TRVANLIVOST BETONOVÝCH BAZÉNŮ
DURABILITY OF CONCRETE SWIMMING POOLS

BOHUMIL ŠŤASTNÝ

Trvanlivost betonu je dána způsobem provádění a dodržováním technologických postupů. Důsledky nekázně jsou patrné z několika následných příkladů.
Durability of concrete depends upon quality and technological maintenance. Results of insubordination are marked in few samples.

Beton resp. železobeton jako materiál pro budování nádrží na vodu, potažmo plaveckých bazénů, je oblíben již přes sto let a lze jej tedy bez nadsázky z tohoto pohledu označit jako materiál tradiční. Na počátku jeho používání bylo určité okouzlení možností formovat vlastně umělý kámen, ale nejen to. Důležitou roli hrála jistě v porovnání s přírodním kamenem i nižší cena nebo možnost realizace větších či tvarově náročnějších objektů. Bezesporu žádaná je jeho schopnost zadržet a nepropustit vodu stejně tak jako tvrdnout pod její hladinou. V posledních letech se však hodně změnil účel využití bazénových provozů, které již neslouží k pouhému zlepšení a udržení kondice, ale především k odpočinku a relaxaci. Některé z těchto změn s sebou přináší i negativa v podobě zvýšených nároků na materiály, které se při výstavbě bazénů používají. Příkladem je zvyšující se teplota, více návštěvníků, a s tím i vyšší množství dávkovaných chemikálií, které se uvolňují z vodní hladiny do ovzduší za pomocí různých vodních atrakcí. Skluzavky, fontánky, chrliče, masážní trysky, vlnobití, vodní kanály, vodní děla apod. podstatně zvyšují vlhkost vzduchu a tvorbu vodního aerosolu.

POUŽÍVANÁ ČINIDLA

Úprava bazénové vody není jednoduchá záležitost a musí jí být při návrhu věnována podstatná péče. Používáním celé řady chemikálií, které slouží k dezinfekci vody, úpravě pH a koagulaci vznikají při reakci se znečištěním v bazénu vedlejší produkty (chloramíny, chloridy apod.), které se šíří vzduchem a vodním aerosolem do celého prostoru bazénu. Dochází k usazování těchto látek na okolních konstrukcích, které jsou postupně a skrytě narušovány. Některé způsoby úpravy vody (elektrochlorace) v sobě zahrnují velké koncentrace solí dosahující až 5 000 mg/l. Šíření těchto látek v bazénovém prostoru napomáhají zvláště zmíněné atrakce, které významnou měrou přispívají i k tvorbě vyšší relativní vlhkosti. Proto musí být návrh betonových a ostatních konstrukcí prováděn vždy společně s technologem-vodařem. Spolupráce jednotlivých inženýrských profesí je v případě návrhu bazénu nezbytná.

Obr. 1 Některé z používaných atrakcí, které zvyšují vlhkost vzduchu
Fig. 1 Some of using attractions that increase humidity

TEPLOTA A RELATIVNÍ VLHKOST

Teplota vody v bazénu a okolního vnitřního prostředí se mění společně se současným trendem a s požadavky na využívání volného času a pobytu v bazénu. Pryč jsou ty doby, kdy byla teplota vody kolem 26 °C a vzduch dosahoval max. 28 °C. Současná teplota vody dosahuje hodnot přes 32 °C. S teplotou vody se pohybuje i teplota vzduchu, která by měla být cca o 1 až 3 °C vyšší oproti teplotě vody v bazénu. S vyšší teplotou narůstá vypařování vody a zvyšuje se relativní vlhkost vzduchu a množství těkavých látek, které způsobují korozi konstrukcí a prvků bazénu. Navrhovaná relativní vlhkost vzduchu by měla být cca 50 až 70 %. Vyšší hodnoty vedou ke kondenza-

Obr. 2 Narušení betonu vlivem agresivního prostředí
Fig. 2 Erosion of concrete by reason of aggresssive surroundings

ci na chladnějších částech budovy zvláště během ochlazování v noci. Výsledkem je narušování materiálu, na kterém došlo ke kondenzaci vodních par.

