

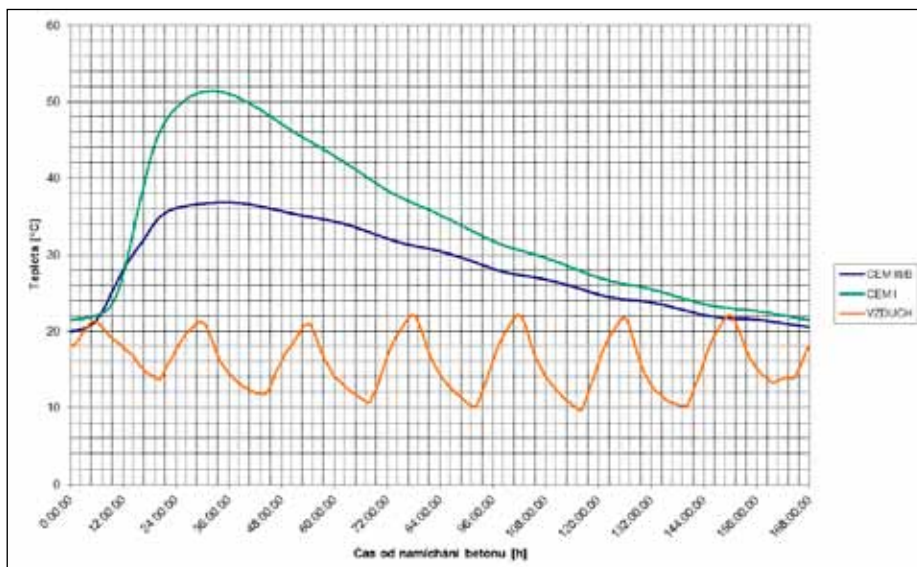
# Betony pro vodonepropustné a masivní konstrukce

Podzemní části staveb jsou velmi často budovány formou vodonepropustných betonových konstrukcí, systémem tzv. bílé vany. Obzvláště u konstrukcí inženýrských nebo vodohospodářských jsou tyto konstrukce často masivní. Aby byla zajištěna vodonepropustnost betonové konstrukce, je třeba splnit mnoho požadavků, zejména správně konstrukci navrhnout, zajistit vodonepropustnost pracovních a dilatačních spár a v neposlední řadě použít správně navržený beton. Specifikaci a vlastnostem betonu pro vodonepropustné a masivní konstrukce je věnován tento článek.

## Problematika vodonepropustných konstrukcí

Jak už bylo uvedeno výše, základem správné funkce vodonepropustné konstrukce je použití

dobře navrženého betonu. U betonové konstrukce nemá (dle třídy požadavků) docházet k plošnému průsaku a musí se minimalizovat počet a šířka trhlin v betonu. Omezení trhlin spočívá v ome-



Graf 1: Porovnání teploty betonu během hydratace s různými cementy



Obr. 1: Trhliny na povrchu stěny mimo bednění od plastického smrštění

zení smrštění betonu snížením obsahu cementu a záměsově vody a zároveň v návrhu konstrukce (vyztužení) za tímto účelem. Dalším způsobem omezení trhlin je snížení teplotního gradientu v konstrukci použitím betonu s nižším vývojem hydratačního tepla a vhodným ošetřováním betonu během tuhnutí a tvrdnutí. Omezit šířku trhliny a její propustnost pro vodu se dá také použitím rozptýlené výztuže v betonu jako doplňku k výztuži tuhé nebo jako její plnohodnotné náhrady. Problematice technologie betonu se článek bude zabývat detailněji dále.

Dalšími neméně důležitými faktory jsou ovšem návrh konstrukce jako celku a její provedení. Zejména je důležitý správný návrh výztuže, tloušťky konstrukce a rozmístění a způsob provedení dilatačních, smršťovacích a pracovních spár. Touto problematikou se vzhledem k její rozsáhlosti článek dále zabývat nebude.

