

HLUBOKÉ ŠACHTY ČISTÍREN ODPADNÍCH VOD DEEP SHAFTS OF WASTE WATER TREATMENT PLANTS

PETR VESELÝ, VLADISLAV BUREŠ

V posledních deseti letech byly ve městech Vlašim, Stříbro, Tábor a Roztoky u Prahy realizovány čistírny odpadních vod s novou technologií čištění DEEP SHAFT PROCESS®. Tato technologie pracuje na principu biologické čistírny s aktivovaným kalem a využívá pro nitrifikační stupeň čištění tzv. hlubokou šachtu namísto rozsáhlých povrchových nádrží.

Several new waste water treatment plants in the Czech Republic are using the DEEP SHAFT PROCESS® system for treating effluents. The system replaces large above-ground tanks with an underground deep shaft. These water treatment plants were built in the towns of Vlašim, Stříbro, Tábor and Roztoky by Prague.

ŠACHTA

Železobetonové šachty, které jsou po celé své hloubce zapuštěny pod úroveň terénu, mají kruhový půdorys o vnitřním průměru 2,5 až 5 m a hloubku 50 až 80 m (Obr. 1). Skládají se z primárního a sekundárního ostění (obvodových stěn) a vnitřních přepážek. V horní části jsou šachty zakončeny nadzemním objektem – horní nádrží. Geologické poměry jsou u všech realizovaných objektů obdobné. V nadloží skalního masivu se nacházejí kvartérní sedimenty, které jsou (vzhledem k poloze ČOV většinou v nivách řek) zvodnělé. Šachty jsou podle kapacity čistírny svisle rozděleny jednou nebo dvěma navzájem kolmými přepážkami tloušťky 250 mm. U větších šachet je jedna přepážka umístěna symetricky v ose šachty, prochází po celé hloubce šachty a dělí ji na dvě samostatné části. Tyto části jsou stejně jako menší šachty rozděleny přepážkou umístěnou nesymetricky k ose šachty. Přepážka je zakončena ve výšce cca 2,5 m nade dnem rozšířením ve tvaru kapky. U menších šachet se přepážka navrhuje obvykle monolitická. U větších šachet jsou přepážky montované z prefabrikovaných dílců. To vede ke zjednodušení tvaru taženého bednění, odstranění problému tažení profilů s různou tloušťkou, různou intenzitou ochlazování a ke zlevnění celé stavby. Při výrobě jednotlivých dílců přepážek se věnuje, oproti běžným prefabrikátům, zvýšená pozornost vyjímání z formy a dalšímu transportu, kdy hrozí zvýšené riziko nevratného poškození prvků trhlinami. Nevýhodou oproti monolitickým přepážkám je snížená tuhost konstrukce a snížená těsnost přepážek v místě jejich styků. Přepážky nejsou navrženy na jednostranné zatížení hydrostatickým tlakem. Stejná úroveň hladin v obou částech je zajištěna při provádění propojovacím prostupem u dna

vých dílců přepážek se věnuje, oproti běžným prefabrikátům, zvýšená pozornost vyjímání z formy a dalšímu transportu, kdy hrozí zvýšené riziko nevratného poškození prvků trhlinami. Nevýhodou oproti monolitickým přepážkám je snížená tuhost konstrukce a snížená těsnost přepážek v místě jejich styků. Přepážky nejsou navrženy na jednostranné zatížení hydrostatickým tlakem. Stejná úroveň hladin v obou částech je zajištěna při provádění propojovacím prostupem u dna

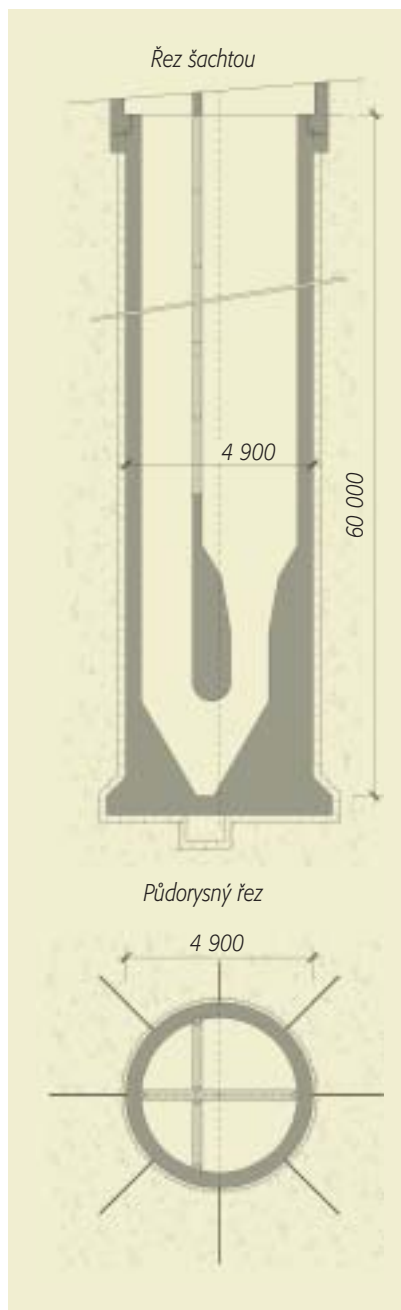
šachty. Po osazení vlastní technologie čistírny je prostup zrušen a rovnoměrně zaplavení šachty je zajištěno samotným provozem čistírny.

