

Betony pro spodní stavby – bílé vany

Kristýna Chmelíková
Oldřich Žalud



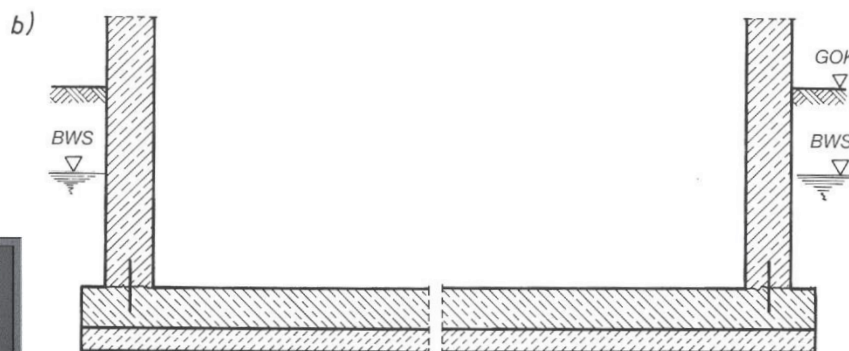
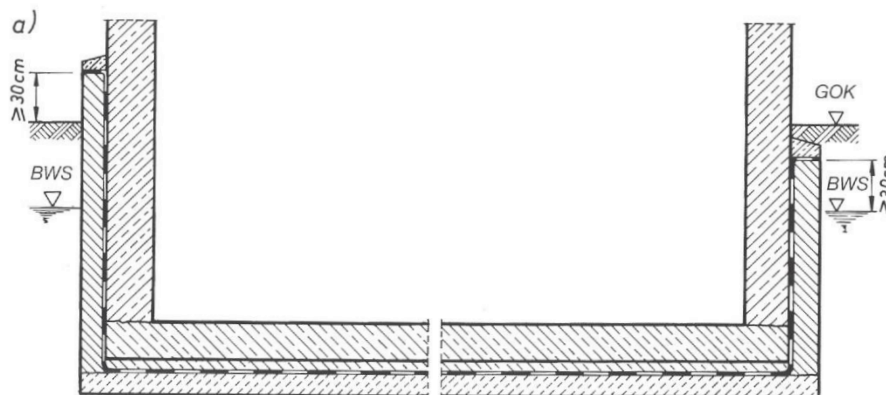
Spodní stavba

- Bytové, administrativní, rodinné domy
- Podsklepit x nepodsklepit
- Praha a okolí
 - peníze
 - velikost pozemku
 - parkování
- Spodní stavba – vodonepropustná konstrukce, mnohdy nutná ochrana proti agresivnímu prostředí, radonu apod.



Ochrana spodní stavby

- Dlouhodobé působení vody/vlhkosti negativně ovlivňuje životnost, ale i užitelnost stavby
- Ochrana stavby:
 - Černá vana - povlaková hydroizolace
 - Bílá vana - betonová vodonepropustná konstrukce spodní stavby



Ochrana spodní stavby

B E T O N
UNIVERSITY



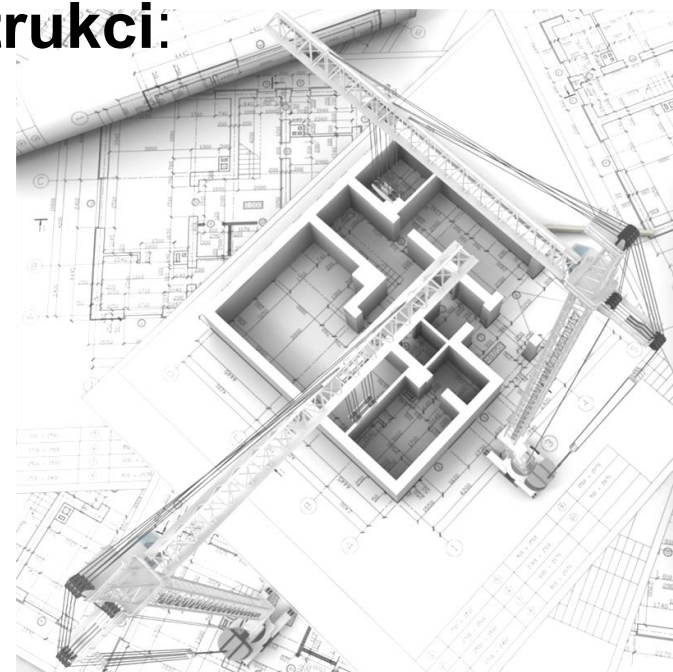
**CESKOMORAVSKÝ
BETON**
HEIDELBERGCEMENT Group

