

Vodonepropustné konstrukce bez krystalizačních přísad

Stavebnictví se v současné době nachází ve složité situaci. Není ojedinělé, že v komplikovaných tendrech vyhraje stavební firma zakázku za velmi nízkou cenu. Ta se pak promítá do celé zakázky, tedy na všechny subdodavatele a materiály, které jsou na stavbě použity. Na příkladu betonu je tento stav dobře patrný. Základními, a často také jedinými požadavky jsou pevnostní třída, stupeň vlivu prostředí, maximální velikost kameniva a v lepších případech ještě stupeň konzistence. Poté už jsou porovnávány jen ceny jednotlivých typů betonu a vítězí výrobce s nejnižší celkovou cenou. Je-li to správný postup nebo ne, zřejmě ukáže až čas. Takto nastavený systém však ukazuje na některé paradoxy, které ve svém důsledku mohou stavbu spíš prodražit. Příkladem může být například požadavek zadavatele na doplnění betonu, určeného pro výstavbu vodonepropustné konstrukce („bílé vany“) o krystalizační přísadu, jejímž úkolem má být zvýšení vodotěsnosti betonu a zmenšení šířky trhlin v betonu.

Nakoupit to nejlevnější a následně draze vylepšovat

Zadavatelem je nejprve ve výběrovém řízení na dodavatele betonu vybrán nejlevnější a nejobyčejnější beton, který splňuje základní kritéria dle ČSN EN 206-1. Následně zadavatel požaduje, aby byl tento beton dodatečně vylepšován nesystémovým přidáním krystalizační přísady, kterou si na betonárně, v horším případě přímo do bubnu automodířovače aplikuje sám zadavatel (stavební či realizační firma). Ve výsledku je na stavbu dodán beton po namíchání nestandardně doplněný o složku, která může ovlivnit jeho výsledné vlastnosti, a to ve smyslu pozitivním, ale bohužel také negativním. Ukazuje se například, že některé typy krystalizačních přísad mohou ovlivňovat tak zásadní parametry betonu, jako jsou stupeň konzistence, smrštnění nebo počátek tuhnutí betonu. To způsobuje problémy hlavně při realizacích, kdy je správné načasování

průběhu betonáže rozhodující. Pokud je například realizační firma zvyklá aplikovat vsyp do leštěné základové desky z běžného betonu po 12 hodinách, měla by počítat s tím, že tato doba může být po přidání krystalizační přísady odlišná.

Z ekonomického pohledu je uvedená situace ještě více zarážející. Nejprve co nejlevnější beton a následně jeho „vylepšení“ samostatně aplikovanou přísadou. V současné době zvyšuje cena krystalizačních přísad cenu betonu až o 25 %. To je poměrně vysoká částka v době, kdy ekonomové a nákupčí stavebních firem počítají v zakázce každou desetikorunu. Vhodně sestavená receptura betonu, který je možné použít právě ve vodonepropustné konstrukci, zvýší jeho cenu přibližně o 5–7 %. Největším rizikem pro investora je však otázka odpovědnosti. Kdo vlastně ručí za výsledný produkt? Na koho se má investor obrátit v případě, že beton v konstrukci nesplní

deklarované parametry? Výrobce betonu vyrobil směs a do této směsi byl kupujícím (nebo na přání kupujícího) přidán prvek, který může ovlivnit vlastnosti a parametry betonu. Výrobce betonu tedy rozhodně nemůže převzít odpovědnost za jeho výsledné vlastnosti a ručí za vlastnosti směsi před přidáním krystalizační přísady (ale i jiných tímto způsobem přidávaných složek, např. vody). Dalším odpovědným by tedy mohla být sama stavební či realizační firma, která tuto úpravu betonu požaduje nebo provede. Stavební firma však většinou nepožaduje přidání těchto složek do betonu sama o sobě – vychází z požadavku projektu, případně investora, to znamená, že i ona by měla tuto odpovědnost odmítnout. Kdo je tedy za beton odpovědný? Nebylo by tedy vhodnější zadat přísnější kritéria na kvalitu a parametry betonu a požadovat jejich deklarování a dodržení přímo od výrobce betonu?