Šachty jsou navrženy bez plášťové izolace, která by dílo značně prodražila. Z tohoto důvodu musí být vodotěsnost zajištěna samotnou betonovou konstrukcí v kombinaci s těsností vlastního skalního masivu. Vodotěsnost sekundárního ostění musí být oboustranná. To znamená jak ve směru ze šachty ven, aby nedocházelo ke kontaminaci okolí znečištěnou vodou, tak dovnitř, aby se nezvyšovalo provozní zatížení čistírny. Konstrukce šachty je proto navržena tak, aby při provozním zatížení nedošlo ke vzniku trhlin v betonu. Sekundární ostění je navrženo železobetonové z vodostavebního betonu B30 ve třídách vodotěsnosti HV8 až HV12 s příměsí polypropylénových vláken. Po dokončení je vnitřní povrch opatřen celoplošným systémem povrchové ochrany betonu. Vodotěsnost konstrukce však závisí především na správném technologickém návrhu betonové směsi a postupu betonáže. Tyto faktory výrazně ovlivňují vznik trhlin v průběhu výstavby. Při technologické nekázni během výstavby mohou vzniknout místa se sníženou vodotěsností. Vzhledem k vysokému tlaku vody a pouze jednostrannému přístupu k poškozenému místu je sanace těchto netěsností složitá. Správnost návrhu a provedení se po zhotovení díla ověřuje zkouškou vodotěsnosti.

HORNÍ NÁDRŽ

Horní nádrž je obdélníkového půdorysu s polokruhovými čely a vnitřními dělicími stěnami, do které dnem ústí hluboká šachta. Železobetonová nádrž má dno tloušťky 500 mm, obvodové stěny 400 mm, přepážky 250 mm, na polovině půdorysu je překryta deskou o tloušťce 200 mm. Objekt je částečně situován pod úroveň terénu.

Železobetonová konstrukce horní nádrže je navržena stejně jako šachty z vodostavebního betonu. Pracovní spáry s požadavkem vodotěsnosti vznikají na styku dna s obvodovými stěnami. Jejich



Obr. 1 Schéma konstrukce

Fig. 1 Diagram of the structure

Obr. 2 Betonáž šachty

Fig. 2 Concreting of the secondary lining

těsnost je zajištěna vloženým pásem z PVC, který je doplněn injekčními hadičkami. Stěny jsou vyztuženy hustou vodorovnou výztuží. Napjatost stěn především ve střední části je výrazně ovlivněna smršťováním stěn na dříve zhotoveném dně, kterému je navíc bráněno v posunutí třením o zeminu. Další nepříjemnou skutečností, kterou bylo nutné v návrhu zohlednit, je tuhé podepření nádrže ve střední části šachty vetknutou do skalního podloží.

POPIS VÝSTAVBY

Hloubení jámy pro vlastní šachtu se provádí „Novou rakouskou tunelovací metodou“. Jáma se hloubí hornickým způsobem a stabilita výrubu je zajištěna postupně budovaným primárním ostěním ze stříkaného betonu tloušťky 100 mm vyztuženého KARI sítí, které se kotví svorníky do skalního masivu. Geotechnické poruchy a přítoky vody se injektují. K odvedení zbytkové vody slouží svislá drenáž, která se provádí zároveň s primárním ostěním. Těmito opatřeními je zabráněno rozstříkávání vody na pracovníky a zařízení při dalším hloubení a vnikání vody do díla při provádění vlastní šachty. Sekundární ostění se provádí po zhotovení výrubu, zajištění jámy primárním ostěním na celou hloubku a provedení dočasné sběrné jímky, která slouží k hromadění a odčerpávání vody přivedené drenáží. Po osazení klasického bednění dna a tvarově složité dolní části šachty se zahájí betonáž bez vzniku pracovních spár (Obr. 2). Potom se spustí posuvné bednění, které se začne postupně zalévat betonovou směsí. Tloušťka stěn se pohybuje v rozmezí 300 až 500 mm a závisí na rozměrech šachty a geologických poměrech dané lokality. Postup betonáže závisí na rychlosti počátku tuhnutí betonu. Po 2 až 3 dnech od zahájení betonáže je nutné postupně zaplavování spodní části šachty vodou, čímž se výrazně omezí napětí od smrštění. Po provedení celé šachty se šachta na omezenou dobu vyčerpá, aby bylo možno provést montáž prefabrikovaných přepážek a kontrolu provedení díla (Obr. 3).

Konstrukce je navržena jako jeden dilatační celek délky 50 až 80 m, kterému je prakticky v celé délce bráněno v posunu třením o horninu. Z tohoto



Obr. 3 Montáž přepážek

Fig. 3 Mounting of the partition wall

důvodu je v návrhu konstrukce na účinky smrštění a jeho omezení kladen velký důraz. V konstrukci je navržena pouze jedna pracovní spára a to ve vrcholu šachty, kde je na šachtu napojen objekt horní nádrže. Tato spára je těsněná vloženým průběžným pásem z PVC. Technologie a postup betonáže je navržen tak, aby při výstavbě nevznikaly další pracovní spáry, které jsou potenciálním místem netěsnosti železobetonových objektů. V případě neplánovaného přerušení kontinuální betonáže (výpadek betonárky, dopravní potíže atd.) se provede pracovní spára obdob-

ným způsobem.

ZÁVĚR

Lze říci, že tyto konstrukce je možné již navrhnout a provést bez závad těsnosti. Vzhledem ke své malé půdorysné ploše, konstantním podmínkám čistícího procesu a nešíření zápachu do okolí jsou tyto čistírny i přes vyšší pořizovací cenu vhodnou alternativou k ČOV se standardní technologií čištění. S výhodou se těchto skutečností využívá při rekonstrukcích zastaralých čistíren s omezeným prostorem a ve stísněných areálech průmyslových podniků.

Ing. Petr Veselý, Ing. Vladislav Bureš
Statika projekční kancelář, s. r. o.
Tovaryšský vrch 1358/3, 460 01 Liberec
tel.: 048 271 0575, e-mail: statika@iol.cz