



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## MONOLITICKÁ ŽELEZOBETONOVÁ NÁDRŽ

MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE TANK

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adrián Kollárik

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2020



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Adrián Kollárik
Název	Monolitická železobetonová nádrž
Vedoucí práce	Ing. Jiří Strnad, Ph.D.
Datum zadání	31. 3. 2019
Datum odevzdání	10. 1. 2020

V Brně dne 31. 3. 2019

---

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

Schematické výkresy zadaného objektu (půdorysy, řezy)

EC z oboru betonových staveb, geotechniky atd. (včetně změn a doplňků)

Bažant, Šmiřák: Betonové konstrukce III. Konstrukce plošné, nádrže a zásobníky

Skripta, podklady a opory používané ve výuce na ÚBaZK FAST VUT v Brně

Výpočetní programy pro PC

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

Proveďte návrh a posouzení monolitické nádrže. V rámci posouzení ověřte vznik a šířku trhlin. Zatížení uvažujte včetně vlivu teplot a smršťování.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady

P2. Výkresy (přehledné, podrobné a detaily v rozsahu určeném vedoucím práce)

P3. Statický výpočet

P4. Stavební postup

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

## **STRUKTURA DIPLOMOVÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).

2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Jiří Strnad, Ph.D.  
Vedoucí diplomové práce

## ABSTRAKT

Diplomová práca je zameraná na návrh a posúdenie nosných častí monolitckej železobetónovej nádrže. Súčasťou práce je technická správa, sprievodná správa k statickému výpočtu, výkresová dokumentácia, stavebný postup a vizualizácia. Výkresová dokumentácia pozostáva z výkresu tvaru a z výkresov betonárskej výstuže nosných konštrukcií.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Vodná nádrž, železobetón, stropná doska, steny, základová doska, zaťaženie, dimenzovanie, priehyb, trhliny, napätie, dotvarovanie betónu, zmršťovanie, výstuž

## ABSTRACT

The thesis deals with design and assessment of all supporting parts of cast-in-place reinforced concrete tank. The thesis includes a technical report, static analysis, drawing documentations, construction proces and visualization. The drawing documentation consists of shape and reinforcement drawings of supporting parts.

## KEYWORDS

Water tank, reinforced concrete, floor slab, walls, foundation slab, load, design of structures, deflection, cracks, stress, concrete creep, shrinkage, reinforcement

## Bibliografická citace

Bc. Adrián Kollárik *Monolitická železobetonová nádrž*. Brno, 2020. 24 s., 236 s. příl.

Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce s názvem *Monolitická železobetonová nádrž* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

---

Bc. Adrián Kollárik  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Monolitická železobetonová nádrž* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

---

Bc. Adrián Kollárik  
autor práce

## POĎAKOVANIE

Chcel by som sa poďakovať vedúcemu diplomovej práce Ing. Jiřímu Strnadovi Ph.D. za trpezlivosť a užitočné rady počas tvorby práce. Touto cestou by som sa chcel poďakovať celej rodine a priateľke za podporu počas celého štúdia.

Bc. Adrián Kollárik

## Obsah

1. Úvod .....	9
2. Technická správa.....	10
2.1. Identifikácia objektu .....	10
2.2. Popis nosnej konštrukcie.....	10
2.3. Zaťaženie .....	11
2.4. Materiál.....	12
2.5. Harmonogram výstavby .....	13
2.6. Vplyv na životné prostredie.....	15
2.7. Bezpečnosť práce .....	15
2.8. Záver .....	15
3. Sprievodná správa k statickému výpočtu .....	17
3.1. Úvod .....	17
3.2. Materiál.....	17
3.3. Zaťaženie .....	17
3.4. Kombinácia .....	17
3.5. Návrh a posúdenie stropnej dosky.....	18
3.6. Návrh a posúdenie stien .....	18
3.7. Návrh a posúdenie základovej dosky .....	18
3.8. Posúdenie na vyplavenie.....	18
4. Seznam použitých zdrojů .....	20
5. Zoznam skratiek .....	21
6. Zoznam príloh .....	24



## 1. Úvod

Cieľom tejto práce je navrhnuť konštrukciu monolitckej vodnej nádrže. Uvažované budú dve situácie nádrže: za prvé - nádrž je prázdny a zasypaný zeminou a za druhé – nádrž je naplnený vodou a nie je zasypaný zeminou. Nádrž bude podzemná, to znamená že bude zasypaná zeminou až po poklop. Celú konštrukciu tvorí monolitický železobetón vystužený betonárskou výstužou. Hlavnou úlohou je analýza zaťaženia pôsobiace na nádrž a návrh vystuženia nosných častí, základovej dosky, stien nádrže, stropnej dosky. Dôležitým krokom je posúdenie vzniku trhlin v základovej doske, v stenách a v stropnej doske. Podstatou práce je navrhnuť bezpečnú, únosnú a vodotesnú nádrž.

