

NOVÉ PLAVEBNÍ PROPUSTI NA ŘECE MOSELA V TRIERU A ZELTINGENU, SRN ■ NEW SLUICES ON THE MOSELA RIVER IN TRIER AND ZELTLINGEN, GERMANY



Libor Švejda

V článku je krátce představena výstavba dvou plavebních komor na řece Mosela. Při jejich návrhu byl v různé míře zohledněn celý životní cyklus staveb. Pro splnění podmínek použitelnosti zabudovaného betonu bylo nutné navrhnout zvláštní recepturu betonu a další betonážně-technologická opatření ke snižování teploty výchozích složek směsi. Obě stavby byly navrženy a posouzeny se softwarovou podporou. ■ This article introduces briefly construction of two locks on the Mosela River. At the time of designing, the whole life cycle of the construction was taken into account. To fulfil all the conditions of the in-built concrete, it was necessary to design a new recipe of the concrete and other concrete and technological regulations to lower the temperature of the original mixture ingredients. Both structures were designed and assessed using SW assistance.

Pro odlehčení stávajících plavebních komor se s pověřením vodoprávního a plavebního úřadu Trier a společného podniku „Joint venture novostavba 2. plavební komory Zeltingen“, který sdružuje stavební společnosti H. Schorpfeil Bau GmbH a J. Bunte Bauunternehmung GmbH & Co. KG, na řece Mosela, mezi městy Trierem a Koblenzí, v roce 2014 a 2015 postupně budují dvě nové plavební komory. Oba stavební objekty jsou zhotoveny z monolitického betonu a mají shodné základní parametry, tj. užitnou délku 210 m, užitnou šířku 12,5 m a výšku volného okraje 1,5 m s proměnnými výškami spádu od 6 do 9 m. Horní ohlaví leží ve stejné výšce. K napouštění, resp. vypouštění těchto vodních děl slouží postranní podélné kanály s vtokovými kanály ve stě-

nách komor. Dolní vrata jsou vzpěrná, horní vrata segmentová. Bez započtení materiálu na zřízení a zajištění stavebních jam bylo při výstavbě obou plavebních komor zabudováno 40 000 m³ betonu a 5 000 t výztuže.

SNÍŽENÍ POČTU DILATAČNÍCH A PRACOVNÍCH SPÁR UMOŽŇUJE HOSPODÁRNĚJŠÍ PROVOZ

Plavební komora Zelting byla zhotovena jako první a je již v provozu. Do její novostavby investovalo nejstarší německé město Zelting částku 45 mil. eur. Rozpočet druhého stavebního objektu, plavební komory Trier, jehož výstavba v současnosti probíhá, představuje cca 65 mil. eur a předpokládaný termín uvedení do provozu je rok 2018. Důvodem zvýšených počátečních stavebních nákladů oproti dílu Zelting je promítnutí a zohlednění celého životního cyklu této vodní stavby do jejího návrhu, s cílem snížit v celkovém součtu náklady na její výstavbu, provoz, údržbu a opravy. Zkušenosti z jiných vodních staveb ukazují, že hlavní objem nákladů na opravy a údržbu přímo souvisí s množstvím dilatačních a pracovních spár v objektu. Proto byl u plavební komory Trier vznesen požadavek na maximální snížení jejich počtu.

Již velmi progresivní návrh plavební komory Zelting, rovněž s požadavkem na prodlouženou životnost její betonové konstrukce, předepisoval u tohoto celkově 315 m dlouhého objektu pouze jednu průběžnou dilatační spáru na přechodu mezi oblastí vyrovnávacích nádrží vodní hladiny a dolním ohlavím. S tímto související náhlá změna v geometrii průřezu plavební komo-

ry vede na skokovou změnu v průběhu její tuhosti. U samotného dna komory a ve spodní části stěn s podélnými kanály konstrukce žádné další dilatační spáry nemá. Plavební komora č. 2 v Trieru jde v tomto ohledu ještě dál: celá stavba se má provést bez dilatačních spár. Při jejím návrhu a realizaci se pochopitelně využívají v maximální možné míře zkušenosti získané ze stavby Zelting.

