

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:

Hodžić, A., 2015. Analiza poteka sanacije stavbe Vila Bianca. Diplomski naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo. (mentorica Šelih, J., somentor Kušar, M.): 31 str.

Datum arhiviranja: 20-07-2015

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:

Hodžić, A., 2015. Analiza poteka sanacije stavbe Vila Bianca. B.Sc. Thesis. Ljubljana, University of Ljubljani, Faculty of civil and geodetic engineering. (supervisor Šelih, J, co-supervisor Kušar, M.): 31 p.

Archiving Date: 20-07-2015

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

**VISOKOŠOLSKI STROKOVNI
ŠTUDIJSKI PROGRAM PRVE
STOPNJE OPERATIVNO
GRADBENIŠTVO**

Kandidat:

Diplomska naloga št.: 91/OG-MO

Graduation thesis No.: 91/OG-MO

Mentorica:

Predsednik komisije:

doc. dr. Tomo Cerovšek

Somentor:

Ljubljana, 09. 07. 2015

STRAN ZA POPRAVKE, ERRATA

Stran z napako

Vrstica z napako

Namesto

Naj bo

IZJAVE

Podpisani Armin Hodžič izjavljam, da sem avtor diplomske naloge z naslovom »Analiza poteka sanacije stavbe Vila Bianca«.

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

Izjavljam, da dovoljujem objavo elektronske različice v digitalnem repozitoriju.

Ljubljana, junij 2015

Armin Hodžič

BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK

UDK: 728.3:69.059.25(043.2)
Avtor: Armin Hodžić
Mentorica: izr. prof. dr. Jana Šelih
Somentor: asist. dr. Matej Kušar
Naslov: Analiza poteka sanacije stavbe Vila Bianca
Tip dokumenta: Diplomaska naloga – visokošolski strokovni študij
Obseg in oprema: 31 str., 19 sl.
Ključne besede: sanacija, terminski plan, stavbe, popis del

Izveček:

Večina starejših stavb, ki so zidane nekaj desetletij nazaj, je najpogosteje iz opečnega ali kamnitega materiala. Toda v tistih časih ni bilo uveljavljenih protipotresnih predpisov, zato je danes pogosto treba tovrstne stavbe sanirati, da bi zagotovili boljšo potresno odpornost in učinkovito delovanje stavbe v prihodnosti. Preden se pristopi k izvedbi sanacije, je treba izbrati najboljši mogoči način saniranja.

Zaradi velikega obsega del in dejavnosti v gradbeništvu se pogosto srečujemo s problemi med izvajanjem projektov. Pogosto so problemi takšne vrste nepredvidljivi, zato njihovo nastajanje med projektom lahko vodi celoten projekt k negativnim posledicam. Iz takšnih razlogov danes gradbena podjetja uporabljajo različna programska orodja, s katerimi lahko lažje načrtujejo in spremljajo proces gradnje ter primerno ukrepajo ob morebitnih nepredvidljivih problemih.

V prvem delu diplomske naloge smo predstavili tipične poškodbe starejših stavb, njihove značilnosti in potek rekonstrukcije. Nato smo predstavili značilnosti obravnavanega objekta ter opisali njegove lastnosti in pomanjkljivosti. Na njihovi podlagi je podan predlog sanacijskih ukrepov. V nadaljevanju smo izdelali popis gradbenih del, ki so bili potrebni za celovito sanacijo, in ocenili nastale stroške. Na podlagi popisa del smo izdelali strukturno členitev projekta (WBS) in terminski plan v programu Microsoft Project, ki je danes nepogrešljiv element pri načrtovanju projektov s časovnega vidika.

BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION

UDC: 728.3:69.059.25(043.2)
Author: Armin Hodžič
Supervisor: assoc. prof. Jana Šelih, Ph. D.
Cosupervisor: assist. Matej Kušar, Ph. D.
Title: Refurbishment analysis of Vila Bianca
Document type: Graduation Thesis – Higher Professional studies
Scope and tools: 31 p., 19 fig.
Keywords: reconstruction, time schedule, buildings, schedule of works

Abstract:

The majority of older buildings built a few decades ago are mostly made of bricks or stones. Since there were no established anti-seismic regulations at that time, these buildings need to be reconstructed in order to provide better earthquake resistance and efficient functioning of the buildings in the future. The best possible reconstruction method has to be chosen before the reconstruction itself.

Due to extensive work and activities in construction, problems often occur in the middle of project implementation. Often times the problems of this type are unpredictable and can result in negative consequences for the entire project. For this reason, present-day construction companies use different software tools for easier planning and monitoring of the construction process, as well as for taking appropriate measures when potential unpredictable problems do occur.

The first part of this thesis presents typical damages on older buildings, their characteristics and the reconstruction process. The thesis also describes the features and disadvantages of a building in question. Based on them a new proposal for reconstruction measures is made. Furthermore, a schedule of construction works was produced, necessary for a complete reconstruction and a cost estimate. On the basis of the schedule of works a work breakdown structure (WBS) and a time schedule were created using the Microsoft Project programme.

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici izr. prof. dr. Jani Šelih in somentorju asist. dr. Mateju Kušarju za strokovno pomoč in čas med nastajanjem diplomske naloge.

Hvala viš. pred. dr. Aleksandru Srdiću za vse nasvete med nastajanjem diplomske naloge.

Posebej se zahvaljujem družini za vso podporo in pomoč v času študija.

Hvala tudi sošolcem in drugim prijateljem, ki so mi pri študiju kakor koli pomagali.

KAZALO VSEBINE

1	UVOD	1
1.1	Opredelitev problema.....	1
1.2	Cilj naloge.....	2
1.3	Zasnova naloge	2
2	STAREJŠE ZIDANE STAVBE	3
2.1	Tipične poškodbe stavb	4
2.1.1	Splošno	4
2.1.2	Poškodbe temeljev	5
2.1.3	Poškodbe zidovja.....	5
2.1.4	Poškodbe medetažnih plošč	6
2.1.5	Poškodbe strehe.....	6
2.2	Utrditev kamnitega in opečnega zidovja v starejših stavbah	6
2.2.1	Potek obnove.....	7
2.3	Splošne značilnosti objekta "Vila Bianca"	9
2.4	Opis poškodb in drugih pomanjkljivosti	10
2.4.1	Lastnosti in pomanjkljivosti zidov	10
2.4.2	Lastnosti in pomanjkljivosti stropnih konstrukcij	12
2.4.3	Lastnosti in pomanjkljivosti temeljev in temeljnih tal.....	12
2.5	Povzetek o zanesljivosti objekta	13
3	PREDVIDENI SANACIJSKI UKREPI	14
3.1	Splošno o sanacijskih ukrepih.....	14
3.2	Izbrani sanacijski ukrepi na obravnavanem objektu	17
3.2.1	Utrditev zidov z injektiranjem	17
3.2.2	Povezava objekta v višini stropnih konstrukcij.....	17
3.2.3	Povezovanje zidov v vogalih	18
3.2.4	Povezovanje zidov v območju ohranjenih opečnih obokov.....	18
3.2.5	Ojačitve preobremenjenih zidov in temeljev	19
4	STROŠKOVNA ANALIZA	20
4.1	Splošno.....	20
4.2	Celovita sanacija.....	20
5	ČASOVNA ANALIZA S PROGRAMOM MICROSOFT PROJECT	25
5.1	Spremljanje projektov	25
5.2	Načrtovanje projekta v programu Microsoft Project.....	25
5.2.1	Strukturiranje in členitev.....	25

5.2.2	Ocena trajanja in logična povezava opravil	27
5.2.3	Časovno načrtovanje	28
6	ZAKLJUČEK	29
VIRI	30

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Izvleček stroškov del za sanacijo.....	23
---	----

KAZALO GRAFIKONOV

Grafikon 1: Prikaz stroškov celovite sanacije	21
---	----

KAZALO SLIK

Slika 1: Potek aktivnosti pri rekonstrukciji zidane stavbe (Popovič, 2015)	8
Slika 2: Sodobno prenovljen objekt "Vila Bianca"	9
Slika 3: Nosilni zidovi pritličja; mešani kamnito opečni zid – vidne pozidave odprtih (Štampfl, 2008)	10
Slika 4: Nosilni zidovi prvega nadstropja; mešani kamnito-opečni zid; vidne pozidave ob odprtinah in izvedba AB-preklad (Štampfl, 2008)	10
Slika 5: Nosilni zidovi 1. nadstropja; opečni zid – neregularna zidna zveza v vogalu (Štampfl, 2008)	11
Slika 6: Nosilni zidovi prvega nadstropja; opečni zid – vidna pozidava odprtine (Štampfl, 2008)	11
Slika 7: Tloris nosilnih elementov pritličja (Štampfl, 2008)	11
Slika 8: Preiskovalna sonda I-S1 (Štampfl, 2008).....	12
Slika 9: Preiskovalna sonda I-S3 (Štampfl, 2008).....	12
Slika 10: Primer injektiranja zidu (Keše, 2015)	15
Slika 11: Sidranje na jekleno podložno ploščo (Keše, 2015).....	15
Slika 12: Sidranje AB-plošče v kamnite zidove (Dolinšek, 2015)	16
Slika 13: Primer ojačitve temeljev (Keše, 2015)	16
Slika 14: Tloris pritličja z označenimi rušitvenimi posegi (Poles, 2008).....	22
Slika 15: Tloris prvega nadstropja z označenimi rušitvenimi posegi (Poles, 2008)	22
Slika 16: Tloris drugega nadstropja z označenimi rušitvenimi posegi (Poles, 2008)	23
Slika 17 : Členjenje del za obravnavani objekt v programu MS Project	26
Slika 18: Prikaz navajanja trajanja opravil in določenih povezav med opravili v programu MS Project za obravnavani projekt	27
Slika 19: Prikaz trajanja opravil in njihovo zaporedje s gantogrami v programu MS Project .	28

KRATICE

AB	Armiran beton
IDZ	Idejna zasnova
PGD	Projekt za pridobitev gradbenega dovoljenja
PZI	Projekt za izvedbo

»Ta stran je namenoma prazna«

1 UVOD

1.1 Opredelitev problema

Sanacija pomeni odpravljanje vzrokov poškodb, odpravljanje nastale škode in zaščito pred morebitnimi prihodnjimi poškodbami. Potreben je nabor raznolikih gradbenih ukrepov, ki so odvisni od prostorske zasnove, zunanjih gabaritov objekta in predelave notranjih prostorov. Za objekte, ki so zelo kritični, mora zasnova sanacije upoštevati potek fasade in zidov objekta (Baumit, 2015). Pomembno je, da je ne izvedemo kot hitro rešitev, ki bi zadostila minimalnim zahtevam. Proučiti moramo vzroke poškodb, analizo stanja z izvajanjem in načrtovanjem ukrepov. Tovrstne naloge se morajo opravljati strokovno, zato morajo nujno sodelovati strokovnjaki s področja sanacij. Ključni parameter je tudi izbira ustreznega materiala, saj le tako pridemo do trajne rešitve. Za strokovnjake je faza obnove stavbe zahtevnejša, kot je videti na prvi pogled. Večina starih objektov ne izpolnjuje zahtev današnjih standardov o varnosti in bivanjskih razmerah. Slabo vzdrževanje, nestrokovni pregledi in dotrajanost objektov so eni izmed ključnih vzrokov za prenovo. Obnova starih objektov ima svoj način pristopa, ki se precej razlikuje od pristopa pri novogradnjah. V fazi projektiranja rekonstrukcije ima projektant nalogo, da ugotovi vse obstoječe lastnosti objekta. K temu spadata predvsem določitev ali preverba obstoječega nosilnega sistema objekta in določitev konstrukcijskih pomanjkljivosti. Kot je že bilo navedeno, ima pomembno vlogo izbira materiala, zato je nujno dobro poznavanje materialov in načina gradnje v času izgradnje objektov. Poleg dveh navedenih dejavnikov moramo omeniti tudi postopke utrditvenih ukrepov, ki so prav tako ključnega pomena za uspešno izvedbo obnove. Zavedati se moramo, da smo omejeni s finančnega vidika, saj se ne smemo zelo približati ali celo preseči vrednosti novogradnje. S tem bi bil uničen ves trud, vložen v izvedbo sanacije (Gostič in sod., 2014).

