

Zatepľovanie a poruchy obvodových plášťov na báze pórobetónu

Na obvodových plášťoch budov z pórobetónu, ktoré v šesťdesiatych až deväťdesiatych rokoch minulého storočia určovali tvár hromadnej bytovej výstavby na Slovensku, sa často vyskytujú známky degradácie. Zatiaľ čo prvé pokračovanie článku v minulom čísle Správy budov na tému obvodových plášťov budov na báze pórobetónu sa zameriavalo na ich životnosť, v poradí druhé pokračovanie cyklu hodnotí aktuálny stav obvodových plášťov na báze pórobetónu (OPP) z viacerých pohľadov a objasňuje najzávažnejšie poruchy OPP z hľadiska možnosti aplikácie dodatočnej tepelnej ochrany obvodového plášťa.



Na spínaných pórobetónových obvodových dielcoch stavebnej sústavy P 1.15 a PS 82 TT, ale aj pri aplikáciách pórobetónových dielcov na iných konštrukčných systémoch sa zistili rozsiahle nedostatky prejavujúce sa neusporiadanou sieťou trhlin. Zistil sa aj významný postup degradácie v priebehu 10 rokov. Rozširovanie takejto degradácie by mohlo v blízkej budúcnosti zabrániť zmene kvality tepelnej ochrany daných stavebných konštrukcií uplatňovaním zavedených technických riešení pomocou kontaktných tepelnoizolačných systémov (zatepľovania). Hodnotenie aktuálneho stavu vychádza z analýz výsledkov rozsiahleho celoslovenského prieskumu, ktorý vykonal Technický a skúšobný ústav stavebný (TSÚS) v roku 2010. Prieskum bol rozdelený podľa kategórií respondentov, informácií ktorými môžu disponovať a podľa odbornej kvalifikácie do dvoch samostatných, no simultánne prebiehajúcich častí.

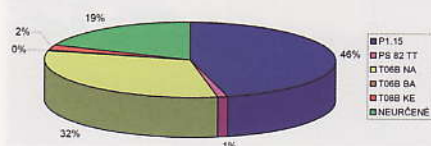
Prieskum stavu OPP z pohľadu správcov bytových domov

Pozornosť prieskumu stavu OPP z pohľadu správcov bytových domov sa upriamila na zistenie technického stavu OPP konkrétnych bytových domov vybraných z databázy TSÚS (VVÚPS-NOVA). Správcovia (respondenti) mali za úlohu odpovedať na otázky a poskytnúť tak informácie o stave zateplenia vybraných domov, resp. o pláne ich zateplenia v najbližších rokoch. V prieskume bolo zakomponovaných aj šesť otázok, ktorých zodpovedanie formou áno/nie malo viesť k objektivizácii technického stavu obvodových plášťov na báze pórobetónu vybraných konštrukčných systémov a stavebných sústav. Otázky týkajúce sa technického stavu obvodového plášťa sa zameriavali na:

- výskyt trhlin v ploche panelov,
- vypadávanie hmoty,
- zatekanie cez obvodový plášť s transferom vlhkosti na vnútorný povrch a
- plesne na vnútornom povrchu v byte.

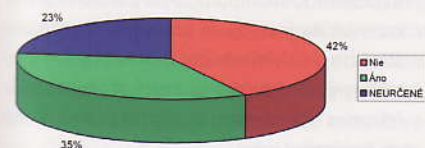
V prieskume sme oslovili 76 správcov (respondentov), ktorých spravovaný fond bytových domov s pórobetónovým obvodovým plášťom predstavuje 2 481 domov. Do prieskumu sa zapojilo 15 respondentov, čo predstavuje účasť 19,74 % a reprezentuje to celkový štatistický súbor 329 domov.

V štatistickom súbore domov s obvodovým plášťom na báze pórobetónu sa nachádzala 151-krát sústava P1.15 (45,90 %); 3-krát PS 82 TT (0,91 %); 105-krát T06B NA (31,91 %); 1-krát T06B BA (0,30 %); 7-krát T08B KE (2,13 %) a 62-krát neurčená sústava (18,84 %).

