

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta
*za gradbeništvo
in geodezijo*



Jamova cesta 2
1000 Ljubljana, Slovenija
<http://www3.fgg.uni-lj.si/>

DRUGG – Digitalni repozitorij UL FGG
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

To je izvirna različica zaključnega dela.

Prosimo, da se pri navajanju sklicujete na
bibliografske podatke, kot je navedeno:

Stramec, J., 2013. Fotogrametrično dokumentiranje objektov kulturne dediščine lokalnega pomena - primer kmetije Sgerm. Diplomsko naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Kosmatin-Fras, M., somentorica Triglav Čekada, M.): 32 str.

University
of Ljubljana

Faculty of
*Civil and Geodetic
Engineering*



Jamova cesta 2
SI – 1000 Ljubljana, Slovenia
<http://www3.fgg.uni-lj.si/en/>

DRUGG – The Digital Repository
<http://drugg.fgg.uni-lj.si/>

This is original version of final thesis.

When citing, please refer to the publisher's
bibliographic information as follows:

Stramec, J., 2013. Fotogrametrično dokumentiranje objektov kulturne dediščine lokalnega pomena - primer kmetije Sgerm. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljana, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Kosmatin-Fras, M., co-supervisor Triglav Čekada, M.): 32 pp.

Univerza
v Ljubljani

Fakulteta za
*gradbeništvo in
geodezijo*



Jamova 2
1000 Ljubljana, Slovenija
telefon (01) 47 68 500
faks (01) 42 50 681
fgg@fgg.uni-lj.si

PRVOSTOPENJSKI
ŠTUDIJSKI PROGRAM
GEODEZIJA (UN)

GEODEZIJA IN
GEOINFORMATIKA

Kandidat:

JURE STRAMEC

**FOTOGRAMETRIČNO DOKUMENTIRNJE OBJEKTOV
KULTURNE DEDIŠČINE LOKALNEGA POMENA – PRIMER
KMETIJE SGERM**

Diplomska naloga št.: 31/GIG

**PHOTOGRAMMETRIC DOCUMENTING OF CULTURAL
HERITAGE BUILDINGS BEING LOCALLY IMPORTANT –
FARM SGERM CASE STUDY**

Graduation thesis No.: 31/GIG

Mentorica:

doc. dr. Mojca Kosmatn Fras

Somentorica:

dr. Mihaela Triglav Čekada

Predsednik komisije:

izr. prof. dr. Dušan Kogoj

Ljubljana 19. 09. 2013

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako	Vrstica z napako	Namesto	Naj bo
-----------------------	-------------------------	----------------	---------------

IZJAVA O AVTORSTVU

Podpisani Jure Stramec izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Fotogrametrično dokumentiranje objektov kulturne dediščine lokalnega pomena – primer kmetije Sgerm«.

Izjavljam, da je elektronska različica v vsem enaka tiskani različici.

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v repozitoriju UL FGG.

Ljubljana, 11.9. 2013

Jure Stramec

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 528.7(497.4)(043.2)

Avtor: Jure Stramec

Mentorica: doc. dr. Mojca Kosmatin Fras

Somentorica: dr. Mihaela Triglav Čekada

Naslov: Fotogrametrično dokumentiranje objektov kulturne dediščine lokalnega pomena – primer kmetije Sgerm

Tip dokumenta: Diplomaska naloga – univerzitetni študij

Obseg in oprema: 32 str., 1 pregl., 27 sl., 3 pril.

Ključne besede: kulturna dediščina, slovenska kmečka hiša, fotogrametrija, PhotoModeler, 3D model, ortofoto fasade

Izvleček

Na slovenskem podeželju najdemo veliko kmečkih poslopij, ki kažejo vsaj nekatere elemente kulturne dediščine, vendar zaradi obnov in prezidav te elemente počasi izgubljam. Taki objekti tudi večinoma niso kategorizirani kot objekti kulturne dediščine lokalnega pomena, zato niso podvrženi varovanju. V nalogi je prikazano osnovno fotogrametrično dokumentiranje takega objekta. Najprej predstavimo nekatere fotogrametrične osnove, ki so pomembne za dokumentiranje objektov ter nekatere značilnosti slovenskih kmečkih hiš, predvsem na območjih Koroške in Dravske arhitekturne regije. Sledi dejanski prikaz fotogrametričnega dokumentiranja objektov, in sicer hiše, kašče ter hleva kmetije Sgerm iz Zgornje Orlice. Opisali smo postopke priprave na fotografiranje, samo fotografiranje objektov, kalibriranje fotoaparata, izdelavo trirazsežnih modelov objektov ter ortofotov fasad v programu PhotoModeler. Na koncu pa je izdelana še okvirna analiza geometrijske natančnosti izdelanih trirazsežnih modelov, ki smo jo izvedli s primerjavo izbranih razdalj, izmerjenih z merskim trakom na terenu in z grafičnim orodjem na modelu.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION AND ABSTRACT

UDC: 528.7(497.4)(043.2)

Author: Jure Stramec

Supervisor: Assist.Prof. Mojca Kosmatin Fras, Ph D

Cosupervisor: Mihaela Triglav Čekada, Ph D

Title: Photogrammetric documenting of cultural heritage buildings being locally important – Farm Sgerm case study

Document type: Graduation Thesis – University studies

Notes: 32 p., 1 tab., 27 fig., 3 ann.

Key words: coultural heritage, slovenian peasant house, photogrammetry, PhotoModeler, 3D model, orthophoto facade

Abstract

There are many peasant buildings to be found in Slovenian rural regions which show us at least some elements of cultural heritage, although we are losing them due to reconstruction or rebuilding. Such buildings usually aren't categorized as the buildings of cultural heritage and are therefore not protected. This diploma work shows basic photogrammetric documenting of such a building. Firstly we present some photogrammetric basis, which are important for documenting, together with the main significances of Slovenian rural buildings or farm houses, mainly in Koroška and Dravska architecture region. The actual presentation of photogrammetric documenting follows, namely documentation of the house, the stable and the granary of the Sgerm farm from Zgornja Orlica. We have also described the steps and process of the preparation for photography, taking photos itself, camera calibration, the creation of three dimensional models of the buildings and orthophotos of the facades in PhotoModeler programme. The analysis of the geometrical accuracy has been done in the end, which was carried out with the comparison of selected distances, measured with a meter strip on the terrain and with graphic tools in the model.

ZAHVALA

Zahvalil bi se rad družini s kmetije Sgerm, ki mi je omogočila dokumentiranje njihove kmetije, ter mentorici doc. dr. Mojca Kosmatin Fras in somentorici asist. dr. Mihaela Triglav Čekada za vso pomoč in usmerjanje pri pisanju naloge.

Hvala tudi gospe Elizabeti Kenda za prevajanje.

Prav tako bi se rad zahvalil družini in najbližjim za pomoč in podporo.

KAZALO

1 UVOD	1
1.1 Namen naloge	2
1.2 Struktura naloge.....	2
2 TEORETIČNA IZHODIŠČA	3
2.1 Vrste meritev in natančnost	3
2.1.1 Geodetske meritve in fotogrametrično snemanje	3
2.1.2 Zahtevana natančnost izdelkov.....	3
2.2 Pomembni izdelki za dokumentiranje arhitekturnih objektov	3
2.2.1 Ortofoto	3
2.2.2 Vektorski dvorazsežni izdelki pri dokumentiranju objektov	4
2.2.3 Trirazsežni modeli	4
2.3 SLOVENSKA KMEČKA HIŠA.....	5
2.3.1 Razvoj slovenske kmečke hiše	5
2.3.3 Prednosti tradicionalnih kmečkih hiš.....	7
2.4 Značilnosti kmetij Koroške in Dravske arhitekturne regije.....	7
3 METODOLOGIJA IN OPREMA	9
3.1 Fotogrametrične metode, ki jih lahko uporabljamo za arhitekturne objekte	9
3.1.1 Enoslikovne metode	9
3.1.2 Dvoslikovne metode	9
3.1.5 Večslikovne metode	9
3.2 Fotogrametrična oprema.....	10
3.2.1 Merski in delno merski fotoaparati.....	10
3.2.2 Nemerski fotoaparati	10
3.3 Uporaba nizkocenovne opreme v fotogrametriji	10
3.3.1 PhotoModeler	11
4 PRAKTIČNI DEL	12
4.1 Predstavitev objektov	12
4.1.1 Predstavitev objektov v letnicah.....	14
4.2 Fotogrametrični zajem podatkov	16
4.3 Računalniška obdelava podatkov	19
4.4 Izdelki	21
5 ANALIZA NATANČNOSTI	26
6 ZAKLJUČEK	29
VIRI	30

KAZALO SLIK

Slika 1: Princip enoslikovne metode (Kosmatin Fras, 1996, str. 24)	9
Slika 2: Princip večslikovne metode (Kosmatin Fras, 1996, str. 25)	10
Slika 3: Makrolokacija Zgornje Orlice, prikazana na Googlovi karti	12
Slika 4: Prikaz kmetije Sgerm na ortofotu (261-stanovanjska stavba, 262-kašča, 264-hlev)	13
Slika 5: Zahodna stena hiše z ograjo balkona	13
Slika 6: Nadvoz v skedenj	14
Slika 7: Vzhodni del hiše, kjer se vidi tudi oblika ostrešja in tip kritine	15
Slika 8: Vzhodni del kašče, katere notranjost vsebuje elemente iz časov graditve	15
Slika 9: Del hleva, kjer so vidni tramovi in majhne zračne odprtine, ki bi lahko izvirale iz časov nastanka hleva	16
Slika 10: Stojišča fotoaparata pri snemanju stanovanjske hiše	17
Sliki 11: Stojišča fotoaparata pri snemanju hleva	17
Sliki 12: Stojišča fotoaparata pri snemanju kašče	17
Slika 13: Kalibracijsko polje programa PhotoModeler 5.0	18
Slika 14: Položaji fotoaparata pri fotografiranju kalibracijskega polja	18
Slika 15: Isti detajl, označen na več fotografijah, v programu PhotoModeler	19
Slika 16: Žični model kašče	20
Slika 17: Primer trirazsežnega modela hiše	20
Slika 18: Trirazsežni model hiše	21
Slika 19: Trirazsežni model kašče	21
Slika 20: Trirazsežni model hleva	22
Slika 21: Lega ortofotov fasad na objektih	22
Slika 22: Primer ortofota, severna fasada kašče	23
Slika 23: Primer ortofota, severna fasada stanovanjske hiše	24
Slika 24: Fotografija kašče	25
Slika 25: Fotografija hiše	25
Slika 26: Fotografija hleva	25
Slika 27: Skica izmerjenih linij na objektih	28

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Prikaz kontrolnih meritev dolžin ter odstopanj.....	27
--	----

1 UVOD

»Fotogrametrija in daljinsko zaznavanje obsegata vede, znanosti in tehnologije pridobivanja zanesljivih informacij iz fotografij oziroma posnetkov in brezkontaktnih medijev drugih senzorskih sistemov o Zemlji, njenem okolju in drugih fizičnih objektov in procesov z beleženjem, merjenjem, analiziranjem in predstavljanjem« (ISPRS, 2013).

Rezultati dela v fotogrametriji so lahko (Joksić, 1990):

- koordinate posameznih točk objekta v trirazsežnem koordinatnem sistemu,
- linijski izdelki, in sicer karte in načrti,
- razni posnetki (ortofoto, panorama).

V preteklosti so snemanja za potrebe fotogrametrije opravljali večinoma iz stojišč na zemlji. Šlo je za terestrično fotogrametrijo, saj se fotografiranje iz balona ni obneslo. Kasneje se je začelo obdobje aerofotogrametrije, kjer se snemanje izvaja s pomočjo letal. Prvi uspešni poizkusi aerosnemanja so bili izvedeni v času prve svetovne vojne. Kmalu za tem je aerosnemanje prevzelo dominantno vlogo pred terestričnim snemanjem, predvsem zaradi hitrosti in ekonomičnosti (Gorjup, 2001). Terestrična fotogrametrija se je kasneje uveljavila predvsem v številnih bližnjelikovnih aplikacijah.

Fotogrametrija se lahko glede na namen uporabe deli na fotogrametrijo za topografske in netopografske namene uporabe. Za netopografske namene se velikokrat uporablja terestrična fotogrametrija. Uporabljena je na področjih arhitekture, gradbeništva, gozdarstva, geologije, itd. (Gorjup, 2001).

V svoji diplomski nalogi se bom osredotočil na arhitekturno fotogrametrijo, ki sodi na področje terestrične oz. bližnjelikovne fotogrametrije. Arhitekturna fotogrametrija se ukvarja z merskim izvednotenjem arhitekturnih objektov. Po besedah Gorjupa (2001) je izvednotenje skupina vseh opravil, ki jih je treba izvesti, da se iz posnetka lahko pridobi podatke oz. informacije o objektu, ki je na sliki. Postopki in metode arhitekturne fotogrametrije, ki se pri tem uporabljajo, so v večjem delu podobni ostalim področjem uporabe fotogrametrije, obstajajo pa določene posebnosti. Izdelava arhitekturnih fotogrametričnih posnetkov je namenjena dopolnjevanju, obnovi ali izdelavi načrtov obstoječih zgradb, ruševin, poslikav... Pri tem pa so v pomoč tudi druge geodetske meritve (Kosmatin Fras, 1996).

Fotogrametrija se že dolgo uporablja za izdelavo merskih načrtov objektov, s pomočjo katerih se dopolni dokumentacija za arhiviranje stanja objektov ali pa dokumentacija pri prenovah ali rekonstrukcijah. Prednosti fotogrametrije so zlasti v naslednjem (Vasja Bric, 1996):

- podatki, ki so potrebni za meritev objekta, se lahko pripravijo vnaprej, kar pomeni, da se objekt fotografira, določi se točke za orientacijo, izvednoti pa se šele takrat, ko je to potrebno;
- meritve se lahko dopolnjujejo, glede na potrebe;
- fotogrametrična metoda omogoča hiter in dokaj poceni zajem večjih količin podatkov (npr. izvednotenje kamnov na fasadi).

Pri arhitekturni fotogrametriji je pomembno zavedanje, da so končni izdelki namenjeni različnim uporabnikom. Pri izdelavi rezultatov se je potrebno čim bolj približati zahtevam uporabnikov, kar je izpolnjeno, če le-ti poznajo širok spekter možnosti, ki jih fotogrametrija ponuja. Seveda so želje in zahteve uporabnikov različne, zato je ključna dobra komunikacija med izvajalcem in naročnikom. Pogosto končni izdelek služi strokovnjakom iz več različnih strok, na primer umetnostnim zgodovinarjem, konservatorjem, restavratorjem, arhitektom itd., ki pa imajo različne zahteve glede dokumentacije. Da je izdelek uporaben za vse, je potrebno sodelovanje omenjenih strokovnjakov. Pred pričetkom dela se je potrebno z njimi dogovoriti o nekaterih stvareh (Kosmatin Fras, 1996):

- opredelitev vrste objekta,
- opredelitev zahtevane geometrične natančnosti zajema in prikaza objekta,
- zbiranje in ovrednotenje že obstoječe dokumentacije,

- opredelitev namena izdelave dokumentacije, ki določa tudi končno obliko izdelka.

