



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

**POROVNÁNÍ VARIANT NÁDRŽE ČOV
Z ŽELEZOBETONU A Z PŘEDPJATÉHO BETONU**

COMPARISON OF TANK VARIANTS FROM REINFORCED CONCRETE AND PRESTRESSED
CONCRETE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

DIPLOMA THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

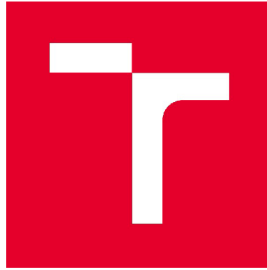
Bc. Vojtěch Matuška

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	3607T009 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Student	Bc. Vojtěch Matuška
Název	Porovnání variant nádrže ČOV z železobetonu a z předpjatého betonu
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 konstrukce nádrže v areálu ČOV ve variantě z železobetonu a z předpjatého betonu. V rámci posouzení ověřte vznik a šířku trhlin. Zatížení uvažujte včetně vlivu teplot a smršťování. Porovnejte obě varianty z hlediska objemu použitého materiálu a možných výrobních úspor.

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. Jirí Strnad, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce řeší návrh a porovnání variant monolitické nádrže čistírny odpadních vod ze železobetonu a z předpjatého betonu.

Nádrž je obdélníkového půdorysu, podélně dělená na dvě komory. Nádrž není zastřešená a je částečně zapuštěna pod terén.

V obou variantách je proveden návrh a posouzení na mezní stav únosnosti a na mezní stav použitelnosti – omezení vzniku a šířky trhlin.

Pro výpočet vnitřních sil na konstrukci byl použit MKP model v programu SCIA Engineer.

Na závěr je porovnán použitý objem materiálu pro jednotlivé varianty a navrženy možné úspory.

KLÍČOVÁ SLOVA

železobeton, předpjatý beton, nádrž, mezní stav únosnosti, mezní stav použitelnosti, trhliny, zatížení, vnitřní síly, dimenzování

ABSTRACT

The diploma thesis deals with design and comparison of variants of cast-in-place concrete sewage tank made from reinforced concrete and pre-stressed concrete.

The layout of sewage tank is rectangular. The tank is in longitudinal way divided into two chambers. The tank is not roofed and is partially embedded in the ground.

The design for ultimate limit state and for service limit state is made for both variants. There is focus on generation and development of cracks in service limit state.

For calculation of internal forces is used model made in software SCIA Engineer, based on finite element method.

The reinforced concrete and pre-stressed concrete versions are compared in last part in term of volumes of materials needed. Also there are proposed possible savings.

KEYWORDS

reinforced concrete, pre-stressed concrete, tank, ultimate limit state, service limit state, cracks, loads, internal forces, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

Bc. Vojtěch Matuška *Porovnání variant nádrže ČOV z železobetonu a z předpjatého betonu*. Brno, 2020. 16 s., 253 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 *Porovnání variant nádrže ČOV z železobetonu a z předpjatého betonu* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Vojtěch Matuška
autor práce

PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem *Porovnání variant nádrže ČOV z železobetonu a z předpjatého betonu* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 10. 1. 2020

Bc. Vojtěch Matuška
autor práce

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu panu Ing. Jiřímu Strnadovi, PhD. za čas který mi věnoval, trpělivost a cenné rady a zkušenosti, které mi předal.

Obsah

1	Úvod	7
2	Varianta železobeton - Technická zpráva.....	8
2.1	Popis objektu.....	8
2.2	Materiály	8
2.3	Časový harmonogram výstavby	8
2.4	Postup výstavby	8
2.4.1	Výkopové práce	8
2.4.2	Podkladní beton	8
2.4.3	Základová deska	9
2.4.4	Stěny	9
2.4.5	Zkouška vodotěsnosti	9
2.4.6	Zасыпání výkopu.....	9
2.4.7	Uvedení do provozu.....	9
2.5	Spotřeby materiálu	9
3	Varianta předpjatý beton - Technická zpráva.....	10
3.1	Popis objektu.....	10
3.2	Materiály	10
3.3	Časový harmonogram výstavby	10
3.4	Postup výstavby	11
3.4.1	Výkopové práce	11
3.4.2	Podkladní beton	11
3.4.3	Základová deska	11
3.4.4	Stěny	11
3.4.5	Předpínání	11
3.4.6	Zkouška vodotěsnosti	12
3.4.7	Zасыпání výkopu.....	12
3.4.8	Uvedení do provozu.....	12
3.5	Spotřeby materiálu	12
4	Závěr.....	13
	Seznam použitých zdrojů.....	14
	Seznam použitých norem:	14
	Seznam ostatní literatury:.....	14
	Seznam použitého software:	14
	Seznam použitých podkladů:	14

