Povijesni pregled dobivanja kamenog materijala za potrebe izgradnje zagrebačke katedrale

Jezidžić, Helena

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:737348

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-25**

Repository / Repozitorij:

Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET

Preddiplomski studij rudarstva

POVIJESNI PREGLED DOBIVANJA KAMENOG MATERIJALA ZA POTREBE IZGRADNJE ZAGREBAČKE KATEDRALE

Završni rad

Helena Jezidžić

R4301

Zagreb, 2022.

KLASA: 602-01/22-01/156
URBROJ: 251-70-11-22-2
U Zagrebu, 11.07.2022.

Helena Jezidžić, studentica

RJEŠENJE O ODOBRENJU TEME

Na temelju vašeg zahtjeva primljenog pod KLASOM 602-01/22-01/156, URBROJ: 251-70-11-22-1 od 24.08.2022. priopćujemo vam temu završnog rada koja glasi:

Povijesni pregled dobivanja kamenog materijala za potrebe izgradnje zagrebačke katedrale

Za voditelja ovog završnog rada imenuje se u smislu Pravilnika o izradi i ocjeni završnog rada Izv.prof.dr.sc. Zlatko Briševac nastavnik Rudarsko-geološko-naftnog-fakulteta Sveučilišta u Zagrebu

Voditelj

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Zlatko Briševac

(titula, ime i prezime)

Predsjednik povjerenstva za završne i diplomske ispite:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Dubravko Domitrović

(titula, ime i prezime)

Prodekan za nastavu i studente:

(potpis)

Izv.prof.dr.sc. Borivoje Pašić

(titula, ime i prezime)

Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet

Završni rad

Povijesni pregled dobivanja kamenog materijala za potrebe izgradnje zagrebačke katedrale

Helena Jezidžić

Rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu
Rudarsko-geološko-naftni fakultet
Zavod za rudarstvo i geotehniku
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

Sažetak

Zagrebačka katedrala jedan je od najvećih simbola grada Zagreba. Prilikom njene gradnje u srednjem vijeku i za vrijeme Bolléove nadogradnje krajem 19. i početkom 20. stoljeća glavni građevni materijal bio je litotamnijski vapnenac i u nešto manjim količinama vapnenački pješčenjak, koji su kasnije obnovom koja je započela u 90-im godinama prošlog stoljeća bili mijenjani rimskim travertinom. U završnom rada napravljena je kronološka analiza metoda pridobivanja kamena za potrebe gradnje zagrebačke katedrale. Odnosno, opisan je mogući način eksploatacije i transporta pomoću kojih su se dobivali kameni blokovi litotamnijskog vapnenca i vapnenačkog pješčenjaka iz kamenoloma u gradu Zagrebu i njegovoj okolici.

Ključne riječi: Zagrebačka katedrala, mekani arhitektonsko-građevni kamen, litotamnijski vapnenac, dobivanje

Završni rad sadrži: 32 stranice, 28 slika i 37 referenci.

Jezik izvornika: Hrvatski

Pohrana rada: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta, Pierottijeva 6, Zagreb

Mentori: Dr. sc. Zlatko Briševac, izvanredni profesor RGNF

Ocjenjivači: Dr. sc. Zlatko Briševac, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Petar Hrženjak, izvanredni profesor RGNF
Dr. sc. Ana Maričić, izvanredna profesorica RGNF

Datum obrane: 09.09.2022., Rudarsko-geološko-naftni fakultet Sveučilišta u Zagrebu

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. KRATKI PRIKAZ GRAĐEVINSKIH ZAHVATA NA ZAGREBAČKOJ KATEDRALI 2
2.1. Kronologija izgradnje i nadogradnje Zagrebačke katedrale 2
2.2. Kronologija obnove Zagrebačke katedrale 6
3. KRONOLOGIJA I ANALIZA DOBIVANJA KAMENA NA ZAGREBAČKOM PODRUČJU 13
3.1. Rimski period 13
3.2. Srednji vijek 16
3.3. Novo doba 23
4. ZAKLJUČAK 28
5. LITERATURA 30

POPIS SLIKA

Slika 2-1 Katedrala oko 1520. godine (Klarić, 2002) 3
Slika 2-2 Fotografija katedrale i nadbiskupskog dvora iz 1860. godine (HKV, 2011) 4
Slika 2-3 Herman Bollé (Vujić, 1993) 4
Slika 2-4 Prikaz Bolleove gradnje tornjeva iz 1899. godine (HKV, 2011) 5
Slika 2-5 Prikaz zapadnog dijela „Bolleove“ katedrale (Digitalna.nsk.hr, 2019) 6
Slika 2-6 Prikaz katedrale kod početka obnove u 90-im godinama (Dunda i dr., 200 7
Slika 2-7 Obnovljeni timpan (HKV, 2020) 8
Slika 2-8 Oštećenja na istočnom dijelu katedrale (Salinger, 2020) 11
Slika 2-9 Oštećenja na katedrali (nacrt) (Salinger, 2020) 12
Slika 3-1 Prikaz nekadašnjih lokacija rimskodobnih kamenoloma (Google maps) 13
Slika 3-2 Prikaz nekih od nalazišta arheoloških nalazišta na području grada Zagreba (AMZ, 2018) 14
Slika 3-3 Rekonstrukcija starorimskog načina dobivanja mekanog kamena u kamenolomu Grotta Oscura (Adam, 1994) 15
Slika 3-4 Rimski način transporta volovske zaprege s čvrstim kotačem (Adam, 1994) 15

Slika 3-5 Priprema kamenih blokova za gradnju u starom Rimu (Adam, 1994) 16
Slika 3-6 Prikaz obrade i ugradnje kamenih blokova (Adam, 1994) 16
Slika 3-7 Ležišta kamena iz grada Zagreba i njegove okolice (Crnković, 1998)..... 17
Slika 3-8 Ugradnja kamenih blokova u 12 stoljeću (Holtzer, 2019)..... 18
Slika 3-9 Prikaz klesanja kamenih blokova (Holtzer, 2019)..... 19
Slika 3-10 Prikaz eksploatacije kamena do njegove obrade (Holtzer, 2019)..... 19
Slika 3-11 Samostanski kamenolom i izgradnja samostana (Haug, 2006) 20
Slika 3-12 Prikaz zagrebačke katedrale, rupe za dizanje „mačkom“ na zidu sjevernog broda (Horvat, 2001) 21
Slika 3-13 Prikaz rada u kamenolomu travertina (Holtzer, 2019)..... 22
Slika 3-14 Kamenolomi za potrebe gradnje Bolléove katedrale (Google maps) 23
Slika 3-15 Vinicit (Dunda i Kujundžić, 2003) 24
Slika 3-16 Eksploatacija vinicita (Dunda i Kujundžić, 2003)..... 24
Slika 3-17 Kamenolomi litotamnijskog vapnenca iz grada Zagreba i okolice (Google maps) 25
Slika 3-18 Odvajanje monolita pomoću poluge (Dunda, 1997)..... 26
Slika 3-19 Usporedba fijala prije i nakon ugradnje novog kamena na zagrebačkoj katedrali (Dunda i dr., 2005) 27

1. UVOD

Rudarstvo je vrlo važna grana gospodarstva koja opskrbljuje mineralnim sirovinama mnoge industrijske djelatnosti. U Hrvatskoj se rudarstvo najviše bavi dobivanjem kamenog materijala za izgradnju suvremenih građevina, a u daleko manjem obimu za obnovu povijesne baštine. Iako je uloga rudarstva bila velika u omogućavanju izgradnje prepoznatljivih povijesnih urbanih simbola, ipak nema puno znanstvenih i stručnih radova koji to sagledavaju baš iz rudarske perspektive.

Katedrala Uznesenja Blažene Djevice Marije ili zagrebačka katedrala je ključni simbol identiteta grada Zagreba i s njim povezanog područja. Zbog toga se ovaj završni rad bavi povijesnim pregledom koji uključuje informacije o izgradnji i višestrukim obnovama zagrebačke katedrale i pri tome ima zadatak istražiti mjesta i moguće načine dobivanja i transporta različitih vrsta kamena koji je služio za izgradnju i obnovu zagrebačke katedrale.

Postupak izrade rada sastojao se od pregleda dostupne literature i izvlačenja podataka bitnih za dobivanje vrste kamena koji je bio korišten u izgradnji katedrale Uznesenja Blažene Djevice Marije te sintezu tih podataka iz rudarske perspektive.

2. KRATKI PRIKAZ GRAĐEVINSKIH ZAHVATA NA ZAGREBAČKOJ KATEDRALI

2.1. Kronologija izgradnje i nadogradnje Zagrebačke katedrale

Počeci gradnje katedrale počeci su i Zagrebačke biskupije čiji najraniji dani još uvijek velikim dijelom nisu razjašnjeni. Nedostatak povijesnih izvora i problem falsifikata otežavaju konkretnije spoznaje o najranijem razdoblju Zagrebačke biskupije i njezine prvostolnice od kraja 11. do sredine 13. stoljeća. (Bedenko, 2014)

Arheološki nalazi starohrvatskih naušnica, kapitela i keramike govore o nastanku naselja na području današnje katedrale u razdoblju od 10. do 11. stoljeća. Da je to starohrvatsko naselje zaista nastalo na području Kaptola dokazuje osnutak zagrebačke biskupije 1134. godine, što je zapisano u Felicijanovoj povelji. Kralj Ladislav osnovao je zagrebačku biskupiju te time počinje pisana povijest grada Zagreba. Pretpostavlja se da je na mjestu prve crkve izgrađena i posvećena druga crkva 1217. u prisutnosti kralja Andrije II. Nakon provale Tatara 1242. godine katedrala je gotovo pretvorena u ruševinu, te biskup Timotej u razdoblju između 1254. i 1284. godine gradi novu katedralu u gotičkom stilu koja je bila posvećena 1272. (Mohorovičić, 1998)

Za vrijeme 14. stoljeća gradnja se nastavila, ali se o njoj vrlo malo toga zna. Čak se ni istraživači ne mogu usuglasiti oko toga što je konkretno rađeno na katedrali tijekom tog razdoblja. Većina radova odvijala se za vrijeme stolovanja biskupa Stjepana III. Kanižaja i Eberharda Albena. (Bedenko,2014)

Pretpostavlja se da su između 1356. i 1433. nadograđeni svodovi zapadnog dijela katedrale. Zbog opasnosti od prodora Turaka u 15. stoljeću gradnja katedrale je zaustavljena, umjesto nje grade se obrambene zidine oko katedrale i kaptolskog naselja 1469. godine za vrijeme biskupa Osvalda Thuza. Gradnja katedralnih utvrda dovršena je 1520. godine.