PŘÍSNĚ TEMPEROVANÝ BETON

Během návrhu a provádění byl soustavně kladen důraz na celkový životní cyklus obou plavebních komor, což zásadním způsobem ovlivňovalo spolupráci všech účastníků projektu. Spolkový vodoprávní a plavební úřad (WSV) předepisuje splnění podmínek použitelnosti zabudovaného betonu dle směrnice ZTV-W 215 z roku 2004, resp. pro Trier z roku 2012. Dovoleno teplotní rozsah tohoto stavebního materiálu je ve směrnici silně limitován. Omezení platí jak pro maximální teplotu v betonovém prvku, tak i pro teplotu čerstvé betonové směsi, která nesmí být během betonáže překročena. Ke splnění těchto podmínek, zejména v období betonáže během letních měsíců, musela být vyvinuta zvláštní receptura betonu. Kromě toho byla zapotřebí další betonážně-technologická opatření ke snižování teploty výchozích složek směsi.

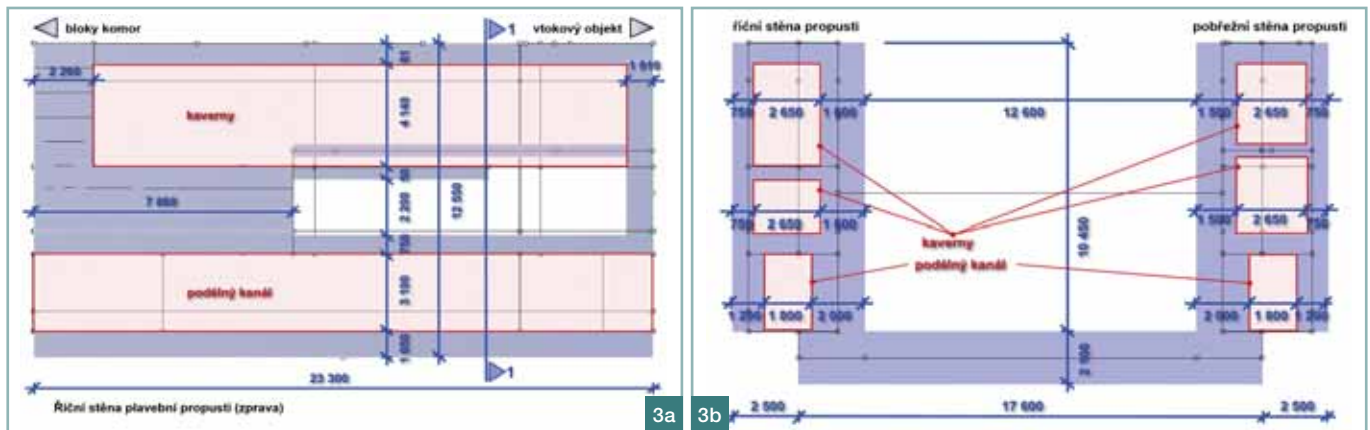
NÁVRH A POSOUZENÍ SE SOFTWAREM

„Teplota betonu postavila naši společnost a ostatní účastníci projektu před mnohými výzvami, které jsme museli vyřešit,“ vysvětluje Ing. Stefan Schum ze společ-

Obr. 1 Provozní zkouška plavební komory Zeltingen
 Fig. 1 Operational test of the Zeltingen canal lock

Obr. 2 Stěny plavební komory s pracovní spárou v horním úseku stěny
 Fig. 2 Walls of the canal lock with construction joints in the upper part

Obr. 3a,b Základní rozměry plavební komory a korespondujícího výpočetního modelu FEM
 Fig. 3a,b Basic size of the canal lock and the corresponding FEM model



Obr. 4a,b Dílčí výpočetní model FEM horní části komory
 Fig. 4a,b Partial FEM calculation model for the upper part of the canal lock

Obr. 5a,b Kombinace zatížení od vlastní tíhy, podzemní vody a teploty s výsledným průběhem deformací
 Fig. 5a,b Combination of self-weight, underground water and temperature with the final behaviour of strain

