

# Poznatky z výskumu nekompatibility povlakovej krytiny na báze PVC-P

Stanislav Šutliak

STU, Stavebná fakulta, Katedra konštrukcií pozemných stavieb

## Abstrakt

Článok sa venuje problematike degradácie povlakovej krytiny z fólií na báze PVC-P, ktorá je výsledkom vzájomnej nekompatibility. Uvažovaná je nekompatibilná kombinácia s penovým polystyrénom EPS 150 S. V článku sú opísané skúmané

kombinácie a výsledky pozorovania vo forme obrázkov a grafov. Obsah článku je zameraný na analýzu zmeny mechanicko-fyzikálnych zmien, ktoré boli pozorované po ukončení simulačného experimentu.



**Kľúčová slova:** plochá strecha, povlaková krytina, PVC-P fólia, degradácia, zmäkčovadlo

## Úvod

Degradácia povlakových krytín z fólií na báze PVC-P v skladbách plochých striech je z teoretického a praktického hľadiska výsledkom viacerých faktorov. Povlakové krytiny z fólií na báze PVC-P sú ako súčasť strešného plášťa, sú vystavené pôsobeniu vonkajších a vnútorných vplyvov. Komplexný súbor týchto vplyvov má zásadný vplyv na fyzický stav, životnosť a požadovanú funkciu strešného súvrstvia. Teoretická analýza faktorov, pôsobiacich na degradáciu fólií na báze PVC-P, predstavuje stanovenie všetkých faktorov, ktoré sa podieľajú na degradácii PVC-P hmoty a ich špecifikácia. Pre dokázanie a stanovenie podielu jednotlivých faktorov degradácie je potrebné vylúčiť vplyv ostatných faktorov degradácie.

Objektom skúmania je materiálová nekompatibilita a s tým spojené degradačné procesy, ktoré spôsobujú negatívne zmeny vo vlastnostiach skúmaných materiálov. Nekompatibilita povlakových krytín z fólií na báze PVC-P s EPS sa prejavuje vylučovaním zmäkčovadiel.

Zvyčajne sa jedná o monoméne zmäkčovadlá ako sú ftaláty (estery kyseliny ftalovej). Tento typ zmäkčovadiel je do hmoty vmiešaný po čas plastifikačného procesu. Zmäkčovadlá nie sú s PVC hmotou chemicky viazané a preto môžu za určitých podmienok opustiť hmotu PVC-P. Zmäkčovadlá môžu migrovať do akéhokoľvek susediaceho savého materiálu, ak odpor na rozhraní dvoch materiálov neje príliš vysoký a zmäkčovadlo je viac kompatibilné s primajúcim materiálom.

## Materiál a metodika

Za účelom zistenia prejavov, priebehu a rozsahu degradácia materiálov, ktorá je spôsobená ich vzájomnou nekompatibilitou bolo navrhnuté experimentálne meranie, ktoré vylučuje pôsobenie iných vplyvov (slnečné žiarenie, vlhkosť, mikroorganizmy). Povlaková krytina z fólie na báze PVC-P bola uskladnená počas 90 dní v laboratórnych podmienkach pri konštantnej teplote 60 °C v troch základných zostavách. Skúmaný bol vplyv EPS polystyrénu. Ak chceme porovnávať správanie povlakovej krytiny z fólie na báze PVC-P v kombinácii s EPS pri teplote 60 °C, je potrebné v experimente použiť tú zostavu, v ktorej je fólia uskladnená bez kontaktu z nekompatibilným médiom.

### **Zostava č.1**

Riešená zostava č.1 pozostáva z povlakovej krytiny z fólie na báze VCP-P, ktorá je uskladnená v rovnakých teplotných aj časových podmienkach. Jej použitie v experimente, je z dôvodu komparácie výsledkov s výsledkami krytiny z fólie na báze PVC-P, ktorá je uskladnená v kombinácii s nekompatibilným médiom. Fólia použitá v tejto zostave bude meniť svoje vlastnosti iba z dôvodu tepelnej degradácie materiálu PVC-P.

### **Zostava č.2**

Zostava č.2 je kombinácia povlakovej krytiny z fólie na báze PVC-P s EPS 150S. Charakterizuje skladbu jednoplášťovej plochej strechy s klasickým poradím vrstiev. Pri degradácii PVC-P fólie nedôjde len k tepelnej degradácii a vyparovaniu zmäkčovadiel, ale aj k degradačným zmenám, ktoré môžu byť výsledkom materiálovej nekompatibility a migrácie zmäkčovadiel do nekompatibilného materiálu a to EPS.