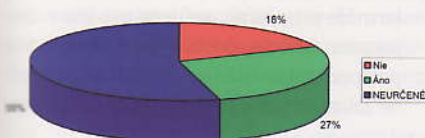


Obr. 1 Zastúpenie jednotlivých stavebných sústav

Z prieskumu vyplynulo, že zo štatistického súboru 329 domov je 114 (34,65 %) zateplených, 138 (41,95 %) nezateplených a pri 77 domoch (23,40 %) nebol údaj poskytnutý (obr. 2). Otázkou, či sa v blízkej budúcnosti (najbližšie 2 až 3 roky) plánuje zateplenie bytového domu, sa zistilo, že pri 74 domoch (27,21 %) sa plánuje zateplenie a pri 50 domoch (18,38 %) sa zateplenie neplánuje (obr. 3). Odpoveď na túto otázku sa nepodarilo získať pre 148 domov (54,41 %).

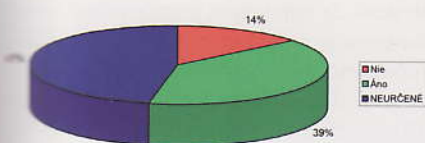


Obr. 2 Je bytový dom zateplený?

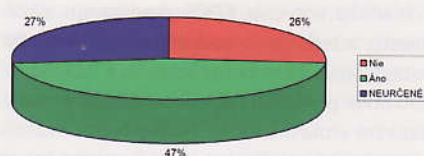


Obr. 3 Plánuje sa v najbližších 2 – 3 rokoch zateplenie bytového domu?

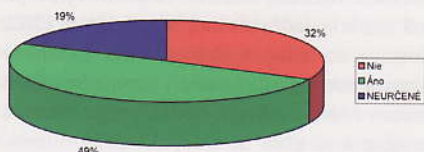
Z odpovedí na otázku, či sa v ploche panelov nachádzajú trhliny, vyplynulo, že v 39 % domov sa trhliny vyskytujú. Treba poznamenať, že na túto otázku (obr. 4) sme nedostali odpoveď pre 47 % domov, čo zásadne mení pomer prítomnosti a neprítomnosti trhlín na asi 75 % k 25 %.



Obr. 4 Vyskytujú sa trhliny v ploche panelov?



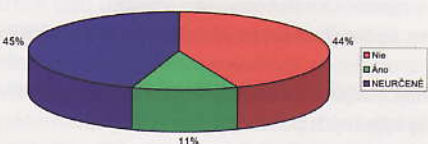
Obr. 5 Vyskytujú sa trhliny a vypadávanie hmoty panelov?



Obr. 6 Dochádza k zatekaniu cez obvodový plášť až na vnútorný povrch?

Na otázky týkajúce sa prítomnosti trhlín a súčasného vypadávanie pórobetónu, ako aj zatekania do bytov cez obvodový plášť sme získali odpovede z ktorých vyplýva, že o týchto skutočnostiach informujú obyvatelia bytov správcov vo vyššej miere. Zistilo sa, že zo 45 % – 50 % bytových domov (obr. 5 a 6) vypadáva pórobetón z obvodového plášťa a dochádza k zatekaniu zrážkovej vody s transferom vlhkosti až na vnútorný povrch.

Na otázku o výskyte plesní v bytových domoch na vnútornom povrchu obvodového plášťa (obr. 7) bolo 37 (11,28 %) kladných odpovedí a 143 (43,60 %) záporných odpovedí. Odpoveď na otázku sme nedostali o 148 domoch (45,12 %). Výskyt plesní, ako to dokazuje prieskum, sa javí ako pomerne nízky, no vzhľadom na to, že ich prítomnosť je z hygienického hľadiska neprípustná, je 11,28 % vysoký výskyt. Navyše, ak nezohľadníme domy, o ktorých správcovia neposkytli údaje, pomer prítomnosti a neprítomnosti plesní sa zmení na 20 % k 80 %.



