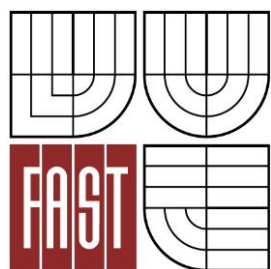




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

MONOLITICKÁ ČERPACÍ STANICE

CAST-IN-PLACE UNDERGROUND PUMPING STATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

DAVID TEJKAL

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JIŘÍ STRNAD, 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	David Tejkal
Název	Monolitická čerpací stanice
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Jiří Strnad, 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

Schémata zadaného objektu (dílčí půdorysy a řezy)

Platné normy z oboru betonových a zděných staveb, geotechniky atd.

Majdúch: Zásady vystužovania betónových konštrukcií

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

Výpočetní programy pro PC

Zásady pro vypracování

Rozbor zatěžovacích stavů se zaměřením na geotechnické zatížení.

Statická analýza nosné konstrukce.

Výkresová dokumentace - tvary a vyztužení.

Technická zpráva statické části.

Textová část (průvodní zpráva atd.)

Přílohy textové části:

P1) Použité podklady

P2) Statický výpočet

P3) Výkresová dokumentace

P4) vizualizace

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).

Předepsané přílohy

.....

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

Abstrakt

Cílem této práce bylo navrhnout monolitickou čerpací stanici. Výstavba byla rozdělena na 3 etapy: betonáž základové desky, stěn a nosné stropní konstrukce nádrže. Všechny tyto části jsou společně propojeny v jeden. Statický návrh byl zaměřen právě na tyto části a také byly řešeny k-ční problémy v průběhu stavby a během využívání konstrukce. Součástí je také výkresová dokumentace.

Klíčová slova

ŽB nádrž, stropní deska, vyztužená stěna, základová deska, železobeton

Abstract

The aim of this work was to design a monolithic gas station. Construction was divided to 3 stages: base plate concreting, wall of the tank and slab. All these parts are connected together. Design was centered on all of these parts and problems during concreting and using were solved too. It also includes drawings.

Keywords

RC tank, slab, reinforced wall, base plate, reinforced concrete

Bibliografická citace VŠKP

TEJKAL, David. *Monolitická čerpací stanice*. Brno, 2013. 51 s., YY s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Jiří Strnad, Ph.D..

Prohlášení:

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

V Brně dne 18.5.2013

.....
podpis autora

David Tejkal

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

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

V Brně dne 18.5.2013

.....
podpis autora
David Tejkal

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Jiřímu Strnadovi, Ph.D. za ochotu, praktické rady a věčně dobrou náladu při konzultacích.

Obsah:

Úvod	2
Technická zpráva ke statickému výpočtu.....	3
Průvodní zpráva ke statickému výpočtu.....	4
Závěr.....	6
Seznam použitých zdrojů.....	7
Seznam použitých zkratk a symbolů.....	8
Seznam příloh textové části.....	11

Úvod

Cílem této práce bylo navrhnout monolitickou čerpací stanici, která bude sloužit v případě velkého průtoku vody kanalizací k jeho odlehčení. Nádrž je schopna pojmout 29 tis. litrů vody. Konstrukčně působí jako soustava pravoúhlých stěn ze železobetonu, o rozměrech 3100 x 2600 mm a výšky 6000 mm, spojené se základovou deskou. Stropní deska se navrhla z jedné strany vetknutá do těchto stěn a z druhé působí jako prostý nosník. Úkolem bylo navrhnout nádrž tak, aby nevznikaly trhliny v betonu. Pro zadané podmínky byl vypracován statický výpočet všech částí konstrukce a příslušná výkresová dokumentace.

Technická zpráva ke statickému výpočtu

1) Nosný systém konstrukce

Nosnou konstrukci nádrže je propojení všech částí železobetonovým monolitem. Jako materiál byl použit beton C35/45 a výztuž B500B. Zpracovatelnost čerstvého betonu – sednutí kužele S2 a třída prostředí XA1.

2) Základová konstrukce

Při návrhu základové konstrukce byl zvolen plošný prvek desky, který je oboustranně vyztužený, jak při spodním, tak i při vrchním povrchu. Úroveň základové spáry je v hloubce - 6,350 m. V této úrovni je také vybetonována podkladní deska tloušťky 100mm z betonu C16/20, která leží na štěrkovém loži tl. 300 mm.

Půdorysné rozměry základové desky jsou 3200 x 3700 mm, a tloušťky 350 mm. Krytí výztuže bylo vypočítáno na 50 mm.

3) Svislé konstrukce – stěny

Na základovou desku o 300 mm směrem do středu této desky, se navrhly monolit. zdi tloušťky 300 mm. Podélná stěna o rozměrech 3100 x 6000 mm a příčná stěna 2600 x 6000 mm. Výztuž je kladena k oběma povrchům s min. krytím 50 mm. Rohy stěn jsou vzájemně propojeny navrženou výztuží. Rub i líc stěny bude natřen nátěrem na nádrže MUREXIN TA 20.

