

Analiza uzroka pojave vode u podrumskim prostorijama objekta u Nišu

Dragan Radivojević¹, Borislava Blagojević², Aleksandra Ilić³

APSTRAKT: U radu se vrši analiza mogućih uzroka pojave vode u podrumskim prostorijama stambeno-poslovnog objekta „Čačanska banka“ u ulici 7. Jula 25, uočenih 25. i 26. maja 2012 godine. Za potrebe analize uzroka prikupljeni su svi raspoloživi podaci i analizirani mogući uzroci pojave vode u objektu, uzimajući u obzir položaj i konfiguracija terena oko objekta, litološki sastav terena ispod objekta, infrastrukturne uslove u interakciji sa objektom i hidrometeorološke uslove u periodu od stavljanja objekta u upotrebu 2007. do kraja oktobra 2013. godine. Poseban akcenat prilikom obrade podataka stavljen je na period u maju 2012 godine, kada je došlo do incidentne pojave vode u podrumskim prostorijama. Za svaki od navedenih mogućih uzroka, izvedeni su i opisani odgovarajući zaključci, koji su sistematizovani tekstualno i na grafičkim priložima. Analizom hidrometeoroloških podataka, utvrđeno je da je 2012 godine maj mesec imao dva izuzetno kišna perioda. Sve upućuje na incidentni prodor atmosferskih voda kroz rezervni izlaz ili iz objekta ili kroz ulaz u podrumske prostorije.

Ključne reči: plavljenje podrumskih prostorija, višednevne padavine, podzemne i površinske vode

Analysis of the water occurrence causes in the basement premises of the building in the city of Niš

ABSTRACT: The paper analyzes the possible causes of water occurrence in the basement premises of the residential and business building "Čačanska banka" in street 7. July 25, observed on May 25 and 26, 2012. For the analysis all available data were collected. The possible causes of water occurrence in the facility were analyzed considering the location and configuration of the terrain around the facility, the litological composition of the terrain below the building, the infrastructure conditions in interaction with the facility and hydrometeorological conditions during the period of putting the facility into use in 2007 until the end of October 2013. A focus in the data processing was pointed to the period of May 2012, when water incidentally occurred in the basement premises. For each of the possible causes, conclusions were drawn up and described, systematized in textual and graphic formats. Based on hydro-meteorological data analysis, two extremely rainy periods are found in May 2012. Conclusion points to the incidental breakthrough of the atmospheric waters through the backup building outlet, or from the building, or through the entrance to the basement rooms.

Keywords: basement premises flooding, precipitation, ground and surface water

¹Dr Dragan Radivojević, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, dragan.radivojevic@gaf.ni.ac.rs

²Dr Borislava Blagojević, docent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, borislava.blagojevic@gaf.ni.ac.rs

³Aleksandra Ilić, asistent, Građevinsko-arhitektonski fakultet Niš, aleksandra.ilic@gaf.ni.ac.rs

1 Uvod

Incidentne pojave vode u podrumskim prostorijama mogu imati jasne uzroke, ali u određenim slučajevima, naročito bez prisustva očevidaca, može doći do nedoumica u shvatanju načina pojave i puteva dolaska vode. Na primeru stambeno-poslovnog objekta „Čačanska banka“ u ulici 7. Julia 25a u Nišu, analiziraju se mogući uzroci pojave vlage, vode i plavljenja u podrumskim prostorijama (IGA GAF, 2013). U objektu je tokom maja 2012. godine došlo do pojave vode. Kao mogući uzroci analizirani su kondenzacija, kvarovi na spoljnim i unutrašnjim instalacijama, prodor podzemnih voda kroz oštećenja na hidroizolaciji, kao i prodor spoljašnjih površinskih voda u objekat.

Svi potencijalni uzroci pojave vode u objektu su analizirani uzimajući u obzir položaj i konfiguraciju terena oko objekta, litološki sastav terena ispod objekta i konfiguraciju lokalne infrastrukture u interakciji sa objektom. Tokom analize su korišćeni raspoloživi podaci Republičkog hidrometeorološkog zavoda Srbije (RHMZ, 2013) u periodu od stavljanja objekta u upotrebu 2007. do kraja oktobra 2013. godine.

Poseban akcenat prilikom obrade podataka stavljen je na period maj 2012. godine, kada je došlo do incidentne pojave vode u podrumskim prostorijama.

Za svaki od navedenih mogućih uzroka, na osnovu obrade podataka, izvedeni su i opisani odgovarajući zaključci, koji su sistematizovani tekstualno i na grafičkim priložima.

2 Opis objekta i njegovog okruženja

Poslovno stambeni objekat Po+Pr+3+Pk zvani „Čačanska banka“ nalazi se u ulici 7. Julia 25a, na samom uglu ulica 7. juli i Stefana Prvovenčanog. U objekat se ulazi sa trotoara na jugoistočnoj fasadi objekta. Objekat je izgrađen na parceli br 711, koja je bila na koti 192.30 – 192.50 m.n.m., a nakon izgradnje, teren iza objekta na jugozapadnoj strani je popunjen i izdignut 1.10 m u odnosu na ulaz u objekat sa ulice. Veza između zadnjeg i frontalnog dela objekta je izvedena pod nagibom kroz pasaž.

Kote terena u neposrednom okruženju objekta su u rasponu 192.22 – 192.39 m.n.m. na trotoaru sa jugoistočne strane objekta (ulica Stefana Prvovenčanog). Na kolovozu se ispred glavnog ulaza u objekat nalazi mala depresija u odnosu na okolni teren sa najnižom kotom 192.10 m.n.m.. Teren prema zapadu u ulici 7. juli prema Gradskoj kući dostiže kote preko 192.20 m.n.m.. U ulici Stefana Prvovenčanog severnom stranom od objekta počinje uspon od kote 192.30 m.n.m. prema mostu Mladosti (koji je udaljen 210 m). Sa istočne strane, u ulici 7. juli kote rastu do 192.20 m.n.m.. U pravcu juga, u ulici Stefana Prvovenčanog prema Narodnom pozorištu, kote u samoj raskrsnici narastaju do 192.20 – 192.30 m.n.m.. Na najnižem delu kolovozne površine ispred zgrade postavljena su dva slivnika za prikupljanje atmosferskih voda, na kotama 192.10 i 192.14 m.n.m.

