

Kotvení ETICS do obvodových plášťů na bázi pórobetonu

Datum: 23.4.2012 | Autor: Ing. Peter Briatka, Ing. Roman Horečný, prof. Ing. Zuzana Sternová, Ph.D., Technický a skúšobný ústav stavebný, Bratislava | Recenzent: Ing. Vladimír Vymětalík, PhD.

Průzkum stavu obvodových plášťů na bázi pórobetonu bytových domů na Slovensku, provedený v letech 2010 a 2011, prokázal rozsáhlý výskyt trhlin. Ty mohou představovat problém pro bezpečné kotvení ETICS ke stávající obalové konstrukci. Trhlina představuje diskontinuitu ve hmotě a výsledky výtažných zkoušek ukazují, že okolí trhliny lze považovat za oslabenou oblast s nižší únosností hmoždinek. V tomto příspěvku informujeme o rámcových výsledcích zkoušek provedených in situ a o předběžných výsledcích laboratorních zkoušek.

Úvod

Technický a skúšobný ústav stavebný (TSÚS) je riešiteľom úlohy výskumu a vývoja „Technické a technologické podmienky obnovy obvodových plášťov na báze pórobetonu“. V rámci jej riešenia vykonali pracovníci TSÚS v rokoch 2010 a 2011 prehliadky technického stavu obvodových plášťov na báze pórobetonu (OPP) viacerých stavebných sústav a konštrukčných systémov – menovite: P 1.15; PS 82 TT (TT = variant Trnava); T06B NA (NA = variant Nitra) a T08B KE (KE = variant Košice). Prehliadky sa naplánovali a vykonali v dvoch etapách s približne ročným odstupom. V rámci nich sa hodnotil nielen stav OPP v zmysle výskytu porúch povrchových úprav alebo dielcov, prítomnosti a charakteru trhlín, ale vlastnosti priamo alebo nepriamo súvisiace s mechanickými vlastnosťami OPP. Tie sú významné z hľadiska mechanického kotvenia ETICS a jeho následnej bezpečnosti pri užívaní.



Obr. 1

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.

Vysoká miera výskytu trhlín (cca 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.

Na základe výsledkov získaných in situ momentálne prebieha etapa zameraná na laboratórne skúšky únosnosti rozperných kotiev v OPP, a to s ohľadom na prítomnosť a vzdialenosť trhliny od rozpernej kotvy.

Prieskum stavu OPP a výskyt trhlín

Obvodové plášte na báze pórobetónu sa hojne používali v období hromadnej bytovej výstavby, najmä však v neskoršom období, t.j. na konci 70. a začiatku 80. rokov minulého storočia.

Od polovice 70. rokov 20. storočia sa používali vystužené dielce z autoklávovaného pórobetónu, dodávané ako celostenové štítové dielce, parapetné dielce alebo celostenové dielce priečelia. Dielce sú vytvorené zopnutím prvkov vysokých cca 600 mm (ukladaných vo vrstvách nad sebou) oceľovými ťahadlami.

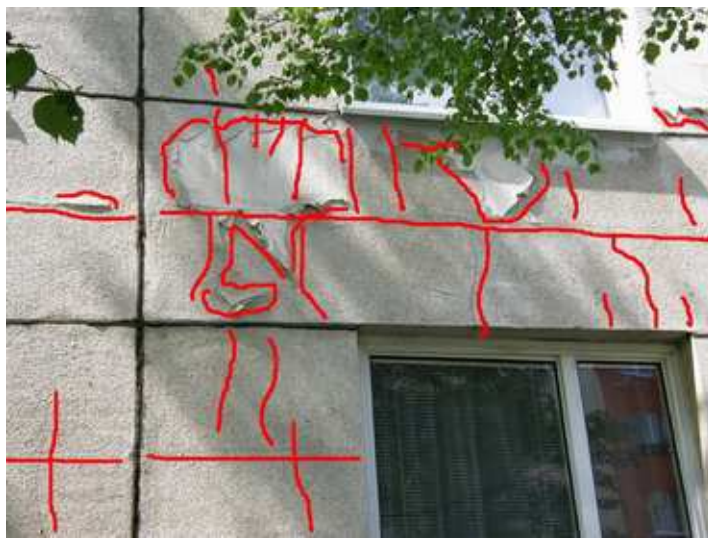
Typickými predstaviteľmi stavebných sústav s obvodovým plášťom s pórobetónovými dielcami sú tie, ktoré sú so známymi poruchami obvodových plášťov P 1.15 a PS 82 TT. Súbor skúmaných stavebných sústav sa dopĺňa o konštrukčné systémy T06B BA; T06B NA a T08B KE.