Obr. 7 Vyskytujú sa v bytoch plesne na vnútornom povrchu obvodového plášťa

Prieskum stavu OPP z pohľadu držiteľov licencií na zateplenie

Pozornosť prieskumu stavu OPP sa upriamila na zistenie technického stavu OPP hromadnej bytovej výstavby zo sedemdesiatych a osemdesiatych rokov minulého storočia, s ktorým sa najčastejšie stretávajú držiteľia licencií na zhotovovanie kontaktných tepelnoizolačných systémov (ETICS). Zhodnotiť sa mal stupeň porušenia (degradácie) OPP a najčastejšie sa vyskytujúce poruchy. Respondenti mali zodpovedať aj otázky týkajúce sa minulej, súčasnej a prípadne budúcej realizácie zateplenia obvodových plášťov na báze pórobetónu a špecifikácie konštrukčného systému a stavebnej sústavy. Pri prieskume bolo snahou zistiť, či majú respondenti priamu skúsenosť s obvodovými plášťami na báze pórobetónu a aké sú ich zistenia pri zhotovovaní ETICS.

vými plášťami na báze pórobetónu a aké sú ich zistenia pri zhotovovaní ETICS.

V prieskume sme položili otázky týkajúce sa vlastnej skúsenosti zhotoviteľa z realizácie zateplenia v minulosti, súčasnosti či v dohľadnej budúcnosti. Nasledujúce otázky s predvolenými možnosťami boli selektované zvlášť pre minulosť, prítomnosť a budúcnosť:

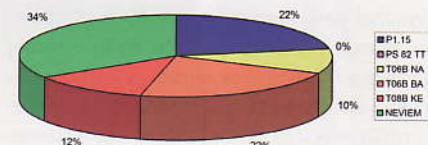
- Realizovali ste, realizujete alebo budete realizovať zateplenie bytového domu s pórobetónovým obvodovým plášťom?
- Aký je konštrukčný systém a stavebná sústava predmetného bytového domu (domov)?
- S akým stupňom porušenia (degradácie) obvodového plášťa trhlinami ste sa pri zateplovaní stretli?
- Vyskytli sa na danej stavbe (stavbách) nejaké výrazné poruchy obvodového plášťa a ktorá bola najzávažnejšia, resp. najrozsiahlnejšia?

V prieskume sme oslovili 342 držiteľov licencií na tepelnoizolačné práce. Zapojilo sa doň 47 respondentov, čo je 13,74 %. Respondenti v prieskume na otázku súvisiacu s priamou skúsenosťou so zateplovaním OPP uviedli, že 29 z nich realizovalo zateplenie v minulosti, 11 realizuje zateplenie v súčasnosti a 15 bude zateplenie realizovať v dohľadnej budúcnosti (obr. 8). V ďalšom hodnotení sa zavádza pojem „oprávnený respondent“, ktorý reprezentuje zhotoviteľa ETICS s priamou skúsenosťou s OPP, či už v minulosti alebo v súčasnosti. Ak sa vychádza z predpokladu minimálnych skúseností, t. j. že každá skúsenosť predstavuje len 1 dom, počet hodnotených zateplených a zatepovaných domov je 40.

Zateplenie OPP realizované v minulosti a v súčasnosti sa podľa odpovedí respondentov vykonalo/vykonáva na bytových domoch konštrukčných systémov a stavebných sústav v tomto pomernom zastúpení: P1.15 – 21,95 %; PS 82 TT (0,00 %); T06B NA (9,76 %); T06B BA (21,95 %); T08B KE (12,20 %) a neidentifikované (34,15 %).

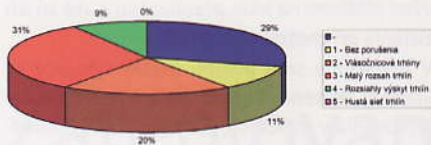


Obr. 8 Realizovali ste, realizujete alebo budete realizovať zateplenie OPP?



Obr. 9 Konštrukčný systém a stavebná sústava predmetného bytového domu (domov)?

