

VODNÍ DÍLO ŠANCE – VÝSTAVBA DRENÁŽNÍ ŠTOLY

ŠANCE DAM – CONSTRUCTION OF DRAINAGE GALLERIES

Igor Fryč¹

ABSTRAKT

Výstavba odvodňovací štoly a šachty sloužící k řízenému podchycení podzemních vod pronikajících do prostoru jílového těsnícího jádra zemní hráze. Při výstavbě byly ve velké míře použity kompozitové prvky (svorníky, sítě) na místo klasické důlní výztuže. Odvodňovací systém byl vytvořen soustavou drenážních vrtů provedených z drenážní štoly a šachty. Součástí stavby bylo provedení injekční clony pod těsnícím jádrem v podloží hráze vzestupnou a sestupnou jílocementovou injektáží.

ABSTRACT

Construction of drainage tunnels and shafts used for controlled capturing of the groundwater. This water permeated into the core area of the clay sealing of the earth dam. During the construction have been widely used composite elements (bolts, net). The drainage system was formed into a system of drainage boreholes made from drainage tunnels and shafts. Moreover a grout curtain (clay and cement grouting) was formed under the seal at the subsoil of the dam.

1 Obecně o projektu a vodním díle Šance

Účelem navrhované stavby drenážní štoly je omezení přítoku podzemní vody do prostoru na vzdušní straně levobřežní větve injekční chodby VD Šance. Důvodem snahy o řízené jímání a odvedení podzemní vody je snížení možného rizika poškození napojení těsnícího jádra hráze na injekční chodbu. Jednoznačným cílem celé stavby tak je zvýšení bezpečnosti hráze.

Stavba drenážní štoly se nachází přímo v prostoru hráze vodního díla Šance a v jejím bezprostředním okolí. Území je součástí chráněné krajinné oblasti Beskydy (lokalita obcí Ostravice a Staré Hamry). Vodní dílo Šance na řece Ostravici byla vybudována v letech 1965 až 1969 a je provozována v rámci víceúčelové vodohospodářské soustavy povodí Odry. Ve své době byla přehrada Šance nejvyšší sypanou hrází v Československu (výška cca 60 m). Hráz je kamenitá se šikmým středním hlinitým těsněním a jednovrstvým filtrem. Hráz byla nasypána z místních materiálů. Délka hráze v koruně činí 342 m, šířka hráze v patě je 215 m, šířka v koruně 8 m. Podloží hráze bylo těsněno injekční clonou navázanou na injekční štolu vnitřního profilu 2500/3500 mm, na kterou v nejnižší části navazuje odvodňovací chodba s vyústěním do koryta Ostravice a dále pak průzkumná štola v levobřežním zavázání.

Hlavní účelem tohoto díla byla a stále je dodávka surové vody pro úpravu na vodu pitnou a je jedním z hlavních zdrojů Oblastního ostravského vodovodu. Je také klíčovým zdrojem pro zásobování moravskoslezského regionu pitnou vodou. Další využití tohoto pozoruhodného vodního díla spočívá v zajištění minimálních průtoků v Ostravici pod přehradou, ochrana před povodněmi resp. snížení povodňových průtoků v území níže po toku

¹Ing. Igor Fryč, Porr a.s., Šmahova 365/111, 627 00 Brno – Slatina, tel.: +420 739 521 555, e-mail: igor.fryc@porr.cz

až po slezskou metropoli Ostravu. V neposlední řadě je pak vodní dílo využíváno jako energetický zdroj a pro účelový chov ryb.

2 Popis díla a hydrogeologické podmínky

Výstavba drenážní štolý souvisí časově i prostorově se stavebním objektem dotěsnění LB a zavázání, což paradoxně znamená, že budované dílo má ve své komplexnosti zajistit dva protichůdné cíle. Jednak má za úkol zvýšit vodotěsnost podloží hráze, ale zároveň odvodnit levobřežní svahy tak, aby podzemní voda nemohla poškodit svým prouděním stávající těsnící jádro zemní hráze.

