



▲ Základové výpustě odběrného objektu Máchova jezera

Oprava výpustního zařízení Máchova jezera



Ing. Martin Valečka

V roce 1987 vystudoval Fakultu stavební ČVUT v Praze, obor vodohospodářské stavby, poté byl zaměstnán ve firmě Hydroprojekt. V současné době je jednatelem a ředitelem firmy MV projekt spol. s r.o. Je předsedou zkušební komise ČKAIT pro obor vodní hospodářství a krajinné inženýrství.
E-mail: martin.valecka@mvprojekt.cz

Stavba Oprava výpustního zařízení Máchova jezera zahrnovala vybourání původního objektu, vyfrézování skalních stěn a podloží, systematickou injektáž pískovcového podloží pro zamezení průsaků, založení nového sruženého objektu sestávajícího z nových česlí, hrazených výpustí (2 x DN100 + 1 x DN500),

z kašnového přelivu s odtokem DN1600 a z vývaru. Byla realizována za šest měsíců po plánovaném vypuštění jezera od 1. listopadu 2014 do 30. května 2015 a byla nominována na Stavbu roku Libereckého kraje 2015.

Úvod

Zájmové území v prostoru sruženého výpustního objektu Máchova jezera se nachází v povodí Robečského potoka, významného přítoku Ploučnice v okrese Česká Lípa v Libereckém kraji. Původní kašnový bezpečnostní přeliv sruženého objektu na hrázi Máchova jezera byl ve špatném technickém stavu. Objevily se průsaky a vývěry vody v tělese přelivu. Tyto průsaky a vývěry vody se vyskytovaly i po odborných opravách provedených v letech 2004–2005. Provedené opravy injektáží tělesa přelivu vedly k pouze částečnému zlepšení stavu bezpečnostního přelivu, který je sledován v rámci výkonu TBD nad vodním dílem III. kategorie.

Řádný technický stav Máchova jezera je nezbytnou podmínkou udržení stabilní vodní hladiny v zátopě a zajištění optimálních

podmínek předmětů ochrany v Národní přírodní památce Swamp – unikátní litorální flóry a fauny slatinného charakteru s významným algologickým nalezištěm. Zároveň je toto vodní dílo zařazeno na základě významu a možného ohrožení území do III. kategorie z pohledu bezpečnosti vodních děl. Důležitým faktorem je také požadavek na zajištění plavební cesty a nároky na rekreační využití Máchova jezera v průběhu vegetační sezony.

Výsledky provedených průzkumů stávajícího stavu výpustního zařízení Máchova jezera potvrdily nutnost realizace opatření na zajištění soudržnosti podloží stavby, rekonstrukci technologické části ovládání stavidel i rekonstrukci potrubí. S ohledem na požadavky platné legislativy (vyhlášky Ministerstva zemědělství č. 590/2002, o technických požadavcích pro vodní díla) na zajištění bezpečnosti vodních děl bylo žádoucí vybavení výpusti také záložním výpustním potrubím se třemi ovládacími mechanismy.

Z výsledku provedených průzkumů vycházela projektová dokumentace zpracovaná firmou MV projekt spol. s r.o., jejímž výsledkem byl návrh řešení rekonstrukce sdruženého objektu VD, který byl v rámci daného hydrotechnického řešení i vzhledem k významu VD posouzen na bezpečnost při průchodu tisíciletého povodňového průtoku.

Konstrukční a technické řešení

Stavba navazovala na plánované vypuštění Máchova jezera jeho současným správcem. Pro samotné vypuštění a zpětné napuštění

jezera byly stanoveny velmi náročné podmínky a termíny, kterými se tato stavba musela řídit. Stavba byla realizována v jedné etapě od listopadu 2014 do května 2015. Během stavby staveniště chránila provizorní hráz z ECO vaků plněných kamenivem, na které byla pak instalována těsnicí gumová geomembrána EPDM Fires-tone, chráněná geotextilií s ukotvením a zatěsněním do skalního podloží. Hráz z vaků plněných kamenivem chránila staveniště po celou dobu realizace výpustního objektu při současném napouštění Máchova jezera. Napouštění trvalo přibližně sedm měsíců a zároveň se stavěl nový sdružený objekt, který slouží pro regulaci stavu vody v jezeře a bezpečně musí převést povodňové průtoky až do výše Q_{1000} .