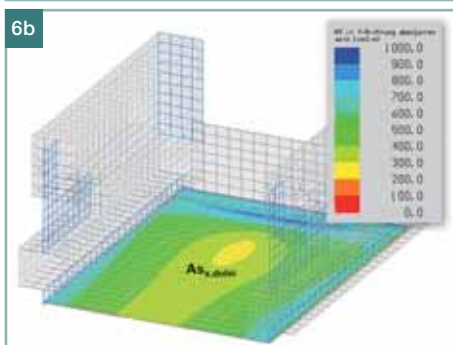
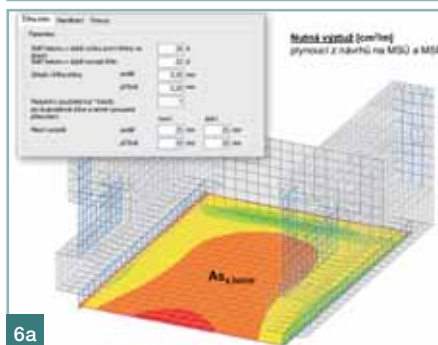
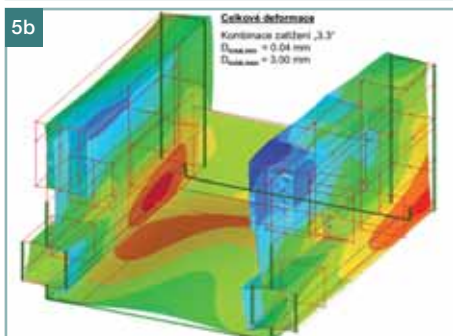
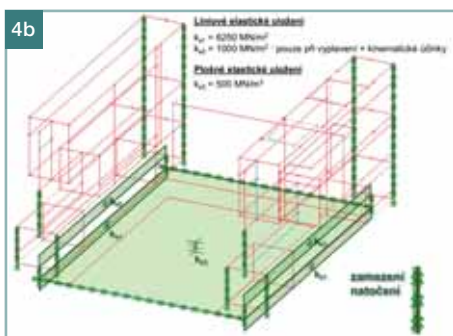
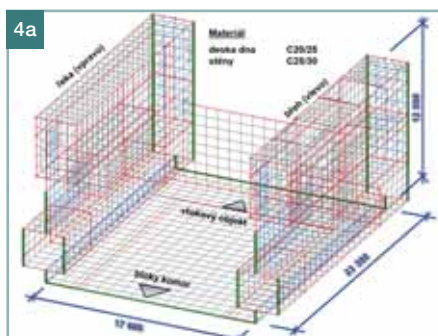
Obr. 6a,b Nutná výztuž z návrhu na ohyb a omezení šířky trhlin
 Fig. 6a,b Necessary reinforcement from the bend design and limitation to the cracks width design

nosti KHP. Rostoucí nerovnoměrná teplota betonu v průběhu tvrdnutí a okrajové podmínky konstrukce způsobují vynucené namáhání, které vede ke vzniku trhlin v raném stadiu. Pro zaručení požadované životnosti a použitelnosti proto bylo důležité hospodárně navrhnout odpovídající výztuž na omezení vzni-

ku trhlin. Tato nutná výztuž vyplývá mj. z předpisu „Omezení šířky trhlin pro raná namáhání masivních vodních staveb“ z roku 2004, vydaného spolkovým úřadem pro vodní stavby.

Stanovení nutné výztuže dna komory si vyžádalo komplexní prostorový výpočetní model FEM, který zohledňo-

val časový průběh betonáže. Dále bylo zapotřebí zjistit množství nutné výztuže na zachycení podélného namáhání plavební komory a jejího vynuceného namáhání během provozu. Při řešení těchto úloh byl použit software RIB TRIMAS. V dílčím modelu horní části komory bylo zadáno a nelineárním výpočtem se změnou okrajových podmínek, tj. s vyloučením tahů v okolní zemině, řešeno 33 různých zatěžovacích stavů, vždy postupně v jejich celkem 43 možných nepříznivých kombinacích. „Pro návrhy na mezní stavy únosnosti a použitelnosti jsme pro složitost řešené úlohy nemohli využít automatickou sestavení návrhových kombinací a vlastní kombinací předpisů jsme tak do softwaru nakonec zadávali ručně. Tímto způsobem jsme navrhli a posoudili všechny relevantní návrhové situace pro prostorový ohyb a normálové síly, posouvající síly, únavu a omezení trhlin u těchto tlustostěnných prvků a stanovili tak pro ně obálku nutné výztuže,“ komentuje Stefan Schum a dodává, „inteligentní softwarová řešení nám umožňují, zejména při složitých technických podmínkách, soustředit se na ekonomické požadavky našich zadavatelů.“



Návrh betonových konstrukcí	KHP König und Heunisch Planungsgesellschaft
Spolupráce na projektu	Inros Lackner AG a Schömig-Plan Ingenieurgesellschaft
Odborná technická supervize	Prof. Dr.-Ing. habil. Nguyen Viet Tue, TU Graz

Ing. Libor Švejda
 RIB stavební software, s. r. o.
 e-mail: sv@rib.cz

