

Konštrukčná tvorba šikmých a strmých strešných konštrukcií s ohľadom na energeticky úsporné opatrenia

Ing. Stanislav Tóth, PhD., Ing. Róbert Rudišin, PhD.

Technická univerzita v Košiciach
Stavebná fakulta, Ústav budov a prostredia
e-mail: stanislav.toth@tuke.sk, robert.rudisin@tuke.sk

Abstract

Nowadays, design of the attic floor areas in new buildings, design of the housing and non-housing buildings, reconstruction of the existing attic floor areas and also design of the original lofts use is becoming more important. Choosing the most suitable composition of roof cladding is very important for creating good conditions for using the mentioned areas. Not only appropriate composition of roof cladding but also choosing of used building materials are necessary for this purpose. For this purpose, new modifications of lightweight concretes - polystyrene concrete (PsB) and foamed concrete (PBG) can be used.

Key words: roof construction, roof cladding, sloping roof cladding, light concrete (LB), foam concrete (PBG), construction, critical detail, function.

1 Úvod

Navrhovanie podkrovných priestorov pri novostavbách, navrhovanie nadstavieb nad bytovými i nebytovými budovami, rekonštrukcie existujúcich podkrovných priestorov, ale aj návrh využitia pôvodných pôjdových priestorov nadobúda v súčasnosti čoraz väčší význam.

Aby sa aj v týchto priestoroch vytvorili kvalitné podmienky na ich užívanie, je dôležité, aby sme z existujúceho množstva riešení skladieb strešného plášťa vybrali to najvhodnejšie pre dané využitie. Jedná sa o *teplotné, vlhkosťné, akustické, ale aj*

svetelné zložky, s potrebou výmeny vnútorného vzduchu v novovytvorených podkrovných priestoroch pri dodržiavaní požadovaných parametrov ovplyvňujúcich vnútorné prostredie. Tieto priestory musia vyhovovať uvedeným požiadavkám nielen v zimnom období, keď majú užívateľov chrániť pred chladom, ale aj v letnom období pri vytváraní ochrany pred nadmerným prehrievaním vnútorného prostredia.

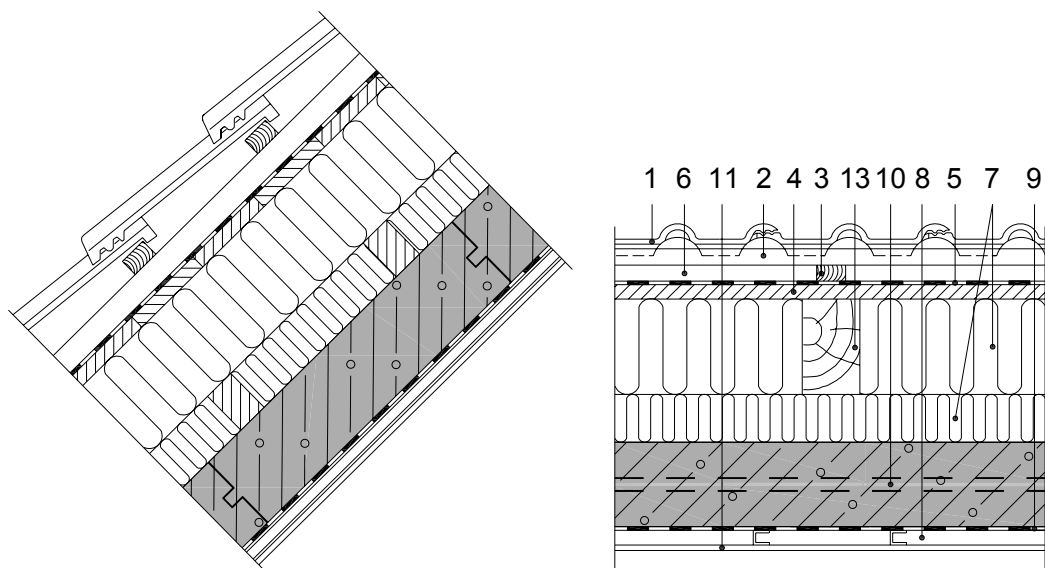
Za týmto účelom je potrebné vhodne zvoliť nielen skladbu strešného plášt'a, ale aj výber použitých stavebných materiálov. Do popredia sa tak v oblasti výskumu a vývoja dostávajú nové tzv. „viacfunkčné“ materiály, materiály využívajúce separované suroviny a suroviny nepoškodzujúce životné prostredie. Do tejto skupiny materiálov môžeme zaradiť aj nové modifikácie ľahkých betónov - polystyrénbetón (PsB) a penobetón (PBG). Uvedené materiály a technológie so sebou prinášajú nové progresívne možnosti pri riešení problematiky strešných konštrukcií. V blízkej budúcnosti sa predpokladá, že niektoré modifikácie ľahkých betónov umožnia zabezpečiť nielen *konštrukčnú, spádovú - výplňovú a vyrovnávajúcu funkciu, ale súčasne aj hlavnú tepelnoizolačnú a nosnú funkciu strešných konštrukcií (napr. strešné panely s tepelnoizolačnými vlastnosťami).*

