



CELOVIT POSNETEK CERKVE SV. AHACA V MALEM LOČNIKU PRI TURJAKU

*RAZISKOVALNA NALOGA
GRADBENIŠTVO*



JON DREŠAR
KRISTJAN BRUNČEK
4. LETNIK

Mentorica: **MATEJA KUMER mag. inž. arh.**

Somentor: **JANKO BRUNČEK**



Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije
Restavratorski center



FF

UNIVERZA V LJUBLJANI
Filozofska fakulteta

Ljubljana, februar 2025

POVZETEK

Raziskovalna naloga se osredotoča na celovit arhitekturni posnetek cerkve sv. Ahaca pri Malem Ločniku, ki vključuje geodetske in arhitekturne izmere ter zajem točk s 3D laserskim skenerjem. Cilj raziskave je analizirati natančnost različnih metod meritev in preveriti morebitna odstopanja med ročno izmero, geodetskimi meritvami in 3D skeniranjem. Poleg terenskega dela so bile izdelane tudi kamnoseške replike izbranih arhitekturnih elementov, kar prispeva k ohranjanju kulturne dediščine in razvoju praktičnih veščin s področja restavratorskega kamnoseštva.

Raziskava je potekala v sodelovanju s strokovnimi institucijami: Zavod za varstvo kulturne dediščine Slovenije, Restavratorski center, Filozofska fakulteta (Oddelek za umetnostno zgodovino) in Občina Velike Lašče.

Projekt ima poseben pomen za lokalno skupnost, saj spodbuja ozaveščanje o pomembnosti stavbne dediščine in njenega ohranjanja. Pridobljeni podatki in izdelki raziskave bodo služili kot dragocena osnova za nadaljnje konservatorsko-restavratorske posege ter kot referenca za prihodnje projekte na področju digitalizacije arhitekturne dediščine.

Ključne besede: arhitekturna izmera, geodetska izmera, 3D lasersko skeniranje, stavbna dediščina, kamnoseštvo, restavratorstvo.

ABSTRACT

The research project focuses on a comprehensive architectural survey of the Church of St. Ahac near Mali Ločnik, which includes geodetic and architectural measurements as well as 3D laser scanning. The aim of the study is to analyze the accuracy of different measurement methods and examine potential discrepancies between manual surveying, geodetic measurements, and 3D scanning. In addition to fieldwork, stone replicas of selected architectural elements were created, contributing to the preservation of cultural heritage and the development of practical skills in restoration stonemasonry.

The research was conducted in collaboration with professional institutions, including the Institute for the Protection of Cultural Heritage of Slovenia, the Restoration Center, the Faculty of Arts (Department of Art History), and the Municipality of Velike Lašče.

This project holds special significance for the local community, as it promotes awareness of the importance of architectural heritage and its preservation. The collected data and research outputs will serve as a valuable foundation for future conservation and restoration efforts and as a reference for upcoming projects in architectural heritage digitization.

Keywords: architectural survey, geodetic survey, 3D laser scanning, architectural heritage, stonemasonry, restoration.

VSEBINA

UVOD	6
Opredelitev, namen in opis teme raziskovalne naloge	6
Cilji raziskovalne naloge	6
Hipoteze	7
Metodologija dela.....	7
TEORETIČNA IZHODIŠČA	9
Cerkev sv. Ahaca.....	9
RAZISKOVALNO DELO	12
Seznanitev s projektom in njegovimi cilji	12
Terensko delo – arhitekturne izmere	12
Terensko delo – geodetske izmere	14
Terensko delo – 3D lasersko skeniranje.....	14
Analiza in obdelava podatkov ter primerjava metod meritev.....	15
Izdelava kamnoseških replik grbovne kompozicije	16
UGOTOVITVE IN ZAKLJUČEK	19
Primerjava metod meritev	19
Ugotovitve in potrditev hipotez.....	20
Zaključek.....	20
VIRI IN LITERATURA	22

KAZALO SLIK

Slika 1: Sv. Ahac. Pogled iz zraka. Avtor: Janez Mihovec. Dostopno na: https://www.slovenskenovice.si/ona/stil/po-zmagi-nad-turki-so-mu-posvetili-cerkev-foto/	9
Slika 2: Notranjost cerkve. Vidna je njena skromna oprema ter nedokončana restavratorska dela.	10
Slika 3: Levo: Gotsko in baročno okno na severovzhodni strani. Sredina: zazidan gotski vhodni portal v prezbitteriju.	11
Slika 4: Primera izrisa skic dveh fasad. Več skic je v prilogi.	13
Slika 5: Dijak pri merjenju merilnih točk s klasičnim geodetskim instrumentom – teodolitom.	14
Slika 6: Primer pogleda, ki je bil ustvarjen s tehniko 3D laserskega skeniranja.	15
Slika 7: Grbovna kompozicija z napisom in letnico pod oknom v vzhodni ladijski steni.	16
Slika 8: Skice in prenos mer grbovne kompozicije na obdelovanec.	17
Slika 9: Uporabljeno kamnoseško orodje (od leve proti desni): svinčnik, mali dleti, rašpli, žlebasto dleto in bat.	18
Slika 10: Uporabljeno kamnoseško orodje (od leve proti desni): mali dleti, navadno ravno dleto in zobato dleto, ki se namestijo v pnevmatsko pištolo.	18

PRILOGE

TERENSKÉ SKICE

Skica 1: Fasada zvonika

Skica 2: Fasada zvonika

Skica 3: Tloris cerkve

Skica 4: Fasada cerkve – jug

Skica 5: Fasada cerkve – zahod

Skica 6: Fasada cerkve – sever

Skica 7: Prerez zvonika

Skica 8: Prezbiterij

Skica 9: Tloris zvonika

Skica 10: Grb – tur

Skica 11: Grb – zvezda

NAČRTI

Načrt 1: Tloris cerkve in zvonika – izmera po modelu 3D

Načrt 2: Tloris cerkve in zvonika – geodetska izmera

Načrt 3: Tloris cerkve in zvonika – ročna izmera

ANALIZA

Prikaz 1: Primerjava med tlorisoma izmere po modelu 3D in geodetskem posnetku

Prikaz 2: Primerjava med tlorisoma izmere po modelu 3D in ročno izmero

Prikaz 3: Primerjava med tlorisoma geodetske izmere in ročno izmero

UVOD

Opredelitev, namen in opis teme raziskovalne naloge

Srednja gradbena, geodetska, okoljevarstvena šola in strokovna gimnazija Ljubljana izvaja več poklicnih programov, ki dijakom omogočajo pridobivanje specifičnih znanj s področij gradbeništva, geodezije in kamnoseštva.

Raziskovalna naloga je povezovala teorijo s prakso. Pri tem pa smo sodelovali z različnimi strokovnjaki in institucijami, ki so prispevali k našemu še bolj poglobljenemu razumevanju izbranih tematik.

Raziskovalna naloga "Celovit arhitekturni posnetek cerkve sv. Ahaca pri Malem Ločniku" je interdisciplinarna in združuje področja gradbeništva, geodezije, ročne obdelave kamna ter umetnostne zgodovine. V sklopu naloge smo izvedli geodetske in arhitekturne izmere ter se spoznali s tehniko zajema točk s 3D laserskim skenerjem. Na podlagi teh podatkov smo izdelali natančen posnetek obstoječih stanj in izdelali tri grbovne kamnoseške replike, s čimer smo teorijo povezali s konkretnim praktičnim delom.

Ključno vlogo pri raziskavi je imelo sodelovanje s priznanimi institucijami: Restavratorskim centrom zavoda za varstvo kulturne dediščine, Zavodom za varstvo kulturne dediščine Slovenije (OE Ljubljana), Filozofsko fakulteto (Oddelek za umetnostno zgodovino) ter Občino Velike Lašče. Njihovi strokovnjaki so nam posredovali dragocene informacije in vpogleda, ki so pomembno prispevali k celovitemu razumevanju in uspešni izvedbi raziskovalnega dela.

Cilji raziskovalne naloge

Naloga bo obravnavala naslednje cilje:

1. Izvesti natančno arhitekturno in geodetsko izmero cerkve sv. Ahaca ter dokumentirati izbrane kamnoseške detajle.
2. S pomočjo izdelanih načrtov ugotoviti razvoj objekta skozi zgodovinska obdobja.
3. Izdelati kamnoseške replike izbranih arhitekturnih elementov ter pridobiti praktične izkušnje s področja restavratorskega kamnoseštva.
4. Preveriti morebitna odstopanja med različnimi metodami meritev (ročne izmere, geodetske meritve, 3D laserski zajem objekta).
5. Prispevati k ohranjanju kulturne dediščine v sodelovanju z lokalno skupnostjo in strokovnimi institucijami.

Hipoteze

V raziskavi želimo ugotoviti, v kolikšni meri se rezultati različnih metod meritev razlikujejo ter katera izmed metod je najbolj primerna. Na podlagi analize pričakujemo, da bodo posamezne metode pokazale določena odstopanja, ki bodo vplivala na končno interpretacijo podatkov in njihovo uporabnost pri nadaljnjih konservatorsko-restavratorskih delih.

Oblikovali smo naslednje hipoteze:

- Med ročno izmero, geodetskimi meritvami in 3D laserskim skeniranjem bodo zaznane določene razlike, ki bodo posledica natančnosti posameznih metod.
- 3D lasersko skeniranje bo zagotovilo najvišjo stopnjo natančnosti in celovitosti zajema podatkov.
- Ročna izmera bo imela večja odstopanja zaradi omejitev človeškega faktorja in merskih orodij.
- Geodetske meritve bodo natančnejše od ročnih, vendar bodo v določenih primerih pokazale manjše razlike v primerjavi s 3D skeniranjem.
- Pridobljeni podatki bodo omogočili izdelavo kakovostnih kamnoseških replik in služili kot uporabna podlaga za nadaljnje konservatorsko-restavratorske posege.

Metodologija dela

Raziskovalna naloga temelji na kombinaciji terenskega dela, dela za računalnikom in praktičnega dela v kamnoseški delavnici. Raziskovalni proces je bil izveden v več fazah:

1. Študij literature in priprava na raziskavo

Pred začetkom terenskega dela smo analizirali obstoječo literaturo o cerkvi sv. Ahaca, arhitekturnih in geodetskih metodah merjenja ter o restavratorskem kamnoseštvu. Na podlagi pridobljenih informacij smo pripravili načrt raziskave in določili metode, ki jih bomo uporabili pri izmeri in obdelavi podatkov. Pri tem smo si natančno ogledali tudi dostopnost do objekta. Ker do cerkve vodi le gozdna pešpot, smo morali prilagoditi vso opremo, ki smo jo potrebovali za meritve. Ker je terensko delo potekalo v decembru, smo se s primerno opremo pripravili tudi na hladne dni.

2. Terensko delo

- **Priprava skic in podlog za meritve:** Dobra skica je ključnega pomena pri vsakem terenskem delu, zlasti pri izmeri arhitekturnih objektov. Je osnovna podlaga, ki omogoča natančno in učinkovito beleženje ter prenos meritev na terenu v natančne podatke.
- **Geodetska izmera:** Dijaki geodetskega programa so izvedli natančno izmero cerkve s klasičnimi geodetskimi instrumenti in izdelali digitalni geodetski posnetek objekta.
- **Arhitekturna izmera:** Izvedena je bila ročna izmera celotnega objekta in arhitekturnih elementov, kot so portali, okenski okviri in drugi kamniti detajli, pri čemer smo uporabili klasična merilna orodja in laserski merilnik. Žal dostop do ostrešja ni bil mogoč oziroma bi bil dostop do njega zaradi dotrajanosti prenevaren, zato meritve ostrešja nismo izvedli.
- **3D lasersko skeniranje:** Restavratorski center ZVKDS je izvedel 3D lasersko skeniranje celotnega objekta in zajem točk za nadaljnjo obdelavo.
- **Dokumentacija:** Vse izmere in podatke smo sproti zapisovali ter fotodokumentirali ključne arhitekturne elemente. Risbe smo kasneje digitalizirali in originale skrbno shranili.