4) Vodorovná konstrukce – stropní deska

Stropní deska byla navržena v jednom směru jako prostý nosník a v druhém jako konzola. Tudiž se jedná a desku oboustranně vyztuženou půdorysných rozměrů 2600 x 2000 mm a tloušťky 200 mm. Horní strana bude bez jakékoliv podlahové skladby. V desce jsou dva otvory o rozměrech 900 x 600 mm a 800 x 2000 mm pro přístup. Tyto otvory budou osazeny železným rámem na kterém bude položen bezpečnostní kryt. Krytí výztuže bylo stanoveno na 50 mm s ohledem budoucího možného zbroušení povrchu.

Průvodní zpráva ke statickému výpočtu

Obecně: Statický výpočet je součástí této práce, a je rozdělen na několik částí (základová deska, návrh stěn, stropní deska a MS únosnosti / použitelnosti v jednotlivých k-cích). V každé části je proveden návrh a posouzení výztuže. Jako materiál byl použit beton C35/45 a ocel B500B. Ve výpočtech byly použity jejich charakteristické a návrhové hodnoty z tabulek. Všechny výpočty byly provedeny ručně s použitím kalkulačky a letmo zkontrolovány pomocí programu Scia Engineer.

1) Základová deska

Rozměry základové desky byly stanoveny tím, že jsou pevně dány půdorysné rozměry zdí, od kterých se na směrem ven rozšíří deska o 300 mm. Této desce pomáhá roznášet zatížení do půdy podkladní betonová deska z betonu C16/20, která je uložena na štěrkovém loži. Únosnost základové půdy, po konzultaci s vedoucím práce, se neřešila z důvodů informací o dobrých sousedních poměrech v založení stavby. V desce se navrhla výztuž v obou směrech, při spodním i horním okraji. Pro výpočet vnitřních sil se uvažovaly dvě kombinace – CO1 nezasypaná plná nádrž a CO2 zasypaná prázdná nádrž.

2) Stěnové konstrukce

Protože se jedná o tzv. vysokou nádrž, tak byl návrh výztuže řešen ve dvou směrech – vertikálně u dna stěny a horizontálně ve zbytku části. První tato část působí jako konzola délky cca. 1500 mm vetknutá do základové desky. Zbytek až k hraně nádrže je řešen horizontálně jako deska vetknutá po okrajích (vetknutí tvoří sousední zdi). Při návrhu byly zohledněny dvě různé kombinace zatížení, jak nezasypaná a plná nádrž, tak zasypaná prázdná nádrž. Proto je výztuž uložena u obou povrchů při dodržení min. krytí. Vyztužení u těchto povrchu je souhlasné a jsou spojeny třmínky.

Dále byl návrh stěny posouzen i na mezní stav použitelnosti – šířka trhlin. Celý nosný plášť vyhoví z hlediska tohoto posouzení, tudíž žádná trhlinka nevznikne.

3) Stropní deska

Stropní deska staticky působí v jednom směru jako prostý nosník a v druhém jako konzola. Výpočet se musel provést přes odvození průhybu uprostřed rozpětí konzoly. Jako nahodilé zatížení bylo odhadnuto 5kN/m^2 . Deska je vyztužena v obou směrech.

Dále byl návrh posouzen na mezní stav použitelnosti - vznik trhlin s použitím kvazistále kombinace, na mezní stav použitelnosti – průhyb desky a byl proveden výpočet pro návrhovou kotevní delku.

4) Mezní stav únosnosti – vyplavání

Celá konstrukce byla také posouzena na účinek vyplavání kvůli hladině podzemní vody, která se nachází v hloubce 1860 mm pod terénem. Ve výpočtu se musela uvést i zemina, která působí na vyložené části základové desky. Součinitel stability se uvažoval 0,9 a zatěžovací součinitel 1,1.

Závěr

V této práci jsme navrhli monolitickou čerpací stanici, a určit působící zatížení ručním výpočtem. Dále se navrhlo a posoudila výztuž na MS – únosnosti (ohyb, vyplavání) a na MS – použitelnosti (průhyb, vznik trhlin). Bylo zjištěno, že v celé konstrukci nevzniknou s velkou rezervou trhliny, tím pádem by stačilo vyztužení stěn profilem 10 mm. Tento profil nebyl použit z důvodu předejití budoucím deformacím častým kolísáním HPV a možným přetížením zeminy v okolí.