Prikaz katedrale iz tog razdoblja može se vidjeti na slici 2-1. Katedralna utvrda trapeznog oblika nalazila se na jugoistočnom uglu kaptolske utvrde te se sastojala od utvrđenih zidova, šest kula u obliku cilindra i dvije u obliku pravokutnika. (Prvonožec, 2020)

Slika 2-1 Katedrala oko 1520. godine (Klarić, 2002)

U prvoj polovici 17. stoljeća katedralu su zahvatila dva velika požara. Prvi veliki požar dogodio se 1624.godine, a uzrokovao ga je udar groma. Rudolf Horvat u knjizi ″Prošlost grada Zagreba″ kaže kako je vatra zahvatila glavni crkveni oltar i crkveno pokućstvo. Drugi požar iste godine izbio je 29. ožujka 1645. godine, a prema Horvatu izazvao ga je neki đak svojom nespretnošću. Požar se proširio od Gornjeg grada sve do Kaptola te je uništio krov i zidove katedrale. Zbog oštećenja nastalih od požara 1646. došlo je do urušavanja svoda koji je uništio pet oltara, biskupovu stolicu i pjevalište s orguljama. (Klarić, 2002)

Nakon nesretnih okolnosti uslijedila je obnova i gradnja južnog renesansnog zvonika, koji je ujedno bio i promatračnica. Radove je izvodio majstor Ivan Albertal. Za vrijeme biskupovanja Jurja Haulika u 18. stoljeću izgrađen je oltar, nova biskupska stolica i biskupski stol te je svetište imalo kamenu ogradu sa dvokrilnim vratima i izgledalo je kao cjelina. Tako uređena i obnovljena zagrebačka biskupija 1852. godine postaje nadbiskupijom. (Plukavec, 2006)

Slika 2-2 Fotografija katedrale i nadbiskupskog dvora iz 1860. godine (HKV, 2011)

Nakon velikog potresa u Zagrebu 1880. koji je srušio svodove u katedrali, zdrobio oltare, probio pod i oštetio zvonik angažiran je graditelj Hermann Bollé (slika 2-3) iz Münchena koji započinje obnovu iste godine koja je trajala do 1902.

Slika 2-3 Herman Bollé (Vujić, 1993)

Katedrala tada dobiva današnji negotički izgled i sastoji se od dva zvonika izvana i vitkog stupovlja iznutra (Crnković, 1998). Herman Bollé hrvatski je arhitekt njemačkoga porijekla. Rođen je u Kölnu 1845. godine, nakon završetka srednje graditeljske obrtne škole u Kölnu studirao je arhitekturu u Beču. Od 1872. godine radi kod najslavnijeg neogotičara Friedricha von Schmidta kod kojega se počinje specijalizirati za njegove projekte u Hrvatskoj. Po Schmidtovim nacrtima nastavio je graditi đakovačku katedralu i restaurirati crkvu sv. Marka. Neka od njegovih mnogobrojnih arhitektonskih djela, osim obnove i nadogradnje prvostolnice, gradnje đakovačke katedrali i restauracije crkve sv. Marka, su Mirogojske arkade, hodočasnički kompleks u Mariji Bistrici, kemijski laboratorij na Strossmayerovu trgu, Evangelička crkva i općina, ograda i portal Botaničkog vrta i dr. Bollé se smatra jednim od najznačajnijih arhitekata u Zagrebu i Hrvatskoj (Hrvatska enciklopedija, 2021;Vujić, 1993). Na fotografiji 2-4 prikazana je katedrala za vrijeme završne faze Bolléove obnove.

Slika 2-4 Prikaz Bolleove gradnje tornjeva iz 1899. godine (HKV, 2011)

Slika 2-5 Prikaz zapadnog dijela „Bolleove“ katedrale (Digitalna.nsk.hr, 2019)

2.2. **Kronologija obnove Zagrebačke katedrale**

Prva manja obnova započela je trideset godina nakon Bolléove nadogradnje zbog pada kamenih blokova 1930./1931. godine. Nakon promatranja i geodetskih mjerenja 1935. godine utvrđeno je da do padanja kamena ne dolazi zbog vibracije velikog zvona, ali je do osipanja i dalje dolazilo. Zbog toga je započela veća obnova 1938. godine i obuhvatila je cijeli južni toranj na kojem je izmijenjeno 747 komada kamena klesanca, ali je prekinuta 1940. godine zbog drugog svjetskog rata. Nakon drugog svjetskog rata od 1967. do 1968.

započela je obnova gotičkih dekoracija na sjevernom zvoniku, ali je i ona obustavljena zbog manjka financijskih sredstava. (Foretić, 2019)

Namjera ozbiljnije obnove započeta je prije nešto više od 30 godina dekretom zagrebačkog nadbiskupa kardinala Franje Kuharića 1987. koja traje još i danas (Foretić, 2019). Tada je počelo prikupljanje novčanih sredstava, a 1990. godine počinje građevinsko obnavljanje najugroženije prve galerije katedrale. Nažalost, agresija na Hrvatsku otežala je situaciju, ali usprkos ratu prva galerija obnovljena je do kraja 1994. godine. Zbog lošeg stanja prve galerije radila se izmjena svih kamenih elemenata, a za obnovu je korišten rimski travertin (Rukavina, 1998).

Na slici 2-6 prikazana je podignuta skela na katedrali početkom obnove u devedesetim godinama dvadesetog stoljeća.

Slika 2-6 Prikaz katedrale kod početka obnove u 90-im godinama (Dunda i dr., 200

Obnova trokutaste plohe na zapadnom pročelju katedrale (timpana) započela je u svibnju 1995., a dovršena je u kolovozu 1996. godine. Širina i visina timpana (slika 2-7) je 15 m ,a u njega je ugrađeno 80 m^3 kamena. Ugrađeno je 597 komada kamena. Najteži kamen bio je težak 2750 kg. Za izradu timpana koristio se rimski travertin koji je po izgledu vrlo sličan kamenu koji je dobivan u Bizeku, ali je procijenjeno kako je otporniji na vlagu i zagađenja. Za izradu kipova se prvotno želio koristiti vinicit, kojeg nije bilo u potrebnim količinama i njegova svojstva nisu odgovarala. Potom su se provjeravala ležišta u Mađarskoj, Bugarskoj i Italiji, ali debljina sloja i kvaliteta kamena nije bila odgovarajuća. Na kraju je odabran kamen pietra di Vicenza iz Vicenze u Italiji. Najzahtjevniji zadatak bila je izrada i postavljanje kipova Majke Božje i anđela, koji su zajedno teški oko 9000 kg. U izradi kipova sudjelovali su Vladimir Herljević, Stipe Ledić, Mate Šarić i Alen Novoselac, a u postavljanju radnici firma Tehnika d.d. i Pauk (Rukavina, 1998).

Slika 2-7 Obnovljeni timpan (HKV, 2020)

U toku 1997. izvode se radovi na obnovi I. polja zapadnog pročelja te oko oba zvonika iznad I. galerije do prozora. Na zapadnom pročelju predviđeni su radovi zamjene kamena s jako oštećenom kamenom plastikom, popravak profilacija bočnih stranica (špaleta) prozora bizek žbukom te pranje, liječenje i zaštita kamena. Izrađeni su novi kipovi sv. Roka i sv. Ilije. Obnovljeni su vitraji na zapadnom pročelju iznad velike rozete. Postavljena je skela do vrha sjevernog zvonika (108 m) na kome je postavljen novi pozlaćeni križ visok 2,55 m, širok 1,44 m i težak 150 kg. (Rukavina, 1998)

Obnova vrha sjevernog zvonika trajala je u razdoblju od 1998. do 1999. godine. U zimskim mjesecima 1998. godine obilazila su se ležišta kamena u području Bizeka kako bi se našla odgovarajuća zamjena za obnovu oštećenih dijelova katedrale koji su bili izgrađeni od autohtonog, zagrebačkog kamena litotamnijskog vapnenca. U kasnijim obilascima s prof. Crnkovićem određena su mjesta s mogućim nalazištima dobrog kamena te su uzeti uzorci koji su bili podvrgnuti laboratorijskom ispitivanju. Nakon obrade rezultata testiranja kamen je ocijenjen kao prihvatljiv za potrebe konzervatorsko-restauratorskih postupaka kojim se nadopunjuje prirodni kamen (tašeliranja). Potom je uslijedilo traženje dozvole za eksploataciju arhitektonsko građevnog kamena na području Bizeka za potrebe obnove katedrale. Početkom 1999. odobren je Ugovor o koncesiji za istraživanje mineralnih sirovina na području Bizeka. (Rukavina, 1999)

Obnova I. polja zapadnog pročelja s odgovarajućom visinom konstrukcijskih elementa koji pojačavaju zid i neutraliziraju bočni pritisak svoda (kontrafora) uz oba zvonika završena je 2000. godine. Skela se zatim premješta na sjeverni zvonik radi izrade projekta za dalje radove. U istoj godini nastavlja se obnova kamenih tornjića na vrhu potpornih stubova (fijala kontrafora) zapadnog pročelja i drugog polja zapadnog pročelja ispod I. galerije gdje je dio dotrajalog kamena zamijenjen travertinom, a dio vinicitom. Podignuta je i skela na sjevernom tornju. (Rukavina, 2001)

Kroz 2000. i 2001. radilo se na protupožarnom sustavu krovišta i kamenolomu. Za kamenolom je dobiveno eksploatacijsko polje i koncesija za eksploataciju kamena te je izdana lokacijska dozvola, ali je još uvijek nedostajala dozvola za izvođenje radova kako bi eksploatacija kamena mogla započeti. Procijenjeno je kako bi za cijelu obnovu bilo potrebno 500 m^3 kamena iz Bizeka. U tom razdoblju su također obnovljeni kontraforni zidovi zapadnog pročelja u svom gornjem dijelu, koji dosežu visinu prve galerije, 39 metara od tla, gdje su bili najtrošniji. (Rukavina, 2002)

U 2002. godini zamijenjen je sav dotrajali kamen s travertinom na kontraforima sjevernog i južnog dijela zapadnog pročelja. Krajem godine održana je sjednica Stručnog povjerenstva Uprave za energetiku i rudarstvo Ministarstva gospodarstva na kojoj je provjeravan rudarski projekt za eksploataciju kamena na području Bizeka. Nakon ove provjere Ministarstvo gospodarstva trebalo je odobriti dozvolu za rad kamenoloma. (Rukavina, 2002)