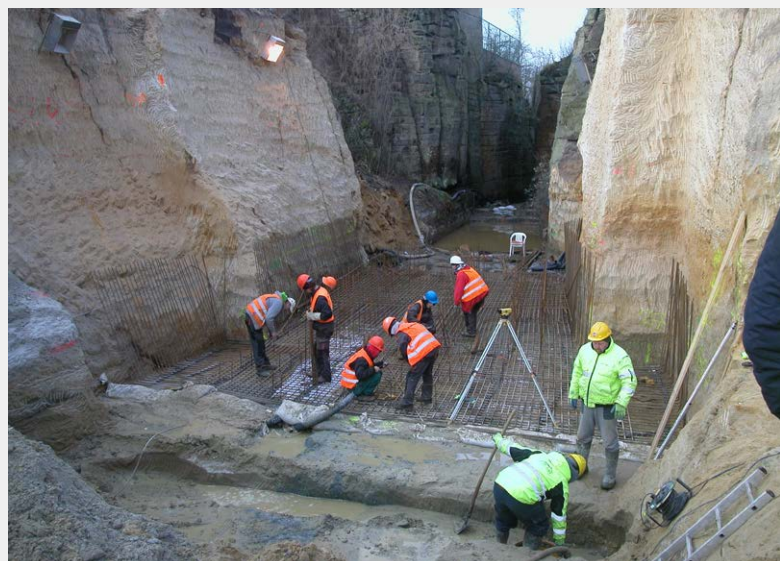
Nádrž

Máchovo jezero (dříve Velký rybník) vzniklo po vybudování (v roce 1367) poměrně krátké hráze v zúženém místě údolí Robečského potoka u dnešních Starých Splavů zaplavením sníženého území s rozsáhlými rašelinnými mokřinami v okolí soutoku Robečského a Břežyňského potoka. Půdorys nádrže zaplněné vodou má nepravidelný a poměrně členitý tvar. Největší šířka nádrže je cca 1,6 km, největší délka cca 3,0 km. Břehy jsou v některých úsecích pozvolné s písčitými plážemi, jinde pak poměrně strmé a porostlé lesními porosty. Máchovo jezero má při normální hladině $H_{\text{norm}} = 266,30$ m n. m. zatopenou plochu cca 3,1 mil. m² (310 ha) a objem vody zadržený při této hladině v nádrži je více než 6,626 mil. m³.



