

# Ing. Pavol HUBINSKÝ autorizovaný stavebný inžinier

---

Terézie Vansovej 1, 974 01 Banská Bystrica

Tel.: 048 4152923, 0905 543851

E-mail: [hubinsky@hubinsky.sk](mailto:hubinsky@hubinsky.sk)

web: [www.hubinsky.sk](http://www.hubinsky.sk)

statika stavieb

## STATICKÝ POSUDOK

Objekt: **Bývalý vodojem na Svoradovej ulici, p. č. 691/3 Bratislava**

Objednávateľ : Hlavné mesto SR Bratislava, Primaciálne námestie č.1, 814 99 Bratislava

Zodpovedný projektant: Ing. Pavol Hubinský

Registračné číslo: 0067\*A\*3-1

Zákazkové číslo: 16-2015

Stupeň projektu: Statický posudok

Profesia: **Statika**

Dátum: 06.2015

### Zoznam príloh:

- Technická správa
- Statický výpočet
- Obrazová príloha č. 1 – Situácia daného pozemku, M=1:150
- Obrazová príloha č. 2 – Pôdorys vodojemu, M=1:75
- Obrazová príloha č. 3 – Pozdĺžny rez A-A, M=1:75
- Obrazová príloha č. 4 – Priečny rez B-B, M=1:75
- Obrazová príloha č. 5 – Konštrukcia podchytenia kopuly
- Obrazová príloha č. 6 – Oprava oporného múru
- Fotodokumentácia

## TECHNICKÁ SPRÁVA.

### ÚVOD.

Statický posudok zhodnotenia stavu betónových konštrukcií objektu bývalých vodných nádrží - vodojemu na Svoradovej ulici (MČ Staré Mesto, parc. č. 691/3, k.ú. Staré Mesto) bol spracovaný na základe objednávky č. OSAP/15/01.

Predmetom statického posudku je zhodnotenie stavu betónových konštrukcií vyššie uvedeného vodojemu pre potreby projektu „Bratislava sa pripravuje na zmenu klímy.....“. Určiť limity/riziká zmeny funkčného využitia a sprístupnenia objektu pre verejnosť, únosnosť/limity pre úpravy vonkajšieho povrchu a prevádzku priestoru – umiestnenie komunikácií, prvkov drobnej architektúry a mobiliáru. Posúdenie stavu oporných múrov na hranici daného pozemku.

Pri vypracovaní posudku som vychádzal z nasledovných podkladov:

- Vizuálna obhliadka, čiastočné zameranie, fotodokumentácia
- Polohopisné a výškopisné zameranie, Ing. Valéria Vícenová, Drieňova 25, 90045 Malinovo
- Odborná literatúra a STN:
  - Poruchy a rekonštrukcie nosných sústav, Doc. Ing. Juraj Bilčík, CSc, Doc. Ing. Ján Cesnak, CSc., STU Bratislava 1993
  - Betónové konštrukcie pozemných stavieb – Jíle, Grenčík, Novák, Alfa 1984
  - Betónové konštrukcie II, Doc. Ing. Štefan Hajdu, CSc., Jaroslav Prochádzka, CSc., SVŠT Bratislava 1991
  - Katalóg firmy BASF – Sanácie betónových konštrukcií a hydroizolácie stavieb
  - STN EN 1991-1-1 Zaťaženie konštrukcií
  - STN EN 1991-1-3 Zaťaženie snehom
  - STN EN 1993-1-1 Navrhovanie ocelových konštrukcií

Pôvodná projektová dokumentácia, podľa ktorej sa vodojem realizoval objednávatel' posudku nemá k dispozícii.

Pre vykreslenie tvaru nádrží som vychádzal jednak z výškopisného a polohopisného zameranie terénu daného pozemku a z vlastného čiastočného zamerania. Presné rozmery nádrže nebolo možné určiť, pretože do nádrží sa nedalo vstúpiť, na dne nádrže a manipulačnej komory bol nahádzaný rôznyi odpad a v časti bola aj voda.

