

Datum: 20.2.2015

Naročnik: **ARCH studio d.o.o.**

Polje 13
1217 VODICE

Projekt:

**Poročilo o strokovnem pregledu
materialno tehničnega stanja s
predlogi za sanacijo objekta
Vodnikova 5 v Ljubljani**

Delovni nalog: DN 2005461

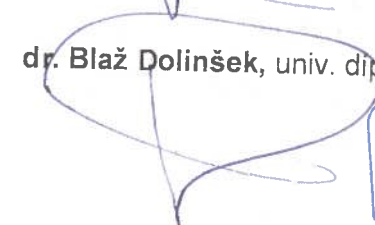
Naročilo: naročilnica št. 6/2015 z dne 12.2.2015

Center: **CENTER ZA MATERIALE IN KONSTRUKCIJE**

Nosilec naloge: 
dr. Samo Gostič, univ. dipl. inž. grad.

Sodelavci: **Petra Dimnik**, univ. dipl. geol.

Vodja centra: 
dr. Blaž Dolinšek, univ. dipl. inž. grad.

Tehnični direktor: 
dr. Blaž Dolinšek, univ. dipl. inž. grad.

GRADBENI INŠTITUT²
ZRMK d.o.o.
Ljubljana, Dimičeva 12



KAZALO

KAZALO	2
1. UVOD	2
2. STANJE OBJEKTA	3
2.1. OPIS OBJEKTA	3
2.2. UGOTOVITVE STROKOVNEGA PREGLEDA	4
2.3. PREISKAVE OPEKE IN MALTE	5
2.4. MERITVE VLAŽNOSTI ZIDOV	5
3. SMERNICE ZA SANACIJO	6
4. ZAKLJUČEK.....	8
PRILOGA A: KATASTER RAZPOK IN SKICE SOND.....	9
PRILOGA: FOTODOKUMENTACIJA	10
PRILOGA: GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO	21

1. UVOD

Naročnik ARCH Studio d.o.o. je pri Gradbenem inštitutu ZRMK d.o.o. dne 12.2.2015 v okviru prenove starejšega objekta na Vodnikovi 5 v Ljubljani naročil:

1. detajlni vizualni pregled objekta z registracijo in opisom obstoječih poškodb ter fotodokumentacijo;
2. detajlni pregled pritličnega objekta na vrtu z registracijo in opisom poškodb ter fotodokumentacijo;
3. ugotavljanje sestave in stanja temeljev, globine temeljenja in vrste temeljnih tal neposredno pod temelji;
4. sondiranje sestave nosilnih zidov s sondažnimi izseki ter
5. odvzem vzorcev opeke in malte iz zidu, pregled vzorcev v laboratoriju in preskus tlačne trdnosti opeke ter ocena tlačne trdnosti malte; oceno tlačne in natezne trdnosti zidovja, oceno elastičnega in strižnega modula zidovja, oceno možnosti injektiranja;
6. sondiranje sestave (dimenzije in orientacija) in preveritev stanja lesenih in obokanih stropnih konstrukcij;
7. pregled stanja lesene strešne konstrukcije (dimenzije glavnih elementov);
8. meritve vlažnosti v zidovih;
9. izvedbo geomehanskih preiskav in izdelavo geomehanskega poročila;
10. izdelavo strokovnega poročila o stanju objekta z ugotovitvami pregleda in s predlogi za sanacijo.

Obravnavan je starejši zidan dvonadstropni objekt na naslovu Vodnikova 5 v Ljubljani, kjer trenutno deluje več pisarn. Naročnik ARCH Studio je projektant celovite prenove objekta (v lastništvu Mestne občine Ljubljana) z delnim odstranjevanjem gradbenih delov objekta in dograjevanjem novih delov.

