



Ing. Ivan GUBA - IGUBA

Znalec z odboru Statika stavieb, projektant statiky, statické a dynamické výpočty
Autorizovaný stavebný inžinier - Statika stavieb; registračné číslo: 3453*A*3-1

☒ Miletičova 70, 821 08 Bratislava

☎/Fax/mobil: +421 903469873; e-mail: iguba.sro@mail.t-com.sk , iguba40@gmail.com



TECHNICKÁ SPRÁVA - STATIKA

SO 02 – MULTIFUNKČNÁ SPEVNENÁ PLOCHA

1. Všeobecne

Obsahom tohto elaborátu je staticko-stavebné posúdenie základových konštrukcií oporných múrov OM1 a OM2 v celkovej dĺžke $13,55 + 33,00 = 46,55\text{m}$, v areáli VÚZ Bystrina, investor Národná banka Slovenska, za účelom jeho realizácie z hľadiska statiky ako zabezpečenie zhutneného podkladu pod multifunkčnou spevnenou plochou. Predmetom zákazky je vypracovanie realizačného projektu statiky na konštrukciu oporných múrov z troch strán multifunkčnej plochy (mimo strany pri ceste, kde sa nachádza oplotenie). Ako podklady mi slúžili:

- Projekt stavebnej časti vypracovaný ateliérom FUTURA, Ing. arch. Dianou Klčovou a Ing. arch. Eduardom Klčom, z januára 2018

- Jednanie so zástupcom objednávateľa a projektanta ateliérom FUTURA, Ing. arch. Dianou Klčovou a Ing. arch. Eduardom Klčom, ich informácie o forme a spôsobe vyhotovenia, a o požiadavkách investora

- Záverečná správa z Inžiniersko- geologického a hydrogeologického prieskumu areálu Bystrina, vypracovaného RNDr. Dušanom Barošom- INEKOGEOPoprad, z júna 2016

- odborná literatúra a súvisiace normy, napr.

- STN 73 1101/1988 - Navrhovanie murovaných konštrukcií
- STN EN 1991 - Spolehlivosť stavebných konštrukcií a základových pŕd, Základní ustanovení pro výpočet, platná od 01.01.1990
- STN EN 1991-1-1, Eurokód 1, Základy navrhovania a zaťaženia stavebných konštrukcií, Časť 1.1: Všeobecné pravidlá, CEN, 1995
- STN EN 1991-1-1, Eurokód 1, Základy navrhovania a zaťaženia stavebných konštrukcií, Časť 2.4: Zaťaženia konštrukcií – Zaťaženie vetrom, CEN, 1995
- STN EN 1992-1-1, Eurokód 2, Navrhovanie betónových konštrukcií, Časť 1.1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby, CEN, 1992
- STN EN 1993-1-1, Eurokód 3, Navrhovanie kovových konštrukcií, Časť 1.1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre pozemné stavby, CEN, 1992
- program NEXIS32 rel. 3.100.41 metódou konečných prvkov, distribuovaný do SR prostredníctvom SCIA SK (Ing. Hric)
- O. Hubová: Zaťaženie vetrom, Spoločné európske normy pre navrhovanie nosných konštrukcií stavieb, Školenie EUROKÓDY 0-1, Bratislava, november 2004, ISBN 80-227-2141-7

2. Konštrukcia oporných múrov

Predmetný oporný múr sa nachádza okolo multifunkčnej spevnenej plochy v areáli VÚZ Bystrina, k. ú. Starý Smokovec. Oporné múry pozostávajú z častí „OM1“ a „OM2“ pri nižších vrstvách spevnenej plochy a pri vyšších vrstvách spevnenej plochy. Oporné múry časť „OM1“ sú založené v štrkovom lôžku, podkladnom betóne C16/20, a železobetónovom základe dvojstupňovom (s 1 pracovnou škárou) do nezámrznej hĺbky 1350mm. Oporné múry časť „OM2“ zo zadnej strany spevnenej plochy je pôdorysne priame v celkovej dĺžke 13,55m sú založené v štrkovom lôžku, podkladnom betóne C16/20, železobetónovej základovej pätky výšky 1,90m do nezámrznej hĺbky a s dvomi pracovnými škárami.