Merané kombinácie v zostave č.2 budú nasledovné:

- zostava 2.1 - priamy kontakt s nekompatibilným materiálom (polystyrén EPS 150 S),
- zostava 2.2 - kombinácia s PES separačnou geotextíliou 300g/m<sup>2</sup> vloženou medzi skúmané materiály (polystyrén EPS 150 S a fólia PVC-P),
- zostava 2.3 - kombinácia so separačnou geotextíliou 300g/m<sup>2</sup>, ktorá je vložená medzi skúmané materiály (polystyrén EPS 150 S a fólia PVC-P) a je nasiaknutá vodou, ktorá predstavuje stav zatečenia do strešného plášťa, alebo kondenzácie v strešnom plášti. Množstvo vody pridané do vzorky je 15 ml za 90 dní.

## **Výsledky**

Jednotlivé materiály zostávajú boli podrobené meraniu fyzikálno-mechanických vlastností pred a po skončení starnúceho procesu. Po skončení procesu starnutia a vybraní celých zostáv boli vzorky nechané minimálne 24 hodín v stave reverzného procesu. Následne boli zostavy rozobrané a vzorky materiálov podrobené meraniu podľa príslušných noriem.

### **Zistené a pozorované zmeny PVC-P fólie a EPS**

Po simulačnom cykle boli vzorky vybrané zo sušiarne a pred meraním sa nechali stabilizovať. Na povrchu PVC-P fólie neboli vizuálnou kontrolou pozorované žiadne zmeny. Vizuálne zmeny na EPS, ktorý bol v priamom kontakte s fóliou, sú zjavné. Zmäkčovadlá migrujúce z PVC-P do EPS spoja obidva materiály a vytvoria lepkavú lesklú vrstvu na povrchu EPS. Hrúbka EPS sa po 90 dňoch zmenila z pôvodných 99,83 mm na 95,02 mm. V prípade priameho kontaktu ide teda o pokles cca 5 mm po dobe 90 dní pri teplote 60 °C. Podobnú zmenu hrúbky v rovnakej priamej kombinácii sme zaznamenali na plochej jednoplášťovej streche po dobe expozície 5 rokov. Po 180dňoch je pozorovaný úbytok 6,48 mm (graf 1). Zmäkčovadlá, ktoré migrujú z hmoty PVC-P napádajú jemné steny bunečnej štruktúry EPS polystyrénu (obr.2).

Pozorované sú aj zmeny mechanických vlastností fólie. Počas trhacej skúšky sa ako prvá porušila nosná vložka. Nosná vložka podstatne ovplyvňuje maximálnu pevnosť pri pretrhnutí fólie. Po jej porušení však nastane fáza, v ktorej môžeme pozorovať predlžovanie fólie. Hodnota predĺženia môže byť v tomto teste dostatočné hodnotiace kritérium. Hodnota maximálneho predĺženia vzoriek PVC-fólií pri skúške na trhacom prístroji, je ovplyvnená množstvom zmäkčovadiel v hmote PVC-P. Na grafe č.2 je možné pozorovať rozdiely, ktoré sú výsledkom vzájomného styku nekompatibilných materiálov. Fólia ktorá bola uskladnená v priamom styku s EPS má výrazne menšiu hodnotu maximálneho predĺženia a aj vizuálne je pozorované jej tuhnutie.

Nosná vložka, ktorá významne ovplyvňuje mechanické vlastnosti, ovplyvňuje aj hodnotu modulu pružnosti. Pri meraní sme však zaznamenali zmeny aj v hodnotách modulu pružnosti, ktoré potvrdzujú, že vystužená fólia mení svoje vlastnosti.

Zmena modulu pružnosti E 1-2 predstavuje tuhnutie fólie. Modul pružnosti E 1-2 bol nameraný medzi 1- a 2-percentným predĺžením vzorky pri rýchlosti 1,25 mm/min. Fólia separovaná od EPS dosahuje hodnotu  $E_{1-2} = 45,12$  MPa. Fólia, ktorá bola v priamom styku s EPS, dosiahla hodnotu  $E_{1-2} = 47,93$  MPa. Pridaním 15 ml vody do kombinácie spôsobilo, že účinnosť separačnej geotextílie sa znížila. Fólia dosiahla hodnotu modulu pružnosti E 1-2 = 46,32 MPa. Je teda pozorovaný určitý nárast v module pružnosti, ktorý však do tejto doby nie je sprevádzaný žiadnym viditeľným náznakom degradácie. Na porovnanie nameraných hodnôt sme odmerali aj modul pružnosti E 1-2 pre fóliu na báze PVC-P, ktorá bola odobraná z reálnej strechy. Fólia bola zabudovaná v jednoplášťovej plochej streche v priamom kontakte s EPS po dobu cca 5 rokov bez separačnej geotextílie. Trvalá vlhkosť na rozhraní PVC-P fólie a EPS a vznikajúca plesň sa zrejme taktiež postarali o zmenu mechanicko-fyzikálnych vlastností fólie. Fólia z reálnej strechy má modul pružnosti  $E_{1-2} = 58,25$  MPa. Znamená to, že reálne klimatické podmienky počas 5 rokov sú náročnejšie ako starnutie vzorky po čas 90 dní pri teplote 60 °C. Samozrejme netreba zabúdať, že na degradácii sa podieľajú aj iné vplyvy (UVžiarenie, mikroorganizmy, striedanie teplôt ...).