### **VODOJEM – POPIS A NOSNÝ KONŠTRUKČNÝ SYSTÉM.**

Ako už je v úvodnej časti uvedené, jedná sa o objekt vodojemu, ktorý je železobetónový monolitický. Na základe charakteru objektu a použitých materiálov bol postavený cca v polovici minulého storočia. Vodojem už viac rokov nie je funkčný, prevažná časť technologického vybavenia je odmontovaná a zachovalé technologické zariadenia a vybavenie vodojemu je značne skorodované. Vodojem bol postavený na pozemku, ktorý bol od ulice Svoradova znížený, tento výškový rozdiel je riešený kamenným oporným múrom, ktorého výška je na východnej strane 3880mm a na západnej strane až 5500mm. Na severnej strane daný pozemok susedí s pozemkom, na ktorej je budova, ktorá bola naposledy využívaná ako nemocnica. Aj na tejto strane je náš predmetný pozemok znížený oproti spevnenej plochy nemocnice, výškový rozdiel je riešený betónovým oporným múrom výšky cca 1600mm. Daný pozemok pred vybudovaním vodojemu mohol slúžiť ako park, na východnej strane, kde nezasiahla výstavba vodojemu sú zachované pôvodné staré stromy.

Vodojem bol na danom pozemku čiastočne zakopaný pod úroveň pôvodného terénu a zvyšok vodojemu bol postavený nad pôvodný terén a následne bol obsypaný zeminou, zásyp vodojemu na severnej aj južnej strane siaha až po vrchy oboch oporných múrov.

Samotný objekt vodojemu pozostáva z dvoch kruhových nádrží priemeru 10600mm, ktoré sú prestropevané kopulou, svetlá výška nádrží vo vrchole kopule je cca 8000mm. Pri styku kopule so stenou je vytvorený stužujúci veniec tzv. prstenec. Kapacita jednej akumuláčnej nádrže sa mohla pohybovať okolo 500m<sup>3</sup> vody.

Obe kruhové nádrže sú spojené manipulačnou komorou pôdorysných rozmerov 2750x2750mm, manipulačná komora je stropnou doskou rozdelená na dve časti – podlažia, v stropnej doske je vstupný otvor do nižšej časti. Horná stropná doska manipulačnej komory je nad úrovňou terénu, je opatrená atikou hr. 100mm a výšky 710mm. Z manipulačnej nádrže z vyššieho podlažia sú do akumuláčnych nádrží vytvorené otvory šírky 1000mm a výšky 1500mm, vrch otvoru je v tvare klenby a v mieste otvoru je v kopule vytvorená luneta. Hrúbka stien kruhových nádrží a manipulačnej nádrže je cca 300 až 350mm. Hrúbka kopule akumuláčnej nádrže je cca 200mm. Akumulačné nádrže a manipulačná komora sú založené na spoločnej doske, ktorá je po obvode pravdepodobne zosilnená prehĺbením. Vo vrchole kopule a v strede stropnej dosky manipulačnej komory sú vetracie otvory, na ktorých sú betónové zrezané ihlany výšky 300mm na hrúbku násypu. Na kopulách akumuláčnych nádrží je násyp hrúbky cca 300mm. Na východnej a aj západnej strane sú časti oboch kopúl obnažené bez násypu. Na obnaženom betóne sú lokálne pozostatky z asfaltového náteru a lepenky ako pozostatok po hydroizolácii. Na základe tejto skutočnosti možno predpokladať, že z vonkajšej strany sú steny akumuláčnej nádrže a manipulačnej komory pod úrovňou terénu opatrené hydroizoláciou z náteru a lepenky.

Z vnútornej strany akumuláčnej nádrže a manipulačnej komory sú steny, strop a pravdepodobne aj dno opatrené tzv. pálenou cementovou omietkou, ktorá zabezpečovala vodotesnosť nádrže.