Z uvedených dôvodov sme sa zamerali na možnosti využitia ľahkých betónov (LB) v procese navrhovania a projektovania šikmých a strmých strešných konštrukcií, ako aj víziou do budúcnosti, spojenou s využitím týchto materiálov pri návrhu a výrobe panelov pre *nosnú vrstvu strešného plášt'a dvojplášťových plochých striech.* Článok sa venuje problematike ľahkých betónov (LB), u ktorých sa na zníženie objemovej hmotnosti ($\leq 800 \text{ kg/m}^3$) používa technická pena - penobetón (PBG).

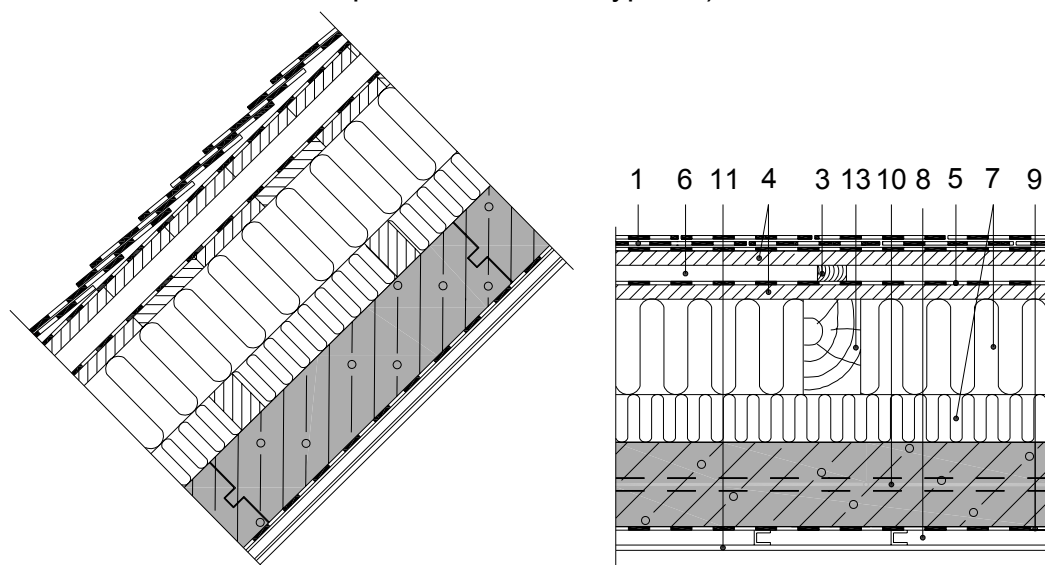
2 Príklady riešenia skladieb strešného plášt'a s použitím ľahkých betónov (PBG)

Konštrukčný návrh skladby strešného plášt'a šikmej a strmej strechy závisí nielen od výpočtového posúdenia, ale aj od experimentálneho overenia in situ. Hlavnú úlohu pri spoľahlivom návrhu skladby strešného plášt'a majú v prvom rade ***vlastností zabudovaných materiálov a funkčnosť jednotlivých vrstiev*** pôsobiacich v strešnom plášti ako celku. Nosná konštrukcia strechy musí byť navrhnutá tak, aby počas svojej existencie spoľahlivo odolávala všetkým reálne možným silovým účinkom od pôsobenia zaťaženia, ktoré cez nosné konštrukcie prenesie do ostatných nosných častí budovy. Pri hmotných nosných konštrukciách šikmého a strmého strešného plášt'a z ľahkých betónových prvkov (LB) sú tepelnoizolačné vrstvy umiestnené nad touto nosnou strešnou konštrukciou.