▲ Pohled na provizorní hráz – dvě spodní výpustě DN500 pro MZP

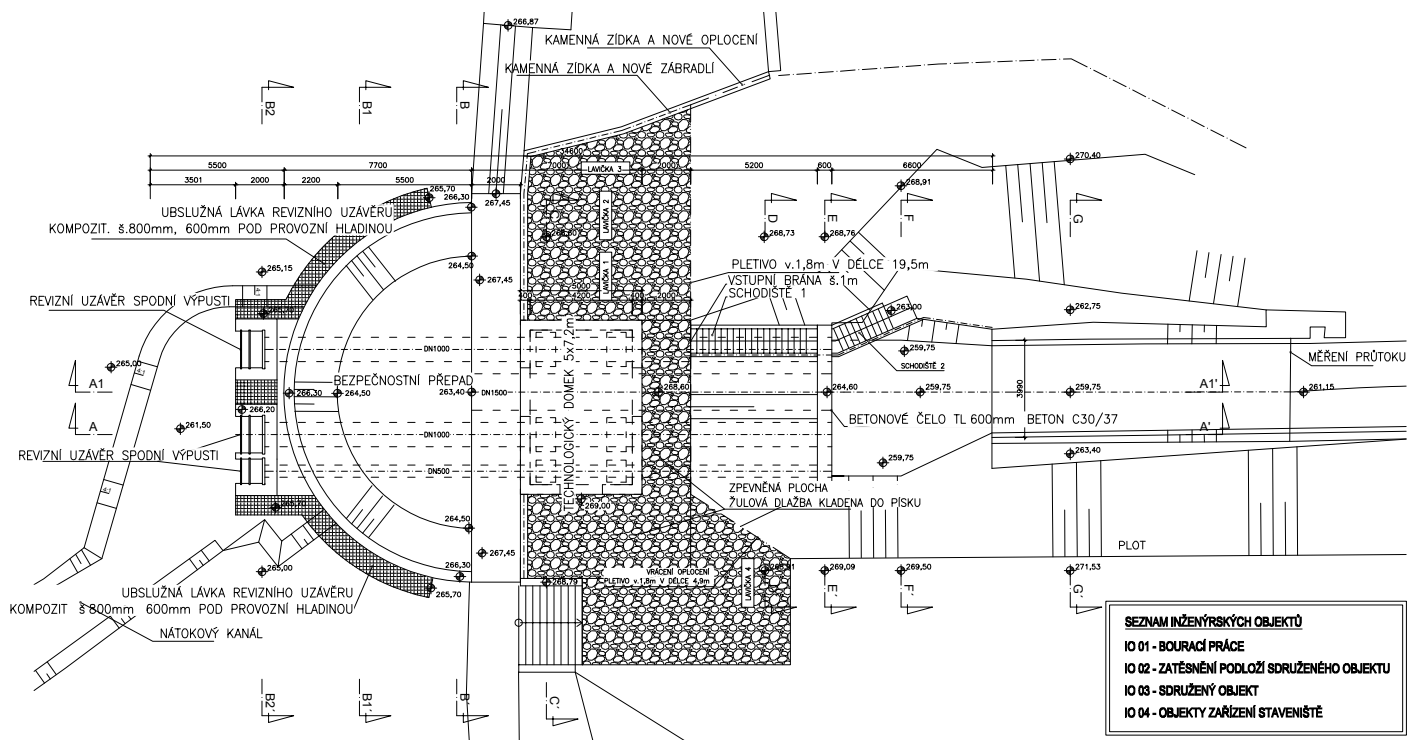
▼ Dokončení betonáže spodní desky a položení dvou spodních výpustí DN1000 ze sklolaminátu



▲ Základová spára po vyfrézování skalního podloží a po aplikaci injektáže

▼ Armovací práce – pohled na spodní výpustě a odpadní potrubí DN1500 pro bezpečnostní přeliv