Nosné prvky vodojemu boli navrhnuté na tri zaťažovacie stavy:

1. Akumulačné nádrže sú naplnené vodou, nezasypané – kontrola vodotesnosti – posobí hydrostatický tlak vody v nádrži
2. Nádrže sú plné zasypané zeminou, zemný tlak a hydrostatický tlak sa navzájom eliminujú
3. Nádrže sú prázdne pôsobí iba zemný tlak a tiaž zeminu na kopule.

### **ZISTENÉ PORUCHY NA NOSNÝCH ŽB PRVKOCH VODOJEMU**

Ako už bolo uvedené vodojem už viac rokov nie je v prevádzke a tým sa na ňom nevykonáva žiadna údržba a opravy. Na základe vizuálnej obhliadky neboli na nosných železobetónových konštrukciách zistené závažné statické poruchy, ktoré by sa prejavili vznikom statických trhlin.

Poruchy na železobetónovej konštrukcii vodojemu sú hlavne charakteru degradácie vlastnosti samotného betónu a výstuže.

Jedná sa o nasledovné vplyvy a ich vzájomná kombinácia pôsobenia:

- posobenie vody na betón v kombinácii zmrazovacích a rozmrazovacích cyklov. Voda sa do betónu dostala jednak priamym pôsobením na obnaženej časti kopúl, kde pôvodná hydroizolácia je úplne porušená. Vzhľadom na vek objektu, s najväčšou pravdepodobnosťou je už nefunkčná aj hydroizolácia pod úrovňou terénu, kde na ňu pôsobia aj korene stromov, ktoré boli vysadené (resp. vyrastené ako náletové), tieto stromy sú už dostatočne veľké. Poškodenie pôsobenia rozmrazovacích cyklov sa prejavilo najviac na zvetraní obnaženej časti betónu (viď foto č. 3), kde je cementové spojivo úplne zvetrané a už sa uvoľňuje kamenivo – častice riečneho štrku. Podobne je to aj na obnažených častiach manipulačnej komory (viď foto č. 4 a 5.) Vplyv pôsobenia vody a mrazu sa prejavil aj na obnaženej výstuži stužujúceho venca (prstenca) vo vnútri manipulačnej komory. Voda sa na prstenec v zimnom období dostala tak, že vlhký vzduch sa zrážal na ochladenom strope kopule a stekal cez lunetu a steny otvoru na veniec. Mráz narušil betón a odkryla sa výstuž, ktorá je v stužujúcom prstenci zhustená, táto výstuž je v danom mieste značne skorodovaná a tým aj oslabená.
- Korózia výstuže zapríčinená karbonátáciou betónu pôsobením kyslých zrážok prenikajúcich do betónu. Karbonátacia betónu je spojená s poklesom hodnoty PH, pri

ktorej sa stráca stabilita pasivujúceho povlaku na výstuži, pri dostatočnej vlhkosti betónu, možnosti difúzie kyslíka sú splnené všetky predpoklady pre koróziu výstuže. Taktiež pôsobenie mrazu a vody majú zvýšený vplyv na koróziu výstuže. Koróziu výstuže je vidno na miestach, kde je odpadnutá omietka (viď foto č. 10).

- Korózia betónu zapríčinená rozpúšťaním hydratačných produktov, hlavne hydroxydu vápenatého pôsobením účinkom zrážkovej vody s nízkou tvrdosťou. Tento jav sa najviac prejavil v miestach pracovných škár a mikrothliniek, cez ktorá sa voda dostala do betónu, kde na povrchu betónu sa tvoria malé kvaple a mapy (viď foto č. 6, 9, 10) Korózia betónu znižuje fyzikálno-mechanické vlastnosti betónu.