V článku uvádzame niekoľko návrhov skladieb šikmého a strmého strešného plášt'a, ktoré po dôkladnom výpočtovom posúdení a vhodnom materiálovom zabezpečení môžeme použiť pri reálnom návrhu skladby strešného plášt'a.

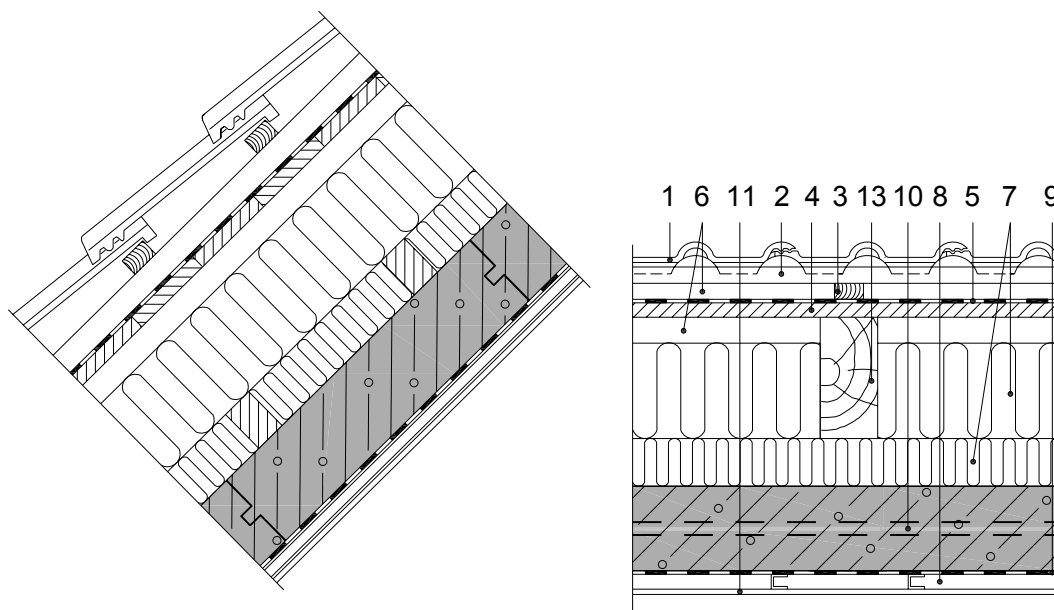


Obrázok 1: Skladba **dvojplášťovej** šikmej a strmej strechy **s krytinou zo škridiel**, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy: **1-** krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), **2-** latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), **3-** latovanie kolmo na odkvap, **4-** debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), **5-** poistná hydroizolačná vrstva, **6-** vetraná vzduchová vrstva, **7-** tepelnoizolačná vrstva medzi krokvi a pod krokvi (hrúbka tepelnej izolácie podľa tepelnotechnického výpočtu), **8-** nevetraná vzduchová vrstva, **9-** parotesná vrstva (parotesná zábrana), **10-** nosná strešná konštrukcia - dielec z ľahkého betónu (napr. PBG - hrúbka podľa statického a tepelnotechnického výpočtu), **11-** podhľadová vrstva, **13-** nosná vrstva horného plášťa - zabudované dištančné krokvy (krokva podľa statického výpočtu, osová vzdialenosť medzi krokvi podľa statického výpočtu).