Predstavené štyri stavebné sústavy a konštrukčné systémy spoločne reprezentujú 173 990 bytov (2823 radových domov a 767 bodových domov). Z celkového množstva bytov s montovaným obvodovým plášťom, realizovaných v hromadnej bytovej výstavbe 654 510 tak predstavujú viac ako štvrtinu (26,58 %) [1].

V jednotlivých paneloch sa zvyčajne vyskytujú priečne a pozdĺžne trhliny. Trhliny sú zreteľné i v povrchovej úprave. Väčšina trhlín jestvovala už pri výrobe panelov. Postupne sa trhliny prejavujú i v povrchových úpravách. Niektoré z týchto trhlín zvlášť na fasádach orientovaných na smer prevládajúcich vetrov môžu byť najmä príčinou zatekania. Trhliny sa v dôsledku klimatického namáhania (zatekania, premrzania) v súčasnosti prejavujú už aj v hmote prvku. Charakteristickými nedostatkami pórobetónových spínaných panelov, ktoré sa považujú za systémovú poruchu, sú trhliny medzi prvkami spínaného obvodového plášťa a v hmote pórobetónu. Cez trhliny zateká dažďová voda a preniká k vnútornému povrchu konštrukcie. Trhliny sa zistili v rôznych šírkach od 0,10 až do cca 1,75 mm. Trhliny šírky nad 0,30 obvykle prechádzali celou hrúbkou OPP a boli badateľné aj na vnútornom povrchu. Zistilo sa, že prítomnosť trhlín znižuje únosnosť rozperných kotiev situovaných v ich blízkosti. Kvantifikovanie vplyvu sa uvádza ďalej.



Obr. 2



Obr. 3

Výsledky skúšok in situ

Pri prehliadkach technického stavu OPP sa vykonávali aj nedeštruktívne merania pevnosti pórobetónu v tlaku, samozrejme výťažné skúšky rozperných kotiev a doplnkové merania šírky trhlin, ako aj povrchovej vlhkosti. Ťažiskom práce bolo meranie únosnosti rozperných kotiev. Kotvy sa vždy používali rovnaké a únosnosť kotvy sa preto mohla interpretovať ako charakteristika OPP v danom mieste.