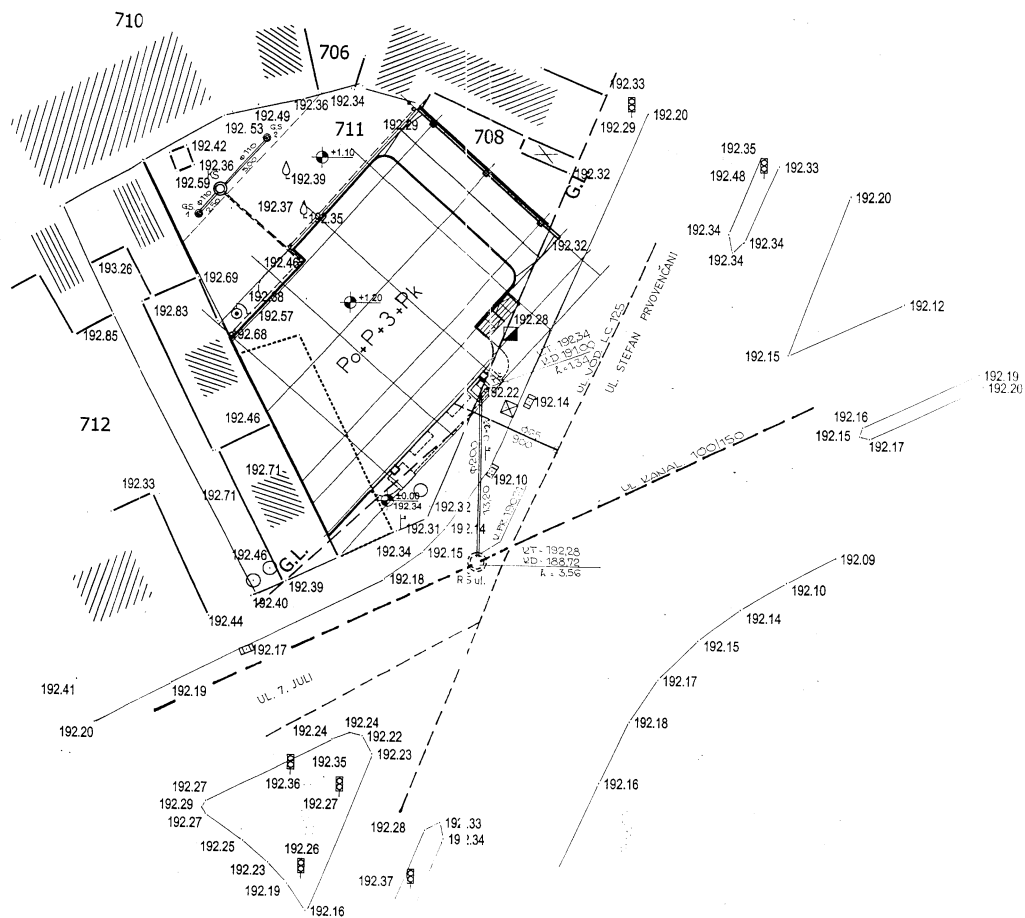
Kroz ulicu 7. juli prolazi kolektor ulične kanalizacije 1000/150, na koji je priključen i objekat „Čačanska banka“. Otpadna voda objekta se izliva u sabirno reviziono šaht na trotoaru (kota poklopca šahta 192.34 m.n.m., dno 191.00 m.n.m.). U podrumu objekta su ugrađene fekalne pumpe, zbog niske kote sanitarnih instalacija u suterenu, pa se vrši prepumpavanje otpadne vode do sabirno revizionog šahta. Iz ovog šahta se priključnom cevi $\phi 200$ mm otpadna voda prebacuje u reviziono šaht ulične kanalizacije na raskrsnici. Kota terena uličnog revizionog šahta kanalizacionog sistema gde je izvršen priključak je u nivou trotoara 192.28 m.n.m., 18 cm viša od kote slivnika. Dubina šahta je 3.56 m, tj. dno šahta je na koti 188.72 m.n.m..

Na predmetnoj lokaciji je česta pojava zabarivanja zbog prevazilaženja prijemne moći uličnih slivnika, tj. nedovoljnog kapaciteta kanalizacije da primi atmosferske vode, na šta su se u više navrata žalili i korisnici objekta.

Priključak objekta na javnu gradsku vodovodnu mrežu je izveden iz ulice Stefana Prvovenčanog priključnom cevi LC 125 mm.

18. Savetovanje SDHI i SDH - Niš, Srbija 2018.

Conference SDHI & SDH - Niš, Serbia 2018.



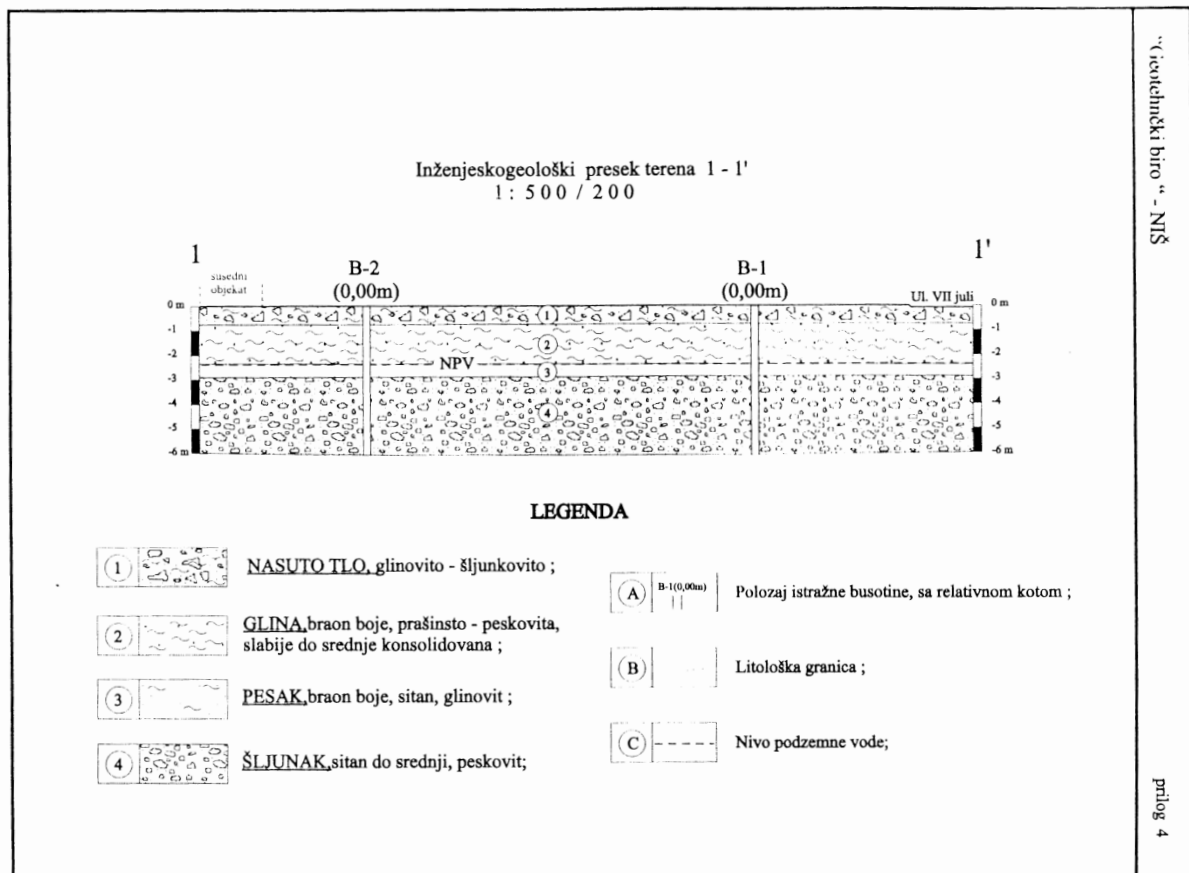
Slika 1. Situacioni plan objekta „Čačanska banka“.

