



1

REKONSTRUKCE PŘELIVNÝCH POLÍ VODNÍHO DÍLA NECHRANICE

RECONSTRUCTION OF THE OVERFLOW CHANNELS OF THE NECHRANICE WATERWORKS

Petra Suchopárková, Jiří Zahradnický, Petr Hajdina

Od zahájení výstavby páté největší nádrže na našem území uplynulo letos 60 let. V článku je představen aktuální projekt rekonstrukce hradičkové konstrukce včetně jednotlivých etap vlastní realizace. Díky modernizaci technologie přelivných klapek, která lépe vyhovuje současným standardům, dojde ke zlepšení manipulačních možností v zásobním prostoru nádrže. Celá stavba byla rozdělena na dvě části. V loňském roce byla dokončena rekonstrukce levého přelivného pole, oprava v poli pravém byla zahájena v srpnu 2021.

60 years have passed this year since the construction of the fifth largest reservoir in the Czech Republic began. This article presents the current project of the reconstruction of the emergency spillway gate including the individual stages of the actual implementation. The introduction of the flap gates, better suited to current standards, will improve the operating capabilities of the reservoir storage capacity. The entire construction was divided into two stages. The reconstruction of the left gate was completed last year, while the construction works on the right gate started in August 2021.

Investor	Povodí Ohře, státní podnik
Projektant	Sweco Hydroprojekt, a. s.
Ověření projektu na modelu	Katedra hydrotechniky ČVUT v Praze
Zhotovitel	sdržení VD Nechranice (vedoucí výstavby Pavel Hrdý, SMP CZ, a. s.)
Geodet stavby	Theodata-GP Eduard Fleischer
Zhotovitel betonových konstrukcí	SMP CZ, a. s., Divize 5 (stavbyvedoucí Jiří Šlemr)
Dodavatel betonu	TBG severozápadní Čechy, s. r. o.
Výrobce klapy	Strojírny Podzimek, s. r. o. (vedoucí projektu Zdeněk Pittner)
Projekt	2015–2017
Realizace levého pole	30. 11. 2017 – 30. 11. 2020
Realizace pravého pole	srpen 2021 – 2024 (předpokládané dokončení)

Vodní dílo Nechranice leží přibližně v polovině toku řeky Ohře mezi městy Chomutov, Kadaň a Žatec. Jedná se o největší přehradní nádrž v povodí Ohře a pátou největší na našem území. Její hráz o délce 3 280 m je nejdelší sypanou hrází v Evropě a svým objemem 9,5 mil. m³ patří mezi největší evropské sypané hráze. Celkový objem nádrže je 287,6 mil. m³ při zatopené ploše 13,38 km².

Hráz s výškou 47,5 m nad základovou spárou je široká 9 m v koruně a 800 m v patě. V místě původního dna řeky se opírá o mohutné zatěžovací lavice. Stabilizační část je tvořena místními štěrkopískami, těsnicí část sprášovými hlínami. Těsnicí část je umístěna na návodní straně a je opatřena monolitickým betonovým ochranným pláštěm s dilatační-

1 Vodní dílo Nechranice bylo na severozápadě Čech budováno v letech 1961 až 1968 2 V rámci projekčních prací rekonstrukce proběhl v roce 2016 na ČVUT v Praze modelový výzkum; na snímku je zachycen fyzikální model v měřítku 1 : 50 3 Příčný řez bezpečnostním přelivem sypané hráze
 1 The Nechranice Waterworks was built in the northwest Bohemia between 1961 and 1968 2 As a part of the design work, physical model research at a scale of 1 : 50 was carried out at the Czech Technical University in Prague in 2016 3 Cross-section of the emergency spillway on the earth dam

mi spárami vyplněnými pórobetonem. Podloží hráze je těsněno jílovobetonovou těsnicí clonou do hloubky až 31 m. Vzhledem ke komplikovaným základovým poměrům je pro snížení pórových tlaků v podloží toto vodní dílo v podhrázi vybaveno rozsáhlým systémem odvodnění se sledováním průsaků.