2. STANJE OBJEKTA

Dne 18.2.2015 smo izvedli strokovni pregled objekta. Dejansko stanje objekta smo ugotavljali z izvedbo površinskih in globinskih sond zidov in stropov. S tem smo ugotavljali sestavo in ohranjenosti posameznih konstrukcijskih elementov ter kvaliteto vgrajenih materialov. Odvzeli smo tudi vzorce materialov in izvedli meritve vlažnosti ter geomehanske meritve.

Namen pregleda in preiskav je bil, da se na podlagi zasnove objekta, detajlnega pregleda dejanskega stanja nosilne konstrukcije ter ocenjenih mehanskih karakteristik vgrajenih materialov, ugotovi primernost obstoječe nosilne konstrukcije zgradbe za izvedbo strokovno korektne rekonstrukcije ter njena varnost in uporabnost. Ugotovitve detajlnega pregleda so nato uporabljene pri oblikovanju smernic za rekonstrukcijo. Ugotovitve geomehanskih preiskav so zapisane v ločenem (in priloženem) geološko-geomehanskem poročilu.

2.1. OPIS OBJEKTA

Stavba na Vodnikovi 5, je bila zgrajena leta 1856 (sodeč po letnici na portalu). Je približno pravokotnega tlorisa z gabaritnimi merami 20 m x 10 m. Po višini ima delno vkopano pritličje (celotno višino pritličja zadnje strani), nadstropje in mansardo. Sleme objekta je 10,5m nad terenom. Za objektom je na izravnavi terena v nivoju nadstropja postavljen še pomožen pritličen objekt velikosti 7 m x 5 m. Brežina za objektom je podprta s kamnitim opornim zidom višine od 2,5 m do 4,2 m.



Slika 2.1 Obravnavani objekt

Etažne višine pritličja in nadstropja so 3,2 m. Nosilni zidovi delno vkopanega pritličja so mešani opečno-kamniti debeline 55 do 60 cm. Ponekod tudi samo opečni (zunanji fasadni zidovi). V zgornjih nadstropjih so zidovi opečni, debeline 50 cm, zidani s polno opeko. Nad pritličjem so ponekod (vidno na skicah v prilogi) izvedeni opečni oboki, v prostoru z veliko razpetino je

tramovni strop, drugje pa lesen strop. Nad nadstropjem so povsod leseni stropovi. Mansarda je izvedena na osrednjem delu pod strešno konstrukcijo, obdaja jo neizkoriščeno podstrešje. Strešna konstrukcija je lesena, s prenovljenim letvanjem in novejšo opečno kritino (opečni zarezniki).

2.2. UGOTOVITVE STROKOVNEGA PREGLEDA

Stavba je bila grajena solidno, vendar je sedaj, zaradi starosti in predvsem zaradi težav z zamakanjem, v sorazmerno slabem stanju. Zaradi vkopanosti v pobočje (za celo višino pritličja) in pritiska zaledne vode je precej težav z vlago v pritličnih delih objekta. Pri pregledu smo opazili hidroizolacijo v strukturi talne plošče, vendar je bila najverjetneje poškodovana oziroma propadla, saj je bila toplotna izolacija nad njo popolnoma mokra (nasičena). Problemi z vlago v pritličju so očitni na več mestih – od odpadanja ometov, izločanja soli na površini zidov do izvedenih meritev vlažnosti. Da so bile tovrstne težave že v preteklosti, pa pričajo stari bitumenski premazi (nekaterih) zidov pritličja (vidno npr. na sondah P-Z1 in T2). Problemi z zamakanjem in posledično z odpadanjem ometov so vidni tudi na fasadah (slike v fotodokumentaciji). V nadstropju in mansardi pa je na več mestih opaziti starejše poškodbe zaradi zamakanja, najverjetneje iz časov prejšnje kritine.

Med pregledom nismo opazili večjih poškodb na nosilni konstrukciji, ki bi kazale na posebej kritične predele konstrukcije. Smo pa zabeležili veliko število razpok, mest odpadlega ometa, zamakanj, kar kaže v celoti na potrebo po celoviti prenovi objekta. Na skicah v prilogi A je prikazan kataster poškodb, slike opaženih poškodb pa so v prilogi fotodokumentacija.