Figure 1. Building „Čačanska banka“ disposition.



Slika 2. Objekat „Čačanska banka“, pogled sa jugoistočne i severoistočne strane iz ulice Stefana Prvovenčanog.

Figure 2. The „Čačanska banka“ building from the Southeast and Northeast, Stefana Prvovenčanog street.



Slika 3. Inženjersko geološki presek terena na lokaciji objekta "Čačanska banka"(Geotehnički biro, 2005).

Figure 3. Geological profile at the location of "Čačanska banka" building (Geotehnički biro, 2005).

Uvidom u geotehnički elaborat (Geotehnički biro, 2005), utvrđene su hidrogeološke karakteristike terena. Naslici 3 prikazan je inženjersko geološki presek i litološki sastav terena. Do dubine od 0.8 m nakon izgradnje objekta izvršena je zamena tla vodonepropusnim materijalom; do dubine 2.40 m je vodonepropusna glina, pa zatim slabo propustan sitan glinoviti pesak, dok je na dubini 2.90 m sloj od šljunkovitog, vodopropusnog i vodonosnog materijala. Prilikom izvođenja radova evidentirana je izdan (vodonosni sloj) zbijenog i kolebljivog nivoa sa srednjim nivoom podzemne vode na -2.40 m od kote terena u obe izvedene bušotine. Izdanski sloj šljunka na kome je fundiran objekat je u direktnom hidrauličkom kontaktu sa tokom reke Nišave, tako da postoji hidraulička povezanost nivoa vode u Nišavi i podzemne vode na lokalitetu objekta. U blizini objekta ne postoje ugrađeni pijeometri, tako da se ne može kontinuirano pratiti nivo podzemnih voda.

Kota poda u podrumskim prostorijama objekta je na dubini 2.30 m, 10 cm iznad uobičajenog višednevnog nivoa podzemne vode. Prilikom temeljenja, izvršena je delimična zamena tla, tako što je prirodni materijal ispod ploče zamenjen prirodnim iberlaufom i uvaljan, pa je na njemu urađena temeljna ploča.

3 Mogući uzroci pojave vode u podrumskim prostorijama stambeno poslovnog objekta „Čačanska banka“

Uzroci pojave vode u podrumskim prostorijama stambeno poslovnog objekta Čačanska banka se generalno mogu klasifikovati u pet grupa uzroka, koji su predmet dalje analize.

3.1 Izdvajanje vode iz vazduha – kondenzacija

Do pojave kondenzacije može doći usled nejednake temperature i vlažnosti vazduha u spoljnoj i unutrašnjoj sredini u kojoj vlada mikro klima. Količine vode iz vazduha su male i ne mogu izazvati plavljenje prostorija.

3.2 Kvarovi na spoljnim instalacijama komunalnog vodovodnog sistema

Kvarovi na spoljnim instalacijama vodovoda mogli bi se manifestovati na dva načina:

- Ukoliko se radi o malim oštećenjima na vodovodnim instalacijama, iz njih bi voda kontinualno procurivala u okolnu poroznu sredinu i mogla bi lokalno podići nivo podzemne vode, što bi moglo izazvati prodor kroz eventualna oštećenja na hidroizolaciji objekta.
- Teža oštećenja vodovodnih instalacija podrazumevaju procurivanja jačih intenziteta, koja ne bi mogla proći nezapaženo, jer bi došlo do pojave vode na površini terena, oštećenja asfaltnog pokrivača, a u slučaju velikih havarijskih procurivanja i do plavljenja ulične površine i eventualno, suterenskih i podrumskih prostorija okolnih stambenih objekata.

Kvarovi na spoljnim instalacijama, ako su burni i jačeg intenziteta odmah bi bili primećeni i izazvali bi reakciju nadležnog preduzeća JKP „Naissus“. U slučaju da se radi o manjim defektima, koje je teško uočiti sa površine terena, dotok vode kroz potencijalno loše izvedenu hidroizolaciju bi se manifestovao u kontinuitetu, ili učestalo, što bi moralo da se primeti i sanira. Pored toga, u toku 2012 godine na predmetnoj lokaciji nije bilo pucanja cevi niti intervencija ekipa JKP „Naissus“, pa se kvar na spoljnim instalacijama može isključiti kao razlog plavljenja prostorija u objektu „Čačanska banka“. Kvarovi na unutrašnjim instalacijama

3.2.1 Kvar na vodovodnom sistemu unutar objekta

Kvar na vodovodnom sistemu, u zavisnosti od obima havarije, pritiska u mreži i prečnika cevi (popuštanja spoja, delimično prskanje cevi, odvajanja cevi iz cevovoda sa otvaranjem u punom profilu), može imati za posledicu dotok vode u unutrašnjost objekta u intenzitetu koji se karakteriše „procurivanjem“ do burnog isticanja velikih količina vode pod pritiskom. Procurivanja vode iz unutrašnjih instalacija niskog intenziteta se u kraćem periodu manifestuje vlaženjem, dok u dužem vremenskom periodu može doći do sakupljanja većih količina vode koje se mora primetiti, jer su delovi prostorije stalno vlažni ili mokri. Teži kvar na vodovodnoj instalaciji (pucanje cevi, spoja ili ventila) uzrokuje nagli dotok većih količina vode u prostorije, koji ne može biti neprimećen osim ukoliko se kvar desi u periodu kada u prostorijama ne boravi niko (obično noću). Teži kvarovi mogu uzrokovati značajno plavljenje prostorija, koje ostaju mokre i nakon otklanjanja kvara zbog natapanja košuljice na podnoj ploči, termoizolacije i podne obloge. Voda je bistra i prozirna, bez mirisa.