#### Návrh na odstránenie zistených porúch:

Zistené poruchy na železobetónových konštrukciách vodojemu sú spojené hlavne s pôsobením dažďovej vody na konštrukciu. Pre odstránenie a šírenie uvedených porúch je nutné konštrukciu chrániť proti pôsobeniu dažďovej a presakujúcej vode. Za týmto účelom je nutné zrealizovať nasledovné:

- Odstrániť zeminu z kopúl a stropu manipulačnej komory a okolo stien na hĺbku cca 2000mm
- Poškodené časti betónu očistiť vysokotlakým vodným lúčom, betón napenetrovať náterom voči korózii výstuže, naniesť opravovaciu maltu na betón, novú hydroizoláciu – náterová na báze cementu. Na kopuly hydroizoláciu chrániť vrstvou betónovej mazaniny. Ďalšie detaily úpravy mazaniny budú závisieť od konkrétneho riešenia využitia plochy na kopulách a streche manipulačnej komory. Steny v prípade, že budú zasypané chrániť geotextíliou v prípade že budú priznané obkladom alebo omietkou odolnou poveternostným vplyvom a dažďu.
- Z vnútornej strany je nutné odstrániť pálenú cementovú omietku zo stropov a stien pomocou vysokotlakého vodného lúča, povrch železobetónov natrieť penetračným náterom voči korózii a povrch upraviť opravovacími maltami na betón. Podobne vyspraviť aj dno nádrže. Steny a dno opatriť hydroizoláciou proti presakujúcej vode prípadne tlakovej vode v spodných častiach nádrží.

#### Stanovenie zaťažiteľnosti železobetónových prvkov vodojemu:

Nosné prvky vodojemu boli navrhnuté na vyššie uvedené zaťažovacie stavy. Zaťažovací stav posobenia hydrostatického tlaku vody nenastane, pretože sa nádrže nebudú plniť vodou. Tlak zeminy na steny nádrže bude naďalej pôsobiť. Tento tlak sa môže zvýšiť tým, že sa môže zvýšiť zaťaženie na povrchu terénu užitočným zaťažením. Toto príťaženie je minimálne a pri výške nádrže 8000mm je zanedbateľné.

Pri posúdení kopule som vychádzal z predpokladu, že kopula bola navrhnutá na zaťaženie od vlastnej tiaže, tiaže zásypu hrúbky 300mm (podľa výšky betónového zrezaného ihlana s prevetrávacím otvorom vo vrchole kopuly) a zaťaženia snehom. Pri uvažovanom novom využití daných priestorov, kde sa uvažuje s pohybom ľudí bude toto zaťaženie prekročené. Vzhľadom na porušenie betónu a výstuže kopule koróziou sa únosnosť kopule znížila, preto pre dosiahnutie potrebnej únosnosti kopule navrhujem, aby bola kopula podchytená oceľovou konštrukciou znázornenou v obrazovej prílohe č. 5.

#### **POSÚDENIE OPORNÝCH MÚROV.**

Ako už bolo uvedené daný pozemok je oproti okolitému terénu znížený, výškový rozdiel je zabezpečený zo strany od Svoradovej ulice a ulice Podjavorinskej gravitačným kamenným múrom a od pozemku bývalej nemocnice je to betónový gravitačný oporný múr. Na základe vizuálnej obhliadky bolo zistené, že oporný múr od ulice Svoradova bol dodatočne opravovaný a neboli na ňom zistené závažné poruchy, ktoré by sa prejavili vypadávaním spojovacej malty alebo samotných kameňov.