Dejansko stanje obstoječe nosilne konstrukcije, sestave obstoječih nosilnih elementov ter kvaliteto vgrajenih materialov smo ugotavljali na mestih pregledov konstrukcije z odpiranjem sond v stenah, stropovih in ob zunanjem zidu. Mesta sondiranja so prikazana na skicah v dodatku A.

V pritličju smo tako z zidnimi sondami P-Z1 do P-Z3 ugotovili opečne zidove oziroma mešan kamnito-opečni zid. V pritličju je na veliko mestih viden vpliv kapilarne vlage oziroma zamakanja (izločanje soli na površino zidov). Nad približno polovico prostorov pritličja so izvedeni opečni oboki, drugod leseni stropovi. Preklade nad okni so najverjetneje opečni loki, kot je vidno na sondi P-Z3. Slike sond in poškodb so v prilogi fotodokumentacija. S sondo na zunanji strani pritličnega zidu (T1) smo ugotovili, da je globina temeljenja cca 85 cm. Temelji so kamnita zložba v širini pritličnega zidu, brez drenaže ob objektu. Zaradi tega na več mestih prihaja do zamakanja pritličnih zidov. S talno sondo znotraj objekta (T2) smo ugotovili sestavo tal – linolej, estrih, toplotna izolacija (ta je bila popolnoma premočena), bitumenska hidroizolacija in podložni beton na nasutju.

V nadstropju smo na treh mestih odprli stropne konstrukcije, da smo določili sestave stropov na mestih 1N-S1 (parket, deske, nasutje, opečni obok), 1N-S2 (parket, deske, nasutje, zložen tramovni strop) in 1N-S3 (parket, deske, nasutje na deskah med tramovi). Podobna kot S3 je tudi struktura stropne konstrukcije nad nadstropjem, kar smo pregledali v mansardi na mestu 1N-S4. V mansardi smo ugotovili tudi slabše izdelano preklado nad oknom – enostavno postavljeno iz dveh desk in na to zložene opeke (za razliko od opečnih lokov v spodnjih nadstropjih).

Ostrešje stavbe je staro, ter zvito – deformacije so vidne. Izvedeno je sicer novo letvanje za novo opečno kritino. Zidovi in stiki zidov ter ostrešja v mansardi so močno razpokani, na več mestih je videti sledove zamakanja s strehe. Glede na ugotovljeno stanje, celotna mansarda potrebuje obsežno renovacijo.

Pomožni objekt na vrtu je grajen z mešanimi kamnito-opečnimi zidovi, pri čemer je zaledna stena iz kamnitega zidu z velikimi kamni. Stena je znotraj prekrita z 6cm debelim porolitom. Oboki so opečni, precej propadajoči zaradi zamakanja in vlage. Na ravni strehi je položena bitumenska kritina (ki očitno pušča). Opečni obok ima natezno vez iz ploščatega železa, ki je močno korodirana. Tudi ta pomožni objekt potrebuje obsežno renovacijo, predvsem je potrebno ustrezno rešiti zamakanje s strehe in iz zaledne stene (pobočja).

2.3. PREISKAVE OPEKE IN MALTE

Odvzeti so bili vzorci polne opeke starega avstrijskega formata (približno) 30 x 14 x 7 cm. Malta je apnena in precej šibka (ocenjena tlačna trdnost 0,5 MPa), se drobi pod prsti, tako da intaktnih vzorcev ni bilo mogoče odvzeti. Preiskave odvzetih vzorcev opeke kažejo običajne vrednosti za to vrsto opeke, s povprečjem tlačne trdnosti 17,7 MPa.

