



## **ODBORNÝ POSUDEK**

### **URČENÍ ODOLNOSTI HYDROFOBNÍ VRSTVY NA BETONU POMOCÍ URYCHLENÉHO UMĚLÉHO STÁRNUTÍ**

---

**Objednatel:**

ACOLOR s.r.o  
Semovická 498, Bystřice u Benešova 257 51  
e-mail: [acolor@acolor.cz](mailto:acolor@acolor.cz)  
tel: +420 317 793 910

**Zhotovitel:**

Katedra dřevěných výrobků a konstrukcí  
Fakulta lesnická a dřevařská  
Kamýcká 1176, 16521 Praha 6 – Suchdol

Odborné záležitosti: Ing. Miloš Pánek, Ph.D.  
e-mail: [panekmilos@fld.czu.cz](mailto:panekmilos@fld.czu.cz)  
tel: +420 224 383 867  
mobil: +420 774 208 523

Autor posudku: doc. Ing. Miloš Pánek, Ph.D.

---

Rozsah posudku:

6 s.

Počet exemplářů posudku odevzdaných objednateli:

2 (včetně PDF verze)



Obsahem posudku je stanovení odolnosti dvou druhů hydrofobních nátěrů na betonu pomocí umělého urychleného stárnutí, které imituje působení povětrnostních vlivů v exteriéru. Vyhodnocení bylo provedeno na základě měření kontaktního úhlu smáčení a mikroskopických analýz degradace povrchových vrstev zkušebních vzorků.

## Metodika stanovení

### Zkušební vzorky

Betonové kvádry o rozměrech 78x320x20 mm (šířkaxdélkaxtloušťka). Vzorky byly opatřeny 2 druhy hydrofobizačních nátěrů: BETON a STONE. Dále byl testován i vzorek bez nátěru: REF.



Obr. 1 Zkušební vzorky betonu

### Umělé urychlené stárnutí

Umělé urychlené stárnutí proběhlo v UV-komoře QUV (Q-Lab, Cleveland, OH, USA) na základě modifikované ČSN EN 927-6 (Tabulka 1). V průběhu týdenního cyklu záření a postřiku byly vzorky uloženy také do klimatizační komory Discovery My DM340 (ACS, Massa Martana, Italy) a vystaveny třem hodinovým cyklům střídání teplot  $-25$  a  $80$  °C (s 25% relativní vlhkostí vzduchu). Celkově teplotní cykly probíhaly během 6 hodin. Celkový čas umělého urychleného stárnutí byl 12 týdnů UV-cyklování a postřiku a 72 hodin střídání teplot.

Tabulka 1 Cyklus umělého stárnutí v UV-komoře dle modifikované ČSN EN 927-6.

Povětrnostní Stárnutí v UV-komoře: Jeden cyklus = 1 týden (168 h)			Functions
1. krok	24 h		Teplota $45 \pm 3$ °C, Postřik vodou (off), UV (off)
	A	2.5 h	Teplota $65 \pm 3$ °C, Postřik vodou (off), UV záření $1.10 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ v 340 nm
2. krok	B	0.5 h	Teplota $20 \pm 1$ °C, Postřik vodou (on), UV (off)
	A + B	3 h	
Sub-cykly (A + B): 48 sub-cyklů $\times$ 3-h jeden, tj. dohromady 144 h			

Podle ČSN EN 927-6: 2006, UV-komora má během 2. kroku/A nastaveny parametry: Teplota =  $60 \pm 3$  °C, UV záření =  $0.89 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$  v 340 nm.



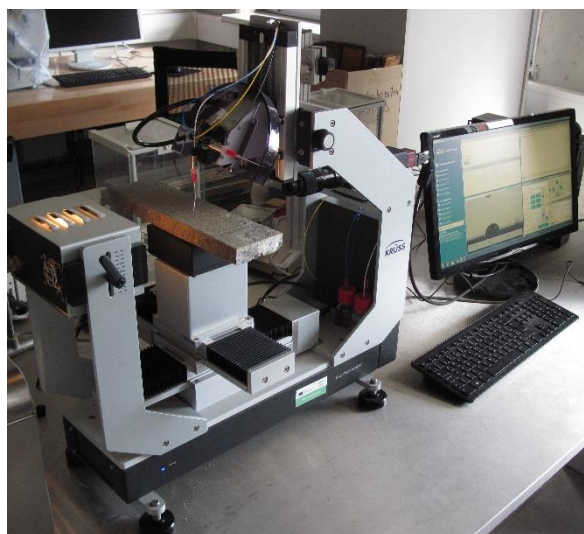
*Obr. 2 Stárnutí zkušebních vzorků v UV-komáře*

### ***Vyhodnocení***

Změny kontaktního úhlu smáčení a mikroskopické analýzy změn povrchů byly vyhodnoceny po 1, 3, 6, 9 a 12 týdnech umělého urychleného stárnutí.