- **Bílá vana** – takové stavební dílo, u kterého železobetonová konstrukce přejímá vedle nosné konstrukce i těsnící funkci proti prosakující vodě
- **Podstata bílé vany** – vodonepropustný beton + specifické konstrukční řešení stavby + správné provedení
- **Výhody bílých van** – úspora za hydroizolace, rychlost, pracnost a jednodušší sanace (z interiéru)
- **Vyšší nároky** – kvalita provádění, technologická kázeň, citlivost na nestejnoměrné podmínky založení

Bílé vany - vodonepropustné betonové konstrukce



- **Průnik vody do konstrukce:** průnik skrz nepoškozený beton, průnik skrz trhlinu v betonu, průnik skrz pracovní nebo dilatační spáru
- **Základní kroky pro funkční konstrukci:**
 - **Správný návrh konstrukce**
 - Tvar konstrukce
 - Tloušťka konstrukce a vyztužení
 - Návrh detailů
 - **Správně zvolený beton**
 - Maximální průsaky
 - Omezené smrštění
 - Omezený vývoj hydratačního tepla
 - Dobrá zpracovatelnost
 - **Správné provedení**
 - Technologická kázeň
 - Ošetřování



Návrh konstrukce

■ Tvar konstrukce

- Ideálním tvarem je „vana“
- Pokud možno, omezit výškové skoky v základové desce
- Pokud jsou nezbytné, provést náběhy nebo jiná konstrukční opatření k omezení lokálně zvýšeného namáhání



■ Tloušťka konstrukce

- Dle **TP ČBS 02** (rakouská OVVB směrnice) min. **300mm**
- Dle **WU směrnice**:
 - Monolitická deska pod hladinou podzemní vody min. **250mm**
 - Monolitická stěna pod hladinou podzemní vody min. **240mm**

■ Pracovní a dilatační spáry

- Mnoho výrobků pro konkrétní detaily
- Řídit se technickými listy výrobce



■ Minimalizace napětí v obvodových stěnách řízenými trhlinami

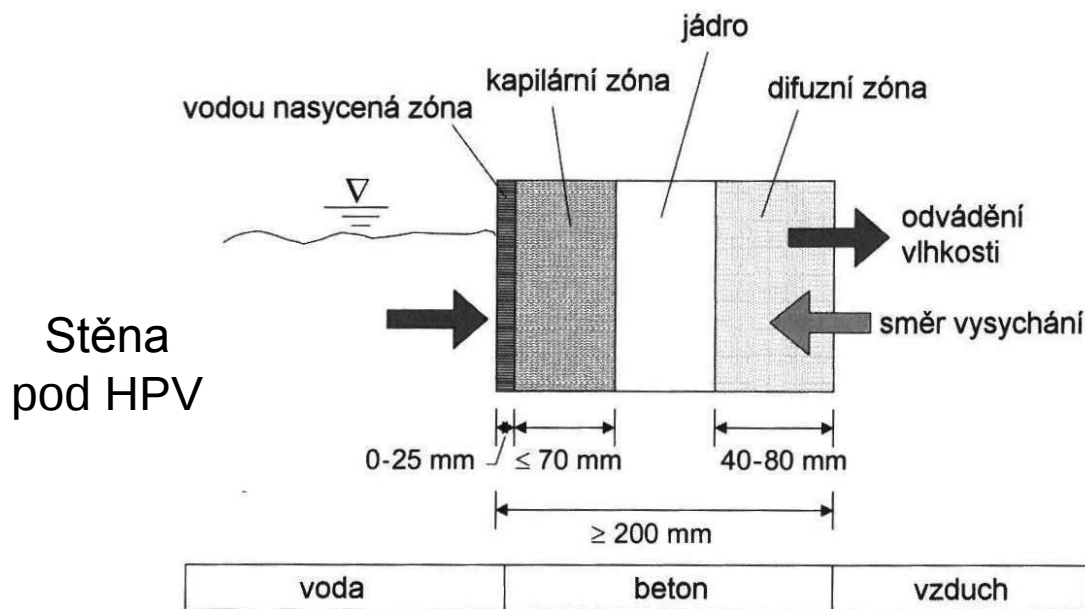
- Řízené trhliny maximálně ve vzdálenosti 2x výška konstrukce (stěny)
- Ošetření řízené trhliny např. vloženým křížovým plechem
- Specifikace místa vzniku trhliny vrubovým oslabením konstrukce