3. Analiza podatkov in primerjava metod meritev

Pridobljene podatke iz ročne izmere, geodetskih meritev in 3D skeniranja smo primerjali, da bi ugotovili morebitna odstopanja med različnimi metodami.

4. Delo v kamnoseški delavnici

Na podlagi skic, fotografij in izmer smo v kamnoseški delavnici izdelali replike izbranih kamnoseških detajlov. Pri tem smo uporabili tradicionalne kamnoseške tehnike, kar je omogočilo razvoj praktičnih veščin in boljše razumevanje restavratorskih postopkov. Pridobili smo tudi star kamen – peščenjak, da smo se čimbolj približali originalu.

5. Interpretacija rezultatov in zaključki

Na podlagi analize podatkov smo oblikovali ugotovitve o prednostih in slabostih posameznih metod meritev ter ocenili njihovo uporabnost pri konservatorsko-restavratorskih posegih.

TEORETIČNA IZHODIŠČA

Cerkev sv. Ahaca

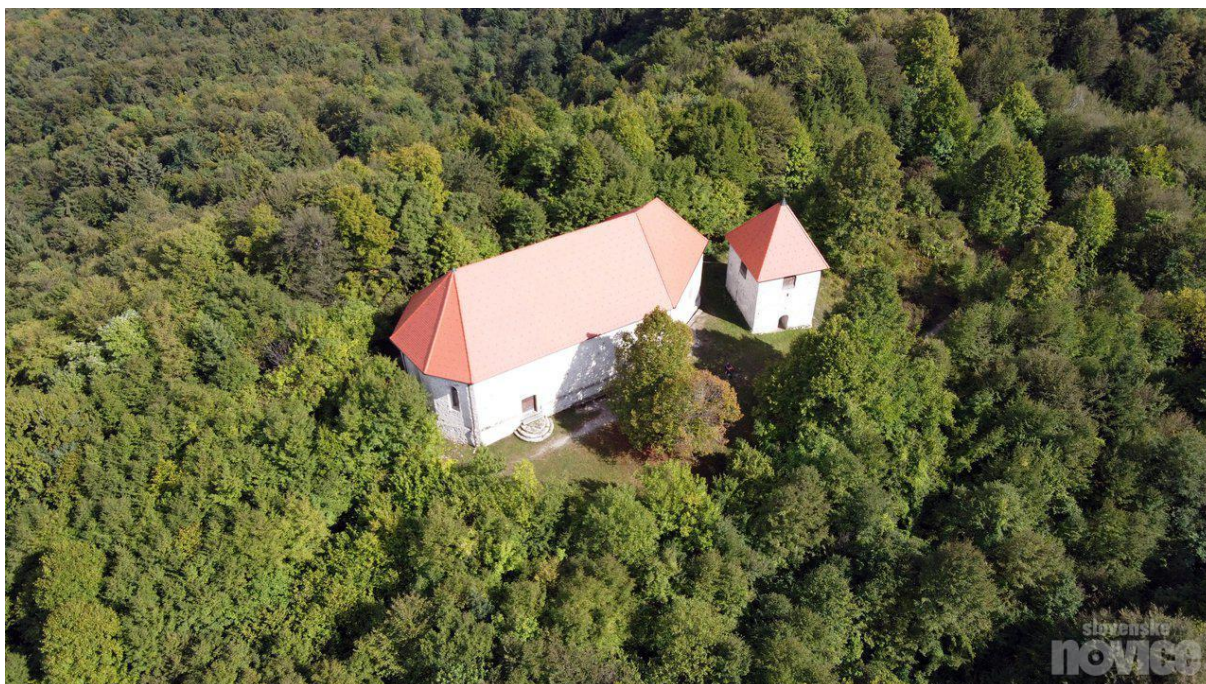
Cerkev sv. Ahaca se nahaja na vzpetini oziroma vrhu, imenovanem Gora, nad vasema Mali in Veliki Ločnik pri Turjaku. Nahaja se na 748 m nadmorske višine. Dostop do cerkve ni urejen. Do nje vodi le pešpot skozi gozd. Mali Ločnik – Sveti Ahac je omenjen tudi kot izletniška točka oziroma planinska pot.

O sami stavbi in njenem razvoju je zapisanega zelo malo. Edini in zelo pomemben tiskan vir smo našli v knjigi z naslovom »Grad Turjak«, kjer je cerkev omenjena v zvezi z gradom in kot del pomembnega teritorialnega območja turjaških plemičev.

Cerkev je pomemben primer gotske arhitekture na Slovenskem, povezan z zgodovino plemiške družine Auersperg s Turjaka. Natančen datum izgradnje ni znan, vendar je znano, da je bila cerkev prvotno posvečena Mariji. Po zmagi nad Turki v bitki pri Sisku 22. junija 1593, ki jo je vodil Andrej Turjaški, je bila cerkev prezidana in posvečena sv. Ahacu v zahvalo za zmago.

Arhitekturno je cerkev zasnovana kot gotska dvoladijska stavba, prizidana starejši strukturi na vrhu vzpetine. Posebnost predstavlja ločeno stoječi utrjeni zvonik s strmo streho in debelimi zidovi, ki daje cerkvi videz manjše srednjeveške utrdbe.

V notranjosti so ohranjene figuralne konzole, napisi z grbi ter pomembne poslikave.



Slika 1: Sv. Ahac. Pogled iz zraka. Avtor: Janez Mihovec. Dostopno na: <https://www.slovenskenovice.si/ona/stil/po-zmagi-nad-turki-so-mu-posvetili-cerkev-foto/>

Peskar navaja, da je bil prvi zapis cerkve omenjen že v zapisu Janeza Vajkarda Valvasorja. Nadalje ugotavlja, da je bila sprva cerkev posvečena sv. Janezu Krstniku in da je bila okoli sredine 11. stoletja v funkciji krstne kapele, nato okoli sredine 15. stoletja posvečena Marijinemu Vnebovzetju, pred sredino 18. stoletja pa preimenovana v cerkev sv. Ahaca¹. Prvi izrisan tloris oziroma posnetek objekta s stavbnimi fazami je bil objavljen leta 2010. Cerkev je bila pred leti večkrat »žrtev« ponesrečenih restavratorskih del. Veliko prvotne oltarne opreme in drugih elementov je bilo prenesenih v druge objekte. Posledica tega je današnja skromna oprema in slaba ter nedokončana dela. V notranjosti so ohranjene figuralne konzole, napisi z grbi ter pomembne poslikave.



Slika 2: Notranjost cerkve. Vidna je njena skromna oprema ter nedokončana restavratorska dela.

Cerkev ima prostostoječ zvonik, ki je imel sprva obrambno funkcijo (Slika 3 - desno).

V tlorisu jo sestavljajo:

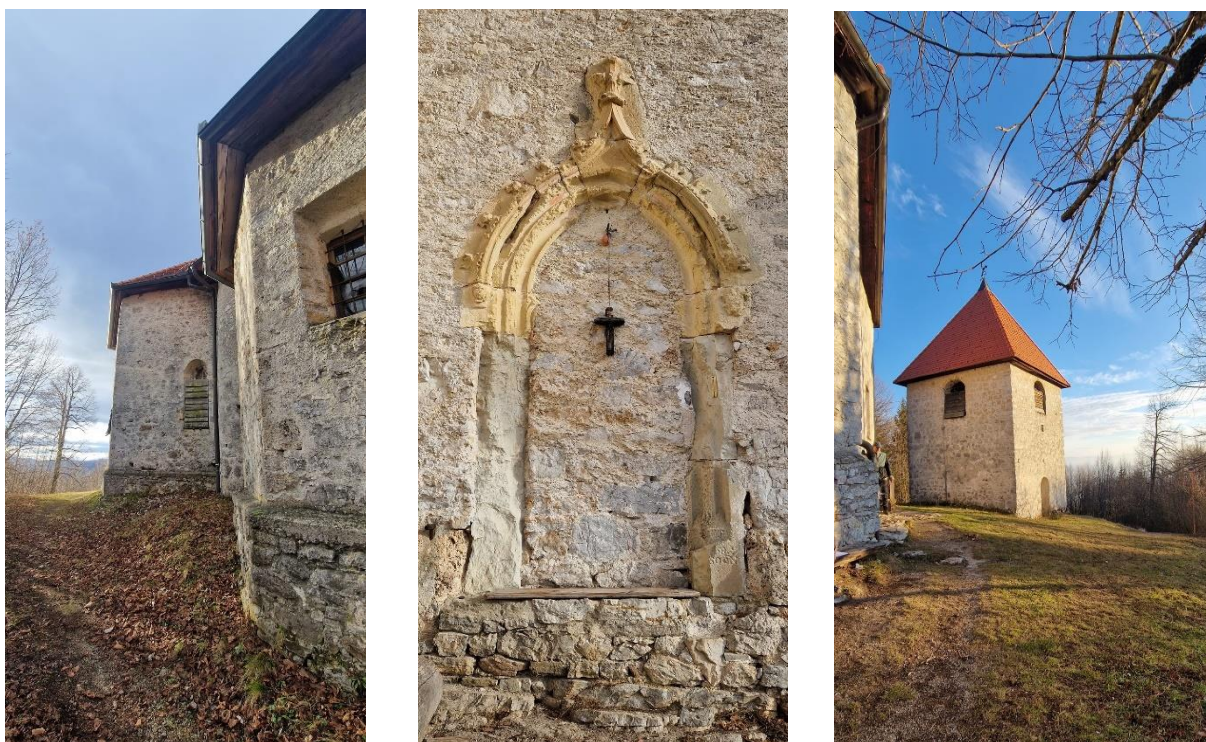
- poligonalni prezbiterij (jug),
- vzdolžno usmerjena ladja s tristranim sklepom (sever),
- stranska kapela (vzhod).

Zunanost je preprosta in členjena s tremi vitkimi gotskimi okni v ladijskem zaključku in tremi gotskimi okni v prezbiteriju (danes zakrita z deskami). Na oknih so lepo vidna trilistna krogovičja, eno srčasto krogovičje in ribji mehur.¹

¹ Peskar, R., Grad Turjak. Castellologica Slovenica 2. Založba ZRC. Ljubljana 2020. str.357

Baročna okna so kasnejše izvedbe (slika 3 - levo).

Prvoten vhod oziroma portal v prezbiteriju je danes zazidan. (slika 3 - sredina)



Slika 3: Levo: Gotsko in baročno okno na severovzhodni strani. Sredina: Zazidan gotski vhodni portal v prezbiteriju.

Desno: Samostojni zvonik.

Današnji portal v zahodni steni ladje s tremi stopnicami je preprost. Nad vhodom je zidana kamnita preklada iz lehnjaka. Podboj pa je klesan, delno iz peščenjaka, delno iz apnenca. Ob vstopu v ladijski prostor nam pogled uide na razvejane obočne sheme in tri osmerokotne slope na visokih kvadratnih bazah. Slopi razdelijo prostor na glavno ladjo in na dve stranski ladji. Obočni sistem je sestavljen iz reber večinoma klinastega profila, ki se zaključijo v steno ali pa se opirajo na geometrične konzole. V ladijskem zaključku se pojavijo figuralne konzole v obliki portretnih glav: angel s knjigo, angela s ščitom in prerok.²

Še vedno pa ni dovolj raziskano najstarejše obdobje zgodovine cerkve. Najverjetneje je najstarejši del v stranski kapeli, ki ima vzdana zelo ozka šilasta okna in je glede na stran neba tudi pravilno orientiran.³ Prav v tem delu bo naša raziskovalna naloga ključna. Pri tem bomo skušali ugotoviti, glede na debelino zidov in njihovo smer ter kompozicijo vseh obstoječih struktur, postopne stavbne faze.

² Peskar, R., Grad Turjak. Castellologica Slovenica 2. Založba ZRC. Ljubljana 2020. str.360

³ Ustni vir: Razlaga doc. dr. Gašper Cerovnik, predavatelj na Filozofski fakulteti, ob obisku na lokaciji.