## Terminologie a normy

Beton je v České republice specifikován a vyráběn podle normy ČSN EN 206-1/24 (Z4 platná od října 2013) nebo dle ČSN EN 206-1/23 (do konce přechodného období). Ze specifikace betonu podle této normy ovšem nelze poznat, že je beton určen pro masivní nebo vodonepropustnou konstrukci. Jsou zde sice požadavky na maximální průsak tlakovou vodou, ale spíše jako parametr trvanlivosti betonu v daném prostředí. Hodnota maximálního průsaku ovšem automaticky neznamená beton vhodný pro vodonepropustnou konstrukci. Kromě omezení průsaku tlakovou vodou je nutné také omezit smrštění betonu, ať už autogenní, nebo z vysychání, a omezit tím riziko vzniku trhlin. Obzvláště u masivních konstrukcí je třeba zaměřit pozornost na vývin hydratačního tepla betonu a na průběh teploty během hydratace v konstrukci (teplotní gradient).

Dokumentem, který se této tematice věnuje, jsou například *Technická pravidla ČBS 02 – Bílé vany – vodotěsné betonové konstrukce*. Tento dokument je překladem rakouské směrnice *Vodotěsné betonové stavby – bílé vany* a je zajímavým podkladem pro návrh konstrukce a složení betonu. Tato pravidla specifikují třídu požadavků na vodotěsnost vnějších stěn, základových desek a stropů (**A<sub>s</sub>**, **A<sub>1-4</sub>**), kde je jasně stanovený výsledný vzhled povrchu betonu a posuzování případných vad. Dále je zde stanovena třída tlaku vody **W<sub>0-4</sub>**. Z těchto dvou okrajových podmínek stanovíme konstrukční třídu pro bedněné železobetonové stavební díly **Kon<sub>s</sub>**, **Kon<sub>1</sub>** a **Kon<sub>2</sub>**. Tyto konstrukční třídy nám předepisují kromě konstrukčních požadavků i normalizovaný beton **BS 1-3**, který je ještě dělen do podskupin **BS1 A-E** a **BS2 A,C**. Pro tyto normalizované betony jsou stanoveny jasné požadavky na složení a vlast-

nosti. Takto označené normalizované betony se poslední dobou již v projektech vyskytují. Toto způsobuje určité problémy, protože se jedná o překlad rakouské normy, kde se počítá s jinými vstupními materiály, a protože směrnice koliduje s ČSN EN 206-1/24 (resp. Z3), podle které je beton v ČR vyráběn. Pro příklad je v tabulce 1 uveden normalizovaný beton **BS1 A**, který je určen pro stěny a desky průměrné tloušťky max. 1,2 m, s tlakem vody do 10 metrů, ve srovnání s požadavky normy ČSN EN 206-1/24 pro normalizovaným betonem daný stupeň vlivu prostředí.

Z tabulky 1 je patrné, že v případě předepsání typového betonu dle TP ČBS 02 nelze zároveň splnit podmínky pro daná prostředí dle ČSN EN 206-1. Cement bez **C3A** není na trhu v ČR k dispozici. Pro účely stavby by se musel dovážet z okolních zemí, což by beton značně prodražilo. Zároveň na betonárnách pro tyto účely nebyvají vyčleněna zvláštní síla, do kterých by se tento cement umístil. Zásadním problémem je předepsané množství cementu, kdy rozmezí dané TP ČBS 02 je pod minimálním požadovaným množstvím normou ČSN EN 206-1/23. Vzhledem k tomu, že vyráběné betony jsou certifikovány podle této normy, nelze dodržet množství cementu předepsané technickým předpisem. S množstvím cementu souvisí i předepsaný vodní součinitel. Při dodržení vodního součinitele 0,5 a obsahu cementu 260 kg/m<sup>3</sup> dle TP nám vyjde maximální obsah vody 130 kg/m<sup>3</sup>. Při tomto obsahu vodu bude směs velmi špatně zpracovatelná a náchylná k segregaci kvůli použití velké dávky účinných superplastifikátorů. Proto je v TP předepsán vyšší „vodopojivový“ součinitel (0,6), což ovšem platná norma neumožňuje. Maximální obsah vody 170 kg/m<sup>3</sup> je splnitelný a vzhledem k potřebnému snížení smrštění opodstatněný. Musí se ale počítat se zvýšenou citlivostí na plastické smrště-

ní a přizpůsobit ošetřování tuhnoucího betonu. Maximální teplota dosažená v konstrukci 45 °C je splnitelná i s cementy běžně používanými v ČR bez splnění ostatních podmínek v TP. Maximální teplota čerstvého betonu 22 °C je diskutabilní. V letním období jí lze dosáhnout pouze s instalovaným chlazením čerstvého betonu. I když je chlazení například kapalným dusíkem nainstalováno, beton se vlivem okolního prostředí znovu ohřívá během transportu a uložení v konstrukci. Výsledkem je tedy značné prodražení betonáží s minimálním kladným výsledkem pro konstrukci.