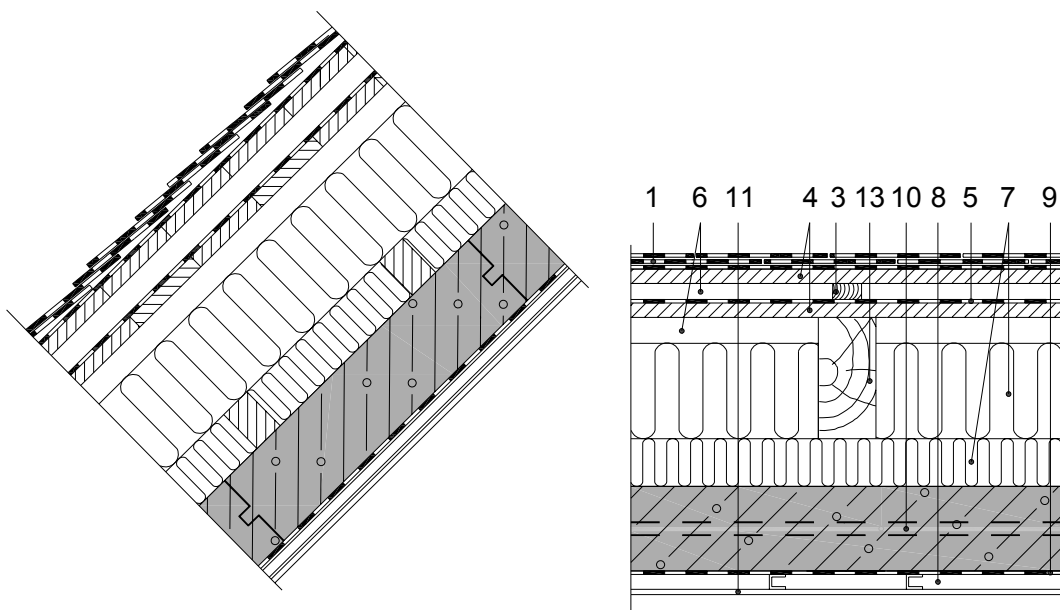


Obrázok 2: Skladba **dvojplášťovej** šikmej a strmej strechy **s krytinou z asfaltových šindľov**, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy: **1-** krytina (hlavná

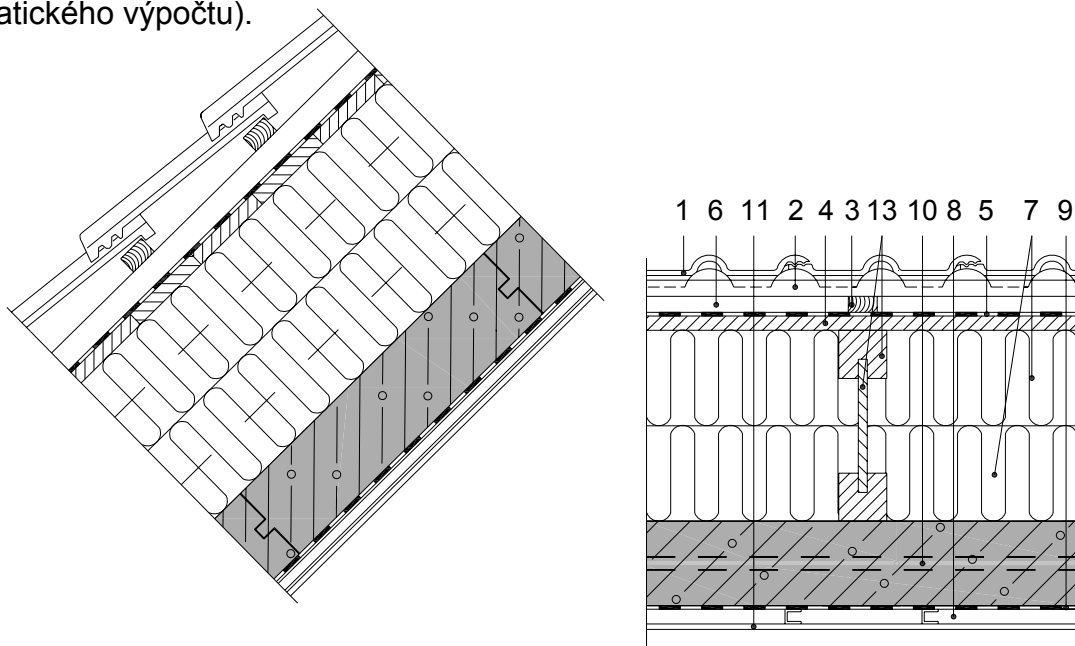
hydroizolačná vrstva), **3-** latovanie kolmo na odkvap, **4-** debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), **5-** poistná hydroizolačná vrstva, **6-** vetraná vzduchová vrstva, **7-** tepelnoizolačná vrstva medzi krokvmi a pod krokvmi (hrúbka tepelnej izolácie podľa tepelnotechnického výpočtu), **8-** nevetraná vzduchová vrstva, **9-** parotesná vrstva (parotesná zábrana), **10-** nosná strešná konštrukcia - dielec z ľahkého betónu (napr. PBG - hrúbka podľa statického a tepelnotechnického výpočtu), **11-** podhľadová vrstva, **13-** nosná vrstva horného plášťa - zabudované dištančné krokvy (krokva podľa statického výpočtu, osová vzdialenosť medzi krokvmi podľa statického výpočtu).