Vodonepropustná konstrukce – „bílá vana“

Pro správné pochopení toho, jaké požadavky na beton předložit jeho výrobcí, je nejprve nutné si ujasnit, co je to vlastně vodonepropustná konstrukce. Vodonepropustná konstrukce – „bílá vana“ –, je betonová konstrukce spodní stavby, která splňuje statické i hydroizolační požadavky. V posledních letech jsou podzemní části budov čím dál častěji prováděny právě tímto systémem. Tento trend je možné již několik let pozorovat také v zahraničí, kde se takový způsob realizace prosazuje u tunelových a inženýrských staveb i u běžných podsklepených rodinných domů. V našich podmínkách se takové typy konstrukcí vyskytují hlavně u novostaveb bytových domů a administrativních komplexů. Ve srovnání s klasicky izolovanou konstrukcí se u bílých van nepoužívají hydroizolační pásy, ani jiná vnější hydroizolační vrstva podzemní části stavby, což přináší nezanedbatelné ekonomické výhody. Ale hlavně – pokud přeci jen v průběhu životnosti stavby dojde k zatečení vody do spodní stavby, je místo poruchy snadno dohledatelné a případná sanace je snadná a účinná.

Správnou funkci bílé vany je možné zajistit jen vhodnou kombinací faktorů, které její funkci ovlivňují. Mezi základní faktory patří zejména:

- správně navržený beton,
- správně navržená konstrukce,
- technologicky správné provedení konstrukce,
- správně navržené a provedené spáry a prostupy.

PERMACRETE – beton pro vodonepropustné konstrukce

Značkový beton PERMACRETE®, který vyrábí společnost TBG METROSTAV, je navržen podle zásad navrhování betonů pro vodonepropustné



Obr. 1: Ukládka PERMACRETU do základové desky



Obr. 2: Zabetonovaná stěna z PERMACRETU

konstrukce, mimo jiné například podle *technických pravidel ČBS 02*. Beton pro bílé vany by totiž měl splňovat mnohem více požadavků než pouze malou hloubku průsaku tlakové vody. Původně byl beton PERMACRETE navržen a dodán pro aplikaci ve vzduchotechnickém kanálu tunelů MYPRA v tunelovém komplexu Blanka. V praxi tak bylo úspěšně ověřeno, že i takto složitá a technologicky náročná konstrukce podzemního tunelu, může být provedena bez vnější hydroizolační vrstvy za předpokladu vhodně navrženého betonu a vysoké technologické kázně. Receptura betonu PERMACRETE pro tuto zakázku neobsahovala žádné krystalizační přísady, a přitom na tuto konstrukci působí tlaková voda o výšce sloupce cca 25 m.

Kompletní sortiment betonů PERMACRETE dnes vychází právě z receptur, které byly původně vyvinuty pro zmíněný vzduchotechnický kanál. Složení betonu je optimalizováno zejména s ohledem na omezení průsaku tlakovou vodou, omezení vzniku trhlin od objemových změn betonu, omezení vzniku trhlin od teplotního gradientu a optimální konzistenci čerstvého betonu pro snadné a správné uložení.

Maximální průsak tlakové vody

Zlepšení vodonepropustnosti je důležité z hlediska vyloučení plošných průsaků tlakovou vodou. Základní hodnotou každého betonu PERMACRETE je maximální průsak 35 mm (běžný průsak betonu PERMACRETE se dle kontrolních zkoušek pohybuje v rozmezí 0–20 mm). Pokud podmínky či zadávací dokumentace stanoví přísnější hodnoty, lze recepturu po dohodě s technologickým oddělením přizpůsobit.

Omezení vzniku trhlin od objemových změn

Omezení množství a šířky trhlin je dalším podstatným faktorem pro správnou funkci konstrukce bílé vany. Je vhodné, když se podaří omezit trhliny pouze na tzv. „řízené“, tedy takové, které vzniknou jen v místě s těsnícím profilem. Trhliny lze omezit vyztužením tuhou nebo rozptýlenou ocelovou výztuží, ale také omezením smrštění betonu.