Od leta 1998 je država za primere enostavnih rekonstrukcij oziroma sanacij poenostavila upravne postopke. Omogočila je izvajanje sanacij brez pridobivanja gradbenega dovoljenja, kar je omogočilo hitrejšo izvedbo s praktičnega vidika. Po tem letu je bilo na takšen način projektiranih 80 % sanacij. Po potresu v Posočju leta 2004 so se pravila zopet spremenila z namenom zagotovitve večje kontrole pri izvedbi sanacijskih ukrepov. S to spremembo je ponovno treba pridobiti gradbeno dovoljenje za vse rekonstrukcije, zato so popotresne obnove zelo upočasnjene (Gostič in sod., 2014).

1.2 Cilj naloge

Cilj diplomskega dela je predstaviti splošne probleme starejših objektov na podlagi tipičnih poškodb, načine njihovih sanacij in kako pomembno je ugotavljanje obstoječega stanja objekta za pravilno izbiro nadaljnjih sanacijskih ukrepov. Na podlagi teh dejavnikov, torej opisa poškodb in drugih lastnosti, je podan predlog sanacije, vključno s stroškovno analizo in terminskim načrtom za primer objekta "Vila Bianca". Stroškovna analiza temelji na popisu izvedenih del oziroma aktivnosti, ki so se izvajale. Vsa predhodno navedena vsebina je sestavljena iz dveh delov; v prvem delu so predstavljene tipične poškodbe starejših stavb in značilnosti konkretnega obravnavanega objekta, vključno z ugotovljenimi lastnostmi in pomanjkljivostmi, drugi del pa vsebuje predvidene sanacijske ukrepe, analizo stroškov in terminski plan, izdelan v programu Microsoft Project.

1.3 Zasnova naloge

Za objekt "Vila Bianca" je Gradbeni inštitut ZRMK izdelal poročilo leta 2008, na podlagi tega pa je zasnovana naloga (Štampfl, 2008). Osnovo diplomske naloge tvorijo podatki poročila, s pomočjo katerih smo opisali in prikazali poškodbe ter na podlagi katerih bo podan tudi predlog sanacijskih ukrepov. Vsi uporabljeni podatki temeljijo na leta 2008 izvedenih terenskih preiskavah. Povzeli smo popise za izvedbo sanacijskih ukrepov, ki so nam bili v pomoč pri izdelavi stroškovne analize in terminskega plana.

V okviru naloge smo podatke uporabili za izdelavo natančnejšega popisa del, ki je potreben za izdelavo terminskega plana. V programu Microsoft Project smo prvotno izdelali strukturo členitev projekta, na podlagi katere smo lahko celotni projektni model ponazorili z gantogrami in ustreznimi mrežnimi povezavami med njimi.

2 STAREJŠE ZIDANE STAVBE

Na območju Slovenije prevladujejo zidane stavbe. V preteklosti je bila večina stavb zidanih iz opeke in kamna, danes pa so nove stanovanjske hiše zidane iz opečnih in betonskih zidakov (Keše, 2015). Največji delež starejših zidanih stavb v Republiki Sloveniji stoji v Posočju, in sicer okoli 75 %. To so večinoma kamnite zidane stavbe z debelimi zidovi iz neobdelanega kamna z malo vsebnostjo malte. Srednji sloj navadno predstavlja nasutje. Stropi so leseni ali iz betonskih plošč, ki so večinoma poddimenzionirane. Velik delež stavb je bil grajen v času, ko je bilo pomanjkanje gradbenega materiala veliko. Takrat še ni bilo uveljavljenih protipotresnih predpisov, zato tudi večina stavb ne izpolnjuje današnjih predpisov. Posledica tega je, da so potrebni obširni ukrepi za utrditev nosilne konstrukcije, s katerimi bi stavba izpolnila zahteve Evrokoda 8, ki je začel veljati v januarju 2008. Osnova za saniranje starejših kamnitih stavb je injektiranje (cementne mase), s čimer dosežemo boljšo medsebojno povezavo zidnih gradnikov. To je preverjena metoda, s katero izboljšamo nosilnost konstrukcije, da je odpornejša proti potresni obremenitvi in s tem varna pred porušitvijo (Gostič in sod., 2014).

Potres je naravni pojav, ki lahko v nekaj minutah povzroči ogromno škode na objektu, popravilo pa velike stroške. Slovenija leži na področju srednje potresne ogroženosti ter se po moči in številu potresov uvršča med aktivnejša območja. V preteklosti so se na našem območju pojavili rušilni potresi, ki so zahtevali človeška življenja. Kot je bilo predhodno omenjeno, imamo v Sloveniji veliko objektov, ki so grajeni v času brez uveljavljenih protipotresnih predpisov, zato so najbolj ogroženi stari zidani objekti. Leta 1998 je močan potres v zgornjem Posočju poškodoval okoli 4000 objektov, ni pa bilo smrtnih žrtev (Snoj, 2014).

Posegi v nosilno konstrukcijo starih objektov se ne izvajajo samo zaradi posodobitve stanovanjskih prostorov, temveč tudi zaradi želje po povečanju stanovanjske površine. Med najpogostejše konstrukcijske ukrepe spadajo ojačitev temeljev, utrditev zidovja in povezovanje zidovja. S temi ukrepi zmanjšamo potresno ranljivost objekta ter posledično povečamo njegovo stabilnost in nosilnost.

2.1 Tipične poškodbe stavb

2.1.1 Splošno

Največ porušitev oziroma najhujše poškodbe utrpijo tradicionalne hiše, ki so sezidane iz zemlje in kamna. Za kamnite hiše je značilno, da slaba kakovost blatne malte povzroči hitro razpadanje kamnitega zidovja, težko zemeljsko nasutje streh pa pripelje do velikega števila smrtnih žrtev. Mednarodne organizacije že dolga leta vlagajo veliko truda, da bi z izobrazbo ljudi pri gradnji tovrstnih hiš zmanjšale število žrtev pri morebitnih naslednjih potresih. V evropskih mestih so starejše hiše potresno odpornejše, čeprav imajo številne pomanjkljivosti. Slaba povezava zidov ter zidov in stropov povzroči tipične razpoke ob stikih zidov, razpokano zidovje v poševni smeri pa povzroči slaba oziroma premajhna odpornost. Zidane stavbe v sodobnem času imajo več razlogov za neustrezno obnašanje, eden izmed najpogostejših je neustrezen sistem porazdelitve zidov v tlorisu. Poleg tega vplivajo na neustrezno obnašanje tudi prevelike odprtine ter slaba kakovost opeke in malte. Čeprav so se zidane konstrukcije gradile z različnimi materiali in sistemi gradnje v določenih časovnih obdobjih, se poškodbe razvrščajo enotno (Tomaževič, 2009).

Sistem splošne klasifikacije poškodb nosilne konstrukcije glede na obseg, velikost in pomembnost za stabilnost stavbe:

- razpoke manjše velikosti na stikih zidov in stropov;
- ločitev zidov pri slabi povezavi zidovja stavbe;
- razpoke v navpični smeri zaradi pravokotnega nihanja na ravnino;
- porušitev nepovezanih zidov zaradi pravokotnega nihanja na ravnino;
- poškodbe nosilnih zidov;
- delna porušitev stavbe, porušitev nadstropja posamezno.

Izvedba analize poškodb poda prednosti in slabosti konstrukcijskega sistema po nastalem potresu. Ugotovimo lahko, na kakšen način bi se porušili posamezni zidovi ali celo konstrukcija kot celota. Iz analize izhajajo naslednji vzroki za porušitve in poškodbe (Tomaževič, 2009):

- neustrezno obnašanje konstrukcije med potresnim vplivom, pojav razpok ob vogalih ter med zidovi in stropi, razpoke navpične smeri v zidovih;
- slaba zasnova konstrukcije, ki je razlog za celotno ali delno porušitev;
- nestabilnost temeljnih tal, ki niso sposobna prenesti nastale obremenitve;
- nizka odpornost nosilnega zidovja, ki je posledica slabe kakovosti materialov.

Vsekakor je pomembno, da upoštevamo vse ugotovitve pri nadaljnjem ukrepanju za izboljšanje potresne odpornosti zidanih konstrukcij. Predstavljajo neko vrsto zahtev za vsako zasnovano konstrukcijo, ki jih ta mora izpolnjevati. V naslednji točki so opisane poškodbe posameznih konstrukcijskih elementov.

2.1.2 Poškodbe temeljev

Skozi celotno življenjsko dobo objekta so temelji skriti in nevidni, zato jih imenujemo tudi nevidni gradniki objekta. Da je objekt stabilen, je bistvenega pomena, pri tem pa najpomembnejšo vlogo nosijo prav temelji. V procesu gradnje jih moramo ustrezno zaščititi (hidroizolacija, drenaža, toplotna zaščita) in vsekakor pravilno načrtovati, saj je kasneje odpravljanje napak zelo oteženo (Slonep, 2015). V večini primerov se poškodbe na temeljih pojavljajo zaradi preobremenitve temeljnih tal, povečanja obtežb v navpični smeri in izpiranja delcev tal, ki je posledica slabega vzdrževanja odvodnjavanja. Redko se pojavijo poškodbe zaradi potresnega vpliva (Tomažević, 2009).

2.1.3 Poškodbe zidovja

Poznamo različne tipe zidovja, saj so grajeni na podlagi razpoložljivih materialov v posameznih deželah. Glavna naloga zidovja je, da prevzame določene obtežbe v konstrukciji, in sicer obtežbo v navpični smeri, lastno težo in obtežbo stropov. Pogost vzrok za poškodbe prekladnih delov zidu, ki so značilne za starejše zidane stavbe, so prečne sile in upogibni momenti. V prekladnih območjih se med potresom pojavijo velike obremenitve, ki vodijo do nevarnih poškodb. Razlog je v tem, da v preteklosti niso gradili z zidnimi vezmi, ki bi lahko prevzele nastajanje takšnih obremenitev. Med najbolj tipične poškodbe zidovja po potresu uvrščamo vodoravne razpoke na stikih med zidovi in stropi, navpične razpoke v vogalih, razpoke v parapetih delih zidov, poševne razpoke med fasadnimi odprtini in v nosilnih zidovih ter delni razpad zidov (Tomažević, 2009).

