

# Beton pro bílé vany — ucelený koncept nebo zázračný prášek?

Tento text se zabývá specifikací, legislativou a výrobou betonů pro vodonepropustné konstrukce. Zároveň porovnává přístup k těmto betonům dle různých předpisů a místních zvyklostí. V době psaní tohoto článku (červenec 2015) se dal beton specifikovat a vyrábět dle následujících předpisů:

- ČSN EN 206 [6]
- ČSN EN 206-1, změna Z4 (do září 2015) [5]
- TN SVB ČR 01-2014 (ČSN EN 206-1, změna Z4) [7]

Tyto normy odlišují specifikaci typového betonu a betonu předepsaného složení. V případě typového betonu výrobce zodpovídá za splnění parametrů dle výše uvedených norem (vodotěsnosti, pevnosti, konzistence atd.), zatímco v případě betonu předepsaného složení je výrobce zodpovědný pouze za přesné nadávkování složek, dle předpisu specifikátora (pozn.: pro výrobce betonu je specifikátorem většinou objednatel betonu – stavební nebo realizační firma). Za finální parametry je tedy v případě správného nadávkování výrobcem zodpovědný přímo specifikátor betonu.

## Legislativní možnosti přidávání krystalizačních přísad zákazník

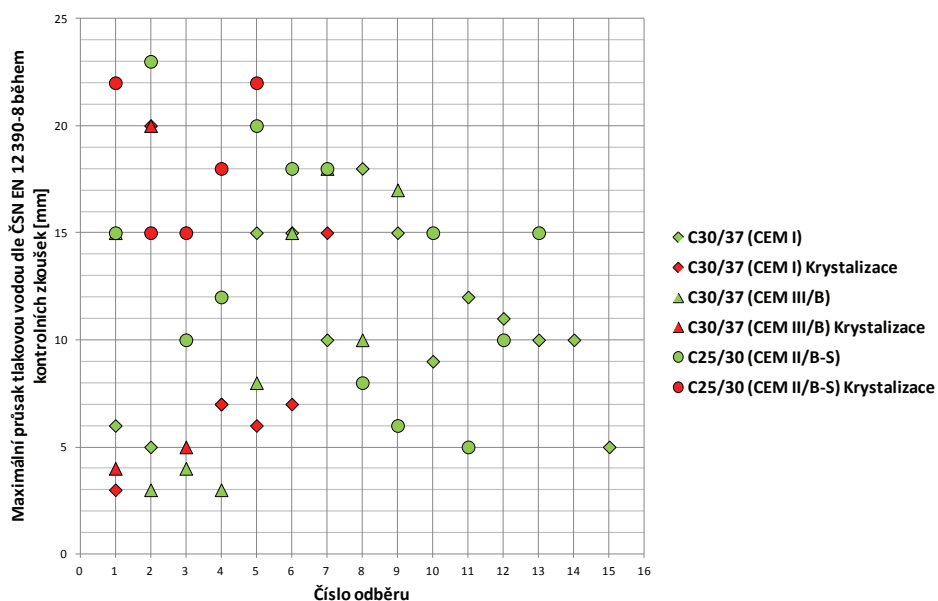
U betonů pro vodonepropustné konstrukce zákazníci v ČR často vyžadují přidání krystalizační přísady do typového betonu. Legislativně se tedy jedná o kombinaci typového betonu a betonu předepsaného složení, což je v rozporu s normami na výrobu betonu a následkem jsou nejasnosti ohledně zodpovědnosti za finální parametry materiálu. Technické listy dodavatelů krystalizačních přísad jsou na různé technické úrovni a více či méně popisují očekávaný efekt přísady a požadavky na směs. Beton je ale v současnosti natolik rozmanitý materiál

(různé cementy, různé přísady a příměsi), že by dodavatel krystalizační přísady měl navrhnout kompletní složení betonové směsi tak, aby byl dosažen a prokázán jím deklarovaný přínos přidání přísady. Takto navržená receptura by měla být vyráběna v režimu betonu předepsaného složení a dodavatel krystalizační přísady by za finální parametry zatvrdlého betonu měl nést plnou zodpovědnost. Samotný přínos krystalizačních přísad je diskutabilní. Dodavatelé nejčastěji uvádějí zvýšení vodotěsnosti betonu a pevnosti. Oba tyto parametry lze přesně předepsat stupněm vlivu prostředí a pevnostní třídou a poté vyrobit v režimu typového betonu, kdy za výrobu ručí dodavatel betonu a sám si na základě vlastních zkoušek určí, jestli je pro dané požadavky nutná nějaká speciální přísada. Většinou se přidání těchto přísad vyžaduje do betonů, které už před přidáním přísady mají omezený maximální průsak tlakovou vodou. Efekt přidání přísady je tak technicky zanedbatelný. Toto je vidět na grafu č. 1, kde jsou porovnány hodnoty maximálních průsaků z dlouhodobých výsledků kontrolních



