološka kolonizacija algama; c) tragovi prljanja i biološka kolonizacija algama. ....	42
Slika 3.1.11.1. Oštećenja zatečena na Egipćanima: a) prikaz jedne od skulptura; b) biološka kolonizacija lišajeva, pukotinsko oštećenje.....	43
Slika 3.1.11.2. Oštećenja na Egipćanima: a) prsnuće; b) biološka kolonizacija mahovinama i algama; c) površinsko ljuštenje. ....	44
Slika 3.1.12.1. Oštećenja na kapelici sv. Jurja: a) taloženje; b) prljanje, puknuća; C) prljanje, granularno osipavanje i odvajanje.....	45
Slika 3.1.12.2. Oštećenja na kapelici sv. Jurja:.....	46
a) razlike u strukturi kamena; b) diferencijalno trošenje i granularno raspadanje; c) taloženje i mrljanje malahitom. ....	46
Slika 3.1.13.1. Oštećenja zatečena na Stepenicama; a) prikaz stepenica; b) prsnuće; c) prljanje i grafiti. ....	47



Slika 3.1.14.1 Oštećenja zatečena na kipu Majka s djetetom: a) prikaz kipa; b) mrljanje malahitom. ....	48
Slika 3.1.15.1. Oštećenja zatečena na Raspelu: .....	49
a) prikaz Raspela; b) prljanje, crna kora, ljuštenje prljavštine i biološka kolonizacija algi, mahovine, lišajeva.....	49
Slika 3.1.16.1 Oštećenja zatečena na pomoćnim objektima_(istočni dio Maksimira): a) puknuće, tragovi prljanja; b) ljuštenje filma, piling. ....	50
Slika 3.2.1.1. Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Juraja J. Klovića; b) Bista Andrije Medulića. ....	52
Slika 3.2.1.2 Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Nikole Š. Zrinskog; b) Bista Ruđera Boškovića (udubine nastale prilikom izrade).....	53
Slika 3.2.1.3. Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Ivana Kukuljevića; b) Bista Nikole Jurišića (udubine nastale prilikom izrade).....	53
Slika 3.2.1.4. Biste na trgu Nikole Šubića Zrinskog: a) Bista Krste Frankopana; b) Bista Ivana Mažuranića. ....	54
Slika 3.2.2.1. Fontane Blizanci .....	55
Slika 3.2.3.1. Oštećenja na Gljivi: a) Taloženje minerala na prostoru gdje voda otječe; b) tragovi prljanja i delaminacija. ....	56
Slika 3.2.4.1. Meteorološki stup: a) alge; b) mrljanje od vlage i migracija soli; c) deskvamacija, puknuća. ....	57
Slika 3.2.5.1. Oštećenja Glazbenog paviljona: a) biološka kolonizacija algama; b) puknuća; c) prirodno stanje arhitektonskog kamena. ....	58
Slika 3.2.6.1. Palača Akademije: a) Prljanje od vlage, isparavanja i alge; b) crna kora (zaokruženo) niže biološka kolonizacija alge i lišajevi. ....	59
Slika 3.2.6.2. Palača Akademije. Prirodna struktura stijene otkrivena obradom, prljanje.....	60
Slika 3.3.1.1. Katedralni zid. a) grafiti; b) uporaba različitih materijala; c) oštećenje gubitkom materijala i biološka kolonizacija algama. ....	62
Slika 3.3.2.1. Biološka kolonizacija i oštećenja podzida: a) bilje; b) bilje delaminacija; c) mahovina i rupičanje ili prirodna struktura stijene. ....	63

Slika 3.3.3.1. Oštećenja ograde: a) biološka kolonizacija lišajeva i mahovine; b) izostanak segmenata ograde.....	64
Slika 3.3.3.2. Istočna ograda: a) biološka kolonizacija algama i mahovinama, diferencijalno trošenje, pojava tafona, crna kora i prljanje; b) površinsko odvajanje, delaminacija i prsnuće. ....	64
Slika 3.3.4.1 Spomenik Egnatuleja Florentina. a) prljanje; b) biološka kolonizacija algama i lišajevima. ....	65
Slika 3.3.5.1. Fontana (Ribnjak), oštećenja u vidu promjene obojenja (prljanje i grafiti), oštećenja nastala mehaničkim djelovanjem, te vidljivi nedostatak segmenta fontane.....	66
Slika 3.3.6.1.a) Skulptura Stid (Akt); b) oštećenja promjene boje (malahit), biološka kolonizacija algi. ....	67

\*Sve slike bez navedenog izvora je slikala autorica (Dora Arbanas) 24.02.2021

## Životopis

Dora Arbanas, rođena 14. 01. 1994. godine u Zagrebu, kći aviomehaničara i učiteljice razredne / profesorice biologije. Pohađa osnovnu školu i opću gimnaziju u Zagrebu.

2012. godine upisuje Fakultet organizacije i informatike u Varaždinu te se nakon jedne godine seli na studij Krajobrazne arhitekture na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. 2018. završava preddiplomski studij, obranom završnog rada na temu Obnavljajući učinci prirode, pod mentorstvom doc. dr. sc. Marine Štambuk. Po završenom preddiplomskog upisuje i diplomski studij. Tokom preddiplomskog i diplomskog studija obavlja stručnu praksu u Projekt perivoj d. o. o. 2019. Godine sudjeluje u interdisciplinarnoj radionici s mladima, o javnim i društvenim sadržajima te prostorima javnog karaktera u Bloku Badel. Radionica je održana u sklopu programa *Urban Regeneration Mix*. Govori hrvatski, engleski i njemački jezik. Koristi se Pixlr editorom, Autocadom 2019.

Interes za studij proizlazi većinski iz očeve i majčine predanosti tome da se što više vikenda u godini provodi u prirodi te u radnim akcijama na vikendici. Također, poticaj su bile Slikovite priče djeda lugara te oca (koji je mnogo proputovao) o raznim krajolicima, životinjama, spomenicima, građevinama te ostalim ljepotama svijeta.