ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra betonových a zděných konstrukcí

Příloha č. 2

Technická zpráva

Michal Šourek

2018

Vedoucí diplomové práce: Ing. Hana Hanzlová, CSc.

Obsah

1 Popis objektu 3

2 Popis nosné konstrukce a údaje o materiálech 5

3 Zatížení na konstrukci, statický výpočet 7

4 Provádění 7

Popis objektu

Tato práce se zabývá návrhem a posouzením konstrukce primárního a sekundárního ostění podzemního kolektoru, konkrétně stavby kolektoru Hlávkův most. Kolektor vede rovnoběžně s osou Hlávkova mostu a bude zajišťovat vedení všech inženýrských sítí, které se v současné době nacházejí v mostním tělese.

Nově navržený kolektor je situačně umístěn mezi dva stávající kolektory 2. kategorie, a to mezi kolektor NLS (Nábřeží Ludvíka Svobody, někdy označovaný též RNLS) a SPHM (Severní předmostí Hlávkova mostu). Na požadavek provozovatele budou zmíněné kolektory propojeny se stavbou KHM (Kolektor Hlávkův most).

Dle geomorfologického členění ČR patří území k Pražské kotlině, která je součástí České tabule. Stavba zasahuje do tří různých geologických souvrství – letenského, vinického a zahořanského. Vlastnosti jednotlivých pokryvných útvarů a vrstev skalního masivu jsou shrnuty v následující tabulce:

stratigrafické zařazení		symbol horizontu	geologická charakteristika	obj.tíha v přiroz. uložení γ [kN.m^{-3}]	součinitel filtrace k_f [m.s^{-1}]	Přetvárné parametry			Smyk.pevnost		ČSN 73 1001		třída těžitelnosti ČSN 73 3050	vrtatelnost pilot podle ceníku 800-2
						modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	modul pružnosti E [MPa]	Poissonovo číslo ν [1]	soudržnost c_{ef} [kPa]	úhel vnitř.tření ϕ_{ef} [°]	třída	výpočt.únosnost R_{ck} [kPa]		
RECENT	navážky	AN	různorodé navážky, místy s příměsí cihel, škváry a betonu	19,0-21,0	10^{-6} - 10^{-5}	4 - 15	10 - 30	0,40-0,37	5 - 15	28-20	Y	*	2 - 3	I - II
KVARTÉR pleistocén	fluviální sedimenty	FL	písky a písky slabě hlinité/jílovité, s valouny, středně ulehlé	20.5	10^{-5} - 10^{-4}	25	50	0.34	0	34	S3, S2	300 *)	3	I - II
		FL	hrubé štěrky s písčitou příměsí,	22.0	10^{-4} - 10^{-3}	60	120	0.32	0	38	G3, G2	500 *)	4	II - III