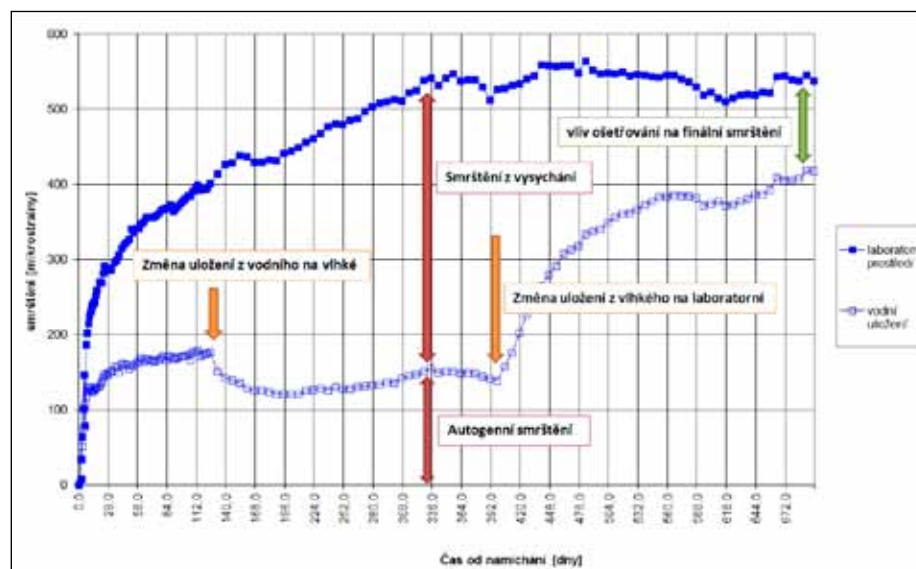
Dle již neplatné normy ČSN 73 1209 – *Vodostavebný betón* se betony podle masivnosti konstrukce dělily na masivní a středně masivní beton (**M**) a na hrubostěnný a tenkostěnný beton (**H**). Z tohoto označení vycházel požadavek na nízký vývoj hydratačního tepla během hydratace. Dále se nestanovoval maximální průsak, jak je tomu dnes, ale vodotěsnost betonu. Ta se lišila dle

maximálního tlaku vody při zkoušce (**V2, V4, V8** a **V12**). Maximální průsak směl být 80 mm, resp. do poloviny tělesa, pokud byla tloušťka menší než 150 mm. Dále se specifikovala odolnost vůči korozi (**A1–3**), mrazuvzdornost (**T50–150**) a houževnatost (**HB**) betonu. Toto byla tehdejší alternativa k dnešním stupňům vlivu prostředí. Přesný převod mezi tehdejšími a dnešními značeními vzhledem k odlišnosti použitých zkoušek není možný. Výhodou značení dle ČSN 73 1209 byla jasná specifikace masivnosti konstrukce a tím požadavek na snížený vývoj hydratačního tepla. Ostatní požadavky jsou dnes pokryty stupněm vlivu prostředí.

### Požadavky na beton pro vodonepropustnou konstrukci

#### Teplota betonu během hydratace

V TP ČBS 02 (resp. v rakouské směrnici *Vodotěsné betonové konstrukce – bílé vany*) je požada-



Graf 2: Smrštění betonu při různém uložení



Obr. 2, 3: Betonář základové desky RD z drátkobetonu v kombinaci s tuhou výztuží





Obr. 4: Betonáž stěn bílé vany z drátkobetonu bez tuhé výztuže



Obr. 5, 6: Plavené tunely metra v Holešovicích



vek nepřesáhnout maximální přípustnou hodnotu konstrukčního dílu 45 °C. Cílová maximální teplota je ovšem ještě o dalších 5 °C nižší, tzn. 40 °C. Nárůst teploty betonu během hydratace by neměl být vyšší než 13–17 °C (K), dle konkrétní konstrukce.