2.1.4 Poškodbe medetažnih plošč

Zidane konstrukcije imajo v skoraj vseh primerih medetaže plošče izvedene kot prostoležeče. Razvrstimo jih v dve glavni skupini: na čiste plošče ter konstrukcije s primarnimi in sekundarnimi nosilci.

Armiranobetonske (AB) plošče, ki so izvedene na mestu, uvrščamo k čistim ploščam. Pri starejših stavbah so pogostejše medetažne konstrukcije, sestavljene iz primarnih in sekundarnih nosilcev. Te navadno predstavljajo tramovi in deske, torej gre za lesene medetažne konstrukcije (Blenkuš in sod., 2012). Pri lesenih stropih so problemi oziroma poškodbe največkrat povezani z vlago. Konstrukcijski sklop moramo zasnovati tako, da dosežemo preprečitev zračenja stropa na zgornji strani, saj v nasprotnem primeru to vodi do gnitja stropnikov. Da bi dosegli ustrezno zračenje, se na fasadi naredijo zračniki. Za podaljšanje življenjske dobe lesa je pomembno, da se les zaščiti tudi proti lesnim zajedavcem, saj ga na različne načine uničujejo ter s tem zmanjšujejo njegovo uporabnost in kakovost (Popovič, 2015).

2.1.5 Poškodbe strehe

Pri izvedbi strešnih konstrukcij se je treba v čim večji meri izogniti nosilnim sistemom, pri katerih nastajajo bočne sile na podstrešne in zatrepane zidove. Če to ni mogoče, sta potrebni izvedba ustreznega sidranja podstrešnih in zatrepanih zidov v zgornjo stropno konstrukcijo ter povezava z navpičnimi in vodoravnimi zidnimi vezmi. Vsekakor mora biti streha ustrezno zavetrovana ter povezana in sidrana v zidove, ki jo podpirajo. S tem dosežemo ustrezen prenos sil s strehe na zidove, ki jo nosijo (Tomažević, 2009). Poškodb streh so pri starejših objektih dokaj pogoste in nastanejo zaradi slabega načrtovanja, nepravilne izvedbe ali slabega vzdrževanja. Neustrezni nakloni pri načrtovanju vodijo do nabiranja vode, kar povzroča manjšo vodoodpornost. Slaba izvedba lahko vodi do nepravilnega tesnjenja spojev in s tem povečanja možnosti vdora vode. Kot posledica slabega vzdrževanja se lahko pojavi celo toplotni šok hidroizolacije ob zamrzovanju vode in taljenju ledu (Building Trust Sika, 2015).

2.2 Utrditev kamnitega in opečnega zidovja v starejših stavbah

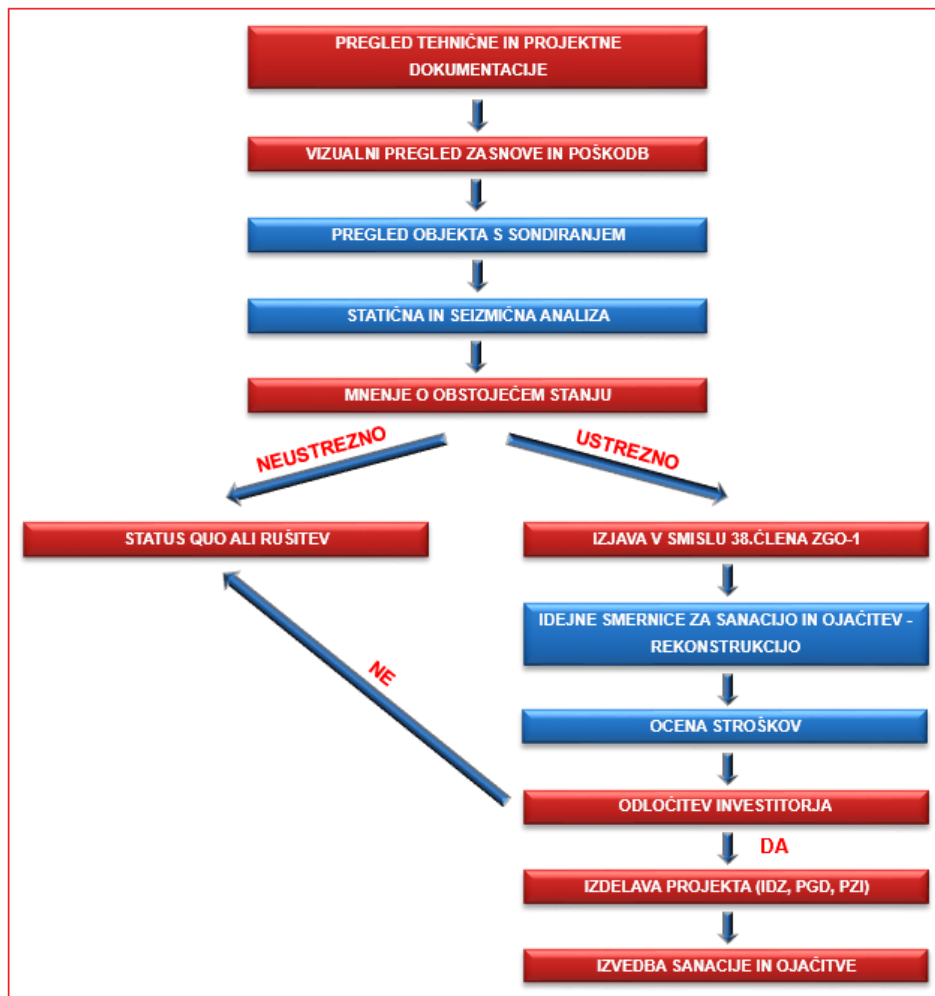
V kamnitih zidovih so pogosto prisotne praznine (do 20 %) in nevezan material, kar negativno vpliva na njihove mehanske lastnosti. Za njihovo izboljšanje je najprimernejša izvedba injektiranja. Pri njegovi izvedbi moramo biti pozorni predvsem na območjih stikov nosilnih sten in na območjih jeklenih zidnih vezi. Pred izvedbo injektiranja moramo na površini zidov zapolniti vsa mesta, ki so porozna, saj bi v nasprotnem primeru prihajalo do odtekanja mase iz zidu.

Nato pripravimo vrtine, ki jih s pomočjo pritiska napolnimo skozi cevke s cementno-silikatno maso. Votline v kamnitem zidovju se zapolnijo z injekcijsko maso, ki po strjevanju dele zidu poveže v monolitno strukturo. S tem se povečata odpornost proti potresnemu vplivu in preprečitev razpadanju zidu (Keše, 2015).

Pri opečnih zidovih se najpogosteje uporablja metoda oblaganja zidov z AB-oblogami. Stara malta in obstoječi omet se odstranita, zaradi česar se razkrijejo tudi morebitne razpoke. Odpravimo jih z linijskim injektiranjem in nato naneseemo cementni omet v dveh slojih, med katerima je armatura (Keše, 2015).

2.2.1 Potek obnove

Pri izvedbi rekonstrukcije zidane stavbe nas čaka zahteven proces obnove. Če je razpoložljiva, je treba najprej pregledati tehnično in projektno dokumentacijo. Sledi vizualni pregled objekta, v sklopu katerega preverimo njegovo konstrukcijsko zasnovo in evidentiramo vse poškodbe. Za preverjanje dejanske zasnove konstrukcije in stanja materialov uporabimo različne načine in metode, pri čemer je najpogostejša metoda globinskega sondiranja. Da bi izvedli globinsko sondiranje zidu, odstranimo posamezne gradnike zidu, kot so v pogostih primerih kamni zunanjih slojev majhne velikosti. Sondiranje v globino nam poda rezultate o sestavnih delih osrednjega dela zidu, v najpogostejših primerih o malti oziroma vrsti malte in prisotnosti votlin. Kasnejše analiziranje lastnosti in kakovosti materialov poteka večinoma v laboratorijih na odvzetih vzorcih. V primeru, da imamo na razpolago dokumentacijo o stavbi, nam ta zmanjša obseg sondiranja in preiskav, s čimer se večinoma osredotočimo na preverjanje skladnosti stanja izvedbe s projektom. Po izvedbi navedenega nam pristop k statični in seizmični analizi omogoča že omenjeno poznavanje konstrukcijske zasnove in karakteristike materialov. Vsa dejstva, ki jih ugotovimo, nam dajo možnost izdelave mnenja o obstoječem stanju. Če je mnenje neustrezno, ustavimo proces oziroma sprejmemo odločitev o rušitvi. V primeru ustreznega oziroma zadovoljivega mnenja pripravimo podrobnejše poročilo v smislu 2. točke 38. člena Zakona o graditvi objektov (ZGO-1). V poročilo navedemo smernice za ojačitev in sanacijo, s pomočjo katerih ocenimo stroške. V primeru sprejemljivih stroškov nadaljujemo s pripravo projektne dokumentacije, ki obsega IDZ, PGD, PZI in dejansko izvedbo konstrukcije (Popovič, 2015).



Slika 1: Potek aktivnosti pri rekonstrukciji zidane stavbe (Popovič, 2015)

Pogosto se nekatere faze del (na sliki 1 označene z modro barvo) izpuščajo zaradi varčevanja oziroma zmanjšanja porabe finančnih sredstev, kar ima lahko precejšen negativen vpliv na končni rezultat rekonstrukcije. To lahko vodi do kasnejših odločitev, ki niso pravilne, in s tem do negativnih tako časovnih kot finančnih posledic.

2.3 Splošne značilnosti objekta "Vila Bianca"

V diplomski nalogi obravnavamo prenovo objekta "Vila Bianca" (slika 1). Objekt je nepodkleten, poleg pritličja pa ima še dve nadstropji in neizkoriščeno podstrešje. Prostori so namenjeni organizaciji srečanj, seminarjem, izobraževalnim delavnicam in predavanjem. Objekt stoji v Velenju, pod Velenjskim gradom. Zgrajen je bil okoli leta 1855, lastnik je Mestna občina Velenje (Muzej premogovništva Slovenije, 2015). V diplomski nalogi bomo podrobneje analizirali sanacijo objekta s izvedbenega, stroškovnega in časovnega vidika.



Slika 2: Sodobno prenovljen objekt "Vila Bianca"

Tloris objekta je nepravilne oblike, okvirnih dimenzij 17,5 m x 22,0 m. Višina etaže v pritličju je 3,0 m ter 3,4 m v prvem in drugem nadstropju. Celotna višina objekta je 15,2 m, merjena od kota tal do slemena. Nosilno konstrukcijo tvorijo masivni kamnito-opečni in opečni zidovi debeline 45–90 cm. Debelina zidov se v višjih nadstropjih načeloma zmanjšuje. Razporeditev zidov je enakomerna v obeh smereh, ki sta pravokotni. Kritina na strehi je opečna, strešna konstrukcija pa lesena dvokapnica z naklonom 35° (Štampfl, 2008).