Obrázok 3: Skladba **trojplášťovej šikmej a strmej strechy s krytinou zo škridiel**, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy: **1-** krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), **2-** latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), **3-** latovanie kolmo na odkvap, **4-** debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), **5-** poistná hydroizolačná vrstva, **6-** vetraná vzduchová vrstva, **7-** tepelnoizolačná vrstva medzi krokvmi a pod krokvmi (hrúbka tepelnej izolácie podľa tepelnotechnického výpočtu), **8-** nevetraná vzduchová vrstva, **9-** parotesná vrstva (parotesná zábrana), **10-** nosná strešná konštrukcia - dielec z ľahkého betónu (napr. PBG - hrúbka podľa statického a tepelnotechnického výpočtu), **11-** podhľadová vrstva, **13-** nosná vrstva horného plášťa - zabudované dištančné krokvy (krokva podľa statického výpočtu, osová vzdialenosť medzi krokvmi podľa statického výpočtu).



Obrázok 4: Skladba **trojplášťovej** šikmej a strmej strechy s krytinou z **asfaltových šindľov**, s rezom v smere spádu a kolmo na spád strechy: **1-** krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), **3-** latovanie kolmo na odkvap, **4-** debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), **5-** poistná hydroizolačná vrstva, **6-** vetraná vzduchová vrstva, **7-** tepelnoizolačná vrstva medzi krokvami a pod krokvami (hrúbka tepelnej izolácie podľa tepelnotechnického výpočtu), **8-** nevetraná vzduchová vrstva, **9-** parotesná vrstva (parotesná zábrana), **10-** nosná strešná konštrukcia - dielec z ľahkého betónu (napr. PBG - hrúbka podľa statického a tepelnotechnického výpočtu), **11-** podhľadová vrstva, **13-** nosná vrstva horného plášťa - zabudované dištančné krokvy (krokva podľa statického výpočtu, osová vzdialenosť medzi krokvami podľa statického výpočtu).



Obrázok 5: Skladba **dvojplášťovej** šikmej a strmej strechy s krytinou zo **škridiel**, s nosnou strešnou konštrukciou z drevených I profilov, s rezom v smere spádu a

kolmo na spád strechy: 1- krytina (hlavná hydroizolačná vrstva), 2- latovanie rovnobežné s odkvapom (nosná konštrukcia vrstvy), 3- latovanie kolmo na odkvap, 4- debnenie (nosná konštrukcia vrstvy), 5- poistná hydroizolačná vrstva, 6- vetraná vzduchová vrstva, 7- tepelnoizolačná vrstva (hrúbka tepelnej izolácie podľa tepelnotechnického výpočtu), 8- nevetraná vzduchová vrstva, 9- parotesná vrstva (parotesná zábrana), 10- nosná strešná konštrukcia - dielec z ľahkého betónu (napr. PBG - hrúbka podľa statického a tepelnotechnického výpočtu), 11- podhládová vrstva, 13- nosná vrstva horného plášťa - zabudované dištančné kombinované I nosníky na báze dreva (I nosník podľa statického výpočtu, osová vzdialenosť medzi I nosníkmi podľa statického výpočtu).