Danes je objekt zaprt in le redkokdaj dostopen za ogled notranjosti.

V času naše delavnice in terenskega dela pa smo ugotovili, da ga domačini pogosto obiskujejo kot del njihove rekreacije. Naj povemo še to, da so bili navdušeni nad našim delom in veseli, da smo se podali v vsebine, ki lahko prinesejo nove zgodbe in odkritja tudi lokalni skupnosti.

RAZISKOVALNO DELO

Seznanitev s projektom in njegovimi cilji

Prva faza raziskovalne naloge je bila namenjena seznanitvi s projektom ter pripravi na terensko delo. Mentorica nas je seznanila s cilji in pomenom projekta, pri čemer je poudarila, kako pomembno je pravilno dokumentiranje in interpretacija kulturne dediščine za njeno ohranjanje. Predstavila nam je zgodovinski kontekst objekta, njegovo arhitekturno vrednost ter pomen posameznih kamnoseških detajlov, kot so portali, okenski okvirji, itd.

Izpostavila je pomembnost grbovne kompozicije, ki se nahaja na zunanji strani vzhodne stene in v notranjosti cerkvene ladje.

Spoznali smo tudi potek in pomembnost arhitekturnih posnetkov obstoječih stanj.

Ker je delo sprva potekalo na terenu, smo se že pred tem dobro pripravili:

- razdelili smo si naloge,
- pripravili merilne instrumente,
- se podučili, kako pripraviti skico na terenu in dokumentirati meritve in ostale podatke.

Terensko delo – arhitekturne izmere

Pred terenskim delom smo vzpostavili dialog z lokalno skupnostjo in domačini ter napovedali izvajanje naše delavnice. Aktivno vključevanje lokalne skupnosti je izrednega pomena. Lokalni prebivalci pogosto nosijo osebne zgodbe, ki dediščini dodajo novo vrednost. To, da prebivalci sprejmejo projekt in izvajanje delavnice, ne le bogati interpretacijo, ampak tudi krepi občutek pripadnosti in vrednost skupnostne identitete.

Ker se cerkev nahaja na 748 m nadmorske višine in do cerkve vodi le pešpot skozi gozd, smo se morali odpraviti na delo v primerni opremi. Delavnica je v prvi fazi potekala na prostem, zato smo morali upoštevati čas izvedbe terenskega dela (dnevna svetloba) in vremenske razmere. V prvi vrsti pa smo bili ves čas pozorni na našo lastno varnost.

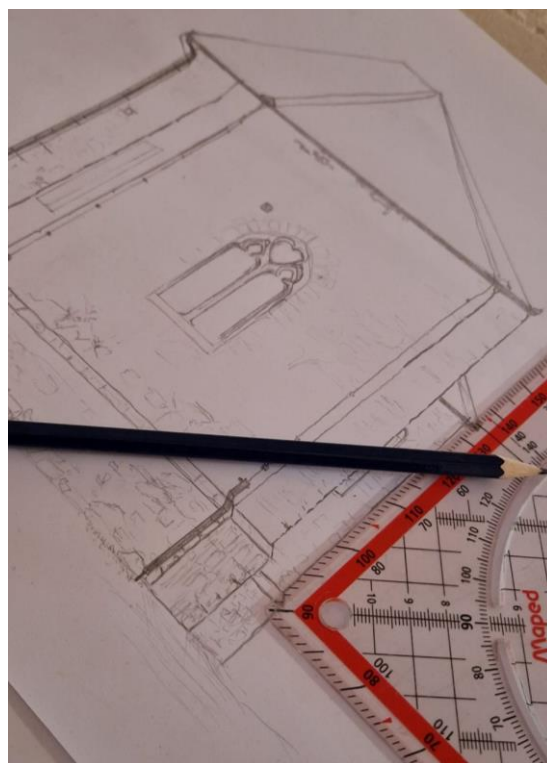
Najprej je sledil ogled objekta. Pregledali smo vse pomembne elemente in že razmišljali, kako jih bomo upodobili v skici.

Dobra skica je ključnega pomena pri izmeri arhitekturnih objektov. Je osnovna podlaga, ki omogoča natančno in učinkovito beleženje ter prenos meritev na terenu. Na terenu je pogosto nemogoče zabeležiti vse podrobnosti v računalniške programe ali na digitalne naprave, zato skica deluje kot takojšen zapisnik meritev.

Pri tem je potrebno:

- jasno izrisati objekt in na skici predstaviti ključne elemente;
- izbrati pravo pisalo;
- izbrati pravi način merjenja oziroma vrstni red meritev;
- organizirati delo – meritve (ena ali dve osebi opravljata meritve, ena oseba zapisuje mere);
- simboli in oznake morajo biti enotne (v primeru, da skico uporablja nekdo drug).

Terensko delo smo opravili v dveh dneh. Na koncu je sledil še celosten pregled izmer in foto dokumentiranje.



Slika 4: Primera izrisa skic dveh fasad. Več skic je v prilogi.

Terensko delo – geodetske izmere

Geodetska izmera objekta se je začela s pripravo pridobljenih geodetskih podlog, vključno s skicami in Lidar posnetki. Sledila je postavitve merilnih točk okoli cerkve, kar je omogočilo natančno izvedbo geodetskih meritev. Na podlagi zbranih podatkov je bil izdelan osnovni načrt objekta. Končni korak je bil prenos podatkov za nadaljnjo obdelavo in analizo.



Slika 5: Dijak pri merjenju merilnih točk s klasičnim geodetskim instrumentom – teodolitom.

Terensko delo – 3D lasersko skeniranje

Restavratorski center ZVKDS je izvedel 3D lasersko skeniranje celotnega objekta in zajem točk za nadaljnjo obdelavo. Takšen postopek skeniranja objekta omogoča natančen zajem geometrije objekta, tudi v tistih predelih, kjer ročna meritev ni mogoča.

Postopek se začne s postavitvijo skenerja na različnih lokacijah okoli in znotraj objekta, da se zajamejo vse arhitekturne podrobnosti. Zbrani podatki se nato prenesejo v specializirano programsko opremo, kjer se oblak točk obdelava, očisti in poravnava. Na podlagi teh podatkov se izdelava natančen digitalni model objekta, ki omogoča nadaljnjo analizo, primerjavo z drugimi metodami merjenja ter izdelavo arhitekturnih načrtov.

Poleg tega se lahko uporablja za vizualizacije, rekonstrukcije ali kot referenca pri digitalizaciji kulturne dediščine. S skrbno obdelavo in filtriranjem podatkov se zagotovi visoka natančnost, kar omogoča zanesljivo primerjavo z ročnimi in geodetskimi meritvami.



Slika 6: Primer pogleda, ki je bil ustvarjen s tehniko 3D laserskega skeniranja.

Analiza in obdelava podatkov ter primerjava metod meritev

Po zaključenem terenskem delu se je projekt preselil v učilnice, kjer je potekala podrobna analiza zbranih podatkov in njihova obdelava.

V tej fazi smo vse zbrane podatke iz ročnih meritev, geodetskih izmer in 3D laserskega skeniranja prenesli v programsko opremo (AutoCAD) in pričeli z izrisovanjem načrtov in ostalim dokumentiranjem, ki smo jih po obdelavi primerjali med sabo.

Primerjava metod meritev je ključni del raziskave, saj omogoča oceno natančnosti in zanesljivosti različnih pristopov.

Cilj te faze je tudi pripraviti vse potrebne načrte, digitalne modele in projektno dokumentacijo, ki so ključni za končni arhitekturni posnetek obstoječega stanja in izdelavo replik kamnoseških elementov.

Koraki analize:

1. **Obdelava podatkov** – pridobljene meritve iz različnih metod se uredijo, filtrirajo in pripravijo za primerjavo. Pri laserskem skeniranju to vključuje čiščenje oblaka točk, poravnavo koordinatnega sistema in izrisa tlorisov.
2. **Primerjava dimenzij** – izmerjene dolžine, višine in kote arhitekturnih elementov se primerjajo med metodami, da ugotovimo morebitna odstopanja.

3. **Analiza slojev (layerjev)** – preverimo, kako se posamezni sloji (geodetske meritve, ročne izmere in 3D skeniranje) ujemajo in ali prihaja do neskladij.
4. **Ocenjevanje natančnosti** – ugotovimo, katera metoda je najbolj natančna in ali obstajajo sistematične napake pri ročnih ali geodetskih meritvah.

Na podlagi primerjave smo ocenili prednosti in slabosti posameznih metod ter optimalne pristope za nadaljnjo dokumentacijo stavbne dediščine.

Izdelava kamnoseških replik grbovne kompozicije

Grbovna kompozicija, ki se nahaja na severni steni stranske ladje, je povezana z zgodovino plemiške družine Auersperg. Na njej so upodobljeni: zvezda, turjaški tur in leva, ki lomita kruh. Grbi se najverjetneje ne nahajajo na prvotnem mestu, saj skoraj enako kombinacijo grbov najdemo tudi nad portalom turjaškega gradu.



Slika 7: Grbovna kompozicija z napisom in letnico pod oknom v vzhodni ladijski steni.

Na podlagi skic in pripravljenih načrtov smo v kamnoseški delavnici izdelali replike izbranih kamnitih detajlov grbovne kompozicije. Pri tem je ključnega pomena pravilna izbira materiala – uporaba kamna, ki je čim bolj podoben originalu, v tem primeru peščenjak.

Prvi korak pri izdelavi replik je bila pridobitev materiala – peščenjaka. Kamen smo naročili pri podjetju, ki se ukvarja s kamnoseštvom, in ga prepeljali v šolsko delavnico. Ker je bil kamen večjih dimenzij, smo ga razrezali na manjše kose, nato pa jih obdelali in pripravili na nadaljnje delo. Vsak kos smo razrezali na natančne mere, izmerjene na terenu, ter skrbno obrusili robove, da so bili popolnoma pravokotni.

Pred začetkom klesanja smo na površino kamna izrisali grb in njegov ščit. Pri turjaškem biku in dveh levih smo naleteli na težavo, saj zaradi dotrajane in neenakomerne površine grbov nismo mogli pridobiti natančnih mer. Zato smo slike grbov natisnili v naravni velikosti in jih s pomočjo kopirnega papirja prenesli na kamen.



Slika 8: Skice in prenos mer grbovne kompozicije na obdelovanec.

Sledil je postopek kamnoseških del:

- izdelava pasnega kota vzdolž vseh robov grbovnega ščita,
- oblikovanje grbovnega ščita,
- zasekavanje površine okoli izrisa simbolov v grbu,
- oblikovanje simbolov v grbu,
- odkles materiala pod ščitom, z izdelavo poglobljenega profila.

Uporabljena orodja za izdelavo:

1. Razrez kamna: žaga lisičji rep z zobmi iz karbidne trdline.
2. Izdelava pasnega kota in masivnejši odkles materiala: pnevmatska pištola z nastavki (zobato in navadno dleto različnih velikosti).
3. Oblikovanje simbolov: ročna jeklena dleta, leseno kladivo, manjše rašple za kamen in brusni papir.



Slika 9: Uporabljeno kamnoseško orodje (od leve proti desni): svinčnik, mali dleti, rašpli, žlebasto dleto in bat.



Slika 10: Uporabljeno kamnoseško orodje (od leve proti desni): mali dleti, navadno ravno dleto in zobato dleto, ki se namestijo v pnevmatsko pištolo.

S tem smo ustvarili verodostojne replike zgodovinskih grbov, ki ohranjajo kulturno dediščino in prikazujejo natančnost ter spretnost kamnoseške obrti. Ves postopek in elemente smo tudi skrbno dokumentirali.