Nosnú konštrukciu oporných múrov „OM1“ a „OM2“ tvorí systém postavený na základovom páse, ktorý je min.v nezámrznej hĺbke -1,350m so štrkovým vankúšom a betónovým lôžkom hr. 100mm. Výška betónového základového pásu je premenlivá od 1465 do 1900mm a jeho šírka je konštantná 450mm, nachádzajú sa tam aj pracovné škáry. Do debnenia základového pásu sa ponechajú čakacie strmienky pol. 1 a 2. Do debnenia sa ukladá aj vodorovná roznášacia výstuž pol. 3 a 4 pre roznos. Ďalej sa v príslušnej výške do debnenia ukladá aj PVC- chránička á 1,0m podľa výkresovej dokumentácie statiky a stav. časti.

Oporné múry sú staticky namáhané, a to mimo bežných klimatických účinkov vetra, snehu, námraz, atď., keďže upravený terén z oboch strán je vo výške hornej hrany základového pásu, bude namáhané jednak zemným tlakom, a aj užitným zaťažením od užívateľov multifunkčnej spevnenej plochy.

3. Stanovisko statika

Predmetom projektu sú predovšetkým železobetónové základové a vlastné konštrukcie oporných múrov častí „OM1“ a „OM2“ na pozemkoch areálu VÚZ Bystrina.

Projekt rieši statickú časť oporných múrov. Nakoľko sa stavenisko nachádza v mierne svahovitom teréne s výškovými rozdielmi $\pm 0,10$ m/m' (spád do 10%), je potrebné navrhnuť oporné múry s monolitickým spriahnutím do podzákladových vrstiev.

Základová škára podľa dostupných podkladov posudku citovanom v úvode je premenlivá, a mala by spočívať v štrkoch stredne uľahnutých (G3 – G4) a nemali by byť nasýtené podzemnou vodou. Úroveň podzemnej vody by nemala zasahovať po základovú škáru. Vo vyhodnotení je zatriedenie jednotlivých vrstiev podzákladovej pôdy, a sú uvedené nasledovné pôdomechanické vlastnosti.

V statickom výpočte som uvažoval so základovou pôdou pod oplotením s nasledovnými charakteristikami: $\varphi = 20^\circ$, $c = 12$ kPa, $\gamma_z = 19$ kN/m², $R_d = 120 - 150$ kPa a so zásypmi základových konštrukcií realizovaných vykopanou zeminou s obdobnými charakteristikami: $\varphi = 20^\circ$, $c = 12$ kPa, $\gamma_z = 19$ kN/m², $I_d = \text{min.}7$, čo zodpovedá triede G4 v zmysle STN EN (pre zásypy nie je vhodná vrchná časť zeminy, ktorú tvoria navážky a piesčitá hlina s odhnívajúcimi zvyškami korenín a organických zložiek).

Podľa predbežného statického prepočtu najväčšie napätie z jednotlivých napätí pod základovou škárou od nových konštrukcií spevnenej plochy vychádza pod základovou hranou (pri predpoklade minimálnej dosadacej plochy základového pásu $0,45$ m²/m'), a to normová hodnota cca 10 kPa a výpočtová hodnota cca 15 kPa. U týchto hodnôt (dosadacia šírka bola vo výpočte uvažovaná 450 mm) nie je predpoklad na špeciálne podmienky zakladania, základové pomery sú jednoduché.

Oporné múry sú navrhnuté ako tri rôzne dilatačné celky s pracovnými škárami oddelenými vrstvou PVC hrúbky 20mm. Návrh vychádza z predpokladu realizácie zhutneného násypu na $E_{\text{def},2} = 30$ MPa pri pomere $E_{\text{def},2}/E_{\text{def},1} < 2,3$. Požadované parametre treba overiť statickými zaťažovacími skúškami. Pri daných

parametroch a bežných základových pomeroch činí obvyklá hrúbka zhutneného násypu 0,2 m, ktorý bude prípadne od rastlej zeminy oddelený separáciou. Návrh je treba overiť na základe uvedeného IG prieskumu. Je treba použiť kvalitné triedené kamenivo frakcie 0-32mm. Zhotoviteľ zemných prác predloží TPP vrátane kontrolného a skúšobného plánu.