Seznam použitých podkladů

Normy:

- [1] 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
- [2] ČSN EN 1992-3: Navrhování betonových konstrukcí – část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky, Praha: ČNI, 2007, 24 stran
- [3] ČSN EN 1990: Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Praha: ČNI, 2004, 76 stran
- [4] 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
- [5] ČSN EN 1997-1: Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla, Praha: ČNI, 2006, 138 stran

Ostatní literatura:

- [6] BAREŠ, Richard. Tabulky pro výpočet desek a stěn: Určeno [také] posl. vys. škol. 2., dopln. vyd. Praha: SNTL, 1979. 617, [1] s. Řada stavební literatury.
- [7] 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.
- [8] ZICH, Miloš. a kol. Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů. 1. vyd. Ltd. A Verlag Dashofer, nakladatelství s.r.o., 2010. 145 s. ISBN 978-80-86897-38-1
- [9] PROCHÁZKA, Jaroslav. a kol. Navrhování betonových konstrukcí 1. Prvky z prostého a železového betonu: dimenzování prvků s přihlédnutím k EN 1992-1-1: [skriptum]. 3. vyd. Praha: ČBS Servis, 2007. 316 s. ISBN 978-80-903807-5-2.

Software:

- [10] MICROSOFT WORD, Microsoft Corporation
- [11] MICROSOFT EXCEL, Microsoft Corporation
- [12] Scia Engineer 2008
- [13] AUTODESK AutoCAD 2010, AUTODESK, Inc.

Seznam použitých zkratek a symbolů

Velká písmena latinské abecedy

A_c	průřezová plocha betonu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,max}$	maximální průřezová plocha betonářské výztuže
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
$E_c(t)$	tečnový modul pružnosti obyčejného betonu při napětí v okamžiku t
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
F_d	návrhová hodnota zatížení
F_k	charakteristická hodnota zatížení
G_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
I	moment setrvačnosti průřezu
L	délka
K_r	součinitel pasivního tlaku
M	ohybový moment
M_{ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního ohybového momentu
N	normálová síla
N_{Ed}	návrhová hodnota působící normálové síly (tah nebo tlak) Q_k
	charakteristická hodnota proměnného zatížení
R	únosnost; odolnost

Malá písmena latinské abecedy

b	zatěžovací šířka průřezu
c	hodnota krycí vrstvy betonu
c_{min}	minimální hodnota krycí vrstvy betonu
$c_{min,b}$	minimální hodnota krycí vrstvy betonu s přihlédnutím k požadavku soudržnosti
$c_{min,dur}$	minimální hodnota krycí vrstvy betonu s přihlédnutím k podmínkám prostředí
$\Delta c_{min,\gamma}$	přídavná hodnota z hlediska spolehlivosti
$\Delta c_{dur,st}$	redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli
$\Delta c_{dur,add}$	redukce min. krycí vrstvy při použití dodatečné ochrany (např. povlak výztuže)

d	účinná výška průřezu
f_{cd}	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{bd}	návrhové napětí v soudržnosti
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku ve stáří 28 dní
f_{ctk}	charakteristická pevnost betonu v dostředném tahu
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tahu
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské výztuže
f_{yk}	charakteristická mez kluzu betonářské výztuže
g_k	charakteristická hodnota stálého zatížení
g_d	návrhová hodnota stálého zatížení
h	výška
i	poloměr setrvačnosti
k	součinitel
l_{bd}	návrhová kotevní délka
$l_{b,min}$	minimální kotevní délka
$l_{b,rqd}$	základní kotevní délka
$x, y,$	souřadnice
x	poloha neutrální osy
x_{lim}	limitní poloha neutrální osy
z	rameno vnitřních

Malá písmena řecké abecedy

α	úhel; poměr
β	úhel; poměr; součinitel
γ	dílčí součinitel
γ_c	dílčí součinitel betonu

γ_M	dílčí součinitel vlastnosti materiálu, zahrnující nejistoty vlastností materiálu
γ_S	dílčí součinitel betonářské oceli
γ_m	dílčí součinitel vlastnosti materiálu zahrnující pouze nejistoty vlastnosti materiálu
ζ	redukční součinitel; rozdělovací součinitel
ε_c	poměrné stlačení betonu
ε_u	poměrné přetvoření betonářské oceli
λ	štíhlostní poměr
ν	Poissonův součinitel
ρ	objemová hmotnost vysušeného betonu v kg/m^3
σ_c	tlakové napětí v betonu
ϕ	průměr prutu betonářské výztuže
ψ	součinitele, kterými se definují reprezentativní hodnoty proměnného zatížení
ψ_0	pro kombinační hodnoty
ψ_1	pro časté hodnoty
ψ_2	pro kvazistálé hodnoty

Použité zkratky

MSÚ	mezní stav únosnosti
MSP	mezní stav použitelnosti
ŽB	železobeton
tl.	tloušťka
HPV	hladina podzemní vody

Seznam příloh

- P1) Použité podklady
- P2) Statický výpočet
- P3) Výkresová dokumentace
- P4) vizualizace