Poznámka - Uvedené príklady riešenia skladieb strešného plášťa s použitím PBG sú navrhnuté z hľadiska výberu materiálov v obecnej rovine bez udania rozmerov a konkrétneho výberu jednotlivých materiálov.

3 Súhrn čiastočných poznatkov z konštrukčnej tvorby skladieb šikmých a strmých strešných plášťov s použitím ľahkých betónov (LB: PBG)

Skladby **dvojplášťových striech** na obrázkoch č. 1 a 2 sú vhodné pre **konštrukcie nových striech s tepelnou izoláciou uloženou medzi krokvmi po celej výške a doplňujúcou časťou tepelnej izolácie pod krokvmi vloženou medzi drevené hranoly (pomocné konštrukcie) prichytené kolmo na krokvy zo spodnej strany.** Pri navrhovaní obytných podkroví sa často stretávame s problémom, *ako zabezpečiť vyhovujúcu vnútornú klímu a súčasne aj požiarnu bezpečnosť.* Z týchto dôvodov sú v uvedených skladbách, ako nosná strešná konštrukcia použité dielce z ľahkého betónu (LB) - ako jedna z možností, ktorá môže prispieť k riešeniu tohto problému. Ďalšou výhodou tohto riešenia je maximálne využitie zastavaného priestoru (s malým obmedzením vnútorného priestoru), bezproblémové uchytenie tepelnej izolácie medzi nosné prvky, eliminácia tepelných mostov v miestach drevenej konštrukcie, ako aj ľahká eliminácia polohových nepresností spodnej úrovne nosnej konštrukcie strechy. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu vnútornej konštrukcie strechy. V uvedených prípadoch namiesto v minulosti často používanej asfaltovej lepenky navrhujeme vodoodpudivú - difúznu fóliu. Drevené debnenie uložené na krokviach so strešnou fóliou, môžeme nahradiť hydrofóbnymi drevovláknitými izolačnými doskami, ktoré čiastočne zlepšia tepelnoizolačné vlastnosti strešného plášťa, ale zároveň aj urýchlia a zjednodušia pracovný proces.

Skladby **trojplášťových striech** na obrázkoch č. 3 a 4 sú vhodné pre **konštrukcie nových i adaptácie existujúcich striech s tepelnou izoláciou uloženou medzi krokvmi (len v časti jej výšky) a doplňujúcou časťou tepelnej izolácie pod krokvmi vloženou medzi drevené hranoly (pomocné konštrukcie) prichytené kolmo na krokvy zo spodnej strany.** Nosnou strešnou konštrukciou je dielec z ľahkého betónu (LB), ktorý zabezpečuje nielen nosnú funkciu, ale súčasne aj protipožiarnu odolnosť. Ďalšou výhodou tohto riešenia je vytvorenie odvetranej

vzduchovej vrstvy medzi stredným strešným plášťom a tepelnou izoláciou, ktorá zabezpečuje bezproblémové odvetranie difundovanej vlhkosti a v letnom období eliminuje prehrievanie strešného plášťa. Medzi ďalšie výhody zaradujeme bezproblémové uchytenie tepelnej izolácie medzi nosné prvky, elimináciu tepelných mostov v miestach drevenej konštrukcie, ako aj elimináciu polohových nepresností spodnej úrovne nosnej konštrukcie strechy. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu vnútornej konštrukcie strechy.

Skladba **dvojplášťovej strechy** na obrázku č. 5 je vhodná pre **konštrukcie nových striech solárnych, nízkoenergetických domov, ale aj nadstavieb s tepelnou izoláciou uloženou medzi drevenými / profilmi po celej jej výške**. Rovnako aj v tejto skladbe je nosnou strešnou konštrukciou dielec z ľahkého betónu (LB), ktorý zabezpečuje nielen nosnú funkciu, ale súčasne aj protipožiarnu odolnosť. Ďalšou výhodou tohto riešenia je redukovaný podiel materiálu z dreva v konštrukcii na statické minimum a zároveň aj redukovanie tepelných mostov. Nevýhodou tohto riešenia je prakticky nemožná kontrola stavu vnútornej konštrukcie strechy.