Maximálnym návrhovým zaťažením (v zmysle EN 1991) je bodové zaťaženie o veľkosti 10,0 kN na základový pás a užité zaťaženie od užívateľov spevnenej plochy.

Betonáž bude realizovaná na klznej vrstve.

Spodná voda nebola podľa obhliadok pri zakladaní objektov narazená. Skúmané územie z hľadiska seizmicity patrí do 6^o intenzity seizmického ohrozenia podľa M.S.K. 64.

Pre výpočet únosnosti základov sa predpokladajú bežné základové pomery vyskytujúce sa pri stavbe takýchto druhov objektov. Minimálna únosnosť základovej pôdy sa tak predpokladá v hodnote $R_{dt} = 100$ až 150 kPa. Pritom sa nepredpokladá výskyt spodnej vody v bezprostrednej blízkosti základovej škáry. Tento elaborát je uvažovaný pre potreby investora zistiť predbežný rozpočet na oporné múry.

STATICKÁ SCHÉMA

Vzhľadom na charakter stavby /oplotenie/ sú nosné konštrukcie vytvárané zo statického hľadiska z jednoduchých prvkov. Použijú sa železobetónové monolitické zvislé konštrukcie múru, pozostávajúce zo železobetónu. Preto prvky oporného múru sú uvažované ako konzoly namáhané ohybovým momentom pri dostrednom tlaku od vlastnej hmotnosti a zemným tlakom od hornín, nachádzajúcich sa nad základmi oporných múrov v mierne svahovitom teréne.

Základový monolitický pás oplatenia bude jednotnej hrúbky 450 mm s pracovnou škárou v hornej hrane základového pásu, votknutý do zvislej steny konštrukcie prostredníctvom previazania oceľovou armatúrou. Všetky konštrukcie sú navrhnuté z monolitického železobetónu C20/25 (mimo podkladného betónu C16/20), hrúbka pásu je 450 mm. Konštrukcie budú vystužené podľa armovacieho výkresu armatúrou priemeru R Ø8-10-12mm (kvality B500 B), výkaz armatúry je súčasťou výkresovej prílohy výkresu č. S-01.

Celá konštrukcia s nadbetónávkou je v tvare písmena „I“, založená do základového pásu, betónovaného na dno výkopu, opatreného štrkopieskovým vankúšom a betónovým lôžkom, so zvislou stenou.

ÚDAJE O ZAŤAŽENÍ

Nosné konštrukcie oporných múrov „OM1“ a „OM2“ sú posudzované na zaťaženie v zmysle normy STN EN „Zaťaženie stavebných konštrukcií“ a od zemného tlaku v zmysle normy STN EN 1991 „Základová pôda pod plošnými základmi“. Okrem stáleho zaťaženia, ktoré je dané vlastnou tiažou nosných aj nenosných konštrukcií, je uvažované aj úžitkové zaťaženie klimatické a od osôb do 300kg/m².

METODIKA STATICKÉHO VÝPOČTU

Statický výpočet je spracovaný na základe analýzy pôsobenia prvkov nosnej konštrukcie, ktorých rozmiestnenie a rozmer sú prevažne predurčené architektonicko-stavebným riešením. Vzhľadom na konštrukčné riešenie a charakter stavby je ťažiskom výpočtu návrh a posúdenie jednotlivých prvkov nosných konštrukcií, ktoré sú rozhodujúce pre daný typ objektu - so zvislými nosnými konštrukciami tvorenými zvislými železobetónovými múrmi.

Pre statický výpočet bol použitý program na PC metódou konečných prvkov na prútové konštrukcie NEXIS rel. 3.100.41, pričom bol vypočítaný betónový prierez tvaru písmena „I“ o šírke 1,0 bm, na ktorý bol

aplikovaný zemný tlak príslušnými hodnotami. Bola spočítaná aj výstuž na maximálne vnútorné sily v päte základov, ktorý sa chová ako konzola votknutá do základového pásu a zhutneného vankúša. Bezpečnosť proti preklopeniu by mala byť min. dvojnásobná. Bol vymodelovaný aj skutočný tvar a zaťažovacie účinky na daný model.