1.1 Namen naloge

V diplomski nalogi bomo omenili nekatere možnosti, ki jih imamo na razpolago za fotogrametrični zajem podatkov o stavbah, podrobneje pa bomo predstavili metodo, ki je cenejša od konvencionalnih fotogrametričnih metod, in sicer zajemanje podatkov s pomočjo neprofesionalnega digitalnega fotoaparata. Opisali bomo tudi postopek izdelave trirazsežnega modela v programu PhotoModeler, vse skupaj pa bomo predstavili na primeru fotogrametričnega dokumentiranja stanovanjske stavbe, kašče in hleva na kmetiji Sgerm iz Zgornje Orlice, v občini Ribnica na Pohorju. Namen mojega diplomskega dela je torej pokazati, da lahko na dokaj enostaven način poskrbimo, da se evidentirajo zanimivi objekti. Ti objekti so lahko pomembni za družbo na lokalnem ali celo na državnem nivoju, lahko pa so to tudi drugi objekti, ki vsebujejo nekatere zanimive elemente, ki jih želimo ohraniti za prihodnost. Prav tako želimo v nalogi pokazati metodo za fotogrametrični zajem podatkov, ki je cenovno dostopna in prijazna do uporabnika v smislu težavnosti.

1.2 Struktura naloge

Diplomsko nalogo sestavlja šest poglavij. V drugem poglavju so predstavljena teoretična izhodišča. Predstavljene so vrste meritev in natančnost izdelkov, vrste izdelkov za arhitekturno fotogrametrijo, značilnosti slovenske kmečke hiše in Koroške ter Dravske arhitekturne regije. V tretjem poglavju so opisane metode, ki se uporabljajo za dokumentiranje arhitekturnih objektov. Predstavljena je tudi fotogrametrična oprema. V četrtem poglavju je prikazano praktično delo, ki sem ga moral izvesti v okviru diplomske naloge. Najprej so predstavljeni dokumentirani objekti, nato pa zajem podatkov ter računalniška obdelava podatkov. Na koncu tega poglavja so predstavljeni še izdelki. V petem poglavju je opisana še analiza natančnosti, kjer so predstavljena odstopanja med meritvami z merskim trakom v naravi in računalniškimi meritvami na trirazsežnih modelih.

2 TEORETIČNA IZHODIŠČA

2.1 Vrste meritev in natančnost

2.1.1 Geodetske meritve in fotogrametrično snemanje

Postopke, ki se v praksi uporabljajo za predstavitev geometričnih mer objektov, lahko v grobem razdelimo v dve skupini. Prva skupina so geodetske, druga pa fotogrametrične meritve. V praksi pogosto prihaja do nasprotujočih si mnenj o tem, katera metoda je boljša, vendar ne gre za boljšo metodo, ampak za to, katera metoda bolj ustreza konkretnemu primeru. Pri izvajanju geodetskih meritev uporabljamo teodolite, nivelirje, merske trakove, trasirke, itd. S pomočjo tega instrumentarija dobimo pri meritvah prostorsko mrežo točk na objektu, na katero se lahko še dodatno z merjenjem relativnih odklikov domerijo točke detajlov. Ko se izvaja ta vrsta meritev, je včasih potreben neposreden stik z objektom, za kar se v primeru višjih in nedostopnih objektov potrebuje poseben gradbeni oder, ki predstavlja glavne stroške geodetskih meritev. Sam stik z objektom pa po svoje predstavlja tudi ogromno prednost. Slabost geodetskih meritev je tudi ta, da so merske točke izgubljene, v primeru kasnejših sprememb objekta (odkrivanje spodnjih plasti objekta).

Pri fotogrametričnih meritvah se uporablja drugačen instrumentarij, in sicer fotoaparati, material za signaliziranje, fotogrametrični programi za izvrednotenje, pa tudi instrumenti, ki so potrebni za geodetske meritve, saj je običajno potrebno določiti koordinate oslonilnih in kontrolnih točk. Pri fotografiranju direkten stik z objektom ni potreben. Prav tako potrebujemo za fotogrametrične meritve na terenu manj časa, kot za geodetske. Fotogrametrične meritve nam omogočajo tudi primerjavo posameznih stanj objekta, saj je stanje na objektu v času snemanja tako kot na posnetku in tako ne izgubimo podatkov o stanju objekta pred morebitnim spreminjanjem in odkrivanjem spodnjih plasti. Enakost objekta v času snemanja ter objekta na posnetku je glavna prednost fotogrametrične metode pred geodetskimi meritvami, saj se lahko izmerijo podrobnosti na objektu tudi kasneje. Obe metodi imata tako svoje prednosti in slabosti, kar upoštevamo pri konkretnem projektu (Kosmatin Fras, 1996).

2.1.2 Zahtevana natančnost izdelkov

Natančnost podatkov je ekonomska kategorija, saj povečanje natančnosti končnih izdelkov po navadi pomeni povečanje stroškov ter podaljšanje postopka. Ni smiselno, da vse izdelke naredimo z največjo možno natančnostjo, če uporabniku zadostuje manjša, zato je pomembno, da poznamo uporabnikove zahteve in faktorje, ki vplivajo na natančnost merskega izvrednotenja (Gorjup, 2001).

Na natančnost fotogrametričnih meritev vplivajo predvsem naslednji dejavniki (Kosmatin Fras, 2012):

- uporabljena tehnologija (analogne, analitične ali digitalne tehnike),
- način meritev (ročno, avtomatsko, polavtomatsko merjenje),
- število uporabljenih posnetkov (enoslikovne, dvoslikovne ali večslikovne metode),
- vrsta merjene entitete (točka, linija, izohipsa),
- merilo slike (konstanta kamere, oddaljenost od objekta),
- velikost slikovnega elementa (pri digitalnem zapisu slik),
- vrsta točke (signalizacija),
- upoštevanje in odprava sistematičnih pogreškov (npr. odprava radialne distorzije slike).

2.2 Pomembni izdelki za dokumentiranje arhitekturnih objektov

2.2.1 Ortofoto

Danes je ortofoto nepogrešljiva podlaga predvsem za različne prostorske aplikacije. Je vsakdanji izdelek, ki zelo dobro dopolnjuje vektorske podatke. Uporablja se na različnih področjih, na primer kot rastrska podlaga v geolociranih prostorskih bazah, na njem se izdelujejo geodetske podlage, ki so v

pomoč pri prostorskem planiranju, ne nazadnje pa lahko z njimi oblepimo trirazsežne modele stavb, da le-te izgledajo realistično (Kosmatin Fras, 2004).

Ortofoto je izdelek, ki ga izdelamo s transformacijo fotografije v ortogonalno projekcijo. Danes se za njegovo izdelavo uporablja izključno digitalna tehnologija. Položaj fotografije, ki jo je le-ta imela v času nastanka, se lahko vzpostavi s pomočjo elementov zunanje in notranje orientacije. Topografski ortofoto izdelamo s pomočjo posnetka ter digitalnega modela reliefa. Pri dokumentiranju kulturne dediščine pa za izdelavo ortofota fasad, fresk ipd. opredelimo projekcijsko ravnino, če je obravnavani del objekta raven, sicer potrebujemo še digitalni model površja objekta (Kosmatin Fras, 2004).

2.2.2 Vektorski dvorazsežni izdelki pri dokumentiranju objektov

Vektorski dvorazsežni izdelki, ki jih uporabljamo za dokumentiranje objektov kulturne dediščine, so arhitektonski načrti, tlorisni načrti in prerezi. Objekti se prikazujejo v določenem merilu in določeni projekciji, najpogosteje so to zelo velika merila in ortogonalna projekcija. Standardna merila v arhitekturi so 1:10, 1:20 in 1:50, za večje objekte pa 1:100. Izrisi detajlov pa so v merilih 1:10 ali večjih (Lazar, 2008).

Arhitektonski načrt je načrt, ki prikazuje obrise elementov na zidu v ortogonalni projekciji. Opremljen mora biti z vsemi odprtiniami in detajli. V primeru fasad se za arhitektonski načrt uporablja izraz fasadni načrt. Merilo, v katerem je načrt, je odvisno od stopnje podrobnosti, ki se nanaša na gostoto informacij. Več o arhitektonskih načrtih, njihovi vsebini in pogojih, ki jim morajo arhitektonski načrti zagotoviti pa je v Lazar (2008).

Tloris predstavlja horizontalni prerez objekta, običajno 1 m nad talnim nivojem kleti, pritličja, nadstropja, medetaže, ostrešja, strehe, tako da so prikazane vse odprtine (okna, vrata, line, niše, itd.). Tlorisni načrt se praviloma obrača proti severu, razen ko se objekt čim bolj prilagodi formatu končnega izdelka. Več o tlorisih, njihovih vsebinah in predmetih kotiranja je v Lazar (2008).

Prerez predstavlja prerez objekta z vertikalno ravnino. Karakteristični prerezi so potrebni za celotno predstavitev konstrukcij. Več o prerezi in pogojih, ki jim morajo le-ti zadostiti je v Lazar (2008).

2.2.3 Trirazsežni modeli

Človeško dožemanje prostora je trirazsežno, zato je želja po trirazsežni predstavitvi izmerjenih objektov naravna. Tako ima marsikdo težave pri pridobivanju podatkov o objektu, ki je predstavljen na načrtih, prerezi, narisih. Zato se na primer arhitekti večinoma poslužujejo predstavitve svojih projektov z maketami ali v obliki trirazsežnih računalniških animacij (Janežič, 1996).

V spomeniškem varstvu se metrična dokumentacija izdeluje s pomočjo fotogrametričnih in geodetskih meritev, z namenom obnove, dopolnitve ali izdelave načrtov, ki so nepopolni, izgubljeni ali niso nikoli obstajali. Po izdelavi dokumentacije se lahko takšen objekt restavrira, opravijo se lahko konservatorska dela, se dozida del objekta, se izdelajo kopije pomembnih umetniških del, itn. Včasih pa se izdelata tudi trirazsežni računalniški model objekta, na katerem se lahko izvajajo razne simulacije načrtovanih posegov in preizkušajo različne zamisli. Računalniške modele se da tudi senčiti, barvati, dodajati realističen videz, vrteti model v prostoru, vstopiti v objekt in ne nazadnje se da na takšnih modelih opravljati tudi trirazsežne meritve (Janežič, 1996).

V računalniški grafiki poteka izdelava trirazsežnih modelov tako, da se v ustrezni programski opremi najprej sestavi matematična predstavitev izbranega trirazsežnega objekta. Rezultat je žični model skeleta objekta, ki je položajno podan z nizom karakterističnih točk v prostoru, ki se potem linijsko povežejo z robovi, kakor citira Wikipedio (en.wikipedia.org/wiki/3D_modeling) Šumrada (2009). Zaključeni nizi robov tvorijo robne ploskve objekta. Model objekta se lahko prikaže z delnimi dvorazsežnimi podobami ali pa s trirazsežnim upodabljanjem, ki je osnova računalniških simulacij objektov (Šumrada, 2009).

V računalniški grafiki se največ uporabljajo štirje metodološki pristopi za razvoj in prikaz trirazsežnih modelov (Šumrada, 2009):

- poligonsko modeliranje (robne ploskve telesa se ponazorijo s povezavo karakterističnih točk z robovi, ki skupaj tvorijo sklenjeno mrežo ploskev),
- pristop NURBS (ploskve so določene s krivuljami, ki se imenujejo zleпки),
- pristop zlepkov in nalepkov (podoben pristopu NURBS, temelji na postopnem lokalnem določanju zlepkov, ki tvorijo robove natančnih ploskvic),
- modeliranje z uporabo pravih geometričnih gradnikov (metoda za sestavo zahtevnih trirazsežnih modelov trdnih teles v okolju CAD).

2.3 SLOVENSKA KMEČKA HIŠA

Kulturno krajino v Sloveniji oblikujejo različno velika naselja, sestavljena iz domačij, ki so v preteklosti nastale pod vplivom gospodarskega, socialnega in kulturnega okolja ter naravnih danosti, človeka in njegovih aktivnosti. Izmed vseh objektov je stanovanjska hiša najlepša, najbolj poudarjena in najbolj uporabno zasnovana. V zadnji razvojni fazi slovenskega podeželja, ki je bila konec 18., v 19. in v začetku 20. stoletja so funkcionalne in tehnično izpopolnjene stavbe izdelovali in oblikovali tako, da so učinkovale lepo. Kmečke stavbe so v tem času postale prava arhitekturna dela, ki se jih danes opazuje, preučuje in varuje. V Sloveniji so kmečke hiše v arhitekturnem smislu oblikovane zelo raznoliko, saj so proizvod naravnih materialov in so prilagojene naravnim danostim ter načinu življenja in dela njihovih prebivalcev (Deu, 2006).

2.3.1 Razvoj slovenske kmečke hiše

Po besedah Durjave (1986), ki v svojem delu citira Haberlandt M. in Dachler A. (1906), velja kmečka hiša od začetka etnografskega raziskovanja naprej za najvažnejši element materialne narodne kulture. Kmečka hiša se nahaja v kmečkem domu. Kmečki dom je najmanjša samostojna in zaključena celica vsakega naselja, ki temelji na poljedelstvu in živinoreji. Kmečki dom je sestavljen iz stanovanjske hiše, hleva, skednja, ter drugih gospodarskih poslopij. Vsebina kmečkega doma se od pokrajine do pokrajine razlikuje, saj je odvisna od načina življenja in dela ljudi na določenem območju. Oblika kmečkega doma ni vedno nujno rezultat nekega navdiha, ampak obliko določa ustrezajoča zemljiška razdelitev (Durjava, 1986).