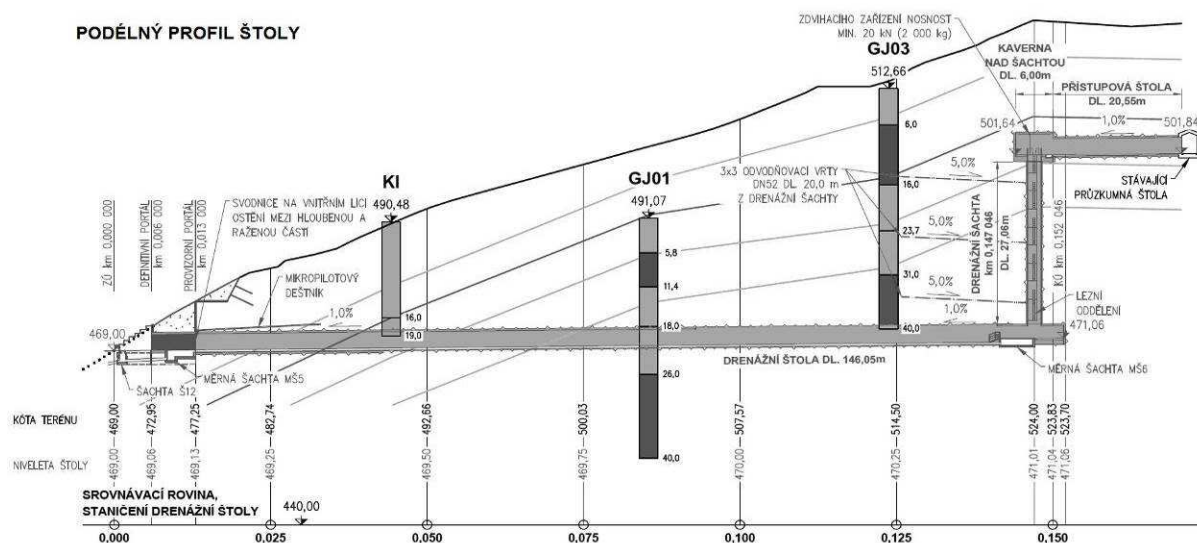
Základní údaje o stavbě:

Objednatel:	Povodí Odry, státní podnik
Generální projektant:	PÖYRY Environment a.s.
Projektant ražených částí:	AMBERG Engineering Brno, a.s.
Zhotovitel:	PORR a.s.
Termín výstavby:	11/12 – 10/13
Celková délka ražených úseků:	
Drenážní štola	... 139,0 bm
Přístupová štola	... 20,5 bm
Kaverna	... 6,0 bm

Drenážní systém

Vlastní drenážní systém v levém údolním svahu je tvořen drenážní šachtou a drenážní štolou. Drenážní štola byla ražena z hloubeného portálu, jehož zajištění bylo provedeno pomocí masivního záporového pažení a lanových kotev. Délka drenážní štolý činila 152 bm, z toho ražená část 139 bm.

Ze stávající průzkumné štolý, která plynule navazuje na injekční štolu, byla ražena přístupová štola v délce 20,5 bm a byla zakončena kavernou délky 6 bm. Malá kaverna (komora) sloužila pro potřeby ražení drenážní šachty, zejména s ohledem na dopravu vytěžené rubaniny. Svislá drenážní šachta je hluboká 27,1 m a v této hloubce navazuje na drenážní štolu. Rozmístění jednotlivých objektů je patrné ze schématu.



Obr. 1 Podélný profil štoly
Fig. 1 Longitudinal section

Pro podchycení proudící podzemní vody, která může ohrožovat těsnící clonu hráze, je klíčová drenážní šachta v celém jejím průběhu a posledních cca 50 bm drenážní štoly. Pro zvýšení drenážního efektu zde byl navržen systém odvodňovacích vrtů průměru do 76 mm a délky 20 – 25 bm.

Hydrogeologické podmínky

Předkvartérní podloží tvoří v profilu hráze horniny karpatského flyše tj. flyšovitě střídání pískovců a jílovců (břidličnatých vložek) s převahou jemnozrnných pískovců s výraznou deskovitou až lavicovitou odlučností. Podloží je porušeno jednak zvětráním a jednak tektonicky, ale také celkovým rozvolněním masívu způsobeného starou svahovou deformací. Na levém břehu údolí, kde je situována drenážní štola, byla prokázána existence starého sesuvného území, jež má ve svrchní části charakter kamenitých sutí a v hlubších polohách se jedná spíše o posuny – sesuvy bloků hornin.

Kvartérní překryv v údolí dosahuje mocnosti cca 6 m a je tvořen hlinitými štěrky, které jsou kryté náplavovými hlínami. Na svazích údolí je překryv zastoupen zejména hlinitokamenitými sutěmi s různým podílem jednotlivých frakcí a o různorodé mocnosti (od 2 do cca 20 m).

Podzemní voda v oblasti levého údolního svahu je dotována zejména infiltrovanými atmosférickými srážkami a pravděpodobně též průsaky přes injekční clonu. Směr jejího proudění v relativně neporušeném horninovém masívu je ovlivňován přítomností hojných břidličných poloh, které vykazují nižší propustnost než rozpukané pískovcové lavice a desky. Hladina podzemní vody silně kolísá v závislosti na atmosférických srážkách.