V pravé části nádrže, v nejhlubším místě, stojí věžový sdružený objekt, jenž je založen na 134 konsolidačních pískových pilotách. Ve spodní části tvaru kvádrů vysokého 14 m jsou uloženy dvě Kaplanovy turbíny. Spodní výpusti o průměru 1 800 mm jsou napojeny přímo na spirály turbín a vyústěny nad sávkou do odtokové chodby parabolického tvaru o dvou etážích, délka chodby je 475 m. Horní část věžového objektu tvoří dva sousedí železobetonové válce výšky 50 m. Vnější válec má průměr 20,4 m a stěnu tloušťky 1,2 m. V prostorech mezi válci je umístěno technologické zázemí elektrárny a v horní části velín.

V levé části hráze je umístěn korunný železobetonový přelivný objekt s navazujícím 600 m dlouhým lichoběžníkovým betonovým skluzem. Aby nedocházelo ke ztrátám vody z nádrže přeléváním velkých vln přes přelivné hrany, byl v nádrži před přelivným objektem vybudován betonový vlnolam tvořený nornou stěnou uloženou na železobetonových sloupech. Bezpečnostní přeliv se původně skládal ze tří polí šířky 15 m založených na mohutných betonových deskách. Hydrostatické

segmentové uzávěry, které kontrolovaly prostor nádrže mezi kótami 268 a 271,9 m n. m., se sklápěly do 5 m vysokých betonových prahů. Relativně subtilní pilíře, jejichž středem probíhá dilatace mezi jednotlivými bloky, nesou mostovku komunikace vedoucí po koruně hráze.

Funkce vodního díla a cíl rekonstrukce

Hlavním důvodem pro výstavbu v letech 1961 až 1968 bylo zajištění dostatečného množství vody pro průmysl a zemědělství v oblasti. K původnímu účelu se v dnešní době přidružuje zajištění minimálního zůstatkového průtoku, výroba elektrické energie a částečně i ochrana území před povodněmi. Právě protipovodňová ochrana byla při výstavbě opomenuta, což se projevilo i při povodni v roce 1981, kdy nebylo možné v dostatečné míře využít velký protipovodňový potenciál nádrže.

Pro zlepšení podmínek pro manipulaci na vodním díle proběhla v letech 2003 a 2004 rekonstrukce středního pole, při níž byl odstraněn betonový práh tohoto pole a hradicí konstrukce byla nahrazena segmentovým uzávěrem s nornou stěnou. Manipulační možnosti se tím rozšířily o 5 m až na kótu 263 m n. m. a nyní je tak možné vypouštění neškodného odtoku již v zásobním prostoru nádrže.

Pro umožnění plynulé manipulace během všech vodních stavů a pro



2

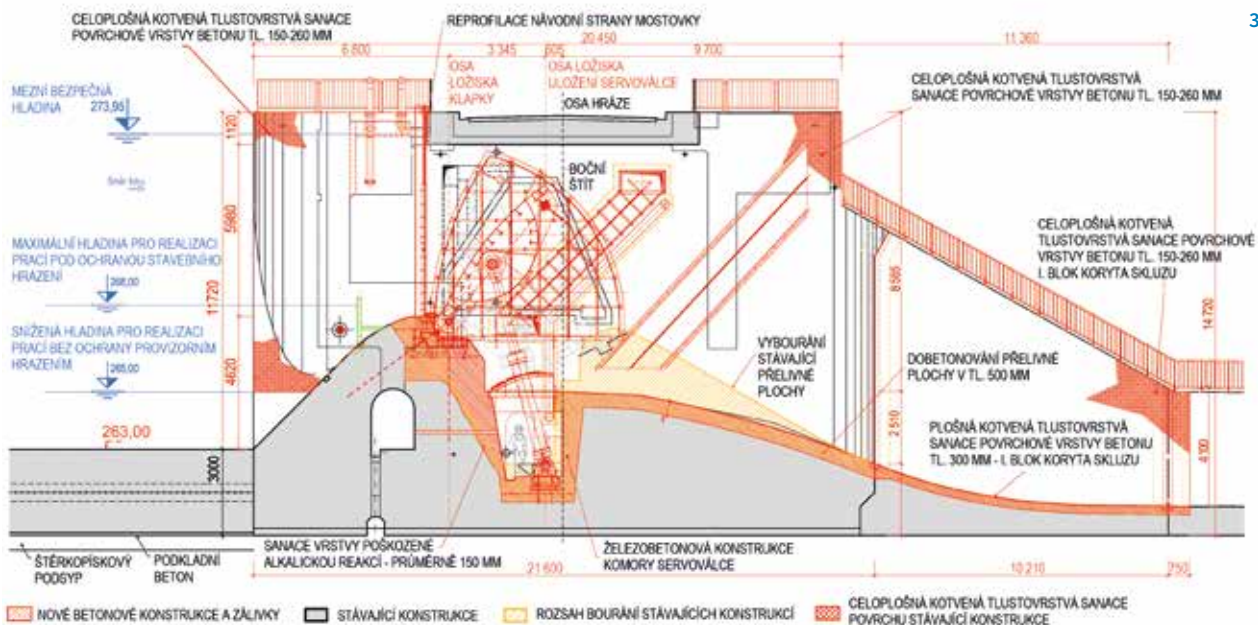
možnost navýšení ovladatelného retenčního prostoru nádrže byla naplánována rekonstrukce i zbývajících, krajních polí bezpečnostního přelivu. Pro financování bylo využito dotačního programu 129 260 Podpora prevence před povodněmi III.