Na dosaženou maximální teplotu v konstrukci mají hlavní vliv následující parametry:

- teplota čerstvého betonu,
- teplota prostředí,
- geometrie konstrukce,
- vývoj hydratačního tepla betonu.

Je vidět, že jedině, co můžeme ve chvíli realizace výrazněji ovlivnit, je vývoj hydratačního tepla betonu. V omezené míře můžeme snížit teplotu čerstvého betonu. Je ale nereálné měnit geometrii konstrukce nebo odsouvat betonáž z léta na podzim.

Nejvíce je vývin hydratačního tepla betonu ovlivňován množstvím a typem cementu. Obecně můžeme říci, že čím více slínku cement obsahuje, tím více tepla během hydratace vytvoří. Množství slínku značí římská číslice a písmena za ní v označení cementu. Příklady nejpoužívanějších typů cementů jsou uvedeny v tabulce 2.

Obecně se dá říci, že pokud budeme porovnávat betony s různými typy cementů, ale se stejným obsahem slínku v m<sup>3</sup> směsi, budou betony s cementem s vyšším obsahem slínku vyvíjet vyšší hydratační teplo. Toto je vidět na grafu č. 1, kde jsou stejné betony pevnostní třídy C40/50 ve dvou variantách. První je vyroben z vysokopečného cementu CEM III/B 32,5 N a druhý z portlandského cementu CEM I 42,5 R. Oba betony mají stejný obsah cementu a neobsahují další příměsi. Pevnosti v tlaku jsou po 90 dnech obdobné. Zkouška byla provedena na modelu,

který ze zkušeností vystihuje průběh teplot v 1 m tlusté desce.

Zvolit se ovšem dá i druhý způsob – použití minimálního množství cementu s vyšším obsahem slínku a přidání latentně hydraulické příměsi (popílek, struska) přímo do betonu. Vždy záleží na konkrétních podmínkách, zejména na možnostech místních betonáren.

Problémem při specifikaci betonu je upřesnění požadavku na vývin hydratačního tepla. Norma ČSN EN 206-1, podle které je beton vyráběn, neumožňuje vývin hydratačního tepla specifikovat. Zároveň není jednotná metodika zkoušení a v neposlední řadě většina výrobců betonu tyto hodnoty nemá naměřené. V poptávkách se často vyskytuje požadavek na „nízký vývoj hydratačního tepla“, což v podstatě není vymahatelné, protože nikde není stanoveno, co je běžný a co nízký vývoj hydratačního tepla. Jediným možným, i když problematickým způsobem je stanovení maximální přípustné teploty v konstrukci

během hydratace (viz *TP ČBS 02*), zároveň ovšem musí být stanoveny geometrické parametry konstrukce.

S teplotou betonové konstrukce ale i se způsobem ošetřování a s teplotou prostředí souvisí teplotní gradient. Teplotní gradient (spád) vyjadřuje rozdíl teplot v jádře a na povrchu betonové konstrukce. Pokud je tento gradient vysoký, způsobuje v konstrukci pnutí způsobené teplotní roztažností. Jádro, které má vyšší teplotu, se rozpíná více než povrch betonu, což může způsobit trhliny v povrchu konstrukce. Gradient se zvyšuje, pokud beton vyvíjí při hydrataci více tepla, ale také pokud je povrch betonu ochlazován nevhodným ošetřováním (kropením studenou vodou) nebo chladným prostředím (zimní období). Proto je vhodné jednak použít beton s nízkým vývinem hydratačního tepla (viz výše) a jednak beton správně ošetřovat (např. přikrytím fólií,



Obr. 7: Betonáž vodonepropustné základové desky bytového objektu

postřikem proti odparu) a chránit před chladným prostředím (zateplením). Z grafu 1 je vidět doba, ve které hrozí problémy s teplotním gradientem a ve které by se měla ošetřování věnovat zvýšená pozornost.