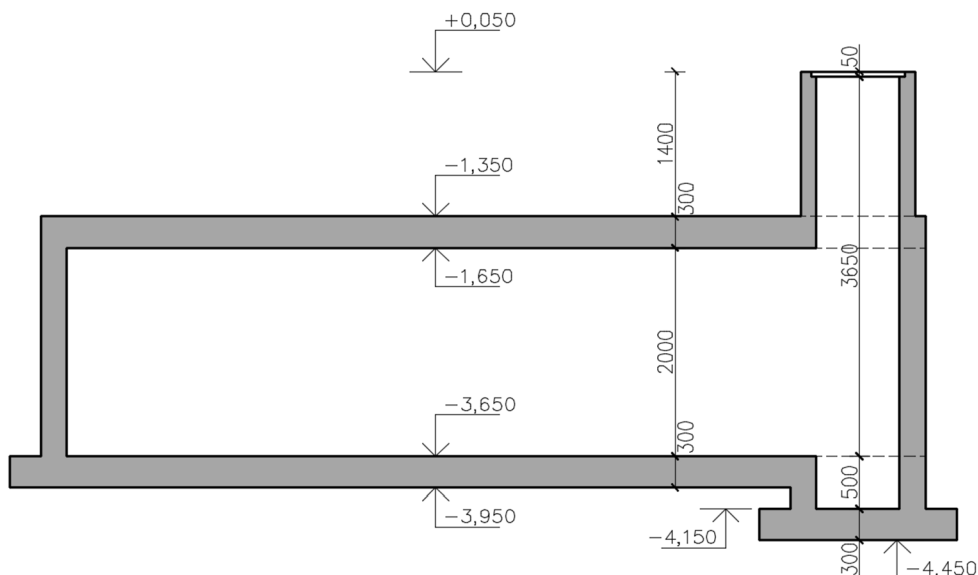
## 2. Technická správa

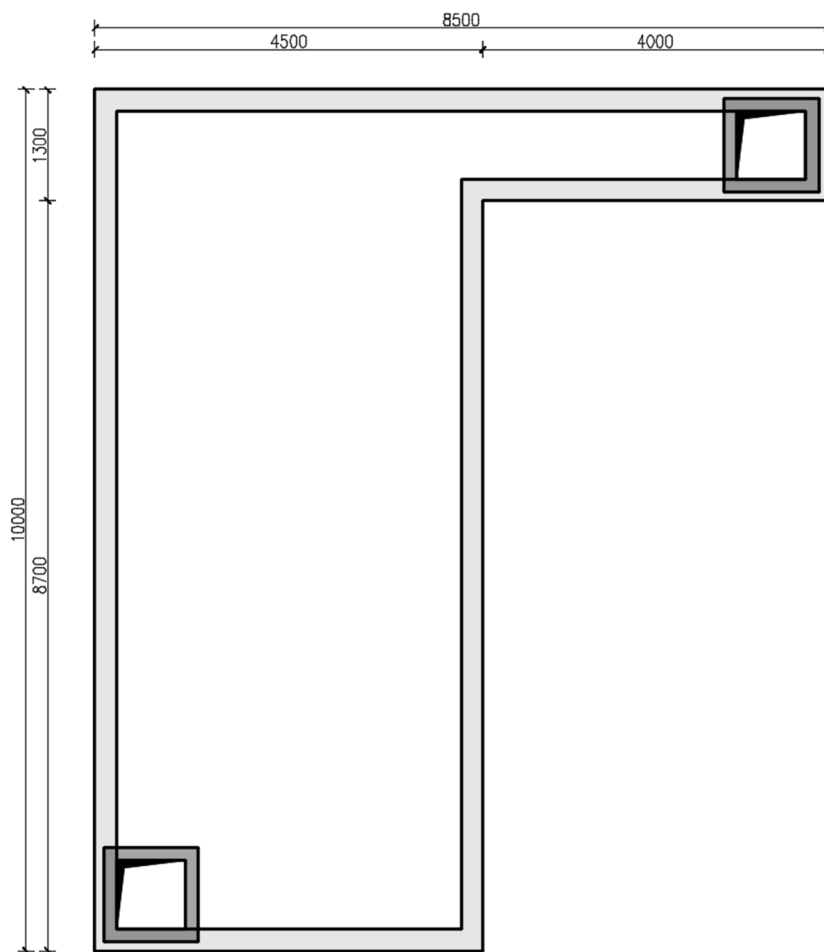
### 2.1. Identifikácia objektu

Predmetom výstavby je jednokomorová, požiarna nádrž. Objekt sa nachádza v Chomutove v Ústeckom kraji. Telo nádrže má obdĺžnikový pôdorys s rozmermi 4,5 x 10,0 m a je 2,6 m vysoké. Zo severnej strany vyčnieva čerpacia šachta, ktorá má pôdorysné rozmery 0,8 x 0,8 m a výšku 1,35 m. Základné požiadavky na stavbu sú vodotesnosť a dostatočná únosnosť – je umiestnená na konci prístupovej komunikácie, nad konštrukciou budú jazdiť hasičské vozidlá. Nádrž je podzemná s dvomi nadzemnými šachtami: jedna slúži ako vetracia, druhá ako čerpacia. Celá konštrukcia je navrhnutá zo železobetónu.

### 2.2. Popis nosnej konštrukcie

Základ nádrže bude tvoriť základová doska s hrúbkou 300 mm, ako obvodový plášť sú navrhnuté steny s hrúbkou 250 mm, steny šachiet 150 mm a stropná doska s hrúbkou 300 mm. Konštrukčná výška tela nádrže je 2600 mm, výška čerpacej šachty 4500 mm a vetracej šachty 4000 mm. Nádrž sa nachádza v oblasti tvorenými kvartérnymi zeminami (jílovitopiesočnaté hliny a štrky), tieto horniny padajú do 4. triedy ťažiteľnosti hornín, pokrytá s vrstvou ornice s mocnosťou 150 mm. Hladina podzemnej vody na stavenisku nebola zistená.





### 2.3. Zataženie

U stropnej dosky:

stále zataženie – 1.ZS vlastná tiaž

ostatné stále zataženie - 2.ZS tiaž zeminy, 3. .ZS vozovky, 4. .ZS steny vetracej šachty  
 premenné zataženie – 5. .ZS hydrostatický tlak, 6.ZS sneh, 7.ZS tiaž vozidla