3 Návrh ražených částí

Součástí díla byla řada zajímavých objektů, jako je dotěsnění a zavázání LB a systém technicko-bezpečnostního dohledu. Stejně tak hloubený portál pro ražbu vlastní drenážní štoly byl pozoruhodným objektem z oblasti zakládání staveb a s náročnou časovou souvztažností jednotlivých činností. Jejich podrobný popis však není součástí tohoto příspěvku.



Obr. 2 Portál drenážní štoly
Fig. 2 Portal of drainage tunnel

a. Přístupová štola

Přístupová štola spojuje stávající průzkumnou štolu s kavernou nad odvodňovací šachtou. Její délka je 20,55 bm. Štola má příčný profil podkovovitého tvaru DN 3200/3450 mm. Ostění štoly bylo navrženo ze stříkaného betonu (tl. 300 mm, ve dně 450 mm) spolu s nekovovými resp. kompozitovými sítěmi.

Skladba ostění štoly:

- Stříkaný beton tl. 40 mm SB C 30/37/J2
- Kompozitní síť 8/100/100 mm
- Příhradový nosník
- Kompozitní síť 8/100/100 mm
- Stříkaný beton tl. 300 mm SB C 30/37/J2

b. Kaverna

V koncové části přístupové štoly tj. v místě drenážní šachty byla navržena kaverna resp. rozšíření štoly na profil DN 5000/4900 mm. Délka kaverny je 6 bm a skladba ostění ze stříkaného betonu je shodná s ostěním přístupové štoly. Rozměry kaverny byly navrženy tak, aby bylo možné v tomto místě umístit těžní zařízení pro následné hloubení drenážní šachty.

c. Drenážní štola

Směrově je drenážní štola vedena tak, aby ve svém prvním kratším úseku (cca 23 bm) šla kolmo na vrstevnice, tzn. pokud možno co nejkratší trasou skrz svahové sutě. Poté následuje levostranný oblouk o poloměru 30 m a dále následuje přímá trasa směrem k drenážní šachtě v délce cca 100 bm.

Výškově má štola podélný sklon 1 % (dovrchní ražba), který je vhodný jednak z hlediska vlastní realizace ražby a jednak z důvodu snadného odvedení drénujících vod v definitivním stavu štoly.

Příčný profil drenážní štoly je podkovovitého tvaru (identicky s přístupovou štolou) DN 3200/3450 mm. Velikost profilu byla navržena tak, aby umožnila bezproblémové provedení odvodňovacích vrtů. Skladba ostění štoly byla navržena pro jednotlivá horninová prostředí, která by měla být během ražby zastížena dle výsledků podrobného IG průzkumu. Návrh ostění se v co nejvyšší míře snažil zohledňovat specifický požadavek na drenážní funkci štoly.

Byly předpokládány tři základní typy ostění štoly v následující podobě:

- a) Úsek ražený v nesoudržných svahových sutích (předpokládaná délka 30 bm). Ražba pod ochranou mikropilotového deštníku délky 20 bm vrtaného z hloubeného portálu. Mikropiloty byly navrženy ze silnostěnných ocelových trubek DN 114/10 mm. Počet vrtů 11 ks s osovou vzdáleností 500 mm. Osy mikropilot byly uvažovány ve vzdálenosti 250 mm od projektovaného výrubu štoly. Uvažovaná tloušťka ostění 300 mm, ve dně 750 mm. Profil štoly byl v tomto úseku zvětšený na DN 3200/3750 mm.
- b) Úsek ražený v horninách zvětralých až navětralých (předpokládaná délka 50 bm). Ražený profil DN 3200/3450 mm, tloušťka ostění ze stříkaného betonu 300 mm, ve dně 450 mm za použití dvou vrstev kompozitních sítí 8/100/100 mm.
- c) Úsek ražený v hornině zdravé až zvětralé (předpokládaná délka 60 bm). Ostění pouze z kompozitních sítí 8/100/100 mm, tloušťka betonu dna štoly 450 mm. V klenbě štoly se počítalo s osazením sklolaminátových svorníků délky 2 až 6 m s četností cca 3 ks/bm štoly.