#### Smrštění betonu

Smrštění betonu úzce souvisí se zásadní problematikou bílých van, a to s množstvím a šířkou trhlin v betonové konstrukci. Trhliny jsou nejčastěji způsobeny následujícími příčinami:

- plastickým smrštěním,
- autogenním smrštěním,
- smrštěním z vysychání,
- teplotním gradientem.

Trhliny vzniklé z plastického smrštění se vytvářejí v průběhu tuhnutí betonu, tzn. při přechodu z plastické do tuhé fáze. Tyto trhliny jsou způsobeny rychlým vyschnutím plastického betonu, který není správně ošetřován. Trhliny z plastického smrštění jsou typické pro plošné konstrukce, u kterých je použit beton s nízkým obsahem vody (tzn. beton pro bílé vany typický) a které se začínou ošetřovat až po zatvrdnutí. Trhliny ovšem mohou vzniknout i na nechráněném povrchu stěn (obr. 1).

Odolnost betonu vůči plastickému smrštění lze zvýšit i použitím vláken (polypropylenových, skleněných). Správné ošetřování betonu je ovšem nutné i v případě použití vláken.

Autogenní smrštění a smrštění od vysychání má dlouhodobý charakter. Za beton se silně redukováním smrštěním se považuje dle *TP ČBS 02* beton s obsahem vody nižším než  $170 \text{ l/m}^3$ . Metod na měření smrštění existuje velké množství.

Nejvyšší rychlost smršťování je na začátku zrání betonu. Pro získání reprezentativních výsledků je nutné s měřením smrštění začít ihned po uložení betonu. Toto nám umožní tzv. korytková metoda, kdy se beton uloží do korytka s posuvným čelem, a pomocí tohoto posuvného čela se měří objemové změny betonu. Další vhodnou metodou je měření objemových změn pomocí tenzometrů. Touto metodou byly naměřeny výsledky prezentované dále v tomto článku.

Naměřené hodnoty smrštění ovlivňují i další podmínky měření. Zejména jde o dobu odformování tělesa, dobu ošetřování, způsob ošetřování (voda, vlhko, prostředí laboratoře) a teplota. To vše má výrazný vliv na průběh smrštění a na jeho absolutní hodnotu. Je ovšem problematické říci, kdy se již jedná o hodnotu absolutní. Na grafu č. 2 je vidět smrštění jednoho betonu (C40/50) uloženého v různém prostředí. Vzorek uložený v laboratorním prostředí (plná značka) má standardní průběh smrštění, které se ustálí zhruba ve stáří 1 rok na hodnotě 500–550 mikrostrainů, tzn. 0,5–0,55 mm/m. Druhá křivka (prázdna značka) reprezentuje vzorek uložený nejdříve ve vodě, poté ve vlhkém uložení v klimatizované místnosti a nakonec v laboratorním prostředí. Je vidět, že téměř roční uložení ve vlhkém (vodním) prostředí způsobilo po vyschnutí rozdíl ve smrštění zhruba 100 mikrostrainů, tzn. 0,1 mm/m. Zároveň je v počáteční fázi grafu (do stáří 1 roku) vidět podíl autogenního smrštění a smrštění z vysychání na smrštění celkovém. Tento poměr je samozřejmě různý u různých směsí.

Na vliv smrštění musí být správně navržena tuhá, resp. rozptýlená výztuž. Zejména rozptýlená

výztuž je schopna v některých konstrukcích (zejména stěnách) plně nahradit výztuž tuhou. Jako příklad lze brát stavbu RD (obr. 2, 3), kde byly do směsi přidány drátky v množství  $35 \text{ kg/m}^3$ .

#### Vodonepropustnost betonu a speciální přísady

Základem (a zároveň nejméně problematickou částí) betonu pro vodonepropustné konstrukce je průsak vody hmotou betonu. Míra vodonepropustnosti betonu jako materiálu je zkoušena dle normy *ČSN EN 12390-8 – Zkoušení ztvrdlého betonu – část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou*. Tato zkouška probíhá na krychlicích o hraně 150 mm, kdy na plochu betonu působí voda pod tlakem 0,5 MPa po dobu tří dnů. Po ukončení zkoušky se těleso rozlomí a je zjištěn maximální průsak vody do betonu. Tento průsak je porovnán s požadavky normy *ČSN EN 206-1/Z3 (Z4)*, kde je ale maximální průsak brán jako parametr odolnosti. Dle požadavků *TP ČBS 02* je maximální průsak 50 mm, což je hodnota bez problémů splnitelná pro většinu konstrukčních betonů.