Vlastná tiaž je počítaná pomocou programu SCIA pôsobiaca na 1 m bežný. Zemina nad stropnou doskou má hrúbku 1,40 m. Asfaltová vozovka má hrúbku 100 mm. Steny vetracej šachty majú hrúbku 150 mm a výšku 1,5 m. Hydrostatický tlak pôsobí po výške 1,75 m. Miesto výstavby-Chomutov patrí do snehovej oblasti II. Pre výpočet sa vybralo hasičské vozidlo s najväčšou hmotnosťou, ktoré nájdeme na českom trhu. Jedná sa o cisternovú automobilovú striekačku 30/9000/540- S2R na podvozku SCANIA P440 CB 6x6. Tiaž vozidla je roznesená do hĺbky dolnej nosnej výstuže dosky a uvažuje sa ako pohyblivé zataženie.



U steny:

stále zaťaženie - 8.ZS vlastná tiaž

ostatné stále zaťaženie – 9. .ZS tiaž zeminy a 10.ZS vozovky

premenné zaťaženie - 11.ZS hydrostatický tlak, 12.ZS tiaž vozidla

Vlastná tiaž je počítaná pomocou programu SCIA pôsobiaca na 1 bežný meter. Zeminou sa počíta v pokoji po celej výške steny. Tiaž vozidla je roznesená na pôsobiacu plochu v polovine výšky steny.

u základovej dosky:

stále zaťaženie - 13.ZS vlastná tiaž

ostatné stále zaťaženie - 14.ZS tiaž zeminy a 15.ZS vozovky

premenné zaťaženie - 16.ZS hydrostatický tlak

## 2.4.Materiál

Behom výstavby boli použité nasledujúce materiály:

Železobetón C30/37

Podkladný betón C12/15

Betonárska výstuž B550B

Oceľové prvky S355

Tesniace prvky: pás, spony, spoje

Distančné prvky

Chemická kotva

Pri použití tesniacich prvkov, distančných prvkov a chemických kotiev je nutné dodržať technické predpisy a postupy výrobcov DISTECH, TEBAU, HILTI.