Konstrukce štoly v závěrečném úseku se přizpůsobovala úhlové funkci díla, která, jak již bylo v předchozích odstavcích konstatována, spočívá v co nejvyšší míře řízeného odvodnění levobřežního svahu.

d. Drenážní šachta

Příčný profil drenážní šachty byl navržen kruhového profilu o průměru 2,2 m a s tloušťkou ostění 150 mm. Průměr byl navržen minimální, ale takový, aby z něj bylo možné realizovat horizontální odvodňovací vrty průměru do 76 mm a délky do 25 m. Ostění štoly tvoří stříkaný beton s výztuží z nekovových materiálů.

Vzhledem k požadované drénující funkci šachty se počítalo s tím, že ostění z torkretu se bude používat v pokud možno co nejmenším rozsahu a nebude souvislé. Kde to zastižené geologické podmínky umožní, bude použito pouze lokální kotvení stěn výrubu za využití sklolaminátových svorníků spolu se sklolaminátovými resp. kompozitovými sítěmi 8/100/100 mm.

V průběhu ražby budou v šachtě po jednotlivých etážích realizovány odvodňovací vrty situované tak, aby co nejvýhodněji propojovaly propustné vodonosné vrstvy a zvyšovaly drenážní účinek šachty.

Pod etážemi s odvodňovacími vrty budou před nástřikem torkretu osazeny, po obvodu šachty, jímací trubky DN 100 mm, které budou po provedení prstence ostění ze stříkaného betonu odříznuty v horní polovině. Takto vzniklé odvodňovací prstence budou zachycovat vody stékající po stěně šachty včetně vod podchycených drenážními vrty. Odvodňovací prstence budou zaústěny do svislého jímacího potrubí profilu DN 300 mm.

4 Realizace ražených částí

Specifikum ražeb na této stavbě spočívalo již v požadavku na funkčnost díla, jehož hlavní prioritou je odvedení podzemních vod ze skalního masívu za účelem ochrany těsnicí clony tělesa zemní hráze. V běžné tunelářské praxi se setkáváme s diametrálně odlišným požadavkem, kde ústředním bodem našeho snažení je dosažení co největší vodotěsnosti díla.

Další neobvyklostí bylo masivní použití sítí z kompozitních materiálů na místo běžně užívaných KARI sítí. Důvodem byl požadavek vyplývající z extrémního působení podzemní a průsakové vody na výztuž, která nebude v drenážních partiích díla nijak chráněná betonem. Kompozitním resp. nekovovým materiálem je míněna výztuž ze skelných vláken s vinylesterovou pryskyřicí (základní požadované fyzikální vlastnosti – pevnost v tahu větší jak 1000 MPa a modul pružnosti 5 GPa).



Obr. 3 Kompozitové sítě
Fig. 3 Composite nets

Tento materiál se v našich podmínkách běžně nepoužívá a vykazuje větší tuhost (menší ohebnost) než běžné ocelové sítě. Bylo potřeba se s tímto materiálem naučit pracovat a postupem času zdokonalit jeho aplikaci na stavbě. Oproti projektem navržené síti 8/100/100 mm se po delším zkoušení přistoupilo k používání sítě z prutů 8 a 10 mm s oky 100/150 mm.

a. Přístupová štola a kaverna

Ražba přístupové štoly a kaverny proběhla víceméně dle projektem předpokládaných podmínek. Při zahájení ražby štoly bylo nutné provést odbočení ze stávající průzkumné štoly vybouráním prostupu ve stěně. Díky její tloušťce (téměř jeden metr) se jednalo o nelehký úkol zvlášť, když vezmeme v úvahu omezený prostor v průzkumné štolě a nemožnost v této fázi použít trhací práce malého rozsahu. Po obvodu obrysu štoly byly do betonové konstrukce vyvrtány otvory a následně bylo nutné betonovou konstrukci ručně rozpojit.

Je ještě potřeba uvést, že veškerá doprava materiálu a vytěžené rubaniny probíhala skrze vstupní šachtu, která byla dle projektu situována nad stávající průzkumnou štolou cca ve vzdálenosti 25 m od nově budované přístupové štoly. Vstupní šachta vedla přes stropní konstrukci průzkumné štoly a její rozměry musely být z tohoto důvodu minimální - 1,8 x 2,2 m. Tomu muselo být uzpůsobena těžní nádoba a větrání štoly.

S ohledem na lavicovitou odlučnost skalního masívu se i přes přesné dodržení projektu trhacích prací projevovaly zvýšené technologicky nezaviněné nadvýlomy. Oproti předpokladu 10 cm činila průměrná hloubka nadvýlomu za teoretický obrys výrubu štoly 39 cm.