UGOTOVITVE IN ZAKLJUČEK

Primerjava metod meritev

1. **Ročna izmera** temelji na uporabi klasičnih merskih orodij, kot so metrski trak, ročni laserski merilnik, merilna letev in kotomer. Kljub določenim omejitvam, kot so nedostopnost določenih delov objekta in natančnost merskih pripomočkov, ostaja uporabna metoda, zlasti pri zajemu specifičnih detajlov ali elementov, ki jih druge metode morda ne zaznajo tako natančno.

Ključne značilnosti ročne izmere:

- Omogoča hitro in prilagodljivo izvedbo, zlasti pri detajlih in manjših elementih.
- Manj primerna za zajem večjih površin ali kompleksnih geometrijskih oblik.
- V določenih primerih so možna manjša odstopanja, ki pa se dajo zmanjšati s skrbnim izvajanjem in preverjanjem meritev.

Rezultati so pokazali, da je ročna izmera uporabna predvsem kot dopolnilo drugim metodam, saj omogoča zajem informacij, ki jih avtomatizirane metode morda spregledajo.

2. **Geodetske meritve** smo izvedli z uporabo geodetskih orodij. Ta metoda omogoča visoko natančnost pri določanju koordinat in višin, predvsem v horizontalnem smislu. Geodetske meritve so pokazale dobro skladnost s 3D laserskim skeniranjem, pri tem pa smo opazili:

- Omejitve pri zajemu kompleksnih oblik in detajlov, saj geodetske meritve niso zasnovane za zajem celovitih površin.
- Zaradi terena v nekaterih delih ni bilo mogoče izmeriti vseh koordinat.
- Potreba po dodatni obdelavi podatkov za celovito arhitekturno predstavitev.

Geodetske meritve so se izkazale kot zanesljive pri določanju glavnih geometrijskih lastnosti objekta, vendar manj natančne pri zajemu detajlov in oblikovno kompleksnih delov.

3. **3D lasersko skeniranje** je omogočilo najvišjo stopnjo natančnosti in celovitosti zajema podatkov. Uporabili smo visokoločljivostni laserski skener, ki je s tehnologijo LiDAR zajel več milijonov točk in ustvaril natančen digitalni oblak točk.

Prednosti te metode:

- Izjemna natančnost (odstopanja le nekaj milimetrov).
- Celovit zajem objekta, vključno z detajli, reliefi in nepravilnostmi.
- Možnost digitalne rekonstrukcije in uporabe za nadaljnje analize ter restavratorske posege.

Pomanjkljivosti 3D laserskega skeniranja so povezane predvsem s potrebo po zahtevni obdelavi podatkov.

Ugotovitve in potrditev hipotez

Analiza rezultatov je pokazala:

- Potrjena je bila hipoteza, da med metodami obstajajo razlike zaradi njihove natančnosti.
- 3D lasersko skeniranje se je izkazalo za najbolj natančno in celovito metodo.
- Ročna izmera, čeprav manj natančna pri večjih površinah, ostaja uporabna za zajem specifičnih detajlov in dopolnitev drugih metod.
- Geodetske meritve so bile zelo natančne pri določanju osnovnih geometrijskih parametrov, vendar nekoliko manj pri zajemu oblikovno zapletenih elementov.
- Pridobljeni podatki so omogočili izdelavo kakovostnih kamnoseških replik.

Zaključek

Primerjava treh metod meritev je pokazala, da je 3D lasersko skeniranje najbolj zanesljiva metoda za dokumentacijo arhitekturne dediščine. Geodetske meritve so se izkazale kot zelo uporabne za določitev geometrijskih lastnosti objekta, medtem ko ročna izmera kljub določenim omejitvam ostaja dragoceno orodje za zajem specifičnih detajlov in dopolnjevanje podatkov drugih metod. Pridobljeni rezultati bodo služili kot osnova za nadaljnje raziskave in konservatorsko-restavratorske posege, hkrati pa prispevajo k digitalizaciji kulturne dediščine.

Kulturna in stavbna dediščina predstavljata temeljno komponento družbene identitete, ki omogoča globlje razumevanje zgodovinskih, kulturnih in medkulturnih povezav.

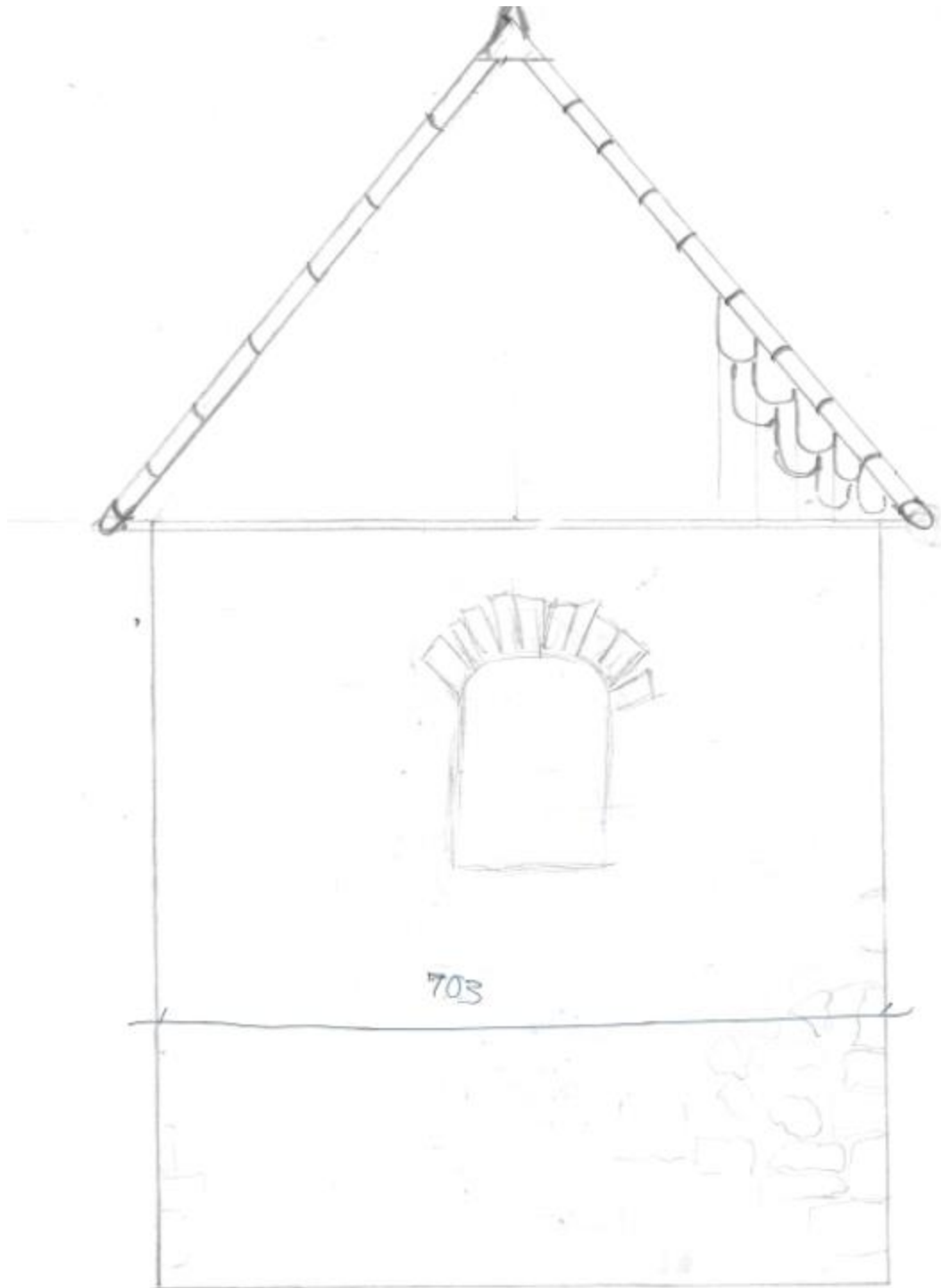
Raziskovalna naloga ne bo samo prispevala k ohranjanju pomembnega zgodovinskega objekta, temveč nam je omogočila neposreden vpogled v interdisciplinarno delo in nam dala dragocene praktične izkušnje, ki bodo pomembne za naše nadaljnje poklicno usposabljanje.

»Morda so bili časi, ko se je pri ohranjanju tu in tam rešilo kakšno staro zgradbo, a tisti časi so minili. Ohranjanje je namenjeno reševanju skupnosti in vrednot, ki jih le-te poosebljajo.«