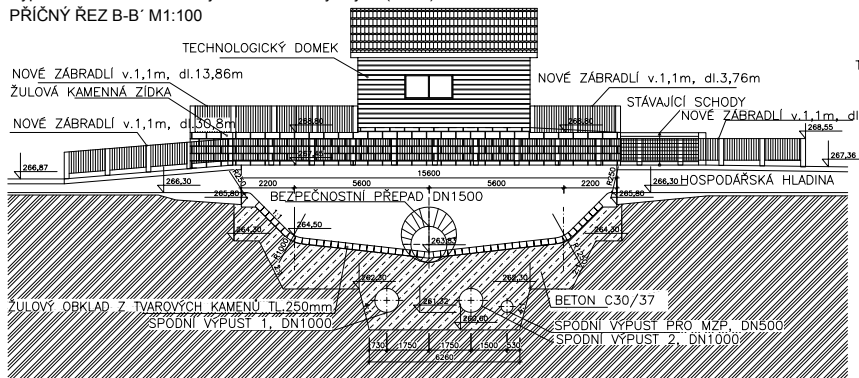


▲ Nový stav – půdorys

▼ Nový stav – příčné řezy

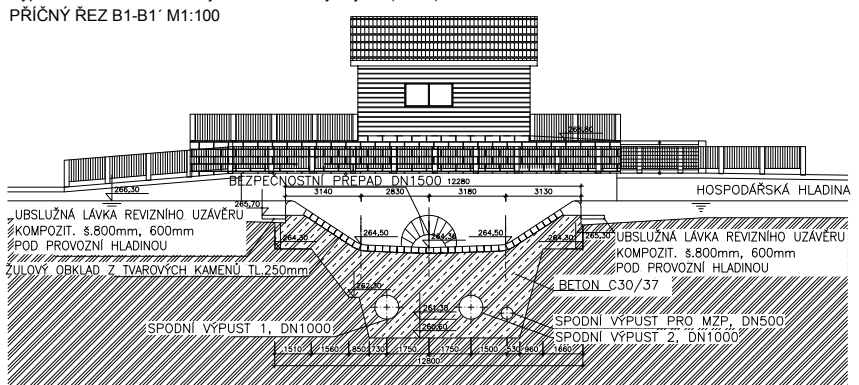
Výpustní zařízení Máchova jezera - sružený objekt (IO 03)

PŘÍČNÝ ŘEZ B-B' M1:100



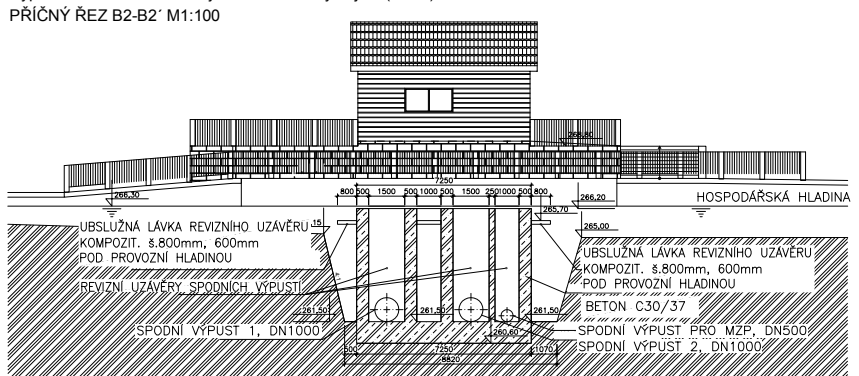
Výpustní zařízení Máchova jezera - sružený objekt (IO 03)

PŘÍČNÝ ŘEZ B1-B1' M1:100



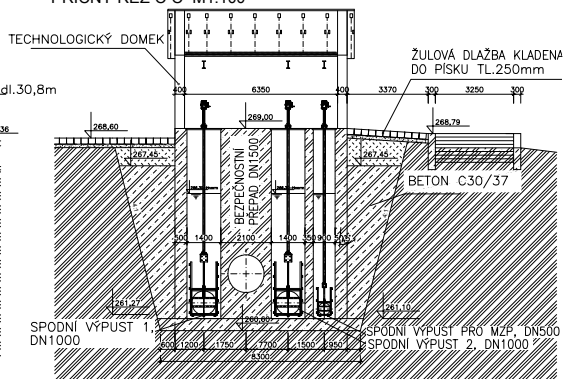
Výpustní zařízení Máchova jezera - sružený objekt (IO 03)

PŘÍČNÝ ŘEZ B2-B2' M1:100



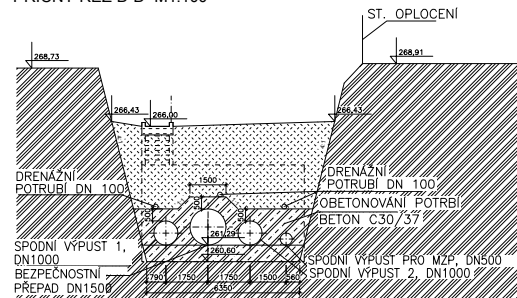
Výpustní zařízení Máchova jezera - sružený objekt (IO 03)

PŘÍČNÝ ŘEZ C-C' M1:100



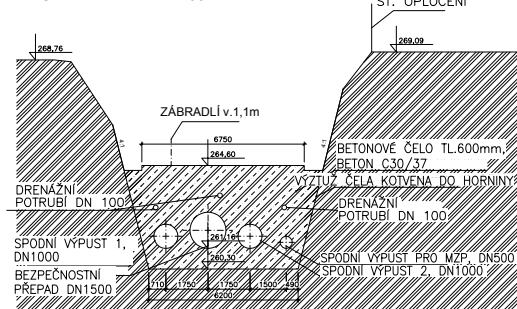
Výpustní zařízení Máchova jezera - sružený objekt (IO 03)