## 2.5. Harmonogram výstavby

- Zemné práce

Plocha pozemku je pokrytá ornitou s mocnosťou 0,15 m. Tú s presahom 6 m od hrany nádrže odstráni v súlade s predpismi dozer na pásovom podvozku. Ornica bude uskladnená na pozemku stavby počas výstavby vo figúrach s maximálnou výškou 1,5 m, a po dokončení stavby bude znovu rozprestretá okolo a nad nádržou. Pôvodne nad staveniskom prebieha príjazdová komunikácia, asfaltový kryt bude odvezená na skládku.

Hlavné terénne úpravy budú prebiehať pomocou rýpadla s postupným čelným odťahovaním zeminy. Najprv sa odhrnie zemina smerom od príjazdovej komunikácií, aby nákladné auto mal prístup. Hlavná stavebná jama má 61,66 m<sup>2</sup> s hĺbkou 3,95 m. Kvôli nulovej súdržnosti ílovitopiesočnate hliny a štrku sklony svahov nesmú prekročiť 1:1. Po vyhlbení jamy sa vyťaží zemina pre základy čerpacej šachty. Jamu je nutné odvodniť ryhou po celom obvode.

- Podkladný betón základovej dosky čerpacej šachty

Z dôvodu, že do stavebnej jamy nebol potrebný dosyp, nie je nutné zhutnenie dna. Po vyrovnaní, dočistení, kontroly čistoty suchosti a tvaru dna sa môže začať betonáž. Do jamy sa rovnomerne rozprestrie v hrúbke 100 mm betónová mazanina, tak aby vytvoril vodorovnú rovinu pre betonáž základovej dosky D1. Použije sa betón C 12/15. Po vyhotovení sa musí betónová zmes nechať zatvrdnúť minimálne 2 dni.

- Vyhotovenie základovej dosky čerpacej šachty

Pred stavbou debnenia sa musí skontrolovať rovnosť povrchu podkladného betónu. Debnenie sa zbíja po častiach a ručne sa usadí do výkopu. Do debnenia sa vloží výstuž podľa výkresu V 2.1. Výstuže pod stenami je nutné nechať voľne, budú na ne naväzovať betonáž stien čerpacej šachty. Počas pokládky výstuží je nutné kontrolovať polohu výstuží, správnosť viazania prútov v mieste kríženia. Po montáži výstuže sa vloží tesniaci pás KAB 125/150 na osu steny. Pri pokládke tesniacich pásov je nutné dodržať technické postupy a predpisy výrobcov DISTECH. Následne sa doska zaleje betónom a zhutní sa. Pred zaliievkou sa skontroluje konzistencia a pevnostná trieda betónu a počas betónovania správnosť hutnenia. Minimálne 7 dni sa musí betón ošetrovať, potom je možné dosku oddebniť a pokračovať v betonáži stien do úrovne základovej dosky tela nádrže. Na základovú dosku čerpacej šachty sa namontuje debnenie z oboch strán pre steny čerpacej stanice. Vyčnievajúce výstuže základovej dosky čerpacej šachty podľa výkresu VV 2.2 sa zalejú betónom, následne sa betón zhutní.

- Dosať zeminu

Po oddebnení stien čerpacej šachty je potrebné túto oblasť dosypať zeminou tak, aby sa vytvoril kompaktný a hutný povrch pre betonáž podkladného betónu základovej dosky tela nádrže. Použije sa zemina zo skládky, ktorá sa zariadila na stavenisku.