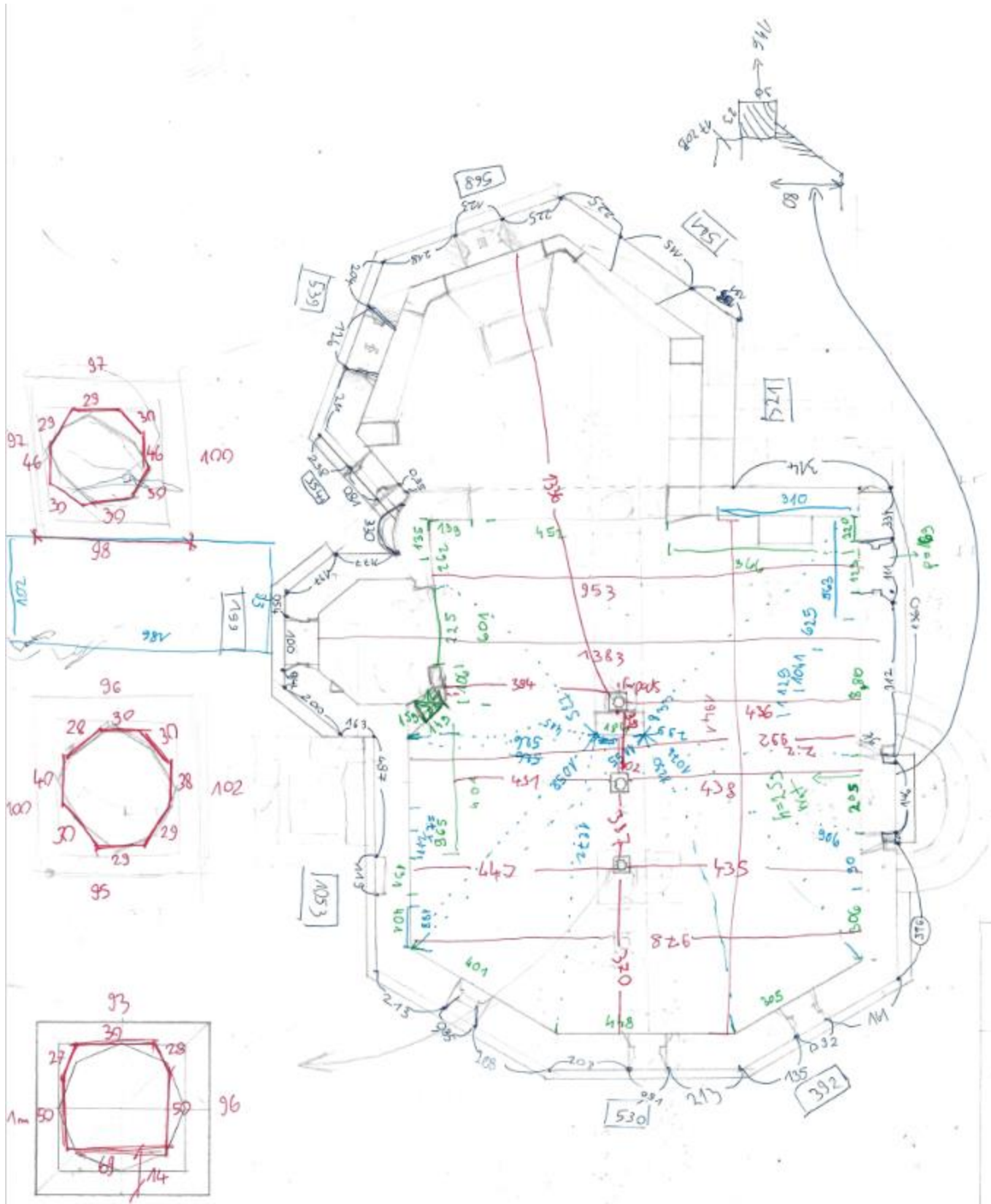
Richard Moe, kritik in zgodovinar

VIRI IN LITERATURA

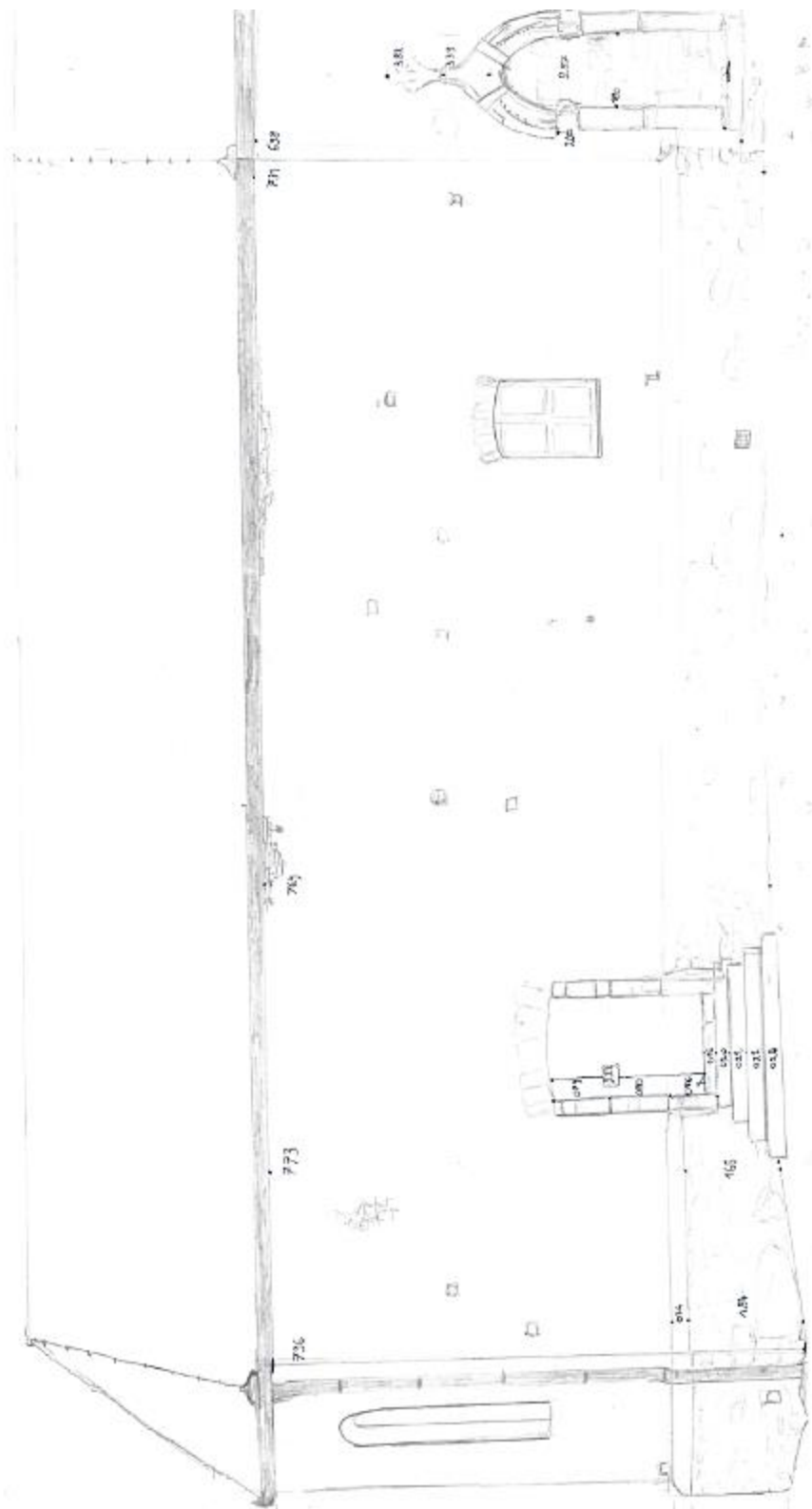
- Več avtorjev. *Grad Turjak*. Castellologica Slovenica 2. Založba ZRC. Ljubljana 2020.
- *Družinski izleti*
Pridobljeno: 9. 2. 2025
<https://www.druzinski-izleti.si/regije/osrednjeslovenska/sv-ahac-nad-turjakom.htm>
- *Univerza za 3. življenjsko obdobje Grosuplje*
Pridobljeno: 6. 2. 2025
<https://www.utzog.si/po-tonetovi-smeri-do-s-soncem-obsijanega-svetega-ahaca/>
- *Pastoralni portal Pridi in poglej*
Pridobljeno: 3. 2. 2025
<https://portal.pridi.com/dogodek/sv-ahac-in-tovarisi-kako-je-povezan-s-turjakom/2024-06-22/>
- *Župnija Št. Ilj pod Turjakom*
Pridobljeno: 29. 1. 2025
<https://www.sentiljpodturjakom-mislinja.si/index.php/sl/cerkve/podruzne-cerkve>
- *Družina*
Pridobljeno 7. 2. 2025
<https://www.druzina.si/clanek/sv-ahac-748-m>
- Ustni vir: *doc. dr. Gašper Cerovnik*, predavatelj na Filozofski fakulteti, ob obisku na lokaciji.



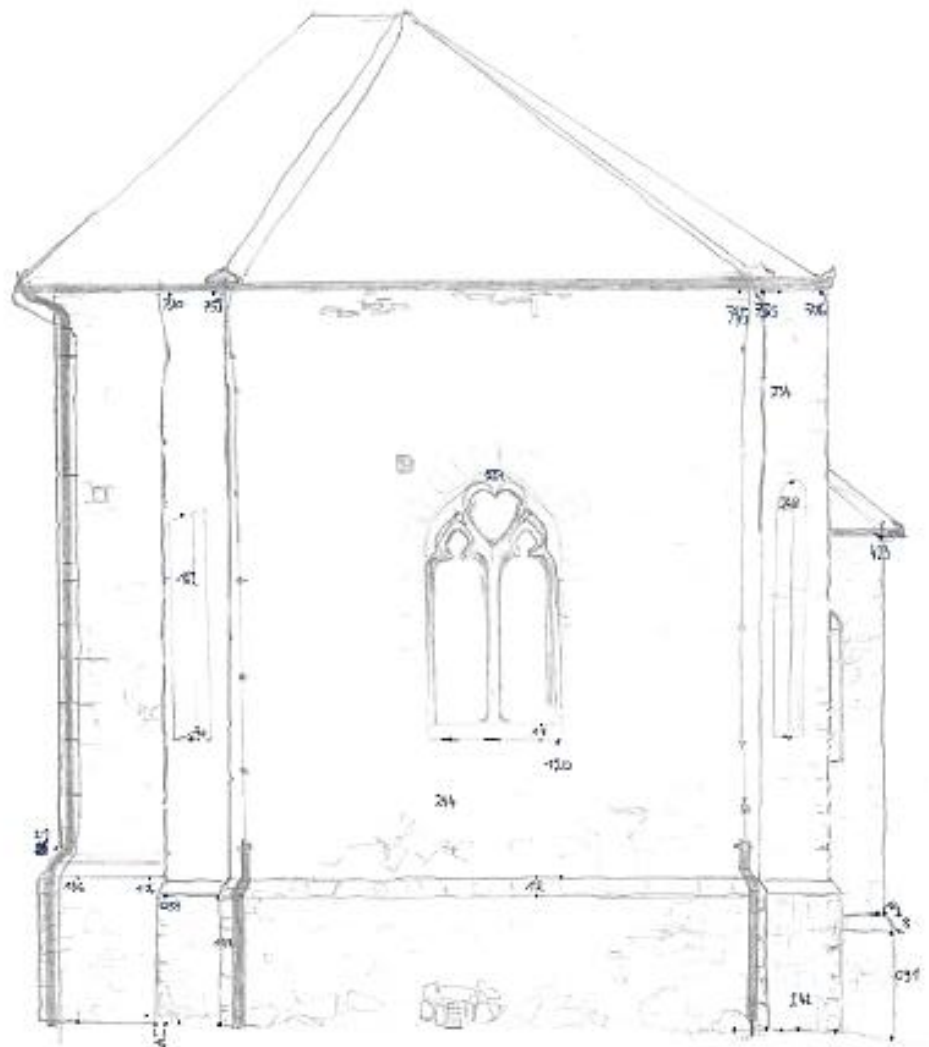
SKICA TLOORISA CERKVE



SKICA FASADE CERKVE



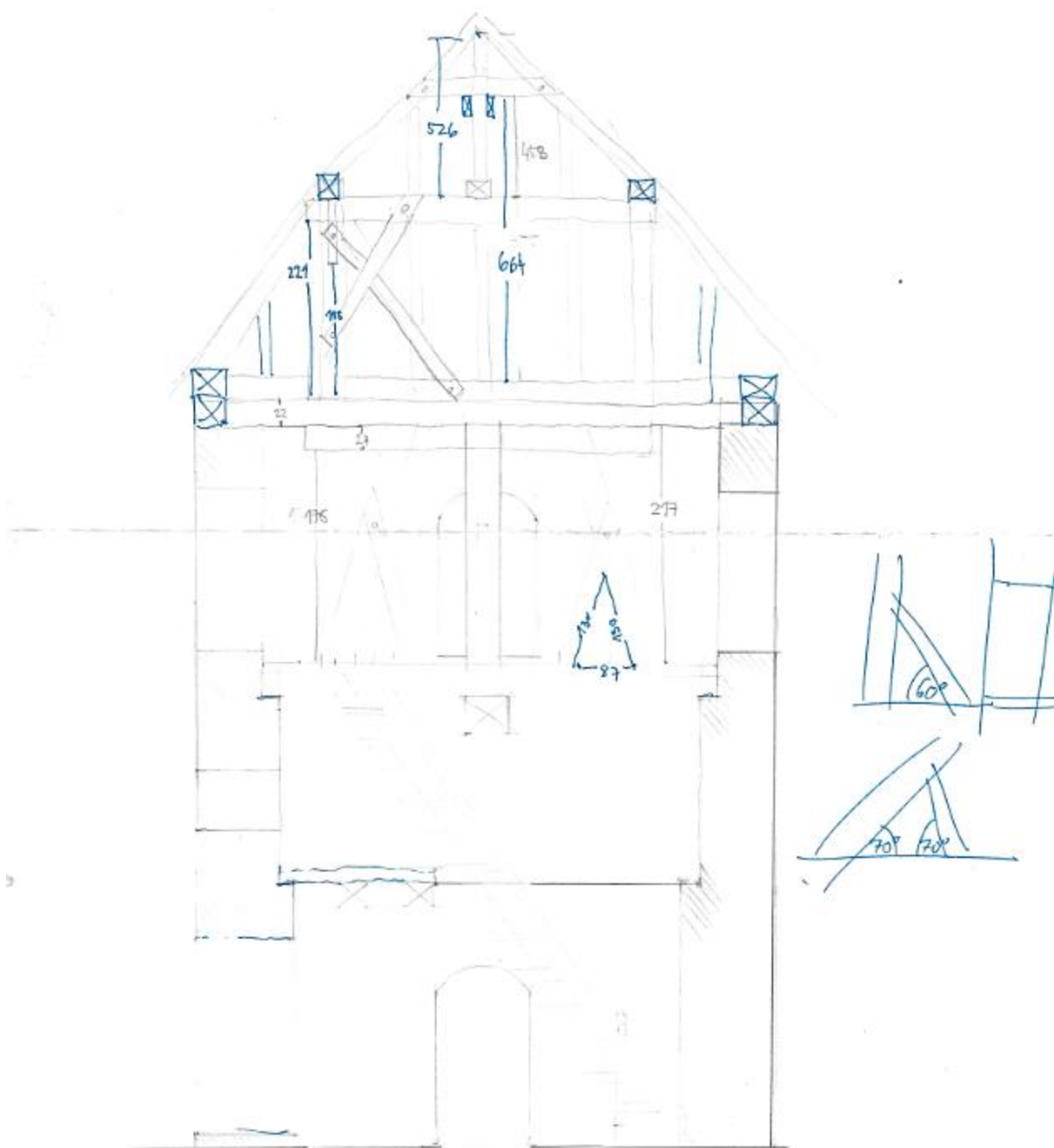
6603
 cerkev kova bijak, PT
 2012.2013
 - CIVILNA INženjERING
 STRANSKI OIS DOVA 4,1