Po Durjavi (1986) tipe kmečkih hiš delimo na:

- **Gručasti dom** predstavlja skupino samostojećih stanovanjskih hiš in gospodarskih poslopij. Večinoma stavbe niso bile grajene naenkrat in v kompoziciji ne kažejo nekega geometričnega reda. Razporejene so bile na podlagi racionalne organizacije dela v zaokroženi gospodarski celici. Število in velikost stavb sta odvisni od premoženja, ki ga je imel lastnik, značilno pa je, da so domovi v dolinah večji kot v hribovju;
- **stegnjen dom** sestavljajo kmečka hiša, hlev, skedenj ter druga možna gospodarska poslopja. Objekti so združeni v eno ravno vrsto, pod eno streho in so s čelno stranjo obrnjeni proti cesti. Vzrok za takšno obliko doma je pomanjkanje prostora za notranje dvorišče, saj so takšni kmečki domovi pojavljajo v ozkih obcestnih vaseh v dolinah, kjer je bilo zemljišče razdeljeno v ozke proge. Drugi vzrok za takšno obliko predvsem domov v alpskem svetu pa je, da so s ceneno gradnjo in dobro izrabo gradbenih materialov želeli z najmanjšo zunanjo površino zajeti čim večji možen prostor. Takšna vrsta domov z enotno streho je tudi ščitila pred slabimi vremenskimi razmerami;

- **vrhhlevni dom** so vedno gradili na pobočjih. Ima stanovanjsko etažo, pod njo pa hlev in klet, ki imata vhod od zunaj. Objekt je podoben običajni pritlični zgradbi, saj ima zaradi nagiba terena običajen vhod v hišo. Vrhlevno dom se zelo pogosto pojavlja v osrednji Sloveniji;
- **vzporedni dom** se pojavlja v strnjenih obcestnih vaseh, kjer so zemljiške proge ravno dovolj široke za vzporedno razporeditev stanovanjske hiše in gospodarskih poslopij. Dvorišče, ki pri tem nastane se včasih odpira proti cest, včasih pa je zaprto z zidano ograjo. Če je sezidan, je vhod vodil skozi bolj ali manj bogat portal v notranjost kmečkega dvorišča;
- **vogalni dom** je sestavljen iz hiše in gospodarskih poslopij, ki so pod eno streho in sta oba dela pravokotno sestavljena, imenuje se tudi dom v ključu;
- **tristrani dom** predstavlja dozidan vogalni dom, ki so mu vzporedno z bivalnim delom kmečkega doma dodali tretje krilo. Pri tem je nastalo dvorišče, ki so ga v večini primerov zaprli z ograjo. Pri tristranem domu se je s časom razvil posebej določen vrstni red postavitve posameznih objektov;
- **štiristrani dom** je najpopolnejša oblika geometrično oblikovanih domov. Pri tej obliki kmečkega doma je pozidana tudi četrta stran, ki jo prekinja le pokrit vhod. Streha je razgibana ter oblikovana s čopi in zatrepi.

Vsi tipi kmečkih domov, razen gručastega doma, so geometrično pravilni in so nastali z načrtno kolonizacijo in zemljiško razdelitvijo v vaseh. Izgled teh domov je določal kolonizacijski načrt (Durjava, 1986).

Kmečka hiša je doživela največ oblikovanja in največ spreminjanj v okviru kmečkega doma. Veljala pa je tudi za prikaz stanovskega položaja, zato je postala simbol slovenske ljudske kulture in dobila reprezentančen pomen. V Sloveniji ne prevladuje enoten tip hiše, pri tem pa se tipi kmečkih hiš ne pokrivajo z regijsko mejo (Durjava, 1986, cit. po Murko 1906 in Vurnik 1929).

Prve koče so izdelali tako, da so na dve navpični rogovili postavili vodoravno palico, nanjo pa so poševno položili veje in šibje. Če so podobno naredili še z druge strani, so dobili enostavno dvokapnico, če pa so konstrukcijo povezali z vejevjem, jo ometali, in zaščitili slamo, pa so dobili kočo. V sredini koče so nato zakurili ogenj in dobili dimnico, ki jo je prevzela evropska hiša (Durjava, 1986, cit. po Grabarjijan, 1973). Kasneje, ko se je razvilo orodje za oblikovanje lesa, je nastala brunarica, ki je imela še vedno en prostor. Takšna enostavna enocelična hiša se je v srednjem veku uveljavila kot standardna kmečka hiša. Prvo razširitev je doživela s podaljšanjem strehe, ki se je nad vhodom naslonila na dva stebra. Nastali prostor so sčasoma zazidali in nastala je veža. Takšne hiše najdemo še danes, v obliki dimnice z odprtim ognjiščem, ki so se ohranile na severnem delu Pohorja (Durjava, 1986, cit. po Melik, 1936).

Na drugih območjih Slovenije, kjer lesa ni v izobilju (npr. Kras), pa je razvoj hiše temeljil na kamnu. Razvile so se enocelične hiše, ki so podobne dimnici (Durjava, 1986, cit. po Novak, 1960). Na tem območju so že zelo zgodaj odkrili dimnik ali kamin, zato je ta tip hiš naprednejši in je omogočal gradnjo v nadstropja. Velik napredek za razvoj kmečkih hiš je pomenila ločitev ognjišča in bivalnega dela, kar se je zgodilo z iznajdbo peči. Tako je nastala črna kuhinja, saj srednjeevropska hiša še ni poznala dimnika in se je dim odvajal skozi streho. Skupaj z ločitvijo kuhinje od ostalih delov, se je prestavil tudi vhod s čelne strani hiše na vzdolžno stran in hišni tipi po Evropi so se začeli vse bolj razlikovati (Durjava, 1986).

Točnih datumov o navedenih spremembah nimamo, vemo pa da so ljudje v 17. in 18. stoletju še živeli v zidanih, lesenih ali delno zidanih in delno lesenih dvoceličnih ali troceličnih zgradbah. V drugi polovici 19. stoletja so začeli gradnjo stavb iz lesa opuščati, kar je bila tudi posledica novega stavbnega reda in požarne varnosti, kar je razglasila dežela Kranjska. Tako je predvsem v osrednji in vzhodni Sloveniji začela les izpodrivati opeka iz naravne gline, ki je bila varnejša pred požarom (Deu,

2001). V drugi polovici 18. stoletja pa se je zaradi gospodarskega in kulturnega napredka spremenil način kmečkega dela in posledično tudi domačije. Ljudje so potrebovali večje hiše za bivanje, druženje in delo družine. Prav tako so potrebovali dodatne prostore za shranjevanje. V tem času so se domačije povečale. Razširil se je gospodarski del in spremenil prostor za bivanje. Slednji se je najprej širil levo in desno ob veži, hkrati pa so se spreminjali že obstoječi prostori. Tako se je zidan lok, ki je ločeval vežo od ognjiščnega dela počasi zapiral in dobili so samostojni vežo in kuhinjo ter še tri do štiri prostore, razvrščene levo in desno od veže. Dodajanju prostorov po širini, je sledilo še dodajanje prostorov po višini. Tako so podstrešja na čelnih straneh hiše razsvetlili in jih spremenili v kašče, shrambe, prekajevalnice za meso, sobice. Na vzdolžnem delu fasade so nekaterim hišam dodali strešni nadzidek, ki je veliko pripomogel k osvetljenosti sobice ali podstrešja. Nekateri kmetje so tudi nadgradili hiše, kar je veliko stalo in so si to lahko privoščili le premožni (Deu, 2001).

Na slovenskem prostoru so se razvili štirje tipi kmečkih hiš, in sicer alpska, kraška, panonska in osrednjeslovenska hiša (Durjava, 1986) in čeprav so se stavbe na pogled razlikovale, so imele vse vrste hiš enake prostore in njihovo razporeditev, saj je bil razvoj stavb povezan s kmetovanjem in njegovim razvojem. Drugačno razporeditev ima le kraška hiša, zaradi prevladujočega kamnitega gradiva (Dreu, 2001).

2.3.3 Prednosti tradicionalnih kmečkih hiš

Po Gabrijelčič in Fikfak (2002) so prednosti tradicionalnih kmečkih hiš v naslednjem:

- Gradnja je potekala po določenih splošnih pravilih, ki sicer niso bila napisana, so pa bila upoštevana. Določala so obliko in velikost. Odstopanja od pravil so povzročala neodobravanje in posmeh.
- Hiše so bile prilagojene človekovemu merilu, uporabljeni so bili stari in preverjeni materiali, kot so les, kamen, opeka itd, ki poleg trajnosti dajejo tudi estetski videz. Bile so tudi polne domiselnih detajlov, prijaznosti in likovne sporočilnosti.
- Hiša je bila obdana z dvoriščem, sadovnjaki, vrtovi in gospodarskimi poslopji, ki skupaj tvorijo neko dobro oblikovano celoto. Poseben pomen je imelo dvorišče, ki je bilo večnamensko in je služilo kot podaljšek veži in je povezovalo vse enote kmetije.

2.4 Značilnosti kmetij Koroške in Dravske arhitekturne regije

Odločili smo se, da bomo v nalogi opisali značilnosti Koroške in Dravske arhitekturne regije, saj se kmetija Sgerm, ki jo v nalogi obravnavamo, nahaja na njenem stiku. Podrobno lokacijo kmetije bomo opisali v nadaljevanju naloge (poglavje 4.1).

Slovenski prostor je danes razdeljen na štirinajst arhitekturnih regij in štiriinsedemdeset arhitekturnih krajin. Takšna razdelitev je plod objektivne analize stanja in nekaterih nemerljivih pomenov pripadnosti, ni pa vezana niti na politične, niti na geografske meje. Meje arhitekturnih območij so sicer določene, vendar pa se vsaj nekoliko prekrivajo, saj so med posameznimi krajinami prehodna in povezovalna območja. Zaradi tega se lahko nekateri deli prostorske, naselbinske in arhitekturne značilnosti pojavijo tudi v sosednjih krajinah, čeprav ne kot osnovne značilnosti (Fister, 1993).

V **Koroško arhitekturno regijo** spadajo območja dolin Drave, Meže in Mislinje. Na značilnosti regije je poleg naravnih danosti vplivala tudi navezanost območja na avstrijsko južno Koroško (Deu, 2001).

Samostojne kmetije so raztresene po pobočjih Pece, Uršlje gore, Strojne, Kozjaka in Pohorja. Sestavljene so iz več različno velikih objektov, ki so združeni v večje ali manjše gruče. Kmet je bil v preteklosti večinoma odvisen od tega kar je sam ustvaril, zato so imele samotne kmetije veliko poslopij, ki so služile različnim namenom. Večkrat so imel poleg stanovanjske hiše tudi skromne stavbe, kjer je večkrat bil samo en prostor, namenjen kuhanju, bivanju in spanju. Takšne zgradbe so se imenovale bajte in so služile za bivanje starejših otrok ali staršev preužitkarjev. Stavbe na tem območju so večinoma vrhkletne, kjer je klet zidana, ostali deli pa so zidani le pri premožnejših

kmetijah. Pri ostalih so leseni. Oblika stavbnih objektov je široko podolgovata. Razvrstitev prostorov je odvisna od veže, le-ta pa je največkrat v vzdolžni osi objekta. V podaljšku veže je kuhinja, sobe pa ležijo levo in desno od veže. Drugačna razporeditev je izjema. Strehe stavb so izrazito široke, strme, dvokapne, lahko imajo čope ter so krite s škodli (Deu, 2001). Značilno pa imajo tudi posebne odprtine za zračenje. Streha predstavlja najpomembnejši element, ki je značilen za koroško arhitekturo kmetij. Pomembna značilnost koroške arhitekture v okrasnem smislu so drobni okrasni na lesnih zvezah, lesenih ograjah in vidnih delih lesenega ostrešja. Značilno je tudi poudarjanje hišnih vogalov in fasadnih odprtin z naslikanimi barvnimi vzorci (Deu, 2006).

Dravska arhitekturna regija obsega območje vzdolž reke Drave, ki ga omejujejo Slovenske gorice, Kozjak, Haloze in Pohorje. Arhitekturne značilnosti so nastale pod vplivom mesta Maribor in drugih značilnosti sosednjih pokrajin (Deu, 2001).

Stavbe na tem področju so bile vse do uveljavitve stavbnega reda za Štajersko večinoma lesene. Domovi so bili majhni in ozki iz obdelanih brun. Obmetani so bili z ilovico, beljeni z apnom ter poskriti s slamnato streho. Oblikovani so bili stegnjeno, na ključ, lahko so bili tudi tristrani, saj so bili stanovanjski del, sekundarni stanovanjski del in gospodarski del, pogosto združeni pod eno streho. Nato je leseno gradivo počasi zamenjala opeka, ki so jo večinoma izdelali doma ali v bližnji okolici. Nove in zidane stavbe so večje od lesenih, po izgledu pa so zelo podobne. V ravninskih predelih so stavbe iztegnjene ali na ključ, v gričevnatih predelih pa so prilagojene terenu. Domačije na razgibanem terenu so lahko tudi razstavljene in sestavljene iz več ločenih objektov, med katerimi je vidno poudarjena stanovanjska hiša. Streha je dvokapna, strma s čopi, krita z bobrovci ali zarezniki, tloris pa je podolžen, kjer je včasih poleg bivalnega dela v gospodarski del vključena tudi preša zidana nad kletjo. Na tem območju ni najti veliko elementov likovnega oblikovanja stavb. Kar je, je nastalo v lesu ali glini. Opaziti se da rezbarsko okrašena vratna krila, ter z obrobo v ometu poudarjene vratne in okenske odprtine. Okrašeni so tudi hišni vogali (Deu, 2006; Fister, 1993).

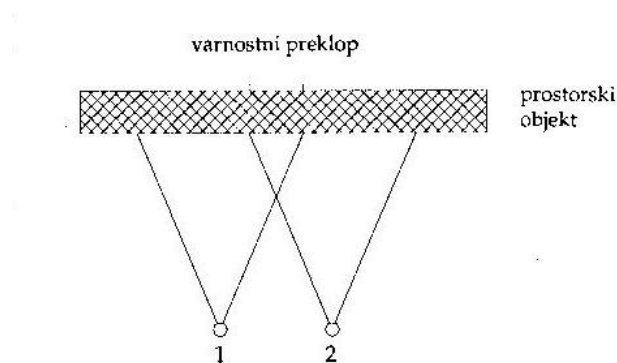
3 METODOLOGIJA IN OPREMA

3.1 Fotogrametrične metode, ki jih lahko uporabljamo za arhitekturne objekte

3.1.1 Enoslikovne metode

Če je objekt ravninski (npr. fasada), se lahko za zajem podatkov uporabi enoslikovno snemanje in postopke enoslikovnega izvrednotenja. Katere objekte se uvršča med ravninske, je odvisno od predhodno določenih kriterijev, ki jih določa zahtevana natančnost, saj odstopanje detajla njegove projekcije v ravnino ne sme biti večje, kot je predpisano (Kosmatin Fras, 1996). Prikaz enoslikovnega zajema podatkov lahko vidimo na sliki 1.

Enoslikovno izvrednotenje običajno poteka v dveh korakih. V prvem koraku se fotografski posnetek preoblikuje tako, da dobi opredeljene geometrične lastnosti. Takšen posnetek se v praksi imenuje ortofoto. Iz ortofota se nato v drugi fazi pridobijo in predstavijo različne merske informacije (Gorjup, 2001).



Slika 1: Princip enoslikovne metode (Kosmatin Fras, 1996, str. 24)

3.1.2 Dvoslikovne metode

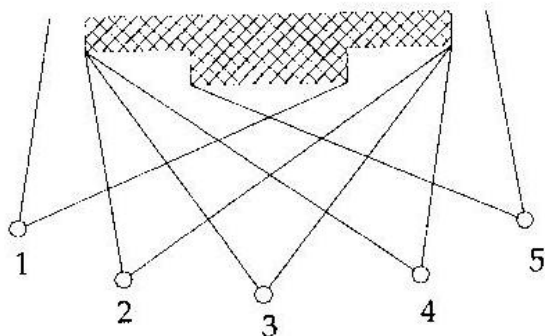
Na podlagi dveh posnetkov istega objekta, ki sta narejena iz dveh različnih stojišč, lahko določimo prostorsko lokacijo točk objekta v objektnem koordinatnem sistemu. Posnetka imenujemo stereopar, le-ta pa omogoča stereoeфекt, ki je osnova za merjenje (Gorjup, 2001). Posnetka morata imeti najmanj 50% preklap detajla (Kosmatin Fras, 1996).