- Vyhotovenie základovej dosky tela nádrže

Po zhutnení a zrovnání podložia sa vyhotoví podkladný betón obdobne ako pre čerpaciú šachtu. 2 dni po betonáži je možné namontovať debnenie základovej dosky a vyhotoviť armovanie podľa výkresu V 2.2 Poloha hornej výstuže sa zaistí pomocou distančných výstužou D170 od výrobcu TEBAU. U základovej dosky tela nádrže tesniaci pás KAB 125/150 sa umiestni v ose stien, aby sa zabránilo priesaku vody. Následný postup je rovnaký ako u základu čerpacej šachty: po betonáži sa betón musí 7 dní ošetrovať potom je možné základovú dosku oddebníť.

- Steny tela nádrže

Po technologickej prestávke po vybetónovaní základovej dosky sa vyhotoví vonkajšie debnenie pre steny S1-S6, a podľa výkresov V3.1-V3.6. sa vystužia. V stene S1 je kruhový otvor, preto okolo otvoru sa použije WELLO plastová pažnica s priemerom 150 mm a s dĺžkou 250 mm. Následne sa namontuje vnútorné debnenie a zaleje sa betónom. V ose stien sa umiestni tesniaci pás KAB 125/150. Po 7 dní sa steny oddebnia.

- Stropná doska

Po montáži stropného debnenia sa doska vystuží podľa výkresov č. V4.1 a V4.2. Poloha hornej výstuže sa zaistí pomocou distančných výstužou D160 od výrobcu TEBAU. Následne sa položí tesniaci pás v ose steny S7 a S8 a vybetónuje sa. Po 7 dní debnenie sa odstráni cez otvorov čerpacej a vetracej šachty.

- Steny čerpacej a vetracej šachty

Po technologickej prestávke po vybetónovaní stropnej dosky sa vyhotoví vonkajšie debnenie pre steny šachiet S7-S8, a podľa výkresu V5.1. sa vystužia. Po dokončení armovania sa usadia oceľové prvky K1 pod oceľové poklopy oboch šachiet. Následne sa šachty zabetónujú a po 7 dní ošetrovania sa oddebnia.

- Tlaková skúška

Predpokladá sa, že nie je nutné navrhnuť izoláciu.

28 dní po dokončení betonáže bude vykonaná tlaková skúška tesnosti. Nádrž sa naplní až do výšky poklopov šachiet vodou. Jeden deň sa hladina v tejto úrovni ponechá. Druhý deň bude vykonaná vizuálna kontrola priesakov, kde sa bude sledovať miesto priesaku a približné množstvo unikajúcej vody. Ak bude zistené, že voda sa presakuje, v nasledujúcich troch dňoch sa bude sledovať pokles hladiny vody a toto množstvo sa spočíta. Tento údaj sa oznámi projektantovi a bude

zhodnotená príčina a prípadne sa navrhne adekvátne opatrenie proti presakujúcej vode.

- Zásyp zeminou a terénne úpravy

Ak tlaková skúška prebehne v poriadku, môže sa začať zásyp nádrže. Zasypaná zemina až do výšky stropnej dosky nádrže je nutné zhutniť. Zасыpávať sa bude rovnomerne v maximálnych vrstvách 0,6 m a potom sa zhutní. Zemina ktorá sa bude sypať na stropnú dosku sa zhutní po 0,3 metrových vrstvách. Okolie staveniska sa prevedie do pôvodného stavu.

## 2.6.Vplyv na životné prostredie

Odpad vzniknutý behom výstavby je umiestnený do kontajnerov, ktoré sa nachádzajú na stavenisku a sú pravidelne odvezené na skládku odpadov. Odpad je triedený a likvidovaný v súlade so aktuálnymi právnymi predpismi a zákonmi. Stavenisko je zaistené proti šíreniu sa hluku a vibrácií do okolného prostredia, zároveň je zaistená ochrana zelene a prípadná ochrana pri úniku ropných látok alebo iných nebezpečných chemikálií. Počas výstavby je nutné dbať na elimináciu prašnosti.

## 2.7. Bezpečnosť práce

Behom výstavby sa musia dodržať všetky bezpečnostné predpisy a podmienky týkajúce sa práce na stavenisku. Pracovníci behom výstavby musia byť vybavení vhodnými ochrannými pomôckami a dodržať predpísaný postup a všetky pokyny stavbyvedúceho.

## 2.8.Záver

Všetky konštrukcie boli navrhnuté a posúdené na medzný stav únosnosti a použiteľnosti podľa platných noriem.