Projekční práce

V projektové dokumentaci rekonstrukce obou krajních polí bylo navrženo nahradit původní hydrostatické segmenty novými dutými klapkami čochkovitého průřezu s aktivní hradicí výškou 5,43 m, jež umožňuje rozsah manipulací pro hladinu 267,62 až 273,05 m n. m. Dále byla navržena úprava přelivného objektu tak, aby byla možná vestavba těchto nových hradicích prvků.

Vzhledem k nestandardním rozměrům, neboť šířka klapky pro jedno pole činí 14,96 m, byla z důvodu manipulace, montáže, spolehlivosti provozu

3





4



5



6



7

a požadavkům na maximální těsnost každá klapka navržena ze dvou dílů, které se na stavbě spojí přes masivní přírubu a svaří v jeden tuhý celek. Ukotvení klapky bylo navrženo na deseti ložiscích na prahu, přičemž klapku zároveň podpírají čtyři hydroválce. Těmito ložisky a hydraulickými pohony je veškeré zatížení přenášeno do spodní stavby. Toto řešení umožňuje snížení provozních tlaků v hydraulickém systému ovládání. U původních pilířů je uvažováno s namáháním pouze při aretaci klapky v horních polohách.

V rámci projekčních prací proběhl v roce 2016 na Katedře hydrotechniky ČVUT v Praze modelový výzkum s cílem posoudit stávající stav, ověřit funkci vlnolamu, přelivu a skluzu při povodních a posoudit navržené úpravy z hlediska možnosti bezpečného převedení kontrolní povodňové vlny KPV₁₀₀₀₀. Pro toto posouzení byl postaven fyzikální model v měřítku 1 : 50 a vytvořen matematický prostorový model.

Realizace

Po zvážení všech okolností byla stavba rozdělena na dvě části – levé a pravé přelivné pole. 30. listopadu 2017 bylo sdružení VD Nechanice předáno staveniště pro stavbu v levém poli přelivného objektu.

Příprava stavby pro novou hradicí konstrukci

Již při zahájení přípravných prací, resp. při realizaci sjezdu do skluzu od bezpečnostního přelivu byly práce opakovaně přerušovány s ohledem na aktuální hydrologickou situaci, kdy

byla potřeba odpouštět průtoky větší, než dovolovalo bezpečné provádění stavby sjezdu.

Po provedení sjezdu do odtokového profilu levého přelivu byly zahájeny práce na demontáži hydrostatického uzávěru a následně byly odstraněny boční těsnicí štíty, ložiska hradicí konstrukce i další zabetonované části konstrukce. V průběhu bouracích prací bylo nutno řešit např. i nepropustné zachytávání technologické vody.

Od počátku zahájení všech prací musel být přítomen geodet, který celý stávající levý přeliv zaměřil, připravil 3D model a musel asistovat u každé části prováděných prací – při klasické demolici, hydrodemolici a betonážích včetně ukotvení všech zabudovaných technologických prvků. Po celou dobu stavby byl navíc prováděn zvýšený technicko-bezpečnostní dohled, v jehož rámci se prováděla všechna standardní měření, sledování a testování podle platného programu technicko-bezpečnostního dohledu, rozšířené o měření a sledování jevů přímo i nepřímo souvisejících se zásahem do konstrukce vodního díla.