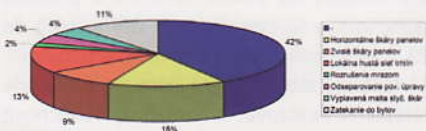
K zhodnoteniu stupňa porušenia (degradácie) obvodového plášťa podľa obr. 10 sa 13 oprávnených respondentov (29 %) nevyjadrilo. Ak nevezmeme do úvahy respondentov, ktorí sa k otázke nevyjadrili, pomer odpovedí porušenia OPP mení nasledovne: 1 – 15,63 %; 2 –



Obr. 10 Stupeň porušenia (degradácie) obvodového plášťa trhlinami

28,13 %; 3 – 43,75 %; 4 – 12,50 % a 5 – 0,00 %. Z uvedenej úvahy vyplýva, že 84,38 % OPP je porušených trhlinami.

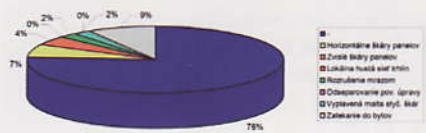
Na základe prieskumu bolo možné aj zoradiť najčastejšie poruchy vyskytujúce sa v OPP od najzávažnejších (obr. 11), cez stredne závažné (obr. 12) až po najmenej závažné (obr. 13). Vyplýva z neho, že na všetkých úrovniach závažnosti popredné miesta obsadzujú styky (škáry) panelov s hustou sieťou trhlín. Čím vyšší bol stupeň závažnosti, tým väčší počet výskytov sa potvrdil, čo nepriamo zvyrazňuje závažnosť hlavných porúch.



Obr. 11 Prehľad najzávažnejších väd/porúch OPP



Obr. 12 Prehľad stredne závažných väd/porúch OPP



Obr. 13 Prehľad najmenej závažných väd/porúch OPP

Z oboch častí prieskumu vyplynuli z hľadiska zamerania tohto článku veľmi dôležité informácie o výskyte trhlín v OPP. Z oboch vzájomne nezávislých zdrojov prieskumu sa získali veľmi podobné údaje o výskyte trhlín v OPP. Dosiahol percentuálny podiel 75 %. Rozdelenie pravdepodobnosti výskytu trhlín v rôznej hustote a rôznych šírok možno orientačne odvodit z obr. 10. Keďže pravdepodobnosť výskytu trhlín je vysoká, ďalej sa venujeme objasneniu ich pôvodu a príčin vzniku.

Analýza trhlín a diskontinuit v paneloch obvodového plášťa

Panely obvodových plášťov na báze pórobetónu i napriek materiálovej jednotnosti a veľkosti skladobných (spínaných) dielcov nie sú homogénne. V paneloch obvodových plášťov sa vyskytuje viacero diskontinuit rôzneho charakteru, pôvodu, mechanizmu i času vzniku [2].

Z hľadiska kotvenia ETICS predstavujú slabé miesto, a teda riziko nedostatočnej únosnosti kotvy/kotiev. Ak sa počas kotvenia ETICS náhodou otvor pre kotvu začne vrtať do škáry medzi panelmi – minimálny až žiadny odpor indikuje nevhodné miesto kotvenia a poloha kotvy sa mierne posunie. Za predpokladu takéhoto logického postupu nepredstavujú škáry medzi panelmi riziko nedostatočnej únosnosti kotvy/kotiev. Z ďalšieho riešenia sa preto vylučujú. Iná situácia môže nastať, ak sa kotva ETICS dostane do blízkosti alebo priamo do trhliny v obvodovom plášti, čo sa pri samotnom vrtaní otvoru nemusí odhaliť. Keďže počas kotvenia je obvodový plášť už zakrytý tepelnou izoláciou, nemožno vizuálne zhodnotiť stav pórobetónového panela a vhodne vybrať pozície pre umiestnenie kotiev.

Existuje veľké množstvo príčin porúch OPP, ktoré sa mohli vyskytnúť vo fáze projektovania, v technológii výroby, počas transportu, montáže alebo počas životného cyklu stavby nevhodným užívaním (resp. nedostatočnou údržbou), a ktoré podporuje expozícia nadmernému klimatickému zaťaženiu [2].