Použité zkratky a symboly	15
Seznam příloh	16

1 Úvod

Cílem práce je návrh a posouzení aktivační nádrže ČOV z monolitického betonu. Návrh je zpracován ve dvou variantách – ze železobetonu a z předpjatého betonu. V závěru práce je pak porovnání obou variant z hlediska spotřeby materiálu. Ve statickém výpočtu je konstrukce posouzena na mezní stav únosnosti a zvláštní důraz je kladen na mezní stav použitelnosti – na vznik a šířku trhlin. Pro určení účinků od zatížení je použit MKP software SCIA Engineer. Nedílnou součástí práce je výkresová část – výkres tvaru a výkresy betonářské i předpínací výztuže pro jednotlivé varianty řešení.

2 Varianta železobeton - Technická zpráva

2.1 Popis objektu

Jedná se o obdélníkovou nádrž, podélně dělenou na dvě oddělené komory. Vnitřní světlý rozměr komor je 11,700m x 5,2m. Světlá výška komory je 5,150m. Tloušťka stěny je oproti podkladům upravena na 0,300m, tloušťka desky dna je 0,45m. Deska na každé straně přesahuje konstrukci o 0,45m.

V každé komoře jsou pak vybetonována monolitická železobetonová žebra tl. 0,25m a výšky 4,700m pro směrování toku náplně. Pracovní úroveň hladiny náplně je 0,65m pod hranou stěny, tj. pracovní hloubka náplně je 4,5m. Nádrž je téměř kompletně zasypána, nad terén přechází do výšky max 0,45m.

2.2 Materiály

Beton C30/37, XA2, XF4, $D_{\max} = 16 \text{ mm}$, $E_{\text{cm}} = 33 \text{ GPa}$.

Betonářská ocel B500B, $f_{\text{yk}} = 500 \text{ MPa}$.

2.3 Časový harmonogram výstavby

0	Výkopové práce
5	Podkladní beton
6	Zrání podkladního betonu
10	Izolace
11	Výztuž a bednění desky
25	Betonáž desky
32	Ukončení ošetřování desky - při horkém letním počasí až 14 dní
25	Výztuž a bednění stěn
39	Betonáž stěn
46	Ukončení ošetřování stěn - při horkém letním počasí až 14 dní
53	Odbednění stěn
67	Zkouška vodotěsnosti, plná pevnost stěn
81	Zasypání stavební jámy
90	Uvedení do provozu
18275	Životnost konstrukce = 50 let

2.4 Postup výstavby

2.4.1 Výkopové práce

Nejdříve proběhnou výkopové práce. Jejich součástí bude zřízení odvodňovací stružky a čerpací jámy z důvodu předpokládaného výskytu podzemní vody.

2.4.2 Podkladní beton

Na zemní pláni bude vybetonován podkladní beton v tloušťce min 100mm. Předpokládá se použití betonu třídy C8/10 a konstrukční vyztužení KARI $\phi 6\text{mm}$, oko 150x150mm. Na podkladní beton bude aplikován penetrační nátěr a dvě vrstvy hydroizolace NaIP 5+5mm. Izolace kromě své hydroizolační funkce také zajistí téměř volnou dilataci konstrukce v dalších fázích výstavby, mj. odstraní část vlivů smršťování konstrukce.

2.4.3 Základová deska

Bude vyvázána výztuž základové desky dle přiložené výkresové dokumentace, osazeno její bednění a deska bude vylita z betonu C30/37, XA2, XF4, $D_{\max} = 16$ mm. Při betonáži desky budou z dodané betonové směsi připraveny zkušební vzorky pro pozdější průkaz pevnostních vlastností betonu. Je bezpodmínečně nutné osadit i těsnící pásy pro zatěsnění pracovních spar! Předepisuje se ošetřování desky minimálně 7 dní, v případě horkého letního počasí dvojnásobek.

2.4.4 Stěny

Následně bude vyvázána výztuž stěn a příček dle přiložené výkresové dokumentace a osazeno jejich bednění. Stěny budou vybetonovány opět z betonu C30/37, XA2, XF4, $D_{\max} = 16$ mm a ošetřovány nejméně 7 dní. Po 14 dnech lze stěny odbednit. Zároveň s betonáží stěn budou opět připravena zkušební tělesa pro pozdější zkoušky.