Stávající betonové konstrukce spodní stavby vč. skluzu se bouraly těžkou mechanizací. Stěny obou pilířů a navazujících železobetonových stěn se do hloubky cca 150 až 250 mm z důvodu ochrany stávající výztuže odbourávaly specializovanou technologií – hydrodemolicí –, která se v takto velkém rozsahu v ČR ještě neprováděla. Po zahájení prací bylo zjištěno, že je v tomto případě nutné využít na stavbě dvě různé technologie provádění, jednak ruční a jednak

4 Stěny obou pilířů a navazujících železobetonových stěn se z důvodu ochrany stávající výztuže odbourávaly specializovanou technologií – hydrodemolicí 5 Při hydrodemolici byly použity speciální stroje o výkonu 1 300 až 2 500 bar při spotřebě vody 60 až 200 l/min 6 Veškeré původní zálivky a podstatná část přelivné plochy byly odbourány tak, aby byl vytvořen dostatečný prostor pro sklopení nové hradicí konstrukce 7 Během stavebních prací byla mostovka komunikace podchycena osmi ocelovými nosníky 8 Do bočních pilířů byly osazeny vnitřní zavzdušňovací trouby 1000/300 mm 9 Technicky velice náročné bylo také ukotvení nových bočních štítů a následně etapové betonáže 4 The walls of both piers and the adjacent reinforced concrete walls were demolished using a unique technology – hydro demolition in order to protect the existing reinforcement 5 In the hydro demolition process, special machines with an output of 1,300 to 2,500 bar and water consumption of 60 to 200 l/min were used 6 All the original grouting and a substantial part of the overflow area concrete was removed to create sufficient space allowing the new flap structure to be cast down 7 During the construction works, the road bridge structure was supported by eight steel cross-beams 8 Internal 1000/300 mm air vents were installed in the side piers 9 The anchoring of the new side shields and the subsequent staged concrete pouring was also technically demanding

strojn (robotem). Na tyto práce byly použity speciální stroje o výkonu 1 300 až 2 500 bar při spotřebě vody 60 až 200 l/ min. Hydrodemoliční práce byly technologicky a zvláště organizačně velmi náročné a průměrný denní výkon byl přibližně 0,5 m³. Před jejich zahájením byla stávající mostní konstrukce z důvodu zeslabení stěn bočních pilířů podchycena osmi ocelovými nosníky. V celém průběhu stavby bylo nutné provádět mostní prohlídky, měření vibrací od provozu s ohledem na kvalitu betonáže a řešit množství uzavírek provozu.

V důsledku významného zdržení v postupu prací muselo být také řešeno navýšení provizorního hrazení pro zimní období.

Betonářské práce

Stěny obou pilířů levého pole byly dobetonovány do jednostranného bednění kotveného přes původní výztuž do stávající stěny na několik etap. Poslední dobetonování části stěny na pravém pilíři muselo být provedeno až po osazení klapky z důvodu nerovnoměrného osazení stávající výztuže, která se obnažila až při hydrodemolici. V průběhu obnažení části betonových konstrukcí na přelivu se ve spodní stavbě objevila původní pracovní spára, která vykazovala poruchy. Muselo se řešit jiné ukotvení ložisek pro uchycení hydroválců vč. nového návrhu hlubšího kotvení. Provedení otvorů pro budoucí kotvení bylo velmi složité, neboť bylo žádoucí nenarušit stávající výztuž ve spodní stavbě náběhové hrany přelivu.

Technicky velice náročné bylo také ukotvení nových bočních štítů a násled-

né etapové betonáže. Poté se vybouraly veškeré původní zálivky a odbourala se podstatná část přelivné plochy tak, aby byl vytvořen dostatečný prostor pro sklopení nové hradicí konstrukce. V tlačné komoře se vyhloubily prostory pro osazení podpěrných servoválců a do bočních pilířů se osadily vnitřní zavzdušovací trouby 1000/300 mm. Osadily se boční štíty, nová ložiska pro ukotvení duté klapky a ložiska pro servoválcce, nainstalovalo se nové pancéřování dosedacího prahu. Vše se stabilizovalo zálivkami a dobetonovala se přelivná plocha v upraveném tvaru.

Po osazení hydroválcce a klapky, která byla do pozice usazována po částech, následovalo svaření obou dílů klapky, seřízení klapky, osazení těsnění, napojení všech rozvodů, dokončení betonáže pilířů a přelivné plochy ad.

Zároveň byla rekonstruována rozvodna ve středním poli, kde byl umístěn nový dieselagregát, protože ovládnání nových uzávěrů je závislé na dodávce výlučně elektrické energie.