Kosmatin Frasova v svojem delu (1996) po Weimannu (1988) navaja naslednje napotke glede razmerja med dolžino baze in oddaljenostjo od objekta:

- 1:10 za močno razgibane objekte,
- 1:4 za srednje razgibane objekte,
- 1:2 za skoraj nerazgibane objekte.

3.1.5 Večslikovne metode

Pri večslikovni metodi gre za prostorske bloke posnetkov, ki so lahko sestavljeni iz stereoparov ali posameznih posnetkov. Prikaz slikovnega bloka vidimo na sliki 2. Če so sestavni deli blokov stereopari, moramo med snemanjem paziti, da izpolnimo pogoje, ki so potrebni za stereoeфекt. Pri posameznih posnetkih pa se stereoeфекtu zavestno odpovemo. Pomembno je, da se žarki homolognih točk sekajo pod kotom, ki je čim bližje pravemu kotu. Paziti moramo tudi, da je isti detajl na vsaj dveh posnetkih, da ne pride do morebitnih lukenj, zato je zelo pomembno načrtovanje snemanja. Planiranje izvedemo tako, da si ogledamo objekt ter okolico in na podlagi zbranih podatkov ocenimo najprimernejša mesta za snemanje. Posebej se posvetimo tudi mestom, ki so kritična in bi lahko nastale morebitne težave (Kosmatin Fras, 1996).



Slika 2: Princip večslikovne metode (Kosmatin Fras, 1996, str. 25)

3.2 Fotogrametrična oprema

Glavna komponenta fotogrametrične opreme je fotoaparati. Fotoaparati sestavljata dva osnovna dela, in sicer objektiv s centrom projekcije in ohišje, kot nosilec za film oz. digitalni senzor. Od kvalitete teh delov je odvisna natančnost perspektivne preslikave. Obvezna sestavna dela fotoaparata pa sta še zaklop in zaslonka, s katerima uravnavamo količino in jakost svetlobe, ki pade na slikovno ravnino (Gorjup, 2001).

3.2.1 Merski in delno merski fotoaparati

Merski fotoaparati so posebna vrsta fotoaparata, ki so konstruirani za namen fotogrametričnega snemanja. Ti fotoaparati so robustni in stabilni. Njihova najpomembnejša lastnost pa je ta, da imajo kalibrirane vrednosti notranje orientacije (Kosmatin Fras, 1996). Analogni merski fotoaparati imajo za ta namen v slikovni okvir vgrajene mehanizme, ki omogočajo, da se pri fotografiranju objekta na fotografski film preslikajo tudi robne marke (Gorjup 2001). Robne marke na analognem posnetku definirajo slikovni koordinatni sistem. Pri digitalnih fotoaparatih mark ni, saj se uporablja pikselni koordinatni sistem (Kosmatin Fras, 2011).

Delno merski fotoaparati so dejansko nemerski fotoaparati, ki so posebej prilagojeni. Imajo stabilnejšo notranjo orientacijo, kvalitetnejše objektivne, možnost analitičnega upoštevanja neravnosti slikovne ravnine, po navadi pa imajo tudi možnost fiksiranja ostrenja na neskončno (Kosmatin Fras, 2011).

3.2.2 Nemerski fotoaparati

Na tržišču je tudi dobra ponudba digitalnih fotoaparata. Za razliko od merskih digitalnih fotoaparata imajo nemerski spremenljivo optiko in nestabilne ter neznane elemente notranje orientacije. Elemente notranje orientacije in geometrična popačenja posnetkov lahko na dokaj enostaven način določimo s kalibracijo digitalnega fotoaparata. Predvsem v bližnjefotogrametriji so zanimivi zaradi cenovne dostopnosti, enostavne izdelave posnetkov, enotno opredeljenega slikovnega koordinatnega sistema, ki ga določa matrika slikovnih elementov in vse večje geometrične ločljivosti (Grigillo, 2003).

Kalibracijo digitalnega fotoaparata je priporočljivo izvajati med samim projektom fotografiranja. Izvede se jo lahko s pomočjo testnega polja, ki se ga lahko enostavno nese s seboj na teren. Testno polje predstavlja ravnina, na kateri je nanosena mreža točk, ki ima znane koordinate. S pomočjo merjenih slikovnih koordinat ter znanih koordinat točk na testnem polju, se lahko izračuna parametre notranje orientacije (Grigillo, 2003).

3.3 Uporaba nizkocenovne opreme v fotogrametriji

Kot smo že opisali v prejšnjih poglavjih, obstaja kar nekaj načinov in metod zajema podatkov o objektih. Večina teh metod pa je relativno dragih, saj potrebujejo drago profesionalno opremo, ki daje kvalitetne rezultate le, če z njo rokuje usposobljen operater. Obstajajo pa tudi drugačne, cenejše metode, ki omogočajo zajem podatkov po metodi analitične rekonstrukcije posameznih točk objekta iz preseka slikovnih žarkov iz več posnetkov. Eden izmed nizkocenovnih programov je PhotoModeler. Za zajem podatkov pa lahko uporabimo običajne nemerske digitalne fotoaparate (Dobričič, Kosmatin Fras, 2006).

3.3.1 PhotoModeler

PhotoModeler je programski paket kanadskega podjetja EOS Systems, ki deluje po večslikovni metodi analitične rekonstrukcije posameznih točk objekta iz presekov slikovnih žarkov iz več posnetkov. Program je znan tudi kot nizkocenovni 3D – merski sistem. S pomočjo programa se lahko izdelata merski trirazsežni model (Dobričič, 2005).

Osnovni pogoj pri programu PhotoModeler je ta, da je treba objekt fotografirati iz različnih stojišč, pri čemer se mora posamezni detajl pojaviti na več posnetkih. Nato uporabnik v programu s pomočjo vmesnika označuje pomembne točke za izgradnjo modela, program pa s posebnim algoritmom iz teh točk in informacij na posnetkih zgradi model objekta v treh dimenzijah. Bolj podrobno je program opisan v Dobričič (2005).

4 PRAKTIČNI DEL

4.1 Predstavitev objektov

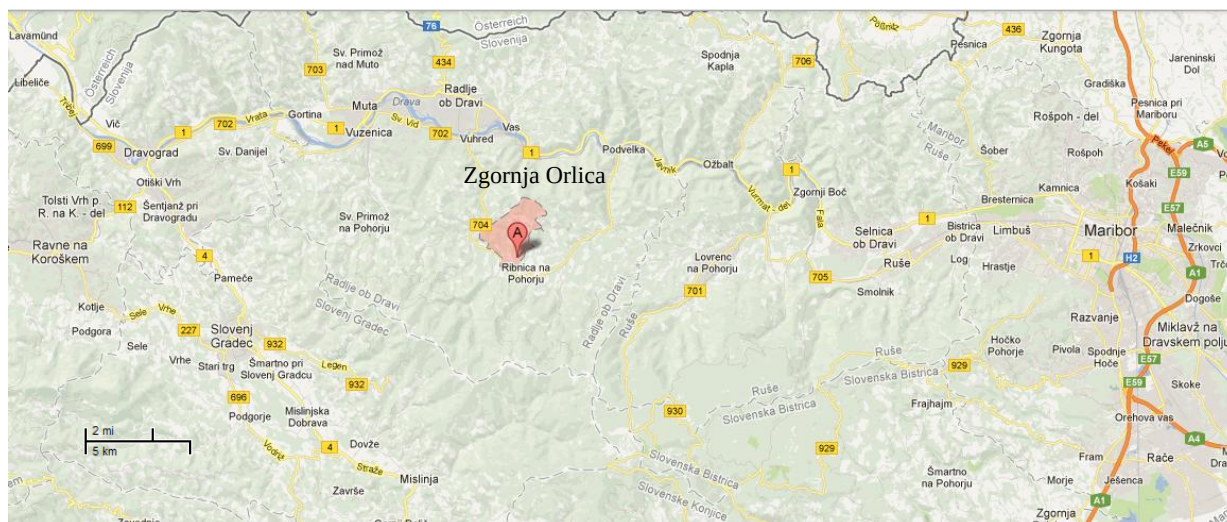
Domačijo Sgerm sestavlja več objektov. Dokumentirali smo stanovanjsko stavbo, kaščo, ki ima spodaj klet ter hlev, ki ima nad sabo še skedenj. V nalogi bomo za slednjega uporabljali izraz hlev, za klet s kaščo pa kašča. Objekti so v tlorisu prikazani na sliki 4.

Kmetija Sgerm se nahaja v naselju Zgornja Orlica, v občini Ribnica na Pohorju. Naselje je nastalo leta 1994, ko se je Orlica razdelila na Zgornjo in Spodnjo Orlico. Zgornja Orlica je razloženo naselje, ki leži na severnem delu Pohorja. Obsega ozemlje med zgornjima tokoma potokov Vuhreščica in Šošnarjev potok ter Lovrenško-Ribniškim podoljem. Na hribovitem, večinoma gozdnatem svetu prevladujejo predvsem samotne kmetije (Krajevni leksikon Slovenije, 1980). Makrolokacija kmetije je prikazana na sliki 3, mikrolokacija pa na sliki 4.

Kot smo že omenili v poglavju 2.4, se kmetija nahaja na stičišču Koroške in Dravske arhitekturne regije, zato se na objektih kažejo značilnosti obeh. Kmetija spada v gručast tip, kar pomeni, da je sestavljena iz različno velikih objektov, ki ležijo v gruči. Takšen tip je značilen za kmetije na razgibanih območjih obeh arhitekturnih regij. Gruča kmetije Sgerm je prikazana na sliki 4.

Oblika hiše je široko podolgovata, kar je značilnost Koroške arhitekturne regije. Streha je dvokapnica s čopi, kar se pojavlja v obeh arhitekturnih regijah, vendar so v Koroški arhitekturni regiji hiše krite s škodli, Sgermova hiša pa je krita z zareznički, ki so značilni za Dravsko arhitekturno regijo. Kritina hiše je prikazana na sliki 7. Značilnosti Dravske arhitekturne regije je tudi likovno oblikovanje stavbe, saj je za objekte značilno malo okrasja. Okrasje se pojavi le na ograji balkona na zahodni fasadi, ki predstavlja novejši del objekta. Tako okrašene lesene ograje pa so značilne za Koroško arhitekturno regijo. Ograja je prikazana na sliki 5.

Zanimiv element, ki je značilnost Koroške arhitekturne regije pa vsebuje hlev. Vhod v zgornji del stavbe, torej senik, ima v zgornji etaži (Foški, 2012). To je omogočalo kmetom, da so seno pripeljali skoraj do prostora za shranjevanje le-tega in jim ni bilo treba seno prekladati v zgornjo etažo. Nadvoz je prikazan na slikah 6 in 26.



Slika 3: Makrolokacija Zgornje Orlice, prikazana na Googlovi karti



Slika 4: Prikaz kmetije Sgerm na ortofotu (261-stanovanjska stavba, 262-kašča, 264-hlev)



Slika 5: Zahodna stena hiše z ograjo balkona



Slika 6: Nadvoz v skedenj

4.1.1 Predstavitev objektov v letnicah

Povzeto po pisnem izročilu lastnikov kmetije, so pomembne letnice naslednje:

- 1844 - zgrajena klet, nad njo pa kašča. Do danes je samo del original, drugo je bilo prenovljeno,
- 1874 - se začne graditi zidan in obokan hlev, gradijo ga furlanski zidarji. Ob hlevu sta bili uti, in sicer vozna in steljska, nad utama pa sta bili parni, vmes pa levi in desni skedenj, z drsnimi vrati,
- 1884 - so podrli lesene stene hiše, razen oboka in kuhinje, ki sta bila zidana ter zgradili novo hišo, pretežno iz kamna. Ostrešje, ki je bilo prepojeno z dimom in popolnoma zdravo, so prestavili na novo zidovje in še danes služi svojemu namenu,
- 1904 - preurejena dimnica, vgradijo sodobni štedilnik,
- 1913 - zgrajen novi most na peter/svisle (skedenj),
- 1947/1948 - prezidajo staro hišo,
- 1950 - napravijo kopalnico v hiši,
- 1953 - napeljejo elektriko v hišo, hlev,
- 1962 - zgradili nov vodovod nad hišo,
- 1964 - zgorela kašča,
- 1970 - obnovili kuhinjo,
- 1974 - prezidava hleva in njegova preureditev,
- 1977 - porušili zahodno polovico hiše, betonirali temelje s kletjo, dimnikom, jo dozidali v surovem stanju, prekrili s streho. Delo končali do 1982, zgornje prostore do 1983.

Na podlagi zgoraj naštetih dejstev lahko ugotovimo, da je bil najstarejši objekt hiša, ki je bila sprva lesena. Leta 1884 so jo prezidali, kar je verjetno posledica novega stavbnega reda, o katerem govorim že v poglavju 2.3.2. Pri prenovi so ohranili ostrešje, vendar je del tega propadel pri poružitvi zahodne polovice hiše, vzhodna polovica ostrešja pa se je ohranila vse do današnjih dni. Vzhodni del strehe je prikazan na sliki 7.



Slika 7: Vzhodni del hiše, kjer se vidi tudi oblika ostrešja in tip kritine

Tudi pri kašči najdemo nekatere dele, ki so še iz leta 1844, ko je bila zgrajena. Na žalost je leta 1964 zgorela, zato ni ohranjenih več delov. Na sliki 8 je prikazan vzhodni del kašče, ki vsebuje nekatere elemente oblikovanja prvotne kašče.



Slika 8: Vzhodni del kašče, katere notranjost vsebuje elemente iz časov graditve

Hlev so pričeli graditi leta 1874, vendar je bil leta 1974 prezidan in preurejen. Prav tako kot pri hiši in kašči, so se tudi pri hlevu ohranili nekateri elementi iz časov zidanja hleva. Hlev se mi zdi zaradi svoje

veličine ter razgibanosti najzanimivejši in najpomembnejši objekt. Zanimivega ga dela način gradnje, saj je hlev zidan, nad hlevom pa je senik izdelan iz lesa, v katerega so vrezane posebne zračne line. Posebej zanimiv je nadvoz, ki sem ga omenjal že v poglavju 4.1. Na sliki 9 je prikazana severovzhodna stran hleva.



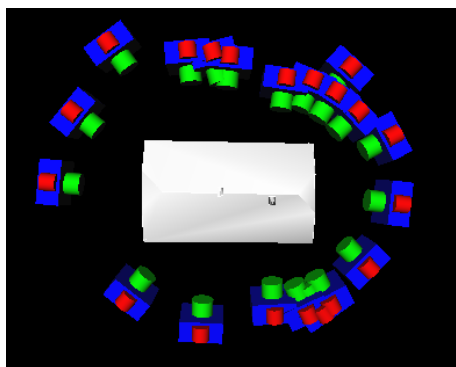
Slika 9: Del hleva, kjer so vidni tramovi in majhne zračne odprtine, ki bi lahko izvirale iz časov nastanka hleva

4.2 Fotogrametrični zajem podatkov

Pri svojem delu smo uporabljali fotoaparater Nikon D5100, ki je digitalni fotoaparat z zrcalno refleksnim objektivom. Ima 16,2 milijona efektivnih slikovnih točk na CMOS slikovnem senzorju velikosti 23,6 mm x 15,6 mm. Kalibrirali smo ga s pomočjo PhotoModelerjevega testnega polja ter s pomočjo samega programa PhotoModeler 5.0. Kalibracijsko polje je prikazano na sliki 13.