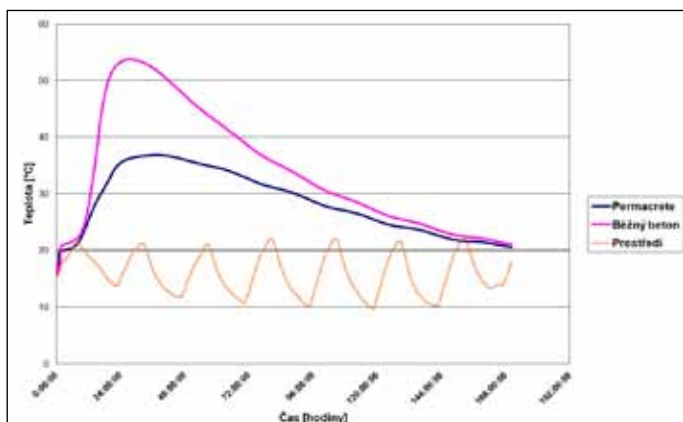
Trhliny od objemových změn se dělí na následující základní typy:

Trhliny od plastického smrštění

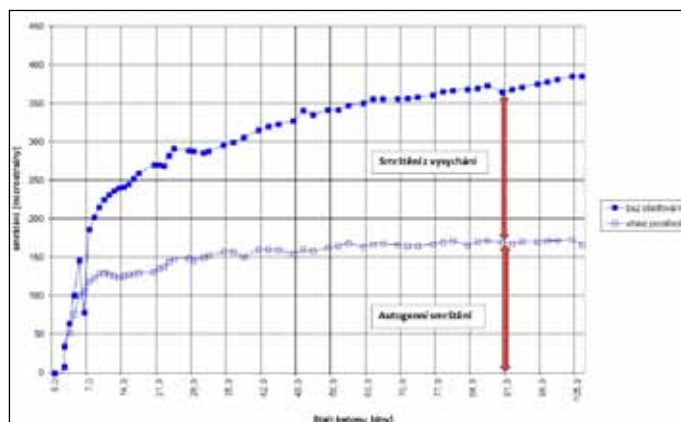
Plastické smrštění je smrštění vysychajícího, ještě plastického materiálu. Tento plastický materiál ještě nemá dostatečnou pevnost, aby těmto objemovým změnám odolal. Z tohoto důvodu pak vznikají velice rané trhliny. Náchylnější na vznik těchto trhlin jsou betony s nízkým obsahem vody, s vyšší konzistencí. Beton je potřeba před plastickým smrštěním chránit, zejména v suchém větrném počasí, a to ihned po uložení betonu do konstrukce. K ochraně se nejčastěji používá ochranný postřik povrchu betonu (plošné konstrukce), případně zakrytí bednění plachtou (svislé konstrukce).

Trhliny od autogenního smrštění a smrštění z vysychání

Dlouhodobé smrštění se dělí na autogenní a vysychací část. Poměr těchto smrštění velkou měrou závisí na typu betonu. Obecně lze konstatovat, že čím vyšší pevnostní třída, tím větší je podíl autogenního smrštění na celkovém dlouhodobém smrštění. PERMACRETE je vyvinutý tak, aby měl obě tyto části smrštění v maximální míře omezené svým složením. Omezením dlouhodobého smrštění se výrazně snižuje riziko vzniku trhlin. Smrštění PERMACRETE se za jeden rok po výrobě těles pohybuje podle typu v rozmezí 0,25–0,5 mm/m, včetně raného smrštění. Způsob měření smrštění je v tomto případě zásadní. Ukazuje se totiž, že k zásadním změnám dochází již v raném stádiu vysychání betonu a pro relevantnost naměřených hodnot je zaznamenání počátečních údajů klíčové. Uvedené smrštění PERMACRETE bylo měřeno právě pomocí tenzometrů, které jsou osazeny do zkušebních těles ihned při betonáži. Nedochozí tak ke zkreslení výsledků opožděným začátkem měření. Výsledky tak věrně zobrazují reálné chování betonu ihned od okamžiku zpracování do konstrukce.