Bílé vany a vodonepropustné konstrukce jsou často řešeným tématem v betonovém stavitelství. I proto jsou pro tyto konstrukce a betony nabízeny různé krystalizační a těsnicí příměsi. Při realizaci bílé vany potom často nastává situace, kdy je soutěžen co možná nejlevnější beton, bez ohledu na jeho technické parametry a do tohoto levného betonu je poté přimíchávána drahá přísada na zlepšení vodonepropustnosti betonu.

Funkce krystalizačních přísad je dle výrobců postavena na tvorbě nerozpustných krystalů v kapilárách a pórech betonu. Těsnicích přísad je mnoho typů, často jsou postaveny na hydrofobizačním účinku, nebo je kombinováno více metod utěsnění betonu. Výsledkem obou typů přísad má být zlepšení vodonepropustnosti betonu utěsněním pórů a kapilár. Diskutabilní je, jestli je to nutné, pokud se použije beton pro bílou vanu přímo navržený, splňující parametry pojednáváné výše v článku. I bez těchto speciálních přísad dokážeme vyrobit dostatečně hutný beton s minimálním průsakem tlakovou vodou, s omezeným smrštěním a vývinem hydratačního tepla. Tento beton účelově připravený pro bílé vany vyjde řádově o  $100\text{--}200 \text{ Kč/m}^3$  draž než běžný beton stejné třídy. V případě použití krystalizačních přísad se výsledná cena může zvýšit v řádu několika set  $\text{Kč/m}^3$  dle konkrétního výrobku a dávky. Ani v případě *TP ČBS 02*, resp. rakouské směrnice pro bílé vany, nejsou tyto přísady v požadavcích na normalizované betony uvedeny. Příkladem může být jedna z nejnáročnějších vodonepropustných konstrukcí současného stavitelství, plavené tunely metra v pražských Holešovicích (obr. 3). Tyto plavené



Tabulka 1: Porovnání normalizovaného betonu BS1 A dle TP ČBS 02 a ČSN EN 206-1/23

	Požadavky kladené na beton <b>BS1 A</b> dle <b>TP ČBS 02</b>	Požadavky kladené na beton <b>BS1 A</b> vzhledem k svp dle <b>ČSN EN 206-1/23</b>	Komentář
Typové označení	BS1 A	–	–
Stupeň vlivu prostředí	XC3, XD2, XF3, XA1	XC3, XD2, XF3, XA1	–
Pevnostní třída	C25/30–56 dní	min. C25/30	–
Cement podle <i>ÖNORM B 3327-1</i>	max. WT33 bez C3A	–	Na trhu v ČR není dostupný
Nárůst teploty v betonu	max. 13 K	–	–
Obsah vzduchu	2,5–5,0 %	min. 4 %	–
Celkový obsah vody	max 170 l/m <sup>3</sup>	nutno dodržet vodní součinitel 0,5	–
Teplota čerstvého betonu	max. 22 °C	–	Bez chlazení v letním období nelze dodržet
Maximální přípustná teplota betonového dílu	45 °C	–	–
Obsah cementu [kg/m <sup>3</sup> ]	240–260	min. 320	V přímém rozporu
Voda/pojivo	max. 0,6	–	–
Vodní součinitel	–	max 0,5	V rozporu
Maximální průsak při kontrolních zkouškách [mm]	50	35	–

tunely byly provedeny z betonu bez těchto přísad, přesto bez problémů fungují.