stratigrafický útvar a geneticky komplex		symbol stupně zvětrání	geologická charakteristika	úroveň	součinitel filtrace k_f [m.s^{-1}]	obj.tíha v přirozeném uložení γ [kN.m^{-3}]	Přetvárné parametry: modul přetvárnosti E_{def} [MPa]	Přetvárné parametry: modul pružnosti E [MPa]	Přetvárné parametry: Poissonovo číslo	Smyk. pevnost: soudržnost *) c_{ef} [kPa]	Smyk. pevnost: úhel vnitř.tření *) ϕ_{ef} [°]	pevnost v tlaku horninové hmoty σ_c [MPa]	ČSN 73 1001: třída	ČSN 73 1001: výpočt.únosnost R_d [kPa]	třída těžitelnosti ČSN 73 3050	vrtatelnost podle ceníku 800-2
PALEOZOIKUM ordovik, souvrství letenské LTN	břidlice prachovitá a písčitá s vložkami pískovce a křemence	W5	zcela zvětralé (rozložené)	povrch	10^{-8}	20.5	8	20	0.40	25	21	<0,5	F5, R6	225	3	I - II
				báze	10^{-7}	22.0	25	50	0.37	15	24	0,5-3,0	R6, R5	300		
		W4/W3	zvětralé	povrch	10^{-7}	22.0	25	50	0.37	15	24	0,5-3,0	R6, R5	300	3 - 4	II - III
				báze	10^{-6}	24.0	100	200	0.34	25	28	3,0-10	R5, R4	450		
		W2	navětralé	povrch	10^{-6}	24.0	100	200	0.34	25	28	3,0-10	R5, R4	450	4 - 5	III - IV
				báze	10^{-7}	25.5	300	600	0.31	60	33	10-30	R4,R3	700		
		W1	zdravé	povrch	10^{-7}	25.5	300	600	0.31	60	33	10-30	R4-R3	700		
				5,0 m	10^{-8}	26.0	400	800	0,28	100	36	30-50	R3	900	5 - 6	IV - V
				15,0 m	10^{-8}	26.5	500	900	0,25	150	38	>50	R3,R2	1200		
PALEOZOIKUM ordovik, souvrství vinické VNC	břidlice prachovito-jílovitá	W5	zcela zvětralé (rozložené)	povrch	10^{-9}	21.0	8	20	0.42	30	19	<0,5	F5, R6	200	3	I
				báze	10^{-8}	22.0	20	40	0.38	20	22	0,5-2,0	R6, R5	250		
		W4/W3	zvětralé	povrch	10^{-8}	22.0	20	40	0.38	20	22	0,5-2,0	R6, R5	250	3-4	II
				báze	10^{-7}	24.0	60	120	0.36	25	26	2,0-8,0	R5, R4	350		
		W2	navětralé	povrch	10^{-7}	24.0	60	120	0.36	25	26	2,0-8,0	R5,R4	350	4 - 5	III
				báze	10^{-7}	25.5	150	300	0.33	50	30	8,0-15	R4	500		
		W1	zdravé	povrch	10^{-7}	25.5	150	300	0.33	50	30	8,0-15	R4	500		
				5,0 m	10^{-8}	26.0	200	400	0,30	75	33	15 -35	R3	600	5	IV
				15,0 m	10^{-9}	26.5	350	600	0.28	100	35	35-50	R3	900		
PALEOZOIKUM ordovik, souvrství zahořanské ZHR	břidlice prachovitá s vložkami vápnitého prachovce	W5	zcela zvětralé (rozložené)	povrch	10^{-9}	21.0	8	20	0.40	30	20	<0,5	F5, R6	200	3	I
				báze	10^{-8}	22.0	20	40	0.38	20	23	0,5-2,0	R6, R5	275		
		W4, W3	zvětralé	povrch	10^{-8}	22.0	20	40	0.38	20	23	0,5-2,0	R6, R5	275	4	II
				báze	10^{-7}	24.0	75	150	0.35	25	27	2,0-8,0	R5, R4	400		
		W2	navětralé	povrch	10^{-7}	24.0	75	150	0.35	25	27	2,0-8,0	R5,R4	400	4 - 5	III
				báze	10^{-7}	25.5	200	400	0.32	50	32	8,0-20	R4, R3	600		
		W1	zdravé	povrch	10^{-7}	25.5	200	400	0.32	50	32	8,0-20	R4, R3	600		
				5,0 m	10^{-8}	26.0	300	600	0,29	80	35	20-40	R3	800	5	IV
				15,0 m	10^{-9}	26.5	400	750	0.27	120	37	40-50	R3	1000		

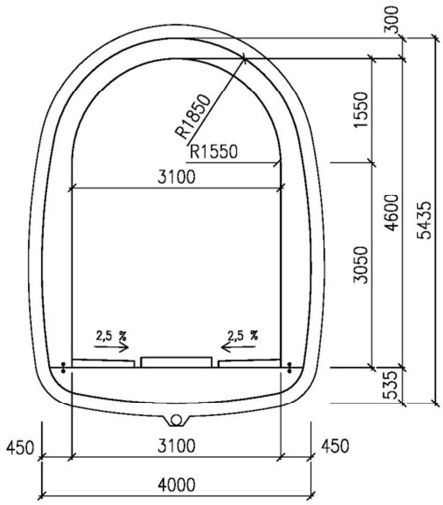
Tab. Doporučené geotechnické charakteristiky hornin skalního podloží - Kolektor Hlávkův most

Zdroj: [1]

Výškové poměry trasy jsou jasně definovány niveletou koncových bodů trasy. Hlavní trasa je navržena se spádováním do jednoho místa, konkrétně technické komory TK103 umístěné pod ostrovem Štvanice.