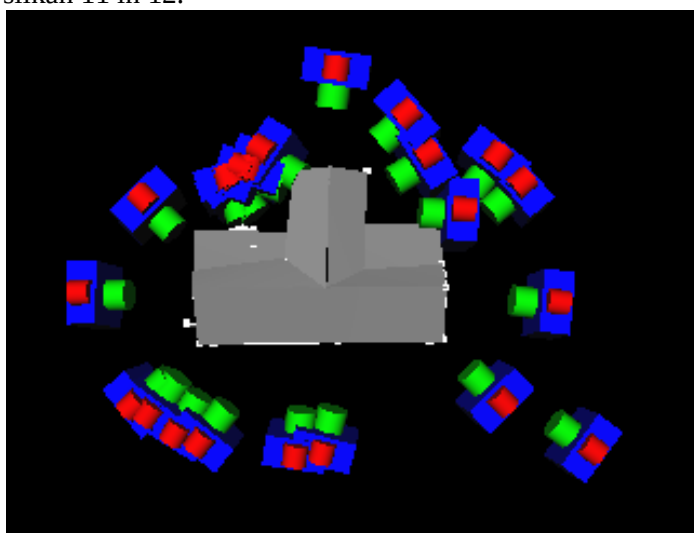
Pred fotogrametričnim zajemom podatkov smo si nekaj dni prej ogledali teren. Pri ogledu smo bili pozorni na lego vseh treh objektov v prostoru ter na morebitne ovire, na katere bi naleteli pri zajemanju podatkov ter na detajle, ki bi nam bili v pomoč pri orientiranju fotografij v samem postopku računalniške obdelave podatkov. Ugotovili smo, da na najboljši lokaciji za fotografiranje stoji hiša, saj okoli nje ni bilo večjih ovir. Na nekoliko slabših lokacijah sta hlev in kašča, ker so v neposredni bližini posajena drevesa, ki bi lahko onemogočala zajem nekaterih delov objektov. Ugotovili smo tudi, da bomo morali objekte fotografirati v dveh različnih časovnih obdobjih, saj nekatere dela stavb sonce osvetli šele proti večeru, prej pa so premalo osvetljeni za kvalitetne posnetke.

Po ogledu terena smo pripravili plan snemanja. Odločili smo se, da bomo prvo serijo posnetkov opravili v dopoldanskem času, drugo serijo pa v pozno popoldanskem času. Načrtovali smo, da bomo stanovanjsko hišo zajeli s fotografiranjem po metodi prstana, kar pomeni, da objekt snemamo z določene oddaljenosti in se premikamo po navideznem krogu in pri tem dobimo vse fotografije v približno enakem merilu (Dobričič in Kosmatin Fras, 2006). Položaji fotoaparata pri nastanku posameznih fotografij stanovanjske hiše so prikazani na sliki 10.

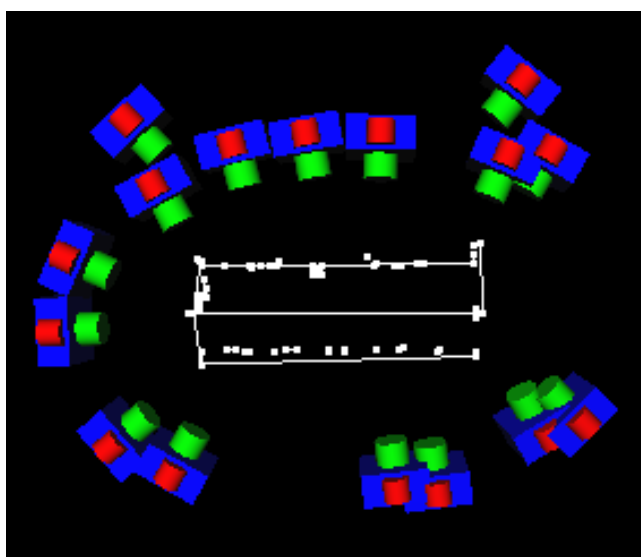


Slika 10: Stojišča fotoaparata pri snemanju stanovanjske hiše

Pri fotografiranju kašče, ki je ozka in dolga, ter hleva, ki je nepravilne oblike, pa smo se odločili za metodo dveh prstanov. Pri metodi dveh prstanov se premikamo po dveh krogih, ki sta ekscentrična glede na objekt. Rezultat so posnetki, ki celostno pokrijejo objekt, zaradi krajših razdalj pa lažje določimo detajle (Dobričič in Kosmatin Fras, 2006). Primera metode dveh prstanov sta prikazana na slikah 11 in 12.



Sliki 11: Stojišča fotoaparata pri snemanju hleva



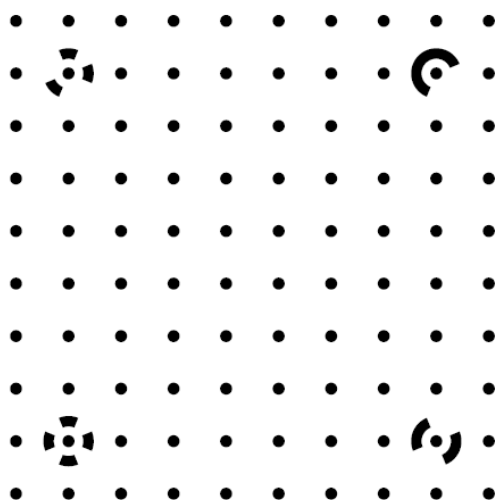
Sliki 12: Stojišča fotoaparata pri snemanju kašče

Pred samo izvedbo fotografiranja smo določili še nastavitve fotoaparata. Pri tem smo si pomagali z diplomsko nalogo Kocjančiča (2012). Nastavili smo naslednje fotografske parametre:

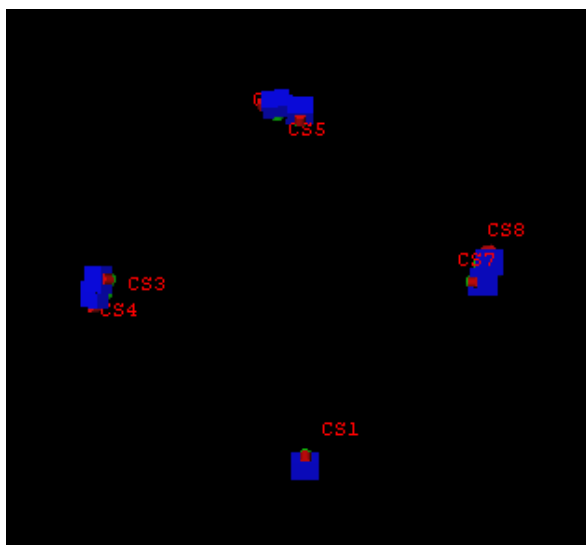
- goriščno razdaljo (zoom privit do konca, kar je pomenilo vrednost okoli 18,5 mm, objektiv smo nato fiksirali s pomočjo lepilnega traku),
- odprtost zaslone (f/9),
- ISO vrednost občutljivosti senzorja (200),
- čas osvetlitve (je edini parameter, ki se med fotografiranjem lahko spreminja, pri fotografiranju smo uporabljali čas osvetlitve med 1/100 s in 1/1000 s).

Fotografiranje objektov je potekalo brez večjih težav. Slednje so se pojavljale le na mestih, kjer smo jih že predhodno predvideli, kar pomeni, da so drevesa oteževala ali celo onemogočala zajem določenih delov stavb.

Po končanem fotografiranju stavb smo za potrebe kalibracije fotoaparata fotografirali še kalibracijsko polje, ki je prikazano na sliki 13. Kalibracijsko polje smo poslikali tako, da smo ga položili na ravno podlago in naredili osem fotografij. Fotoaparati smo imeli tačas na stativu. Najprej smo poslikali kalibracijsko polje tako, da smo imeli fotoaparati vzporedno s prvo stranico polja. Nato smo fotoaparati zasukali za 90 stopinj, tako da je bil v pokončni legi. Ta postopek smo ponovili še za preostale tri stranice. Položaji fotoaparata, pri zgoraj opisanem postopku, so prikazani na sliki 14.



Slika 13: Kalibracijsko polje programa PhotoModeler 5.0



Slika 14: Položaji fotoaparata pri fotografiranju kalibracijskega polja

4.3 Računalniška obdelava podatkov

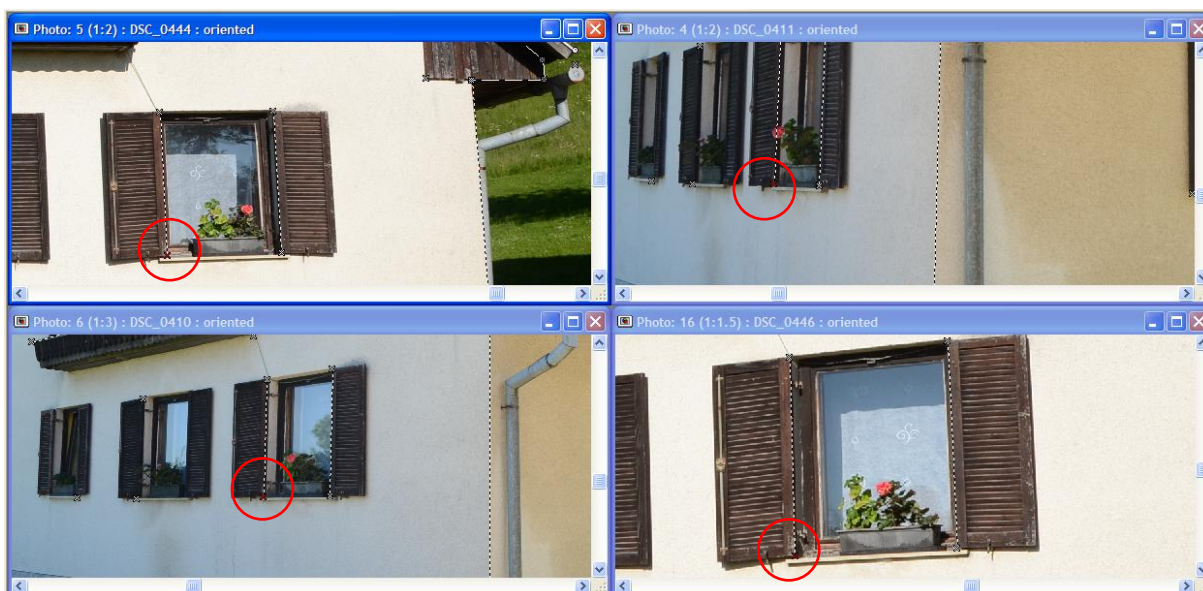
Po prenosu fotografij, ki so bile v formatu JPEG, na računalnik, je sledilo delo v programu PhotoModeler, verzija 5.0.

V omenjenem programu smo najprej opravili izračun parametrov notranje orientacije fotoaparata. Naložili smo fotografije kalibracijskega polja, nato pa je program avtomatsko izračunal parametre. Izmed osmih naloženih fotografij, jih je bilo sedem dobrih, ena pa se pri izračunu ni upoštevala. Rezultat postopka je kalibracijsko poročilo z izračunanimi parametri in njihovo natančnostjo, napakah kalibracije ter podatke o kakovosti fotoaparata, fotografij in avtomatskem označevanju mark kalibracijskega polja na fotografijah (Kocjančič, 2012).

Kalibracijsko poročilo je razdeljeno na tri sklope. Prvi sklop se imenuje »Total error.« V njem so podane vrednosti dobljene napake pri izračunu vseh parametrov. Drugi sklop je »Precisions / Standard deviations.« V tem delu so prikazane vrednosti parametrov fotoaparata, ki jih je program izračunal v postopku kalibracije. V zadnjem delu »Quality« pa je podana splošna kakovost kalibracije. Kalibracijsko poročilo je v prilogi 1.

Po uspešno izvedeni kalibraciji je sledilo delo s fotografijami. V programu PhotoModeler je bilo treba ustvariti nov projekt, določiti fotoaparat ter uvoziti fotografije. Odločili smo se za izdelavo trirazsežnih modelov vseh treh objektov. Tako smo pri izdelavi modela stanovanjske stavbe uporabili 20 fotografij, modela kašče 16 ter modela hleva 24 fotografij.

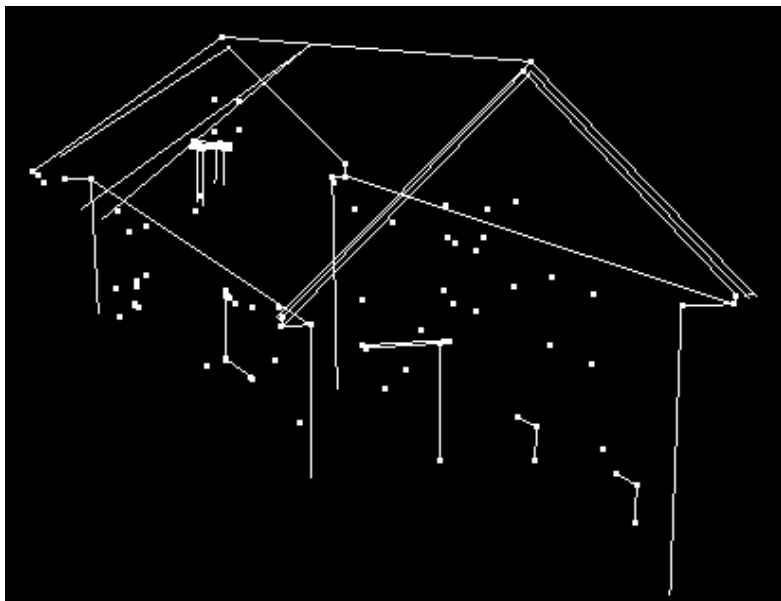
V program je smiselno uvoziti manj fotografij naenkrat, nato označiti homologne točke ter fotografije orientirati, šele nato pa uvoziti nove fotografije. Pri postopku orientacije fotografij določimo položaj fotoaparata za posamezni posnetek v času zajema le-tega. Orientacijo izvedemo tako, da na različnih posnetkih označimo iste točke (iste detajle) ter nato sprožimo postopek orientacije. Tako dobimo relativni položaj dveh fotografij. Pri postopku orientacije program naredi tudi poročilo o orientaciji posnetkov, kjer je navedena natančnost orientacije ter podatki o položaju posameznih fotografij. Detajl, označen na več fotografijah, je prikazan na sliki 15.