3.2.2 Kvar na mašinskim instalacijama unutar objekta

Karakteristično je za mašinske instalacije da u periodu grejanja na kritičnim spojevima može imati za posledicu isticanje pare iz sistema, a u periodu van grejne sezone, sistem ostaje pod pritiskom, ali sa hladnom vodom, tako da su efekti curenja iz sistema grejanja isti kao i kod vodovodnih instalacija, a voda je takođe bistra i prozirna bez mirisa.

3.2.3 Kvar na kanalizacionim instalacijama

Kvar na kanalizacionim instalacijama bi se mogao manifestovati curenjem na spojevima, spontano, pri funkcionisanju kanalizacije, ne kontinualno. Pri težim kvarovima, uzrokovan bi bio prodor upotrebljene (fekalne) vode iz stambene zgrade isigurno bi bilo zapaženo prisustvo vode iz kanalizacionog sistema zbog neprijatnog mirisa.

Kvar na unutrašnjim instalacijama, bilo to na vodovodnim, instalacijama grejanja ili kanalizaciji bio bi incidentan i vidljiv slučaj, zahtevao bi brzu intervenciju. Obzirom da takvih intervencija nije bilo, tj. nema zapažanja o tragovima havarije ili intervencije, kao i da su na vodomerima očitane uobičajene mesečne potrošnje vode, ovaj se uzrok može isključiti iz analize.

3.3 Prodor podzemnih voda u podrumke prostorije

Do prodora podzemnih voda u prostorije može doći usled loše izvedene hidroizolacije, koja je obavezna na delu objekta koji može dospeti u kontakt sa podzemnim vodama. Hidroizolacijase po pravilu izvodi ispod kontra ploče i po zidovima sve do iznad kote terena, kako bi se odmah nakon betoniranja u temeljnoj jami obezbedila vodonepropusnost za suterenske i podrumke prostorije i onemogućio prodor vode iz spoljne porozne sredine. U slučaju da hidroizolacija nije ispravno izvedena, tj. da je vodopropusna, došlo bi do zasićenja mikropora u betonu kontra ploče, što bi za dalju posledicu imalo kapilarno penjanje vode u košuljicu od cementnog maltera i njenu vlažnost, podizanje podne obloge, stvaranje buđi u donjim uglovima prostorija i kapilarno penjanje vode po zidovima, usled čega bi se na njima primećivali tragovi vlaženja i miris memle. Ako bi u nekom slučaju postojao prekid u hidroizolacijipodzemna voda bi nadirala kontinualno i vidljivo u periodu povišenog nivoa. Obzirom da je izradi projektno tehničke dokumentacije (Nišprojekt, 2005) i izgradnji prethodila izrada geotehničkog eleborata (Geotehnički biro, 2005), Investitor je imao uputstva kako da izradi hidroizolaciju i obezbedi objekat od prodora podzemne vode. Pritisak podzemne vode dolazi iz nižih vodopropusnih šljunkovitih slojeva, tako da je pod objekta najugroženiji. Sa povišenjem nivoa podzemnih voda povećava se i hidrostatički pritisak na podnu ploču, ali postoji mogućnost i pojave pritiska na hidroizolaciju izvedenu po zidovima objekta. Promene nivoa u reci Nišavi se odražavaju na nivo podzemnih voda u vodonosnom sloju, tako da povećanje vodostaja Nišave izaziva povećanje nivoa podzemne vode u blizini objekta. Oscilacije nivoa podzemnih voda na mestu objekta imaju manje amplitude nego nivo u reci Nišavi, jer izdan služi kao filter koji ih amortizuje.

Obzirom da je u toku geotehničkih istraživanja zabeležen nivo podzemne vode na koti -2.40 m od kote terena (ovaj nivo se može smatrati ustaljenim u dužem vremenskom periodu, obzirom da su isti nivoi registrovani i prilikom izgradnje objekata u susedstvu), podna obloga je postavljena na koti -2.30 m ispod kote terena. U slučaju propusnosti hidroizolacije na pojedinim mestima u periodu povišenog nivoa podzemnih voda, prostorije bi se vlažile i punile vodom svaki put kada bi došlo do podizanja nivoa podzemne vode do određene kote, tj. povećanja pritiska podzemnih voda preko određene mere. Na zidovima bi dolazilo do kapilarnog penjanja i ovo bi bila periodična pojava. Obzirom da ne postoji obaveza ugradnje osmatračkih piježometara u okolini objekta, kao ni obaveza njihovog registrovanja od strane Investitora ili Korisnika, ne postoje zapisi o kretanju nivoa podzemnih voda na lokaciji objekta Čačanska banka.

Uvid u kretanje podzemnih voda može se steći na osnovu kretanja nivoa u mernim piježometrima stanica podzemnih voda RHMZ u okolini Niša, i to: stanica podzemnih voda 506 Brzi Brod – Nišava 3NP506, udaljena 60 m od Nišave, stanica podzemnih voda 507 Brzi Brod – selo 3NP507 – udaljena 810 m od Nišave, stanica podzemnih voda 509 Medoševac – selo 3NP509 – udaljena 370 m od Nišave, stanica podzemnih voda 510 Medoševac betonjerka 3NP510 – udaljena 210 m od Nišave, stanica podzemnih voda 511 Popovac – selo 3NP511 – udaljena 60 m od Nišave, stanica podzemnih voda 3NP513 Novo selo stara škola – udaljena 710 m od Nišave, stanica podzemnih voda 3NP514 Mramor – udaljena 100 m od Južne Morave.

Za analizu kretanja nivoa podzemnih voda bitna je i merna (hidrološka) stanica površinskih voda Niš, udaljena 210 m od lokacije objekta koja se nalazi na lokalitetu u neposrednoj blizini mosta Mladosti, severno od lokacije objekta, na kojoj se kontinualno beleži nivo vode.