Popis nosné konstrukce a údaje o materiálech

Nový kolektor je navrhován s použitím již standardního kolektorového profilu, který je znázorněn na následujícím obrázku:



Zdroj: vlastní

Konstrukce kolektorového tubusu se skládá ze dvou částí – primárního a sekundárního ostění. Primární ostění je zhotovováno ihned po vyražení každého pracovního záběru. Ražba bude prováděna na dvě lávky. Konstrukce je navržena z příhradových rámů BRETEX (2ØR25 + 1ØR32) v osové vzdálenosti 0,6 m se stříkaným betonem C25/30 doplněným o kari sítě 100/100-8/8 mm při obou površích z výztuže B500B.

Definitivní konstrukce je v celém úseku navržena z betonu C30/37, případně z vláknobetonu C33/37-FRC 3,2/2,8/0,8 s výztuží z kari sítí 100/100-10/10 mm při obou površích z výztuže B500B a v určitých variantách doplněných ØR20 v dolních rámových rozích. Tloušťka sekundárního ostění je po konstrukci značně proměnlivá. Přesné rozměry jsou patrné ve výkresové části dokumentace – příloha č. 3.

Požadované vlastnosti materiálů:

Beton primárního ostění – C25/30, XC2, XA1

$f_{ck} = 25\ MPa$

$f_{ctm} = 2{,}6\ MPa$

$E_{cm} = 30{,}5\ MPa$

$odolnost\ prostředí\ XC2, XA1$

$nárůst\ pevnosti\ podle\ křivky\ J2$

$pevnost\ v\ čase\ t = 24\ hodin\ f_{ck,24} = 5\ MPa$

$požadované\ krytí\ c = 20\ mm$

Beton sekundárního ostění – C30/37, XC2, XA1

$f_{ck} = 30\ MPa$

$f_{ctm} = 2{,}9\ MPa$

$E_{cm} = 32\ GPa$

$odolnost\ prostředí\ XC2, XA1$

$požadované\ krytí\ c = 45\ mm$

Beton sekundárního ostění ve variantě z drátkobetonu – C33/37-FRC 3,2/2,8/0,8

$f_{FRC,k} = 33\ MPa$

$f_{FRCt,k} = 3{,}2\ MPa$

$E_{cm} = 32\ GPa$

$odolnost\ prostředí\ XC2, XA1$

$požadované\ krytí\ c = 45\ mm$

Betonářská výztuž – B500B

$f_{yk} = 500\ MPa$

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1{,}15} = 435\ MPa$$

Zatížení na konstrukci, statický výpočet

Výpočet zatížení na primární i sekundární ostění byl proveden v geotechnickém software GEO 5, modul „metoda konečných prvků“. Byla namodelována čtyři různá geologická prostředí, která byla zjištěna průzkumnými vrty na obou březích Vltavy i v jejím korytě. Konstrukce byla dimenzována na nejvyšší hodnoty jednotlivých vnitřních sil v kombinaci se smrštěním. Účinek zatížení v podélném směru byl zjištěn za pomoci software SCIA Engineer 16.0, modul „rám XZ“. Podrobný výpis z programu GEO 5 pro všechny modelované výpočty je obsažen v příloze č. 5.

Konstrukce primárního ostění byla posouzena na mezní stav únosnosti ve dvou časových bodech:

- V čase 24 hodin po aplikaci stříkaného betonu – před provedením dalšího pracovního kroku
- V čase před konstrukcí sekundárního ostění – po ztvrdnutí betonu

Konstrukce sekundárního ostění byla posouzena na mezní stav únosnosti a mezní stav použitelnosti ve čtyřech různých variantách:

- Deska tloušťky 300 mm, použití pouze sítí
- Deska tloušťky 300 mm, použití přídavných profilů
- Deska tloušťky 200 mm
- Použití drátkobetonu v kombinaci s betonářskou výztuží

Podrobné posouzení všech variant je obsaženo v příloze č. 1.