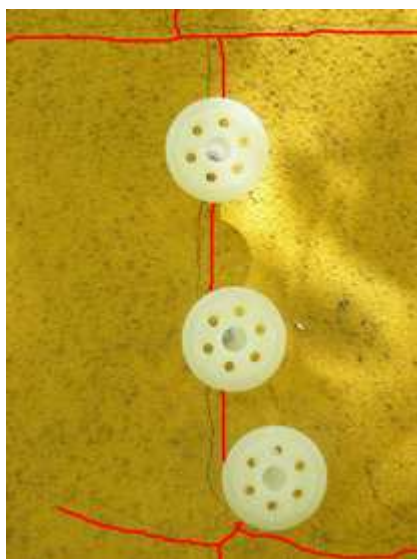


Obr. 4

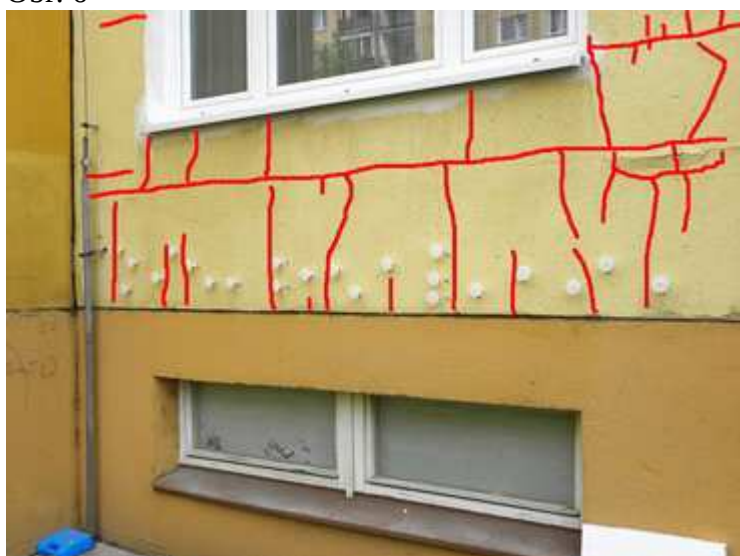


Obr. 5

Predpokladalo sa, že vplyv prítomnosti trhliny na únosnosť rozpernej kotvy bude úmerne klesať so vzrastajúcou vzdialenosťou. Merania in situ sa preto volili tak, aby sa zachytil stav celistvej (neporušenej) hmoty OPP, ale aj stav (únosnosť) hmoty v trhline a v jej blízkosti.



Obr. 6

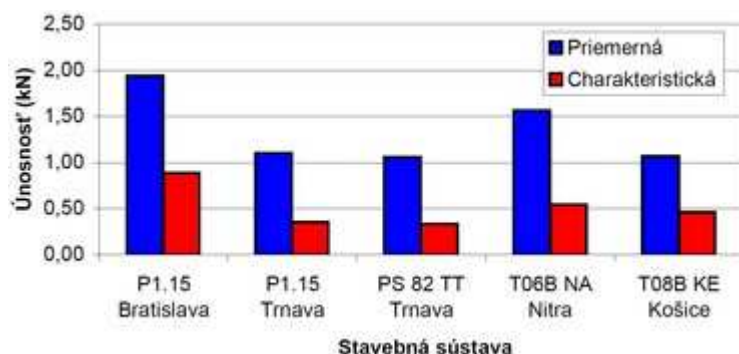


Obr. 7

Pre posúdenie možnosti použitia daných kotiev pri realizácii ETICS sa sa na Slovensku vychádza z požiadavky SNT 73 2901 na minimálnu výpočtovú únosnosť kotiev $N_{RkI,V}$, ktorá má byť vyššia (nanajvýš rovná) ako normová výpočtová únosnosť $N_{Rk,V, Norm} = 0,2 \text{ kN}$. Výpočtová únosnosť sa určí podľa vzťahu (2), kde γ_M je parciálny súčiniteľ spoľahlivosti a rovná sa 3.

$$N_{RkI,V} \geq N_{Rk,V, Norm} (1) [\text{kN}]$$

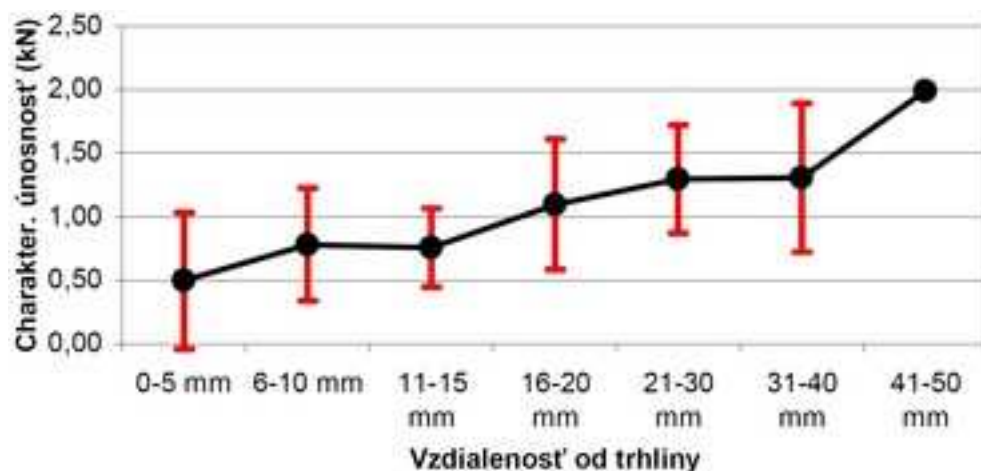
$$N_{RkI,V} = N_{RkI} \gamma_M (2) [\text{kN}]$$



Obr. 8

Z nameraných hodnôt únosnosti rozperných kotiev vyplýva, že bezpečnosť kotvenia ETICS k OPP môže byť prinajmenšom problematické, pričom sa očakáva postupujúca degradácia OPP. Ako možno pozorovať na obr. 8, charakteristická únosnosť kotiev v obvodových plášťov jednotlivých stavebných sústav a konštrukčných systémov nedosahuje požadovanú hodnotu 0,6 kN.