■ Vyztužení konstrukce z hlediska vzniku trhlin

- Návrh na vnější zatížení
- Návrh na vynucená namáhání (hydratační teplo, smrštění)
- Dle **TP ČBS 02** je plocha výztuže stanovena na vynucená namáhání dána na základě tloušťky konstrukce, požadované maximální šířce trhliny a tloušťce krytí výztuže
- Dle **WU směrnice** je návrhový princip volen na základě třídy namáhání a třídy použitelnosti
- **Obecně se zavádí limitní šířka trhliny 0,1-0,3 mm dle konkrétních požadavků v mezních stavech použitelnosti**

- Dle platné normy ČSN EN 206 resp. ČSN EN 206-1/Z4 **nelze beton pro bílou vanu správně specifikovat.**
- Lze pouze předepsat zpřísněný požadavek na průsak tlakovou vodou
- Vodonepropustnost $\neq$ vodotěsnost



Stanovení hloubky průsaku tlakovou vodou

Norma ČSN EN 12390-8
Zkoušení ztvrdlého
betonu – část 8:
Hloubka průsaku

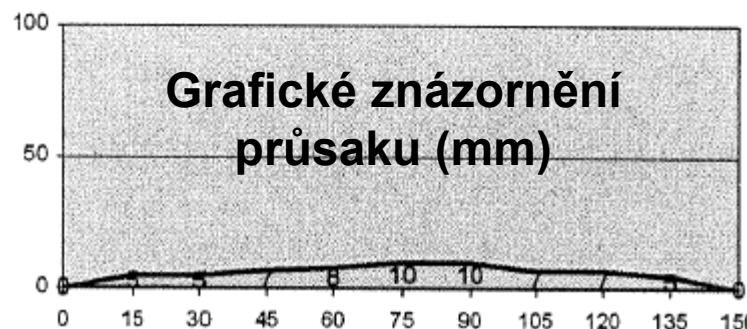


Působení tlakové vody



Maximální průsak

Působení tlakové vody



Vodonepropustnost betonu v ploše konstrukce



- Dá se zkoušet a předepsat dle ČSN EN 12390-8
- Předepisuje se maximální průsak tlakovou vodou
- Maximální průsak je již automaticky zahrnut v některých svp
 - 50 mm – XC4, XD2, XF1, XF2, XA1
 - 35 mm – XF3, XF4, XA2
 - 20 mm – XD3, XA3
- Přísnější požadavek na maximální průsak než 20 mm nemá smysl předepisovat – tato metoda by již nebyla dostatečně přesná
- I nejprísnejší požadavek (20 mm) se dá bez problémů splnit bez krystalizačních přísad

Beton pro bílou vanu

- TP ČBS 02 (rakouská směrnice), 2006
- TP ČBS 04 (německá směrnice), 2015
- Normalizované betony dle TP ČBS 02 (např. BS1 A) nelze v podmínkách ČR vyrobit
- Lze využít principy návrhu složení betonu
- Základní principy návrhu složení betonu pro bílou vanu
 - Zajištění vodotěsnosti betonu (omezení průsaku)
 - Redukce smrštění betonu
 - Omezení vývinu hydratačního tepla
 - Zajištění dobré zpracovatelnosti směsi
 - Zvýšení tahové pevnosti betonu





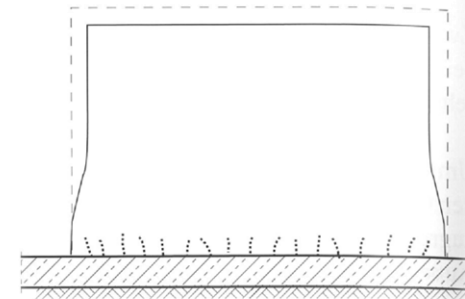
ideální beton pro bílé vany

Základní principy Permacrete®



- Maximální možné splnění rakouské směrnice pro bílé vany (v ČR TP ČBS 02) a směrnice pro definitivní ostění (inner Shell Concrete)
- Nízké hydratační teplo (max. 45°C v 1 m tlusté k-ci) (tzn. omezení trhlin)
 - Použití cementu s nízkým vývinem hydratačního tepla
 - Omezené množství cementu
- Nízké autogenní a vysychací smrštění (cca 0,4 – 0,5 mm/m) (tzn. omezení trhlin)
 - Nízký obsah vody
 - Nízký obsah cementu
- Dobrá zpracovatelnost směsi pro správné obtečení a ukotvení prvků těsnících spáry (S5, SF1) (tzn. omezení průsaků spárou)
- Maximální průsak 35 mm, nebo dle SVP (je-li přísnější) (tzn. minimalizace rizika plošných průsaků)