Na vzorkách boli zistené rozmerové zmeny v podobe zmraštenia. Najväčšie zmraštenie – 0,45 % v priečnom smere – sme zaznamenali na fólii, ktorá síce bola separovaná od EPS, ale

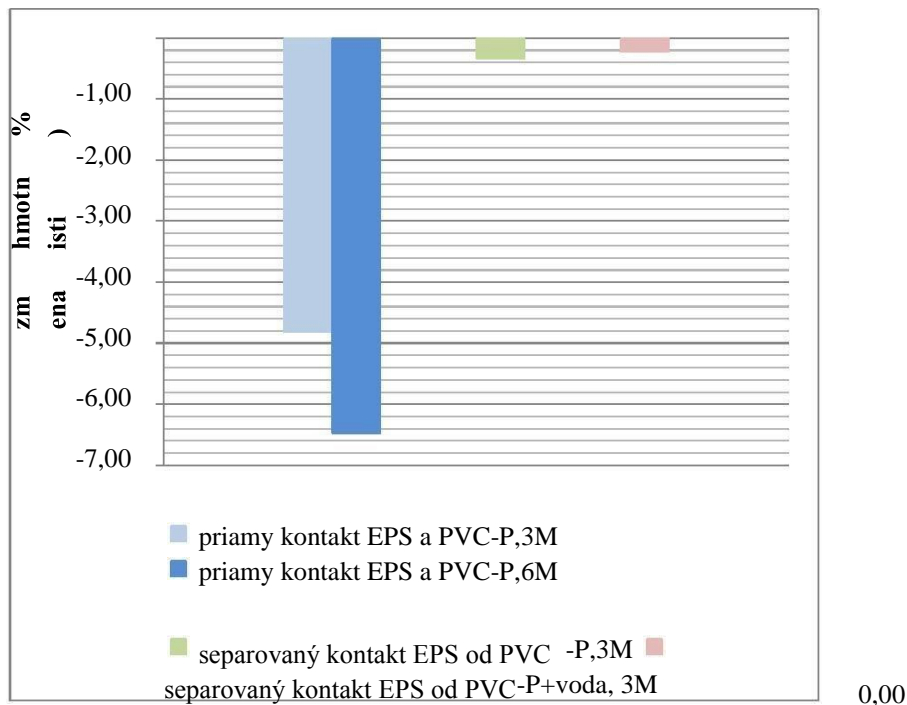
do kombinácie sme pridali 15 ml vody. Fólia v priamom kontakte mala hodnoty zmraštenia - 0,43 %. Zmraštenia určite nie sú konečné. Sú merané po 90 dňoch na vzorkách o rozmeroch 22,5x22,5 mm.

Meranie ohybnosti pri nízkych teplotách ukázalo, že všetky vzorky, ktoré boli vložené do sušiarne po dobu 90 dní, vyhoveli v teste ohybnosti pri teplote  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Vzorka fólie, ktorá bola zabudovaná v jednoplášťovej plochej streche v priamom kontakte s EPS po dobu cca 5 rokov bez separačnej geotextílie však v skúške ohybnosti nevyhovela.

Pôvodná hrúbka fólií použitých v experimente bola 1,5 mm. Najväčší pokles hrúbky o 4,7 % bol v priamej kombinácii PVC-P fólie a EPS. Použitie suchej separačnej PES geotextílie 300 g/m<sup>2</sup> znížilo úbytok hrúbky fólie. Fólia vykázala pokles hrúbky o 2,53 %. Účinnosť separačnej PES geotextílie 300 g/m<sup>2</sup>, ktorá bola nasiaknutá 15 ml vody sa očakávane znížila a jej nižšia účinnosť spôsobila aj pokles v hrúbky fólie o 3,4 %.