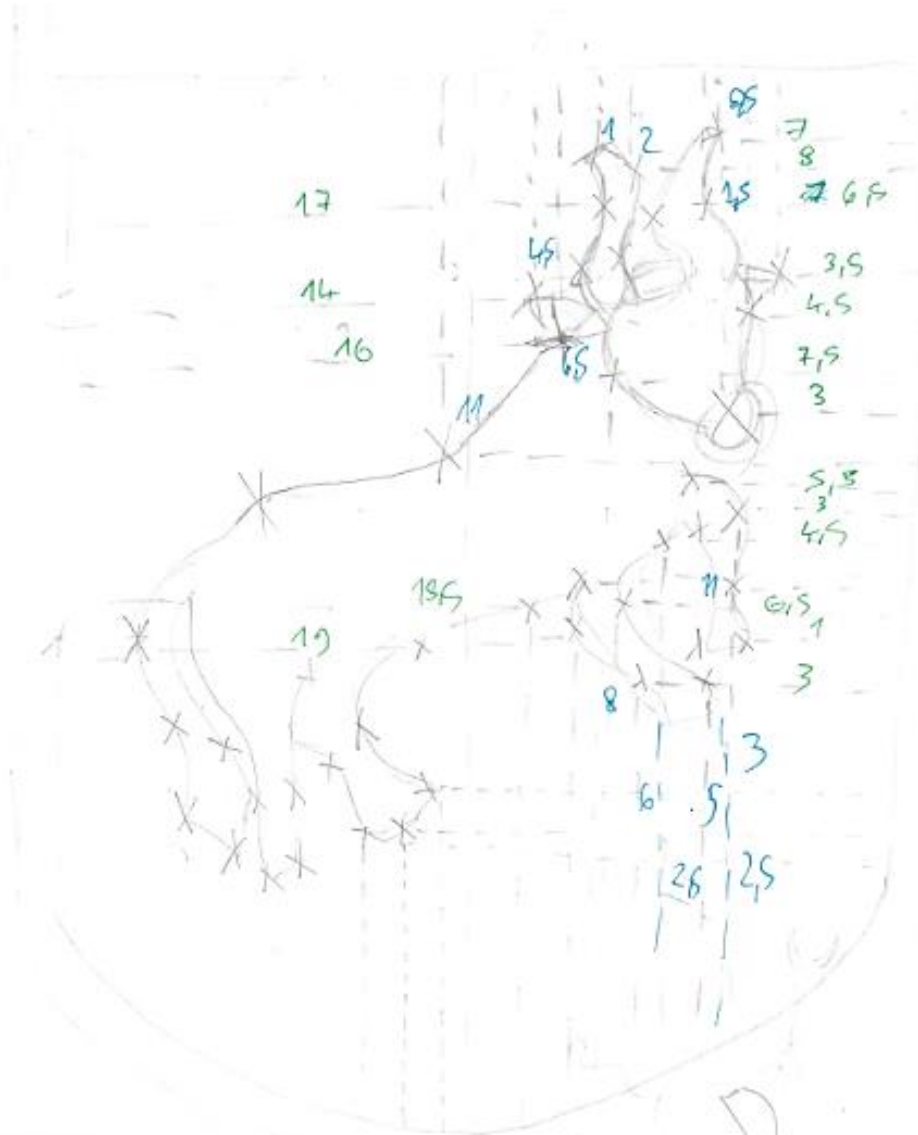


605
projektovanje fasade
12.9.2014

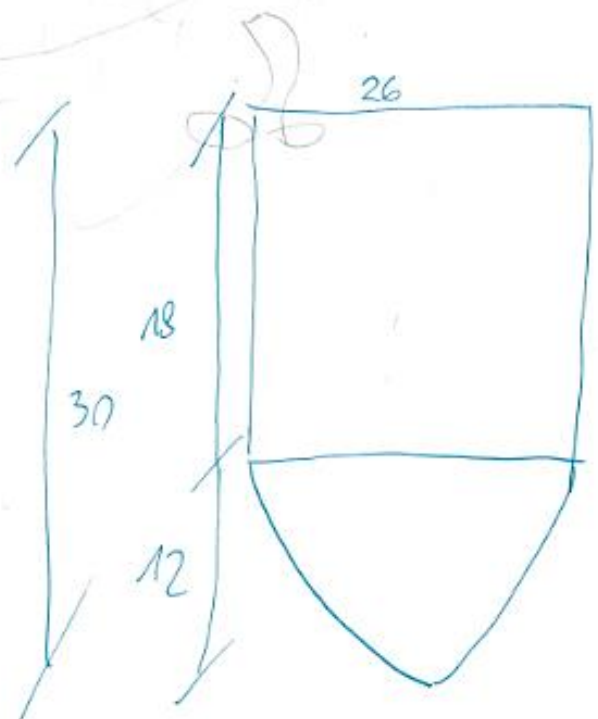
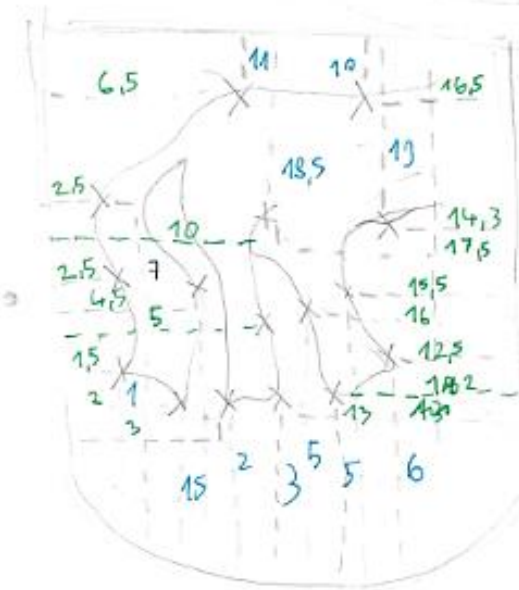
CERKVA SV. AHACA - MALI LOENIK SPREDAJ

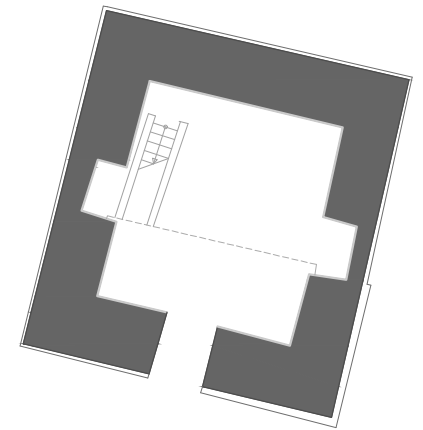
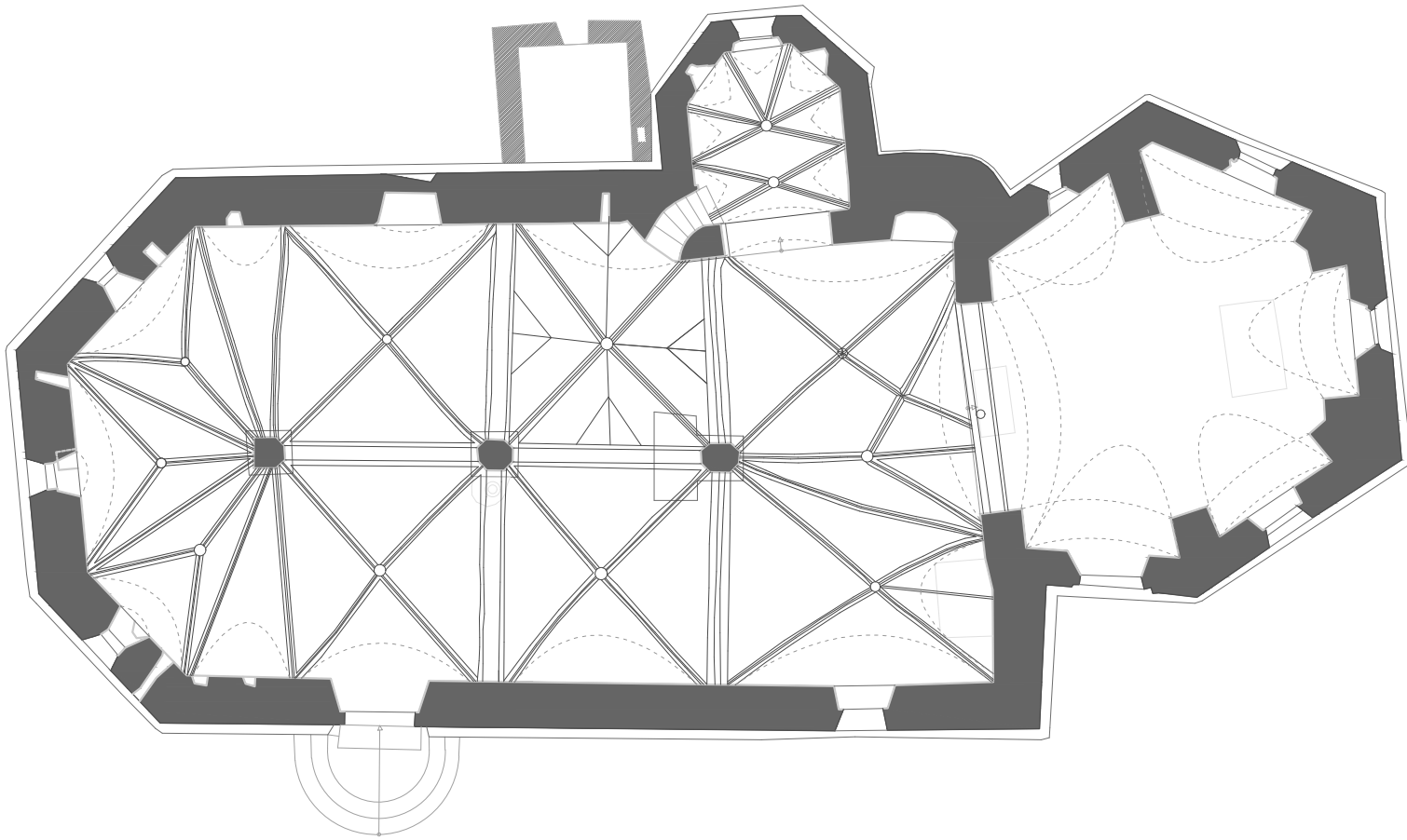
SKICA PREREZA ZVONIKA