- Základní typy smrštění: plastické, autogenní, z vysychání
- Velikost smrštění závisí na:
 - Složení betonu
 - Vlhkosti prostředí, ve kterém je konstrukce
 - Délce ošetřování
- Smrštění betonu způsobuje **vznik napětí**, které je buď přeneseno betonem **v tahu**, v kombinaci **s výztuží**, **nebo vzniknou trhliny**
- **Šířka trhliny** závisí **na vyztužení**. Pokud je menší smrštění, stačí nižší stupeň vyztužení na stejnou šířku trhliny
- Pokud se **zvýší tahová pevnost betonu** (drátky), může se **snížit vyztužení konstrukce**
- **Výpočet šířky trhlin** a potřebného vyztužení je **velmi komplexní** úloha, závislá na velkém množství proměnných, které často nelze přesně popsat, beton je **nehomogenní materiál**.



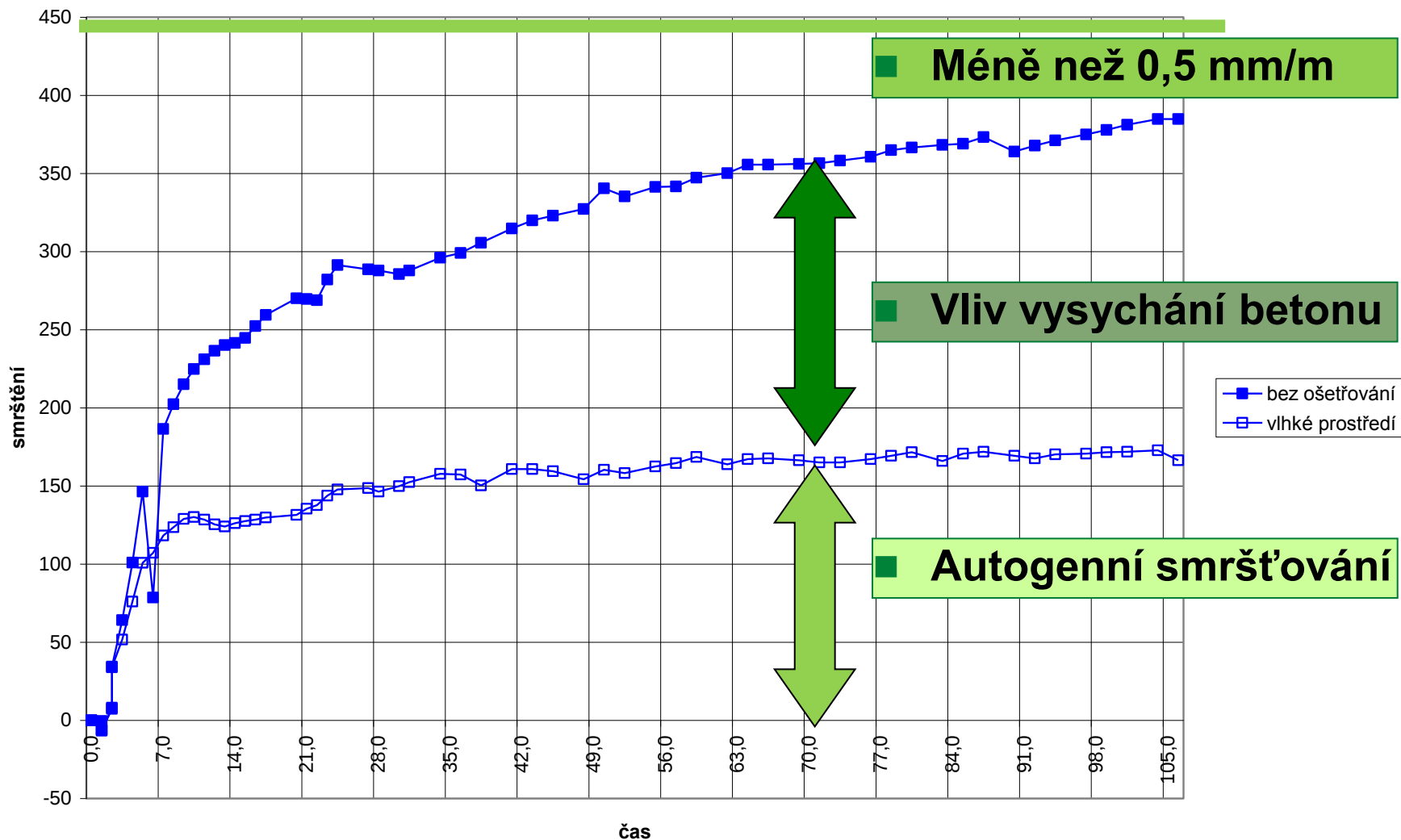
Plastické smrštění betonu

- Smrštění betonu, který přechází z plastické do **tuhé fáze** (nemá pevnost) a je prudce **povrchově vysoušen** (vítr, slunce)
- Trhliny od plastického smrštění mohou být až několik mm široké
- Na vznik trhlin od plastického smrštění **nemá vliv vyztužení** betonářskou výztuží
- Trhliny od plastického smrštění jsou většinou povrchové
- Plastickému smrštění se dá zabránit správným **ošetřováním**
- Pozitivní vliv mají i PP vlákna



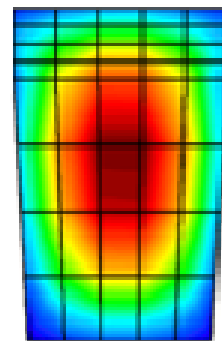
- **Maximálně omezené autogenní smrštění**
 - V závislosti na svp – požadavek na minimální množství cementu
- **Maximálně omezené smrštění od vysychání**
 - Splňuje požadavky na beton se silně redukováným smrštěním **RRS**
- **Celkové smrštění betonu do 0,5 mm/m**
 - Měřeno pomocí tenzometrů na válcích
 - Včetně rané fáze (standardní metody nezahrnují)
 - Do stáří 1 rok
 - Měřeno laboratorním prostředím (20°C, RH=50%)