### ***Kontaktní úhel smáčení***

Kontaktní úhel smáčení byl měřen pomocí goniometru Krüss DSA 30E (Krüss, Hamburg, Germany). Byla použita metoda “sessile drop” pomocí 10 měření na každém vzorku s destilovanou vodou o objemu 5  $\mu$ L. Měření kontaktního úhlu bylo prováděno po 5 s po uložení kapky na povrch zkušební vzorku, kdy došlo k ustálení kapky na povrchu.



*Obr. 3 Měření kontaktního úhlu smáčení*

### *Mikroskopické analýzy*

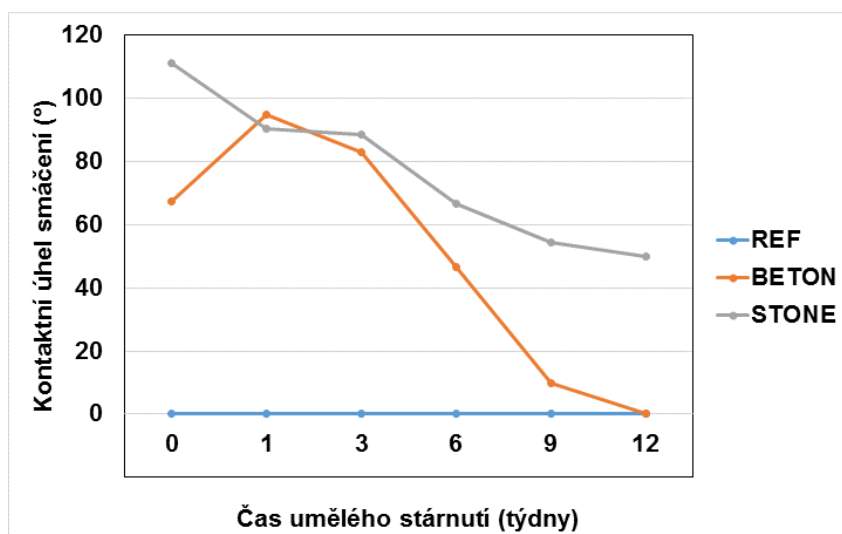
Vyhodnocení případných vad a poškození betonových zkušebních vzorků bylo prováděno za využití optických zobrazovacích metod při 108-násobném zvětšení. Na analýzy byl použit konfokální laserový mikroskop a profiloměr LEXT OLS 4100 (Olympus).



*Obr. 4 Mikroskopické analýzy betonových vzorků*

### **Výsledky**

Výsledky experimentů jsou uvedeny na následujících obrázcích 5 a 6 a v tabulce 2.



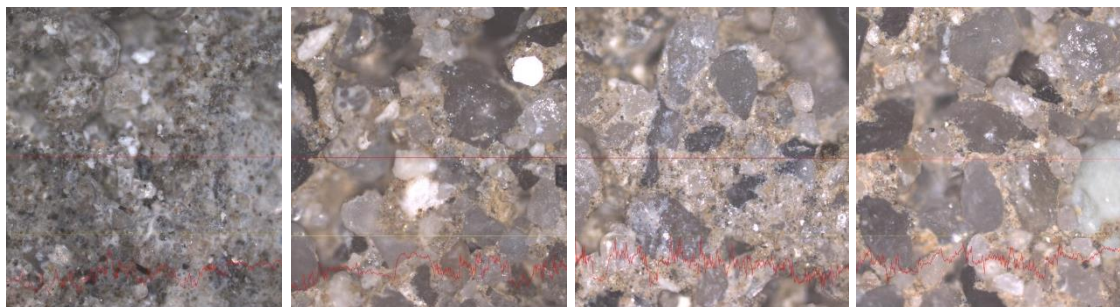
*Obr. 5 Změny kontaktního úhlu smáčení v průběhu umělého urychleného stárnutí*

*Tabulka 2 Změny kontaktního úhlu smáčení v průběhu urychleného umělého stárnutí*

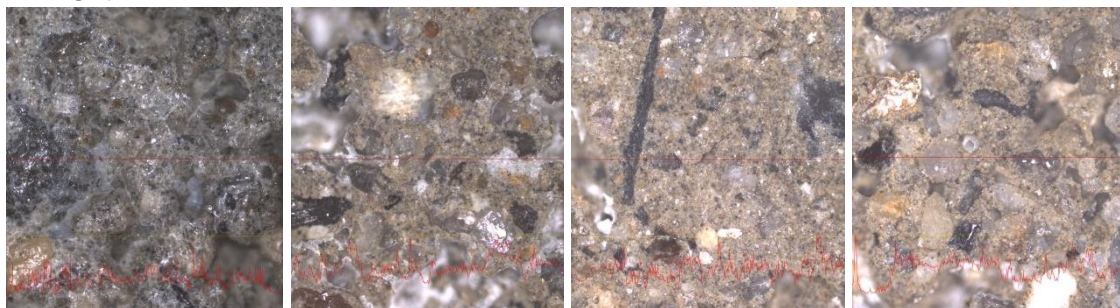
Doba stárnutí	0 týdnů	1 týden	3 týdny	6 týdnů	9 týdnů	12 týdnů
REF	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0,0)	0 (0,0)	0 (0,0)
BETON	67,2 (8,6)	94,7 (4,6)	83,1 (6,0)	46,5 (12,7)	9,8 (16,4)	0 (0,0)
STONE	111,1 (4,4)	90,2 (10,1)	88,4 (5,4)	66,6 (9,4)	54,3 (16,3)	49,7 (12,8)