▲ Obr. 1. Vznik trhlin je třeba ve vodonepropustném betonu minimalizovat

zkoušek na betonech s přidáním a bez přidání krystalizační přísady. Rozsáhlejší porovnání vlivu různých krystalizačních přísad na parametry betonu s podobným závěrem je například v článku Vliv sekundární krystalizace na vlastnosti betonu [1]. Dalším argumentem pro přidávání krystalizačních přísad je předpoklad zarůstání případných mikrotrhlin nerozpustnými krystaly. Problémem je fakt, že na prokázání této vlastnosti neexistuje normová zkouška a spoléháme se tak pouze na tvrzení výrobce. Dosud nebylo například jednoznačně prokázáno, kdy k zaplnění případné trhliny dojde nebo



▲ Graf 1. Porovnání maximálních průsaků během kontrolních zkoušek

jak se konstrukce chová v případě, že trhliny vzniknou po delší době po vybetonování konstrukce. V některých případech se dokonce na základě informace výrobců snižuje vyztužení konstrukce a navrhuje se na větší přípustnou trhlinu, což snižuje bezpečnost konstrukce z pohledu mezního stavu použitelnosti.

Jestliže je u vyráběného betonu deklarována nějaká vlastnost, například právě zarůstání trhlín, musí být v průkazných zkouškách na konkrétní receptuře betonu prokázána. Některé technické listy ke krystalizačním přísadám například uvádějí, že při použití cementů typu II nebo III, nebo latentně hydraulických nebo pucolánových příměsí, může být za určitých okolností omezen trvalý účinek krystalizační přísady. Právě proto je nutné, aby dodavatel krystalizační přísady navrhl kompletní složení betonové směsi a ověřil jím deklarované parametry. Uvažování jiných parametrů než těch ověřených průkaznými zkouškami je v rozporu s platnou legislativou.

Je potřeba rovněž zdůraznit, že se v žádném technickém listu ke krystalizační přísadě nehovoří o jakémkoliv časovém intervalu, v kterém je možno s účinky krystalizace počítat. Jestliže při předávání stavby či v záruční době stavba teče, není dodavatel stavby schopen přesvědčit investora, že trhliny za několik měsíců zarostou. Dalším problémem je neexistence jakékoliv kvantifikace, tzn. že nikde není uvedeno kolik a jak širokých trhlín, např. na m<sup>2</sup>, a při jakém dávkování krystalizační přísady je schopen výsledný beton zacelit.

### Požadavky na betony pro vodonepropustné konstrukce dle různých předpisů

V úvodu uvedené normy pro výrobu betonu v ČR (ČSN EN 206, atd.) nijak nepostihují problematiku vodonepropustných konstrukcí. To je rozdíl oproti Německu a Rakousku, kde jsou zpracovány odborné předpisy na vlastnosti betonu pro vodonepropustné konstrukce. Bezchybná funkčnost takových konstrukcí je např. dle rakouské [2] a německé [3] směrnice založená na komplexním řešení, které zejména zahrnuje:

- vodonepropustnost betonu;
- omezení vzniku trhlín (omezení vynucených namáhání);
- rozdělení vzniklých trhlín výztuží na menší, pro vodu neprůchodné trhliny;
- utěsnění pracovních a dilatačních spár těsníci prvky;
- sanace prosakujících trhlín.

Z toho pak vycházejí požadavky na složení betonu. Požadavky na typické zástupce betonů dle různých předpisů jsou uvedeny v tab. 1. Dají se shmout do následujících skupin:

- omezení hydratačního tepla (typ a množství cementu);
- omezení smršťování (množství zámesové vody a cementu, složení frakcí kameniva);
- omezení průsaku tlakovou vodou;
- zpracovatelnost.