3.1. Zaťaženie a vstupné údaje

Zaťaženie v statickom výpočte - resp. jednotlivé zaťažovacie stavy a ich kombinácie - sú v súlade s ENV 1991-1-1, Eurocode 1, Základy navrhovania a zaťaženia stavebných konštrukcií, Časť 2.4: Zaťaženia konštrukcií – Zaťaženie vetrom, CEN, 1995 a STN EN 1991, Eurokód 1, Zaťaženie stavebných konštrukcií. Užitočné zaťaženie je v tomto prípade len od vlastnej hmotnosti zeminy, a užitným zaťažením $3,0 \text{ kN/m}^2$, ktoré by zaťažovali nosnú konštrukciu základov.

Vietor konštrukciu nezaťažuje a snehová prikrývka je menšia než užité zaťaženie osobami - všetky zaťažovacie stavy sú obsahom statického výpočtu. Zaťaženie vlastnou hmotnosťou je uvažované so súčiniteľom zaťaženia $\gamma_{fmax} = 1,35$ v prípade nepriaznivého pôsobenia a $\gamma_{fmin} = 0,90$ v prípade priaznivého pôsobenia. Výpočet je prevedený pomocou programov na PC metódou konečných prvkov - program NEXIS32 rel. 3.100.41, vypracovaný Dopravoprojekt- om Brno (autor Prof. Dr. Ing. Kolář, DrSc., Ing. Němec, CSc.) a distribuovaný SCIA SK – ako je uvedené v podkladoch v predchádzajúcom odseku.

Pre konštrukcie vystavené vplyvom zhora sa uvažuje náhodilé zaťaženie užité hodnotou normovej základnej tiaže zhluku osôb $q_0 = 3,00 \text{ kN/m}^2$ platnou pre III. oblasť, príp. zaťaženie vetrom sa neuvažuje.

V prípade priestorového statického výpočtu objektu je uvažovaných 8 najnebezpečnejších kombinácií zaťaženia v zmysle Eurocode 3 s bezpečnostnými súčiniteľmi 1,35 z hľadiska únosnosti a 2 najnebezpečnejšie kombinácie z hľadiska použiteľnosti (deformácií). Vstupné údaje sú uvedené na prvých 14 stranách statického výpočtu, kde je v axonometrii naznačená geometria konštrukcie s jednotlivými profilmi očíslovanými podľa vstupov v statickom výpočte. Celková hmotnosť ocelej armatúry B500 B (pol. 1- 5) vyšla takmer na 1500kg (výkr. S-01) – t.j. **ново dodávanej armatúry konštrukcie, čo s prídavkom cca 10% na odpad a spoje činí 1,5t. Objem betónu C20/25 je cca 100,0m³. Objem a stupeň vystuženia je cca 42,5kg/m³.**

3.2. Výstupné údaje, posúdenie únosnosti a deformácií

Na str. 15 začínajú výstupné údaje statického výpočtu, kde na konci sú uvedené reakcie na podložie a normové deformácie v jednotlivých uzloch konštrukcie. Z uvedeného vyplýva, že maximálna zvislá deformácia – priehyb – vo zvislom smere (smere $-z$) je v hornom uzle uprostred, a to 18,2mm, čo je akceptovateľné pri rozpone 5,0m – $L/280$ (str. 17). Maximálna deformácia vo vodorovnom smere – v pozdĺžnom smere $-y$ od zaťaženia je v hornom uzle uprostred vonkajšej väzby, a to 1,3mm, čo je akceptovateľné pri výške konštrukcie 2650 mm – $H/2000$ (str. 29).

Na str. 15 sú spočítané reakcie do jednotlivých podlôží – z ktorých maximálna má hodnotu je 10,0kN, čo vyvolá kontaktné napätie na jestvujúce konštrukcie o hodnote $10000/600 \times 1000 = 0,06 \text{ MPa}$. Táto hodnota je vyhovujúca pre akýkoľvek bežné zhutnené podložie – výpočet tvorí samostatnú kapitolu archivovanú u autora statického výpočtu.