Preglednica 1 Tlačne trdnosti odvzetih vzorcev opeke

	ŠT. PRESK.	DIMENZIJE					NAVIDEZNA GOSTOTA		TLAČNA TRDNOST	
		STRANICA a	STRANICA b	VIŠINA h	BRUTO POVRŠINA F	BRUTO PROSTORNINA V	MASA	PROSTORNINSKA MASA	PORUŠNA SILA	TRDNOST
		mm	mm	mm	mm ²	cm ³	kg	kg/m ³	kN	MPa
1	1	284,4	148,8	63,2	42318,72	2674,5	4,270	1597	561,8	13,3
2	2	250	145,6	59,7	36400,00	2173,1	3,527	1623	673,8	18,5
3	3	159	123,9	53,6	19700,10	1055,9	1,873	1774	420,9	21,4
							povprečje:	1665	552,2	17,7
							standardna deviacija:	95,81	126,72	4,10

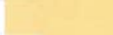
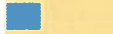
2.4. MERITVE VLAŽNOSTI ZIDOV

Meritve vlage smo izvedli z merilcem vlage GANN RTU 600 na več mestih, kot je označeno na skici pregledov objekta v prilogi A. Izmerjena relativna zračna vlaga je v času meritev znašala 61%, temperatura pa 10°C. Pri interpretaciji rezultatov se uporablja preglednica 2, rezultati meritev na obravnavanem objektu pa so prikazani v preglednici 3.

Preglednica 2 Vlažnost materialov - odčitki glede na njihovo gostoto

Bulk density kg / m ³	Corresponding Relative Air Humidity					
	30 — 50 — 70 — 80 — 90 — 95 — 100					
	Display in Digits					
	very dry	normal dry	semi dry	moist	very moist	wet
up to 600	10 - 20	20 - 40	40 - 60	60 - 90	90 - 110	more than 100
600 -1200	20 - 30	30 - 50	50 - 70	70 - 100	100 - 120	more than 120
1200 -1800	20 - 40	40 - 60	60 - 80	80 - 100	110 - 130	more than 130
above 1800	30 - 50	50 - 70	70 - 90	90 - 120	120 - 140	more than 140

Preglednica 3 Meritve vlažnosti

Meritve vlage									
Objekt:	Vodnikova 5, Ljubljana								
Inštrument:	GANN RTU 600								
pozicija	material	odčitek	odčitek	odčitek	povprečje	kategorija vlažnosti	ponazoritev	opomba	
P-z1	opeka	111,2	133,2	105,5	116,6	zelo vlažno (very moist)		5	mokro
P-z2	kamniti	80,4	77,8	91,2	83,1	delno suho (semi dry)		3	
P-z2	opeka	144,4	144,6		144,5	mokro (wet)		6	
P-z3	opeka	140,4	145,4	143,1	143,0	mokro (wet)		6	zelo vlažno
P-z4 kletna stena	omet	88,5	70,8		79,7	vlažno (moist)		4	
P-z5 zraven T3	omet	125,2	63,6	108,5	99,1	vlažno (moist)		4	moker omet
P-z6 zadnja stena	omet	53	46,2	91,8	63,7	delno suho (semi dry)		3	
P-z7 fasadna stena	omet	55	46,2	46,1	49,1	suho (normal dry)		2	
P-z8 stopnišče	omet	52,9	63,4	86,4	67,6	delno suho (semi dry)		3	
N-z1 zadnja stena	omet	62,8	63,2	56,9	61,0	delno suho (semi dry)		3	
N-z2 fasadna stena	omet	52,6	47,7	42,3	47,5	suho (normal dry)		2	
N-z3 pomožni objekt	opeka	110,8	142,5	120,4	124,6	zelo vlažno (very moist)		5	cel zid in obok

Meritve vlage so pokazale veliko vlažnost več kot polovice zidov v pritličju – predvsem zidov v zaledju. Normalno suhi so le zidovi na sprednjem delu objekta (ob cesti). V nadstropju je situacija boljša, razen pomožnega objekta, ki je izredno navlažen.