2.4.5 Zkouška vodotěsnosti

Po 28 dnech od betonáže stěn a po dosažení plné pevnosti betonu, lze přistoupit ke zkoušce vodotěsnosti. Tato bude probíhat podle příslušných norem a předpisů. Pevnost betonu bude ověřena těleších připravených během betonáže a na samotné konstrukci bude provedena orientační zkouška Schmidovým tvrdoměrem.

2.4.6 Zасыпání výkopu

Po úspěšném provedení zkoušky vodotěsnosti lze nádrž zvenčí zaizolovat NaIP + penetrace. Následně, nebo současně bude zrušena čerpací jímka a nádrž bude zvenčí zасыпána. Zасып bude prováděn po vrstvách max 0,5m, hutnění pomocí vibrací max. 1,0m od líce stěny nádrže. Při zасыпávání bude nádrž buď plná, nebo se bude současně dopouštět tak, aby hladina vody v nádrži byla minimálně stejná, nebo vyšší, než bude aktuální hladina zасыпу.

2.4.7 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu se předpokládá 90 dní od započetí prací.

2.5 Spotřeby materiálu

Pro zhotovení samotné betonové konstrukce nádrže je zapotřebí:

BETON C30/37 XA2, XF4	209,30 m ³
OCEL B500B	48 803 kg

V objemech je zahrnuta 5% rezerva objemu betonu, naopak není zahrnuta rezerva pro nutnou konstrukční betonářskou výztuž ani pro distanční pomůcky.

3 Varianta předpjatý beton - Technická zpráva

3.1 Popis objektu

Jedná se o obdélníkovou nádrž, podélně dělenou na dvě oddělené komory. Vnitřní světlý rozměr komor je 11,700m x 5,2m. Světlá výška komory je 5,150m. Tloušťka stěny je oproti podkladům upravena na 0,300m, tloušťka desky dna je 0,45m. Deska na každé straně přesahuje konstrukci o 0,45m.

V každé komoře jsou pak vybetonována monolitická železobetonová žebra tl. 0,25m a výšky 4,700m pro směrování toku náplně. Pracovní úroveň hladiny náplně je 0,65m pod hranou stěny, tj. pracovní hloubka náplně je 4,5m. Nádrž je téměř kompletně zasypána, nad terén přechází do výšky 0,45m.

Předpětí desky bude realizováno soustavou kabelů v navzájem kolmých směrech, vedených přibližně v ose desky. Předpětí stěn bude realizováno pomocí soustavy svislých a vodorovných kabelů vedených přibližně v ose stěn. Svislé kabely budou kotveny mrtvými kotvami do základové desky.

3.2 Materiály

Beton C30/37, XA2, XF4, $D_{\max} = 16 \text{ mm}$, $E_{\text{cm}} = 33 \text{ GPa}$.

Betonářská ocel B500B, $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$.

Předpínací ocel Y 1860-S7-15,7, typ monostrand – lana bez soudržnosti.

Kotevní systém VSL, kotvy pro svazky 4 lan.

VSL S6-4-aktivní, VSL S6-4-pasivní, VSL P6-4 (mrtvá).

3.3 Časový harmonogram výstavby

0	Výkopové práce
5	Podkladní beton
6	Zrání podkladního betonu
10	Izolace
11	Výztuž a bednění desky
25	Betonáž desky
32	Ukončení ošetřování desky - při horkém letním počasí až 14 dní
25	Výztuž a bednění stěn
39	Betonáž stěn
46	Ukončení ošetřování stěn - při horkém letním počasí až 14 dní
53	Odbednění stěn
65	Předpínání
67	Zkouška vodotěsnosti, plná pevnost stěn
81	Zasypání stavební jámy
90	Uvedení do provozu
18275	Životnost konstrukce = 50 let

3.4 Postup výstavby

3.4.1 Výkopové práce

Nejdříve proběhnou výkopové práce. Jejich součástí bude zřízení odvodňovací stružky a čerpací jámky z důvodu předpokládaného výskytu podzemní vody.

3.4.2 Podkladní beton

Na zemní pláni bude vybetonován podkladní beton v tloušťce min 100mm. Předpokládá se použití betonu třídy C8/10 a konstrukční vyztužení KARI $\phi 6$ mm, oko 150x150mm. Na podkladní beton bude aplikován penetrační nátěr a dvě vrstvy hydroizolace NaIP 5+5mm. Izolace kromě své hydroizolační funkce bude fungovat jako kluzná vrstva, která odstraní část vlivů smršťování a deformací od předpínání konstrukce.