PŘÍČNÝ ŘEZ D-D' M1:100



Výpustní zařízení Máchova jezera - sružený objekt (IO 03)

PŘÍČNÝ ŘEZ E-E' M1:100





▲ Armovací práce – pohled na potrubí, lze vidět přípravu otvorů pro uzávěry



▲ Převod vody (MZP) při dobetonování spodní výpusti DN500



▲ Armovací práce – kašnový přeliv a vtokové objekty spodních výpustí



▲ Kamenické práce – kašnový přeliv

Hráz

Těleso hráze je zemní, sypané z místních materiálů (písčitá hlína, špatně zrněné písky). Půdorysně je hráz přímá. Délka hráze v koruně je 209 m, šířka hráze v koruně je 6,0–8,0 m, šířka v patě hráze je cca 43 m. Nejnižší místo koruny hráze je 10 m od levého konce hráze a má kótu 270,45 m n. m., nejvyšší místo je 29 m od levého konce hráze a má kótu 272,30 m n. m. Návodní svah je ve spodní části opevněn 1,1–1,5 m vysokou svislou kamennou zdí z pískovcových kvádrů. V části nad zdí má návodní svah sklon 1 : 2,0 až 2,5. Vzdušní svah hráze má sklon 1 : 2,5 až 3,0 a je opevněn vegetací.

▼ Výstavba technologického domku



Sdružený objekt

V levém konci hráze je umístěn sdružený objekt, který plní funkci spodní výpusti a kašnového bezpečnostního přelivu.

Bourací práce

V rámci stavby byl kompletně vybourán původní sdružený objekt, následně se vyfrézovalo pískovcové horninové podloží do předepsaného tvaru základové jámy včetně jeho injektáže pro zajištění vodonepropustnosti. Žulové kameny z kašny bezpečnostního přelivu a z technologického domku byly dočasně deponovány v prostoru

▼ Výstavba technologického domku – ovládací stojany stavidlových uzávěrů



hráze pro jejich následné, částečné využití v rámci nového objektu. Ostatní materiál tvořený převážně betonem byl odvezen na skládku a zlikvidován podle zákona o odpadech.

Nový sdružený objekt

Nový sdružený objekt výpusti Máchova jezera sestává z:

- bezpečnostního přelivu;
- spodní výpusti sdruženého objektu;
- provizorního hrazení spodních výpustí včetně česlí;
- technologického domku k sdruženého objektu;
- vývaru a odpadního koryta;
- zpevněné plochy v okolí technologického domku;
- oplocení a zábradlí;
- terénních úprav.