Migráciou zmäkčovadiel nastal pokles v hmotnosti jednotlivých vzoriek fólií. Najväčší pokles bol zaznamenaný u vzorky PVC-P fólie, ktorá bola v priamom kontakte s EPS. Pokles dosiahol 2,79 %. Hlavný podiel na zmene hmotnosti majú zmäkčovadlá, ktoré hmotu PVC-P opúšťajú, a to vyparovaním do okolitého prostredia alebo migráciou do EPS. Migrácia zmäkčovadiel spôsobila nárast hmotnosti vzorky EPS o 2,23 %. V ostatných kombináciách, kde bola použitá separačná geotextília, je pozorovaný pokles hmotnosti o 0,6 %. Voda pridaná do kombinácie sa počas degradačného cyklu odparila a nezmenila výslednú hmotnosť EPS.

Graf 1: Porovnanie zmien v hrúbke EPS 150 S



1

Zdroj: Autor

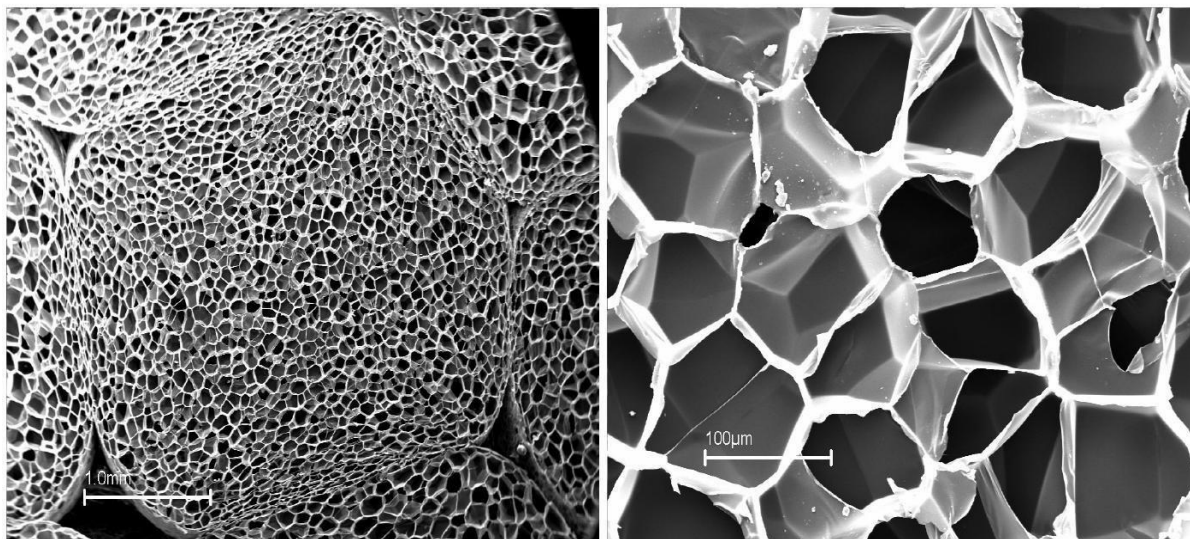
Obr. 1: Pozostatok roztopeného EPS polystyrénu



1

Zdroj: Autor

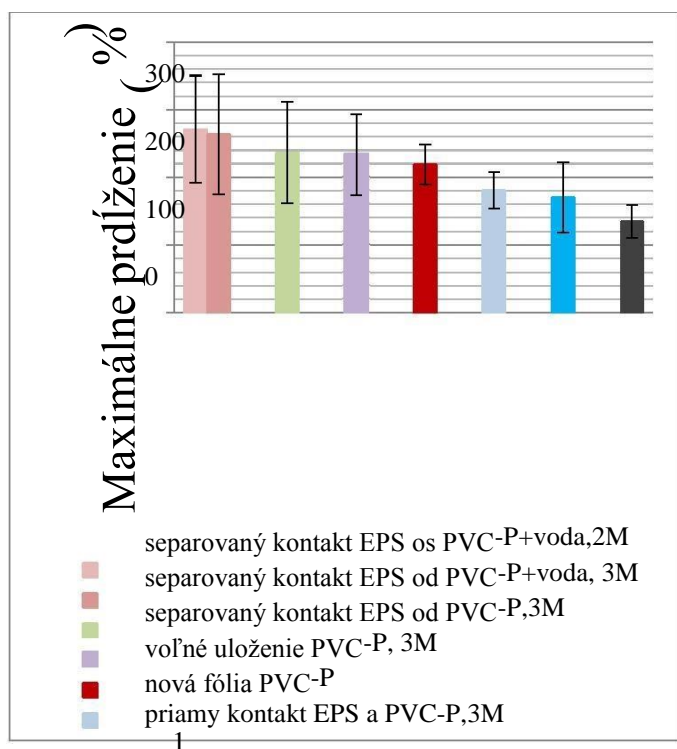
Obr. 2: Makroštruktúra EPS polystyrénu



Zdroj: Vaitkus et al. (2006).