Obr. 4 Přístupová štola
Fig. 4 Access tunnel



Obr. 5 Kaverna s těžním zařízením
Fig. 5 Cavern with mining equipment

b. Drenážní štola

Počátek ražby drenážní štoly neprobíhal zrovna jednoduše. I přes navržený ochranný mikropilotový deštník se nakonec ukázalo jako nutné použít pro zahájení ražby klasickou důlní zvonkovou výztuž (Heintzmann) spolu s předráženými pažnicemi UNION na místo uvažované příhradové výztuže a stříkaného betonu. Svahové kamenité sutě se projevily jako velmi nestabilní a výskyt velkých balvanů v trase štoly znesnadňoval postup prací.

Jakmile se ražba dostala mimo ochranný deštník, problémy se ještě prohloubily, protože mocnost svahových sutí se ukázala větší, než se očekávalo. Bylo nutné upravit směrové vedení štoly tím způsobem, že se prodloužila rovná část štoly vedená kolmo na vrstevnice svahu a realizace oblouku se posunula až do míst, kde se začal vyskytovat souvislejší skalní masiv. Jako opatření pro stabilizaci vrchní části štoly byl navržen ochranný vějíř ze samozávrtných celozávrtových kotev délky 4 m (průměr 32 mm) v počtu 15 ks na jeden

postup. Tyto byly injektovány chemickou injektáží (dvojsložková polyuretanová pryskyřice). Ochranné vějíře byly prováděny v dvoumetrových krocích a k překonání úseku geologického rozhraní mezi kamenitými sutěmi a skalním masivem tvořeným pískovcem s polohami břidlice, bylo potřeba realizovat 12 ks stabilizačních vějířů.

Po vyražení inkriminovaného úseku pak ražba pokračovala ve shodě se zadáním stavby.



Obr. 6 Drenážní štola – v průběhu ražby
Fig. 6 Drainage tunnel – during excavation



Obr. 7 Drenážní štola – definitivní provedení
Fig. 7 Drainage tunnel – after completion

c. Drenážní šachta

V kaverně bylo sestaveno na míru dělané těžní zařízení a bylo možné zahájit hloubení. Po vyražení prvních tří metrů se začal projevovat jeden zásadní realizační problém při aplikaci stříkaného betonu. Průměr šachty 2,2 m je malý a během nástřiku se viditelnost, i přes osvětlení a intenzivní větrání, stávala takřka nulovou. To prakticky vylučovalo přesný nástřik ostění šachty a o „vymodelování“ drenážních prstenců s jímacími trubkami DN 100 mm ani nemluvě. Další podstatnou nevýhodou byla skutečnost, že během torkretování byly, i přes jejich zakrytí geotextílií, chtě nechtě znečištěny stěny šachty, které podle ideového zadání projektu měly zůstat odkryté a plnit drenážní funkci šachty. Proto byl nakonec stříkaný beton nahrazen litým betonem. K tomuto účelu byly s velkou výhodou použity ocelové formy původně sloužící jako vnitřní bednění při realizaci spouštěných studen. Tím se podařilo elegantně eliminovat všechny výše uvedené potíže. Stabilita výrubu šachty byla pojištěna krátkými sklolaminátovými svorníky a sklolaminátovými sítěmi, které zaručují odolnost proti korozi a tím pádem dlouhou životnost díla.



Obr. 8 Pohled do drenážní šachty
Fig. 8 The view to drainage shaft

5 Závěrem

Lze s jistotou konstatovat, že se na naše poměry jednalo o velice zajímavé a specifické dílo, které může být příkladem pro řešení obdobných problémů na vodních dílech v České republice. Samozřejmostí je vyslovení uznání hlavnímu stavbyvedoucímu panu Pavlovi Karáskovi a stavbyvedoucímu panu Pavlu Žabenskému za obětavé a erudované vedení prací. V neposlední řadě pak všem dělníkům a horníkům, kteří na stavbě pracovali a bez jejichž fortelu a umu by dílo jen obtížně vzniklo.

Na úplný závěr je vhodné sdělit, že drenážní štola má i své jméno – Cecilka. Byla tak pokřtěna dne 18. 7. 2013, při příležitosti odhalení sošky svaté Barbory (patronky tunelářů) u portálu štoly. Je pozoruhodné, že po tomto datu se počet komplikací provázející výstavbu zřetelně snížil a podařilo se i dohnat vzniklý časový skluz a dílo předat a převzít v řádném smluvním termínu.



Obr. 9 Svatá Barbora
Fig. 9 Saint Barbara



Obr. 10 Dílo dokonáno jest
Fig. 10 Work finished



Obr. 11 Definitivní portál drenážní štoly
Fig. 11 Final portal of drainage tunnel