Tijekom 2003. godine radovi su se izvodili na više mjesta katedrale te je obnavljan gornji dio sjevernog tornja, njegova istočna i sjeverna strana iznad prve galerije, zid istočne strane južnog tornja iznad krova do prve galerije. Nastavljena je i obnova južnog i sjevernog

kontrafora zapadnog pročelja na donja tri polja te je obnavljano zapadno pročelje lijevo i desno od portala. Također je dobivena dozvola za rad kamenoloma koji bi trebao početi raditi na proljeće 2004. godine. Početkom godine prikupljane su ponude za vađenje bizek kamena, ali se od otvaranja kamenoloma odustalo zbog nedostatka novčanih sredstava. (Rukavina, 2004)

U siječnju 2005. godine stigao je rimski travertin koji se obrađivao u tvornici Jadrankamen d.d. s Brača za nastavak radova na sjevernom tornju i započeli su radovi restauracije glavnog portala. Do kraja godine obnovljene su sve četiri strane sjevernog tornja od prve do druge galerije i dovršena je obnova zida zapadnog pročelja i kontrafora južno od glavnog portala. (Rukavina, 2006)

U prosincu 2006. godine završena je obnova glavnog portala zagrebačke katedrale. Nastavilo se raditi na obnovi sjevernog tornja od 55 do 75 metara gdje će biti utrošena trostruka količina kamena koja je zamijenjena na cijelom zapadnom pročelju. (Rukavina, 2007)

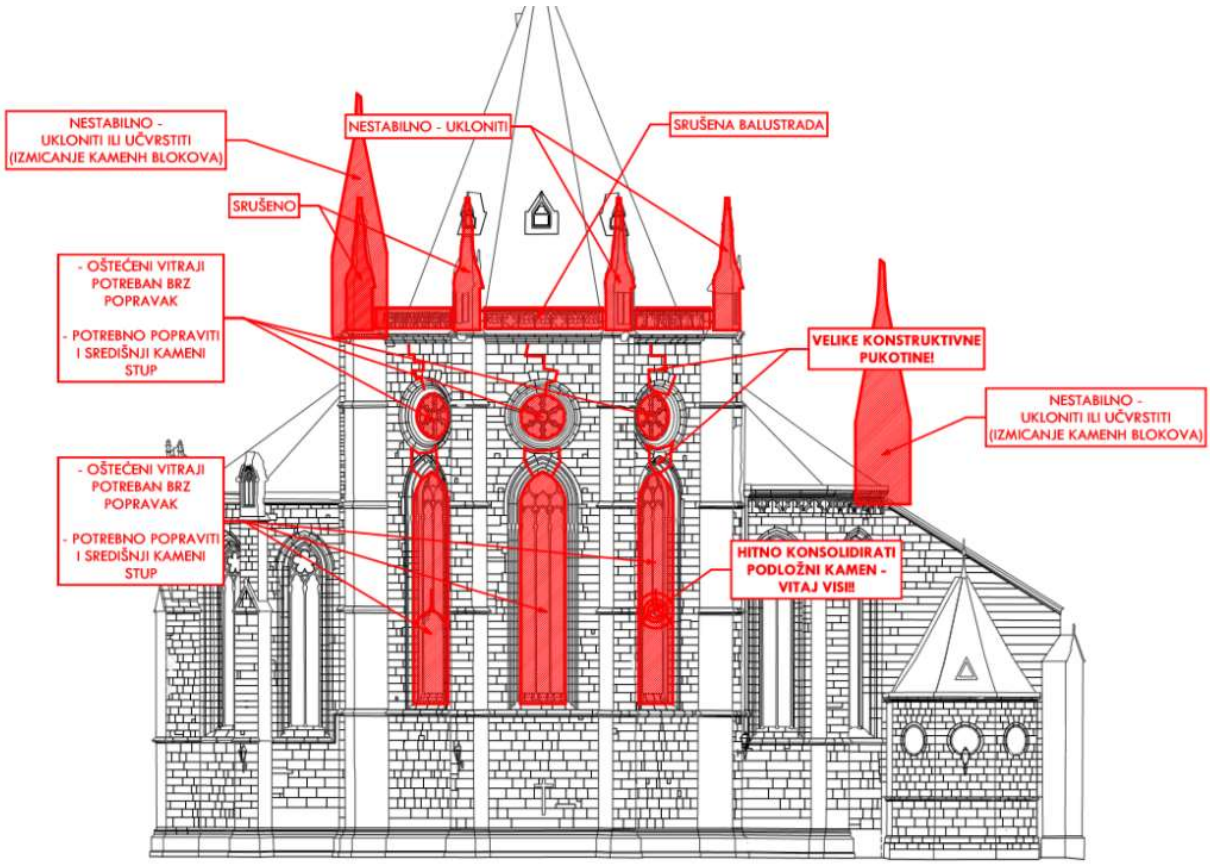
Obnova sjevernog tornja trajala je od 2006. do 2010. godine, a za materijal je korišten travertin iz površinskog kopa u Tivoliju. Tijekom 2009. i 2010. započeta je montaža skele na južnom tornju, dok je 2011. godine započeta obnova od prve do druge galerije. Do kraja 2011. godine otklesano je i demontirano 33,66 m^3, montirano je 23 m^3 novih kamenih elemenata, „preštokano“ je 620,7 m^2, fugirano je 70 m^2 obnovljene zidne plohe. (Rukavina, 2011)

Obnova južnog tornja i zvonika završila je 2019. godine . U obnovi je sudjelovala radionica Ivice Nižetića „Kamen Pučišća“ d.o.o. i obrt Petra Rajčevića. Oni su se prvi put s obnovom katedrale susreli prilikom obnavljanja I. galerije te su od tada kontinuirano radili na obnovi različitih dijelova katedrale. (Foretić, 2019)

Nakon obnove III. galerije trebalo je nastaviti s radovima na II. galeriji, ali je zbog potresa magnitude 5,4 koji se dogodio 22. ožujka 2020. godine u Zagrebu katedrala pretrpjela značajnu štetu. Došlo je do urušavanja kamenog vrha južnog tornja s pročelja katedrale te dijela zvonika sa zlatnim križem. Zbog urušavanja kamenih elemenata došlo je do oštećenja treće galerije i krova. Uslijed potresa nastala su oštećenja i na balustradi iznad apside, vrhovima baldahina kontrafora, stubišta sjevernog tornja, puknuća zidova i još druga mnogobrojna oštećenja. Zbog straha od urušavanja dio vrha sjevernog zvonika je miniran i spušten 17. travnja 2020. (Salinger, 2020)

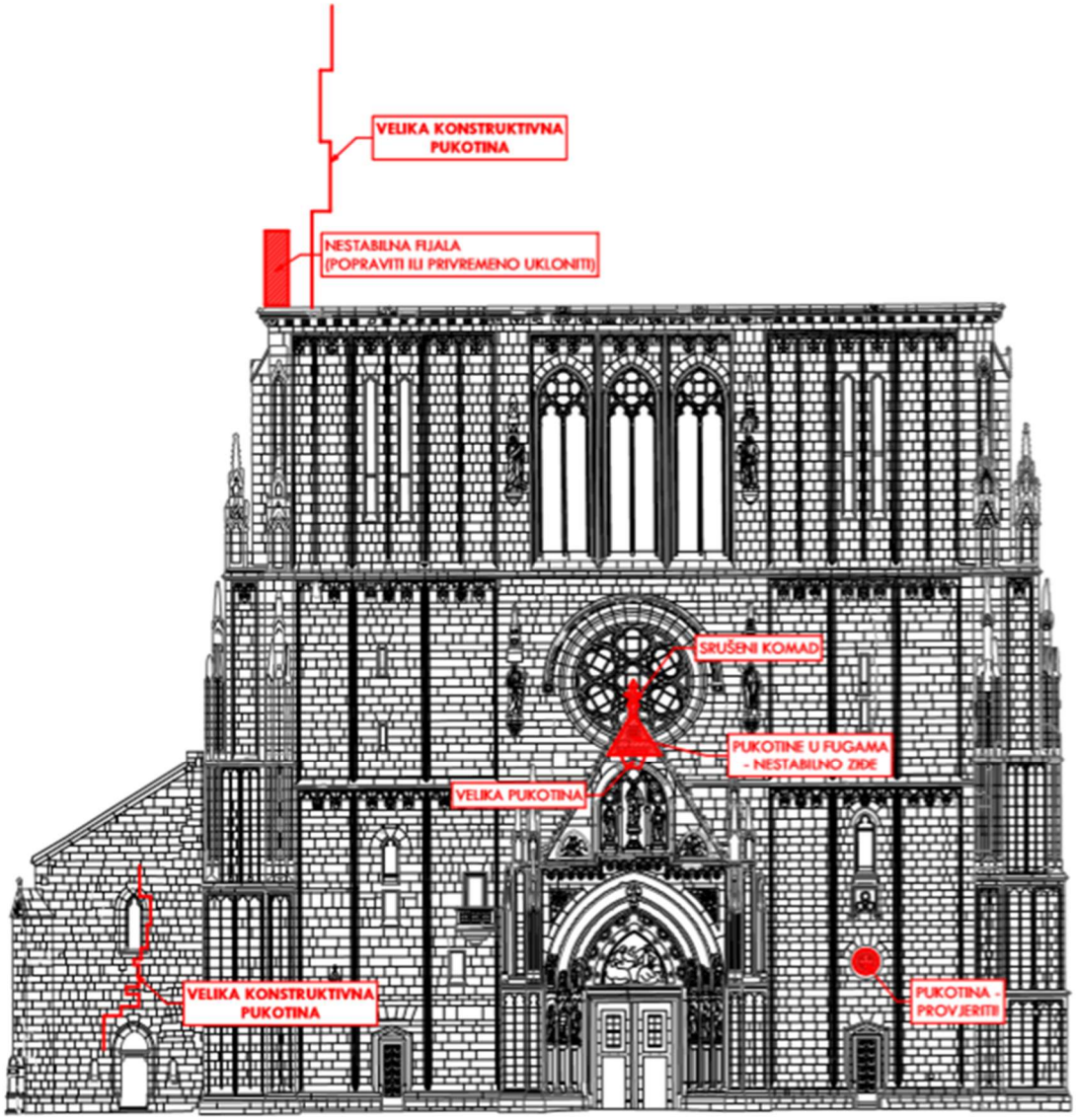
U postupku odvajanja sjevernog tornja pomoću eksploziva veliku ulogu imali su djelatnici Zavoda za rudarstvo i geotehniku Rudarsko-geološko- naftnog fakulteta. Osmislili su postupak odvajanja spojnih olovnih klinova tornja s njegovim oštećenim nosivim vijencem pomoću malih, precizno postavljenih eksplozivnih punjenja u čemu im je također pomogla Inženjerska pukovnija Hrvatske vojske. (Studentski.hr, 2020)

Na ilustracijama 2-8 i 2-9 su prikazana oštećenja katedrale iz različitih projekcija.