3. SMERNICE ZA SANACIJO

Fasadni zidovi obravnavanega objekta v pritličju so opečni, tisti v zaledju oz. notranji pa mešani kamnito-opečni. V nadstropju so verjetno vsi zidovi opečni, zidani s polno opeko starega avstrijskega formata s šibko apneno malto. Mešane kamnito – opečne zidove bi bilo za izboljšanje materialno tehničnih karakteristik možno injektirati, opečne pa popraviti z linijskim injektiranjem razpok. Pri večjih razpokah je možno zidarsko popravilo razpok. Za zidove, kot so ugotovljeni na objektu, bi na osnovi primerjave s podobnimi, lahko izbrali karakteristike iz spodnje preglednice.

*Preglednica 4 Predlog mehanskih karakteristik zidov za potresno analizo
(tlačna in natezna trdnost, elastični in strižni modul)*

vrsta zidovja	tlačna trdnost	natezna trdnost	elastični modul	strižni modul
	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]
kamnito-opečni zid	1,7	0,07	800	110
inj. kamnito-opečni zid	2,0	0,12	1100	140
opečni zid	1,0	0,09	600	210

Zaradi zamakanja opeka ponekod propada in je primerno navedene mehanske karakteristike zmanjšati za 15%. Ugotovili smo tudi precejšnje število razpok na objektu, kar je potrebno popraviti. Linijsko injektiranje razpok v opečnih zidovih povrne karakteristike tako poškodovanih zidov na izhodiščne vrednosti. Pri večjem obsegu poškodovanosti je smiselna prezidava delov ali celih zidov s primerljivo opeko (polno).

Smernice glede temeljenja objekta in podpornega zidu so podane v Geološko-geomehanskem poročilu o sestavi tal in pogojih rekonstrukcije enostanovanjske hiše na Vodnikovi 5 v Ljubljani, v poglavjih 6.2 in 6.3.

Nosilna konstrukcija stavbe je bila solidno grajena (leta 1856, kar je pred Ljubljanskim potresom leta 1895), vendar je zaradi starosti, propadanja in prilagoditve na nove zahteve potrebno izvesti nekaj sanacijskih ukrepov. Za odpravo pomanjkljivosti nosilne konstrukcije in izboljšanje protipotresne odpornosti stavbe je potrebno:

1. urediti drenažo okoli objekta – še posebej na zalednem delu pod bregom (na objektu sicer ni razpok značilnih za prekomerno posedanje, potrebno pa je preveriti, koliko se bo ob preureditvi povečala obtežba temeljev ter skladno s tem preveriti ali dimenzije ustrezajo),
2. pri izvedbi temeljenja novih delov objekta oziroma pri podbetoniranju obstoječih delov je potrebno upoštevati priporočila iz priloženega Geološko-geomehanskega poročila;
3. dodatno je za odpravo vlaženja pritličnih zidov zaradi kapilarnega dviga potrebno sistematično injektirati kletne zidove s cementno maso s hidrofbnim dodatkom,
4. vgraditi obojestranske horizontalne jeklene protipotresne vezi $\phi 20$ mm v višini stropnih konstrukcij nad pritličjem in nadstropjem (razen če bo celotno mansarda izvedena na novo z ustreznimi AB vezmi) in jih sidrati v obstoječe dele konstrukcije,
5. povečati togost stropnih konstrukcij (lahko z izvedbo
 - a. nadomestnih novih AB plošč ali
 - b. sovprežnih AB plošč na obstoječe stropove ali
 - c. z dodajanjem križno položenih in pribitih desk; v obeh primerih je potrebno utrditve pritrditi direktno na stropnike, kar pomeni odstranjevanje plasti stropnih konstrukcij od parketa do vključno nasutja),
6. med izvedbo rekonstrukcije je potrebno biti pozoren, če se odkrijejo strohnjeni leseni deli stropnih konstrukcij in jih po potrebi zamenjati (med sedanjim pregledom jih nismo opazili).
7. popraviti/injektirati ugotovljene razpoke (prikazane v katastru poškodb) na delih konstrukcije, ki se ohranja;
8. zamenjati zvito in dotrajano leseno ostrešje;
9. utrditi podporni zid na vrtnem delu (upoštevati priporočila iz priloženega Geološko-geomehanskega poročila);
10. urediti hidroizolacijo strehe in zaledne stene pomožnega objekta na vrtu;
11. očistiti in protikorozijsko zaščititi natezno vez oboka pomožnega objekta;

