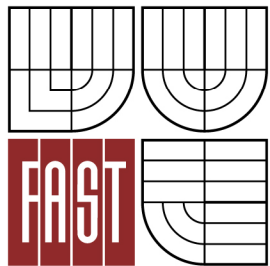


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

ŽELEZOBETONOVÁ AKTIVAČNÍ NÁDRŽ

REINFORCED CONCRETE AERATION TANK

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

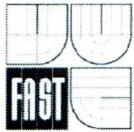
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAKUB VLACH

VEDOUČÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PAVEL ŠULÁK, Ph.D.

BRNO 2013



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor 3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student Jakub Vlach

Název Železobetonová aktivační nádrž

Vedoucí bakalářské práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce 30. 11. 2012

Datum odevzdání bakalářské práce 24. 5. 2013

V Brně dne 30. 11. 2012

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



prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Platné předpisy a normy (včetně změn a doplňků) zejména:

ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 19901 -1 až 4 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN EN 1992-1-1 Navrhování betonových konstrukcí

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím bakalářské práce.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

V rámci bakalářské práce bude navržena železobetonová monolitická aktivační nádrž. Pro analýzu nosné konstrukce bude použit výpočetní program MKP. Výsledky budou ověřeny zjednodušenou ruční metodou. Kromě statické analýzy bude vypracována i výkresová dokumentace v odpovídající kvalitě a rozsahu bakalářské práci.

Předepsané výstupy:

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

Přílohy textové části

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě dle směrnic a na CD (1x).

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchování vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



Ing. Pavel Šulák, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

Abstrakt

Cílem bakalářské práce je návrh a statické posouzení prvků otevřené, zapuštěné aktivační nádrže čističky odpadních vod, zejména posouzení základové desky a obvodových stěn. Na základě posudků je vypracována výkresová dokumentace skládající se z výkresů výztuže a výkresu tvaru. Návrh byl proveden na hodnoty vnitřních sil z výstupů výpočetního programu SCIA Engineer 2012 – Studentská verze.

Klíčová slova

Aktivační nádrž, čistička odpadních vod, beton, ocel, výztuž, základová deska, stěna, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, ohybový moment, posouvající síla, trhlina, omezení napětí, zatěžovací stavy, Soilin, kontaktní napětí

Abstract

The aim of this work is to design and static analysis features open embedded aeration tank wastewater treatment plants, in particular the assessment base plate and exterior walls. On the basis of reports is prepared drawings consisting of reinforcement drawings and drawing shapes. The proposal was made on the values of the internal forces of the outputs of computer program SCIA Engineer 2012-Student Edition.

Keywords

Activation tank, waste water, concrete, steel, reinforcement, base plate, wall, ultimate limit state, serviceability limit state, the bending moment, shear force, tear, reduce stress, load cases, Soilin, contact stress

Bibliografická citace VŠKP

VLACH, Jakub. *Železobetonová aktivační nádrž*. Brno, 2013. 15 s., 169 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Pavel Šulák, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 22.5.2013

.....
podpis autora
Jakub Vlach

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 22.5.2013

.....
podpis autora
Jakub Vlach

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu panu Ing. Pavlu Šulákovi, Ph.D. za cenné rady a odbornou pomoc při vypracování mé bakalářské práce.

OBSAH:

Úvod.....	2
Popis objektu.....	2
Provádění stavby.....	2
Zpracování bakalářské práce.....	3
Zatížení.....	3
Hlavní konstrukční prvky.....	4
Základová deska.....	4
Podélná stěna.....	4
Příčná stěna.....	4
Podloží.....	5
Použitý software.....	5
Použité zdroje... ..	6
Seznam použitých symbolů.....	7
Seznam příloh.....	8

ÚVOD:

Cílem bakalářské práce je navrhnout a staticky posoudit železobetonovou aktivační nádrž čističky odpadních vod. Jedná se o otevřenou nádrž úplně zapuštěnou v terénu. Pro statickou analýzu nosné konstrukce byl použit výpočetní program na bázi MKP SCIA – Engineer 2012 – studentská verze. Ověření výsledků bylo provedeno zjednodušenou metodou a pomocí tabulek.