Prítomnosť trhlín má zásadný vplyv na výsledky skúšok únosnosti rozperných kotiev a tým aj na stabilitu a mechanickú odolnosť celého ETICS. S ohľadom na to, že vo fáze mechanického prichytávania ETICS nie je možné vizuálne kontrolovať a riadiť polohy kotiev v zmysle polohy trhlín v OPP, možno očakávať, že významná časť z počtu kotiev (aj s ohľadom na hustotu siete trhlín v OPP) sa nachádza práve v oblasti so zníženou únosnosťou.



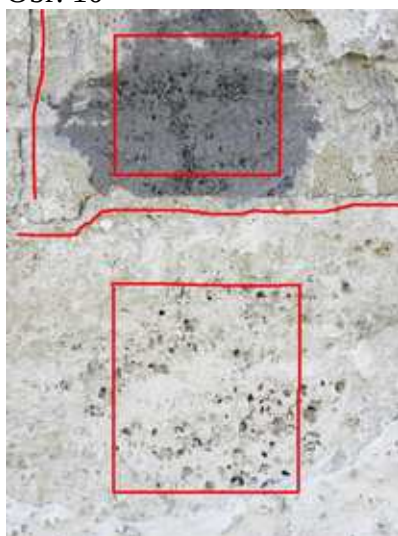
Obr. 9

Sumarizáciou výsledkov výťažných skúšok in situ sa kvantifikovala orientačná závislosť medzi únosnosťou rozperných kotiev a vzdialenosťou od trhliny. Obr. 9 zachytáva zistenú (predpokladanú) priamu úmernosť medzi únosnosťou rozperných kotiev a vzdialenosťou od trhliny rozdelenou do vzdialenostných intervalov. Na základe týchto výsledkov sa pristúpilo k laboratórnym výťažným skúškam rozperných kotiev, ktorých účelom je spresniť koreláciu medzi únosnosťou a vzdialenosťou od trhliny v OPP.

Okrem uvedeného sa odhalili aj iné závažné technické zistenia. V OPP konštrukčného systému T08B KE sa zistili trhliny v hmote, ktoré majú výrazne väčšiu šírku ako je ich zdanlivá šírka na povrchovej úprave obvodového plášťa. T08B KE taktiež obsahuje nerovnomerne distribuované a veľké póry, Týmto sú lokálne znížené, už aj tak pomerne nízke hodnoty, mechanických vlastností. V jednom bytovom dome sústavy P 1.15 sa identifikovalo v skladbe jednotky (panela) obvodového plášťa použitie dvoch rôznych báz pórobetónu – Calsilox a Siporex (s výrazne odlišnými mechanickými charakteristikami).



Obr. 10



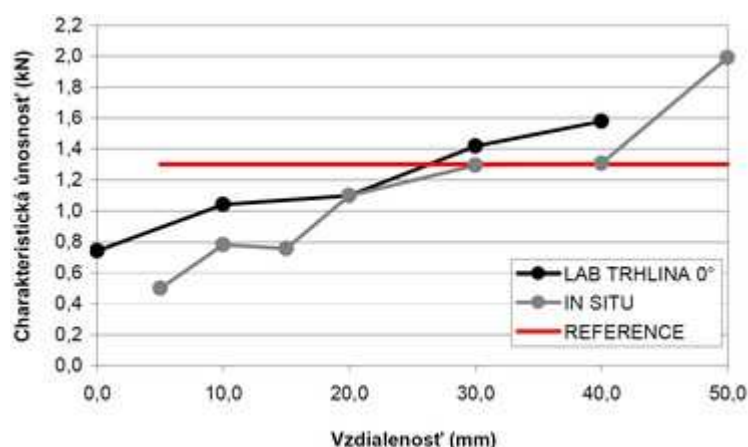
Obr. 11

Predbežné výsledky z laboratórií

Pre laboratórne výťažné skúšky sa vybrali pórobetónové tvárnice pevnostnej triedy P2. Skúškami na 58 telesách (232 skúšobných miestach) sa overuje závislosť únosnosti rozperných kotiev a vzdialenosti od simulovanej trhliny, ako aj od jej sklonu a hĺbky kotvenia. Skúšobné teleso sa rozpíli (simulovaná trhlina) a následne sa pomocou špeciálneho rámu spína. Po zopnutí sa umiestnia a odskúšajú rozperné kotvy.