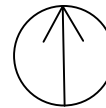
debelina
1-1,5cm



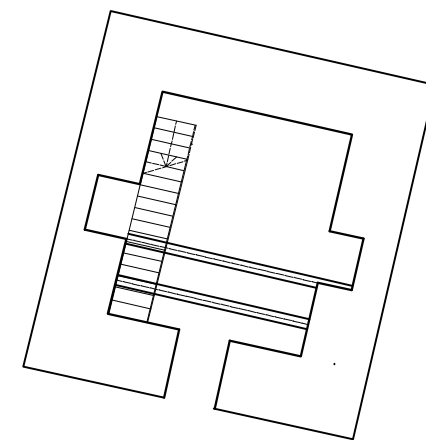
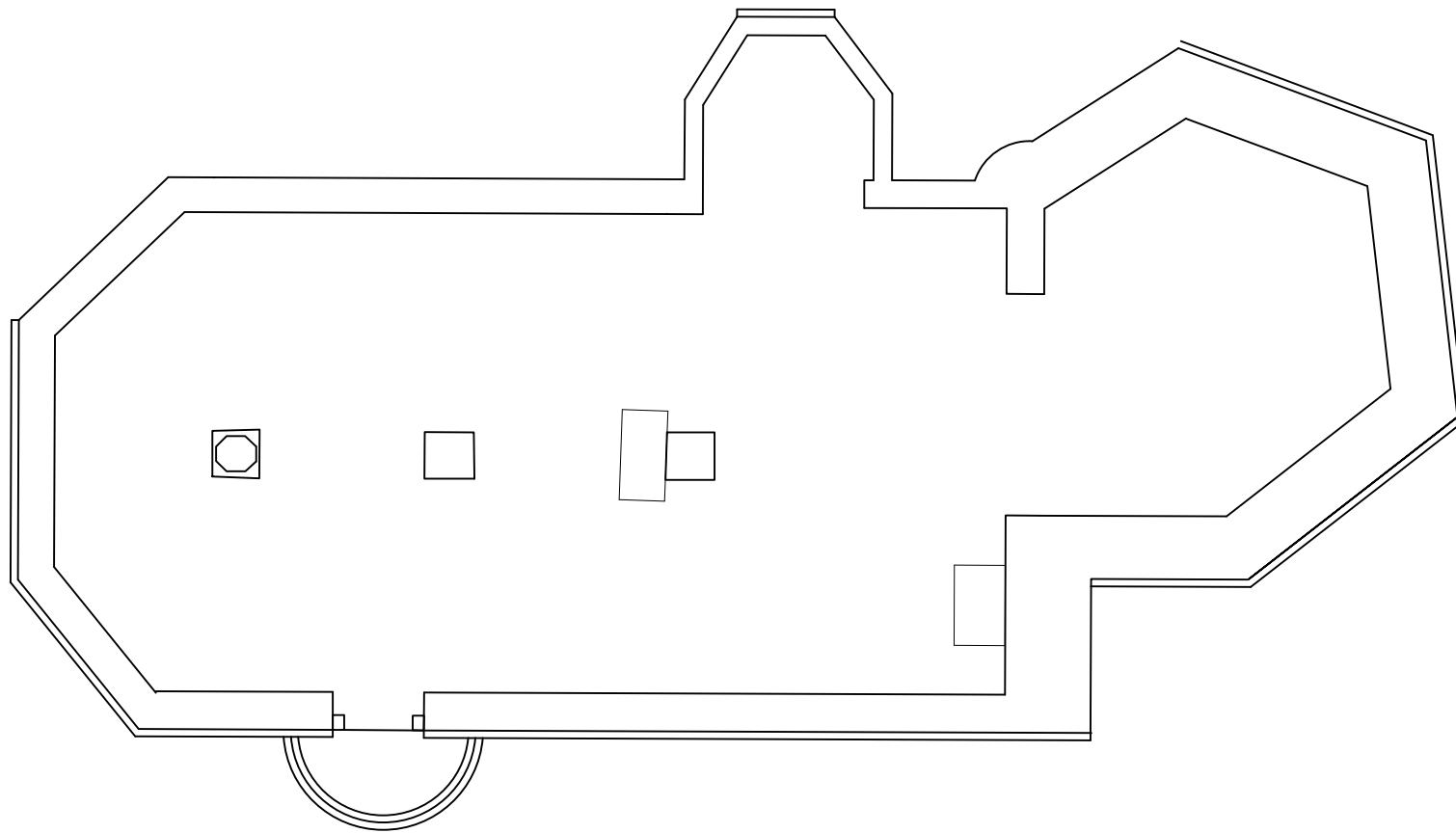


-
-
- SRAFURA STOPNICE_Pattern scale - 2
- ODPRTINE V STENI POD OKNI_LineType scale- 0.4
- NEVIDNE STROPNE SCHEME_LineType scale- 0.7
- OBOČNE SCHEME_LineType scale- 0.6

0 5m

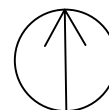


P.C. SV. AHAC - MALI LOČNIK

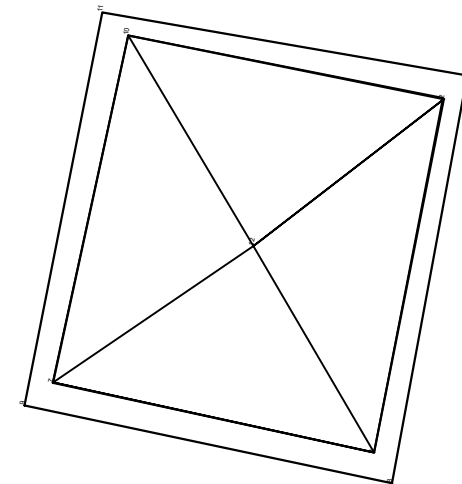
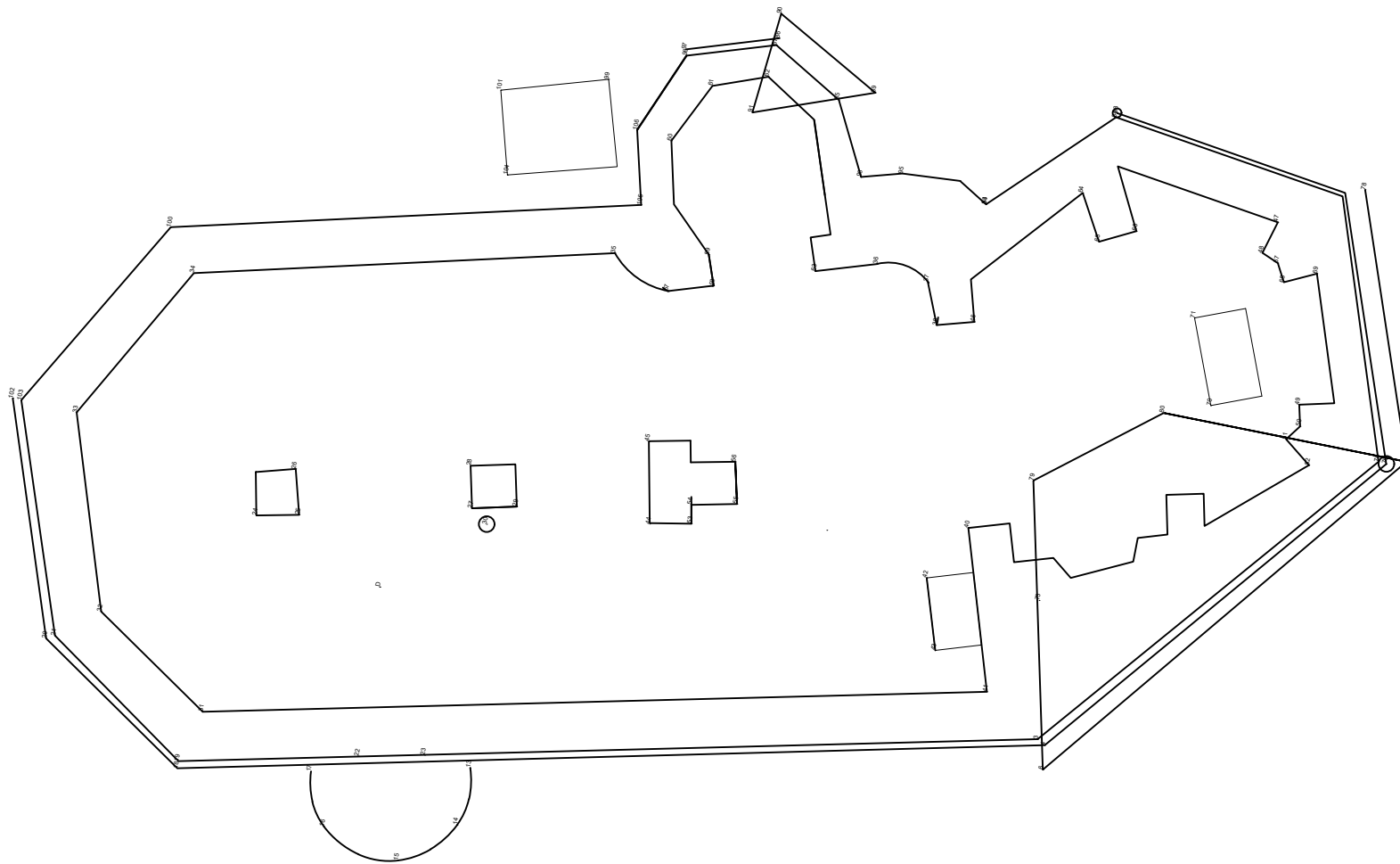


-
-
- ▨ SRAFURA STOPNICE_Pattern scale - 2
- ▭ ODPRTINE V STENI POD OKNI_Linetype scale- 0.4
- ▭ NEVIDNE STROPNE SHEME_Linetype scale- 0.7
- ▭ OBOČNE SHEME_Linetype scale- 0.6

0 5m



**P.C. SV. AHAC - MALI LOČNIK
TLORIS - ROČNA IZMERA**



SRAFURA STOPNICE_Pattern scale - 2

ODPRTINE V STENI POD OKNI_Linetype scale- 0.4

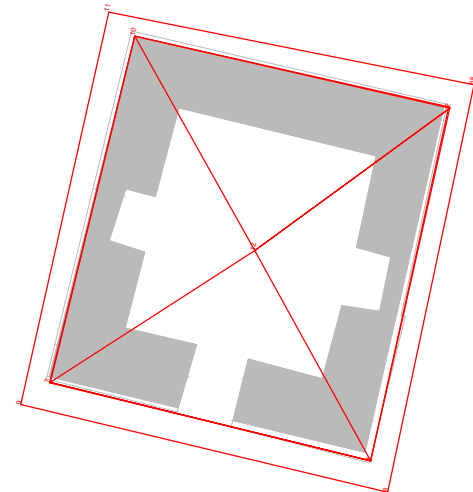
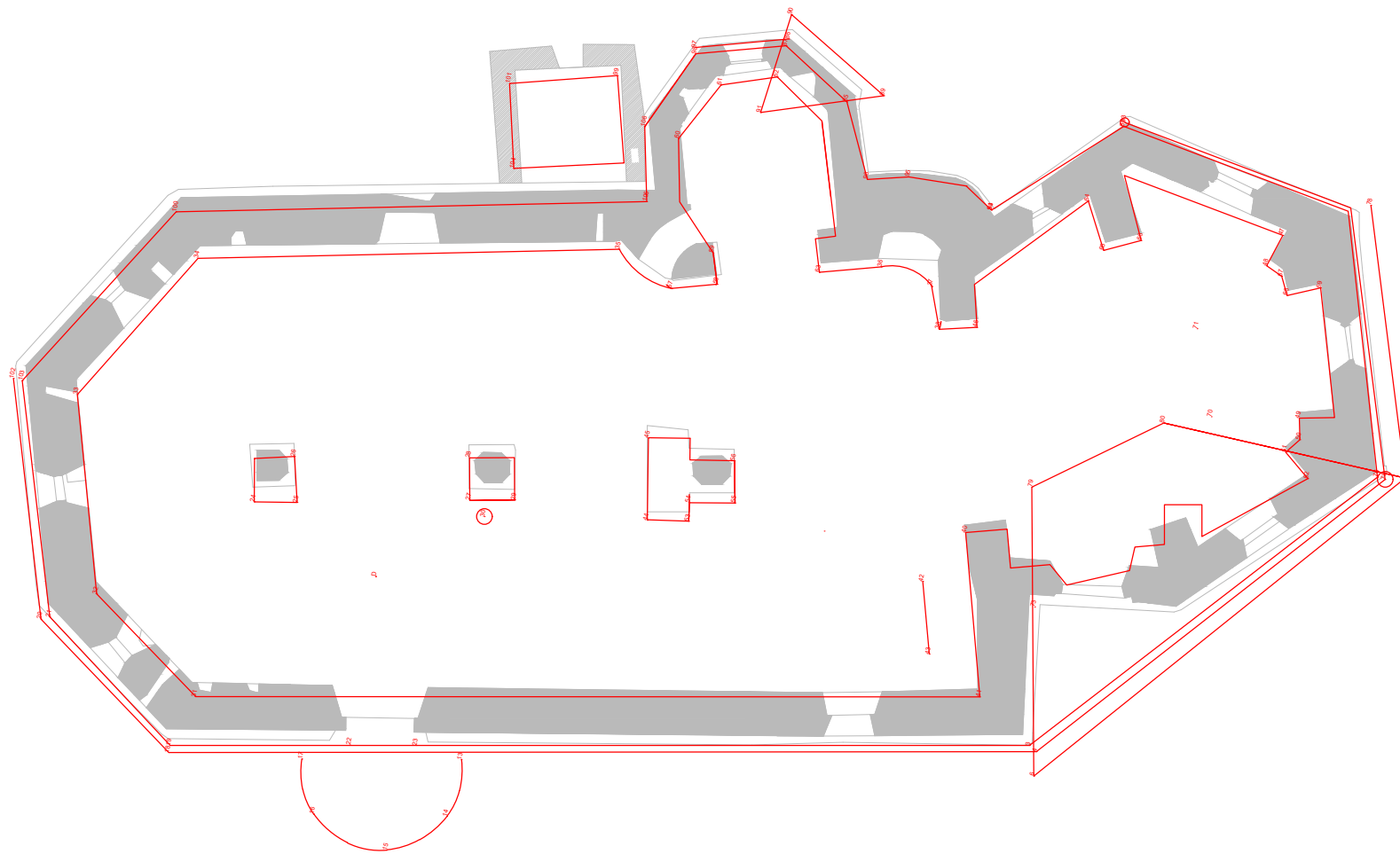
NEVIDNE STROPNE SCHEME_Linetype scale- 0.7

