

ZÁVADY Z NERESPEKTOVÁNÍ OBJEMOVÝCH ZMĚN BETONOVÝCH KONSTRUKCÍ

FAULTS DUE TO THE DISREGARD OF VOLUME
CHANGES IN CONCRETE STRUCTURES

Úvod

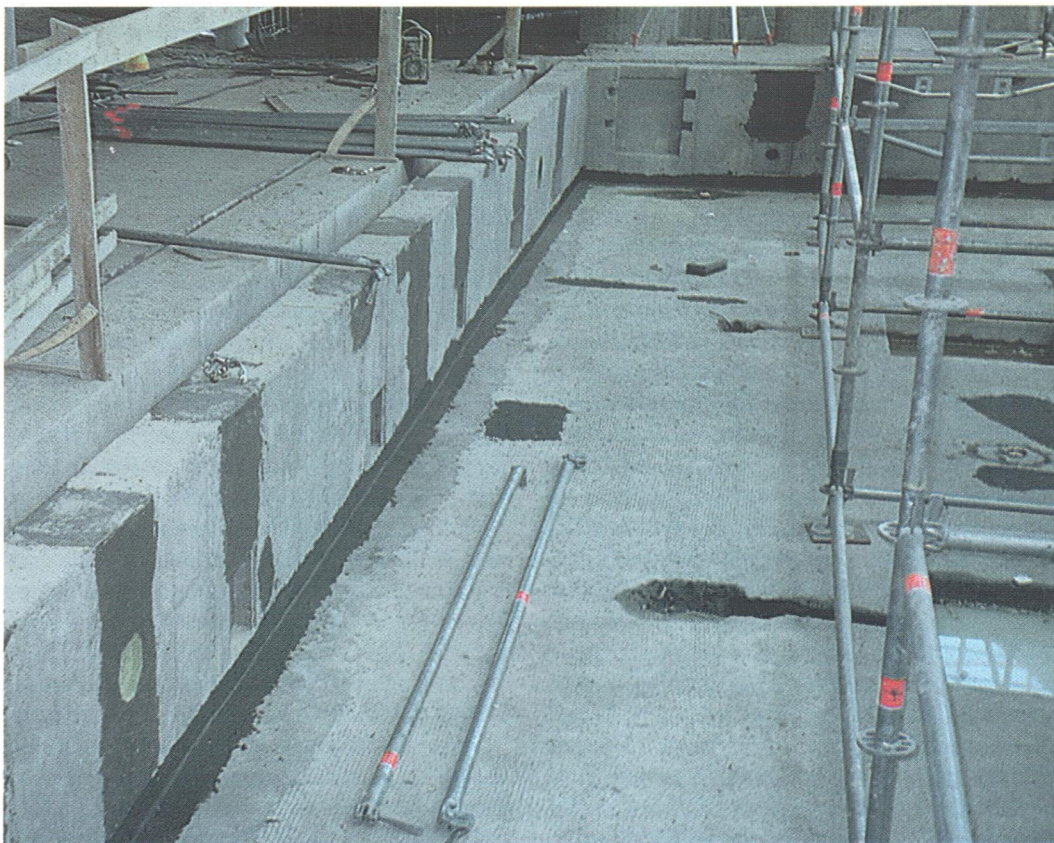
Objemovými změnami betonu se ve všech státech zabývá velký počet pracovníků, a to téměř od počátku rozvoje betonu, zejména však v poslední čtvrtině 20. století. Objemovými změnami máme na zřeteli převážně vliv smršťování a dotvarování betonu, vliv teploty, vlhkosti a stáří betonu, a to při působení, event. nepůsobení zatížení. Tyto vlivy se projevují změnami napětí, vznikem a rozvojem trhlin. Rovněž v naší republice lze jmenovat význačné odborníky řešící tuto problematiku, z dřívějších jsou to Prof. S. Bechyně a ze žijících Prof. Dr. Z. Šmerda, CSc., Prof. V. Křístek, DrSc., Doc. Ing. J. Vítek, CSc., Prof. J. Stráský, CSc. aj. Ze světa je známý Prof. Z. Bažant. K dispozici je z této oblasti velmi solidní literatura, včetně jednoznačných postupů v ČSN, Eurokódech i dalších předpisech.