VLASTNOSTI BETONU

Existuje celá řada velmi fundovaných prací, které se zabývají studiem betonu jako materiálu a jeho odolností v různých nepříznivých podmínkách. Rovněž poměrně rozsáhlý je materiál o statickém, resp. i dynamickém chování konstrukcí, především tzv. nosných, členěných obvykle podle způsobu namáhání na tlačené, ohýbané atd. Již méně frekventovanou je problematika stavebně fyzikální, kdy konstrukce, např. plošná, působí také jako dělicí prvek mezi různými prostředími na obou stranách. Úspěšný, tzn. efektivní, návrh a posouzení konstrukce z hlediska trvanlivosti je podmíněn dobrou znalostí nároků na ni kladených v horizontu její požadované funkčnosti. Je zřejmé, že možnosti reálného předpokladu, např. mechanického zatížení, jsou poměrně dobré, zatímco např. vývoj prostředí už je parametrem hůře uchopitelným.

O trvanlivosti konstrukce se rozhoduje již v počátku jejího návrhu, svůj díl přinese i postup realizace či údržba během provozu. Namáhání od vypouštění, napouštění, od střídavé teploty v prázdném či plném stavu, to jsou rozhodující faktory pro životnost betonového bazénu. Při uvedeném namáhání je totiž konstrukce bazénu vystavována např. ohybu opačného smyslu ve stejném průřezu, nerovnoměrnému účinku teploty na obou površích, promrzání stěn nebo i dna při vypuštěném venkovním bazénu apod.

Z uvedeného je zřejmé, že betonový bazén je poměrně náročná konstrukce, kterou je třeba dimenzovat na řadu

Obr. 3 Detail špatného hutnění kolem trubních rozvodů
Fig. 3 Detail of poor flotation around pipes

provozních stavů, pečlivě zvážit způsob a postup výstavby, stejně jako provedení veškerých detailů. Vždyť jeho specifikem je samozřejmý požadavek na vodonepropustnost bazénu jako celku, přičemž kapalné fázi vody stačí k úniku trhlinka o šířce 0,1 až 0,2 mm.

Podívejme se v tomto úhlu pohledu na beton jako materiál. Vzniká zatvrdnutím směsi cementu, kameniva, vody a často i některých přísad. Konečná hmota není zcela hutná, obsahuje póry po nadbytečné záměsové vodě, mezery formované mj. např. vzduchovými bublinami, trhlinky od rozdílných objemových změn tvrdnoucích složek, rozdílné teploty jádra a povrchu při hydrataci atd. Kvalita výsledku tedy výrazně závisí na složení betonové směsi, jejím vodním součiniteli, způsobu zpracování a ošetření v době tuhnutí a tvrdnutí.

Zatvrdlý systém není dlouhodobě zcela stabilní, neboť např. obsahuje určitý podíl vodou rozpustných částí, které se při kontaktu s ní mohou vyluhovat a ve formě roztoků opustit pevnou strukturu zatvrdlého betonu, tzn. i zanechat za sebou volné prostory pro únik vody nebo atak navazujících částí agresivními vodnými roztoky, či rozpínajícím se ledem.

Přihlédneme-li dále k tvaru prováděné konstrukce, je nasnadě nutnost zohlednění postupu výstavby, obvykle např. dno a potom stěny, což se projeví mj. vázaným smrštěním nových částí na styku se staršími. Samotná existence pracovních spár u větších objektů vede k nutnosti řešit jejich polohu, tvar a popř. dodatečné dotěsnění. Ještě markantnější jsou nároky při řešení dilatační spáry, která má i do budoucna umožňovat uvolnění nadměrné napjatosti konstrukce vzájemným pohybem jejích částí, a to vše při zachování těsnosti bazénu.