Slika 15: Isti detajl, označen na več fotografijah, v programu PhotoModeler

Potem ko smo orientirali vse fotografije, smo se lotili izdelave trirazsežnega modela objekta. Pri tem smo si pomagali z detajlnimi točkami, ki smo jih povezali z linijami. Pri gradnji modela smo si pomagali še z robovi, saj je okrog objektov trava, ki nam je onemogočala označitev homolognih točk

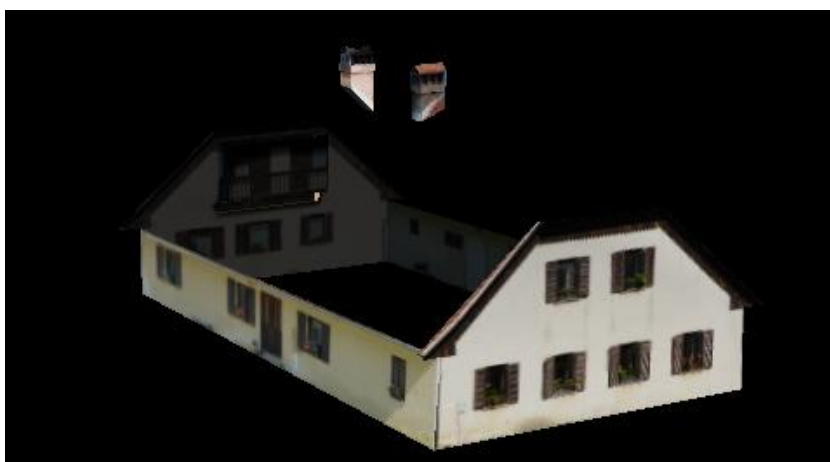
prav pri tleh in tako nismo mogli napeti linij. Točke, linije in robovi so tvorili žični model. Primer žičnega modela kašče je prikazan na sliki 16.



Slika 16: Žični model kašče

Žični model je možno še nadgraditi, in sicer tako, da mu dodamo še ploskve. Ploskve smo na objekt napeli s pomočjo stranic in robov. Ko smo imeli vse predvidene ploskve objekta, smo ustvarili še realen prikaz le-teh. To smo storili s pomočjo dodajanja materialov v pogovornem oknu materiali. Za posamezno ploskev smo določili fotografijo ali nabor fotografij, ki naj jih program uporabi pri izdelavi teksture. Rezultate postopka smo si ogledali v trirazsežnem pregledovalniku programa, kjer smo v nastavitvah označili, naj prikazuje ploskve s kvalitetnimi teksturami. V primerih, ko fasade niso bile dovolj dobre, smo naknadno uvozil še dodatne fotografije ter jih orientirali in rezultat je bil boljši.

Ko je bil model končan, mu je bilo treba določiti še merilo in orientacijo v prostoru. Najprej smo določili linijo, ki smo jo izmerili na terenu ter ji nato pripisali izmerjeno vrednost. Objekt pa smo orientirali tako, da smo na njem določili dve osi koordinatnega sistema. Osi smo izbrali v smeri vogalov objekta, tako da je bila tudi lažja izdelava ortofotov fasad. Primer trirazsežnega modela hiše je viden na sliki 17.



Slika 17: Primer trirazsežnega modela hiše

Po izdelavi modelov smo izdelali še ortofote fasad. Za vsak objekt smo izvozili po 4 ortofote fasad, ki smo jih morali pri hlevu zaradi kompleksnosti stavbe ter boljše preglednosti, v programu za obdelovanje slik, dodatno razrezati še na več delov. Ortofote smo izvozili z ukazom »Export Ortho

Photo.« Odprlo se je pogovorno okno, kjer smo najprej izbrali, naj se ortofoto naredi na podlagi površin, obarvanih s predhodno določeno teksturo. V drugem segmentu pogovornega okna smo izbral projekcijsko ravnino. Projekcijska ravnina je bila za vsakega izmed štirih ortofotov posameznega objekta druga, saj smo morali zajeti štiri različne fasade. V tretjem segmentu smo izbrali metodo prevzorčenja ortofota. Izbrali smo bikubično, ki je bila že prednastavljena. V zadnjem segmentu pa smo določili število slikovnih elementov, ki jih naj vsebuje ortofoto. Izbrali smo opcijo 100 slikovnih elementov na meter fasade.

4.4 Izdelki

Prvi izmed naših izdelkov so bili trirazsežni modeli stavb. Izdelali smo modele vseh treh objektov. Nekaj težav smo imeli pri realističnem prikazu zahodne stene kašče, kjer nam je pot do dobrih posnetkov zapiralo drevo ter pri strehi hiše ter hleva, kjer zaradi pomanjkanja prostora pri hiši in drevesa pri hlevu nismo uspeli narediti dovolj dobrih fotografij za uspešno izvedenotenje tekstur v programu. Na slikah 18, 19 in 20 prikazani trirazsežni modeli hiše, kašče ter hleva.



Slika 18: Trirazsežni model hiše

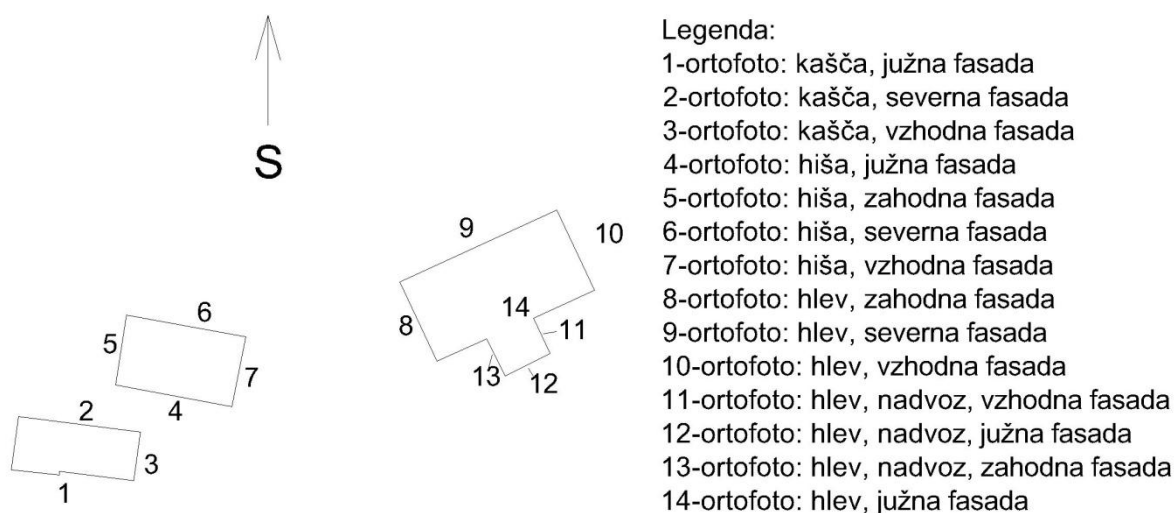


Slika 19: Trirazsežni model kašče



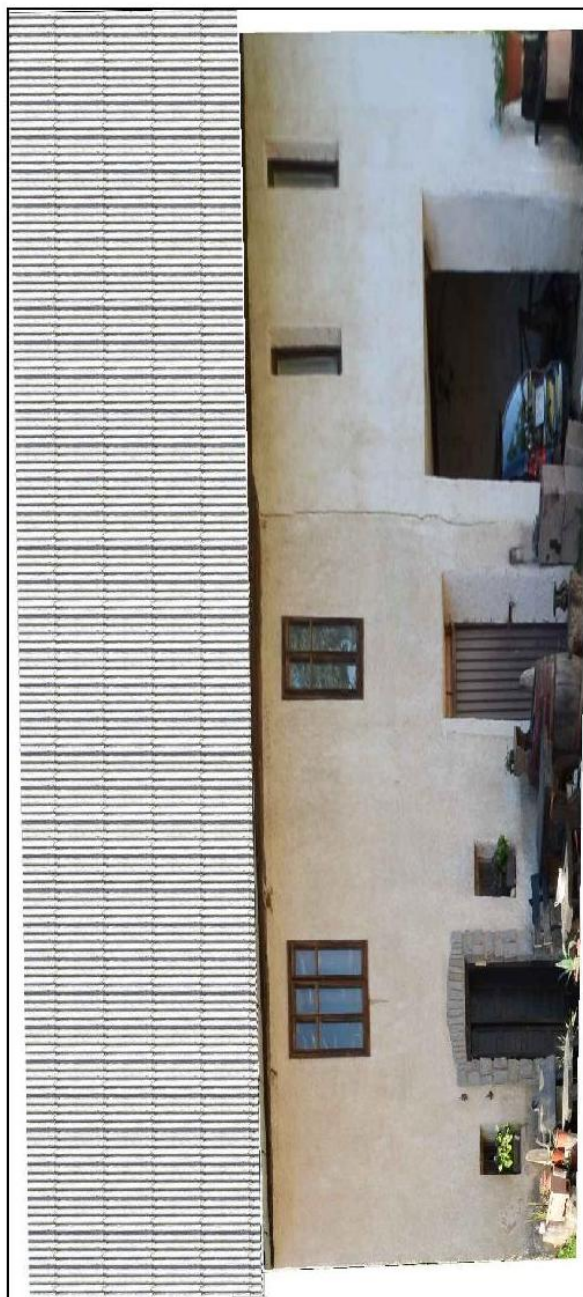
Slika 20: Trirazsežni model hleva

Izdelali smo tudi 14 ortofotov fasad, ki smo jih ustrezno opremili s potrebnimi podatki. To smo storili v programu AutoCad. Fasadam smo dodali naslov in merilo. Primer ustrezno opremljenega ortofota vidimo na slikah 22 in 23, kjer sta prikazani severna fasada kašče ter severna fasada stanovanjske hiše, ostali ortofoti so v prilogi 2. Na sliki 21 pa lahko vidimo položaj vseh fasad na objektih. Iz slike 21 je razvidno, da med ortofoti fasad ni zahodne fasade kašče. Te nismo mogli izdelati zaradi drevesa, ki je zakrivalo pogled na fasado ter nam tako onemogočalo posneti ustrezne fotografije. Merilo, ki je dodano ortofotu fasade, je grafično. Če bi takšen ortofoto natisnili na list formata A4, bi bila fasada približno v merilu 1:110, če pa bi ga natisnili na list formata A3, pa bi to merilo znašalo približno 1:80.



Slika 21: Lega ortofotov fasad na objektih

Na slikah 22 in 23 se vidi, da sta strehi stavb dodani naknadno. Za ta korak smo se odločili, ker nismo mogli posneti dovolj kvalitetnih slik streh za dober realistični prikaz. Takšne strehe smo ustvarili s pomočjo programa za obdelovanje slik, in sicer s pomočjo tekstur. Teksture smo naredili sami, tako da smo iz fotografij stavb izrezali delček strehe, program pa jih je nato razporedil po celotni označeni površini. Za teksturo strehe pri hlevu in kašči smo izrezali delček salonitne kritine, za teksturo strehe pri stanovanjski stavbi pa smo izrezali del glinenih strešnikov (zareznikov). Na slikah 24, 25 in 26 so fotografije vseh treh objektov, kjer se vidi dejanski izgled vseh treh streh. Na slikah 24 in 26 je prikazana salonitna strešna kritina, na sliki 25 pa kritina iz glinenih strešnikov.

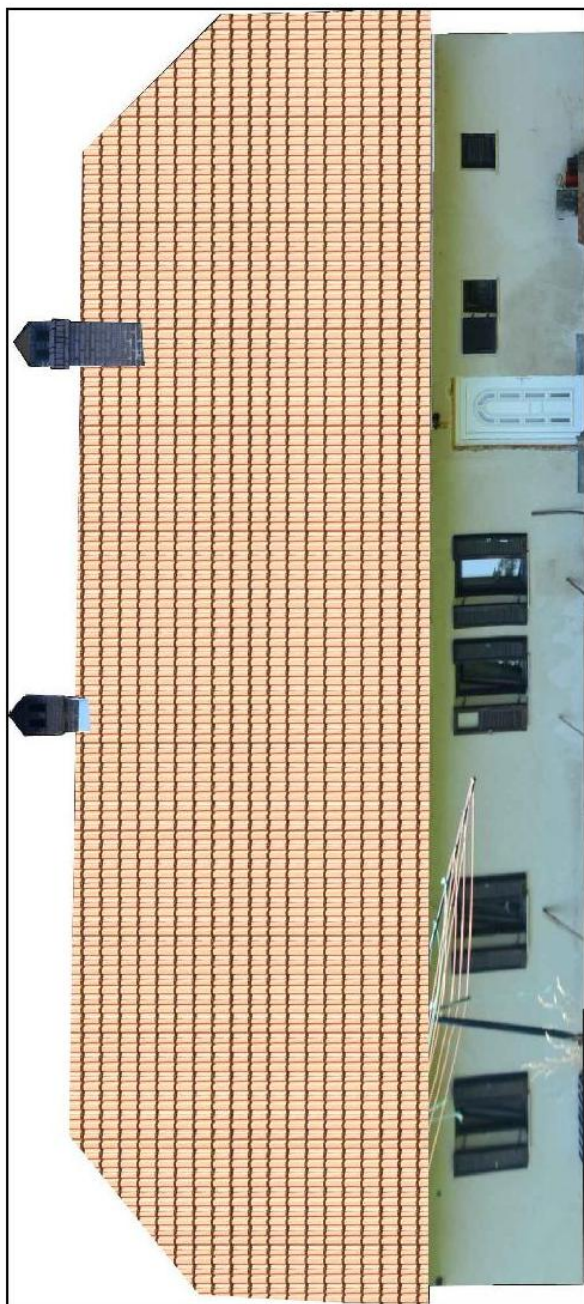


2-ortofoto:
kašča, severna
fasada

Merilo:



Slika 22: Primer ortofota, severna fasada kašče



6-ortofoto:
hiša, severna
fasada

Merilo:
0 4 m

Slika 23: Primer ortofota, severna fasada stanovanjske hiše



Slika 24: Fotografija kašče



Slika 25: Fotografija hiše



Slika 26: Fotografija hleva

5 ANALIZA NATANČNOSTI

Pri geodeziji je zelo pomembno, da izdelku opredelimo še natančnost oziroma točnost. Za oceno naših izdelkov smo primerjali izbrane dolžine, ki smo jih izmerili v naravi z merskim trakom in v grafičnem orodju še na modelu. Na podlagi teh meritev smo izračunali absolutne vrednosti razlik razdalj (odstopanja). Odstopanja so podana v tabeli 1, linije pa so označene na sliki 27.