2.4 Opis poškodb in drugih pomanjkljivosti

2.4.1 Lastnosti in pomanjkljivosti zidov

Izvedeni so preiskovalne sonde in vizualni pregled, na podlagi katerih sta ugotovljeni kakovost in zasnova zidov. Rezultati preiskav so pokazali, da je debelina nosilnih zidov 45–90 cm. Materiala, ki prevladujeta v zidovju, sta opeka in kamen, kar je značilno za zidane starejše stavbe. Mešano kamnito-opečno zidovje je prisotno v pritličju, v prvem nadstropju je opečno z majhnim deležem kamna, zidovi drugega nadstropja pa vsebujejo samo opeko. Vsi zidovi so iz enega sloja. Uporabljen je star format polne opeke v opečnih zidovih, grobo obdelani kamni pa so prisotni v mešanih kamnito-opečnih zidovih. Poleg omenjenih obdelanih kamnov so tudi opečni vložki. Med kamni in zidaki so prisotne rege, ki so v nekaterih območjih slabo zapolnjene. Ta območja so predvsem med krajšimi kamnito-opečnimi slopi, ki so izvedeni med slopi opečnih zidov. Rege so zapolnjene z malto. Iz spodnjih slik je natančneje razvidno obstoječe stanje nosilnih zidov v pritličju in prvem nadstropju (Štampfl, 2008).



Slika 3: Nosilni zidovi pritličja; mešani kamnito-opečni zid – vidne pozidave odprtih odprtih (Štampfl, 2008)



Slika 4: Nosilni zidovi prvega nadstropja; mešani kamnito-opečni zid; vidne pozidave ob odprtinah in izvedba AB-preklad (Štampfl, 2008)

Pravokotni stiki zidov predstavljajo problem oziroma povezavo teh zidov na območju stikov, saj ni izvedena regularna zidna zveza s preklopi zidakov (slika 5). Ta problem se predvsem pojavlja na stikih notranjih sten. Poleg neustreznih stikov sten prav tako nimajo pravilne obdelave stiki v območju pozidav odprtih (slika 6).

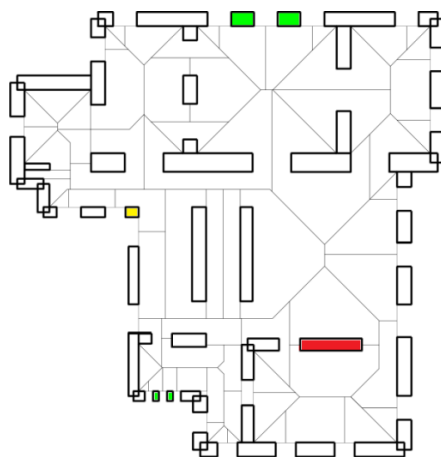


Slika 5: Nosilni zidovi 1. nadstropja;
opečni zid – neregularna zidna zveza
v vogalu (Štampfl, 2008)



Slika 6: Nosilni zidovi prvega
nadstropja; opečni zid – vidna
pozidava odprtine (Štampfl, 2008)

Poleg predhodno navedenih preiskav so bili podrobneje analizirani zidovi pritličja z namenom, da bi ugotovili morebitne prekoračitve napetosti na posameznih nosilnih elementih. Prekoračena napetost je bila ugotovljena na šestih elementih; dva izmed njih sta bila potrebna ojačitve zaradi rušitve bližnjih nosilnih sten (slika 7).



Slika 7: Tloris nosilnih elementov pritličja (Štampfl, 2008)

- Prekoračitev napetosti 16–30 %
- Prekoračitev napetosti 33 %
- Prekoračitev napetosti 102 %

2.4.2 Lastnosti in pomanjkljivosti stropnih konstrukcij

Da se zgradba obnaša ustrezno v primeru potresne obtežbe, je pomembna povezava zidov z medetažnimi ploščami. To je namreč ključni parameter pri obravnavanju potresne odpornosti zgradbe. Zato so bile izvedene preiskave stropne plošče nad pritličjem.

Pokazale so naslednje rezultate:

- a) v pritličju nad hodnikom ni izvedena AB-plošča v območju, kjer je obok ohranjen. Izveden je nearmiran cementni estrih prek nasutja oboka;
- b) izvedena je povezava AB-plošč dveh sosednjih prostorov z armaturo v območju vratne odprtine;
- c) na mestu sond I-S1 in I-S3 znaša širina naleganja AB-plošč 12–17 cm (slika 8 in 9).



Slika 8: Preiskovalna sonda I-S1
(Štampfl, 2008)



Slika 9: Preiskovalna sonda I-S3
(Štampfl, 2008)

Izjema je ena izmed sond, s katero je ugotovljeno, da je prek celotne širine zidu debeline 40 cm izvedena AB-plošča. Na podlagi kasnejšega preboja stene v prvem nadstropju se je izkazalo, da tam plošča ni izvedena prek celotne širine zidu. To je bila zanesljiva potrditev, da je omenjena sonda predstavljala izjemo, zaradi naknadno dozidane stene na že izvedeno ploščo (Štampfl, 2008).

2.4.3 Lastnosti in pomanjkljivosti temeljev in temeljnih tal

Na zunanjem vogalu jugozahodnega dela zgradbe so ugotavljali kakovost temeljnih tal in zasnovo temeljev s pomočjo globinske sonde. Temelji objekta so pasovni in izvedeni na globini temeljenja 0,85 m. Poleg teh podatkov je ob izkopu opaženo, da so temelji kamniti in razširjeni za 15 cm od nosilnega zidu. Temeljni zid je nad razširitvijo obbetoniran na širini 15 cm in višini 50 cm. Pod kotom terena je izvedena drenaža ob zidu na globini 30 cm. Tla pod temeljno peto

so sestavljena iz plasti srednje do težko gnetne gline z dodatki grušča. Razpoke, ki bi nakazovale diferenčne posedke temeljev, na nosilnih zidovih niso prisotne. Analiza nosilnosti temeljev oziroma temeljnih tal ni opravljena, zato je izvedena ocena obremenitev, vključno z upoštevanjem dvostranske razširitve zidov za 15 cm. Poleg razširitve zidov so pri oceni obremenitve upoštevane še nefaktorirane obtežbe. Nadalje preiskave ugotavljajo, da je bil temelj pod enim izmed notranjih zidov izjemoma dodatno obremenjen, zato so ga ojačili (Štampfl, 2008).

2.5 Povzetek o zanesljivosti objekta

Glede na vse prisotne poškodbe je obveljalo splošno mnenje, da so nosilni zidovi v razmeroma dobrem stanju in primerni za nadaljnjo uporabo. Poleg poškodb je stanje nekoliko poslabšalo tudi slabo vzdrževanje objekta, ki je pomemben dejavnik za uporabo objektov v prihodnosti. S statičnega vidika so nosilni zidovi ustrezni za prevzem obtežb. Med izjemo štejemo le nekatere medokenske slope in tiste zidove, ki zahtevajo ojačitve zaradi povečanih obtežb pri rušitvi sosednjih zidov. Kot smo pojasnili v predhodnih poglavjih, v preteklosti niso posvečali pozornosti potresni obtežbi, saj ni bilo veliko znanega o obnašanju zgradb med potresom. Prav zato večina starejših stavb ne izpolnjuje predpisov o potresu, vendar kljub temu lahko za obravnavani objekt trdimo, da izkazuje dobro obnašanje pri potresni obremenitvi ob izpolnitvi zahtev potresno varne gradnje. K dobremu obnašanju med potresom prispevata dobra geometrijska zasnova in večji delež nosilnih zidov (Štampfl, 2008).

Da bi zahteve dosegli, moramo izvesti ukrepe, opisane v naslednjem poglavju. Z vidika potresno varne gradnje so pomanjkljive predvsem povezave objekta v višini stropnih konstrukcij in neustrezne medsebojne povezave na stikih zidov. Tudi pozidave odprtih predstavljajo problem, saj ni ustrezne povezave in posledično te ne sodelujejo z osnovnim zidom.

3 PREDVIDENI SANACIJSKI UKREPI

Gradbeni inštitut ZRMK je oktobra 2008 izdelal poročilo o opravljenem pregledu stanja nosilne konstrukcije objekta "Vila Bianca" v Velenju s strokovnim mnenjem o varnosti zgradbe ter smernicami za izvedbo sanacijskih ojačitvenih posegov (Štampfl, 2008).

3.1 Splošno o sanacijskih ukrepih

Ko sprejmemo odločitev za izvedbo sanacijskih ukrepov, je zelo pomembno, da se ne omejimo samo na utrjevanje poškodovanih območij in elemente konstrukcije, temveč da protipotresne ukrepe izberemo tako, da zagotovimo celotno obnašanje konstrukcije na ustrezen način. Pri zidanih konstrukcijah je pravilna izbira ukrepov še izrazitejšega pomena, saj lahko v primeru sanacije le posameznih elementov pride do nezaželjene razporeditve potresnih sil. Zaradi tega lahko tovrstni način sanacije vodi objekt celo v slabše stanje, kot je bil pred tem. Da se izognemo opisanim problemom, moramo stremeti k čim enakomernejši porazdelitvi ukrepov po zidovih kritičnih etaž (Tomažević, 2009).

Ustrezno obnašanje zidane stavbe med potresom dosežemo, če upoštevamo naslednji sklop tehničnih ukrepov:

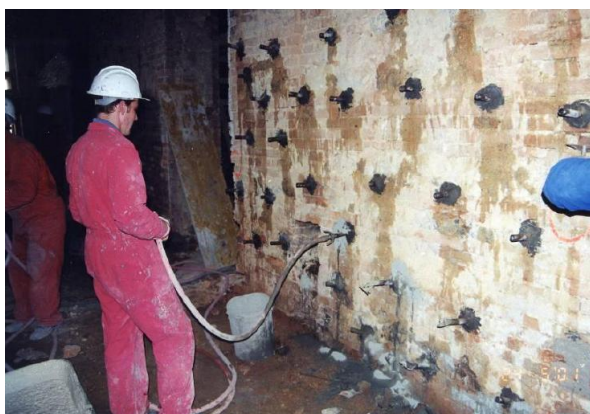
- utrditev zidov in ustrezna medsebojna povezava zidov z vezmi;
- utrjeni in sidrani stropi v zidovje, s čimer se zagotovi celovitost obnašanje konstrukcije;
- enakomerna porazdelitev zidov v obe smeri in sposobnost prevzemanja pričakovane potresne obtežbe;
- pri vgradnji novih elementov stremimo k enakomerni porazdelitvi glede na tloris;
- dovolj odporni temelji za prevzem obremenitev in njihov prenos v temeljna tla.

V primeru stropov, ki niso sidrani, in nepovezanih zidov se na stikih zidov na vogalih pojavijo razpoke. Zidovi nihajo neusklajeno, kar vodi do porušitve zaradi delovanja sil pravokotno na njihovo ravnino. Poleg tega je ustrezna povezava pomembna tudi za nadaljnje računske ocene potresne odpornosti.