Oporný múr v rohu od ulice Podjavorinskej je značne poškodený, spojovacia malta spolu s kameňmi vypadáva. Časť múru je vymurovaná aj z plných pálených tehál a sú použité rôzne druhy kameňa viď foto č. 11. Tento oporný múr možno charakterizovať, že je v havarijnom stave

a pre pohyb ľudí je vysoko nebezpečný, pretože môžu z neho uvoľňovať a vypadávať kamene. Tento oporný múr je nutné komplexne opraviť v celom rozsahu. Pre opravu oporného múru navrhujem nasledovný postup:

- Etapovite po úsekoch šírky max. 1000mm odkopať základ oporného múru do hĺbky minimálne 1100mm od upraveného terénu alebo minimálne 500mm pod jestvujúcu základovú škáru, jestvujúci základ podkopať na šírku min 600mm a zrealizovať podchytenie a rozšírenie jestvujúceho základu o 800 mm, vrh základu ukončiť 300mm od upraveného terénu. Do betónu vložiť konštrukčnú výstuž a štartovaciu výstuž na napojenie výstuže oporného múru
- Postupne realizovať po etapách po pásoch šírky 2000mm odstraňovanie poškodených kameňov z oporného múru a vymurovanie prednej pohľadovej steny z kameňa šírky 300mm s vynechaním medzere šírky 200mm, do ktorej sa osadí sieťovina a zabetónuje sa. V rastri 1500x1500mm sa do muru usadí prepojovacia kotva – tzv. klinec.
- Po zrealizovaní všetkých úsekov sa múr ukončí novou železobetónovou hlavou.

Oprava oporného múru je znázornená na obrazovej prílohe č.6.

V mieste vstupu na pozemok sú kamenné schody, ohraničené kamennými múrmi, spojovacia malta z týchto múrov je povypadávaná, preto je nutné tieto múry nanovo hĺbkovo preškárovať vhodnou maltou.

V opornom gravitačnom betónovom múre od bývalej nemocnice sú zvislé škáry, ktoré vznikli pravdepodobne ako od zmrašťovania betónu a vplyvom teplotných zmien. Tieto trhliny je nutné vyspraviť a priznať nové rovné škáry, ktoré sa vyplnia trvalo pružným tmelom.

## **ZÁVER.**

Stav nosných železobetónových konštrukcií vodojemu zodpovedá svojmu veku (cca 60-70 rokov) a tomu, že nebola na objekte dlhý čas robená žiadna údržba a opravy. Hydroizolácia je už dávno po svojej životnosti a neplní si svoju izolačnú funkciu. Dlhodobé pôsobenie dažďovej vody, atmosféry, zmeny teplôt a mrazu malo negatívny vplyv na nosné železobetónové konštrukcie čo sa prejavilo vyššie popísanými poruchami.

Pre nové využitie daného pozemku na projekt „Bratislava sa pripravuje na zmenu klímy.....“, kde sa uvažuje s úpravou vonkajšieho povrchu s možnosťou pohybu a zhromažďovania sa osôb, umiestnenia prvkov drobnej architektúry a mobiliáru, je nutné zabrániť ďalšiemu negatívnemu pôsobeniu vody a iných vplyvov a to vytvorením novej hydroizolácie a opravy poškodených častí. Vzhľadom na zvýšené zaťaženie na kopulu akumulčných nádrží je nutné kopulu podchytiť oceľovou konštrukciou.

Presný rozsah a spôsob stavebných úprav na vodojeme bude možné upresniť až na základe podrobnom architektonickom a dispozičnom návrhu daného projektu. Pri návrhu bude nutné zohľadniť požiadavku na dosiahnutie ďalšej potrebnej životnosti nosných prvkov vodojemu, čo sa prejaví na výške nákladov na potrebné stavebné úpravy. Zvážiť, či asanácia celého vodojemu alebo čiastočná asanácia a následné zasypanie nádrží nebude ekonomicky ale aj po architektonickej stránke výhodnejšie.

Poškodený oporný múr je v havarijnom stave, pohyb osôb pod oporným múrom je zdraviu a životu nebezpečné, preto je nutné tento oporný múr opraviť.

Poškodenie kamenného múru na schodoch a trhliny v gravitačnom betónovom múre majú vplyv na vzhľad a na životnosť daných prvkov v danom mieste.