KAŠČA			
Številka linije	Merjena dolžina v naravi [m]	Dolžina v modelu [m]	Odstopanje [m]
1	1,28	1,28	0,00
2	1,72	1,69	0,03
3	1,15	1,15	0,00
4	1,30	1,30	0,00
5	1,21	1,20	0,01
6	1,86	1,85	0,01
7	0,80	0,80	0,00
8	0,66	0,66	0,00
9	0,90	0,94	0,04
10	0,66	0,65	0,01
HIŠA			
Številka linije	Merjena dolžina v naravi [m]	Dolžina v modelu [m]	Odstopanje [m]
11	1,13	1,12	0,01
12	1,13	1,13	0,00
13	1,13	1,12	0,01
14	1,13	1,12	0,01
15	1,13	1,12	0,01
16	1,13	1,12	0,01
17	1,13	1,12	0,01
18	10,10	10,10	0,00
19	0,86	0,86	0,00
20	0,66	0,66	0,00
21	0,86	0,88	0,02
22	1,13	1,12	0,01
23	1,13	1,12	0,01
24	0,86	0,88	0,02
25	1,13	1,13	0,00
26	1,13	1,13	0,00
27	0,86	0,89	0,03
28	1,13	1,14	0,01
29	1,13	1,14	0,01
30	0,86	0,89	0,03
31	1,13	1,14	0,01
32	1,13	1,14	0,01
33	0,86	0,90	0,04
HLEV			
Številka linije	Merjena dolžina v naravi [m]	Dolžina v modelu [m]	Odstopanje [m]
34	2,39	2,39	0,00
35	1,20	1,20	0,00
36	1,02	1,02	0,00

37	0,70	0,71	0,01
38	0,65	0,65	0,00
39	0,84	0,85	0,01
40	0,70	0,72	0,02
41	0,68	0,69	0,01
42	0,76	0,80	0,04
43	0,64	0,67	0,03
44	0,97	0,97	0,00
45	0,61	0,63	0,02
46 (rob)	4,45	4,72	0,27

Preglednica 1: Prikaz kontrolnih meritev dolžin ter odstopanj

Na osnovi odstopanj med meritvami smo izračunali še povprečna odstopanja, kar pomeni, da smo vse vrednosti odstopanj pri posameznem objektu sešteli ter vrednost delili s številom merjenih linij na posameznem objektu. Pri kašči znaša povprečno odstopanje 0,01 m. Največje odstopanje med dvema meritvama pa znaša 0,04 m. Tudi pri hiši je prišla enaka vrednost povprečnega odstopanja in največjega odstopanja. Pri hlevu je bila vrednost povprečnega odstopanja ista kot v prejšnjih dveh primerih, s tem da pri izračunu povprečne vrednosti nismo upoštevali največjega odstopanja, ki je znašalo kar 0,27 m. Tako veliko odstopanje je posledica netočne vrednosti dolžine robu na hlevu. Linija, oziroma rob 46 se nahaja na južni strani hleva, kjer so bile razmere za fotografiranje težje in nisem uspel definirati toliko linij, zato smo definirali robove, ki pa so definirani manj natančno kot linije.

Na splošno menimo, da je povprečno odstopanje dolžin 0,01 m, glede na metodo, uporabljen instrumentarij in fotoaparater ter programska orodja, zelo dobra in popolnoma zadovolji potrebe natančnosti pri fotogrametričnem dokumentiranju objektov za namene, ki smo jih definirali v uvodnem delu diplomske naloge.





Slika 27: Skica izmerjenih linij na objektih

6 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo fotogrametrično dokumentirali kmetijo Sgerm, in sicer kaščo, stanovanjsko stavbo ter hlev, ki ima nad sabo še skedenj. Nastanek objektov seže v leto 1844, le da so bili le-ti kasneje še večkrat prenovljeni. Vsi objekti so bili tekom let nekoliko spremenjeni, vendar se na vsakem najde še kakšen originalen del. Menim, da je ravno zaradi starosti objektov in njihovega zanimivega izgleda, ki je mešanica značilnosti Koroške in Dravske arhitekturne regije, objekte vredno dokumentirati in jih tako ohraniti za prihodnje rodove.

Za dokumentiranje objektov smo uporabili fotoaparat Nikon D5100, trirazsežne modele pa smo izdelali s pomočjo programa PhotoModeler 5.0. Šlo je za večslikovno metodo, pri kateri je bilo pomembno, da so se na več posnetkih pojavili isti detajli. Posnetke smo nato orientirali, na posnetkih označili linije in robove ter tako dobili žične modele objektov. Med robovi in linijami smo nato definirali ploskve, ki so predstavljale zunanje stene objektov ter streho. Ploskve smo pobarvali še s teksturami, ki so se ustvarile iz posnetkov ter tako ustvarili realistični videz. Na koncu smo izdelali še ortofote posameznih fasad, kjer smo morali strehe naknadno pobarvati s programom za obdelovanje slik, saj zaradi različnih ovir nismo mogli narediti dovolj kvalitetnih posnetkov.

Rezultat mojega diplomskega dela so trije trirazsežni modeli objektov ter 14 ortotov fasad. Modelom smo določili tudi geometrijsko (relativno) natančnost, in sicer na osnovi primerjave dolžin, ki smo jih izmerili na modelih s pomočjo programa PhotoModeler ter dolžinami, ki smo jih izmerili na objektih z merskim trakom. Za vsak par meritev smo izračunali absolutno odstopanje. Za vsak objekt smo nato izračunali povprečno odstopanje in dobili vrednost 1 cm, kar je glede na metodo, instrumentarij in namen dokumentiranja zadovoljiv rezultat. Ortofoto fasade pa smo dodatno uredili, jih ustrezno opremili in jim določili še grafično merilo. V primeru, da ortofote fasad natisnemo na A4 format, so le-ti približno v merilu 1:110, če pa jih natisnemo na format A3 pa so približno v merilu 1:80. Vsi izdelani ortofoti fasad so prikazani v prilogi 2.

VIRI

Bric, V. 1996. Uporaba fotogrametrije pri izdelavi dokumentacije o objektih kulturne dediščine. Vestnik 15: 83-86

Deu, Ž. 2001. Stavbarstvo slovenskega podeželja: značilno oblikovanje stanovanjskih hiš. Ljubljana, ČZD Kmečki glas; 150 str.

Deu, Ž. 2006. Podeželske hiše na Slovenskem. Ljubljana, ČZD Kmečki glas; 80 str.

Dobričič L. 2005. Uporaba programa Photomodeler za izdelavo metričnih modelov stavb. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 106 str.

Dobričič, L., Kosmatin Fras, M. 2006. Izdelava metričnih modelov stavb z nizkocenovnim orodjem. Geodetski vestnik 50, 1: 25-36

http://www.geodetski-vestnik.com/50/1/gv50-1_025-036.pdf (Pridobljeno 16.5.2013.)

Durjava, M. 1986. Načela oblikovanja slovenskih kmečkih naselij in ljudske arhitekture. Maribor, Društvo arhitektov Maribor: 108 str.

Fister, P. 1993. Arhitekturne krajine in regije Slovenije. Ljubljana, Narodna in univerzitetna knjižnica: 245 str.

Foški, M. 2012. Urejanje podeželskega prostora. Gradiva iz predavanj za študijsko leto 2011/2012

Gabrijelčič, P., Fikfak, A. 2002. Rurizem in ruralna arhitektura. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za arhitekturo: 163 str.

Gorjup, Z. 2001. Temelji fotogrametrije in postopki izvedenosti. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 142 str.

Grigillo, D. 2003. Uporaba nemetričnih digitalnih fotoaparatorov v fotogrametriji. Geodetski vestnik 47, 3: 240-250

http://www.geodetski-vestnik.com/47/3/gv47-3_240-250.pdf (Pridobljeno 16.5.2013.)

International Society for Photogrammetry and Remote Sensing (ISPRS). 2013.

<http://www.isprs.org/documents/statutes12.aspx> (Pridobljeno 11.5.2013.)

Janežič, M. 1996. Izdelava tridimenzionalnih modelov objektov kulturne dediščine iz fotogrametrično zajetih podatkov. Vestnik 15: 57-69

Joksić, D.(prev.) 1990. Fotogrametrija / od Karl Kraus-a ; sa prilozima od Peter Waldhäusl-a ; preveo i pripremio za štampu Dušan Joksić. Knj. 1, Osnove i standardni postupci. Beograd, IRO Naučna knjiga: 346 str.

Kocjančič, M. 2012. Fotogrametrično dokumentiranje etnološke dediščine na primeru stavbe v Podgorju. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 38 str.

<http://drugg.fgg.uni-lj.si/id/eprint/3407> (Pridobljeno 23.5.2013.)

Kosmatin Fras, M. 1996. Arhitekturna fotogrametrija v spomeniškem varstvu - opis strokovnih metod in izdelkov za uporabnike. Vestnik 15: 19-29

Kosmatin Fras, M. 2011. Fotogrametrija. Gradiva iz predavanj za študijsko leto 2011/2012

Kosmatin Fras, M. 2004. Vpliv kakovosti vhodnih podatkov na kakovost ortofota. Geodetski vestnik 48, 2: 167-178

http://www.geodetski-vestnik.com/48/2/gv48-2_168-178.pdf (Pridobljeno 16.5.2013.)

Krajevni leksikon Slovenije. 1980, Ljubljana, Državna založba Slovenije.

Lazar, A. 2012. Sodobno tehnično dokumentiranje grajske arhitekture na primeru gradu Lož. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 112 str.

http://drugg.fgg.uni-lj.si/4099/1/GEV914_Lazar.pdf (Pridobljeno 23.5.2013.)

Šumrada, R. 2009. Trirazsežni pristopi za modeliranje stavb, mest in pokrajin. Geodetski vestnik 53, 4: 695-713

http://www.geodetski-vestnik.com/53/4/gv53-4_695-713.pdf (Pridobljeno 16.5.2013.)

Ta stran je namenoma prazna.

SEZNAM PRILOG

Priloga 1: Kalibracijsko poročilo parametrov notranje orientacije

Priloga 2: Ortofoti fasad

Priloga 3: Uporabljene fotografije

PRILOGE

Priloga 1: Kalibracijsko poročilo parametrov notranje orientacije

Status Report Tree

Project Name: Diplomska.pmr

Problems and Suggestions (0)

Project Problems (0)

Problems related to most recent processing (0)

Information from most recent processing

Last Processing Attempt: Fri Jun 21 08:26:37 2013

PhotoModeler Version: 5.2.3

Status: successful

Processing Options

Orientation: off

Global Optimization: on

Calibration: on (full calibration)

Constraints: off

Total Error

Number of Processing Iterations: 3

Number of Processing Stages: 2

First Error: 0.478

Last Error: 0.452

Precisions / Standard Deviations

Camera Calibration Standard Deviations

Camera1: Nikon D5100

Focal Length

Value: 18.633912 mm

Deviation: Focal: 0.002 mm

Xp - principal point x

Value: 12.209789 mm

Deviation: Xp: 0.003 mm

Yp - principal point y

Value: 7.885577 mm

Deviation: Yp: 0.003 mm

Fw - format width

Value: 24.149656 mm

Deviation: Fw: 9.2e-004 mm

Fh - format height

Value: 16.000000 mm

K1 - radial distortion 1

Value: 4.980e-004

Deviation: K1: 3.4e-006

K2 - radial distortion 2

Value: -2.587e-007

Deviation: K2: 7.5e-008

K3 - radial distortion 3

Value: 0.000e+000

P1 - decentering distortion 1

Value: 1.124e-005

Deviation: P1: 2.2e-006

P2 - decentering distortion 2

Value: 8.854e-006
Deviation: P2: 2.0e-006

Quality

Photographs

Total Number: 8
Bad Photos: 1
Weak Photos: 0
OK Photos: 7
Number Oriented: 7
Number with inverse camera flags set: 0

Cameras

Camera1: Nikon D5100
Calibration: yes
Number of photos using camera: 8

Point Marking Residuals

Overall RMS: 0.054 pixels
Maximum: 0.203 pixels
Point 193 on Photo 5
Minimum: 0.029 pixels
Point 62 on Photo 1
Maximum RMS: 0.117 pixels
Point 193
Minimum RMS: 0.019 pixels
Point 62

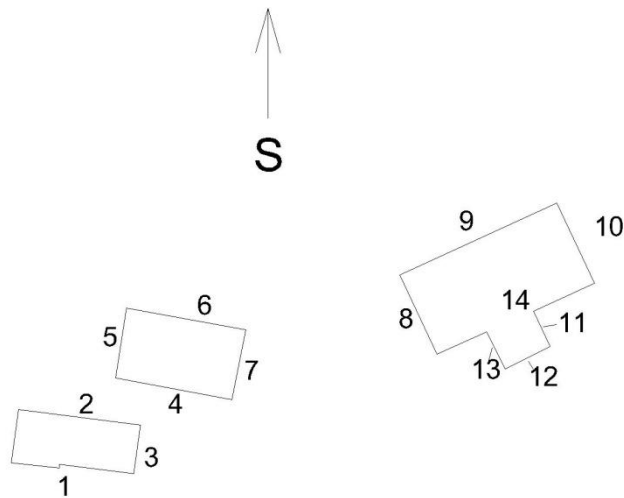
Point Tightness

Maximum: 0.00034 m
Point 91
Minimum: 5.4e-005 m
Point 62

Point Precisions

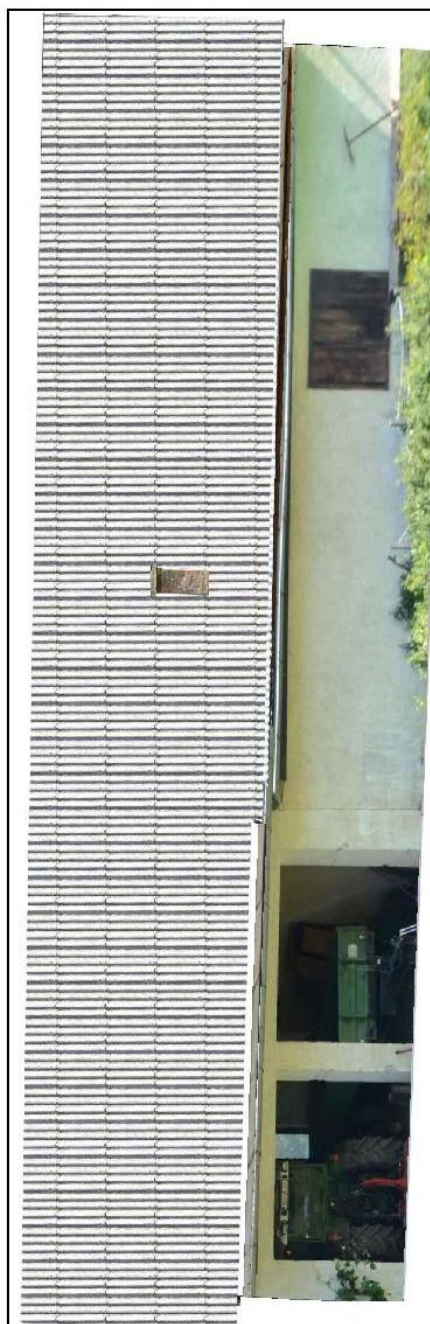
Overall RMS Vector Length: 4.83e-005 m
Maximum Vector Length: 6.94e-005 m
Point 90
Minimum Vector Length: 4.5e-005 m
Point 84
Maximum X: 3.4e-005 m
Maximum Y: 3.83e-005 m
Maximum Z: 4.68e-005 m
Minimum X: 2.27e-005 m
Minimum Y: 2.15e-005 m
Minimum Z: 3.16e-005 m

Priloga 2: Ortofoti fasad



Legenda:

