

# VÝBER TECHNOLOGIE PRE SANÁCIU KONTAKTNÉHO ZATEPLOVACIEHO SYSTÉMU

VARIETY OF TECHNOLOGY FOR THE RECOVERY OF THE CONTACT THERMAL INSULATION SYSTEM

Ing. Barbora Belániová, doc. Ing. Nad'a Antošová, PhD., Ing. Bc. Martin Kosák,  
Bc. Ivan Vavřík

## ABSTRAKT

Údržba a oprava existujúcich konštrukcií kontaktného zatepl'ovacieho systému je dôležitou požiadavkou v oblasti zatepl'ovania. Hlavnou témou je návrh sanačných metód na poškodenú konštrukciu ETICS. Ťažiskom príspevku je analýza technológií z hľadiska technickej a technologickej náročnosti, ceny a životnosti sanačného opatrenia. Cieľom je návrh a výber optimálnej sanačnej metódy v modelovom príklade.

**Kľúčové slová:** oprava a údržba kontaktného zatepl'ovacieho systému, obnova poškodenej ETICS, sanačné technológie

## ABSTRACT

Maintenance and repair of existing structures of the contact thermal insulation system is an important requirement in the field of thermal insulation. The main topic is the application of recovery methods for the damaged ETICS. The focus of the contribution is the analysis of technologies in terms of technical and technological demands, cost and lifespan of the remedial measure. The aim is to design and select the optimal recovery method in the model example.

**Key words:** repair and maintenance of contact thermal insulation system, renewal of damaged ETICS, recovery technologies

## 1 ÚVOD

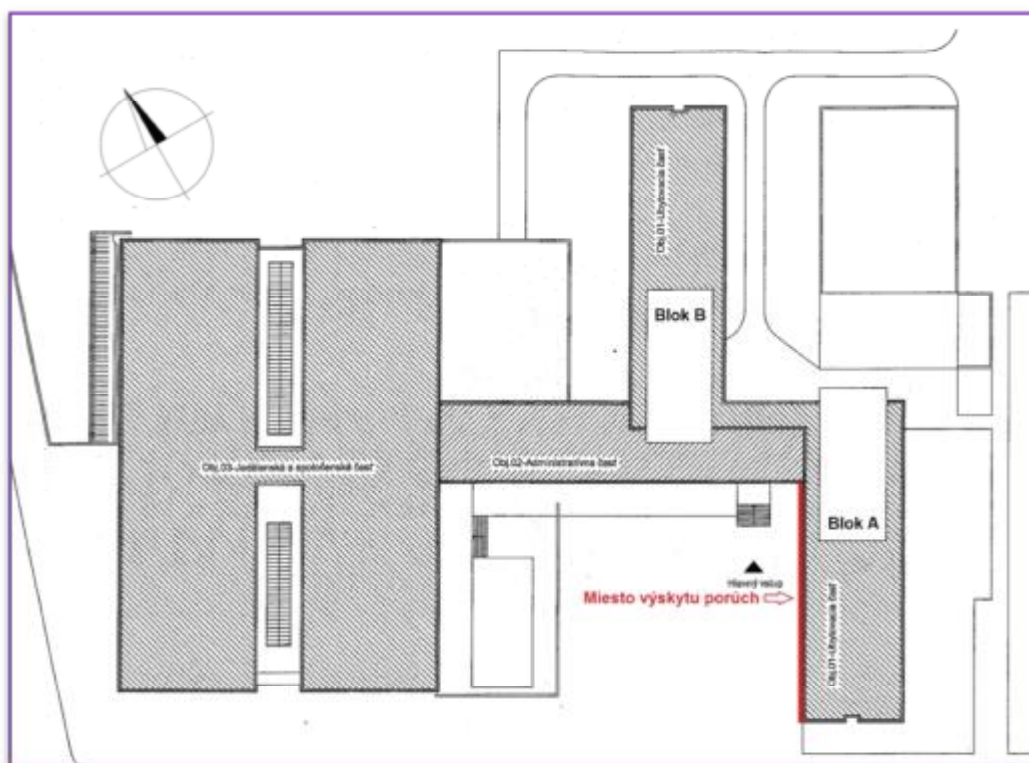
Použitie tepelnoizolačných kompozitných systémov (ETICS) je dôležitým faktorom čo sa týka nevyhnutných opatrení na zníženie straty prenosového tepla v prípade existujúcich budov [1]. Počas 25 rokov zatepl'ovania na Slovensku boli zistené viaceré opakujúce sa poruchy na ETICS. Spôsobené sú spravidla nesprávnou realizáciou alebo nesprávnym návrhom. Podľa autorov [2], [3] vzniká mnoho porúch povrchu ETICS najmä v dôsledku neprimeraného napätia v podklade pod konečnou úpravou – omietkou, ktoré je primárne spôsobené nedostatočným spolupôsobením pôvodnej konštrukcie plášťa a dodatočnej konštrukcie zateplenia. Dôvodom môže byť ako pôsobenie vetra, nedostatočné kotvenie izolantu, technologická disciplína, zámena materiálu alebo vplyv vlhkosti a vody, ktorá sa dostáva do súvrstvia konštrukcie zateplenia počas užívania. Po dlhšom období môžu podľa [4] nastať aj nedostatky v životnosti, a to chyby spôsobené starnutím a materiálovým rozrušením.