Permacrete® C40/50 - smrštění a vliv vysychání



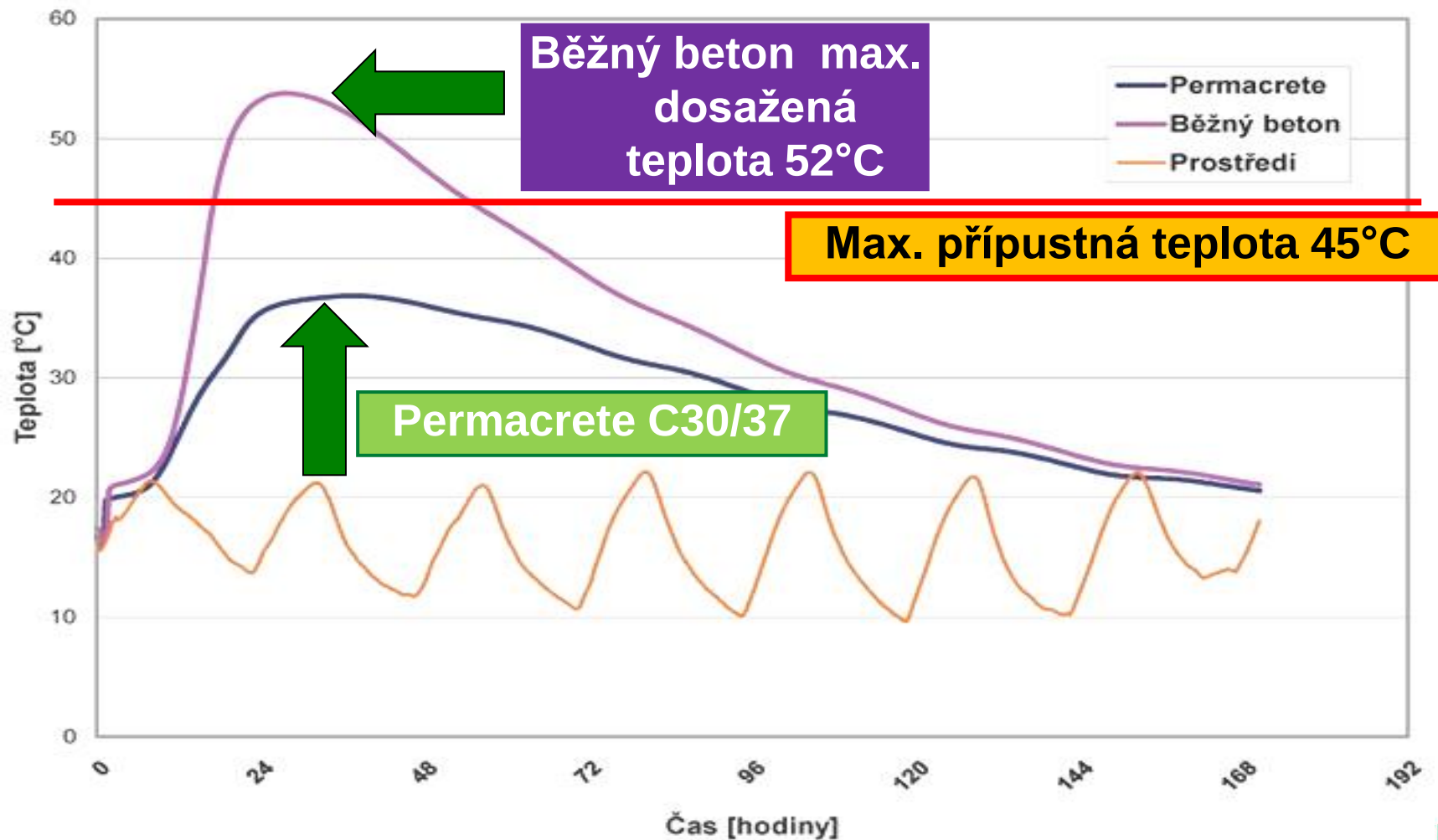
Vývoj hydratačního tepla betonu

- Vývoj teploty betonu během hydratace je jednou složkou vynucených namáhání, na které se navrhuje **vyztužení**
- Zásadní je vliv **složení betonu a tloušťky konstrukce**
- **Pro snížení namáhání od hydratačního tepla je potřeba:**
 - Minimalizovat teplotu v jádře
 - Minimalizovat teplotní gradient (rozdíl teplot mezi jádrem a povrchem)
- **Vliv na teplotu v jádře a na teplotní gradient mají:**
 - Ošetřování mladého betonu
 - Odbedňovací časy
 - Teplota okolního prostředí
 - Teplota dodaného betonu
- **Betony Permacrete splňují požadavek na maximální přípustnou teplotu betonového dílu pro normalizovaný beton BS1 A dle TP ČBS 02**