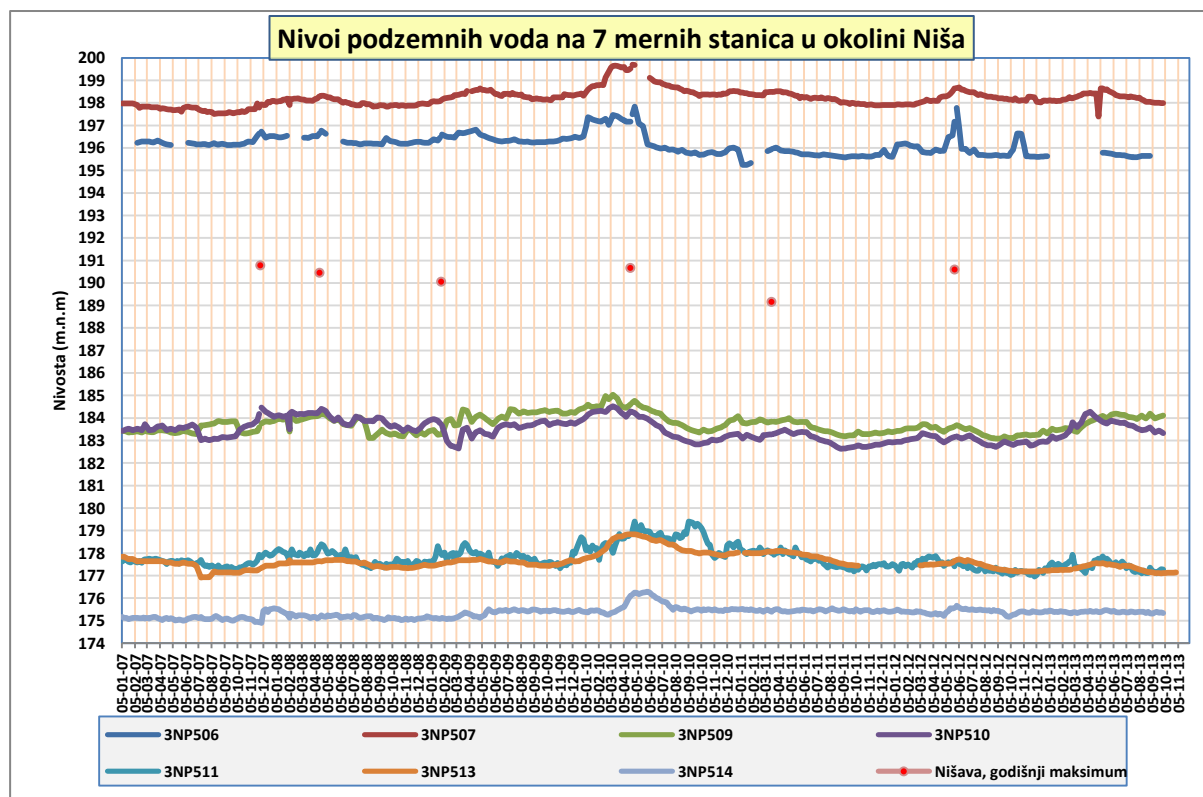
Litološki profili mernih stanica podzemnih voda RHMZ imaju veliku sličnost sa litološkim profilom koji je kartiran na lokaciji objekta. Sloj vodonepropusne gline u gornjim slojevima prati sloj zaglinjenog peska (debljine 40-50 cm) do dubine od 2.90-3.20m, odakle počinju vodonosni slojevi šljunka, promenljive debljine od 3 - 3.5 m. Kroz vodonosne slojeve šljunka formira se jedinstvena freatska izdan, koja je u neposrednoj vezi, kako međusobno, tako i sa nivoima vode u reci Nišavi ali i Južnoj Moravi u najnižim delovima toka reke Nišave.

3.3.1 Analiza podataka o nivou podzemnih i površinskih voda

Na slici 4 prikazani su obrađeni podaci RHMZ o izmerenim nivoima na mernim piježometrima u mreži stanica podzemnih voda. Da bi se obezbedila uporedivost, izmerene vrednosti nivoa podzemnih voda su iskazane kao apsolutne kote u metrima nad morem (m.n.m.). Na istoj slici prikazani su uporedo i zabeleženi maksimalni godišnji nivoi vode u reci Nišavi, na vodomernoj stanici Niš. U periodu 01.01.2007-30.10.2013. jasno su izraženi vrhovi tri talasa velikih voda, koji se poklapaju sa maksimalno zabeleženim vrednostima nivoa podzemnih voda na mernim stanicama. Vrednosti maksimalnih godišnjih vodostaja, kota nivoa vode i datuma njihove pojave na reci Nišavi, V.S. Niš su sledeći:

- Hmax, god = 290 cm, Zmax, god = 190.78 m.n.m, 28.11.2007,
- Hmax, god = 278 cm, Zmax, god = 190.66 m.n.m, 21.04.2010,
- Hmax, god = 271 cm, Zmax, god = 190.59 m.n.m, 26.05.2012.

Sa slike 4 može se jasno zapaziti da su varijacije nivoa podzemnih voda nešto veće na najuzvodnijim mernim stanicama uz reku Nišavu, pri čemu je od uticaja i udaljenost stanice od reke Nišave. Manje promene nivoa na nizvodnijim stanicama su uslovljene položajem u odnosu na Južnu Moravu, jer je tu i tečenje u Nišavi pod uticajem nivoa vode u reci Južnoj Moravi.



Slika 4. Promena nivoa podzemnih voda na 7 mernih stanica podzemne vode u okolini reke Nišave i godišnji maksimumi registrovani na VS Niš u periodu 01.01.2007-30.10.2013.

Figure 4. Groundwater level variation at 7 gauging groundwater stations in the surrounding of the river Nišava and annual maxima recorded at hydrologic station Niš in the period 01.01.2007-30.10.2013.

U periodima pojave tri najizraženija talasa velikih voda, može se uočiti izvesna sličnost u srednjim dnevnim nivoima podzemnih voda na 7 mernih stanica na talasima iz novembra 2007. i maja 2012, gde je vrh talasa zabeležen 2007. godine veći u odnosu na maj 2012, dok je vrh talasa zabeležen krajem aprila 2010. godine znatno izraženiji.

U slučaju nekorektno izvedene hidroizolacije na objektu, pod pretpostavkom da je maja 2012. godine došlo do prodora podzemnih voda u podrumске prostorije, logično je očekivati da bi se i u vreme sva tri vrha poplavnih talasa desila ista pojava, tj. plavljenje prostorija. **Kako tokom najizraženijeg vrha krajem aprila 2010. godine NIJE bilo plavljenja prostorija, mogućnost prodora podzemnih voda zbog nekorektno izvedene hidroizolacije se može smatrati nereálnom.** Mogućnost oštećenja hidroizolacije u međuvremenu, takođe nije realna, obzirom na podlogu i način temeljenja. U Elaboratu o geotehničkim uslovima fundiranja se ističe da je uočena horizontalnost slojeva i konstatuje da će se „objekat fundirati na prorodnom, peskovitom šljunku, koji je konsolidovan, ne treba očekivati značajnija sleganja, odnosno ona će biti zanemarljiva“ (Geotehnički biro, 2005), iz čega proizilazi da oštećenje ugrađene hidroizolacije usled neravnomernog sleganja terena nije realno očekivana pojava.