3.4.3 Základová deska

Bude vyvázána výztuž základové desky dle přiložené výkresové dokumentace, osazeno její bednění, aktivní, pasivní a mrtvé kotvy a deska bude vylita z betonu C30/37, XA2, XF4, $D_{\max} = 16$ mm. Při betonáži desky budou z dodané betonové směsi připraveny zkušební vzorky pro pozdější průkaz pevnostních vlastností betonu. Je bezpodmínečně nutné osadit i těsnicí pásky pro zatěsnění pracovních spar! Předepisuje se ošetřování desky minimálně 7 dní, v případě horkého letního počasí dvojnásobek. V průběhu betonáže desky je třeba vyvěsit kabely svislého předpětí stěn (trasa F) na lešení.

3.4.4 Stěny

Následně bude vyvázána výztuž stěn a příček dle přiložené výkresové dokumentace a osazeno jejich bednění. Zároveň budou osazeny předpínací lana a kotvy předpínací výztuže. Stěny budou vybetonovány opět z betonu C30/37, XA2, XF4, $D_{\max} = 16$ mm a ošetřovány nejméně 7 dní. Po 14 dnech lze stěny odbednit. Zároveň s betonáží stěn budou opět připravena zkušební tělesa pro pozdější zkoušky.

3.4.5 Předpínání

Po 26 dnech od betonáže stěn lze přistoupit k předpínání nádrže. Podmínkou je prokázání požadovaných pevnostních a deformačních betonu při zkouškách na zkušebních tělesech. Na samotné konstrukci bude provedena orientační zkouška Schmidovým tvrdoměrem.

Na jednotlivých kotvách se počítá s použitím jednolanové předpínací pistole. Pořadí napínání jednotlivých lan na kotvě je stanoven takto: střední levé, střední pravé, krajní pravé, krajní levé.

Nejprve bude provedeno předepnutí desky. Nejdříve podélný směr (trasa E). Pořadí předpínání bude střední kabel, levý, pravý, pravý, levý, levý...

Poté bude předepnuta deska v příčném směru, opět v pořadí střední kabel, levý, pravý, pravý, levý, levý...

Následně bude provedeno předpětí příčných stěn (trasa A). Předpínání bude probíhat zdola nahoru. Nejdříve každá lichá kotva, pak každá sudá kotva.

Poté bude předepnuta střední stěna (trasa C), opět v pořadí zdola nahoru, nejdříve postupně liché kotvy, pak sudé kotvy.

Následně budou předepnuty krajní podélné stěny (trasa B), opět v pořadí zdola nahoru, nejdříve postupně liché kotvy, pak sudé kotvy.

Nakonec budou předepnuty stěny ve svislém směru. Předpínat se bude nejprve střední stěna, každá lichá kotva, poté postupně po obvodu každá lichá kotva. Nakonec se ve obráceném pořadí předepnou sudé kotvy.

Prostory kotevních sklípků budou opatřeny adhezním můstkem a následně zapraveny betonem.

O celém průběhu předpínání bude veden protokol dle platných norem a předpisů.

3.4.6 Zkouška vodotěsnosti

Po 28 dnech od betonáže stěn a po předepnutí konstrukce, lze přistoupit ke zkoušce vodotěsnosti. Tato bude probíhat podle příslušných norem a předpisů.

3.4.7 Zасыпání výkopu

Po úspěšném provedení zkoušky vodotěsnosti lze nádrž zvenčí zaizolovat NaIP + penetrace. Následně, nebo současně bude zrušena čerpací jímka a nádrž bude zvenčí zasypána. Zásyp bude prováděn po vrstvách max 0,5m, hutnění pomocí vibrací max. 1,0m od líce stěny nádrže. Při zasypávání bude nádrž buď plná, nebo se bude současně dopouštět tak, aby hladina vody v nádrži byla minimálně stejná, nebo vyšší, než bude aktuální hladina zásypu.

3.4.8 Uvedení do provozu

Uvedení do provozu se předpokládá 90 dní od započetí prací.

3.5 Spotřeby materiálu

Pro zhotovení samotné konstrukce nádrže je zapotřebí:

BETON C30/37 XA2, XF4	209,30 m ³
OCEL B500B	23 978 kg
LANA Y1860-S7-15,7-MONOSTRAND	1402 m
KOTVY VSL S6-4a	175 ks
KOTVY VSL S6-4p	66 ks
KOTVY VSL P6-4	109 ks

V objemech je zahrnuta 5% rezerva objemu betonu, naopak není zahrnuta rezerva pro nutnou konstrukční betonářskou výztuž ani pro distanční pomůcky. Dále nejsou zahrnuty délky přesahů lan pro předpínání.