*Poznámka: údaj je průměrná hodnota z 10 měření, číslo v závorce udává směrodatnou odchylku.*

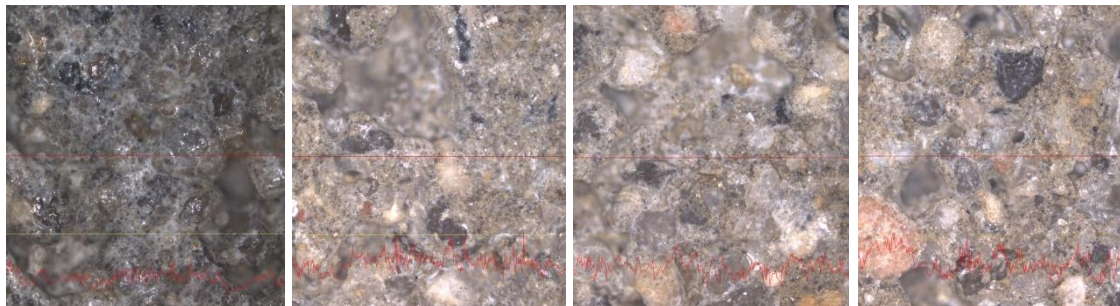
**REF**



**BETON**



**STONE**



0 týdnů

3 týdny

9týdnů

12týdnů

*Obr. 6 Mikroskopické analýzy stárnutí povrchů betonových vzorků v průběhu 12 týdnů*

Z výsledků uvedených na Obr. 5 a v tabulce 2 je zřejmé, že oba hydrofobní nátěry na betonu výrazně zvýšili jeho hydrofobnost. Na vzorku REF bez nátěru docházelo k okamžitému vsakování uložené kapky a kontaktní úhel byl neměřitelný. U nátěru BETON došlo na začátku

stárnutí k zvýšení hydrofobního účinku, ten však během testování výrazně klesal a po 9 týdnech umělého urychleného stárnutí byl zanedbatelný. Po 12 týdnech stárnutí byl povrch stejný, jako u neošetřeného vzorku betonu.

U nátěru STONE byl výsledek odlišný. Docházelo sice k neustálému poklesu jeho hydrofobního účinku, avšak pozvolněji a i po 12 týdnech umělého urychleného stárnutí byl částečně zachován, i když nárůst směrodatné odchylky naměřených hodnot (Tabulka 2) naznačuje, že účinek byl nerovnoměrný na testované ploše ošetřeného betonu.

Na základě mikroskopických analýz (Obr. 6) byly potvrzeny výsledky měření kontaktního úhlu smáčení (Obr. 5). Na vzorcích bez nátěru (REF – vrchní řada) je vidět degradaci cementu a postupné obnažování kamínek v betonu již po 3 týdnech umělého urychleného stárnutí - postupně tento efekt narůstal až do 12 týdne. Na vzorcích s nátěrem BETON (střední řada) je ten samý efekt, i když v menší míře, viditelný až po 12 týdnech stárnutí (Obr. 6), kdy již nátěr účinek ztratil (Obr. 5). U nátěru STONE (dolní řada) byl tento proces ještě pomalejší a i po 12 týdnech stárnutí chránil povrchové vrstvy betonu před degradací vlivem kombinace povětrnostních vlivů (voda, UV-záření, změny teplot).

### **Závěrečné doporučení**

*Na základě uvedených výsledků lze doporučit používání hydrofobizačních nátěrů na beton, protože chrání jeho povrchové vrstvy před degradací vlivem působení povětrnosti. Toto má obzvláště význam u betonu použitého jako pohledový, anebo pro dekorativní účely (obklady, dlažba atd.). Jako účinnější se projevil z dvou testovaných nátěrů STONE, který zaručuje přibližně 2 násobně delší ochranný hydrofobní účinek ve srovnání s nátěrem BETON. Mezi umělým urychleným stárnutím a přirozeným stárnutím v exteriéru nepanuje přesná závislost, protože v exteriérových podmínkách spolupůsobí více degradačních vlivů (emise, kyselá dešť, nečistoty unášené větrem způsobující abrazi, atd.). Je však možné přibližně říci, že na více exponovaných plochách (vodorovné, pod úhlem kolem 45°) bude nutné nátěr BETON obnovovat jednou ročně, nátěr STONE přibližně jednou za 2 roky, aby dostatečně plnili hydrofobní funkci. Na svislých plochách bude tato doba nutné obnovy přibližně 2-3 krát delší.*

*V Praze dne 5. 4. 2018*

*doc. Ing. Miloš Pánek, PhD.*