Zkušenost nám ukazuje, že hlavní vstupní bránou do konstrukce jsou její diskontinuity, tedy póry a trhliny, nikoli tedy schopnost průchodu agresivních látek přímo betonem samotným. Na formování těchto cest máme možnost působit ve stavu návrhu tvaru, vyztužení a rozměrů průřezu, při vlastním návrhu složení směsi, postupu betonáže, ošetření hotové konstrukce a nakonec i při eventuální volbě systému sekundární ochrany.

Pro životnost betonu je důležité omezit migraci vody skrze něj. Dlouhodobě optimální se jeví uchování trvale mírně zvýšené vlhkosti, s výjimkou částí vysta-

Obr. 4 Detail průsaku dilatační spáry
Fig. 4 Detail of expansion joint leakage

vených účinku mrazu. S určitou mírou nadsázky je možno beton jako pórovitý materiál porovnat v tomto ohledu se dřevem. Střídavé vlhnutí a vysoušení zde nemá za následek biologickou degradaci, ale postupný mechanický rozpad. Bude-li tedy betonová konstrukce v prostředí, které jí bude odjímat vlhkost, bude se zmenšovat oblast původní vlhkosti v jádře průřezu a napětí mezi touto částí a povrchem povede k rozvoji trhlin v povrchové zóně.

Jestliže za této situace bude mít konstrukce z jedné strany zdroj vlhkosti, bude míra poškození druhého povrchu závislá na intenzitě prostupu vody a při vyšší rychlosti transportu dojde k poškození betonu vyluhováním.

Vyluhování a průsaky se nejvíce vyskytují kolem různých prostupů do bazénové vany. Ačkoli je beton často laicky považován za prakticky nezničitelnou hmotu, ve velké části produkovaného objemu tomu tak zdaleka není a naše lidská kopie přírodou stvořených hornin v mnohém pokulhává za svými přírodními vzory. Proto myslím bude rozumné

Obr. 5 Trhlinky kolem prostupu
Obr. 5 Cracks around a feed

Obr. 6 Detail poškození horní hrany bazénu
Fig. 6 Detail of wrong swimming pool border

hodnotit střízlivě možné parametry včetně trvanlivosti a tam, kde je to technicky možné, betonové konstrukce odpovídajícím způsobem i chránit, neboť se to většinou ukáže i jako řešení ekonomické. Jak bylo naznačeno výše, je vyluhovatelnost slabinou obyčejného betonu, kterou lze dnes odstranit úpravou složení směsi např. přídavkem mikrosiliky. Její hydratací spolu s cementem se pak formují nerozpustné hydratační minerály. Takto upravená je dnes většina kvalitních reprofilačních (správkových) hmot.

Když máme dlouhodobě odolný beton, musíme se postarat o veškeré detaily konkrétně tvarované nádrže. Znamená to návrh správného postupu provedení a následně pak polohy i tvarové úpravy pracovních spár. Uvnitř elementů vytvářených v jednom pracovním záběru musíme dbát na opatření k řízenému smrštění (jalové spáry), abychom omezili na minimum nepříjemnou napjatost konstrukce v době zrání. Zde je třeba uvažovat i o tuhosti nádrže včetně právě spár, aby nedošlo k jejich otvírání např. při napouštění vody. Mnoho lze dosáhnout správným vyztužením, ale někdy u poddajných konstrukcí nezbývá než sáhnout k elastickému řešení těchto partií systémy sekundárními. Máme již k dispozici velmi houževnaté povrchové systémy, vysoce elastické v širokém teplotním rozmezí, které nikterak neomezí konstrukci nádrže v jejích pohybech, přičemž si spolehlivě zachovají kontinuitu vrstvy a tedy i těsnost bazénu. Jedná se např. o polyurethany, epoxy-urethany apod. Homogenní konstrukce je výhodná i z hlediska např. tepelně-fyzikálního chování, protože nevytváří různé difúzní bariéry atp.