Použitý beton

Projektem bylo do masivních konstrukcí v jádru předepsáno použití betonu C30/37 - XC4 (CZ), XF4 a na povrch přelivné plochy, kam dopadá přepadový paprsek, byl předepsán beton C35/45 - XC4 (CZ), XF4, XM3. Před vlastní betonáží nových konstrukčních prvků byly vedeny také dlouhé diskuse mezi objednatelem a zhotovitelem ohledně navržených přísad do betonů ve vazbě na záruční podmínky. Pro omezení průniku vody z vnějšího prostředí do konstrukce byl investorem požadován beton s přímě-

sí zajišťující těsnící krystalizaci uvnitř betonu. Vzhledem k tomu, že navržená přísada nebyla součástí certifikovaných receptur oslovených dodavatelů betonových směsí, odmítl zhotovitel převzít garanci za takto upravený beton a ve výsledku byl použit beton bez této přísady.

Pro zhotovení veškerých betonových konstrukcí byly použity speciální betonové směsi, které splňovaly náročné podmínky pro zpracování. Pro přibetonávky nových bočních štítů byl použit snadno zhutnitelný beton C30/37 - XC4, XF3 - D_{max} 8 mm - Cl 0,2 % - hmotnostní koncentrace cementu CEM I max. 425 kg/m³ - S4. Na zhotovení konstrukce přelivu byl použit beton C30/37 - XC4, XF3 - D_{max} 22 mm - Cl 0,4 % - hmotnostní koncentrace cementu CEM I max. 390 kg/m³ - S2, S3.

Nový hradicí systém

Nová hradicí tělesa jsou umístěna zhruba ve stejném místě jako původní hradicí konstrukce. Klapka přenáší všechny síly do spodní stavby a do podloží pomocí ložisek a hydraulických pohonů, otáčí se okolo vodorovné osy umístěné pod korunou pevného prahu a převádí a plynule reguluje veškerý průtok pouze přepadem. Pohyb klapky zajišťují čtyři přímočaré hydromotory, které ji podpírají a jsou opřené do spodní stavby. Původní pilíře jsou využity pouze pro umístění bočních štítů a silově jsou namáhány pouze při aretaci některé z klapky v horní poloze. Ložiska klapky jsou na koruně pevného prahu upevněna do ocelových základů zakotvených do prahu kotvami. Armatura praho-

8



9





10



11



12



13

vého těsnění je umístěna na koruně pevného prahu spolu se základem provizorního hrazení. Boční štíty jsou v celém rozsahu pohybu klapky. Rám štítů je ocelový a jeho povrch tvoří nenamrzavá hmota, neboť štíty nejsou vyhřívány.

Klapku je možné zaaretovat ve dvou horních polohách. Pro zamezení vzniku podtlaků v prostoru pod přepadovým paprskem bylo instalováno dvojí zavzdušňovací potrubí.

Klapky mají aktivní hradičí výšku 5,43 m, po překonání maximální kóty nadřzení se začne nádrž vypouštět hradičími uzávěry dle manipulačního řádu (spodní výpustí v šachtovém objektu a spodním segmentem a klapkami na bezpečnostním přelivu). Hlav-

14



ním cílem výstavby nových klapek je:

- možnost udržovat maximální hladinu ovladatelného prostoru na kótě 272,20 m n. m., což je kóta přelivné hrany klapky,
- možnost zdvihnout klapku a zaaretovat ji až na kótu maximální hladiny neovladatelného prostoru na kótě 273,05 m n. m.,
- možnost převádět (povodňový) průtok při maximální hladině v nádrži a v každé poloze až do úplného sklopení klapky.

Těleso klapky

Vlastní těleso klapky je svařeno ze skružených ocelových plechů (hradičí plech tloušťky 14 mm a výztužný plech, tzv. břicho klapky, o tloušťce 15 mm). Příčné

plechové výztuhy, tzv. diafragmy, mají tloušťku 20 mm, přičemž v místě ložiska jsou zesíleny na 30 mm, a čelní diafragmy mají tloušťku 50 mm. Vše je zhotoveno z oceli či nerezové oceli, dutiny jsou odvodnitelné. Na přepadové hraně hradičího plechu jsou ve dvou velikostech umístěny „rozražeče“ vodního paprsku. Pro případ montáže či demontáže čepu hydromotoru jsou v krajních dutinách klapky přírubové přípravky pro ukotvení montážního hydromotoru. Předpokládaná životnost konstrukce je 50 let.