POPIS OBJEKTU:

Objekt aktivační nádrže je založen na základové desce tloušťky 500 mm, uložené na podkladní vrstvě betonu se separační PE fólií, aby se zabránilo v co největší míře účinku smršťování. Půdorysný tvar nádrže je obdélníkový, rozměru 20,5 m x 5,5 m. Hloubka základové spáry od upraveného terénu je – 4,350 m. Stěny jsou provedeny v tloušťce 500 mm. Stěny navazují na základovou desku, ze které bude vytažena výztuž a poté spojena s výztuží stěn, aby bylo zajištěno spolupůsobení základové desky a svislých stěn. Celá konstrukce se provede z betonu C 30/37 a oceli třídy B500B.

PROVÁDĚNÍ STAVBY:

Stavba se nachází v areálu ČOV. Omezení prostoru k provádění stavby vede k návrhu pažící konstrukce. Bylo navrženo dočastné záporové pažení. V návrhu byla hlavně vypočtená hloubka vetknutí zápory a zjednodušenou metodou byl navržen profil zápory. Šířka pracovního prostoru ve výkopové jámě je 1 m, což plně splňuje minimální pracovní prostor šířky 600 mm. Osazování zápor bude do předem připravených vrtů průměru 630 mm. Metoda beranění není přípustná vzhledem k dynamickým účinkům, které by měli nepříznivý vliv na statiku vedlejších objektů. Zápory osadí jeřáb. Po vycentrování se provede

fixace polohy hubeným betonem. Pažiny budou hraněné profily tloušťky min. 60 mm.

Po dokončení výkopové jámy bude ošetřena základová spára a vybetonována podkladní vrstva betonu. Na podkladní vrstvu se položí PE fólie a provede se armování základové desky na distančníky. Poté bude provedena řádně zhutněná betonáž základové desky. Ošetřování povrchu betonu bude nejméně 5 dní, při teplotách nad 30 °C se doba ošetřování zdvojnásobí.

Poté se provede utěsnění pracovní spáry systémem SIKA Injectoflex, typ HP. Po armatuře stěn se provede betonáž. Po dokončení železobetonových konstrukcí se provedou povrchové úpravy pro utěsnění povrchů. Použit bude systém Sikagard a Sikalastic.

Po provedení povrchových úprav se objekt zasype zásypovým materiálem G1-GW; $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$.

ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE:

Práce se zabývá návrhem a posouzením aktivační nádrže čističky odpadních vod. Posuzované prvky: podélná stěna, příčná stěna a základová deska. Rozhodující pro dimenzování nádrže je mezní stav použitelnosti, kde je omezená šířka trhliny $w_{\max} = 0,2 \text{ mm}$. Třída prostředí je XA1 – mírně agresivní prostředí, přírodní zemina a spodní stavba. Třída životnosti: S4, snížení S4 – 1 = S3 – deskové konstrukce s životností do 50-ti let. Minimální krycí vrstva s přihlédnutím k podmínkám prostředí: $c_{\min, \text{dur}} = 40 \text{ mm}$. Konstrukční materiál je beton C 30/37 a ocel B500B.

ZATÍŽENÍ:

Na konstrukci nádrže působí zatížení od vlastní tíhy, od přitížení koruny, od zeminy a od náplně nádrže. Zatížení je podrobně popsáno v příloze P4).

HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY:

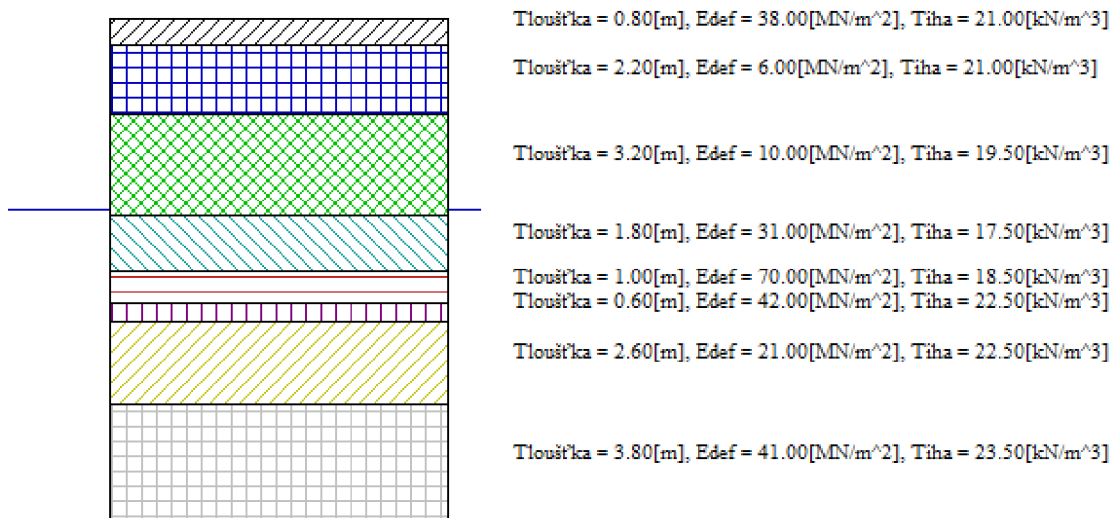
ZÁKLADOVÁ DESKA: Rozměr desky 20,5 m x 5,5 m tloušťky 0,5 m. Materiál beton C 30/37 a ocel B500B. Podklad tvoří podkladový beton C 12/15. Výztuž je tvořena u horního i dolního povrchu v poli v obou směrech \emptyset 10/100. Ve vetknutí s podélnou stěnou u horního povrchu \emptyset 14/150 a u dolního povrchu \emptyset 16/100. Ve vetknutí s příčnou stěnou u horního povrchu \emptyset 10/100 a u dolního povrchu \emptyset 14/150. Pro udržení polohy se použijí distanční tělíska. Těsnění spáry je pomocí hadice Injektiflex. Statický výpočet viz. příloha P2). Výkres výztuže viz. P3).

PODÉLNÁ STĚNA: Rozměr stěny 20,5 m x 3,75 m tloušťky 0,5 m. Materiál beton C 30/37 a ocel B500B. Výztuž je tvořena u horního povrchu ve vetknutí směr Y \emptyset 16/100, směr X \emptyset 14/75. V poli směr Y \emptyset 10/100, v poli směr X \emptyset 10/100, u vetknutí se základovou deskou \emptyset 16/75. U dolního povrchu ve vetknutí směr Y \emptyset 14/150, ve směru X \emptyset 14/150. V poli směr Y \emptyset 14/150, v poli směr X \emptyset 14/150 a u vetknutí se základovou deskou \emptyset 16/75. Statický výpočet viz. příloha P2). Výkres výztuže viz. P3).

PŘÍČNÁ STĚNA: Rozměr stěny 5,5 m x 3,75 m tloušťky 0,5 m. Materiál beton C 30/37 a ocel B500B. Výztuž je tvořena u horního povrchu ve vetknutí směr Y \emptyset 14/150, směr X \emptyset 14/75. V poli směr Y \emptyset 14/150, v poli směr X \emptyset 14/75, u vetknutí se základovou deskou \emptyset 16/75. U dolního povrchu ve vetknutí směr Y \emptyset 10/100, ve směru X \emptyset 14/75. V poli směr Y \emptyset 10/100, v poli směr X \emptyset 14/75 a u vetknutí se základovou deskou \emptyset 16/75. Statický výpočet viz. příloha P2). Výkres výztuže viz. P3).