Dalo by se konstatovat, že uvedená problematika je teoreticky téměř vyřešena a aplikace výsledků v praxi nebude způsobovat problémy, spočívající v četných závadách na betonových konstrukcích. Bohužel tomu tak není a odstraňování těchto závad vyžaduje značné prostředky. Často jde o řešení kompromisní a se sníženou životností.

ZBYTEČNĚ SE OPAKUJÍCÍ ZÁVADY Z OBJEMOVÝCH ZMĚN, ZEJMÉNA VLIVEM SMRŠŤOVÁNÍ BETONU

V tomto příspěvku není možné uvádět výpočetní postupy, tj. statické posouzení podle literatury či jednotlivých autorů. Každý, kdo se zabývá navrhováním výztuže, tyto účinky, výpočetní postupy a konstrukční zásady zná, resp. by měl znát, nebo by měl vědět, kde informace získat. Ze široké problematiky závad upozorňuji na nejčastější zbytečné chyby na konstrukcích, zejména:

A/ Převážně svislé trhliny ve spodní části stěn. Příčina vzniku těchto trhlin je téměř vždy stejná, tj. nedostatečná vodorovná výztuž ve stěně bazénu či nádrže. Při betonáži stěn je vždy dno staršího data, u kterého větší část smrštění betonu již proběhla, zatímco u mladšího betonu stěn smrštění betonu probíhá intenzivně a dnem je mu bráněno. Výsledkem je vznik svislých trhlin ve stěnách. Lze tomu zabránit mj. dostatečnou oboustrannou vodorovnou výztuží, a to slabších profilů o malých vzdálenostech (max. 150 mm). Množství výztuže vodorovné, podobně jako svislé, je nutno prokázat statickým výpočtem a dodržením osvědčených konstrukčních zásad.



(K Příkladu 1)
Obr. 1 Pohled na
podélnou stěnu
bazénu se
sanovanými
trhlinami

(to Example 1)
Fig. 1 View of
longitudinal wall
of a pool with
rehabilitated
cracks

B/ Rozdělení stěn pracovními a dilatačními spárami nadměrných délek. Spáry často nejsou navíc mimořádně kvalitní navzdory mnohaletým osvědčeným zásadám. V posledních letech je na trhu k dispozici řada nových výrobků, které pronikání vody v těchto spárách zabrání. Kromě již tradičně užívaných plechů, jsou to například injektážní hadičky a rozpínací bentonitokaučukové pásy. Bohužel při nesprávné aplikaci vznikají průsaky a vedou se pak nepříjemná jednání mezi zainteresovanými pracovníky.

C/ Plošné průsaky železobetonovými stěnami a dnem. V případech, kdy stěny a dno bazénu či nádrže jsou přístupné z vnějšího líc, zjištění míst a velikosti průsaku je jednodušší a rovněž i odstranění závad včetně kontroly.

Plošné průsaky mají hlavní příčinu v nekvalitním betonu, tj. jeho složení, zpracování a ošetřování. Požadavkem ČSN je zkušební naplnění nádrže a zjištění případných průsaků. Někdy jsme nuceni provést sanaci ještě před zkušebním naplněním, neboť v opačném případě by se nám nepodařilo nádrž naplnit!

PŘÍKLADY PŘÍČIN VZNIKU TRHLIN

Příklady sanací bazénů, nádrží a dalších objektů, např. opěrných zdí, stropů, podlah by bylo možno uvést několik desítek. Zvláště důležité jsou samozřejmě nádrže a bazény, tj. objekty, u nichž buď uvnitř nebo na vnějším líci je voda. Trhliny a hnízda v betonu jsou téměř vždy na celou tloušťku stěny a při naplnění vodou se projeví během několika minut či hodin. S ohledem na omezený rozsah příspěvku uvádím jen stručnou charakteristiku několika příkladů.