Slika 2-8 Oštećenja na istočnom dijelu katedrale (Salinger, 2020)

Na fotogrametrijskom prikazu istočnog djela mogu se uočiti velike konstruktivne pukotine, urušena balustrada i oštećeni vitraji. Također, neke je građevinske dekorativne elemente potrebno ukloniti zbog izmicanja kamenih blokova. Sa sjevernog pročelja bilo je potrebno ukloniti vrh zvonika zbog oštećenja jer su nastale pukotine u fugama, došlo je do pomicanja kamenih blokova te do napuknuća središnjeg kamenog stupa. Na južnoj strani srušio se vrh zvonika, oštećene su fijale, vijenci i vitraji te se na zidovima mogu primjetiti veće konstruktivne pukotine.



Slika 2-9 Oštećenja na katedrali (nacrt) (Salinger, 2020)

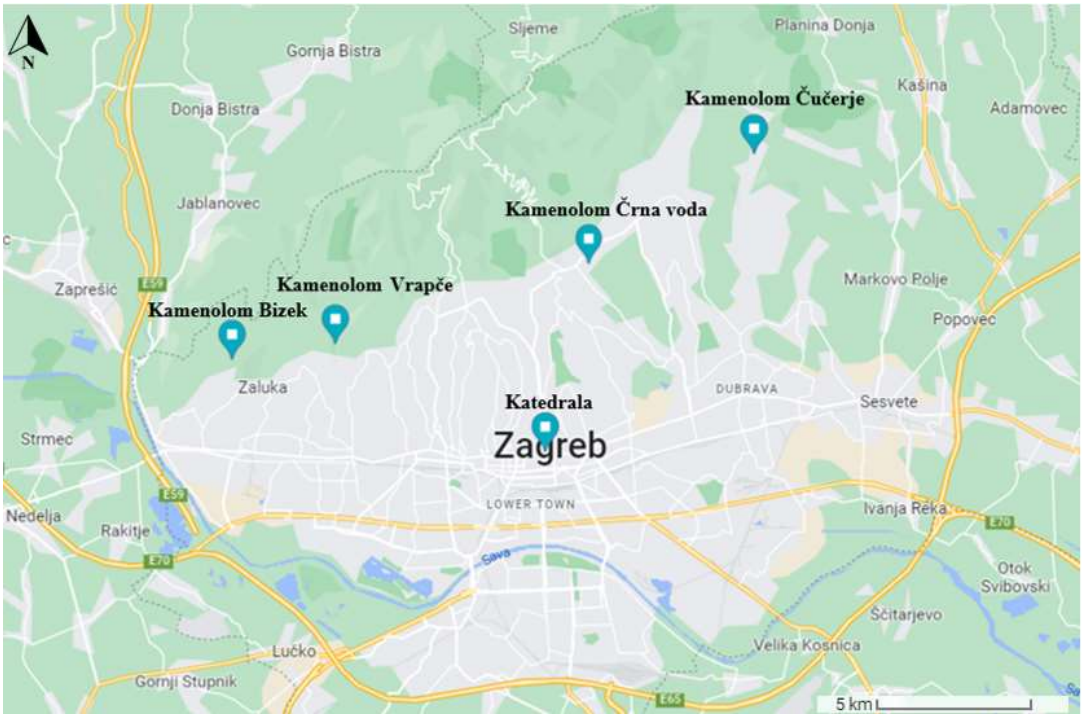
Na prikazu zapadnog pročelja mogu se uočiti velike konstruktivne pukotine, pukotine u fugama i oštećena fijala koju je potrebno ukloniti. Osim toga, urušio se i timpan s križem iznad glavnoga portala**.**

3. KRONOLOGIJA I ANALIZA DOBIVANJA KAMENA NA ZAGREBAČKOM PODRUČJU

U ovom poglavlju obrađen je širi kontekst dobivanja arhitektonsko-građevnog kamena jer je dobivanje kamena za potrebe izgradnje katedrale samo dio u povijesti dobivanja kamena na zagrebačkom području. Tijekom povijesti pa sve do novijeg doba se pri gradnji raznih građevina koristio autohtoni zagrebački kamen, odnosno litotamnijski vapnenac koji je činio obale mora Paratethys. Ono je pokrivalo sjevernu Hrvatsku i dio središnje Europe prije 12 milijuna godina. Iz tog vremena pronađene su mnoge okamine na Medvednici, Podsusedu i Dolju koje se i danas čuvaju u Hrvatskom prirodoslovnom muzeju. (AMZ, 2018)

3.1. **Rimski period**

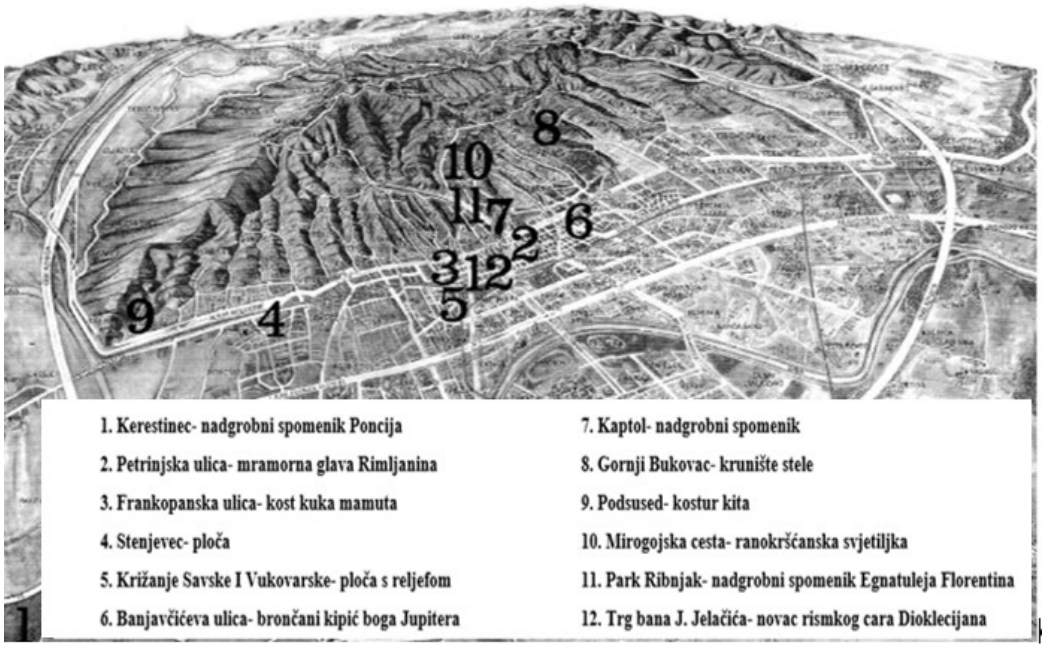
Antička kultura se na području grada Zagreba pojavljuje nekoliko desetljeća prije Krista te traje do 5. stoljeća poslije Krista. Rimljani naseljavaju ravničarske krajeve kao što su područje Stenjevca i Šćitarjeva. U podnožju Medvednice otkrivena su još mnoga manja naselja zbog ostataka velikog broja grobova. Rimljani su za izgradnju naselja koristili kamen sa Medvednice iz kamenoloma Vrapče, Bizek, Čučerje i Črna voda kod Markuševca. (PP Medvednica, 2014)



Slika 3-1 Prikaz nekadašnjih lokacija rimskodobnih kamenoloma (Google maps)

Pojava antike na ovim područjima dokazana je i s oko 120 rimskodobnih lokaliteta. Pronađene su kovanice rimskih careva (August, Domicijan, Hadrijan, Prob i Dioklecijan) koji su vladali tijekom prva četiri stoljeća poslije Krista. Također, neka od značajnijih nalazišta su mramorna glava bradatog muškarca iz 3. st. poslije Krista u Petrinjskoj ulici, a u ogradu (cinktor) crkve Uznesenja Blažene Djevice Marije u Stenjevcu uzidana je mramorna ploča na kojoj je uklesan tekst koji upozorava na postojanje rimskodobnih naselja i starohrvatskog groblja na tom mjestu. Između ostalog otkriveno je i desetak rimskodobnih kamenih nadgrobnih spomenika (stela), koji su izloženi na javnim prostorima u naseljima Kerestinec, Kaptol, Gornji Bukovac i u parku Ribnjak. Dok su Rimljani obitavali ovim područjem, grad Zagreb nije postojao te se ne može pratiti kontinuitet grada na ovim područjima kao što je to slučaj u priobalnoj Hrvatskoj, ali svakako postoji kontinuitet naseljavanja koji je rezultirao osnutkom srednjovjekovnog grada u 11. stoljeću. (AMZ, 2018)

Prikaz nekih od arheoloških nalazišta na području grada Zagreba može se vidjeti na slici 3-2.



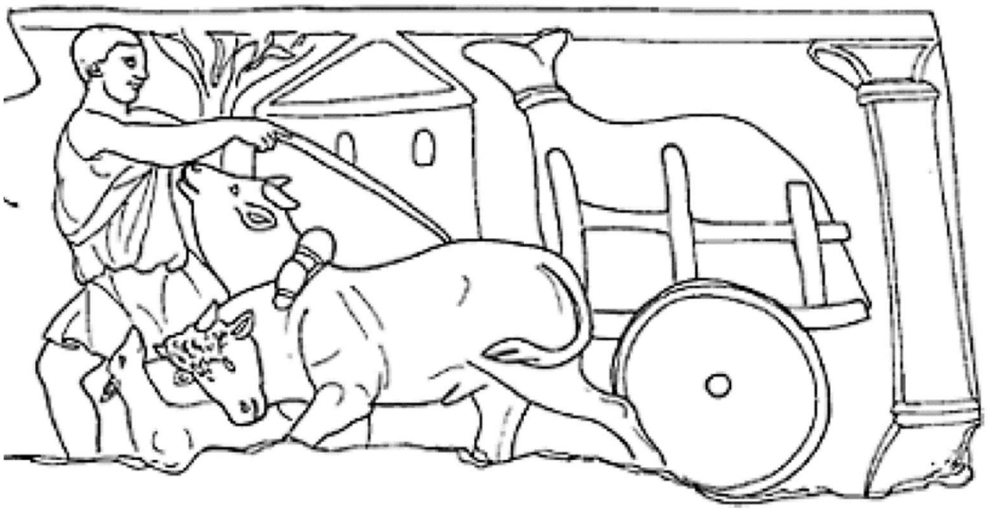
Slika 3-2 Prikaz nekih od nalazišta arheoloških nalazišta na području grada Zagreba (AMZ, 2018)

Može se samo pretpostaviti kako je način dobivanja bio isti kao u ostalim dijelovima Rimskog carstva. U rimsko doba mekani se kamen dobivao na način (slika 3-3) da su se

izrađivali uski kanali oko budućeg bloka nakon čega bi se on transportirao do klesarske radionice ili mjesta ugradnje.