Technologické trhliny

Technologické trhliny, ako vyplýva z názvu, súvisia s technológiou výroby, manipulácie, spínania, dopravy a montáže panelov. Spínané panely z pórobetónových dielcov sa vyrábali z dielcov vyrobených dvoma principiálne rozličnými technológiami (I. generácia a II. generácia). Lišia sa kvalitou základného prvku – dielca, rozmermi, výrobnými odchýlkami a spôsobom vystužovania [1].

Výrobu dielcov I. generácie podľa [1 a 9] charakterizujú:

- nepresné rozmery dielcov (tolerancia ± 10 mm),
- rozdielna kvalita povrchu (jedna strana nasiaknutá odformovacím olejom),
- nedodržané krytie výstuže, trhliny v dielcoch.

Najčastejšie sa vyskytujúce technologické trhliny spínaných panelov podľa [1 a 9] sú:

- trhliny v ložnej škáre – styku okenného pilierika a parapetu, ktoré vznikli zmršťovaním pórobetónu v dôsledku jeho vysychania, teplotnými zmenami v priebehu dňa a roka, nevhodným spôsobom dopravy a skladovania na stavbe (v šikmej polohe), prípadne pri montáži nepozornou manipuláciou s panelom a narazením na jestvujúce už zmontované konštrukcie a sú viditeľné aj v interiéri,
- trhliny v rohoch panela, ktoré vznikli napríklad zmršťovaním opravovacej malty pri domurovaní chýbajúceho rohu,
- trhliny približne kolmé na ložnú škáru vznikli v priebehu výroby dielcov.

Výrobu dielcov II. generácie podľa [1 a 9] charakterizujú:

- presné rozmery dielcov (tolerancia ± 5 mm na dĺžku, ± 3 mm na šírku, ± 1 mm na hrúbku dielcov),
- rovnomerná kvalita povrchu,



- dodržané krytie výstuže,
- dielce bez trhlín, prípadne s občasne sa vyskytujúcimi trhlinami, ktoré vznikli v priebehu výroby dielcov.

Najčastejšie sa vyskytujúce technologické trhliny v spínaných paneloch podľa [1 a 9] sú:

- trhliny v ložných škárach dielcov – vo vzájomnom styku jednotlivých dielcov, ktoré vznikli zmršťovaním pórobetónu v dôsledku jeho vysychania, teplotnými zmenami v priebehu dňa a roka, nevhodným spôsobom dopravy a skladovania na stavbe (v šikmej polohe), prípadne pri montáži nepozornou manipuláciou s panelom a narazením na jestvujúce už zmontované konštrukcie a sú viditeľné aj v interiéri,
- trhliny v rohoch panela, ktoré vznikli zmršťovaním opravovacej malty pri domurovaní chýbajúceho rohu,
- trhliny približne kolmé na ložnú škáru, ktoré vznikli v priebehu výroby dielcov,
- trhliny v ložných škárach dielcov, k ich vzniku môže prispieť aj uvoľnené napätie v spojovacom ťahadle, dotlačovanie pórobetónu pod podložkami (hornou a dolnou) a neúplné zaliatie otvoru so spojovacím ťahadlom.

Statické trhliny

Statické trhliny súvisia s pôsobením stáleho a/alebo náhodného zaťaženia, ktoré na panel alebo jeho dielce pôsobilo počas užívania (prevádzky). Tým, že obvodový plášť na báze pórobetónu neplní nosnú funkciu a k nosnej konštrukcii sa pripieňoval zväčša lokálne pomocou betonárskej výstuže, pričom v dolnej časti sa ukladal na ocelovú konzolu, možno tvrdiť, že spoje nie sú tuhé – skôr kĺbové, čo výrazne znižuje až eliminuje statické zaťaženia vynútenými pretvoreniami nosnej konštrukcie. Za vynútenými pretvoreniami nosnej konštrukcie si možno predstaviť deformácie spôsobené nerovnomerným sadaním stavby alebo pôsobením vetra (obzvlášť pri bodových alebo vežových stavbách so zníženou tuhosťou spôsobenou zásahmi do nosnej konštrukcie). Z uvedeného vyplýva, že výskyt typických sta-

Tab. Závislosť dĺžkovej teplotnej rozťažnosti od vlhkosti pórobetónu

Vlhkosť (objemové %)	Relatívna vlhkosť (objemové %)	α_T (K ⁻¹)
0 – 3	0 – 50	0,5 · 10 ⁻⁵
3 – 10	50 – 95	0,7 · 10 ⁻⁵
> 10	> 95	0,8 · 10 ⁻⁵

tických trhlín v OPP nemožno generalizovať. Výskyt je individuálny v závislosti od menovaných skutočností.