Povezovanje in utrjevanje zidov

Kot smo že navedli, je debelina nosilnih zidov obravnavanega objekta precejšnja, in sicer 45–90 cm. Glede na strukturo in debelino se lastnosti kamnitih zidov izboljšujejo s pomočjo injektiranja, postopka, kjer se vtiskuje suspenzija vezivnih materialov v votline zidu pod pritiskom. Injekcijska masa se v zapolnjenih votlinah strdi in s tem izboljša zidovje, saj ga poveže v monolitno strukturo, s čimer preprečimo razpadlost in izboljšamo celovitost obnašanja zidov v primeru potresa.

Poškodbe v območjih vogalov se ne odpravljajo s postopkom injektiranja in zapiranja razpok, temveč je potrebna utrditev. Obstaja več načinov utrditev, vendar je najpogostejši in najučinkovitejši način z uporabo jeklenih sider. Dolžina sider mora biti vsaj dvakrat večja od debeline zidu. Za vstavitve sider se odločimo na določenih višinah zidu, kjer je predhodno potrebno odstranjevanje kamnov, da bi jih lahko vstavili. Na zunanji strani se sidra običajno pritrdijo kar z varjenjem matic na jeklene sidrne plošče. Ko so sidra vstavljena in pritrjena, se nastale luknje morajo zapreti s kamni, ki smo jih odstranili, in cementno malto (Tomažević, 2009).



Slika 10: Primer injektiranja zidu
(Keše, 2015)



Slika 11: Sidranje na jekleno podložno
ploščo (Keše, 2015)

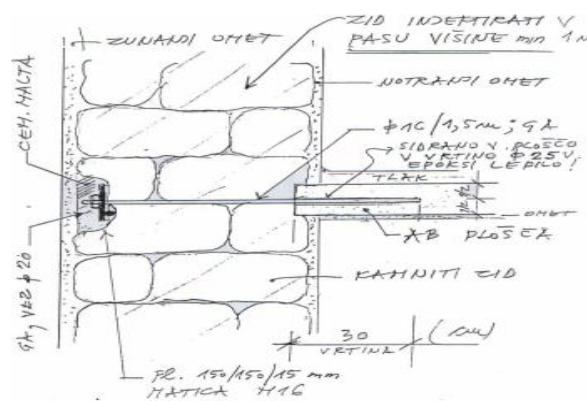
Oboki

Pogosto so pri starejših stavbah izdelani oboki, ki imajo običajno največjo zgodovinsko vrednost, zaradi česar jih poskušamo ohraniti. Poškodbe obokov se kažejo v obliki razpok, ki jih je treba injektirati. Če jih ni, potem se samo odstrani težko nasutje in se zamenja z lažjim materialom, prek katerega se izvede AB-stropna konstrukcija.

Povezovanje in utrijevanje stropov

Pri lesenih stropih se stropniki sidrajo v zidovje s pomočjo sidrnih plošč in jeklenih vijakov, če pa so stropi zelo stari in prepereli, je potrebna njihova zamenjava. Običajno se jih zamenja z masivnimi stropi, saj se tako zagotovi rešitev problema delovanja stropov med potresom.

V primeru obstoječih AB-plošč, ki predstavljajo medetažne konstrukcije tudi v našem objektu, sta nujno potrebna sidranje stropnih konstrukcij v zidovje z jeklenimi sidri in njihova medsebojna povezava.



Slika 12: Sidranje AB-plošče v kamnite zidove (Dolinšek, 2015)

Ojačitev temeljev

Za ojačitev temeljev imamo na voljo več tehničnih ukrepov, ki so odvisni od zahtevane nosilnosti in pogojev tal. Utrjevanje obstoječih temeljev se običajno izvaja z obbetoniranjem ali s podbetoniranjem. Pomembno je, da se izvede tudi povezava s sidri med obstoječim temeljem in novim delom, temeljne konstrukcijske vezi pod zidom pa predstavljajo ojačitev temelja.



Slika 13: Primer ojačitve temeljev (Keše, 2015)

3.2 Izbrani sanacijski ukrepi na obravnavanem objektu

3.2.1 Utrditev zidov z injektiranjem

Za zapolnitve praznin kamnitih in kamnito-opečnih zidov pritličja in prvega nadstropja je predvidena cementna silikatna injekcijska masa MM 20. Tako bo dosežena oziroma zagotovljena ustrezna homogenost zidov. Kamnito-opečne stene, ki so daljše in homogeno grajene, ne bo treba v celoti injektirati. Problematični so predvsem krajši pasovi kamnitih in kamnito-opečnih vsadkov oziroma slopi širine do 2,0 m, ki jih je treba injektirati. Okvirna ocena potrebnega injektiranja znaša približno 40 % zidov pritličja, medtem ko za prvo nadstropje znaša precej manj, in sicer 10 % vseh zidov. Predvideno je tudi injektiranje vseh stikov pozidav, prav tako s cementno-silikatno maso MM 20. Vertikalni stiki v vogalih med zidovi se obdelajo na enak način. Z injektiranjem stikov bo doseženo ustrezno delovanje pozidav in prezidav z osnovnim zidovjem (Štampfl, 2008).

3.2.2 Povezava objekta v višini stropnih konstrukcij

AB-stropi ne omogočajo ustrezne povezave zidov med seboj, zato je predvideno sidranje v obodno-nosilno zidovje, kjer obstaja več načinov izvedbe. Zaradi prekinjenih AB-plošč v notranjosti je predlagana njihova povezava. Predlagan je način, kjer se vgradijo jeklene "L"-sidrne palice GA $\Phi 16$ mm s skupno dolžino približno 1,4 m in dolžino kljuke, ki znaša 0,15 m. Vgradijo se v višini medetažnih konstrukcij prvega nadstropja in pritličja po obodu objekta. Horizontalne vrtine v zidu omogočijo, da se prek njih vodi sidra, zaključijo pa se na fasadi z jeklenimi podometnimi sidrnimi ploščami dimenzij 150/150/10 mm. Vgradnja sider se izvaja v že omenjene vrtine s pomočjo epoksidne malte. Ta izvedba sidranja je manj zahtevna kot druge in je tudi najoptimalnejša, saj drugi načini zahtevajo več natančnosti.

Zaključitev obodnih zidov v podstrešni etaži je potrebna z novo AB-vezjo, armirano z vzdolžno armaturo RA $\Phi 16$ mm in stremeni RA $\Phi 6/20$ cm. Vzdolžna armatura se poveže ustrezno v vseh vogalih. Omenjena AB-vez se sidra v nosilno zidovje z jeklenimi vertikalnimi "L"-sidri RA $\Phi 16$ mm dolžine 0,75 m. Sidranje se izvede z epoksidnim lepilom v predhodno izvrtane vrtine.

Potrebna je medsebojna povezava vseh plošč nad pritličjem ter nad prvim in drugim nadstropjem. Predvidena je izvedba povezav v območju nosilnih zidov, ki so daljši od 1,0 m, in v območju odprtih, pri katerih plošče sosednjih prostorov niso medsebojno povezane. Predlagana je vgradnja jeklenih "L"-sidrnih palic GA $\Phi 16$ mm skupne dolžine približno 1,7 m in dolžine kljuke 0,15 m. Ko se sidro namesti prek horizontalne vrtine, zakrivimo ravni del sidra v kljuko, saj bo tako imelo sidro kljuko na obeh koncih. Vgradnja poteka v vrtine z epoksidno

malto. Če bodo AB-plošče premalo nosilne glede na rekonstrukcijo objekta, bo potrebna zamenjava plošč. Pred njihovo izvedbo se vgradijo jeklena sidra GA $\Phi 16$ mm dolžine 1,5 m na razmiku 1,0 m v sredino debeline sosednjih obstoječih plošč. Vgradnja poteka v vrtine $\Phi 22$ mm dolžine 0,5 m z epoksidnim lepilom. V tem primeru se v območju obodnih zidov v sredino debeline nove plošče vgradijo enaka sidra prek vrtin v zidovih, ki se zaključijo s sidrnimi ploščami na fasadi dimenzij 150/150/15 mm (Štampfl, 2008).

Na zunanji – fasadni strani morajo biti vsi jekleni elementi protikorozijsko zaščiteni z epoksidnimi premazi. Po izvedbi tega se obdelajo z grobim in finim ometom.

3.2.3 Povezovanje zidov v vogalih

Vgradnja horizontalnih jeklenih sider je predvidena oziroma potrebna za povezavo nosilnih zidov, ki niso povezani med seboj v vogalih. Jeklene palice GA $\Phi 16$ mm se vgradijo v izvrtane horizontalne vrtine $\Phi 22$ mm in se zaključijo s sidrno ploščo. Predvidena dolžina sider znaša dvakratno širino sidranega zidu. Vogalni "L"-stiki se sidrajo z obeh strani. Sidra morajo biti zaključena na obeh straneh s sidrnimi ploščami, tudi v območju krajših zidov ob okenskih in vratnih odprtinah. Po že predhodno omenjenih "L"-stikih se na posamezno etažo vgradijo po tri sidra. Po eno sidro 0,5 m nad nivojem tlaka in pod nivojem stropa ter eno na sredini etažne višine. Konzolni izzidek v prvem nadstropju na vzhodnem delu fasade se poveže na enak način (Štampfl, 2008).

3.2.4 Povezovanje zidov v območju ohranjenih opečnih obokov

Predlagana je izvedba nosilne AB-plošče, ki mora biti ustrezno dimenzionirana za prevzem predvidenih obtežb. Ključen razlog za to izvedbo je neustrezna togost stropov oziroma neustrezno sodelovanje zidov v primeru potresne obtežbe. Omenjena izvedba se izvede samo v območjih, kjer prek ohranjenih opečnih obokov ni izvedena AB-plošča. Pred izvedbo je treba zmanjšati maso in razbremeniti oboke, kar ugodno vpliva na potresno obremenitev. Zato se odstranijo vsi nenosilni sloji obokov z že izvedenimi estrihi in nasutjem. Nadomestiti jih je treba z lažjim materialom. Izvede se tudi povezava z vertikalnimi nosilnimi elementi in s sosednjimi AB-ploščami. Za to izvedbo se uporabi sidrni sistem, ki je bil opisan v prejšnjih točkah (Štampfl, 2008).

3.2.5 Ojačitve preobremenjenih zidov in temeljev

Določeni zidovi so preobremenjeni zaradi rušitvenih posegov. Ena izmed takšnih sta notranji zid pritličja med jedilnico in predvideno avlo ter fasadni slop v območju novega dvigala.

Za notranji pritlični zid med avlo in jedilnico je predvidena ojačitev z izvedbo dvostranskega AB-ometa debeline 6 cm, ki je armiran z armaturnimi mrežami Q283. Povezava armaturnih mrež se izvede s stremeni GA $\Phi 6$ mm skozi predhodno izvrtane luknje. Spodaj se AB-ometi sidrajo v temelj, zgoraj pa v AB-stropno ploščo z vgrajenimi sidri v epoksidno lepilo. Temelj je treba ojačiti z obojestranskim obbetoniranjem.