Příklad č. 1: Plavecký bazén

Jde o plavecký bazén délky 25 m, šířky 13 m a hloubky 1,1 až 1,8 m. Je bez dilatační spáry, tloušťka stěn a dna 0,25 m, beton B30, V8, T50. Spočívá na terénu, napouštění ze stěn a vypouštění ze dna.

Pracovní spáry navrhl projektant ve dně a stěnách po 5 m, které však nebyly respektovány a provedeny ve vzdálenostech 15 až 25 m. Vodorovná rozdělovací výztuž je 4ØR10/m'.

V krátké době po vybetonování stěn se na nich začaly projevovat téměř svislé trhliny šířky až 0,9 mm, ve vzdálenostech 3 až 5 m. Tento stav byl samozřejmě nepřijatelný, a proto sanace trhlín byla nutná. Spočívala v přebandážování všech trhlín tkaninou a nanesením materiálu MAPEI v tloušťce 10 až 30 mm. Teprve pak se mohla provést zkouška vodotěsnosti a následně obklad.

Poznámky:

1. Trhliny ve stěnách nejsou zatím zainjektovány. S ohledem na vnější přístup k obvodovým stěnám bazénu je injektáž možná v případě průsaků v průběhu užívání objektu (obr. 1).

2. Příčina vzniku trhlín spočívá ve smrštění betonu stěn a nedostatečné rozdělovací vodorovné oboustranné výztuži, provedením pracovních spár ve vzdálenostech až 25 m a částečně též z nedostatečného ošetřování čerstvého betonu.

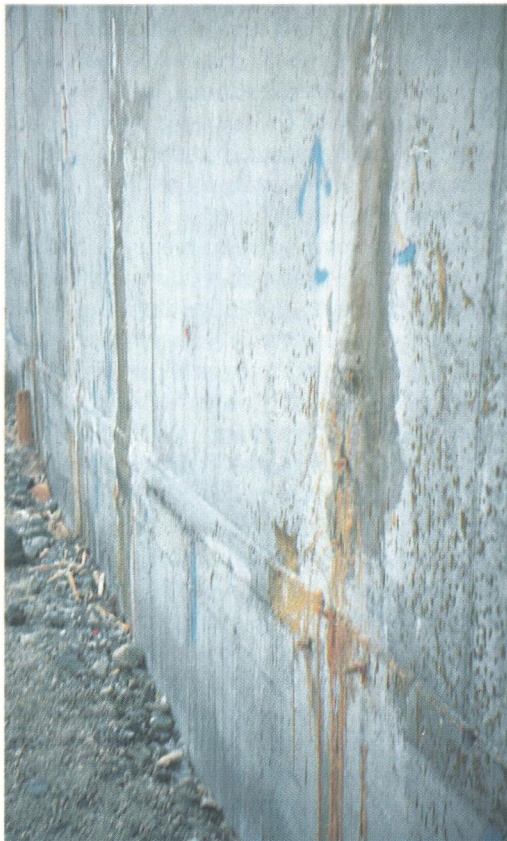
Příklad č. 2: Nádrž na odpadní vody

Jde o nádrž odpadních vod, které budou pro beton někdy velmi agresivní. Půdorysné rozměry nádrže jsou 35,1 m x 21,65 m, hloubka 5,75 m, výška hladiny 4,75 m. Tloušťka dna je 0,9 až 0,7 m, tloušťka stěn 0,7 m ve spodních částech a horních 0,4 m. Beton B30, V8, T50. Uprostřed v podélném směru je podélná stěna tloušťky 0,7 m. Vzdálenost pracovních spár je nadměrná a činí až 32,9 m, ve kterých je plech šířky jen 150 mm! Svislá výztuž stěn je oboustranně ØR16 á 150 mm, vodorovná výztuž na objemové změny činí oboustranně 5ØR16/m'.