Statickými trhlinami sa môžu rozumieť aj trhliny vzniknuté v dôsledku pôsobenia vlastnej tiaže panela POP. Charakteristickým miestom, kde sa takéto trhliny môžu vyskytovať, je nadokenný segment obvodového pláštá (napr.: P 1.15; PS 82 TT), kde sa môžu vyskytovať statické trhliny s najväčšou šírkou v blízkosti stredu rozpätia.

Zmrašťovacie trhliny

Zmrašťovacie trhliny vznikajú v dôsledku obmedzenia voľného diferenciálneho pohybu hmoty vo forme objemovej, resp. dĺžkovej zmeny, čo vyvoláva vynútené napätia, ktoré spôsobujú vznik trhlín. Zmrašťovacie trhliny teda priamo súvisia s objemovými zmenami pórobetónu vplyvom zmeny teploty a/alebo zmeny vlhkosti.

Vplyvom vysokej nasiakavosti materiálu (40 – 90) % hmotnosti, resp. (35 – 40) % objemu dochádza k dynamickému kolísaniu vlhkosti, s ktorým súvisia aj objemové zmeny. So zvyšujúcou sa vlhkosťou sa objem zväčšuje, zatiaľ čo s poklesom vlhkosti dochádza k zmenšeniu objemu. Kolísanie vlhkosti spôsobuje vlhkosťnú dĺžkovú rozťažnosť a, naopak, zmrašťovanie. Ovplyvňuje aj objemovú hmotnosť a tepelnotechnické vlastnosti pórobetónu (napr.: tepelnú vodivosť). Odhliadnuc od zníženia vnútornej povrchovej teploty (pri rovnakej vnútornej teplote) sa tento princíp prejaví namáhaním vodou saturovaného pórobetónu zmrazovaním vo väčšom priereze, čo zasa urýchľuje degradáciu.

K objemovým zmenám dochádza vplyvom teplotných zmien. Ak sa berú do úvahy dĺžkové zmeny od teploty, je potrebné si uvedomiť, že

sú determinované vlhkosťnými pomermi v pórobetóne, keďže súčiniteľ dĺžkovej rozťažnosti od teploty s vlhkosťou pórobetónu evidentne rastie. Z hľadiska celkovej dĺžkovej rozťažnosti dielcov obvodového pláštá od teploty má preto význam rozlišovať expozíciu fasády slnečnému žiareniu (svetovým stranám) a farebný odtieň povrchových úprav (súčiniteľ pohltivosti žiarenia). Zatiaľ čo z dôvodu eliminácie dĺžkovej rozťažnosti od teploty sa javia výhodnejšie svetlé farebné odtiene (nízky súčiniteľ pohltivosti žiarenia) obvodového pláštá, resp. povrchových úprav, z hľadiska kondenzácie vodnej pary v pórobetóne sú vhodnejšie tmavšie farebné odtiene. Farebné odtiene s vyšším súčiniteľom pohltivosti žiarenia (obzvlášť na povrchových úpravách s vysokým difúznym odporom) obvodových plášťov exponovaných priamemu slnečnému žiareniu umožňujú teda efektívnejšie znižovanie vlhkosti pórobetónu. Zo zistení podľa [10] vyplýva, že fasády s tmavými povrchovými úpravami dosahujú v priemere vlhkosť 17 % hm., zatiaľ čo svetlé fasády dosahujú priemernú vlhkosť asi 24 % hm.

Zmrašťovacie trhliny sa na paneloch obvodového pláštá prejavujú ako:

- sieť nepravidelných trhlín vo vonkajšej omietke, ktoré prechádzajú aj do vonkajšej povrchovej vrstvy pórobetónu; neprechádzajú celou hrúbkou, ale obvykle sa končia na vonkajšej sieťovej výstuži.
- trhliny v ložných škárách dielcov, kde vplyvom zmrašťovania pórobetónu a rozdielnych mechanických vlastností pórobetónu a povrchovej úpravy dochádza k jej odlupovaniu a vytváraniu tzv. striešok.