Poleg tega je potrebno sanirati še dotrajane nekonstrukcijske elemente stavbe, ki pa jih nismo podrobneje obravnavali, ker so izven obsega obravnave :

1. dotrajana okna in vrata,
2. zamenjati vodovodno napeljavo in
3. prenoviti električno napeljavo.

4. ZAKLJUČEK

S strokovnim pregledom objekta na Vodnikovi 5 v Ljubljani (ter pripadajočega opornega zidu in pomožnega objekta) smo ugotovili, da so nosilni elementi (stene, stropovi, temelji) stari in poškodovani - predvsem zaradi problemov z vlago. Na stavbi sicer ni indicev, da nosilnost temeljnih tal ali temeljenje ne bi bila ustrezna. Zabeležili smo večje število razpok, vendar ne takšnih, ki bi kazali na problematično stabilnost posameznih delov. Glede stabilnosti je problematičen oporni zid, saj je na nekaterih mestih nagnjen preko vertikale in lokalno izbočen. Njegova utrditev je nujna.

Po našem mnenju je možno obravnavani objekt z ustreznimi ukrepi sanirati in utrditi toliko, da bo zadoščal sedaj veljavnim predpisom in standardom. Predlogi glede sanacije so podani v 3 poglavju tega poročila. V sklopu celovit prenove je potrebno izvesti tako ukrepe za izboljšanje potresne odpornosti, odpraviti vzroke zamakanja konstrukcije, obnoviti dotrajane elemente, kot tudi funkcionalno in estetsko urediti objekt.