Závadou i zde jsou typické trhliny šířky až 0,5 mm, zejména ve spodní polovině stěn ve vzdálenostech 3 až 5 m. Příčinou vzniku trhlín je opět smršťování betonové stěny, ve kterém jí bylo bráněno již starším betonem dna nádrže.

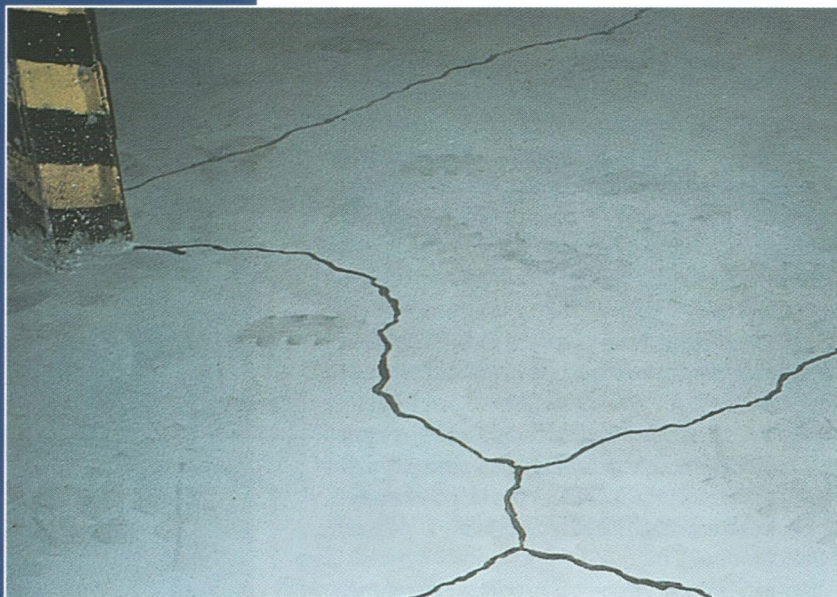
Neobvyklou zvláštností je zde to, že v průběhu stavby byly provedeny již celkem čtyři způsoby sanace, tj. nátěry KRYSTOL, nátěry XYPEX, injektáž Polyuretanem a po rozšíření trhlín jejich vyplněním a nátěrem NAVOM (obr. 2).

Jako pátý způsob sanace trhlín, průsaků a umožnění pohybu vlivem teplotních změn autor navrhuje uvnitř nádrže vodotěsnou izolaci tloušťky 3 mm z fólie PVC, řádně svařenou či splenou, a po zkoušce vodotěsnosti provedení ochranné monierky na dně i stěnách. Pro případný průnik vody za monierku k izolaci se v ní vynechají otvory. Monierka se dole opře o podlahu, nahoře zachytí o horní hranu nádrže a po výšce se provede kotvení do nosné stěny ve dvou řadách. Po



(K Příkladu 2)
Obr. 2 Částečný pohled na vnější líc nádrže s již opravenými trhlinami

(to Example 2)
Fig. 2 Partial view of external face of a tank with repaired cracks



(K Příkladu 4)
Obr. 3
Nedostatečně
vyztužená
betonová podlaha
v průmyslové hale

(to Example 4)
Fig. 3 Insufficiently
reinforced
concrete floor in
a production hall

realizaci tohoto návrhu bude problém vodotěsnosti nádrže vyřešen.

Dostatečná výztuž podle ČSN 73 1201 a EC2 by měla být oboustranně $\text{Ø}16$ á 85 mm a nikoliv $\text{Ø}16$ á 200 mm podle projektu.

Příklad č. 3: Trhliny v zárubní zdi

Jde o zárubní úhelníkovou železobetonovou stěnu výšky až 4,6 m, délky kolem 300 m, mající dilatační spáry ve zdi ve vzdálenostech až 40 m! Konstantní tloušťka stěny je 0,5 m. Nosná svislá výztuž na tlak zeminy činí $5\text{Ø}R20/\text{m}'$, na vzdušném líci je konstrukční výztuž $5\text{Ø}R10/\text{m}'$. Vodorovná výztuž zachycující objemové změny, tj. převážně vliv smršťování betonu a teplot, je oboustranná $5\text{Ø}R10/\text{m}'$.