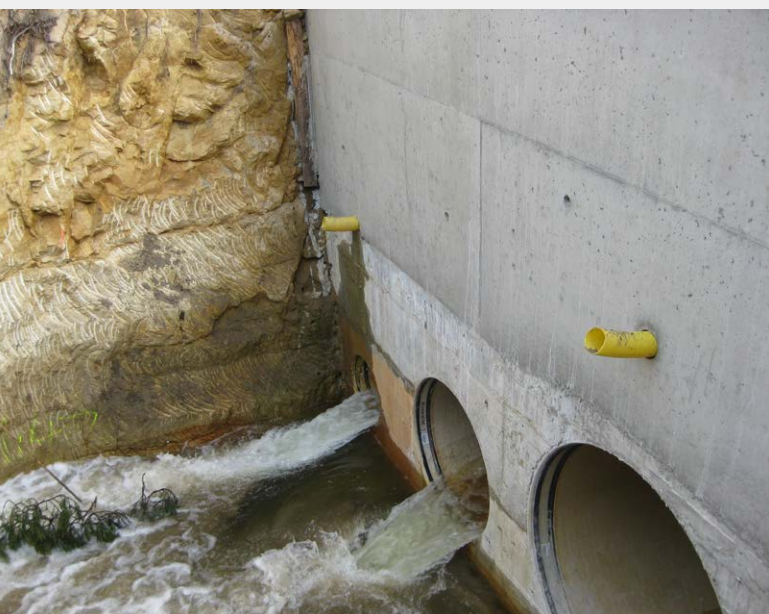
Bezpečnostní přeliv

Bezpečnostní přeliv je navržen jako pevný nehrazený kašnový a má přelivnou hranu na kótě 266,30 m n. m. Přelivná hrana je 24,34 m dlouhá, její půdorys tvoří půlkruh o poloměru 7,70 m. Zaoblení kamených kvádrů tvořících přelivnou hranu má v příčném řezu poloměr 0,25 m. Spadiště kašnového přelivu je opevněno kamennou dlažbou (žulový obklad z tvarových kamenů tl. 250 mm s vyspárováním cementovou maltou). Dno spadiště má sklon 11° k odtokovému potrubí DN1500 umístěnému v prostředku kašny. Vtok do odtokového

potrubí je z důvodu maximálního využití jeho kapacity kuželovitě rozšířený (podle Lískovce, strofoida, $1,37 \times D$, délky $1,25 \times D$). Potrubí je vedeno v betonové konstrukci sdruženého objektu a je zaústěno do vývaru odpadního koryta. Jeho ukončení je betonovým čelem tl. 600 mm. Odpadní potrubí je vedeno v přímé trase. V prostoru mezi technologickým domkem a betonovým čelem, kde je potrubí vedeno v 1% sklonu, je potrubí obetonováno betonem C30/37 v tl. 500 mm. V prostoru pod technologickým domkem je potrubí vedeno ve sklonu 16 v betonovém bloku. Odpadní potrubí je navrženo sklola-minátové z důvodu eliminace následných oprav korozivních poruch.

Spodní výpust sdruženého objektu

Jako spodní výpust Máchova jezera jsou navrženy tři potrubí v dimenzi DN1000, DN1000 a DN500, která jsou součástí sdruženého objektu. Výpustě DN1000 jsou určeny pro převedení neškodných průtoků do max. 5 m³/s a výpust DN500 je určena pro převedení minimálních zůstatkových průtoků (např. při napouštění jezera). Potrubí je vedeno od provizorního hrazení k vyústění do odpadního koryta ve sklonu 1 %. U odpadního koryta je potrubí ukončeno betonovým čelem tl. 600 mm. Výpustní potrubí je vedeno v železobetonové konstrukci sdruženého objektu pod kašnou bezpečnostního přelivu a pod technologickým domkem. Délka výpustního potrubí je 23,6 m. Vtok do odtokového potrubí je z důvodu maximálního využití jeho kapacity kuželovitě rozšířený. V prostoru mezi technologickým domkem a betonovým čelem je



▲ Spodní výpustě v činnosti

▼ Vzdušná strana – dokončovací práce



▲ Vtokové objekty spodních výpustí – dokončení

▼ Kašnový přeliv a vtokové objekty – finální podoba





▲ Návodní strana – dokončovací práce

potrubí obetonováno betonem C30/37 v tl. 500 mm. Výpustní potrubí je navrženo sklolaminátové z důvodu eliminace následných oprav korozivních poruch. Při instalaci sklolaminátového potrubí bylo nutno dodržet pokyny výrobce k pokládce potrubí, jeho kotvení a postupu betonáže tak, aby nedošlo k deformaci potrubí tíhou betonu, nebo naopak k jeho vyplavování vzlakem čerstvého betonu. Spodní výpusti srušeného objektu jsou vybaveny stavidlovým uzávěrem návodním a vzdušním provozním uzávěrem. Uzávěry jsou poháněny elektromotory s možností ručního ovládání při výpadku proudu.

Provizorní hrazení spodních výpustí

Před vtokem do výpustního potrubí je v betonovém objektu ve tvaru U jedna drážka pro provizorního hrazení a jedna drážka pro česle.