Na str. 17- 20 sú graficky znázornené vnútorné sily na prútoch a potom začínajú posúdenia únosnosti jednotlivých profilov s grafickými priebehmi ohybových napätí na prútoch. Z posúdenia únosnosti jednotlivých prierezov zo statického výpočtu vyplýva, že únosnosť nosných prvkov je vyčerpaná na bežné

hodnoty, kedy sa únosnosť blíži k hodnote 50%. Ale v žiadnom prípade sa nejedná o lokálne prekročenie napätí, ale jednoznačne ide o ekonomicky navrhnutý prierez, čoho dôkazom sú grafické priebehy napätí jednotlivých nosných prvkov uvedené na záverečných stranách statického posudku.

Statický výpočet v prípade objektu je spracovaný na základe analýzy pôsobenia prvkov nosnej konštrukcie, ktorých rozmiestnenie a rozmer sú prevažne predurčené stavebným riešením a návrhom medzi projektantom a investorom. Vzhľadom na konštrukčné riešenie a charakter je ťažiskom výpočtu návrh a posúdenie jednotlivých prvkov nosných konštrukcií, ktoré sú rozhodujúce pre daný typ objektu.

V strojnom statickom výpočte sú vypočítané účinky na podlažie a zeminu. Zo statického výpočtu vyplýva, že oporné múry budú schopné zaťaženie preniesť do základov a prostredníctvom základových pásov aj do podlažia. Zaťažovacie účinky vyvolajú vnútorné sily aj deformácie, ktoré sú menšie, než tie normou STN EN: 206-1 a STN EN 1991, Eurokódy 2 a 3 predpísané pre betónové a ocelové konštrukcie. Kompletný statický výpočet je archivovaný u autora projektu statiky, vyexpedované sú iba najdôležitejšie súčasti. Špecifikácia je uvedená vo výkrese.

4. Záver

Počas realizácie stavby musia byť dodržiavané všetky platné normy a technologické predpisy súvisiace so stavebnými prácami, ktoré vyplývajú z posudku. Predovšetkým ide o stavebné práce súvisiace s realizáciou murovaných konštrukcií a nosných betónových konštrukcií (betónový základ). Taktiež musia byť dodržiavané aj všetky platné bezpečnostné smernice, predpisy a vyhlášky pri stavebných prácach. Akékoľvek zmeny dotýkajúce sa nosných konštrukcií boli vopred konzultované s projektantom. Všetky materiály a použité konštrukčné prvky sa musia v rámci výroby – technických skúšok overiť a musia sa preukázať ich vlastnosti (atestmi, kontrolnými skúškami, skúškami kotviacich materiálov, a pod.). Pri vykonávaní skúšok je potrebné riadiť sa príslušnými technickými normami.

Na základe hore uvedeného môžem konštatovať, že predmetná stavba vyhovuje z hľadiska statiky pri dodržaní vstupných predpokladov výpočtov.

Pri všetkých prácach súvisiacich s výstavbou treba dôsledne dodržiavať všetky ustanovenia príslušných zákonov, vyhlášok a nariadení, týkajúcich sa bezpečnosti pri práci a ochrany zdravia. Tento projekt bol vypracovaný na základe určitých predpokladov, vstupných údajov a predpokladov. V prípade zmeny týchto údajov alebo pri zistení nových poznatkov je potrebné aj výsledky tohto statického posudku prehodnotiť. Všetky zmeny a doplnky oproti pôvodnému projektu je potrebné vopred konzultovať so statikom projektu.

Statika konštrukcií oporných múrov podľa popisovaných zásad bude bezpečná a pripravované stavebné práce bude možné vykonať podľa uvedeného popisu a podľa výkresu.

V Bratislave 02.02.2018.

Ing. Ivan Guba

Autorizovaný stavebný inžinier - Statika stavieb, reg. č.: **3453*A*3-1**

✉ Miletičova 70, 821 08 Bratislava ☎/Tel/mobil: +421 903/469873