Jako první jsou pro srovnání uvedeny požadavky na beton z technických pravidel ČBS 02, Bílé vany – vodonepropustné betonové konstrukce [2], což je překlad směrnice Vodonepropustné betonové stavby – bílé vany, vydané pracovní skupinou Rakouské společnosti pro beton a stavební technologie (2002). Tato technická pravidla jsou v ČR pro problematiku vodonepropustných konstrukcí asi nejvíce využívána. Jejich výhodou je vydání v českém jazyce a to, že jsou jediným uceleným dokumentem pro problematiku bílých van vydaným v ČR. Nevýhodou je především to, že uvedené typové betony nelze v podmínkách ČR vyrobit.

Druhým dokumentem, ze kterého jsou v tomto článku čerpány požadavky na beton pro vodonepropustné konstrukce, je kniha Weisse Wannen einfach und sicher, Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus

Beton [3] (Bílé vany jednoduše a bezpečně, návrh a provedení vodonepropustných betonových konstrukcí), ve které jsou mimo jiné zpracovány podklady z Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton – WU Richtlinie (Vodonepropustné betonové konstrukce – WU směrnice). Výhodou tohoto dokumentu je velmi detailní a komplexní zpracování problematiky vodonepropustných konstrukcí. Nevýhodou je vydání pouze v německém jazyce. V blízké budoucnosti bude tato německá směrnice včetně komentáře vydána v českém překladu Českou betonářskou společností, pod názvem TP 04 – Vodonepropustné betonové konstrukce.

Třetím uvedeným dokumentem jsou technické listy TBG METROSTAV pro beton Pemacrete®. Tento beton byl vyvinut speciálně pro vodonepropustné konstrukce na základě výše uvedených podkladů. Beton maximálním možným způsobem splňuje požadavky pro typové betony BS1-A (dle TP ČBS 02) a WU-3 (dle WU směrnice), s tím, že tento beton zároveň respektuje závazné požadavky platných ČSN EN 206 a ČSN EN 206-1/Z4, vyplývající ze specifikovaných stupňů vlivu prostředí (svp). Nakolik jsou požadavky splněny je vidět z tab. 1.

Z parametrů uvedených směsí je vidět, že nejsou vyžadovány žádné speciální přísady, ale naopak jsou stanoveny technicky měřitelné parametry čerstvého a ztvrdlého betonu a limity pro některé složky betonu, včetně jejich vzájemných poměrů. Dodržením nebo přiblížením se k uvedeným požadavkům lze dosáhnout silné redukce vynucených namáhání od hydratačního tepla a objemových změn betonu a tím snížení rizika vzniku trhlín.



▲ Obr. 2. Doprava a čerpání betonu



▲ Obr. 3. Ukládka betonu Pemacrete®

## Závěr

Z uvedeného vyplývá, že technologie výstavby vodonepropustných betonových konstrukcí je velmi komplexní. Zásadou by mělo být předcházení vzniku poruch konstrukce (např. trhlin) vhodným složením betonu, ale také jejím správným návrhem a provedením. Poměrně značně rozšířené využití krystalizačních přísad v České republice nemá z pohledu naměřených výsledných parametrů betonu zásadní technické opodstatnění. Zajímavé je, že i přes tuto skutečnost jsou někteří investoři ochotni připlatit až 25 % z ceny betonu za přidání krystalizační přísady. Přitom vhodně navržený typový beton, např. Permacrete®, je přibližně jen o 5 % dražší než běžný beton. Pokud je, i přes výše uvedené skutečnosti, využití krystalizací vyžadováno, je alespoň nutné dodržovat správný legislativní postup. To znamená specifikovat:

- s jakými parametry betonu je uvažováno při návrhu konstrukce;
- jak se tyto parametry budou ověřovat na konkrétních recepturách;
- kdo je za splnění parametrů a návrh směsi zodpovědný.

Pokud jde o přípouštění větší šířky návrhové trhliny a snižování vyztužení na základě předpokládaného utěsnění trhliny určité šíře krystalizační přísadou, je nutné prokázat příznivý vliv přísady, aby byly zajištěny požadované parametry betonové konstrukce. Zde je nutné poznamenat, že žádný z uvedených předpisů, zabývajících se návrhem vodonepropustných betonových konstrukcí, zvětšování minimální šířky trhlin nedoporučuje, pokud se předem nepočítá s jejich dodatečnou opravou např. pomocí injektáží.