Záver

Vysoká miera výskytu trhlín (asi 75 %) zdôrazňuje potrebu dôsledného riešenia stability ETICS pri aplikácii na OPP. S rastúcim výskytom trhlín totiž rastie aj pravdepodobnosť kotvenia ETICS do trhliny alebo do jej blízkosti, ktorú vo všeobecnosti môžeme považovať za oslabenú. V tejto časti cyklu sme popisali základné charakteristiky OPP v závislosti od technologickej generácie. Vysvetlili sme najčastejšie a najdôležitejšie mechanizmy vzniku trhlín. Ak už trhliny vznikli a vznikajú akýmkoľvek mechanizmom, obnova OPP je nevyhnutná a hrozí, že časom

sa stane problematická práve z titulu nedostatočnej stability ETICS pri dodržiavaní súčasných požiadaviek na mechanické kotvenie.

V treťom pokračovaní cyklu sa budeme venovať technickým prehliadkam a výkonu skúšok na OPP in situ. V závere budú zverejnené aj analýzy predbežných výsledkov prieskumu OPP jednotlivých stavebných sústav a konštrukčných systémov, najmä z hľadiska výskytu trhlín a predpokladov možnosti aplikácie ETICS v budúcnosti.

TEXT a FOTO: prof. Ing. Zuzana Sternová, PhD., Ing. Peter Briatka

Publikované informácie sú čiastkovým výstupom riešenia výskumnej úlohy Technické a technologické podmienky obnovy obvodových plášťov na báze pórobetónu č. 82/550/2010 financovanej Ministerstvom dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky.

Literatúra a súvisiace odkazy:

- [1] Sternová, Z., a kol.: Technický stav a perspektívy obnovy a revitalizácie bytového fondu (E 05.3), TSUS, Bratislava, 2009 (Číslo úlohy: 1009005/2009 – Z- (354/550/2007/MVRR SR))
- [2] Sternová, Z., Briatka, P., Horečný, R.: Technické a technologické podmienky obnovy obvodových plášťov na báze pórobetónu – ETAPA 1 (Úvodná štúdia), Správa číslo: 008/RÚ/2010/10100088-Z/VaV-E01, TSUS, Bratislava 2010, s. 38.
- [3] Sternová, Z., Briatka, P., Horečný, R.: Technické a technologické podmienky obnovy obvodových plášťov na báze pórobetónu – ETAPA 2 a 3 – (1. podetapa), Správa číslo: 017/RÚ/2010/10100088-Z/VaV-E02/1, E03/1, TSUS, Bratislava 2010, s. 48.
- [4] Gilányi, L.: Niektoré problémy navrhovania pórobetonových konštrukcií – práca kandidátskeho minima, SAV – ÚSTARCH, Bratislava, 1983, s. 76.
- [5] <http://www.understanding-cement.com/autoclaved-aerated-concrete.html>
- [6] McElroy, D. L., Kimpfen, J. F.: Insulation Materials, Testing and Applications, ASTM STP 1030, Baltimore, 1990.
- [7] RILEM, Technical Committees 78-MCA and 51-ALC: Autoclaved Aerated Concrete – Properties Testing and Design, E&FN Spon, London, 1993.
- [8] Hamák, L., Schnábl, M.: Prešetrovanie vlastností pórobetónu vo výrobniciach a na stavbách, Zborník prác k 15. výročiu TSÚS, Bratislava, 1968
- [9] Sternová, Z. a kol.: Obnova bytových domov – Hromadná bytová výstavba po roku 1970, Jaga group, Bratislava, 2001, s. 237.
- [10] Bohner, E., Ödeen, K.: Durability of Autoclaved Aerated Concrete – A field study of industrial buildings, Proceedings of 8th International Conference on Durability of Building Materials and Components, Institute for Research in Construction, Ottawa, 1999, s. 107 – 117.