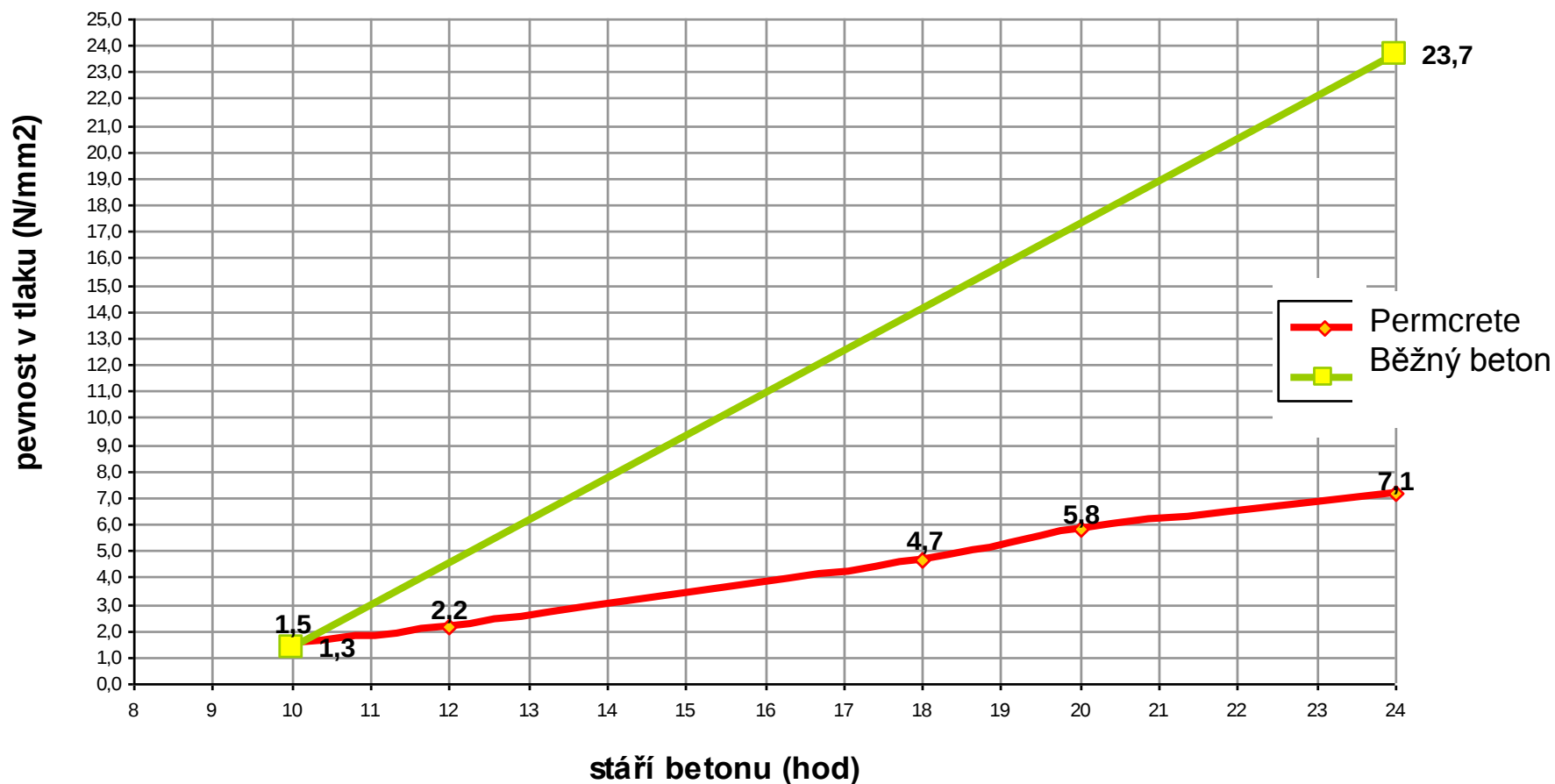


Permacrete® - hydratační teplo

■ Srovnání maximálních dosažených teplot betonu C30/37



Nižší hydratační teplo způsobuje pomalejší nárůsty pevností



Teplota čerstvého betonu



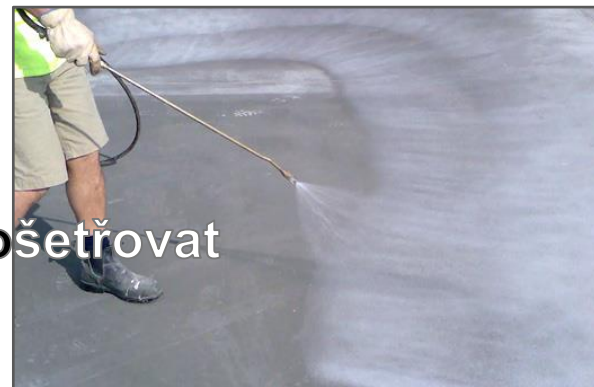
- ČSN EN 206-1 maximální teplotu čerstvého betonu neudává
- Dle TKP kapitoly 18 ŘSD je maximální teplota čerstvého betonu 27°C
- Dle Guideline Inner shells je maximální teplota čerstvého betonu 27°C
- Teplota čerstvého betonu je důležitá zejména pro masivní konstrukce
- Teplota čerstvého betonu ovlivňuje:
 - zpracovatelnost v čase
 - rychlost hydratace tuhnoucího betonu
 - maximální dosaženou teplotu v konstrukci

- Je vhodné volit konzistenci minimálně S4 = 160 – 210mm sednutí
- U betonů s omezeným smrštěním je třeba počítat s vyšší viskozitou směsi
- Směs musí být stabilní, nesmí odlučovat vodu
- Dobrá zpracovatelnost je důležitá pro kvalitní obetonování těsnících prvků
- Permacrete® - S4, S5, SF1



Ošetřování betonu

Pro snížení rizika vzniku trhlin je nutno beton ošetřovat



■ Svislé konstrukce

- ponecháním betonu v bednění nebo přiměřeným ošetřováním klimatickým podmínkám
- Zamezení rychlého vysychání alespoň 7 dní (průvan, oslunění) zaplachtováním, popřípadě ochranným postříkem.

■ Vodorovné konstrukce

- Aplikace ochranného postříku ihned po betonáži
- Po dosažení pochozích pevností beton zakrýt fólií
- V zimním období ochrana před mrazem, např. geotextilií



