

**Doc. Ing. Jiří DOHNÁLEK, CSc.**

autorizovaný inženýr a soudní znalec  
V Rovínách 123, 140 00 Praha 4

**tel.: 602 324 116, fax: 261 215 427,**

**e-mail: [dohnalek@sanacebetonu.cz](mailto:dohnalek@sanacebetonu.cz), [www.dohnalek.org](http://www.dohnalek.org)**

**Zpracováno pro:**

Povodí Labe s.p.  
Víta Nejedlého 951  
500 03 Hradec Králové

## **Posouzení návrhu rekonstrukce dna plavební komory Kostomlátky**

---

**Zpracoval:**

Doc. Ing. Jiří Dohnálek, CSc.



Praha, červen 2010

## 1. Úvod

Na základě objednávky č. A 952100039 z 27.5.2010 jsem byl požádán Povodím Labe s.p., Víta Nejedlého 951, 500 03 Hradec Králové o posouzení návrhu rekonstrukce dna plavební komory Kostomlátky. Objednatel mi poskytl v elektronické podobě část výkresové dokumentace, zprávu o inženýrsko geologickém průzkumu stávajícího dna plavební komory a dále stručný technický popis opravy dna včetně specifikace použitého betonu.

Podle těchto podkladů má komora rozměry 85 x 12 m, byla postavena v roce 1937. Stáří současného dna je tedy více než 70 let. Stávající dno je rozlámané a při vypuštění se v oblasti dolního ohlavi objevují tlakové vývěry vody.

Projekt počítá s vybouráním stávajícího dna a následném provedení drenáže. Na vyrovnaní podloží se počítá s provedením podkladního betonu nižší třídy s nataveným asfaltovým pásem, který však nemá plnit hydroizolační funkci, ale plnit úlohu separační vrstvy.

Tloušťka podkladního betonu bude 50 mm. Dno v tloušťce 400 mm je navrženo z betonu třídy C 25/30 XA1. Smršťovací spáry jsou navrženy v rastru 5,9 x 4 m a 5,9 x 3,4 m. Odstávka na opravu dna je pouze 3 až 4 týdny. S ohledem na tuto časovou tíseň projekt uvažuje s pracovními záběry na ploše 12 x 18 m a s proříznutím smršťovacích spár na celou tloušťku desky. Betonáž by měla být rozdělena na pět pracovních úseků. Pracovní spáry budou vyplněny polystyrénovými deskami tloušťky 1 cm. Dno bude spádováno v podélném i příčném směru.

## 2. Rizika spojená s betonáží

Betonáž tvarově jednoduché desky z prostého betonu se jeví jako jednoduchý úkol. Ve skutečnosti však je spojen s řadou rizik, která mohou vést ke vzniku různých typů trhlin, které by povrch nového dna vizuálně narušily, ale zejména do jisté míry navodily stav, který se bude podobat stavu současnému. Situaci komplikuje i požadavek na relativně rychlé provedení prací.

Uložená betonová směs v tloušťce 400 mm se začne ihned po betonáži ohřívat hydratačním teplem a její teplota v jádře po dvou až třech dnech může stoupnout na úroveň 40 až 45 °C. To způsobí teplotní dilataci, která pokud deska nebude uložena pokud možno kluzně na podklad, vyvolá vznik teplotních štěpných trhlin. Současně dojde ke vzniku příčného teplotního gradientu. V jádře se mohou vyskytovat již zmíněné teploty 40 až 45 °C, zatímco povrch může být ochlazován v závislosti na ročním období, kdy budou práce prováděny, a to i na teploty v intervalu 0 až 10 °C. Obecně platí empirické pravidlo, že pokud rozdíl mezi teplotou povrchu a teplotou jádra je větší než 15 až 20 °C, dojde ke vzniku teplotních trhlin, které souvisí s tímto teplotním gradientem.

Dalším významným rizikem u takto relativně masivní vodorovné desky je segregace záměsové vody v důsledku intenzivnější vibrace. V povrchových vrstvách se tak nastaví vysoký vodní součinitel a narůstá riziko vzniku tzv. trhlin od chemického smrštění. Tyto všesměrné trhliny, které tvoří pěti až šestiúhelníkové obrazce, vznikají během první noci po betonáži a na horním líci desky jsou vizuálně patrné již druhý den dopoledne.

Oba výše uvedené typy trhlin jsou pak standardně rozšiřovány smršťováním betonu, které se pohybuje na úrovni 0,7 mm/m. Podstatnou část těchto objemových změn by měly eliminovat vyřezané smršťovací spáry tak, jak se s nimi v projektu i počítá.

Vzhledem k tomu, že betonová deska bude provozována prakticky trvale pod hladinou vody, je nezbytné počítat, že beton trvale uložený ve vodě má naopak kladné objemové změny na úrovni až 1 mm/m. Z toho vyplývá, že vůči veškerým pevným prvkům, v daném případě vůči podélným stěnám, musí být deska oddilátována, a to vrstvou polystyrénu v tloušťce minimálně 10 mm. S ohledem na eliminaci výše uvedených rizik jsou formulována následující doporučení.

### **3. Doporučení pro betonáž desky dna**

Vznik štěpných trhlin lze eliminovat jednak omezením hydratačního tepla a dále kluzným podepřením desky.