Provádění

Bezprostředně po dokončení pracovního kroku ražby bude výrub zajištěn primárním ostěním složeným z rámů Bretex, kari sítí a stříkaného betonu. Kari sítě je nutné zatáhnout za příhradové rámy. V oblastech geotechnických zlomů budou příhradové rámy ke skalnímu masivu

přikotveny svorníky a v posledních dvou záběrech musí být rámy zajištěny ocelovými rozpěrnými prahy.

V případě zjištění horších geotechnických podmínek je nutné přistoupit k příslušným opatřením – změně technologie ražby, zajištění čelby, aplikací svorníků nebo provedení injektáží před čelbu výrubu.

Definitivní ostění bude po celé trase prováděno jako monolitická konstrukce zbudovaná pomocí jednostranného prefabrikovaného bednění s vysokým důrazem na přesnost konstrukce. Pracovní spára je uvažována v úrovni napojení podlahy na stěny kolektorového tubusu. Počítá se s betonáží podlahy po úsecích o délce 24 metrů a betonáží zbytku průřezu po úsecích o délce 8 metrů.

Konstrukce definitivní podlahy bude provedena po dokončení definitivního ostění. Příčný sklon bude realizován ve spádu 2,5% směrem k odvodňovacím žlábkům, podélný shodně s niveletou kolektoru. Podlaha je navržena z betonu C20/25, XC2.

Specifikace veškerého vybavení kolektorů (vybavení pro vedení inženýrských sítí, pohyb osob a materiálu, únikové a obslužné poklopy) budou navrženy v souladu s technickými standardy společnosti Kolektory Praha, a.s. Ocelové konstrukce výstroje jsou kvůli provedení povrchové protikorozní ochrany na místě spojovány pouze šrouby, veškeré svařování je nutno provést v dílně před nanesením protikorozní ochrany.

Z důvodu ochrany před úrazem elektrickým proudem musí být veškeré vodivé konstrukce uvedeny na stejný elektrický potenciál. Toho se dosahuje tím, že každý samostatný díl výstroje je opatřen praporcem z ploché oceli, který je typovou svorkou propojen s dalším vodivým dílem konstrukce.

Seznam zdrojů a použitých norem a předpisů:

[1] – Inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum stavba č 8615, kolektor Hlávkův most, PUDIS, a.s, 2006

[2] – ČSN 73 7505 – Sdružené trasy městských vedení technického vybavení

[3] – ČSN EN 14487-1 – Stříkaný beton

[4] – ČSN EN 1992-1-1- Navrhování betonových konstrukcí, obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

[5] – Technické standardy společnosti Kolektory Praha, a.s.

[6] – ČSN 73 7507 – Projektování tunelů pozemních komunikací

[7] – EC 1997-1 – Navrhování geotechnických konstrukcí

[8] – ČSN EN 10080 – Ocel pro výztuž do betonu

[9] – ČSN EN 13670 – Provádění betonových konstrukcí

[10] – TKP 24 – Tunely

[11] – TKP D7 – Tunely, podzemní objekty a galerie

[12] – ČSN 42 0139 – Svařitelná žebírková výztuž do betonu – Všeobecně

[13] – ČSN EN 206 – Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

[14] – ČSN P 73 2450 – Vláknobeton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

[15] – ČSN P 73 2451 – Vláknobeton – Zkoušení čerstvého vláknobetonu

[16] – ČSN P 73 2452 – Vláknobeton – Zkoušení zatvrdlého vláknobetonu

[17] – Ceník transportbetonu a značkových produktů, Českomoravský beton Heidelberg cement group

Seznam použitého software

GEO 5, modul „Metoda konečných prvků“

SCIA Engineer, 16.0

Seznam příloh

1 – statický výpočet

2 – technická zpráva

3 – výkresová část

- 3a – Výkres tvaru
- 3b – Výkres vázané výztuže
- 3c – Výkres sítí v podlaze – horní povrch
- 3d – Výkres sítí v podlaze – spodní povrch
- 3e – Výkres sítí v klenbě – spodní povrch
- 3f – Výkres sítí v klenbě – horní povrch
- 3g – Výkres příhradových rámů

4 – fotodokumentace

5 – výstupy ze software GEO 5