- 1-ortofoto: kašča, južna fasada
- 2-ortofoto: kašča, severna fasada
- 3-ortofoto: kašča, vzhodna fasada
- 4-ortofoto: hiša, južna fasada
- 5-ortofoto: hiša, zahodna fasada
- 6-ortofoto: hiša, severna fasada
- 7-ortofoto: hiša, vzhodna fasada
- 8-ortofoto: hlev, zahodna fasada
- 9-ortofoto: hlev, severna fasada
- 10-ortofoto: hlev, vzhodna fasada
- 11-ortofoto: hlev, nadvoz, vzhodna fasada
- 12-ortofoto: hlev, nadvoz, južna fasada
- 13-ortofoto: hlev, nadvoz, zahodna fasada
- 14-ortofoto: hlev, južna fasada

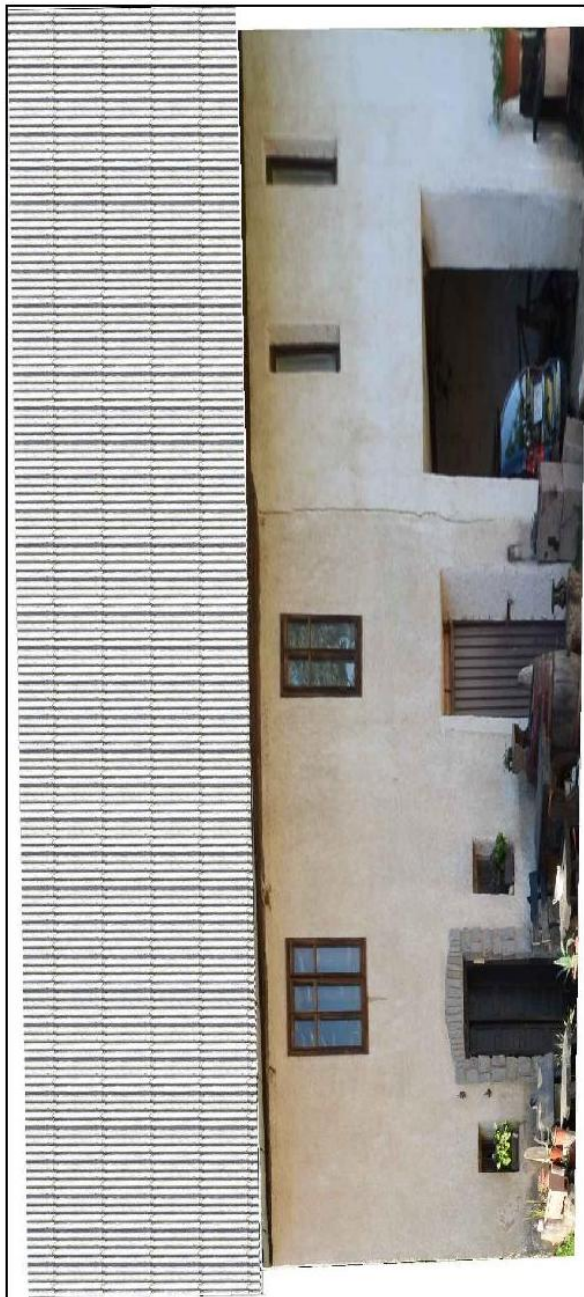


1-ortofoto:
kašča, južna
fasada

Merilo:

0 4 m

A horizontal scale bar with alternating black and white segments, indicating a length of 4 meters.

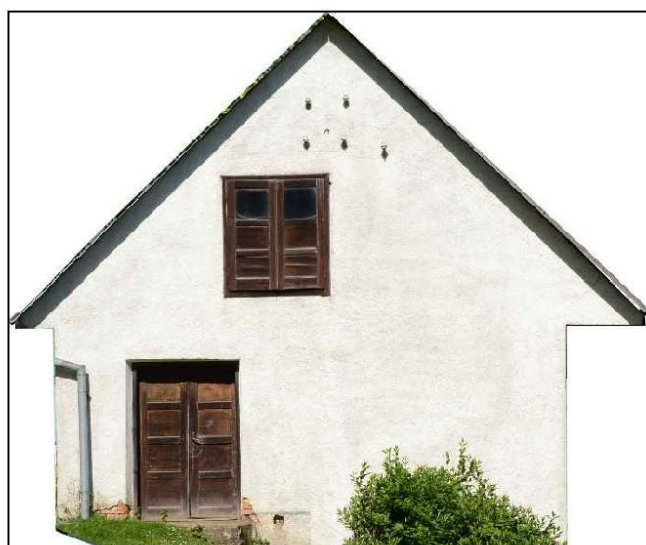


2-ortofoto:
kašča, severna
fasada

Merilo:

0 4 m

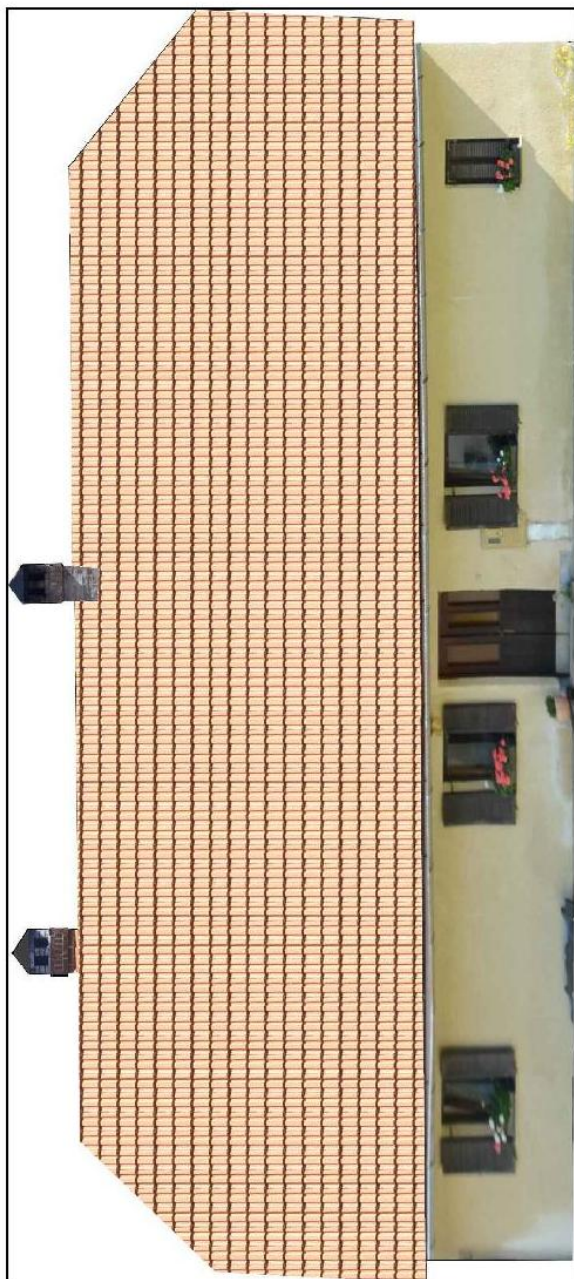
A scale bar with a black and white alternating pattern, indicating a length of 4 meters. The bar is positioned horizontally below the text 'Merilo:'. The numbers '0' and '4 m' are placed at the ends of the bar.



3-ortofoto:
kašča, vzhodna
fasada

Merilo:





4-ortofoto:
hiša, južna
fasada

Merilo:



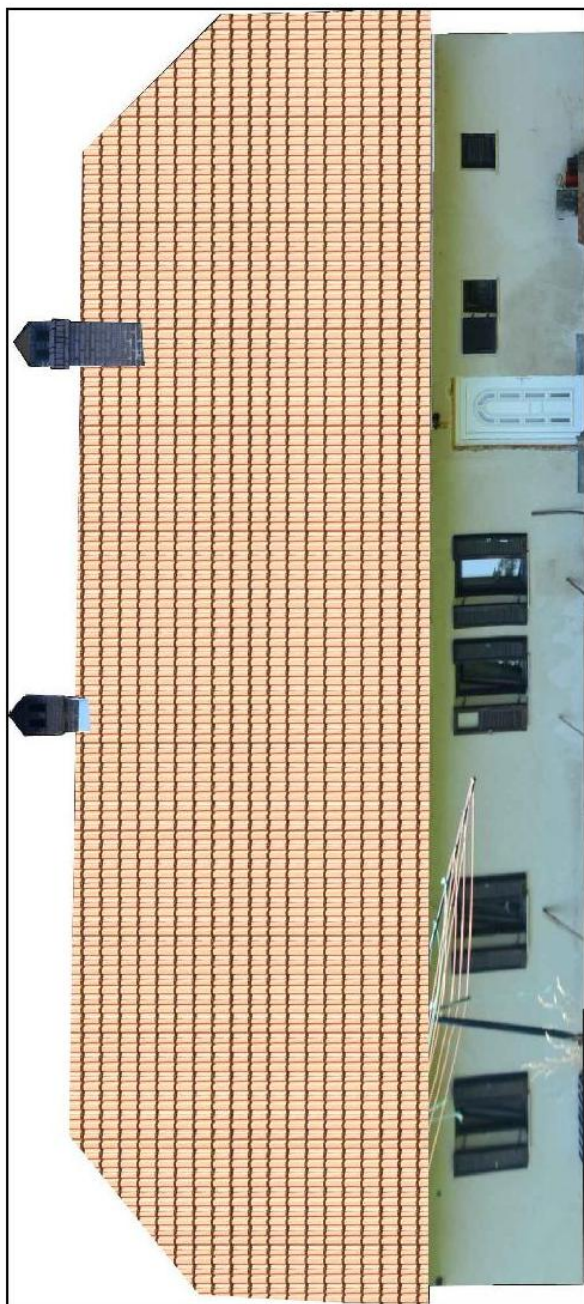


5-ortofoto:
hiša, zahodna
fasada

Merilo:

0 4 m

A scale bar showing a length of 4 meters, with markings at 0 and 4 m.

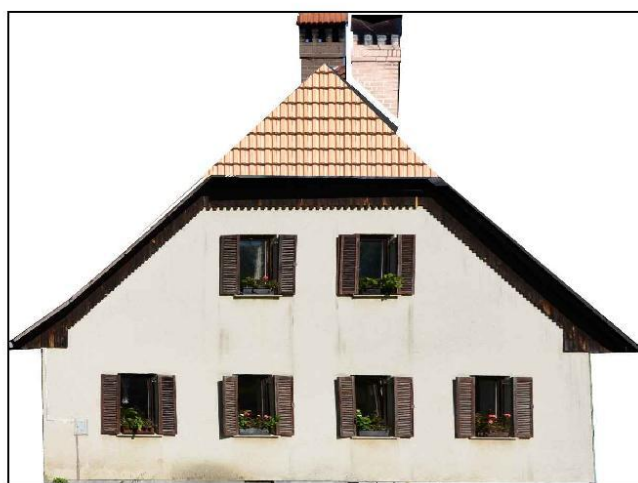


6-ortofoto:
hiša, severna
fasada

Merilo:

0 4 m

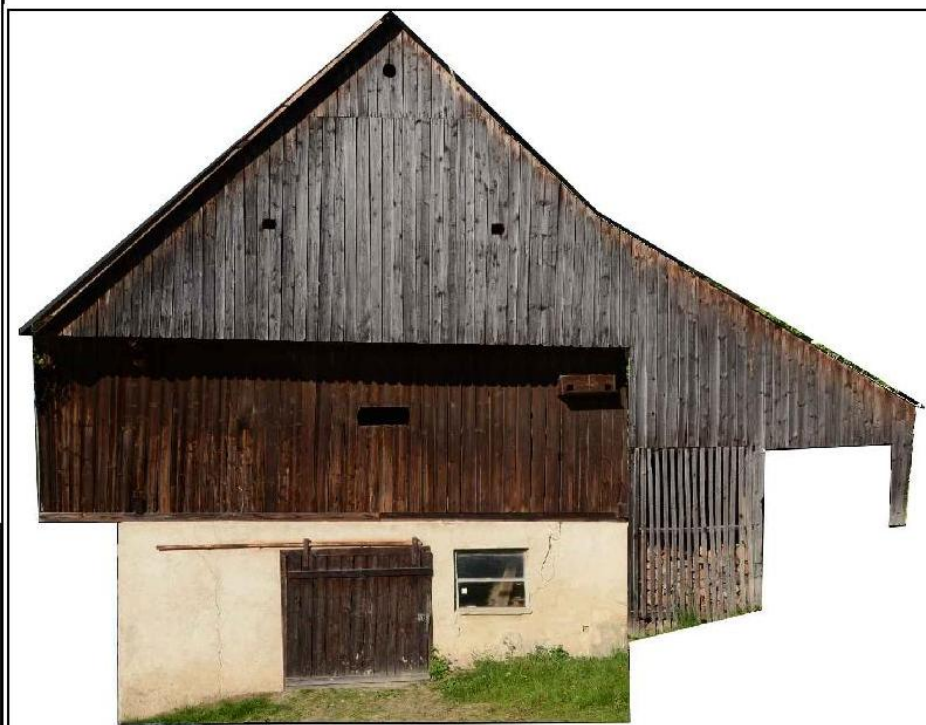
A scale bar with a black and white alternating pattern, indicating a length of 4 meters. The numbers '0' and '4 m' are placed at the ends of the bar.



7-ortofoto:
hiša, vzhodna
fasada

Merilo:





8-ortofoto:
hlev, zahodna
fasada

Merilo:

0 4 m

A scale bar with a black and white alternating pattern, indicating a length of 4 meters.



9-ortofoto:
hlev,
severna
fasada

Merilo:

0 4 m

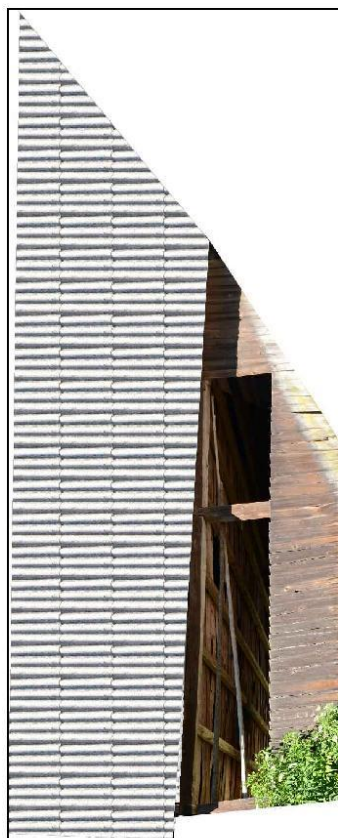
A horizontal scale bar with a black line and tick marks at 0 and 4 meters.



10-ortofoto:
hlev, vzhodna
fasada

Merilo:





11-ortofoto:
hlev,
nadvoz, vzhodna
fasada

Merilo:

0 4 m



12-ortofoto:
hlev, nadvoz,
južna fasada

Merilo:





13-ortofoto:
hlev, nadvoz,
zahodna fasada

Merilo:

0 4 m

A horizontal scale bar with a black and white checkered pattern. It is labeled with '0' at the left end and '4 m' at the right end.



14-ortofoto:
hlev, južna
fasada

Merilo:



Priloga 3: Uporabljene fotografije