Omezení hydratačního tepla lze technicky dostupným způsobem realizovat prakticky pouze použitím směsného cementu, tedy CEM II až V. V případě, že by to bylo technicky

realizovatelné, bylo by vhodné zvolit směsný cement se specifikací LH (nízké hydratační teplo). Je však velmi pravděpodobné, že tento cement nebude v dopravně dostupné betonárně k dispozici a rozsah betonáže není natolik velký, aby bylo možné tento cement speciálně na tuto akci objednat.

Betonová směs by měla obsahovat maximální možnou horní frakci kameniva, vzhledem k tomu, že se však s jistotou bude jednat o čerpanou betonovou směs, je limitou frakce 16/22 mm. Použití této frakce musí být uvedeno ve specifikaci betonu. Použití jemnozrnnějšího betonu by bylo velkou chybou.

Vývoj hydratačního tepla by bylo možné zajistit i chlazením cementu či kameniva. Opět se však jedná o technologie, které jsou sice na trhu dostupné, ale s ohledem na objem betonáže a krátký čas, který je k dispozici pro realizaci, by jejich prosazování mohlo být kontraproduktivní.

S kluzným uložením je v návrhu počítáno aplikací hydroizolačního pásu na vrstvě podkladního betonu. Je však třeba počítat s tím, že podklad je vždy nerovný, a to s místní rovinností v lepším případě 5 mm/2 m. Současně hydroizolační pás může být za určitých teplotních podmínek změkklý a docházet tak k zatlačování zrn kameniva do jeho povrchu. Kluznost spodního líce desky po takovémto podkladu nebude ideální. Ve standardních podmínkách se kluznost zajišťuje ideálně několika centimetrovou vrstvou písku či štěrkopísku. V posuzovaném případě by však mohlo dojít k vyplavení této podkladní vrstvy. Proto doporučuji položit na natavený asfaltový pás zvlhčenou geotextilii, která by měla separaci betonové desky vůči podkladu mírně zlepšit.

K eliminaci teplotního gradientu ve svislém směru (rozdíl mezi teplotou jádra a povrchu konstrukce) je třeba přistoupit s ohledem na úroveň vnějších teplot v době realizace. V případě, že by teploty byly pod úrovní 10 až 15 °C, bylo by vhodné povrch tepelně izolovat. Při vyšších teplotách postačí po dokončení betonáže položit na povrch geotextilii, která omezí proudění vzduchu nad deskou a bude částečně blokovat odvod tepla, což vyvolá nárůst povrchových teplot a tím i zmenšení teplotního gradientu.

Trhliny od chemického smrštění je třeba eliminovat velmi uměřenou a opatrnou vibrací. Betonová směs nesmí být v žádném případě převibrována tak, aby docházelo k segregaci maltové fáze, resp. záměsové vody v povrchových oblastech. Vibrování by mělo být přísně kontrolováno a dozorováno. Po dokončení finalizace povrchu rotačními hladíčkami je třeba ponechat přes následující noc na stavbě službu dvou až tří pracovníků, kteří by měli povrch

trvale nasvětlen. V případě, že by se na povrchu v průběhu noci začaly objevovat trhliny od hydratačního smrštění, je nezbytné okamžitě začít povrch rotačními hladíčkami uzavírat.

Druhý den dopoledne je třeba provést řezané smršťovací spáry. Navrhovaný rastr (viz výše) je vyhovující. V žádném případě však nedoporučuji provádět prořez na plnou tloušťku desky. Postačí prořez do hloubky cca 100 mm. S ohledem na výše zmíněný teplotní gradient totiž dochází zároveň i k zkracování horních vláken desky, a tím mají okraje řezaných smršťovacích polí tendenci ke konkávní deformaci, tedy k nadzdvihnutí okrajů. V případě, že by desky byly proříznuty na plnou výšku, neexistovalo by žádné její smykové propojení a tento jev by se mohl v plné míře uplatnit.

U poslední betonované sekce je možné její zaplavení až v okamžiku kdy klesne teplota v jádře desky tak aby její teplota byla max. 15 až 20 °C nad teplotou říční vody.

S tímto procesem je třeba počítat však u pracovních spár, které nebudou silově nijak propojeny. U pracovních spár proto doporučuji zvážit vložení kluzných trnů či profilů, které by přenos svislých sil byly schopny zajistit. Současně je však třeba připustit, že mírné nadzvednutí okrajů jednotlivých pracovních záběrů nebude mít na provozuschopnost dna, resp. komory prakticky žádný vliv a v rozumné míře ho lze akceptovat.

Při betonáži je zcela nezbytné oddělit desku dna od stěn, a to vloženým tuhým extrudovaným polystyrénem minimálně v tloušťce 10 mm. Pod vodou bude mít beton tendenci k mírnému rozpínání, které dosahuje hodnot až 1 mm/m.

Vzhledem k tomu, že řezané smršťovací spáry, pracovní spáry i dilatace mezi stěnami a deskou budou po nastavení rovnovážného stavu, tedy cca po jednom roce, prakticky již nepotřebné, bylo by možné s tímto časovým odstupem tyto spáry vyplnit vhodnou cementopolymerní správkovou maltou. Pružná výplň těchto spár s ohledem na ustálené teplotní a vlhkostní poměry v oblasti dna není nezbytná.