Dalším problémem je zodpovědnost za výsledný beton. V praxi je běžné, že zákazník na základě samostatných výběrových řízení vybere dodavatele betonu a krystalizační přísady. Při zahájení dodávek betonu potom dodavatel předepíše přidání určité přísady. V tomto případě ovšem dodavatel betonu může ručit pouze za dodanou základní směs a ne za finální beton s krystalizační přísadou, obzvláště když si ji zákazník přidává do autodomíchávače sám. Legislativně se totiž na beton s jakoukoliv nově přidanou přísadou musí provést nové průkazní zkoušky. V případě, že je přísada dodávána až na stavbě, nad betonem výrobce už nemá vůbec kontrolu. Nemůže tak ani provádět předepsané kontrolní zkoušky. Je několik možností, jak přidání přísady provést legislativně správně. Pokud zákazník trvá na vlastním dodávkování přísady nebo pokud nebyly včas provedeny průkazní zkoušky, musí být okamžik převzetí dodávky betonu před přidáním přísady do mixu. Za změnu vlastností betonu přidáním přísady si zákazník nebo dodavatel přísady musí odpovídat sám, stejně jako za provedení kontrolních a průkazních zkoušek betonu. Zákazník nebo dodavatel přísady v tomto případě zodpovídají také za správné rozmíchání přísady v autodomíchávači, což je dost problematické. V případě že má dodavatel betonu dodávat beton přímo s přísadou, musí být množství a typ přísady domluveno v dostatečném předstihu pro provedení průkazních zkoušek.

Nelze rozporovat určitý, i když běžnými metodami těžko měřitelný přínos těchto přísad. Ekonomicky vzato je ale vhodné nejprve investovat

Tabulka 2: Množství slínku v cementu dle typu

Označení cementu	Název cementu	Obsah slínku
CEM I	portlandský	95–100 %
CEM II/B-S	portlandský struskový	65–79 %
CEM II/B-M	portlandský směsný	65–79 %
CEM III/B	vysokopecní	20–34 %

do kvalitního betonu a až v případě, kdy je vyžadována ještě vyšší míra bezpečnosti, do tohoto betonu navrženého přímo pro bílé vany přidávat krystalizační nebo těsnicí přísady.

### Závěr

Vodonepropustné betonové konstrukce se využívají od malých rodinných domů (obr. 2–4) přes bytové a administrativní budovy (obr. 7) až po složité inženýrské konstrukce (obr. 5, 6). V naprosté většině případů se jedná o spodní stavbu, kde je izolace proti vodě nahrazena betonovou konstrukcí. Toto řešení šetří náklady na hydroizolaci, na druhou stranu vyžaduje kvalitnější beton a vysokou technologickou kázeň. V případě poruchy je sanace vodonepropustné konstrukce jednodušší než sanace poškozené hydroizolace, protože místo poruchy přímo vidíme a můžeme ho tedy přímo opravit. Oproti tomu hydroizolace je nepřístupná a místo poruchy je tedy velmi těžké dohledat a sanovat.

K betonu pro vodonepropustné konstrukce je nutno při návrhu přistupovat komplexně, ne pouze z hlediska hodnoty maximálního průsaku. Maximální průsak je nutno ověřovat, nicméně při návrhu složení betonu je třeba přihlídnout i k dalším důležitým parametrům, jako jsou vý-

vin hydratačního tepla, smrštění nebo obsah záměsové vody. V některých případech (např. podzemní stěny RD) je technicky i ekonomicky vhodné použít místo tuhé výztuže výztužení drátky, rozptýlenými v betonové směsi.

Jak už bylo řečeno v úvodu, použití správného betonu je pouze jednou z mnoha podmínek úspěšné realizace bílé vany. Kromě vhodného betonu je nutno konstrukci správně navrhnout, vyřešit pracovní, smršťovací a dilatační spáry a v neposlední řadě je nutno konstrukci technologicky správně provést. Vzhledem k velkému množství realizací se jedná o technologii ověřenou a pro mnoho objektů vhodnou.

V článku jsou uvedeny některé výsledky získané při řešení programu *TACR TE 01020168*.

ROBERT COUFAL

*foto archiv firem TBG METROSTAV, s. r. o., a METROSTAV, a. s.*

*Ing. Robert Coufal, Ph.D., (\*1980) absolvoval České vysoké učení technické v Praze, Fakultu stavební. Pracuje jako technolog ve firmě TBG METROSTAV, s. r. o., kde má na starosti výzkum a vývoj nových produktů. Od roku 2013 je členem pracovní skupiny FIB TG 8.10 Performance-based specifications for concrete.*