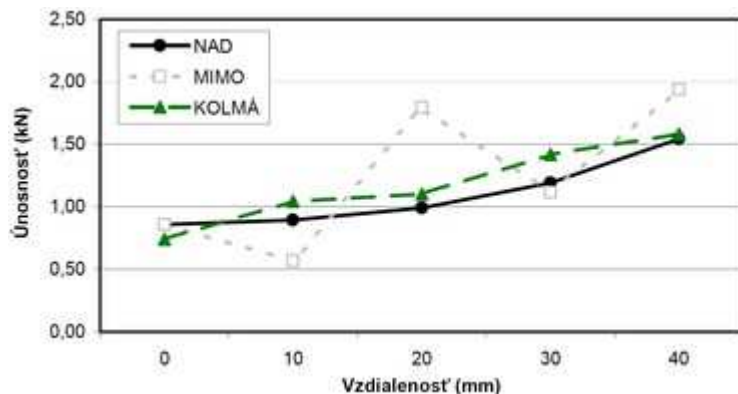
Skúšobná schéma	Množstvo skúšobných telies (T) a skúšobných miest (M)					Spolu	
	Vzdialenosť od trhliny (mm)					Telies	Miest
	0	10	20	30	40		
	4 T					4	16
	16 M						
	4 T					4	16
	16 M						
	2 T	2 T	2 T	2 T	2 T	10	40
	8 M	8 M	8 M	8 M	8 M		
	4 T	4 T	4 T	4 T	4 T	20	80
	16 M	16 M	16 M	16 M	16 M		
	4 T	4 T	4 T	4 T	4 T	20	80
	16 M	16 M	16 M	16 M	16 M		
Σ=						58	232

Tab. 1



Obr. 12

Z priebežných výsledkov, ako sa prezentujú na obr. 12, je možné pozorovať dosiahnutie homogénnejších výsledkov únosnosti kotiev v laboratórnych podmienkach. Je možné to pripísať skúškam na tvárniciach z jednej výroby, z jednej šarže a rovnakého veku. Na základe výsledkov výťažných skúšok na referenčných vzorkách (bez trhliny) sa predbežne určila oslabená oblasť na 30–40 mm. Takto široký interval sa stanovil s ohľadom na variabilitu pevnosti pórobetónu v tlaku cca 19 %.



Obr. 13

Obrázok 13 prezentuje predbežnú závislosť únosnosti rozpernej kotvy na vzdialenosti od trhliny s rozlíšením, či sa kotva umiestňuje nad plochu sklonenej trhliny (15°) alebo mimo nej. Z výsledkov vyplynulo, že únosnosť kotiev nad trhlinou sklonenou o 15° sú o cca. 0,1 až 0,2 kN nižšie ako v prípade kolmej trhliny (sklonená o 0°). Vo výsledkoch výťažných skúšok mimo plochy sklonenej trhliny sa identifikovali hodnoty pri vzdialenosti 10 a 30 mm, ktoré sa budú ďalej overovať. Tieto neočakávané výsledky sa predbežne zdôvodňujú výrazne nižšou pevnosťou v tlaku a súvisiacim porušením vzorky skutočnou trhlinou počas skúšok.

Záver

V štádiu výberu rozperných kotiev sa zistilo zníženie únosnosti na cca 69 % priemernej únosnosti v prípade výskytu trhliny. Podľa vykonaných prieskumov obsahuje 75–84 % OPP trhliny. OPP s trhlínami zvyčajne nedosahujú dostatočnú charakteristickú únosnosť kotiev 0,6 kN. Počas laboratórnych skúšok sa spresňujú únosnosti rozperných kotiev a stanovuje sa šírka oslabenej oblasti. Tieto dlhšie výsledky budú ďalej slúžiť na stanovenie technických a technologických podmienok obnovy OPP.

Pod'akovanie

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.

Súvisiace dokumenty

- [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, TSÚS, 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, TSÚS, Bratislava 2010, s. 48.
- [4] Gilányi, L.: Niektoré problémy navrhovania pórobetónových konštrukcií – práca kandidátskeho minima, SAV – ÚSTARCH, Bratislava, 1983, s. 76.
- [5] <http://www.understanding-cement.com/autoclaved-aerated-concrete.html>
- [6] McElroy, D. L., Kimpflen, 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 výrobných 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., Ódeen, 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.