PODLOŽÍ:

GEOLOGICKÝ PROFIL (SONDA) – Původní profil



Jméno vrstvy	Tloušťka [m]	Edef [MN/m ²]	Poisson	Obj. tíha suché zeminy [kN/m ³]	Obj. tíha mokré zeminy [kN/m ³]	m
Navážka-Y	0,800	3,8000e+01	0,2	21,0	22,0	0,2
F6 CL	2,200	6,0000e+00	0,2	21,0	21,0	0,2
F3 MS	3,200	1,0000e+01	0,2	19,5	20,0	0,2
S3 S-F	1,800	3,1000e+01	0,2	17,5	18,0	0,2
S2 SP	1,000	7,0000e+01	0,2	18,5	19,0	0,2
S4 SM	0,600	4,2000e+01	0,2	22,5	23,0	0,2
R5/R6	2,600	2,1000e+01	0,2	22,5	22,5	0,2
R5	3,800	4,1000e+01	0,2	23,5	23,5	0,2

Výpočet kontaktního napětí byl proveden výpočetním programem SCIA 2012 – modul soilin. Hladina podzemní vody v – 6,0 m.

POUŽITÝ SOFTWARE:

- SCIA Engineer 2012 – studentská verze
- AutoCAD 2010

- MS Word a Excel 2010

- GEO5

POUŽITÉ ZDROJE:

Normové předpisy

ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Praha: ČNI, 2006, 214 stran

ČSN EN 1992-3: Navrhování betonových konstrukcí – část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky, Praha: ČNI, 2007, 24 stran

ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ČNI, 2004, 76 stran

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, 44 stran

ČSN EN 1997-1: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla, Praha: ČNI, 2006, 138 stran

Literatura

ZICH, Miloš., BAŽANT, Zdeněk. *Plošné betonové konstrukce, nádrže a zásobníky*. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2010. 161 s. ISBN 978-80-7204-693-5

PROCHÁZKA, Jaroslav. a kol. *Navrhování betonových konstrukcí: příručka k ČSN EN 1992-1-1 a ČSN EN 1992-1-2*. 1. vyd. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou

BAREŠ, Richard. *Tabulky pro výpočet desek a stěn* /. 2. dopl. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1979. 617 s.

ZICH, Miloš. a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů*. Praha: Verlag Dashofer, nakladatelství, 2010. 145 s. ISBN: 978-80-86897-38- 7.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ

A... plocha

a... pořadnice k těžišti

A_c ...plocha betonu

A_{st} ... plocha betonářské výztuže

c ...betonová krycí vrstva

c_{nom} ...nominální hodnota betonové krycí vrstvy

E_{cm} ... sečnový modul pružnosti betonu

E_s ...modul pružnosti betonářské výztuže

F_c ...výslednice v tlaku betonu (vnitřní síla)

f_{cd} ...návrhová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku

f_{ck} ...charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku

f_{ctm} ...střední hodnota pevnosti betonu v tahu

f_{yd} ...návrhová hodnota meze kluzu betonářské oceli

f_{yk} ...charakteristická hodnota meze kluzu betonářské výztuže

g_d ...návrhová hodnota stálých složek zatížení

g_k ...charakteristická hodnota stálých složek zatížení

I ...moment setrvačnosti průřezu

I_i ...moment setrvačnosti ideálního průřezu

A_i ...plocha ideálního průřezu

S_i ...statický moment ideálního průřezu

a_{gi} ...vzdálenost těžiště ideálního průřezu od horního okraje

l_{bd} ...kotevní délka

M_{Ed} ...ohybový moment od účinků zatížení

M_{Rd} ...ohybová únosnost

z_c ...rameno vnitřních sil

x ...tlačená plocha betonu

V_{Ed} ...posouvající síla od účinků zatížení

V_{Rdc} ...smyková únosnost

w_k ...šířka trhliny

w_{max} ...maximální dovolená šířka trhliny
 α_e ...poměr modulu pružnosti oceli a betonu
 γ_c ...dílní součinitel vlastností materiálu pro beton
 γ_s ...dílní součinitel vlastností materiálu pro ocel
 ϵ_c ...přetvoření betonu
 ϵ_s ...přetvoření oceli
 φ ...úhel vnitřního tření zeminy
 ν ...poissonův součinitel
 σ ...napětí v betonářské výztuži

SEZNAM PŘÍLOH:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) Řešení vnitřních sil a výstupy výpočetního programu