■ **Pozor na klopení studenou vodou – zvyšuje se teplotní gradient!**



Reference - plavené tunely metra v Holešovicích

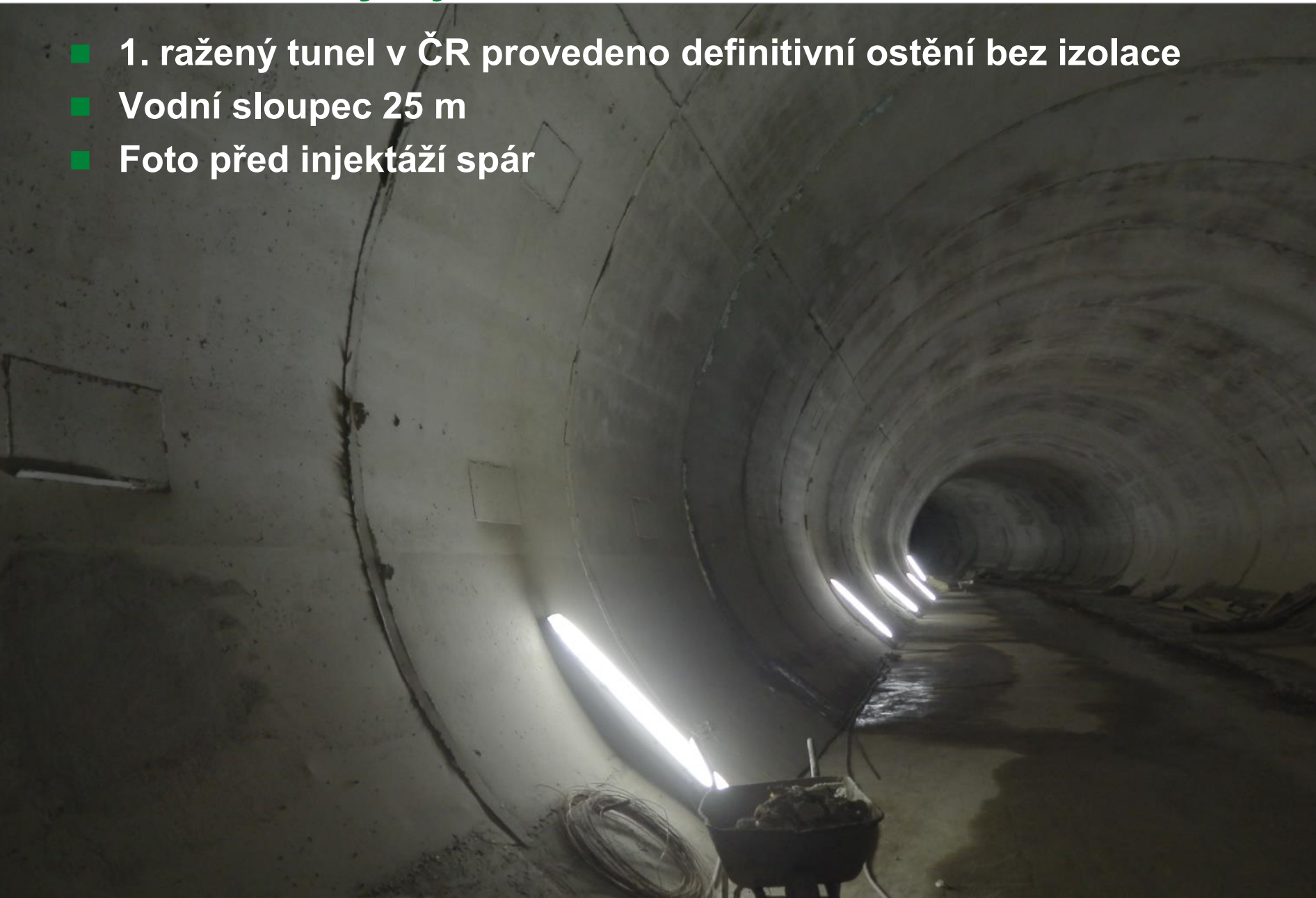


B E T O N
U N I V E R S I T Y

ČESKOMORAVSKÝ
BETON
HEIDELBERGCEMENT Group

Reference – vývoj Permacretu – VZT kanál MYPRA

- 1. ražený tunel v ČR provedeno definitivní ostění bez izolace
- Vodní sloupec 25 m
- Foto před injektáží spár



Reference Permacrete®, 2014

- Park Hloubětín
- BD Jarov
- Rezidence U Slévárny
- Rezidence Na Farkáně
- BD Nasková
- RD Roháčových kasáren
- BD Sacre Coeur



Reference Permacrete®, 2015

- BD Nad Přehradou
- Hotel Excelsior, Zlatnická
- U Uranie
- OS Vivus Uhříněves
- Reko kotelna Radlice
- OC Vokáčova
- U Dubu
- OS Na Vackově
- SO Chodovec



- Volba dobře navrženého betonu je základní, ale zdaleka ne jedinou podmínkou pro úspěšnou realizaci vodonepropustné konstrukce
- Dle současně platných norem nelze specifikovat požadavky na beton pro bílé vany
- Permacrete® splňuje požadavky vodonepropustného betonu (bílé vany)
- Permacrete® vychází z mnoholetých zkušeností mateřské společnosti Heidelbergcement group v Německu
- Použití: spodní stavby rodinných, bytových, administrativních, ale i tunelových a jiných inženýrských staveb
- Mnoho realizací a stále stoupající poptávka

Děkuji za pozornost