4 Záver

V článku uvádzame súčasné možnosti použitia ľahkých betónov (LB: PBG), pri návrhu a realizácii šikmých a strmých strešných konštrukcií s ohľadom na možné energeticky úsporné opatrenia a nezanedbateľný prínos do budúcnosti. V tejto súvislosti je potrebné poznamenať, že vhodný výber stavebných materiálov, aplikovaných pri navrhovaní a projektovaní konštrukcií, skladieb a v neposlednom rade konštrukčných detailov strešných konštrukcií (vrátane nadväzujúcich obalových konštrukcií), priamo ovplyvňuje nielen kvalitu vnútorného prostredia v samotnom podkroví, ale aj v budove ako celku. Výber vhodných stavebných materiálov vplýva na celkovú spoľahlivosť strešnej konštrukcie z *hydroizolačného hľadiska, z hľadiska požiarnej bezpečnosti, z hľadiska stavebnej fyziky a stavebnej tepelnej techniky, ako aj z hľadiska životnosti budovy*. Z uvedených dôvodov je potrebné strešné konštrukcie navrhovať komplexne - so zreteľom na dané klimatické podmienky (z hľadiska bilancie tepelných strát a tepelných ziskov) vo väzbe na vhodnú zostavu strešného plášťa.

Potreba zaoberať sa touto problematikou vyplýva z aktuálnosti napredovania v oblasti úsporných opatrení v dôsledku pretrvávajúcej hospodárskej krízy, spočívajúcich v navrhovaní energeticky hospodárnych - úsporných (nenáročných) budov. Týka sa to nielen novostavieb, ale aj rekonštrukcií a modifikácií už existujúcich stavieb, ktorých celkový technický stav je na úrovni často nezodpovedajúcej súčasným trendom, požiadavkám a nárokom. Vzhľadom k súčasným trendom a doposiaľ len čiastočne odhaleným rezervám ľahkých betónov (LB: PsB a PBG) sa predpokladá, že v budúcnosti dokážu v určitých funkciách čiastočne, alebo úplne nahradiť klasickú doskovú tepelnú izoláciu. Vyššie uvedené

stavebné materiály môžu svojimi špecifickými vlastnosťami prispieť k eliminácii problémov spojených s prehrievaním podkrovných priestorov v letnom období a taktiež k zlepšeniu kvality vnútorného prostredia budov v zimnom období (napr. aj dosiahnutím vyšších teplôt vnútorných povrchov v zimnom období).

Postupom času si tento druh stavebného materiálu nachádza svoje uplatnenie pri výstavbe nielen v bytových, ale aj v nebytových budovách.

*Tento príspevok vznikol pri riešení Visegradského Strategického Programu No: 31010022 „**Solution of Green Roof Structures in V4 Countries**“.*

Literatúra

- [1] OLÁH, J. - MIKULÁŠ, M.: Krytiny a doplnkové konštrukcie striech, Jaga group, Bratislava 2001.
- [2] VLČEK, M. - MOUDRY, I. - NOVOTNÝ, M. - BENEŠ, P. - MACEKOVÁ, V.: Poruchy a rekonstrukce staveb, Era, Brno 2001.
- [3] OLÁH, J. - MIKULÁŠ, M. - MIKULÁŠOVÁ, D.: Šikmé strechy, Jaga group, Bratislava 2002.
- [4] HIRČKO, J.: Konštrukcie šikmých striech, Eurostav s.r.o., Bratislava 2003.
- [5] VYPARINA M. - TOMKO, M. - TÓTH, S.: Životnosť a opotrebovanie budov v znaleckej praxi. ŽU v Žiline, 2008.
- [6] STN 73 1901: Navrhovanie striech, Základné ustanovenia (73 1901) (Jún 2005).
- [7] STN 73 1901/O1: Navrhovanie striech, Základné ustanovenia (73 1901) (September 2005).
- [8] STN 92 0201-2: Požiarne bezpečnosť stavieb, Spoločné ustanovenia, Časť 2: Stavebné konštrukcie (92 0201) (November 2007).
- [9] www.sircontec.com.