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

## MONOLITICKÁ ŽELEZOBETONOVÁ NÁDRŽ

MONOLITHIC REINFORCED CONCRETE TANK

## SPRIEVODNÁ SPRÁVA K STATICKÉMU VÝPOČTU

### DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Adrián Kollárik

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, Ph.D.

BRNO 2020



### 3. Sprievodná správa k statickému výpočtu

#### 3.1. Úvod

Výpočet je súčasťou prílohy P3. Statický výpočet, a je usporiadaná celkom do 4 kapitol:

1. Stropná doska
2. Steny
3. Základová doska
4. Vyplavenie nádrže

#### 3.2. Materiál

Celá konštrukcia je navrhnutá z betónu C30/37, ktorý je vystužený betonárskou výstužou z ocele B550B. Ako podkladový betón sa použije betón s triedou pevnosti C12/15. Okolo otvoru vetracej a čerpacej šachty sú navrhnuté oceľové prvky s pevnostnou triedou S355. Určil sa stupeň vplyvu prostredia u vnútornej hrany XC2 a u vonkajšej hrany XC2 a XA1. Nádrž je zaradená do triedy konštrukcie S6. Nádrž sa nachádza v oblasti tvorenými kvartérnymi zeminami (ílovitopiesočnaté hlíny a štrky), tieto zeminy padajú do triedy F6. Vlastnosti tejto zeminy, ako sú objemová tiaž, deformačný modul a Poissonov súčiniteľ, ďalej sa použil v statickom výpočte pri zaťažení zemným tlakom v pokoji a boli použité aj v statickom programe SCIA-SOLIN.

#### 3.3. Zaťaženie

U stropnej dosky:

stále zaťaženie – 1.ZS vlastná tiaž

ostatné stále zaťaženie - 2.ZS tiaž zeminy, 3. .ZS vozovky, 4. .ZS steny vetracej šachty  
premenné zaťaženie – 5. .ZS hydrostatický tlak, 6.ZS sneh, 7.ZS tiaž vozidla

U steny:

stále zaťaženie - 8.ZS vlastná tiaž

ostatné stále zaťaženie – 9. .ZS tiaž zeminy a 10.ZS vozovky

premenné zaťaženie - 11.ZS hydrostatický tlak, 12.ZS tiaž vozidla

u základovej dosky:

stále zaťaženie - 13.ZS vlastná tiaž

ostatné stále zaťaženie - 14.ZS tiaž zeminy a 15.ZS vozovky

premenné zaťaženie - 16.ZS hydrostatický tlak

#### 3.4. Kombinácia

Zaťaženie na medzný stav únosnosti boli za kombinované podľa 6.10a, 6.10b. Kombinácie sa vypočítali na dve situácie: zasypaná nádrž bez vody a nezasypaná nádrž naplnená s vodou. Konštrukcia je navrhnutá na najväčšie vnútorné sily z týchto

kombinácií, ktoré boli výrazne väčšie v prvej situácií. U výpočtu medzného stavu použiteľnosti boli použité kombinácie 6.14b pre charakteristickú kombináciu, 6.15b pre častú kombináciu a 6.16b pre kvazistálu kombináciu.

### 3.5.Návrh a posúdenie stropnej dosky

Navrhnutá hrúbka stropnej dosky je 300 mm a krytie výstuže 40 mm. V medznom stave únosnosti (1. MS) je výstuž nadimenzovaná pre dolný okraj  $\varnothing 18$  po 125 mm, a pre horný okraj  $\varnothing 8$  po 125mm. Ďalej sú navrhnuté nadpodporové výstuže  $\varnothing 12$  po 125 mm. Stropná doska v medznom stave únosnosti sa kontrolovala na únosnosť ohybového momentu a na šmykovú únosnosť. V medznom stave použiteľnosti konštrukcia bola overená na vznik a šírku trhlín, na obmedzenie napätia a na priehyb. Konštrukcia na oba medzné stavy vyhovuje.