Slika 3-3 Rekonstrukcija starorimskog načina dobivanja mekanog kamena u kamenolomu Grotta Oscura (Adam, 1994)

Općenito su za transport Rimljani koristili zaprežna kola s kotačima od punog drveta (3-4) pa se može pretpostaviti kako su na taj način transportirali i blokove arhitektonsko-građevnog kamena na zagrebačkom području.



Slika 3-4 Rimski način transporta volovske zaprege s čvrstim kotačem (Adam, 1994)

Klesanje kamena obavljalo se raznim prilagođenim alatima, npr. obostrano zašiljenim dlijetima kako je to prikazano na slici 3-5, a za podizanje blokova kod ugradnje koristile su se i jednostavne dizalice kako to prikazuje slika 3-6.

Slika 3-5 Priprema kamenih blokova za gradnju u starom Rimu (Adam, 1994)

Na slici 3-6 prikazan je crtež reljefa iz rimskog perioda pronađenog u Terracini. On u prvom planu prikazuje dva radnika koji klešu blokove, a u pozadini čovjek drži kameni blok pomoću hvataljki obješenih na dizalicu. (Adam 1994)

Slika 3-6 Prikaz obrade i ugradnje kamenih blokova (Adam, 1994)

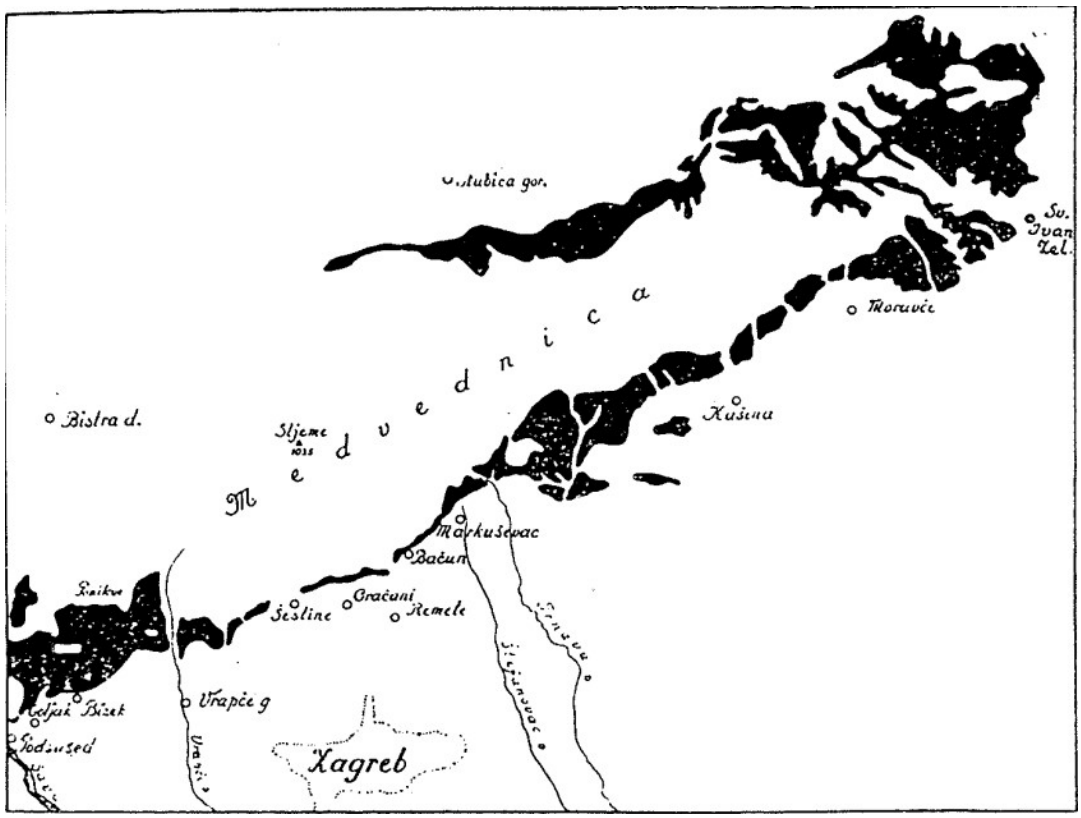
3.2. **Srednji vijek**

Najvažniji dokaz postojanja civilizacije na području grada Zagreba u srednjem vijeku je izgradnja katedrale Uznesenja Blažene Djevice Marije (Crnković, 1998).

Kameni blokovi od kojih je izgrađena zagrebačka katedrala svrstavaju se u mekani arhitektonsko- građevni kamen. On je zbog svoje mekoće, jednostavnosti za ugradnju i lake obrade stoljećima korišten u gradnji i kiparstvu. Karakteriziraju ga visoka poroznost, slaba otpornost na habanje i mala čvrstoća zbog čega se najčešće upotrebljava prilikom oblaganja vertikalnih površina interijera, ali i eksterijera gdje je izložen onečišćenoj atmosferi uslijed

koje dolazi do njegovog prljanja i znatnih oštećenja nakon dužeg vremenskog perioda. (Dunda, 2005)

Malo toga je poznato o izgradnji katedrale u 12. i početcima 13. stoljeća, a isto tako nije poznato puno niti o dobivanju kamena za potrebe izgradnje, nadogradnje i obnova. Međutim, postoji suglasje kako je početak gradnje bio 1102. godine, a u 1217. dovršena je gradnja u prijelaznom romantičkom stilu. Pretpostavlja se da je katedrala bila izgrađena od kamena iz bliže okolice grada Zagreba. Ležišta tog kamena prikazana su slikom 3-7 (Crnković, 1998).



Slika 3-7 Ležišta kamena iz grada Zagreba i njegove okolice (Crnković, 1998)

Sam način gradnje, dobivanja i prerade mineralnih sirovina vjerojatno se nije razlikovao od tehnologije koja se primjenjivala u Europi u srednjem vijeku. Budući ne postoji nekakav prikaz u vidu freske i reljefa koji prikazuje gradnju s zagrebačkog područja, može se poslužiti prikazima s drugih područja Europe koji su približno načinjeni 12 stoljeću.

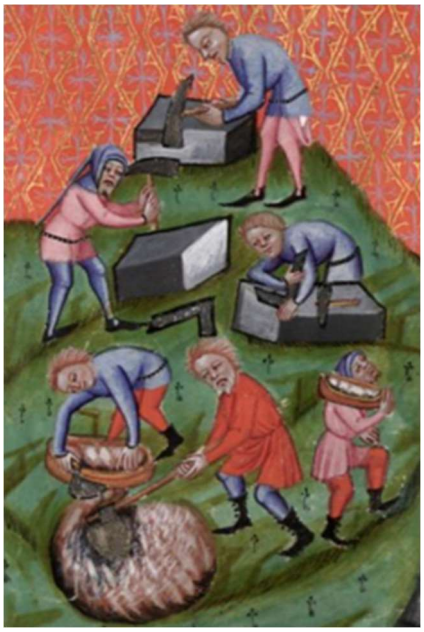
Na slici 3-8 prikazan je detalj freske u palači normanskih kraljeva. Na njemu se vidi način gradnje i pripreme građevinskog materijala. Na lijevoj strani prikazana je peć za vapno koja se loži šibljem, a u srednjem donjem djelu slike gasi se vapno i priprema mort. On se zatim diže na srednjovjekovnu utvrdu pomoću korpi i užadi. (Holtzer, 2019)

Slika 3-8 Ugradnja kamenih blokova u 12 stoljeću (Holtzer, 2019)

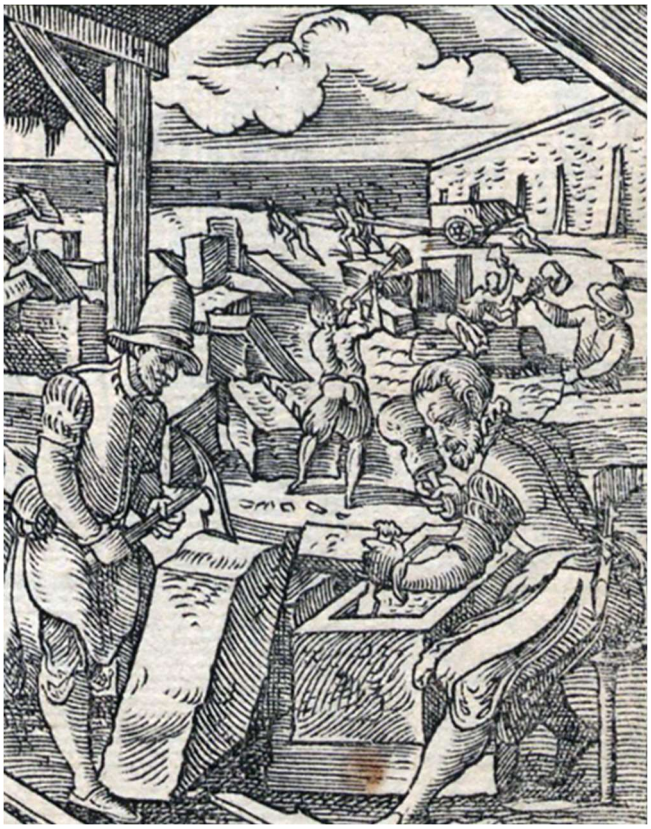
Od predtatarske katedrale sačuvali su se vertikalna kvadratna dekoracija (pilastir) ukrašena stiliziranim lepezastim motivima (palmetama) i kapitel sa životinjskim glavama u uglovima koji se nalaze u Hrvatskom povijesnom muzeju u Zagrebu te reljef sv. Pavla i jedan uništeni kapitel koji se čuvaju u Dijecezanskom muzeju Zagrebačke nadbiskupije (Goss i Jukić, 2015). Zbog rušenja prve katedrale u razdoblju između 1254. i 1284. godine gradi se nova katedralu u gotičkom stilu. U Povijesnom muzeju Hrvatske u Zagrebu sačuvana je glava kipa sv. Stjepana isklesana od vapnenačkog pješčenjaka i kapitel isklesan od litotamnijskog vapnenca. Ovi materijalni dokazi kazuju kako se koristio autohtoni kamen iz okolice Zagreba prilikom izgradnje katedrale u drugoj polovini XIII. stoljeća (Crnković, 1998).