Specifikem venkovních bazénů je pak často i nezbytnost ochrany jejich železobetonových konstrukcí proti účinku vody zvenčí. Zde např. použití modifikovaného betonu eliminuje nutnost hydroizolační vrstvy z obou stran stěny. Jejich provádění často v minulosti přispělo k poruchám horních částí bazénových stěn, kde vznikla kumulace kondenzátu a následná poškození mrazem. Optimálně opravený bazén vyžaduje následnou správnou provozní údržbu, která je také podmínkou trvanlivosti.

POVRCHOVÁ ÚPRAVA

Snad nejčastěji užívaná povrchová úprava obkladem, mívá problémy v tomto ohledu hlavně u venkovních bazénů. Jde tu o nedostatečnou elasticitu lepicích tmelů i spárovacích hmot, zejména v kritických detailech a za nízkých teplot. Mechanicky tradované postupy včetně tzv. dilatačních celků velmi často selhávají. Problémy přinášejí i dutiny pod obklady, které by zde neměly být v žádném případě. Ani vnitřní bazény nejsou v tomto ohledu bezproblémové.

V poslední době se těší oblibě systémy z různých fólií, plošně nepřipojených. Jejich použití je problematické právě tou plošnou dutinou. Dochází zde ke kondenzacím, průsakům zvenčí apod.

MOŽNOSTI OPRAV

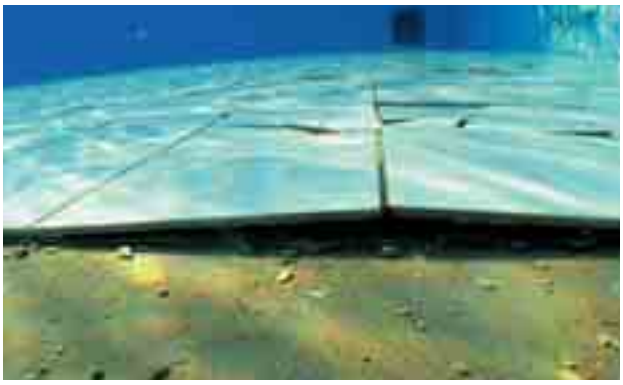
Systém opravy by měl odpovídat typu a rozsahu poškození. U železobetonových konstrukcí jde ve většině případů o korozi výztuže s následnou destrukcí krycí vrstvy. Sanace takového stavu je dnes již standardním problémem. Nejprve jsou odstraněny nesoudržné části betonu a mechanicky je očistěna výztuž. Dále pak následuje otryskání vysokotlakým vodním paprskem, doplnění oslabené armatury, její pasivace a reprofilace správkovými hmotami, ve větším objemu i modifikovaným betonem.

Aby byly minimalizovány možnosti budoucích problémů, je z důvodu komplikovaného spolupůsobení nanejvýš žádoucí minimalizovat i počet dalších vrstev v průřezu bazénové konstrukce. Znamená to např. upřednostnit elastické povrchové stěrkové systémy, které plní funkci hydroizolace i mechanické ochrany povrchu bazénu. Tam, kde je třeba použít vrstev více, např. obklad horní části stěn a žlábku, je nutno pečlivě volit typy hmot s ohledem na jejich slučitelnost, vzájemné přenosy napětí a možnosti spolupůsobení obecně.

Důležitá je vhodná volba čisticích prostředků, frekvence a způsob jejich použití a volba prostředků k chemické úpravě vody, fungicidů atp. V době životnosti je pak nutno dbát na opotřebení jednotlivých částí, včas je opravovat nebo nahrazovat, aby se tak předešlo rozvoji poškození, které by vedlo k nutnosti zbytečně velkých, ba i konstrukčních oprav.

Ing. Bohumil Šťastný, Ph.D.
Fakulta stavební ČVUT v Praze
Katedra zdravotního a ekologického inženýrství
Thákurova 7, 166 29 Praha 6
tel.: 224 354 403
e-mail: stastny@fsv.cvut.cz

Obr. 7 Detail průsaku kolem prostupů
Fig. 6 Detail of leakage around feeds



Obr. 8 Detail poničené dlažby dna bazénu
Fig. 8 Detail of wrong poolbed pavement