Uvedená vodorovná výztuž je i zde rovněž nedostatečná a při dovolené šířce trhlin 0,3 mm by měla být $\text{Ø}R10$ á 100 mm, resp. podle EC2 90 mm. Nesplněním tohoto požadavku opět vznikly svislé trhliny, které snižují statickou bezpečnost stěny, avšak snižují životnost objektu. V daném případě jsou reálné možnosti sanace trhlín (podle možností investora):

- Rozšíření větších trhlín, jejich vyplnění pružným tmelem a považovat je za další dilatační spáry, menší trhliny buď zainjektovat nebo ponechat.
- Ponechání všech trhlín a jejich zakrytí na vzdušném líci železobetonovými prefabrikáty či jiným obkladovým materiálem.
- Ponechání trhlín a jejich „zakrytí“ ozeleněním proucnými keří (u větší části realizováno).

Příklad č. 4: Závady v betonových podlahách

Závad v betonových podlahách průmyslových objektů je rovněž velký počet a jsou též vcelku zbytečné. Je to zejména nekvalitní beton, nevhodně umístěná výztuž,

nedostatečný počet dilatačních a pracovních spár; prořiznutí spár do malé hloubky, nekvalitní podloží, nedostatečné vyztužení na zatížení osamělých břemen a samozřejmě nerespektování vlivu smršťování betonu.

Důsledkem nerespektování uvedených vlivů jsou pak četné trhliny v podlaze na celou tloušťku (viz obr. 3). Opravy podlah řešíme v následujících třech variantách:

- Provedení nové podlahy na stávající (je-li to výškově možné).
- Vybourání celé nebo větších částí podlahy a provedení nové s řádně vyztuženým kvalitním betonem včetně povrchu a spárami, některé spáry lze nahradit dražším vyztužením.
- Častými opravami vadných míst podlah. S tímto návrhem oprávněně nesouhlasí investor, který by měl provádět opravy ještě v záruční době i po ní. Zaplatí kvalitní dílo a nechce mít zbytečné problémy v průběhu životnosti podlahy.

ZÁVĚR

Obsahem příspěvku je důrazné upozornění na časté nezohlednění vlivů smršťování betonu a teplotních změn. V ČSN a literatuře jsou dostatečné informace. Jde o problém řešený téměř po celou dobu navrhování betonových konstrukcí. V posledním období úspěšnosti projektantů, dozorů a stavbyvedoucích je těmto vlivům věnována nedostatečná pozornost.

Připomínám, že nejde jen o statický výpočet, ale i o dodržení osvědčených konstrukčních zásad. Na odstraňování závad jsou vynakládány značné a vcelku zbytečné milionové částky a sanace není vždy plnohodnotná řádnému objektu.

Příspěvek byl vypracován v rámci výzkumného záměru MSM 21 0000001.

Prof. Ing. Tomáš Vaněk, DrSc.
fakulta stavební ČVUT,

Thákurova 7, 166 29 Praha 6,

tel.: 02 2435 4628, fax: 02 311 7362

Literatura:

- [1] Vaněk T.: *Rekonstrukce staveb*, SNTL, Praha, 1989
- [2] Vaněk T.: *Nedostatky vodotěsnosti hospodářských objektů, Sanace betonových konstrukcí č. 4*, Brno, 1995
- [3] Vaněk T.: *Zkušenosti s nízkou životností vodohospodářských objektů, Materiály a technologie č. 6/1996*
- [4] Vaněk T.: *Sanace železobetonových vodohospodářských objektů, Beton č. 1/1999*
- [5] Vaněk T.: *Některé zkušenosti z rekonstrukcí plaveckých bazénů, Seminář 001 – Objekty komunálního lázeňství s bazény*, Praha, duben 2000
- [6] Vaněk T. a Weiss V.: *Sanace betonových nádrží na vodu, ČKAIT, červenec 2000*