Boční těsnicí štíty

Boční štíty byly osazeny do připravených (částečně vybouraných) výklenků ve stěnách pilířů. Ty umožňují těsnění v celém rozsahu pohybu klap-

10 Osazování nové přelivné klapky – z důvodu manipulace, montáže, spolehlivosti provozu a požadavkům na maximální těsnost byla klapka navržena ze dvou dílů **11** Na přepadové hraně hradičího plechu jsou ve dvou velikostech umístěny „rozražeče“ vodního paprsku **12** Hydroválcce **13** Betonáže po ukotvení nových bočních štítů a osazení klapky **14** Levé přelivné pole po dokončení rekonstrukce

10 Fitting the new flap – due to handling, installation, operational reliability and requirements for maximum tightness, the gate was designed in two parts **11** Water jet “splitters” in two sizes are located on the edge of the gate plate **12** Hydraulic drives **13** Concreting after anchoring the new side shields and fitting the flap gate **14** Left spillway opening after the reconstruction was finished



15

15 Úpravou bezpečnostního přelivu dojde ke zlepšení manipulačních možností zejména v zásobním prostoru nádrže **16** V srpnu 2021 byla zahájena stavba stejného rozsahu v pravém poli bezpečnostního přelivu

15 The modification of the emergency spillway will improve the operating capability especially of the reservoir storage volume **16** In August 2021, construction of the same scope began in the right emergency spillway opening

ky. Jejich povrch je tvořen deskami z UHMW-PE (ultra vysokomolekulárního nízkotlakého polyethylenu) s vysokou hydroabrazivní odolností vůči erozi, výbornými kluznými vlastnostmi s hladkým nelepivým a nepřimrzavým olefinickým povrchem a odolností proti UV záření. Tento materiál má vysokou rázovou a vrubovou houževnatost. Po osazení bočních štítů bylo zásadní ověření rovinnosti výsledného povrchu z důvodu zajištění co nejlepší těsnosti. Vlastní těleso štítů

16



tvoří svařovaná ocelová konstrukce. Z důvodů přepravy a montáže byl každý štít podélně dělen na tři díly, které k sobě byly po rektifikaci přivařeny.

Závěr

Stejně jako v ostatních oblastech našeho života i do této stavby zasáhla epidemiologická situace související s onemocněním covid-19 a došlo k posunu některých dílčích činností, např. tzv. suchých zkoušek. Dlužno podotknout, že rekonstrukci poněkud zkomplikovala také změna dodavatele hradicí konstrukce v průběhu stavby. Stavba byla dokončena k 30. listopadu 2020 a dílo bylo poté převzato do zkušebního provozu. K ověření funkčnosti došlo při tzv. mokřích zkouškách, které z důvodu vhodných hydrologických podmínek proběhly v březnu 2021.

V srpnu 2021 byla rovněž zahájena stavba stejného rozsahu v pravém poli bezpečnostního přelivu. V současné době je rozebrána hradicí konstrukce a bylo zahájeno odbourávání stávajících betonových konstrukcí. Dokončení stavby je plánováno na rok 2024.

Zdroje:

- [1] Rekonstrukce přelivové klapky na VD Nechranice dopadla na výbornou. *Stavební a investorské noviny* [online]. 26. 10. 2020. Dostupné z: tvstav.cz

Výše popsanou úpravou bezpečnostního přelivu dojde ke zlepšení manipulačních možností zejména v zásobním prostoru nádrže. Hlavním přínosem je především zvýšení protipovodňové ochrany území pod hrází a možnost nadlepšování průtoků Ohře a Labe pro plavbu nebo při ekologických haváriích. Zlepší se také podmínky pro ovlivňování teplotního režimu dolní Ohře a zabezpečení minimálních průtoků v toku pod hrází. V neposlední řadě bude zvýšena bezpečnost vodního díla, zejména při průchodu mimořádných povodní.

Fotografie: 1 až 4, 7 až 15 – archiv Povodí Ohře, 5, 6 – Petr Hajdina



Ing. Petra Suchopárková
Povodí Ohře, státní podnik
suchoparkova@poh.cz



Ing. Jiří Zahradnický
Stavební a investorské noviny
zahradnický@stanoviny.cz



Ing. Petr Hajdina
SMP CZ, a. s.
hajdina@volny.cz