Lokalni materijal za izgradnju katedrale dobivao se i u periodu od 14. do 16 stoljeća iako su oskudni izvori iz kojih saznajemo što se na katedrali i okolnim utvrdama konkretno gradilo u tom razdoblju (Brenko, 2014; Salinger 2020; Prvonožec, 2020). Također i za ovo razdoblje tehnologija klesanja, dobivanja i ugradnje može se pronaći u nekim prikazima iz Europe tog razdoblja.

Na ukrasu Stuttgartskog psaltira iz 1383. godine (slika 3-9) na gornjem djelu vide se klesari koji klešu kamene blokove i upotrebljavaju „kutnike“ kako bi osigurali međusobnu okomitost ploha blokova, a u donjem djelu minijature vidi se priprema morta pomoću motike (Holtzer, 2019).



Slika 3-9 Prikaz klesanja kamenih blokova (Holtzer, 2019)



Slika 3-10 Prikaz eksploatacije kamena do njegove obrade (Holtzer, 2019)

Na slici 3-10 prikazan je drvorez iz 16. stoljeća koji sažeto prikazuje važnije korake od kamenoloma do mjesta ugradnje. U vrhu slike prikazani su radovi u kamenolomu, a dolje u prvom planu su dva klesara.

Na slici 3-11 prikazana je ilustracija iz 16. stoljeća koja detaljno prikazuje izgradnju samostana Schönau, a gore lijevo prikazani su radovi u samostanskom kamenolomu. Također se vidi transport volovskim zapregama kamenih blokova iz kamenoloma do gradilišta. Na samom gradilištu vide se klesari koji detaljnije oblikuju blokove za ugradnju. Izrađuje se mort, a blokovi se dižu na zidine uz pomoć dizalice i škara. (Haug, 2006)

Slika 3-11 Samostanski kamenolom i izgradnja samostana (Haug, 2006)

U srednjem vijeku, kao i danas, veliki problem predstavljalo je dizanje građevinskog materijala na skelu, posebno klesanaca koji predstavljaju veliko koncentrirano opterećenje, a u tom razdoblju su klesanci bili često korišten građevinski materijal. Kako bi olakšali dizanje klesanog kamena izumljene su čelične škare, tzv. „mačak“, koje se dizanjem stežu uslijed djelovanja vlastite težine kamena na njihove poluge. Zbog straha od ispadanja kamena iz čeličnih škara izbušile bi se dvije rupe u kamenu iznad njegova težišta. Kasnije

bi se te rupe ispunile mortom, ali bi ostale vidljive na površini gotovog zida. Dizanje klesanaca ovom tehnikom nalazimo na području Hrvatske oko 1400. godine. Na isti način gradila se katedrala za vrijeme biskupa Eberharda Albena. Dokaz za takav način gradnje upravo su tragovi rupa (slika 3-12) koje su ispunjene mortom, a ima ih svaki klesanac iz tog doba. (Horvat, 2001)

Slika 3-12 Prikaz zagrebačke katedrale, rupe za dizanje „mačkom“ na zidu sjevernog broda (Horvat, 2001)

Nakon požara koji je zadesio katedralu u XVI. Stoljeću, ona se obnavljala u kasnogotičkom stilu. Iz tog razdoblja ostali su sačuvani konzola i kapitel od litotamnijskog vapnenca i ukrasni vršak fijale od vapnenačkog pješčenjaka. Tijekom tog razdoblja zbog prijetnje od turske najezde građeni su bedemi i kule od autohtonog kamena iz Vrapča. U prvoj polovici XVII. stoljeća građen je zvonik u kasnorenesansnom stilu od kamena iz kamenoloma na južnim i jugozapadanim obroncima Medvednice. (Crnković, 1998)

Dunda (1997) piše kako se litotamnijski vapnenac u predindustrijsko doba dobivao iz površinskih kopova pomoću bakrenih i brončanih dlijeta i pijuka u davnoj prošlosti. Za njegovo dobivanje u početku su se koristile alatke od tvrđeg kamena, zatim metala uz dodavanje abrazivnog praha. Cijepanje kamena odnosno odvajanje blokova od stijenske mase obavljalo se pomoću nabijenih drvenih klinova u prirodne diskontinuitete koji su se polijevali vodom. Nakon polijevanja vodom drvo bi nabubrilo te bi se blok odvojio od stijenske mase duž ravnine najmanjeg otpora. Ovakav postupak koristio se u vapnencima, odnosno mekanom kamenu za razliku od čvrstih i tvrdih stijena koje se nisu mogle odvajati

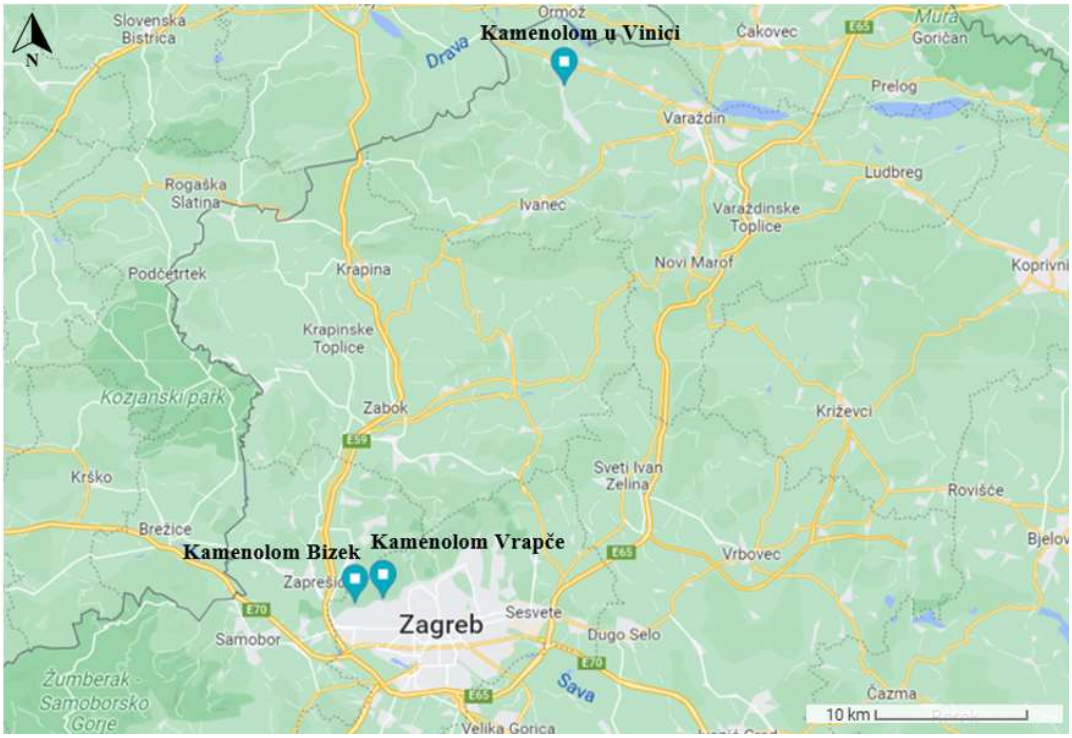
na ovaj način. Također se za odvajanje koristila poluga koja je svoju primjenu imala još od najranijih doba. Kasnije se pojavom željeznih alatki počinju izrađivati rupe u stijeni pomoću dlijeta i čekića, rotacijom dlijeta u rupi. (Dunda, 1997)

Povijesne ilustracije dobivanja arhitektonsko-građevnog kamena su vrlo rijetke pa ih je iznimno teško pronaći. Jedan prikaz rada u kamenolomu iz predindustrijskog doba (početak 18. stoljeća) vidi se na slici 3-13. Ona pokazuje kamenolom u blizini Tivolija, gdje se stoljećima kopao travertin (sedra), koji je bio jedna od najvažnijih stijena za građevinsku industriju u Rimu. Prikazano je vađenje velikih blokova, od odvajanja blokova iz stijenske mase do utovara na volovska zaprega. (Holtzer, 2019)

Slika 3-13 Prikaz rada u kamenolomu travertina (Holtzer, 2019)

3.3. **Novo doba**

Dobivanje kamena na početcima novog doba za potrebe obnove i nadogradnje katedrale povezano je sa potresom koji se dogodio 1880. godine. Zbog potresa su stradali svodovi u katedrali, oltar, zvonik i probijen je pod. Graditelj Hermann Bollé iz Münchena započeo obnovu iste godine koja je trajala do 1902. Katedrala dobiva današnji negotički izgled i sastoji se od dva zvonika izvana i vitkog stupovlja iznutra. Kamen korišten za gradnju eksploatiran je iz kamenoloma u Vrapču (Vrapče potoku), Bizeku i Vinici (Varaždin). Lokacije tih kamenoloma prikazane su na slici 3-14. Neki od komercijalno geoloških naziva za taj arhitektonsko-građevni kamen su „litavac“, „litotamnijski vapnenac“, „siltozni litotamnijski vapnenac i vapnenački pješčenjak“ iz Vrapča i Bizeka, a za porozni mekani vapnenac iz Vinice korišten je naziv „vinicit“. (Crnković, 1998)



Slika 3-14 Kamenolomi za potrebe gradnje Bolléove katedrale (Google maps)

„Vinicit“ je komercijalni naziv za vapnenački pješčenjak koji je eksploatiran u mjestu Vinica kraj Varaždina. Vrlo je porozan, male volumenske mase, žućkaste do gotovo potpuno bijele boje i finozrnaste pjeskovite strukture. Zbog male tvrdoće i jednostavne obradivosti bio je često korišten prilikom gradnje te se na katedrali nalazi u znatno manjim količinama za razliku od litotamnijskog vapnenca (Dunda i Kujundžić, 2003; Dunda, 2005; Marković, 2002).