### 3.6.Návrh a posúdenie stien

Navrhnutá hrúbka stien je 250 mm a krytie výstuže 40 mm. Podľa limitnej šírky trhlín a grafu reologických účinkov sa spravil predbežný návrh výstuže  $\varnothing 12$  po 125 mm. Stena v medznom stave únosnosti bola overená na únosnosť ohybového momentu, šmykovú únosnosť a na strih výstuže v hlave steny. Následne bola overená konštrukcia pomocou interakčného diagramu, kde bol určený od tlaku zeminy a od tlaku vody maximálny moment a k tomu patriaca normálová sila, maximálna normálová sila a k tomu patriaci moment. V medznom stave použiteľnosti konštrukcia bola overená na vznik a šírku trhlín a na obmedzenie napätia. Konštrukcia na oba medzné stavy vyhovuje.

### 3.7.Návrh a posúdenie základovej dosky

Navrhnutá hrúbka základovej dosky je 300 mm a krytie výstuže 40 mm. Podľa limitnej šírky trhlín a grafu reologických účinkov sa spravil predbežný návrh výstuže  $\varnothing 12$  po 125 mm. Základová doska v medznom stave únosnosti bola overená na únosnosť ohybového momentu a šmykovú únosnosť. Následne bola overená konštrukcia pomocou interakčného diagramu, kde bol určený od tlaku zeminy a od tlaku vody maximálny moment a k tomu patriaca normálová sila, maximálna normálová sila a k tomu patriaci moment. V medznom stave použiteľnosti konštrukcia bola overená na vznik a šírku trhlín a na obmedzenie napätia. Konštrukcia na oba medzné stavy vyhovuje.

### 3.8.Posúdenie na vyplavenie

Hladina podzemnej vody nebola zistená, ale môže sa stať, že stúpne. Ak áno, prázdnu nezaťaženú nádrž vyplaví zo zeminy. Kvapalinou nasýtená zemina sa totiž chová ako voda a na objekty od nej pôsobí vztlačová sila podľa Archimedovho zákona. V tejto situácii vztlačová sila má destabilizujúci účinok (smeruje hore), a vlastná tiaž nádrže má stabilizujúci účinok (smeruje dole). Stabilizujúce účinky musíme vynásobiť

súčiniteľom 0,85 a destabilizujúce účinky sa násobia súčiniteľom 1,15. Potom sa takto modifikované účinky porovnávajú, a pokiaľ je stabilizujúci účinok väčší, nádrž vyhovuje na vyplavenie.

Táto nádrž proti vyplávaní vyhovuje, spĺňa podmienky na stabilné fungovanie.

## 4. Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1991 – 1 – 1. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Praha: ČNI, 2004
- [2] ČSN EN 1991 – 4. Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží, Praha: ČNI, 2007
- [3] ČSN EN 1992 – 1 – 1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2011
- [4] ČSN EN 1992 – 1 – 1. Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky, Praha: ČNI, 2007
- [5] ZICH, Miloš. *Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů*. vyd. Praha: Dashöfer, 2010, 145 s. ISBN 978-80-86897-38-7.
- [6] *Bílé vany: vodotěsné betonové konstrukce*. Praha: ČBS Servis, 2006. Technická pravidla ČBS. ISBN 80-903807-0-0. ISSN 80-903807.
- [7] ZICH, Miloš a Zdeněk BAŽANT. *Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. ISBN 978-80-7204693-5.

## 5. Zoznam skratiek

$A_c$	plocha betónu
$a_{gi}$	poloha neutrálnej osy neporušeného prierezu
$A_i$	plocha betonu neporušeného prierezu
$A_s$	plocha výstuže
$A_{s,max}$	Maximálna plocha výstuže:
$A_{s,min}$	Minimálna plocha výstuže:
$c_{min}$	minimálna krycia vrstva
$c_{min,b}$	minimálna krycia vrstva z hľadiska súdržnosti
$c_{min,dur}$	minimálna krycia vrstva z hľadiska podmienky prostredia
$c_{nom}$	nominálna krycia vrstva
$d$	účinná výška prierezu
$E_{cm}$	modul pružnosti betónu
$e_i$	prídavná výstrednosť pokrývajúci účinky geometrických imperfekcií
$E_s$	modul pružnosti oceli
$f_{bd}$	návrhové medzné napätie betónu v súdržnosti
$f_{cd}$	návrhová valcová pevnosť betónu v tlaku
$f_{ck}$	charakteristická valcová pevnosť betónu v tlaku
$f_{cm}$	stredná hodnota pevnosti betónu v tlaku
$f_{ctd}$	návrhová hodnota pevnosti betónu v ťahu
$f_{ctk 0,05}$	dolná krivka pevnosti betónu v ťahu
$f_{ctm}$	stredná hodnota pevnosti betónu v ťahu
$f_{yd}$	návrhová medze klzu šmykovej výstuže
$f_{yk}$	charakteristická medze klzu šmykovej výstuže
$h_0$	náhradné rozmer prvku
$l_i$	moment zotrvačnosti neporušeného prierezu
$l_{ir}$	moment zotrvačnosti porušeného prierezu
$k_1$	súčiniteľ, ktorým sa zohľadňujú vlastnosti súdržné výstuže
$k_2$	súčiniteľ, ktorým sa zohľadňuje rozdelenie pomerného pretvorenia
$k_3$	súčiniteľ
$k_4$	súčiniteľ
$k_t$	súčiniteľ závisiace na dobe trvania zaťaženia
$l_0$	účinná dĺžka prvku
$l_{b,rqd}$	základná požadovaná kotevná dĺžka