Technologický domek srušeného objektu

Provozní domek o jedné místnosti se vstupními vraty a dvojicí oken je umístěn na železobetonové spodní stavbě. Svislé stěny vrchní stavby jsou zděné z keramických tvárnic tl. 400 mm. Zastřešení tvoří dřevěný krov se skládanou krytinou z bobrovek. Krov je opatřen sádkokartonovým zavěšeným podhledem. Svislé konstrukce budou z vnitřní strany opatřeny dvouvrstvou vápenocementovou omítkou. Z vnější strany jsou svislé konstrukce kryty dřevěným provětrávaným obložením z dřevěných palubek tl. 14 mm s lazurou. Soklová část je opatřena soklovou mozaikovou omítkou.

V místnosti technologického domku jsou umístěny ovládací prvky technologického celku výpustního zařízení:

- výpust 1 – dva stavidlové uzávěry pro DN1000;
- výpust 2 – dva stavidlové uzávěry pro DN1000;
- výpust 3 – dva stavidlové uzávěry pro DN500.

Vývar a odpadní koryto

Na srušený objekt navazuje vývar, který tlumí energii vody vytékající z výpustního potrubí DN 1500. Betonový vývar je vybudován ve dně hlubokého koryta vysekaného v pískovcové skále u levého konce hráze. Vývar je rozšířený v místě výtoku nových výpustí na 5,6 m ve dně, v délce cca 6,6 m s pozvolným napojením na stávající břehy odpadního koryta. Dno v nejhlubší části vývaru dlouhé 9,3 m má kótu 259,75 m n. m. Vývar je ukončen stupňovitým betonovým prahem se čtyřmi stupni 0,70 m širokými a 0,35 m vysokými. Na vývar navazuje odpadní kanál vytesaný ve skále. Přístupové schodiště k vývaru je situováno v místě vstupu k odpadnímu korytu.

Odpadní koryto

Veškerá voda z Máchova jezera odtéká přes srušený objekt do skalního koryta, které navazuje na vývar pod srušeným objektem. Délka skalního koryta od konce vývaru k objektu bývalé MVE je



▲ Vývar – finální podoba

34 m. Koryto má přibližně obdélníkový průtočný profil, který se plynule zužuje ze šířky 4,5 m za koncem vývaru na šířku 3,2 m před objektem bývalé MVE.

Závěr

Rekonstrukce byla dokončena v požadovaném termínu a od 1. června 2015 byla stavba uvedena do jednoročního zkušebního provozu. ■

Identifikační údaje stavby

Stavba:	Oprava výpustního zařízení v NPP Swamp
Místo stavby:	obec Doksy – Staré Splavy, k.ú. Doksy u Máchova jezera
Doba realizace:	11/2014–05/2015
Stavebník:	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
Projektant:	Ing. Martin Valečka, Ing. Milan Lipták – MV projekt spol. s r.o.
Zhotovitel:	AQUASYS spol. s r.o.
Stavbyvedoucí:	Václav Švoma
Autorský dozor:	Ing. Milan Lipták, MV projekt spol. s r.o.
Technický dozor investora:	Ing. Petr Zajíc, Vodohospodářský rozvoj a výstavba a.s. (VRV a.s.)
TBD (technicko-bezpečnostní dohled):	Ing. Jiří Koťátko, VODNÍ DÍLA – TBD a.s.

english synopsis

Repair of Máchovo jezero Lake Outlet Device

The construction project entitled Repair of Máchovo jezero Lake Outlet Device included demolition of the original object, milling of the rock walls and subsoil, systematic injection of the sandstone bed to prevent infiltrations, foundation of a new associated object including a new screen, gated outlets (2 × DN1000 + 1 × DN500), a fountain weir with a DN1500 drain and a stilling pond. The project was implemented in six months from the scheduled lake draining in the period between 1 November 2014 and 30 May 2015 and nominated for the award for the Construction of the Year 2015 in the Liberecký Region.

klíčová slova:

výpustní zařízení Máchova jezera

keywords:

outlet device of Máchovo jezero lake