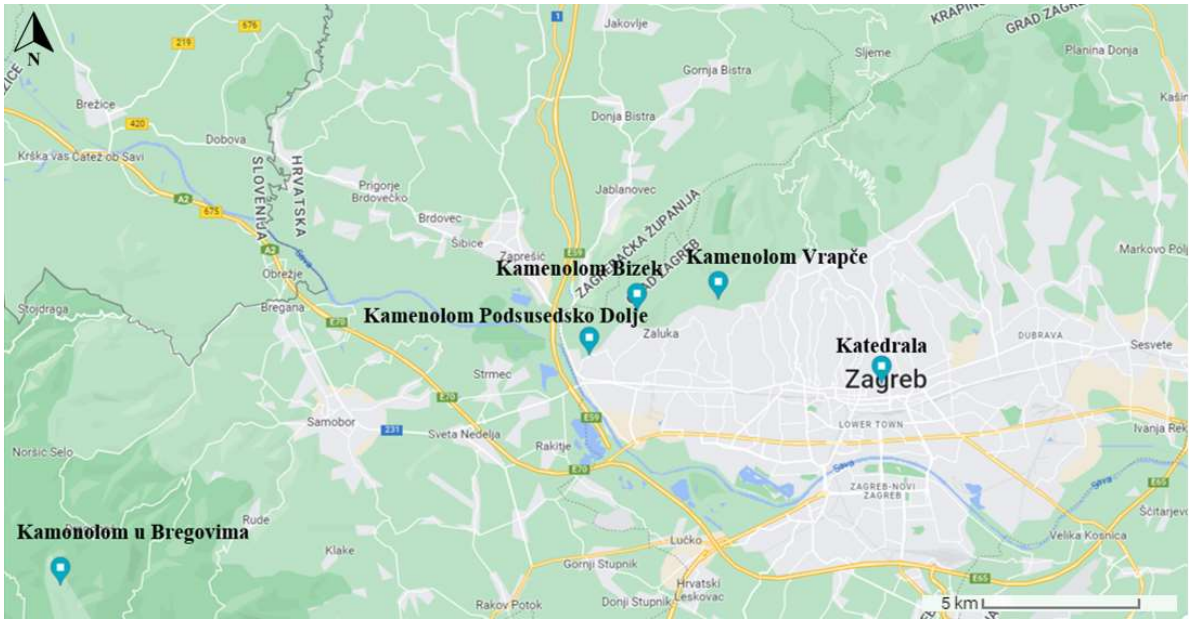
Izgled Vinicita prikazan je na slici 3-15, a na slici 3-16 prikazano je dobivanje blokova Vinicita u XX. stoljeću kada su korišteni suvremeniji alati.

Slika 3-15 Vinicit (Dunda i Kujundžić, 2003)

Slika 3-16 Eksploatacija vinicita (Dunda i Kujundžić, 2003)

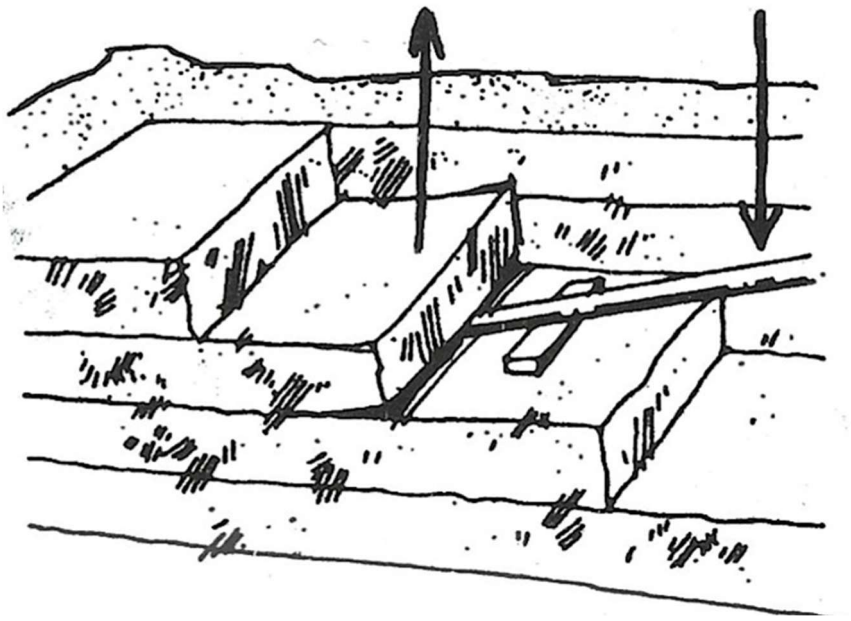
Litotamnijski vapnenac, zagrebački autohtoni kamen s obronaka Medvednice, također pripada kategoriji mekanog arhitektonsko-građevnog kamena. Nalazi se na rubovima planinskih masiva Medvednice, Moslavačkog gorja i Alpa koje su nekada bile obale i otoci miocenskog mora u Panonskoj nizini. Poznat je i pod nazivima litavac, bizečki i vrapčanski

kamen zbog kamenoloma u Vrapču i Bizeku. Osim kamenoloma u Vrapču i Bizeku također je eksploatiran u Dolju i Bregovima kod Samobora (slika 3-17) gdje su izvađene značajne količine kamena za gradnju zgrada u gradu Zagrebu i okolici. (Marković, 2002)



Slika 3-17 Kamenolomi litotamnijskog vapnenca iz grada Zagreba i okolice (Google maps)

Iako je Bolléova obnova i nadogradnja katedrale provedena u industrijsko doba pretpostavlja se da se osnova metode vađenja kamena nije mijenjala, već se pomoću poluge obavljalo odvajanje kamenog bloka iz stijenske mase. Blokovi su bili manjih dimenzija te zbog toga njihovo vađenje iz ležišta nije bilo zahtjevno, a jednostavno odvajanje mekanog arhitektonsko-građevnog kamena bilo je dovoljno učinkovito. Princip odvajanja kamenog bloka od stijenske mase polugom prikazan je na slici 3-18.

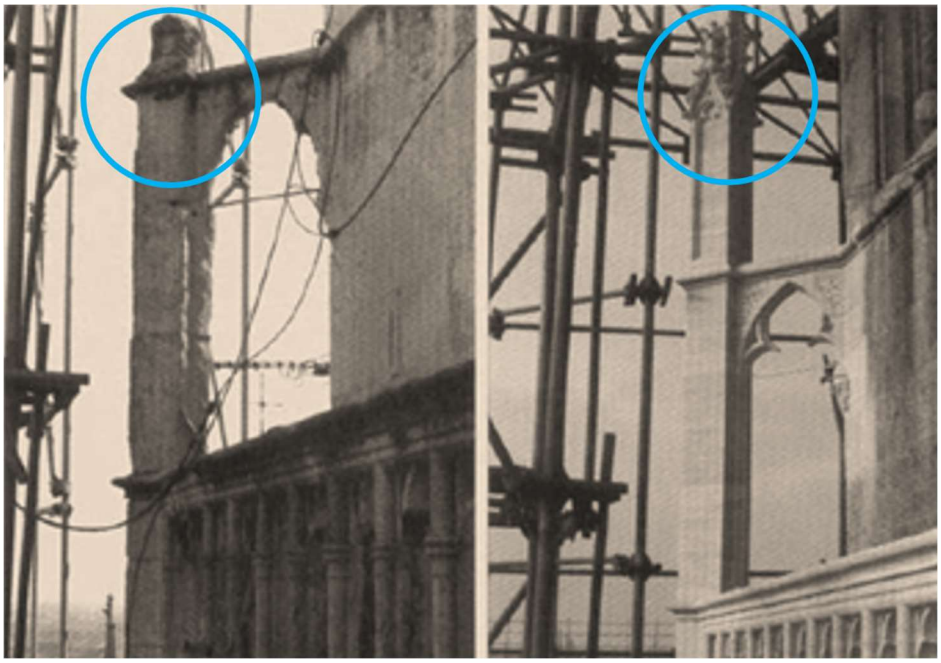


Slika 3-18 Odvajanje monolita pomoću poluge (Dunda, 1997)

Iako nema nedvojbenih dokaza kako se primjenjivala i druga suvremenija tehnologija dobivanja arhitektonsko-građevnog kamena na zagrebačkom području, njena upotreba nije u manjoj mjeri isključena i nije naodmet podsjetiti se kronologije razvoja na svjetskoj razini.

Suvremenija tehnologija započinje drugom polovinom XIX. stoljeća primjenom strojnog bušenja pneumatskim, a potom i hidrauličkim čekićem. U istom razdoblju unaprijeđena je izrada rezova u stijenskoj masi pomoću helikoidalne žične pile koja se u Hrvatskoj prvi put upotrijebila na Hvaru u kamenolomu Pokojni dol. Kasniji napredak rezanja stijenskih blokova postignut je pomoću dijamantne žične pile koju odlikuju veća brzina rezanja, jednostavnost rukovanja i manji gubitak sirovine u odnosu na helikoidalnu žičnu pilu. Njena primjena raširena je i u današnje vrijeme te je dobivanje prirodnih blokova nezamislivo bez takve alatke. Krajem XX. stoljeća osim dijamantnih žičnih pila za rezanje kamenih blokova također se upotrebljavaju i lančane sjekačice. U kamenolomima su se blokovi premještali pomoću čeličnog užeta koje je bilo omotano oko kamenog bloka i namotano na bubanj vitla, na ručni, a potom na strojni pogon, nakon čega bi se preko rampe utovarivali na transportna sredstva. Za dizanje blokova koristio se jarbol s radnom konzolom koja je kružila oko njegove osi ili čelično uže pričvršćeno kosim gredama s koloturima. Te jednostavne naprave zamijenjene su stabilnim dizalicama. (Dunda, 1997)

Zbog izloženosti litotamnijskog vapnenca štetnom djelovanju atmosfere došlo je do velikih oštećenja te se morala napraviti zamjena oštećenih dijelova. (Dunda i dr., 2005)



Slika 3-19 Usporedba fijala prije i nakon ugradnje novog kamena na zagrebačkoj katedrali (Dunda i dr., 2005)

Obnova je započela 1990-ih. Neki dijelovi kamena koji su bili u izravnom doticaju s kiselim kišama u potpunosti su nestali, a oni koji nisu bili u izravnom doticaju također su bili jako uništeni. Na slici 3-19 prikazana je usporedba starih uništenih i obnovljenih fijala. Međutim, donesena je odluka da se obnova ne obavlja lokalnim litotamnijskim vapnencem već uvoznim tvavertinom.

Travertin 'San Pietro classico' uvezen je iz Acque Albule u blizini Rima. Travertin je po postanku sličan litotamnijskom vapnencu, ali je pokazao iznimnu otpornost i izdržljivost na djelovanje atmosfere i mraza tijekom vremena. Najviše se koristio za oblaganje vanjskih i unutarnjih površina zidova. (Dunda i dr., 2005)

Prema brojčanim podatcima Hrvatskog prirodoslovnog muzeja (HPM, 2020) nije naodmet spomenuti kako je za podizanje Zagrebačke katedrale dovezeno je i ugrađeno 1090,42 m^3 litotamnijskog vapnenca iz Vrapča i 126,08 m^3 iz kamenoloma Bizek te 83,74 m^3 vinicita iz Vinice, a također i 61,93 m^3 litavca iz Bregova kraj Samobora.

Pored zagrebačke katedrale, neke od najistaknutijih građevina u koje je ugrađen litotamnijski vapnenac su crkva sv. Marka, Medvedgrad, arkade na Mirogoju i dr. Zbog proglašenja Medvednice parkom prirode eksploatacija kamena više nije moguća. Bila je planirana ponovna eksploatacija manjih količina kamena radi obnove katedrale, ali se ona nije ostvarila. (Dunda, 2005)

Dakle, posve je logično kako zbog oštećenja litotamnijskog vapnenca i dalje postoji i postojat će potreba za njegovom ponovnom eksploatacijom ili zamjenom s nekim drugim sličnim kamenom kako bi se mogle obnoviti građevine na kojima se on nalazi.