Za fasadni slop je predlagano, da se nadomesti z novim AB-stebrom, ki mora biti ustrezno dimenzioniran glede na predvidene obremenitve, ker so prekoračitve dovoljenih obremenitev visoke (Štampfl, 2008).

4 STROŠKOVNA ANALIZA

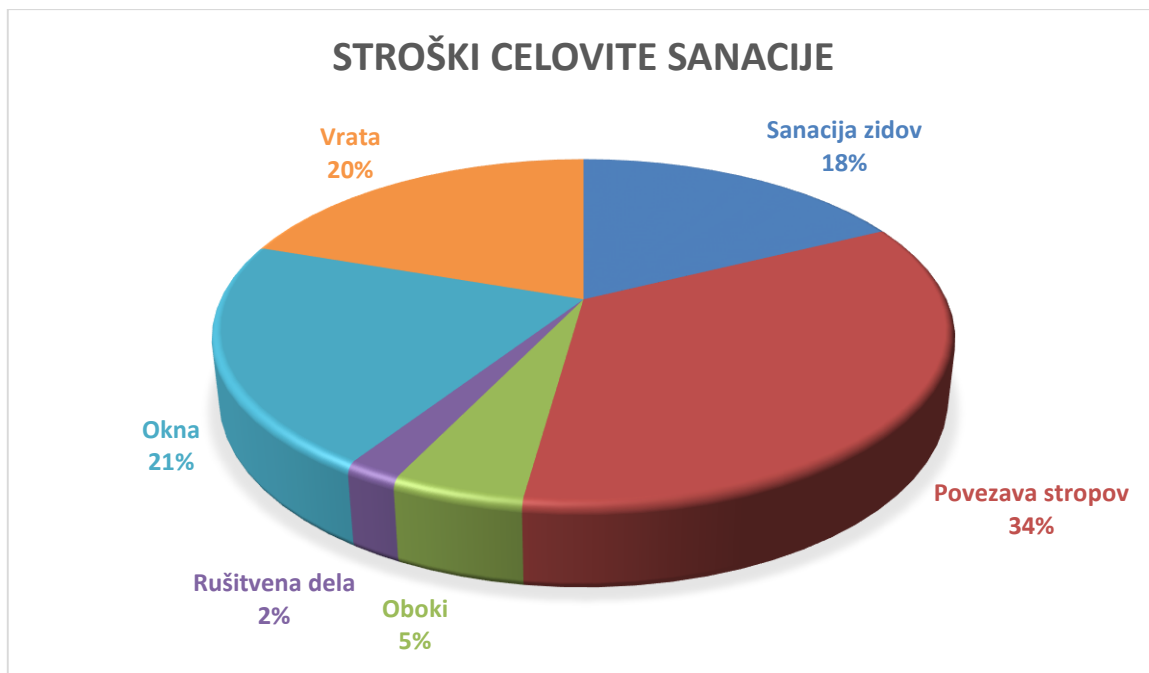
4.1 Splošno

Današnji pogoji v gradbeni stroki zahtevajo čim bolj ekonomično in racionalno gradnjo objektov. Glavna vzroka za to sta velika konkurenca in vedno krajši roki izgradnje. Osnovni namen vseh izvajalcev je zgraditi objekt s čim kakovostnejšimi materiali oziroma njihovo dogovorjeno kakovostjo, s čim manjšo porabo finančnih sredstev in v dogovorjenem roku. Pojem ekonomičnosti je eden izmed glavnih ciljev projekta, zato je za čim večji uspeh projekta pomembno skrbno in natančno ocenjevanje stroškov. Vsak investitor si želi, da bi v fazi načrtovanja dobil čim natančnejšo oziroma čim zanesljivejšo oceno vseh stroškov, saj je to podlaga, na osnovi katere se odloča, ali se bo projekt realiziral. Začetna faza projekta je pogosto deležna premalo finančnih sredstev, kar lahko vodi do površno opravljenih del v tej fazi. V teku gradbenega projekta se pojavita dve vrsti stroškov: planirani in dejanski stroški, ki so zelo redko enaki. Zato je potrebno dejansko nastalim stroškom skrbno in redno slediti. Ob tem je potrebno upoštevati, da v praksi, še zlasti v primeru prenove objektov, zelo pogosto prihaja do številnih sprememb med izvajanjem projekta, kar povzroča višje stroške in s tem višjo končno ceno projekta. Na začetku projekta imamo pogosto na razpolago le malo podatkov, s pomočjo katerih lahko določimo skupne stroške. Temelje pri določitvi skupnih stroškov predstavljajo popisi del, ki vsebujejo niz postavk, ki opisujejo posamezna dela. Da bi pridobili končno ceno, je nujno potrebna ocena stroškov vsake postavke. Za določanje cene celotnega objekta je torej potreben čas in tudi finančna sredstva. Večina strokovnjakov se opira na svoje izkušnje pri določanju stroškov, vendar to ni dejavnik, na katerega bi se lahko zanesli, saj so se metode ocen razvijale na podlagi izkušenj strokovnjakov (Jošt, 2007).

4.2 Celovita sanacija

Pri oceni stroškov smo upoštevali vsa izvedena dela, katerih funkcija je izboljševanje potresne varnosti oziroma zagotavljanje ustrezne potresne odpornosti stavbe, kot smo navedli v prejšnjih poglavjih. Poleg sanacijskih ojačitvenih ukrepov smo se odločili tudi za montažo oken in vrat, ki so nujno potrebna pri nadaljnjem funkcioniranju stavbe. Poleg tega imajo tudi bistven vpliv na končno ceno, saj je glede na velikost stavbe treba vgraditi precej oken in vrat.

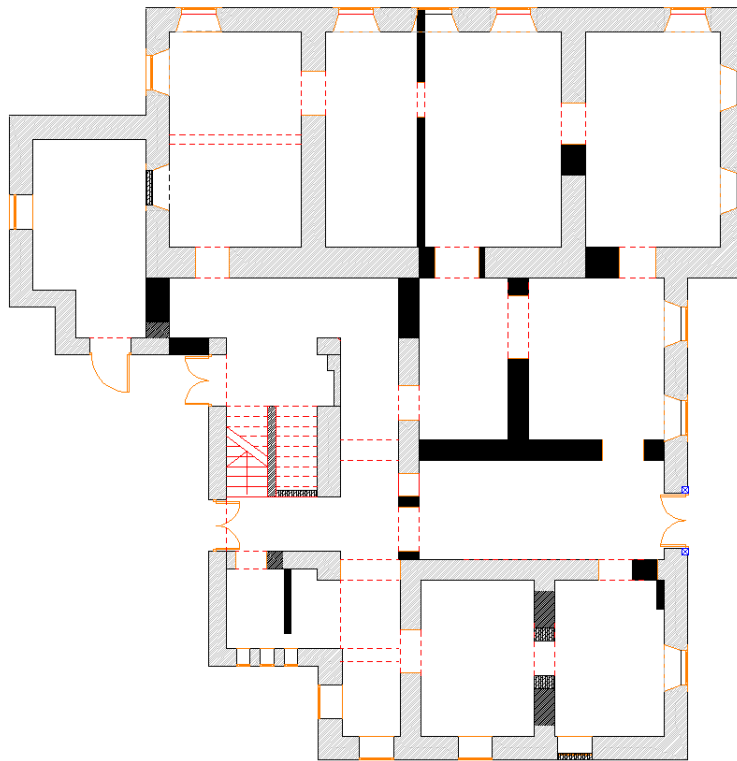
Oceno stroškov smo izvedli s pomočjo cenika gradbenih, obrtnih in inštalacijskih del za popotresno obnovo v Posočju ter poročila o opravljenem pregledu (Štampfl, 2008).



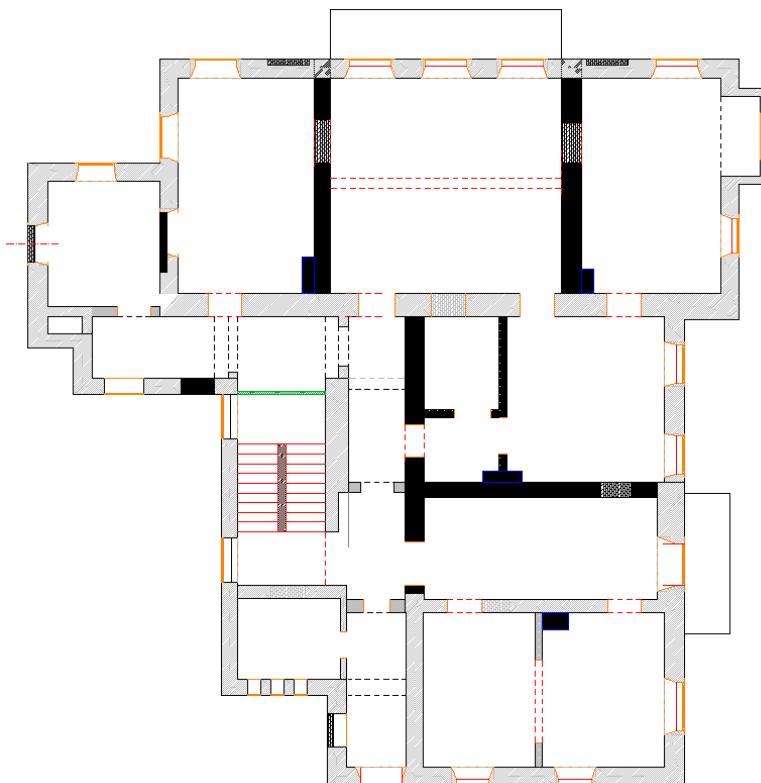
Grafikon 1: Prikaz stroškov celovite sanacije

Na podlagi ocenjenih stroškov za vsa sanacijska dela, ki so podrobno navedena v prilogi A, smo izdelali grafikon 1, ki nam omogoča jasn in hiter pregled o porabljenih sredstvih v odstotkih za izvedbo posameznih del.

Kot vemo, smo v gradbeništvo zelo omejeni z vidika finančnih sredstev, zato se čim bolj poskušamo osredotočiti na to, da bi s čim manjšo porabo sredstev dosegli čim višjo učinkovitost sanacije. Za vsak objekt je ključnega pomena ustrezna povezava nosilnih elementov, predvsem zidov in stropov, ki z dobrim medsebojnim sodelovanjem omogočajo odpornost proti potresnim vplivom. To potrjuje tudi grafikon 1, ki prikazuje, da največji odstotek porabljenih sredstev pripada povezavi stropov.



Slika 14: Tloris pritličja z označenimi rušitvenimi posegi (Poles, 2008)



Slika 15: Tloris prvega nadstropja z označenimi rušitvenimi posegi (Poles, 2008)



Slika 16: Tloris drugega nadstropja z označenimi rušitvenimi posegi (Poles, 2008)

Tlorisi prikazujejo obstoječe stanje obravnavanega objekta in označene rušitvene posege v objekt (s črno barvo). Poleg rušitvenih posegov, pozicije stopnic in zasnove zidov so razvidne številne odprtine za vrata in pozicije oken, za katera smo ocenili stroške dobave in montaže ter upoštevali v analizi stroškov.