Graf 1: Srovnání vývoje teplot v hydratujícím betonu



Graf 2: Vývoj autogenního smrštění a smrštění z vysychání u betonu PERMACRETE C 40/50

Omezení vzniku trhlin od teplotního gradientu

Dalším rizikem pro bílé vany jsou trhliny vzniklé teplotním gradientem. Teplotní gradient je rozdíl teplot na povrchu a v jádře konstrukce. Když je tento rozdíl vysoký, vzniká v betonu pnutí vlivem teplotní roztažnosti, které může mít za následek vznik trhlin. Tento gradient se zvyšuje se zvyšující se teplotou v jádře hydratujícího betonu (beton s vysokým vývinem hydratačního tepla), stejně jako se snižující se teplotou prostředí betonové konstrukce (zimní období). Pro omezení rizika vzniku trhlin od teplotního gradientu je beton PERMACRETE navržen tak, aby při hydrataci vyvíjel co nejméně tepla. Ochranu před chladnutím povrchu betonu v zimním období musí zajistit prováděcí firma. Srovnání vývoje teploty v hydratujícím betonu PERMACRETE a v běžném betonu je uvedeno v grafu 1. Na izolované krychli, která dle zkušeností reprezentuje desku tlustou 1 m, dosahuje beton PERMACRETE teploty v jádře 35–40 °C (max. 45 °C). Při správném ošetřování takto nízká teplota při hydrataci zamezí vzniku trhlin od teplotního gradientu.

Konzistence

Pro správnou funkci bílé vany je nutné správně navrhnout, provést a obetonovat těsnící prvky

v dilatačních a pracovních sparách, stejně jako v místech s profily pro řízenou trhlínu. Beton PERMACRETE se vyrábí v konzistencích od S4 až po SF1 (lehce zhutnitelný beton), aby se snadno zpracovával a dobře zatékal do všech částí konstrukce.

Specifikace betonu

Dle platných norem nelze specifikovat požadavky na beton pro bílé vany. Lze pouze specifikovat maximální průsak betonem tlakovou vodou, což ale není, jak bylo uvedeno výše, jediný požadavek na beton pro bílou vanu. To je důvod, proč byl pro tento účel zaveden značkový produkt PERMACRETE. Pokud se tedy při specifikaci betonu uvedou standardně požadované parametry betonu dle ČSN EN 206-1/23 s tím, že se má jednat o beton typu PERMACRETE, jsou tímto označením shrnuty všechny ostatní parametry betonu potřebné pro bezproblémovou realizaci bílé vany. Beton PERMACRETE lze vyrobit v pevnostních třídách C25/30 až C40/50, ve všech stupních vlivu prostředí, kromě XF2-4.

Příklad specifikace může vypadat následovně:

PERMACRETE, beton dle
ČSN EN 206-1/23, C30/37 – XA2
(CZ, F.1) – CI 0,4 – d_{\max} 22 mm – S4

Drátkobeton pro bílé vany – PERMACRETE D

Využití drátkobetonu ve vodonepropustné konstrukci má velký přínos. Díky rozptýlené výztuži dochází dle příručky *Deutscher Ausschuss für Stahlbeton DAfStb – Heft 483* k výraznému zmenšení šířky trhliny (až o 50 %) a omezení průtoku vody skrz trhlínu (až o 95 %). Rozptýlená výztuž ve stěnových prvcích dokáže plně nahradit výztuž tuhou, ale pro konkrétní situaci je to třeba ověřit statickým výpočtem. Použití PERMACRETE D (zvláštní typ betonu pro vodonepropustné konstrukce PERMACRETE s rozptýlenými ocelovými vlákny) ve stěnové konstrukci má tedy významný přínos jak kvalitativní, tak ekonomický.

PERMACRETE v praxi

V současné době již společnost TBG METROSTAV s úspěchem dodala či dodává betony PERMACRETE na několik stavebních zakázek v Praze. Stavební firmy, projektanti i investoři těchto zakázek tak využívají osvědčené receptury, které již byly odzkoušeny v náročných podmínkách zmíněného tunelového komplexu. Za zajímavou cenu tak získávají značkový beton vysoké kvality od renomovaného výrobce.

podle podkladů firmy TBG METROSTAV



Obr. 3: Doprava a čerpání PERMACRETEU



Obr. 4: PERMACRETE ve vodonepropustném definitivním ostění vzduchotechnického kanálu MYPPA