3.4 Prodor atmosferskih voda iz spoljne sredine u podrumске prostorije

3.4.1 Prodor atmosferske vode u objekat kroz stepenište i izlaz iz dvonamenskog skloništa

Do prodora atmosferske vode u objekat moglo bi doći usled dugotrajnih padavina, koje bi uzrokovale zabarivanje na površini terena, sa efektima poplave. U neposrednoj okolini poslovno stambenog objekta „Čačanska banka“ redovno se stvaraju velike bare prilikom dugotrajnih kiša, a naročito pri kišama jačeg intenziteta. Kako je kanalizacioni sistem u ovom delu grada mešovitog tipa, fekalni kanalizacioni kolektor koji prolazi ulicom 7. juli (kao i ulicom Stefana Prvovenčanog) ne može da primi kišni oticaj u periodu intenzivnih i dužih padavina zbog nedostatka kapaciteta kolektora usled:

- gomilanja nanosa u kolektoru, što je posledica akumuliranja prašine i nečistoće sa ulica prilikom pranja ulica i istaložavanja prilikom manjih proticaja u kanalizaciji, zbog malih brzina koje nemaju moć transporta krupnijih čestica
- namernog ubacivanja otpadaka od zimmice, hrane, odeće, kesa sa smećem u šahtove od strane nesavesnih stanara objekata u okolini, pa se time redukuje mogućnost prijema kišnog oticaja.

Prva negativna posledica ovih pojava je tečenje u kanalizacionom sistemu pod pritiskom, pa se događa povratno tečenje kroz kanalizacione instalacije i proboj prljave vode kroz WC šolje i lavaboe u suturenskim prostorijama objekata u ulici 7. juli i Stefana Prvovenčanog, zbog čega su mnogi građani ugrađivali nepovratne ventile koji automatski blokiraju povratno tečenje. Voda koje prodire iz kanalizacionog sistema je zamućena i prljava.

Druga negativna posledica je stvaranje bara na površini terena, čime se onemogućava normalan prilaz, naročito poslovno stambenom objektu „Čačanska banka“ iz koje su često dolazile pritužbe. Postoji opasnost od prodora vode iz bare u objekat ukoliko akumuliranje traje u dužem vremenskom periodu, jer može doći do izdizanja nivoa vode do kote ulaza u zgradu. Voda može prodreti kroz izlaz iz dvonamenskog skloništa koji se nalazi na ulici i pokriven je limenim plaštom, kao i kroz ulaz u podrumске prostorije. Pomenuti izlaz iz skloništa se nalazi na nižoj koti od kote ulaza u podrum, tako da postoji velika verovatnoća incidentnog prodora atmosferskih voda u slučaju akumuliranja kišnog oticaja (sa efektima poplavljanja).

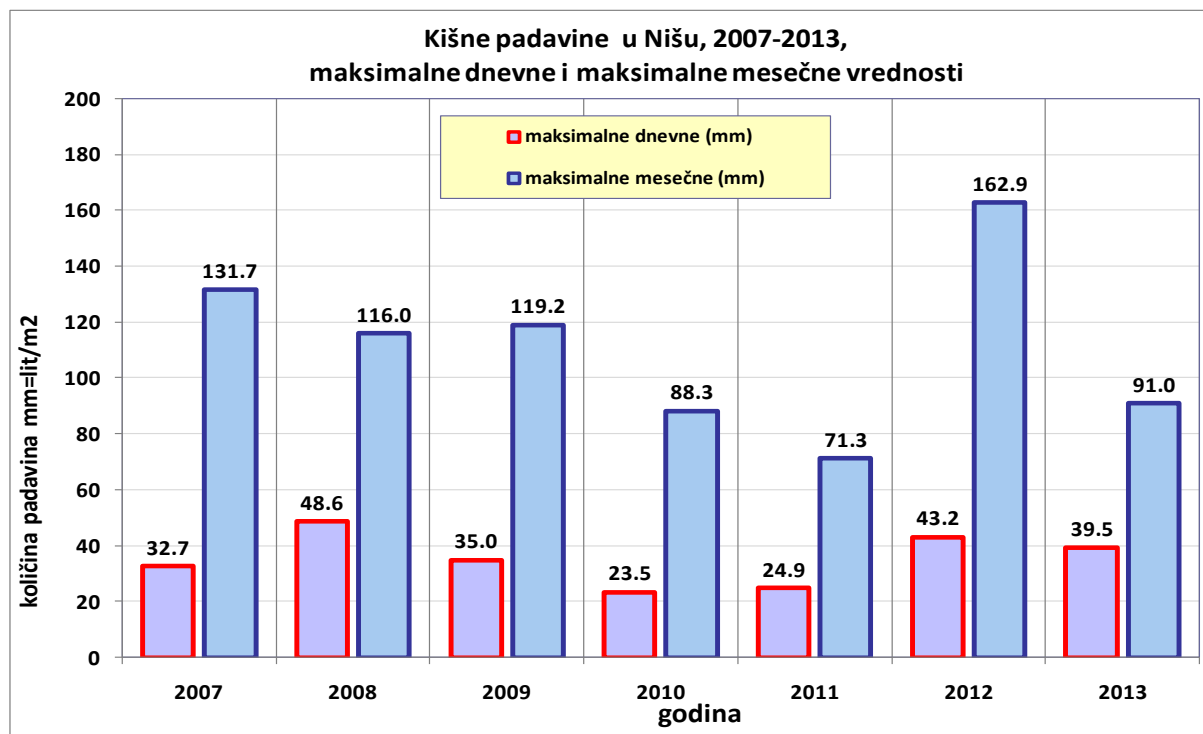
3.4.2 Prodor kišnog oticaja kroz parter objekta

Prodor atmosferskih voda kroz parter objekta je moguć kroz otvore na objektu, pre svega kroz prozore koji se nalaze na dvorišnoj strani objekta, u slučaju da ne dihtuju dobro ili da su u nekom kišnom periodu ostavljeni otvoreni zbog ventilacije. Druga mogućnost prodora atmosferskih voda kroz parter jeste kroz bušotine koje su izvedene radi učvršćivanja pojedinih unutrašnjih ili spoljnih instalacija, ukoliko ne postoji kvalitetno rešeno zaptivanje. Do prodora vode bi dolazilo prilikom tečenja sloja vode, tj. prilikom svakog kišnog dana, preko parterno uređenog dela objekta, a primećene posledice bile bi procurivanje, kapanje sa plafona ili niz zidove objekta uz stvaranje fleka, što svakako ne bi moglo biti neprimećeno. Količine vode koje bi mogle prodrati zavise od veličine otvora, intenziteta i dužine trajanja padavina, tako da je moguće i plavljenje prostorija. Voda koja bi prodrla u objekat bi najverovatnije bila bistra.