Preglednica 1: Izvleček stroškov del za sanacijo

DELA	Skupaj (€)
Sanacija zidov	22.136,44
Povezava stropov	43.203,00
Oboki	6.195,00
Rušitvena dela	2.568,00
Okna	26.384,38
Vrata	24.663,76
Skupno	125.150,58

V preglednici 1 je prikazan izvleček vseh predvidenih del, določen na osnovi celotnega popisa del (Priloga A). Stroški so strukturirani po skupinah del oziroma storitev. Kot smo že omenili, je največ finančnih sredstev potrebno za povezovanje stropov in zidov, kar je tudi smiselno zaradi potrebe po doseganju ustreznega obnašanja pri potresni obremenitvi.

Pri tem je potrebno opozoriti, da so nekatere višine vrat precej večje od drugih, saj sta etažni višini prvega in drugega nadstropja večji kot v pritličju, zato je mogoča tudi večja višina vrat v teh etažah. Cene tovrstnih vrat, ki so večinoma lahko izdelana le po naročilu, smo izračunali na podlagi standardnih cen, vključno z vrsto materiala in drugih del, ki so navedena.

Okna so obračunana glede na površino, in sicer po cenah do površine 0,8 m² (288,74 €), od 0,8 do 1,5 m² (398,62 €) in od 1,5 do 2 m² (463,26 €). Cene smo upoštevali iz cenika gradbenih, obrtnih in inštalacijskih del za popotresno obnovo v Posočju. Skupen strošek vseh del, ki je razviden iz preglednice 1, ne vsebuje DDV.

Pomembno je omeniti, da dejansko objekt vsebuje več odprtih za okna, ki niso uporabljena za vgradnjo oken, temveč so zazidana. Izdelajo se namreč samo okvirji na zunanji strani, nato pa se izvede navidezna slikarija – okno se naslika na fasado.

5 ČASOVNA ANALIZA S PROGRAMOM MICROSOFT PROJECT

5.1 Spremljanje projektov

Ključnega pomena za uspešno poslovanje podjetij je ustrezno projektno vodenje. Vsi zadani cilji podjetja so odvisni od vrste strategije in načina vodenja, saj lahko s projektnim vodenjem bistveno vplivamo na projekt s časovnega vidika. Da bi lahko izvajali spremljanje projekta s časovnega vidika, nam program Microsoft Project ponuja ključne elemente oziroma orodja, s katerimi lahko optimiziramo časovni potek projekta, kar bistveno pripomore tudi k bolj uspešnemu celotnemu poslovanju gradbenega podjetja.

Prednosti, ki jih prinaša računalniško podprto planiranje časa so:

- grafični prikaz, ki omogoča dober pregled nad projektom;
- izvajanje po načrtu in spremljanje posameznih dogodkov;
- možnost odkritja "rezerv";
- opominjanje na določene aktivnosti.

Kot grafično obliko vsebuje diagrame, ki ponazarjajo naloge delavcev v določenem časovnem obdobju, s pomočjo česar se skrajšata izvajanje in načrtovanje. V primeru, da se poveča obseg projektov, nam program Microsoft Project omogoča najoptimalnejšo rešitev glede skrajšanja časa izvajanja projekta (Project tečaj, 2015).

5.2 Načrtovanje projekta v programu Microsoft Project

5.2.1 Strukturiranje in členitev

Strukturiranje in členjenje projekta (»Work Breakdown Structure«) sta dejavnika, ki tvorita začetni korak pri načrtovanju. Ta korak zahteva določanje vseh opravil, ki se morajo izvesti, da bi se projekt lahko dokončal. Celotni projekt se razčleni na več manjših delovnih paketov, katerih naloga je, da za posamezno opravilo določajo, kaj je treba opraviti, kdaj je potrebno izvajanje posameznega opravila in kako dolgo se lahko opravilo izvaja. Za razčlenitev projekta ne obstaja nobeno konkretno zaporedje oziroma recept, po katerem bi se lahko ravnali za vsak projekt. Obstajajo pa določeni kriteriji, s pomočjo katerih lahko čim bolj smiselno naredimo razdelitev na posamezna opravila, in to so (Baloh, Vrečar, 2007):

- delitev projekta po posameznih načinih izvajanja (tesarska in zidarska dela);

- delitev projekta glede na uporabljeno opremo;
- odgovornost (kdo je odgovoren za določene dele projekta);
- razdeljeno delo po posameznih delih projekta oziroma fizična delitev projekta.

WBS	Dejavnost
0	<input type="checkbox"/> SANACIJA STAVBE "Vila Bianca" Terminski plan
1	<input type="checkbox"/> RUŠITVENA DELA
1.1	Rušenje estrihov in odstranitev nasutja
2	<input type="checkbox"/> SANACIJA ZIDOV
2.1	Obbetoniranje temeljev
2.2	Injektiranje mešanih in kamnitih zidov
2.3	Injektiranje vertikalnih stikov zidov in prezidav
2.4	AB ometi
2.5	Nov AB steber
3	<input type="checkbox"/> POVEZAVA STROPOV
3.1	Odri
3.2	Sidranje AB stropov pritličja in 1. nadstropja
3.3	Medsebojna povezava notranjih AB stropov
3.4	Nova AB vez nad 2N, vključno s sidranjem in izdelava AB zidnih vencev
3.5	Sidranje vogalov z jeklenimi sidri
4	<input type="checkbox"/> OBOKI
4.1	Lahko nasutje - glinopor
4.2	Izvedba AB plošče do 15 cm
5	<input type="checkbox"/> OKNA
5.1	Dobava in montaža oken
6	<input type="checkbox"/> VRATA
6.1	Dobava in montaža vrat

Slika 17 : Členjenje del za obravnavani objekt v programu MS Project

Pri izvedbi terminskega plana sanacije za obravnavani objekt smo izvedli strukturalno členjenje kot je prikazano na sliki 17. To smo izvedli na podlagi delitve projekta po izvedenih delih.

5.2.2 Ocena trajanja in logična povezava opravil

Za določanje ocene trajanja opravil se vodje projektov najpogosteje opirajo na normative dela, če obstajajo, ter na svoje dosedanje izkušnje in na njihovi podlagi določijo, kako dolgo bo posamezno opravilo trajalo. V posameznih primerih si lahko pomagajo tudi z mnenji strokovnjakov in izvajalcev.

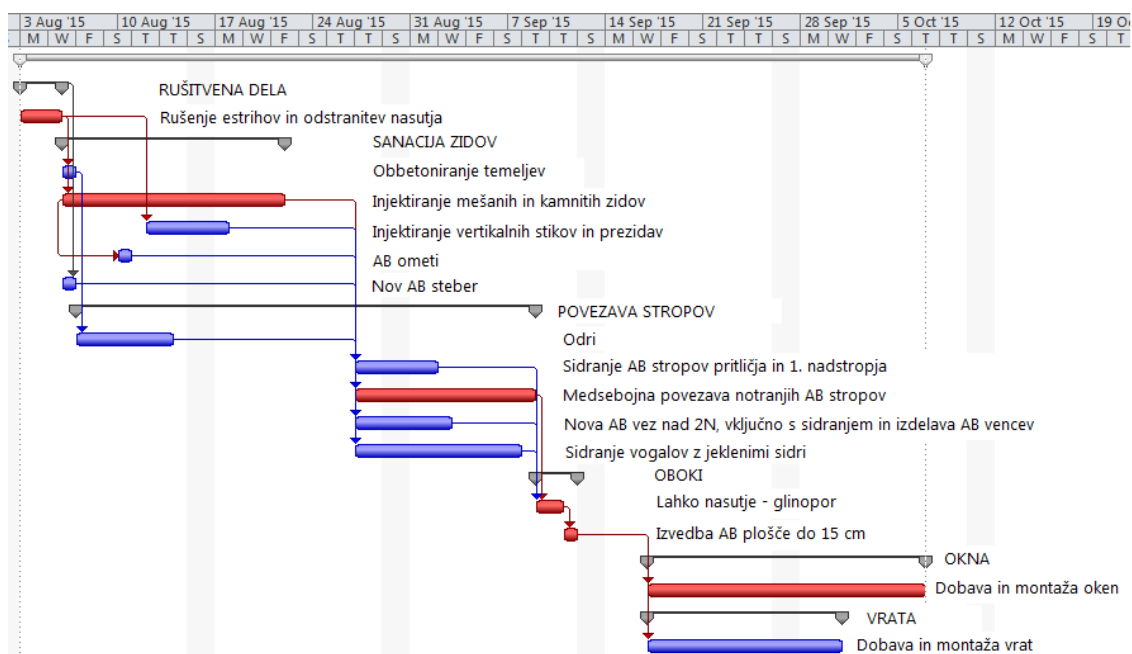
Določanje ustreznih povezav opravil spada med najpomembnejše faze v časovnem načrtovanju, saj ravno medsebojno povezovanje poleg ocen trajanja določa končno trajanje projekta in vsa dela, ki so kritična. Nekatera opravila se lahko začnejo opravljati hkrati, nekatera pa se ne morejo začeti pred koncem predhodnih del ipd., odvisno od vrste in obsega del ter števila delovne sile. Ustrezne povezave se v praksi prav tako največkrat določajo na podlagi izkušenj iz primerljivih projektov. Projektno načrtovanje z neprimernimi in brezsmiselnimi povezavami ni uresničljivo (Baloh, Vrečar, 2007).

Dejavnost	Trajanje	Prejšnja opravila	Naslednja opravila
SANACIJA STAVBE "Vila Bianca" Terminski plan	47 d		
1 RUŠITVENA DELA	3 d		8
1.1 Rušenje estrihov in odstranitev nasutja	3 d		5;6FS+4 d;4
2 SANACIJA ZIDOV	12 d		
2.1 Obbetoniranje temeljev	1 d 2		10
2.2 Injektiranje mešanih in kamnitih zidov	12 d 2		7SS+2 d;12FS+3 d;13FS+3 d;14FS+3 d;11FS+3 d
2.3 Injektiranje vertikalnih stikov zidov in prezidav	4 d 2FS+4 d		11FS+3 d
2.4 AB ometi	1 d 5SS+2 d		11FS+3 d
2.5 Nov AB steber	1 d 1		11FS+3 d
3 POVEZAVA STROPOV	23 d		
3.1 Odri	5 d 4		11;12;13;14
3.2 Sidranje AB stropov pritličja in 1. nadstropja	4 d 10;5FS+3 d;6FS+3 d;		16
3.3 Medsebojna povezava notranjih AB stropov	9 d 10;5FS+3 d		16
3.4 Nova AB vez nad 2N, vključno s sidranjem in izdelava AB zidnih vencev	5 d 10;5FS+3 d		16
3.5 Sidranje vogalov z jeklenimi sidri	8 d 10;5FS+3 d		16
4 OBOKI	3 d		
4.1 Lahko nasutje - glinopor	2 d 12;13;14;11		17
4.2 Izvedba AB plošče do 15 cm	1 d 16		19FS+3 d;21FS+3 d
5 OKNA	14 d		
5.1 Dobava in montaža oken	14 d 17FS+3 d		
6 VRATA	10 d		
6.1 Dobava in montaža vrat	10 d 17FS+3 d		

Slika 18: Prikaz navajanja trajanja opravil in določenih povezav med opravili v programu MS Project za obravnavani projekt

5.2.3 Časovno načrtovanje

Medsebojna povezava nekaterih opravil je pogojena na primer s tem, da se naslednje opravilo ne sme začeti, dokler se ne konča predhodno, iz česar lahko sklepamo, da obstaja nekaj opravil, ki ne smejo preseči trajanja izvajanja. V nasprotnem primeru bi povzročili daljši čas trajanja projekta, česar si seveda ne želimo. Tovrstna opravila so kritična, zato določajo tako imenovano kritično pot v projektu. Seveda so v projektu prisotna tudi nekritična opravila, ki vsebujejo določeno časovno rezervo. Ta opravila nam dopuščajo, da jih preuredimo tako, da bo izkoristek virov čim boljši, s čimer bo lažje tudi doseganje zelenih ciljev v projektu (Baloh, Vrečar, 2007).