4. ZAKLJUČAK

Za potrebe izrade ovog završnog rada bilo je potrebno istražiti literaturu koja se bavi izgradnjom i mnogobrojnim obnovama zagrebačke katedrale. Najviše općenitih informacija o toj tematici pronađeno je u časopisu odbora Zagrebačke nadbiskupije za obnovu katedrale koji se zvao „Naša katedrala“ te je pregledano njegovih 15 brojeva. Iako o samoj izgradnji i obnovama katedrale postoji veliki broj informacija, o metodama eksploatacije i transporta kamenog materijala kao glavnog građevnog materijala ima ih vrlo malo.

Postoje dokazi kako se eksploatacija kamena na području današnjeg Zagreba pojavljuje još od doba Rimljana, koji su pomoću kamenoloma u Vrapču, Bizeku, Črnoj vodi i Čučerju izgradili svoja naselja. Kasnije se za potrebe izgradnje prvostolnice u srednjem vijeku i novom dobu također nastavio koristiti autohtoni zagrebački kamen s obronaka Medvednice. Neki od najistaknutijih kamenoloma na području grada Zagreba i njegove okolice su kamenolom u Bizeku, Vrapču, Podsusedskom Dolju i Bregovima kraj Samobora gdje je vađen litotamnijski vapnenac. Osim litotamnijskog vapnenca na katedrali se također u znatno manjim količinama nalazi i vapnenački pješčenjak – vinicit koji je dobiven iz kamenoloma u mjestu Vinica blizu Varaždina.

Litotamnijski vapnenac i vinicit pripadaju skupini mekog arhitektonsko-građevnog kamena i u prošlosti su se često upotrebljavali u gradnji i kiparstvu zbog svojih svojstava – odlikuje ih mala tvrdoća i lako se obrađuju. Raširena upotreba litotamnijskog vapnenca za potrebe izgradnje katedrale i drugih povijesnih objekata i spomenika u Zagrebu velika je zbog same blizine kamenoloma te su gotovo sve stare građevine upravo izgrađene od njega.

S obzirom na to da su kameni blokovi na katedrali manjih dimenzija te je masa najvećeg bloka oko 2750 kg, pretpostavlja se da su se oni odvajali pomoću pomicanja poluge u površinskim kopovima, a do katedrale su transportirani konjskom zapregom. Najudaljeniji kamenolom u Vinici bio je udaljen od katedrale 85 km, zatim u Bregovima oko 42 km, Podsusedskom Dolju 12 km, Bizeku 11 km i Vrapču 8 km. Vrlo vjerojatno je transport konjskom zapregom iz bližih kamenoloma trajao nekoliko sati, dok kod udaljenijih i po nekoliko dana ovisno o broju konja koje su činile zapregu i samom teretu.

Za izgled katedrale kakvu je poznajemo danas zaslužan je arhitekt Herman Bollé koji je njenu nadogradnju započeo nakon potresa 1880. godine i dovršio je 1902 godine. Zbog slabe otpornosti litotamnijskog vapnenca na onečišćenu atmosferu došlo je do njegove zamjene u nekoliko manjih obnova prije i nakon drugog svjetskog rata, a veća obnova započeta je od 1990. kada je litotamnijski vapnenac zamijenjen rimskim travertinom za kojeg je

procijenjeno da bi se pokazao kao mnogo otporniji na negativne utjecaje. Obnova katedrale zapravo nije nikad ni dovršena, nego je obustavljena nakon potresa u Zagrebu 2020. godine.

5. **LITERATURA**

ADAM, J.P. 1994. *Roman Building: Materials and Techniques*, Mathews, A. ed., London B.T. Batsford Ltd.

AMZ, 2018. *Virtualni muzej, Zagreb dok ga još ni bilo prije 1094. godine.* Arheološki muzej u Zagrebu. URL: https://www.amz.hr/media/2qhiellc/katalog-zagreb-dok-ga-jos-ni-bilo-prije-1094.pdf. (25. 5. 2022.)

BEDENKO, A. 2014. *Povijest izgradnje zagrebačke katedrale Uznesenja Blažene Djevice Marije s posebnim osvrtom na gradnju lađa u 14. i 15. stoljeću*. Diplomski rad. Filozofski fakultet u Zagrebu.

CRNKOVIĆ, B. 1998. *Kamen zagrebačke prvostolnice.* Naša Katedrala, 23(1), 7-8.

DIGITALNA.NSK.HR. 2019. Digitalne zbirke Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu. URL: https://digitalna.nsk.hr/pb/ (16.5.2022.)

DUNDA, S. 1997. *Povijest prijevoza kamenih blokova.* Klesarstvo i graditeljstvo, 8 (1-2), 67-78.

DUNDA, S. 2005. *Mekani arhitektonsko-građevni kamen.* Graditelj, 12 (5), 44-50.

DUNDA, S., Cotman, I., Hudec, M. Crnković, B. 1997. *Povijest dobivanja prirodnog kamena.* Klesarstvo i graditeljstvo, 8 (1-2), 79-92.

DUNDA, S., KUJUNDŽIĆ T. 2003. *Digitalni udžbenik: Eksploatacija arhitektonsko-građevnog kamena.* URL: http://rgn.hr/~tkorman/nids_tkorman/ (24. 5. 2022.)

DUNDA, S., KUJUNDŽIĆ, T. FISTRIĆ, M. 2005. *Travertine on the Zagreb* Cathedral. U: Ozkul, M., Yagiz, S., Jones, B. (ur.) Proceedings of 1st International Symposium on Travertine. Denizli, Kozan Ofset Matbaacilik San. ve Tic. Ltd. Sti. Ankara, str. 328-333.

FORETIĆ, D. 2019. *Trideset godina obnove zagrebačke katedrale.* Klesarstvo i graditeljstvo, XXIX, 1-2, 35–53.

GOSS, V., P., JUKIĆ, V. 2015. *Kapitel iz zagrebačke katedrale oko 1200.- jedinstveni svjedok kulturnih promjena.* 35, 23-35

HAUG, W. K. 2006. *Giganten der Vorgeschichte Steinpyramiden und 'Cairns' in Süddeutschland, bisher als Steinbrüche abgetan, sind Zeugen einer deutschen Megalithkultur.* URL: http://www.ilya.it/chrono/pages/gigantendt.htm. (1. 6. 2022.)

HKV. 2011. *Stanovnike Vlaške muči kreketanje žaba*. URL: https://www.hkv.hr/reportae/lj-krinjar/9049-stanovnike-vlake-ulice-mui-kreketanje-aba.html. (16. 5. 2022.)

HKV. 2020. *Đavlova glava u zagrebačkoj katedrali (3/5).* URL: https://www.hkv.hr/reportae/lj-krinjar/3425-avlova-glava-u-zagrebakoj-katedrali-35.html (25. 5. 2022.)

HOLZER S. M. 2019. *Vom Steinbruch zum Werksteinquader.* ETH, Zürich. URL: https://docplayer.org/112866692-Vom-steinbruch-zum-werksteinquader-1-stefan-m-holzer-eth-zuerich.html (26. 5. 2022.)

HORVAT, Z. 2001. *O dizanju kamenih blokova na gradilištima srednjeg vijeka*. Naša Katedrala, 32(1), 15-20

HPM, 2020. *Znate li od čega je sagrađena Zagrebačka katedrala?* Hrvatski prirodoslovni muzej. URL: https://www.facebook.com/hrvatskiprirodoslovnimuzej/ (3. 6 .2022.)

HRVATSKA ENCIKLOPEDIJA, 2021. *Mrežno izdanje*. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, URL: http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=8551. (25. 5. 2022.)

KLARIĆ, J. 2002. *Požari u Zagrebu i katedrali*. Naša Katedrala, 45(7), 21-22

MARKOVIĆ, S. 2002. *Hrvatske mineralne sirovine*. Institut za geološka istraživanja, 210 – 214.

MOHOROVIČIĆ, A. 1998. *Zagrebačka katedrala.* Naša Katedrala, 32(1), 6-7

PLUKAVEC, S.L. 2006. *Glavni oltar zagrebačke katedrale*. Naša Katedrala, 51(10), 43

PP MEDVEDNICA, 2014. Plan upravljanja parka prirode Medvednica URL: https://www.pp-medvednica.hr/wp-content/uploads/2019/05/15_pp-medvednica-plan-upravljanja.pdf (24. 5. 2022.)

PRVONOŽEC, M. 2020. *Povijest izgradnje katedrale Sv. Stjepana i Ladislava u Zagrebu*. Završni rad. Filozofski fakultet u Rijeci

RUKAVINA, Z. 1998. *O obnavljanju katedrale od 1990. do 1997*. Naša Katedrala, 32(1), 23-27

RUKAVINA, Z. 1998. *Timpanon zagrebačke katedrale*. Naša Katedrala, 32(1), 20-23

RUKAVINA, Z. 1999. *O obnavljanju katedrale u 1998*. Naša Katedrala, 42(2), 8-11

RUKAVINA, Z. 2001. *Obnova zagrebačke katedrale od 1990. do 2000. godine*. Naša Katedrala, 33(5), 3-6

RUKAVINA, Z. 2002. *O obnavljanju katedrale u 2000. i 2001. godini*. Naša Katedrala, 40(6), 19-23

RUKAVINA, Z. 2002. *O obnavljanju katedrale u 2002. godini*. Naša Katedrala, 48(7), 25-33

RUKAVINA, Z. 2004. *Radovi na katedrali u 2004. godini*. Naša Katedrala, 52(8), 15-21

RUKAVINA, Z. 2006. *Obnavljanje katedrale u 2005. godini.* Naša Katedrala, 56(10), 7-16

RUKAVINA, Z. 2007. *Obnavljanje katedrale u 2006. godini*. Naša Katedrala, 71(11), 24-35

RUKAVINA, Z. 2011. *Obnavljanje katedrale u 2011. godini*. Naša Katedrala, 94(15), 87-93

STUDENSTKI.hr. 2020. *RGNF sudjelovao u projektu skidanja sjevernoga tornja zagrebačke katedrale.* URL: https://studentski.hr/vijesti/hrvatska/rgnf-sudjelovao-u-projektu-skidanja-sjevernoga-tornja-zagrebacke-katedrale (25. 5. 2022.)

VUJIĆ, Ž. 1993. *'Hermann Bollé: ravnatelj neotvorena muzeja'*, Radovi Instituta za povijest umjetnosti, 2(17), str. 157-161.