3.4.3 Analiza prikupljenih podataka o padavinama

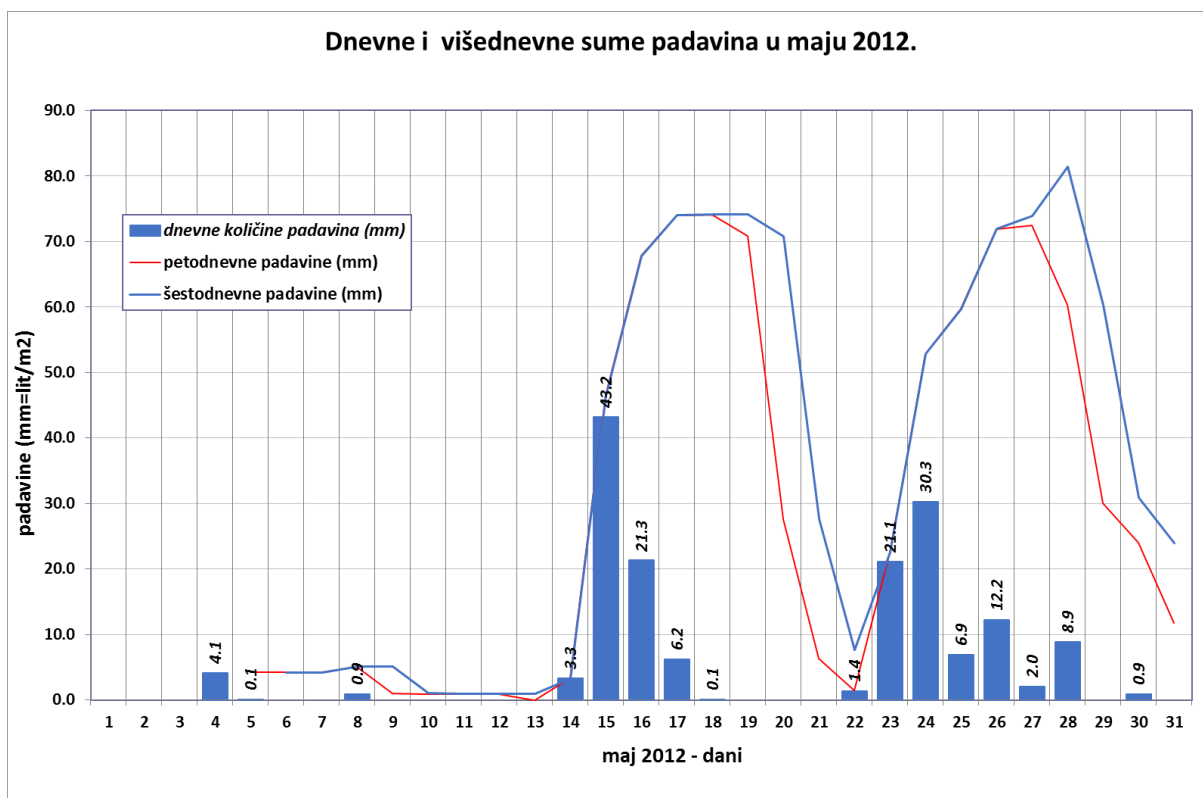
Na osnovu podataka RHMZ o padavinama izmerenim na meteorološkoj stanici Niš za period 01.01.2007-30.10.2013 (RHMZ, 2013), kao i podataka objavljenih u Meteorološkim godišnjacima RHMZ, izvršena je analiza padavina tokom perioda stavljanja objekta u upotrebu. Dijagram na slici 5 prikazuje maksimalne dnevne, maksimalne mesečne i sume godišnjih padavina na lokaciji MS Niš. Suma godišnjih padavina nije merodavna za analize u kraćem vremenskom periodu, ali zato maksimalne dnevne, višednevne i mesečne sume to jesu.

Na dijagramu na slici 5 prikazane su maksimalne dnevne i mesečne padavine na MS Niš za sedam godina analiziranog perioda. Maksimalne mesečne padavine u razmatranom periodu su zabeležene tokom maja meseca 2012. godine, dok su maksimalne dnevne padavine (48.6 mm) zabeležene 2008. godine.



Slika 5. Maksimalne dnevne i mesečne količine padavina u godini na MS Niš tokom perioda 2007-2013

Figure 5. Rainfall at MS Niš, daily and monthly sums maxima per year, during the period 2007-2013



Slika 6. Dnevne i kumulativne višednevne padavine u Nišu tokom maja 2012.

Figure 6. Daily rainfall, five- and six-days rainfall sum in Niš during May 2012.

Od stavljanja objekta u upotrebu 2007, najkišniji mesec je maj 2012. Inače se i u analizama RHMZ (2012), dokument „Klimatološka analiza proleća 2012 za Srbiju u odnosu na referentni period 1961-90“, na strani 10 kaže: „suma prolećnih padavina je bila u kategoriji kišno, veoma kišno i ekstremno kišno“, dok se na strani 12 konstatuje: „u drugoj polovini maja, kumulativna količina padavina je u Čupriji, Nišu i Negotinu bila znatno iznad normale“ (RHMZ, 2012).

Na slici 6 su prikazane dnevne i višednevne količine padavina za maj 2012. Mogu se uočiti dva kišna perioda. Period 14. – 18. maja karakteriše velika količina padavina, sa najvećom dnevnom sumom padavina od 43.2 mm (15.05.), neznatno manjom od maksimalno zabeležene od stavljanja objekta u upotrebu (48.6 mm, 28.08.2008).

Pored najveće dnevne sume padavina u 2012. godini, u petodnevnom kišnom periodu maja 2012. palo je ukupno 74.1 mm. Dugotrajne i obilne kiše tokom ovog petodnevnog perioda su direktno uticale na uslove vlažnosti u drugom višednevnom kišnom periodu 22.05 – 28.05, gde je tokom 6 dana palo ukupno 82.8 mm, što je najkišniji takav period od 01.01.2007. godine. Uz velike količine padavina, tokom prvog višednevnog perioda padavina, nanete su velike količine nanosa u slivnike i kolektore koji su ostali neočišćeni i time je smanjena propusna moć celog kanizacionog sistema.