OBOČNE SCHEME_Linetype scale- 0.6

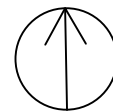
0 5m



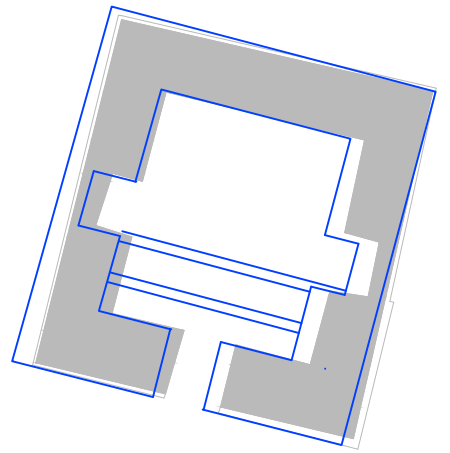
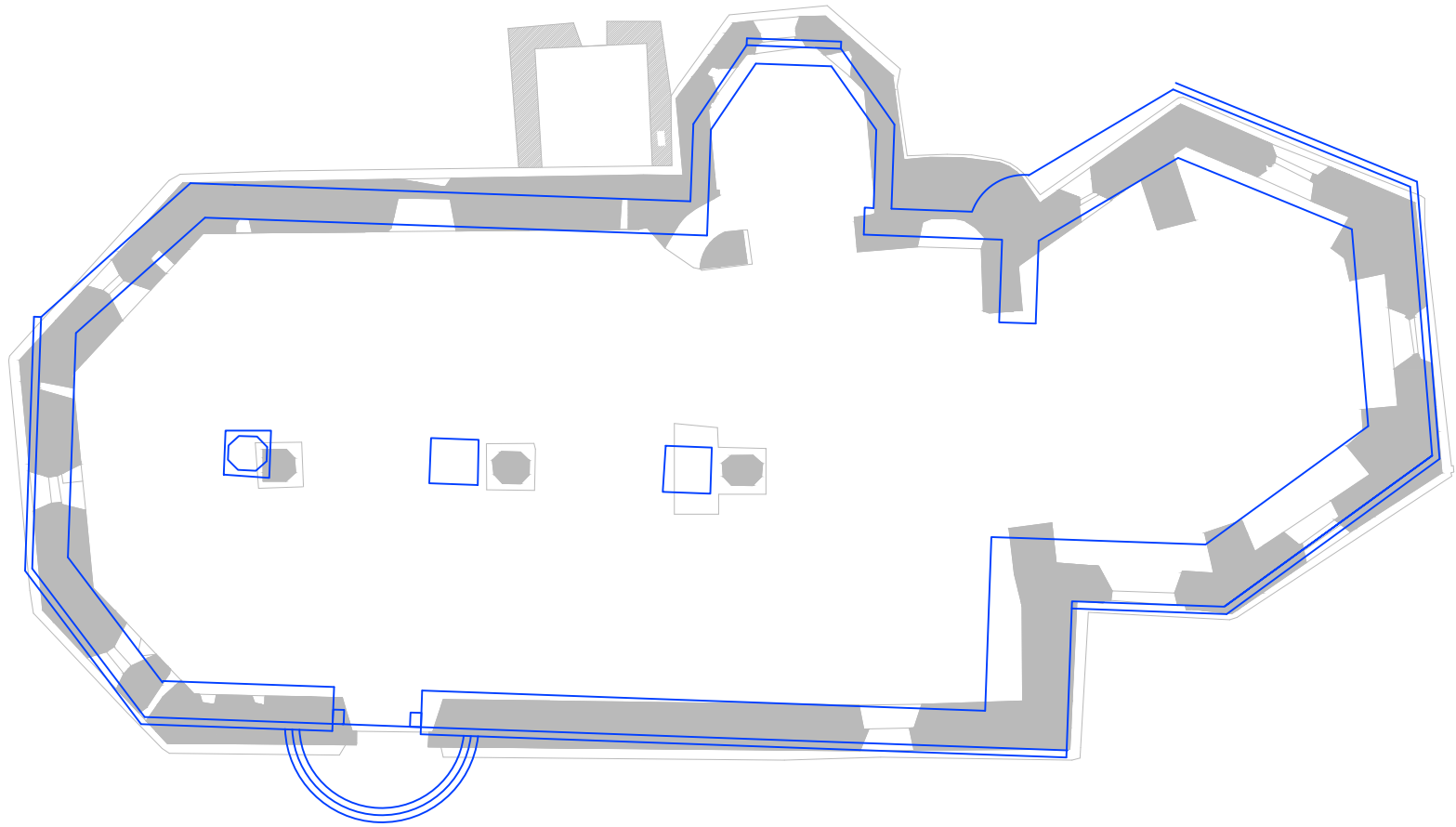
**P.C. SV. AHAC - MALI LOČNIK
GEODETSKI POSNETEK**



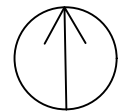
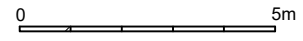
GEODETSKA IZMERA
 OBDELAVA 3D POSNETKA



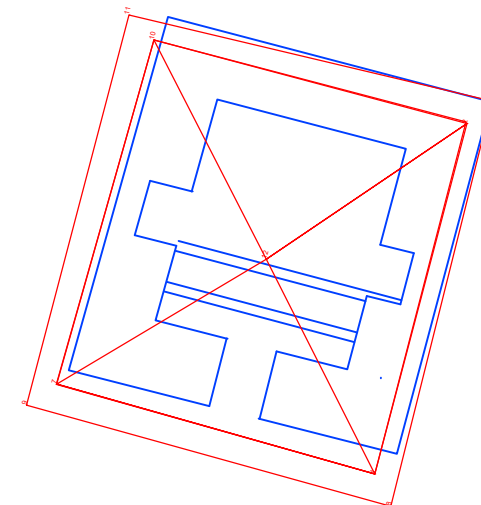
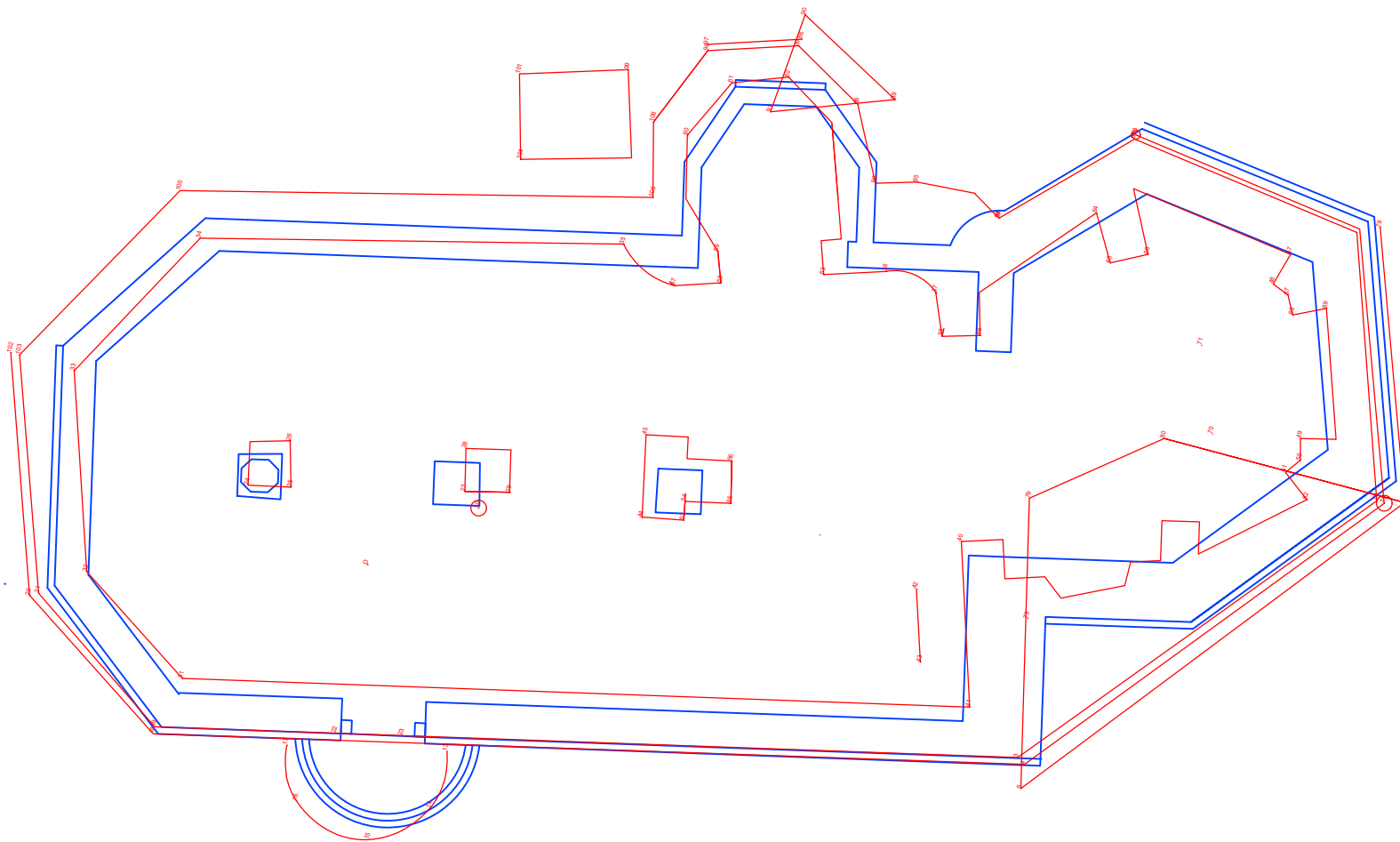
P.C. SV. AHAC - MALI LOČNIK
PRIMERJAVA GEODETSKEGA IN OBDELAVE 3D POSNETKA



ROČNA IZMERA
OBDELAVA 3D POSNETKA



P.C. SV. AHAC - MALI LOČNIK
PRIMERJAVA OBEDELAVE 3D POSNETKA IN POSNETKA ROČNE IZMERE



□ GEODETSKA IZMERA
□ ROČNA IZMERA



P.C. SV. AHAC - MALI LOČNIK
PRIMERJAVA GEODETSKEGA POSNETKA IN POSNETKA ROČNE IZMERE