PRILOGA A: KATASTER RAZPOK IN SKICE SOND

PRILOGA: FOTODOKUMENTACIJA



*Slika 4.1 JV fasada
z vidnim
zamanjem*



*Slika 4.2 SZ fasada – razpadanje vogala,
zamanje*



*Slika 4.3 JZ fasada
(pritlični del je
vkopan)*



*Slika 4.4 pomožni
objekt na terasi
vrta*



*Slika 4.5 (del)
oporni zid na terasi
za hišo*



*Slika 4.6 P-R2:
stanje v pritličju*



*Slika 4.7 P-R23
zamakanje v
pritličju – notranji
zidovi*



*Slika 4.8 P-R35
zamakanje,
odpadanje ometa z
zidov v pritličju*



*Slika 4.9 P-R39
zamakanje,
odpadanje ometa z
zidov v pritličju*



*Slika 4.10 sonda
P-Z1 zunanji zid*

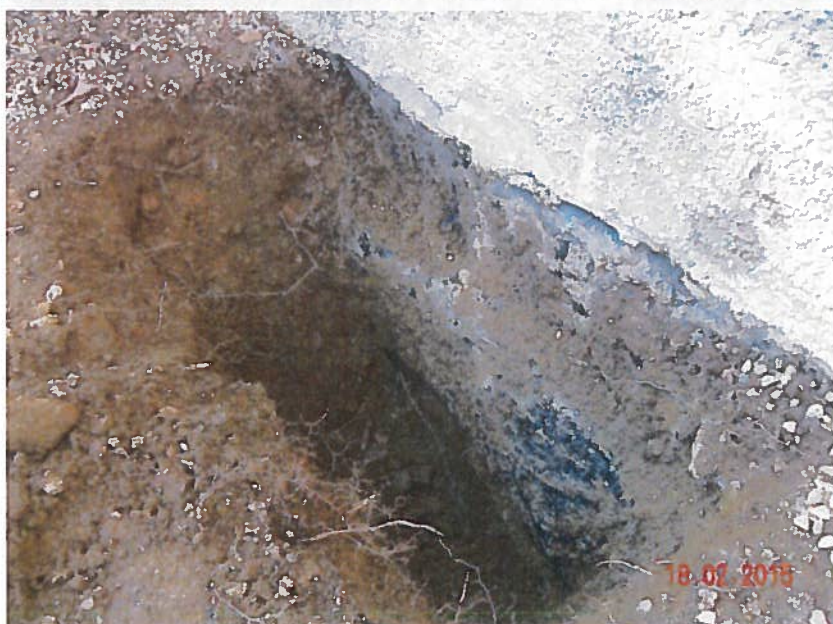
*Slika 4.11 sonda
P-Z2 notranji zid*



*Slika 4.12 sonda
P-Z3 – opečni zid
in opečni lok nad
oknom*



*Slika 4.13 sonda
P-T2 tla znotraj*



*Slika 4.14 sonda
P-T1 tla zunaj*



*Slika 4.15 sonda
stropu nad kletjo –
P-S1*



*Slika 4.16 sonda
stropu nad kletjo –
P-S2*



*Slika 4.17 sonda
N-S1 strop nad
obokom pritličja*



*Slika 4.18 sonda
tramovnega stropu
nad pritličjem, N-
S2*



*Slika 4.19 sonda
stropu nad
pritličjem – N-S3*



*Slika 4.20 sonda
stropu nad
nadstropjem M-S4*



*Slika 4.21 sonda
M-Z1, preklada
nad oknom v
mansardi*



Slika 4.22 pomožni objekt - popolnoma vlažen



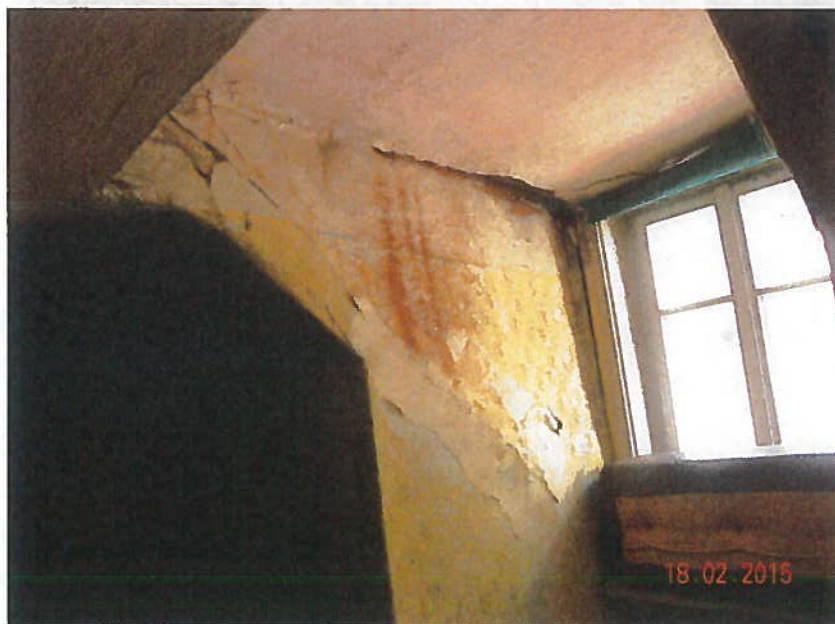
*Slika 4.23 sonda
N-Z1, pomožni
objekt*



*Slika 4.24 problemi
zaradi zamakanja
strehe v mansardi*



Slika 4.25 razpoke v mansardi



*Slika 4.26 razpoke
in zamakanje v
mansardi*



*Slika 4.27
razpokani zidovi v
mansardi*



Slika 4.28 ostrešje



*Slika 4.29 vidno je
deformirano
ostrešje (kritina
sicer novejša)*



*Slika 4.30 streha
pomožnega objekta
in razpadli parapet*



Slika 4.31 delno porušeni zidovi mansarde



*Slika 4.32
zamakanje ostrešja*

PRILOGA: GEOLOŠKO-GEOMEHANSKO POROČILO