Usled obilnih padavina, može tvrditi, na osnovu analize terenskih uslova, količine kišnih padavina i prethodnog iskustva, da je došlo do stvaranja bara na površini terena, u karakterističnoj depresiji u kojoj se nalaze slivnici ispred objekta „Čačanska banka“.

Stvaranjem bara velike površine, sa kotom višom od kote revizione šahte na uličnoj kanalizaciji vrlo lako može se potopiti i trotoar pred ulazom u objekat banke i stambeni deo objekta. Pod tim okolnostima nivo vode se nalazi iznad nivoa poklopca rezervnog izlaza iz podruma objekta, pa je sasvim realan prodor vode sa površine u šaht ispod njega.

Količine vode koje prodiru nisu velike kao kada bi se radilo o pucanju ulične cevi, ali u dužem vremenskom kišnom periodu i potapanju poklopca rezervnog izlaza može doći do punjenja prostora u šahtu ispod poklopca rezervnog izlaza, koji se mogao napuniti do određenog nivoa prilikom prvog

kišnog perioda bez preliivanja vode u objekat. Naknadno punjenje šahta i koridora prema objektu tokom drugog kišnog perioda moglo je dovesti do laganog preliivanja vode niskim intenzitetom u objekat. U ovom slučaju bi se radilo o bistroj vodi, jer bi ona dolazila sa površina već ispranih dugotrajnom kišom, iz gornjih slojeva bare nastale na uglu ispred zgrade. Ako do preliivanja dođe u vremenskom periodu kada se ne boravi u prostorijama, tj. popodnevnim i večernjim satima ili preko vikenda, mogu se nakupiti znatne količine vode i izazvati plavljenje prostorija, koje može biti značajno kvašenja podne obloge, cementne košuljice i zidova, ali i stvaranja sloja vode iznad kote poda, kada su potrebne čizme da bi se hodalo kroz podrumске prostorije.

Mogućnost prodora kiše kroz prozore je malo verovatna. Pretpostavka je da prozori dobro dihtuju, jer se u prethodnim kišnim periodima nije dogodila pojava plavljenja prostorija, kao i da su bili u zatvorenom položaju, jer je prethodni kišni period svakako bio upozoravajući.

Do prodora atmosferskih voda kroz parter moglo bi doći kroz bušotine koje su izvedene radi učvršćivanja pojedinih unutrašnjih ili spoljnih instalacija, ali bi ovaj uzrok takođe morao biti primećen tokom prethodnih kiša, zato što bi takvo plavljenje ostavilo primetna oštećenja i tragove na plafonu objekta.

4 Zaključak

U radu je izvršena analiza mogućih uzroka pojave vode u produmskim prostorijama poslovno stambenog objekta „Čačanska banka“, ul. 7. Juli 25 a tokom maja 2012. Prikupljeni su i analizirani svi raspoloživi podaci, kako iz projektne tehničke dokumentacije i geotehničkih istražnih radova, tako i merodavni podaci koje prikuplja ovlašćena institucija RHMZ.

Kao mogući razlozi pojave vode u suterenskim prostorijama eliminisani su kondenzacija zbog vrlo malih količina vode koja se tom prilikom stvara, mogućnost incidentnog otvavanja prozorskih okana, kao i havarije na unutrašnjim ili spoljnim infrastrukturnim instalacijama, koje bi bile vrlo uočljive.

Analizom nivoa podzemnih voda sa sedam mernih stanica u okruženju i nivogramom na reci Nišavi u periodu od 2007-2014 uočena su tri karakteristična vrha poplavnih talasa u 2007, 2010 i 2012. godini, gde je najveći od njih zabeležen 2010. godine. Obzirom da tokom pojave talasa velikih voda 2007 i 2010 na teritoriji Grada Niša nije bilo pojave vode u podrumskim prostorijama objekta „Čačanska banka“ (a nije ih bilo ni do 2018), kao razlog plavljenja može se eliminisati prodor podzemnih voda kroz hidroizolaciju objekta.

Tokom maja 2012. godine veoma velike kiše koje su pale tokom dva višednevna kišna perioda su izazvale stvaranje velike bare ispred objekta, na raskrsnici ulica 7. Juli i Stefana Prvovenčanog. Ove bare su zbog dužine trajanja kišnog perioda i obilnih padavina, kao i smanjene propusnosti slivnika ispred zgrade i uličnog kanalizacionog sistema, mogle dostići nivo koji izaziva prodor vode ispod poklopca rezervnog izlaza na trotoaru, poplaviti izlazni put i lagano preliiti u prostor objekta.

Na osnovu prikazanih sveobuhvatnih analiza, može se zaključiti da se višednevne padavine u toku maja meseca i nedovoljan kapacitet uličnog kanalizacionog sistema mogu smatrati glavnim uzrokom plavljenja prostorija, jer su mogle stvoriti uslove za prodor vode u objekat kroz rezervni izlaz, kao i za prodor vode kroz bušotine u pasažu kada je dolazilo do slivanja vode u slapovima iz zadnjeg dela parcele prema ulici.

Literatura

1. Geotehnički biro (2005) „Geotehnički uslovi fundiranja stambeno-poslovnog objekta spratnosti Po+Pr+3s+Pk u ulici 7. Julia 25 u Nišu (k.p. br. 711 KO Niš – Čele Kula), Elaborat, mart 2005.
2. Institut za građevinarstvo i arhitekturu Građevinsko-arhitektonskog fakulteta u Nišu (IGA GAF) (2013) Mogući uzroci pojave vlage i vode u suterenskim prostorijama poslovno stambenog objekta u ulici 7. Julia 25 a, sa posebnim osvrtom na period mesec maj 2012, Ekspertiza.

18. Savetovanje SDHI i SDH - Niš, Srbija 2018. Conference SDHI & SDH - Niš, Serbia 2018.

3. Nišprojekt (2005) Projektno tehnička dokumentacija za izgradnju objekta „Čačanska banka“ u ulici 7. Juli 25, Niš.
4. RHMZ (2012) Klimatološka analiza proleća 2012 za Srbiju u odnosu na referentni period 1961-90.
5. RHMZ (2013) Isporučeni podaci o registrovanim padavinama na MS Niš 2007-2013, nivou podzemnih voda na 7 mernih stanica podzemne vode (Brzi Brod selo, Brzi Brod Nišava, Medoševac selo, Medoševac Nišava, Popovac selo, Novo selo – stara škola i Mramor) 2007-2013, vodostaji na reci Nišavi u profilu VS Niš 2007 - 2013.