$l_{bd}$	kotevná dĺžka
$l_{bd, min}$	minimálna kotevná dĺžka
$M_{cr}$	kritický moment
$M_{Ed}$	návrhová hodnota ohybového momentu
$M_{fr}$	ohybové momenty od častej kombinácie
$M_k$	ohybové momenty od charakteristickej kombinácie
$M_{qp}$	ohybové momenty od kvazistálej kombinácie
$M_{Rd}$	návrhová ohybová únosnosť
$n$	pomerná normálová sila
$N_{Ed}$	návrhová hodnota normálovej sily
$\emptyset$	priemer výstuže
$S_{max}$	Maximalna vzdialenosť výstuže:
$S_{min}$	Minimálna vzdialenosť výstuže:
$s_{r,max}$	maximálna vzdialenosť trhlín
$V_{Rd,c}$	návrhová šmyková únosnosť
$w_k$	šírka trhlín
$w_k^{st}$	Krátkodobý priehyb $w^{st}$ :
$w^{lt}$	Dlhodobý priehyb
$x$	poloha neutrálnej osy
$x_{ir}$	poloha neutrálnej osy porušeného prierezu
$z$	rameno vnútorných sil
$\alpha_1$	súčiniteľa vplyvu pevnosti betónu
$\alpha_2$	súčiniteľa vplyvu pevnosti betónu
$\alpha_3$	súčiniteľa vplyvu pevnosti betónu
$\alpha_E$	Pomer medzi modulov pružnosti oceli a betónu
$\beta$	súčiniteľ
$\beta(f_{cm})$	súčiniteľ, vystihujúci vplyv pevnosti betónu
$\beta(t_0)$	súčiniteľ, vystihujúci vplyv starobe betónu v okamihu vnesenia zaťaženia
$\beta_c(t;t_0)$	súčiniteľ časového priebehu dotvarovania po zaťažení
$\epsilon_{ca}$	autogenné zmršťovanie
$\epsilon_{cd}$	zmršťovanie od vysychania
$\epsilon_{cm}$	priemerná hodnota pomerného pretvorenia betónu medzi trhlinami
$\epsilon_{cs}$	pomerná pretvárnosť od zmršťovania
$\epsilon_{sm}$	priemerná hodnota pomerného pretvorenia výstuže
$\epsilon_{yd}$	pomerného pretvorenia výstuže
$\lambda$	štíhlosť

$\xi$	rozdeľovacia súčiniteľ, ktorý zohľadňuje ťahové spevnenie prierezu
$\rho_1$	stupeň vystuženie ťahovou výstužou
$\sigma_{CD}$	napätie v betóne (dolný okraj)
$\sigma_{CH}$	napätie v betóne (horný okraj)
$\sigma_{sd}$	návrhové napätie na konci vložky
$\varphi_0$	základný súčiniteľ dotvarovania
$\varphi_c(t_\infty; t_0)$	koficient dotvarovania betóne
$\varphi_{RH}$	súčiniteľ, vystihujúci vplyv relatívnej vlhkosti
$\omega$	mechanický stupeň vystuženia

## 6. Zoznam príloh

- P1. Použité podklady
- P2. Výkresová dokumentace
- P3. Statický výpočet
- P4. Stavební postup a vizualizace