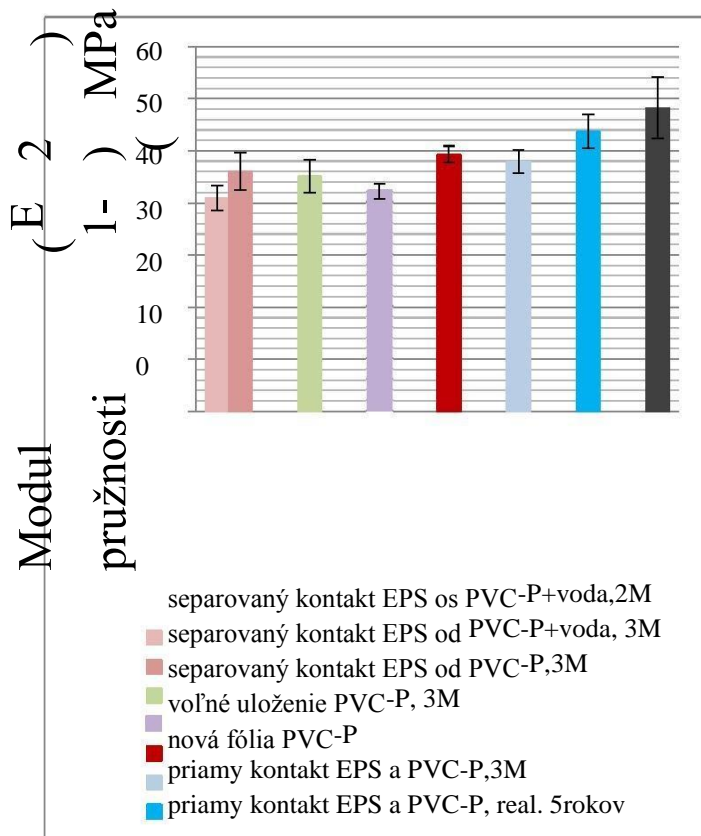
Graf 2: Maximálne predĺženie vzoriek PVC-P fólií

400



Zdroj: Autor

Graf 2: Modul pružnosti E 1-2 vzoriek PVC-P fólií



1

Zdroj: Autor

## Záver

Množstvo výhod, ktoré prináša používanie povlakových krytín na báze PVC-P v skladbách plochých striech je stavebnej verejnosti dobre známe. Taktiež používanie tepelného izolantu EPS polystyrénu má svoje opodstatnené výhody. Používanie týchto dvoch materiálov má však svoje zásady. Je zaujímavé, že okrem technologických pravidiel neexistuje norma, ktorá by upravovala separáciu týchto dvoch materiálov. Na plochých strechách sa aj naďalej stretáme s rozmanitým prejavom porúch v spojitosti s nekompatibilitou PVC-P fólií a EPS polystyrénu.

## Referencie

STARK, T., et al., *Plasticizer retention in pvc geomembranes*. [online]. [cit: 2010-04-04]. Dostupné na internete: <http://www.geomembrane.org/TechPapers/PlastReten407696370.pdf>

VAITKUS, S. et al., 2006. Experimental Analysis of Structure and Deformation Mechanisms of Expanded Polystyrene (EPS) Slabs. *Materials science (Medžiagotyra)*. **12**(4), 323–327.

## **Results from research of incompatibility of PVC-P membranes**

The article deals with the problem of degradation of PVC-P membranes, which is the result of mutual incompatibility. Combination with polystyrene foam EPS 150 S is considered. The article describes a combination of studied results of observations in the form of figures and graphs. The content of the article is focused on the analysis of changes in mechanical and physical changes were observed after the end of simulation experiment.

**Keywords:** flat roof, PVC-P membrane, plasticizer, incompatibility

### **Kontaktná adresa:**

Ing. Stanislav Šutliak, Katedra konštrukcií pozemných stavieb, Stavebná fakulta STU, ul. Radlinského 11, 813 68 Bratislava 1, Slovensko, e-mail: *sutliak@gmail.com*