Slika 19: Prikaz trajanja opravil in njihovo zaporedje s gantogrami v programu MS Project

Z metodo mrežnega programiranja CPM («Critical Path Method») se načrtuje že omenjena kritična pot. Ta metoda nam poda podatke o trajanju, začetku in koncu opravila. Mrežni časovni diagram nam predstavlja in omogoča jasn pogled na celoten časovni potek projekta.

Na sliki 19 je razviden potek kritičnih opravil, ki tvorijo kritično pot (z rdečo barvo) in nekritična opravila (z modro barvo), ki imajo določeno časovno rezervo ter medsebojne povezave med njimi.

6 ZAKLJUČEK

V diplomski nalogi smo obravnavali in analizirali potek sanacije stavbe "Vila Bianca" v Velenju. V izvedbenem smislu je bila glede na projektno dokumentacijo sanacija precej zahtevna, saj gre za starejšo zidano stavbo, ki je bila grajena v obdobju pomanjkljivih predpisov v gradbeništvu.

S pomočjo razpoložljive projektne dokumentacije smo opisali poškodbe in lastnosti konstrukcijskih elementov na obravnavanem objektu, ki so se precej ujemale s predhodno opisanimi tipičnimi poškodbami, značilnimi za takšne objekte. Na podlagi teh ugotovitev so bili podani predvideni sanacijski ukrepi, s katerimi se je omogočila nadaljnja uporaba stavbe. Glede na starost objekta je ena izmed večjih posebnosti ta, da stropne konstrukcije niso lesene, temveč so grajene iz AB-plošč. Na splošno so bili zidovi v dobrem stanju, vendar bi lahko bili nekoliko boljši, če bi bil objekt primerno vzdrževan. To nas je vodilo do ugotovitve, da je še kako pomembno redno vzdrževanje objektov, saj s tem lahko močno zmanjšamo negativne posledice poškodb na stavbah na obnašanje stavbe v prihodnosti. Ključnega pomena je tudi izbira načina oziroma metod analiziranja poškodb, saj nam analiza pokaže tako šibke kot dobre strani konstrukcijskih sistemov.

V nadaljevanju smo izdelali popis del, ki so se izvajala na objektu. Popis del nam je služil za oceno stroškov prenove in delo v programu Microsoft Project, v katerem smo izdelali členitev projekta sanacije (WBS) ter dokončen terminski plan. Ker smo potrebovali okvirno oceno trajanja posameznih del, ki tvorijo pomemben del pri izdelavi terminskega plana, je bilo potrebno za informacije stopiti v stik z gradbenim podjetjem. Večina del za sanacijo je bila preveč specifična, da bi lahko trajanje določili na podlagi normativov. Izdelan terminski plan nam je podal celotno trajanje projekta ter vsa kritična opravila med projektom. Ugotovili smo, da sta injektiranje mešanih in kamnitih zidov, medsebojna povezava AB stropov ter dobava in montaža oken, najbolj kritična opravila. Poleg tega smo tudi ugotovili, da je pomembno imeti zanesljive podatke, saj na njihovi podlagi lahko naredimo dobro oceno stroškov, ki sledi iz popisa del ter terminski plan oziroma oceno trajanja prenove.

VIRI

Baloh, P., Vrečar, P. 2007. Ob praktičnih primerih skozi Microsoft Project 2007 in Microsoft Groove 2007. Ljubljana, Pasadena: 144 str.

Baunit. 2015.

http://www.baunit.si/front_content.php?idart=3232 (Pridobljeno 10. 2. 2015.)

Blenkuš, M., Slak, T., Konstantinovič, J. 2012. Študijsko gradivo 2007–2012 Konstrukcije 1 in 2.

http://www.fa.uni-lj.si/filelib/1_strani_predmetov/matej_blenkus/k2/k1_in_k2_gradivo_ver01_nov12.pdf

(Pridobljeno 4. 4. 2015.)

Building Trust Sika. 2015.

http://svn.sika.com/sl/solutions_products/02/02a011/02a011sa06/zivljenskadobastrehe.html

(Pridobljeno 30. 3. 2015.)

Dolinšek, B. 2015. Popotresna obnova.

http://www.student-info.net/sis-mapa/skupina_doc/fqghidrotehnika/knjiznica_datoteke/1264802374_74_popotresna_obnova_posocje.pdf (Pridobljeno 12. 4. 2015.)

Gostič S., Dolinšek B., Janežič I. 2014. Skrb za kulturno dediščino v okviru popotresne obnove Posočja. Gradbenik 18, 10: 61–62.

Jošt, D. 2007. Stroškovna in časovna analiza gradnje kongresnega centra Brdo. Diplomaska naloga. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba D. Jošt): 80 str.

Keše, M. 2015. Utrditev zidanih konstrukcij stavb.

<http://www.inpro-projektiranje.com/strokovni-clanki/utrdivte-v-zidanih-konstrukcij-stavb.html>

(Pridobljeno 16. 2. 2015.)

Muzej premogovništva Slovenije, Vila Bianca. 2015.

<http://muzej.rlv.si/si/295> (Pridobljeno 22. 1. 2015.)

Popovič, M. 2015. Rekonstrukcije zidanih stavb in vpliv utrditvenih ukrepov na njihovo trajnost.

http://www.gi-zrmk.si/media/uploads/public/document/49-7_clanek_sl.pdf

(Pridobljeno 20. 2. 2015.)

Project tečajji. 2015.

<http://www.b2.eu/racunalniski-tecaji/ms-project-tecaji.aspx> (Pridobljeno 10. 4. 2015)

Slonep. 2015.

<http://www.slonep.net/prenova-in-obnova/prenova-zunanjosti/sanacija-temeljev>

(Pridobljeno 28. 3. 2015.)

Snoj, J. 2014. Ocena potresnega tveganja zidanih stavb. Doktorska disertacija. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo (samozaložba J. Snoj): 242 str.

Štampfl, A. 2008. Poročilo o opravljenem pregledu stanja nosilne konstrukcije objekta "Vila Bianca" v Velenju s strokovnim mnenjem o varnosti zgradbe ter smernicami za izvedbo sanacijsko ojačitvenih posegov. Ljubljana, Gradbeni inštitut ZRMK: 13 str.

Tomažević, M. 2009. Potresno odporne zidane stavbe. Ljubljana, Tehnis: 301 str.

»Ta stran je namenoma prazna«

SEZNAM PRILOG

PRILOGA A: POPIS DEL

PRILOGA B: TERMINSKI PLAN

PRILOGA A: POPIS DEL

POPIS DEL				
Rušitvena dela	Enota	Količina	Cena (€)/enoto	Skupaj (€)
Rušenje estrihov in odstranitev nasutja, rušenje armiranih betonskih estrihov debeline do 5 cm z odvozom ruševin na deponijo na gradbišču	m ²	107	24,00	2.568,00
Sanacija zidov				
Obbetoniranje temeljev	m	10	210,00	2.100,00
Injektiranje mešanih in kamnitih zidov s cementno-silikatno injekcijsko maso, vključno s transporti in pomožnimi deli	m ³	177	71,00	12.567,00
Injektiranje vertikalnih stikov zidov in prezidav s cementno-silikatno injekcijsko maso: 20 vogalov v pritličju, 10 v 1. nadstropju in 10 v 2. nadstropju, vključno s transporti in pomožnimi deli	m	128	45,23	5.789,44
AB-ometi	m ²	12	80,00	960,00
Nov AB-steber	m ³	2,25	320	720,00
Povezava stropov				
Odri	m ²	783	10,00	7.830,00
Sidranje AB-stropov pritličja in 1. nadstropja v obodno zidovje z izvedbo vrtin v plošči: sidra l = 1,5 m, sidrna plošča e = 1,5 m	kom	120	75	9.000,00
Medsebojna povezava notranjih AB-stropov P, 1N in 2N; sidra l = 1,5 m, sidrna plošča e = 1,0 m	kom	243	40,00	9.720,00
Nova AB-vez nad 2N, vključno s sidranjem, izdelava armiranobetonskih zidnih vencev do širine 50 cm in višine 30 cm, armatura do 15 kg/m, vključen opaž, priprava betona, pomožna dela na objektu, sidranje kapne lege	m	81	63,00	5.103,00
Sidranje vogalov z jeklenimi sidri; l = 1,5 m, 3 kom/stik/etaža sidrne plošče	kom	210	55,00	11.550,00

Oboki				
Lahko nasutje – glinopor	m ³	54	50,00	2.675,00
Izvedba AB-plošče do 15 cm	m ³	16	220,00	3520,00
Okna				
Dobava in montaža oken iz jelovega lesa, vsa pomožna dela (P + 1N + 2N + man.)				
40/100 cm	kom	9	288,74	2.598,66
80/100 cm	kom	1	288,74	288,74
100/120 cm	kom	2	398,62	797,24
100/160 cm	kom	23	463,26	10.654,98
120/160 cm	kom	26	463,26	12.044,76
Vrata				
Dobava in montaža notranjih in zunanjih vrat iz masivnega lesa, opremljena s potrebnim okovjem in kljuko, vsa pomožna dela (P + 1N + 2N + man.)				
80/200 cm (notranja enokrilna)	kom	23	296,57	6.821,11
90/200 cm (notranja enokrilna)	kom	15	316,16	4.742,40
140/210 cm (notranja dvokrilna)	kom	6	558,09	3.348,54
310/290 cm (notranja dvokrilna)	kom	1	2760,50	2.760,50
110/210 cm (notranja enokrilna)	kom	1	355,81	355,81
110/210 cm (zunanja dvokrilna)	kom	1	928,09	928,09
150/250 cm (zunanja dvokrilna)	kom	1	1587,54	1.587,54
100/250 cm (zunanja enokrilna)	kom	1	825,10	825,10
140/210 cm (zunanja dvokrilna)	kom	1	1380,25	1.380,25
120/210 cm (zunanja dvokrilna)	kom	2	957,21	1.914,42
Skupno				125.150,58