4 Závěr

Pro obě varianty byla záměrně ponechána stejná geometrie konstrukce. Z tohoto důvodu nebyly měněny ani tloušťky stěn. Největší význam u tohoto typu konstrukce má způsob řešení vyztužení paty stěny.

Varianta použití pouze železobetonu se ukázala jako nevhodná. Avšak zde je nutno podotknout, že při vhodném použití těsnících prostředků by se pravděpodobně dalo docílit značné úspory.

Z práce vyplývá, že vhodným použitím předpětí lze při návrhu konstrukce uspořit velké množství materiálu. V tomto případě to znamená úsporu zhruba 50% hmotnosti betonářské výztuže, ovšem za cenu 1402m předpínacích lan, 350 kotev, předpínacích prací a mírně zvýšené pracnosti vázání betonářské výztuže.

Práce byla vypracována s ohledem na platné technické normy, na mezní stavy únosnosti a použitelnosti. V jejích přílohách je statický výpočet včetně průvodní zprávy, grafické výstupy z použitých software a výkresová dokumentace. V nich lze najít podrobná schémata, rozměry konstrukcí a postup řešení a výpočtů.

Seznam použitých zdrojů

Seznam použitých norem:

ČSN EN 1990. *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*, Praha: ČNI, 2004

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

ČSN EN 1991-1-5. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-5: Obecná zatížení - Zatížení teplotou*. Praha: ČNI, 2005

ČSN EN 1991-4 ED. 2. *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 4: Zatížení zásobníků a nádrží*. Praha: ČNI, 2018

ČSN EN 1992-1-1. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, Praha: ČNI, 2006

ČSN EN 1992-3. *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 3: Nádrže na kapaliny a zásobníky*. Praha: ČNI, 2007.

ČSN 73 1001. *Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy*. Praha: ČNI, 1988.

Seznam ostatní literatury:

BAŽANT, Zdeněk a Svatopluk ŠMIRÁK. *Betonové konstrukce III: konstrukce plošné, nádrže a zásobníky*. 3. Brno: CERM, 2002. Učební texty vysokých škol. ISBN 80-214-2059-6.

Bílé vany: vodonepropustné betonové konstrukce : sbírka přednášek, příkladů a prezentací ke školení. Praha: ČBS Servis, 2007. ISBN 978-80-903807-6-9.

Bílé vany: vodotěsné betonové konstrukce. 2., upr. vyd. Praha: ČBS Servis, 2007, 66 s. : il. ; 25 cm. ISBN 978-80-87158-03-6.

HOLICKÝ, Milan, Jana MARKOVÁ a Miroslav SÝKORA. *Zatížení stavebních konstrukcí: příručka k ČSN EN 1991 /*. Praha: Pro Ministerstvo pro místní rozvoj a Českou komoru autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě (ČKAIT) vydalo Informační centrum ČKAIT, 2010, 131 s. : il. ; 25 cm. ISBN 978-80-87093-89-4.

VSL kotevní systém: CAD podklady [online]. Subnigen, ŠVÝCARSKO: VSL System, 2020 [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: <http://vsl-schweiz.ch/telechargements/ancrage-actif-vslab-6-4.html>

Seznam použitého software:

SCIA Engineer v.18.1.2052, Nemetschek company

MS Office, Microsoft Corporation

Autodesk AutoCAD, Autodesk, INC

Seznam použitých podkladů:

Půdorys a řez nádrže ČOV

Inženýrsko-geologický profil podloží

Předpínací systémy VSL 0,5“; 0,6“ [online]. Praha 5: VSL Systém CZ [cit. 2020-01-05]. Dostupné z: http://people.fsv.cvut.cz/~hamoujan/Technicka_specifikace_VSL.pdf

Použité zkratky a symboly

Použité symboly se obecně shodují se symboly používanými ve výše citovaných normách. Proto bylo od jejich seznamu upuštěno.

Seznam příloh

- P01** **Podklady**
01. Půdorys nádrže
 02. Podélný řez nádrží
 03. Geologický profil lokality
- P02** **Verze železobeton**
01. Statický výpočet
 02. Příloha statického výpočtu
 03. Výkres tvaru konstrukce
 04. Výkres výztuže desky
 05. Výkres výztuže stěn
- P03** **Verze předpjatý beton**
01. Statický výpočet
 02. Příloha statického výpočtu
 03. Výkres tvaru konstrukce
 04. Výkres předpínací výztuže
 05. Výkres betonářské výztuže desky
 06. Výkres betonářské výztuže stěn
- P04** **Stavební postup**
01. Schéma postupu výstavby – varianta železobeton
 02. Schéma postupu výstavby – varianta předpjatý beton