Úspěšné zhotovení vodonepropustné konstrukce, je výsledkem dobře provedeného návrhu konstrukce, volby a výroby správného betonu a celkového provedení včetně vyztužení, všech těsnících prvků, dilatačních a pracovních spár a ošetřování mladého betonu. Dále je důležitá správná volba postupu výstavby vodonepropustné konstrukce, tj. umístění pracovních a dilatačních spár, rychlost a organizace betonáže apod. Podcenění či ignorování kteréhokoliv z výše uvedených kroků může

Předpis	TP ČBS 02, BÍLÉ VANY — Vodotěsné betonové konstrukce [2]	Weisse Wannen einfach und sicher, Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton (2013) [3]	Technické listy TBG METROSTAV [4]
Země	ČR (příklad z Rakouska)	Německo	ČR
Typové označení:	BS1 A	WU3-Beton	PERMACRETE
Stupeň vlivu prostředí (svp)	XC3, XD2, XF3, XA1	dle požadavku	dle požadavku je možno: XC1-4, XD13, XF1-3, XA1-3
Pevnostní třída	C25/30 — 56 dní	od C25/30	od C25/30–90 dní
Typ cementu	Cement dle ONORM B 4710-1, max. WT33 bez C3A (tento cement není v ČR vyráběn)	Cement s nízkým vývojem hydratačního tepla, CEM III 32,5 N-LH (nebo L-LH)	Cement s nízkým vývojem hydratačního tepla, CEM III 32,5 N-LH/SR
Nárůst teploty v betonu	max. 13 K	—	—
Obsah vzduchu	2,5–5,0%	—	2,5–5,0 %
Celkový obsah vody	max. 170 kg/m <sup>3</sup>	max. 165 kg/m <sup>3</sup>	max. 170 kg/m <sup>3</sup>
Voda/pojivo	max. 0,6	—	—
Vodní součinitel	—	max. 0,55	max. 0,5
Teplota čerstvého betonu	max. 22°C	max. 15°C	Teplota závisí na teplotě prostředí a vstupních surovin. Informace o možnostech chlazení betonu viz. [8]
Maximální přípustná teplota betonového dílu o tloušťce max. 1,2 m	45 °C	—	45 °C
Obsah cementu	240–260 kg/m <sup>3</sup>	max. 320 kg/m <sup>3</sup>	dle svp 300–380 kg/m <sup>3</sup>
Maximální průsak dle ONORM B 3303, část 7.8 / ČSN EN 12 390-8	50 mm	omezení průsaku dáno složením betonu	20 nebo 35 mm dle svp
Doporučená konzistence	F3 (rozliv s poklepem 42–48 cm)	F3 (rozliv s poklepem 42–48 cm)	S4–S5 (optimálně sednutí Abramsova kužele 170–230 mm)

▲ Tab. 1. Porovnání požadavků na beton pro vodonepropustné konstrukce dle různých předpisů

vést ke vzniku vad na díle, se kterými investor nikdy nebude spokojen.

## Použitá literatura:

- [1] Kropáček, M., Šafrata, J.: Vliv sekundární krystalizace na vlastnosti betonu, Beton TKS 2/2015 (dostupné na [www.tbgmetrostav.cz](http://www.tbgmetrostav.cz))
- [2] Technická pravidla ČBS 02, BÍLÉ VANY — Vodonepropustné betonové konstrukce, Česká betonářská společnost ČBS a ČBS Servis, s.r.o., 2007
- [3] Lohmeyer, G., Ebeling, K.: Weisse Wannen einfach und sicher, Konstruktion und Ausführung wasserundurchlässiger Bauwerke aus Beton, Verlag Bau+Technik GmgH, 2013
- [4] Permacrete®, technický list TBG METROSTAV, 03/2015
- [5] ČSN EN 206-1 Beton—Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, včetně změny Z3 a Z4

- [6] ČSN EN 206 Beton — Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [7] Technická norma SVB ČR 01-2014 pro výrobu betonu podle zrušené ČSN EN 206-1 včetně jejích změn Z3, Z4 a Národní přílohy
- [8] Chmelíková K.: Technologie chlazení betonu v TBG METROSTAV, Materiály pro stavbu 7/2013 (dostupné na [www.tbgmetrostav.cz](http://www.tbgmetrostav.cz))

## Autoři:

**Ing. Robert Coufal, Ph.D.**

TBG Metrostav, s. r. o.  
e-mail: [robert.coufal@tbg-beton.cz](mailto:robert.coufal@tbg-beton.cz)

**Prof. Ing. Jan L. Vitek, CSc., FEng.**

Metrostav a.s. a Stavební fakulta ČVUT  
e-mail: [vitek@metrostav.cz](mailto:vitek@metrostav.cz)

**Ing. Michal Števíla, Ph.D.**

Svaz výrobců betonu ČR  
e-mail: [svb@svb.cz](mailto:svb@svb.cz)