V príspevku je uvedený odborný návrh na renováciu povrchu zateplenia bloku A v študentskom internáte v Bratislave, kde vznikli defekty povrchu ETICS spôsobené vplyvom porúch strešného plášťa a zatečenia cez styky atiky do konštrukcie zatepl'ovacieho systému. Voda v konštrukcii spôsobila priľahenie minerálnej vlny a trhliny na povrchu fasády. Metodika práce je venovaná analýze

spôsobu sanácie vzniknutých porúch a výberu optimálneho riešenia z hľadiska nákladov, životnosti. V závere je uvedené porovnanie rôznych sanačných technológií v súvislosti so stanovenými kritériami v modelovom príklade.

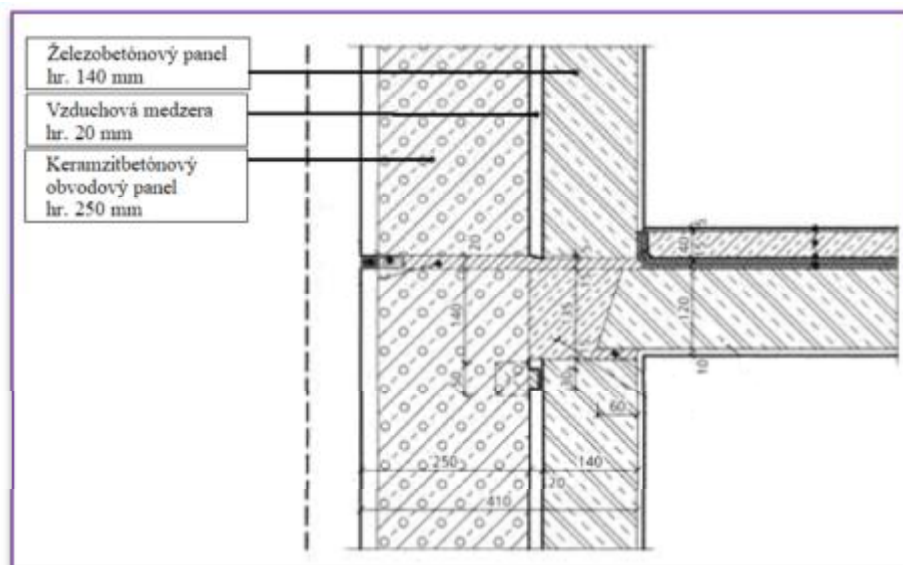
## 2 ŠPECIFIKÁCIA PROBLÉMU

Budova vysokoškolského internátu bola realizovaná v rokoch 1961-65. Bloky A a B boli zhotovené z konštrukčného systému T06 BA, obvodový plášť je zhotovený z keramzitbetónových obvodových panelov hr. 250 mm, vzduchovej vrstvy hr. 20-30 mm a železobetónového panelu. Obvodový plášť je predsadený samonosný, k nosnej konštrukcii je pripojený vďaka betonárskej výstuži v záhlaví panelov. [5]. Povrchová úprava pôvodnej fasády bola zhotovená z mozaikového obkladu, ktorý bol zvetraný a lokálne vypadaný. Na olemovanie okien bol použitý obklad z travertínových dosiek hr. 18 mm, ktorý tvoril aj parapety okien.



**Obr. 1: Situácia budovy študentského domova s vyznačením poškodenej fasády [autori]**

Obvodový plášť bol obnovený v roku 2010. Všetky okná boli v čase prípravy renovácie obvodového plášťa vymenené. Boli nahradené plastovými oknami s izolačným dvojsklom. V rámci fasádnej úpravy aj z hľadiska zvýšenia tepelno-technických požiadaviek sa vyhotovilo kontaktné zateplenie. Na vhodne upravený podklad boli kotvené polystyrénové dosky EPS-F hr. 80 mm do výšky 22,5 m od úrovne terénu. Z dôvodu požiarnej bezpečnosti nad hranicou 22,5 m boli použité tepelnoizolačné dosky na báze minerálnych vlákien ROCKWOOL hr. 80 mm. Na zateplenie sokla po úroveň parapetu prízemnia, bol použitý extrudovaný polystyrén XPS-R s pancierovou výstužou. Tepelnoizolačné dosky boli kotvené pomocou mechanických hmoždínok s oceľovým tŕňom STR U, 6 ks/m<sup>2</sup>. Povrchová úprava fasády je vyhotovená z vonkajšej tenkovrstvej silikátovej omietky s hrúbkou zrna 2 mm. Travertínový obklad na sokli pod suterénymi oknami bol zachovaný, nakoľko bol v dobrom technickom stave a bol len očistený. Oplechovanie na atike bolo odstránené a nahradené novým s potrebnou šírkou. Parapetné plechy boli vymenené za poplastované plechy

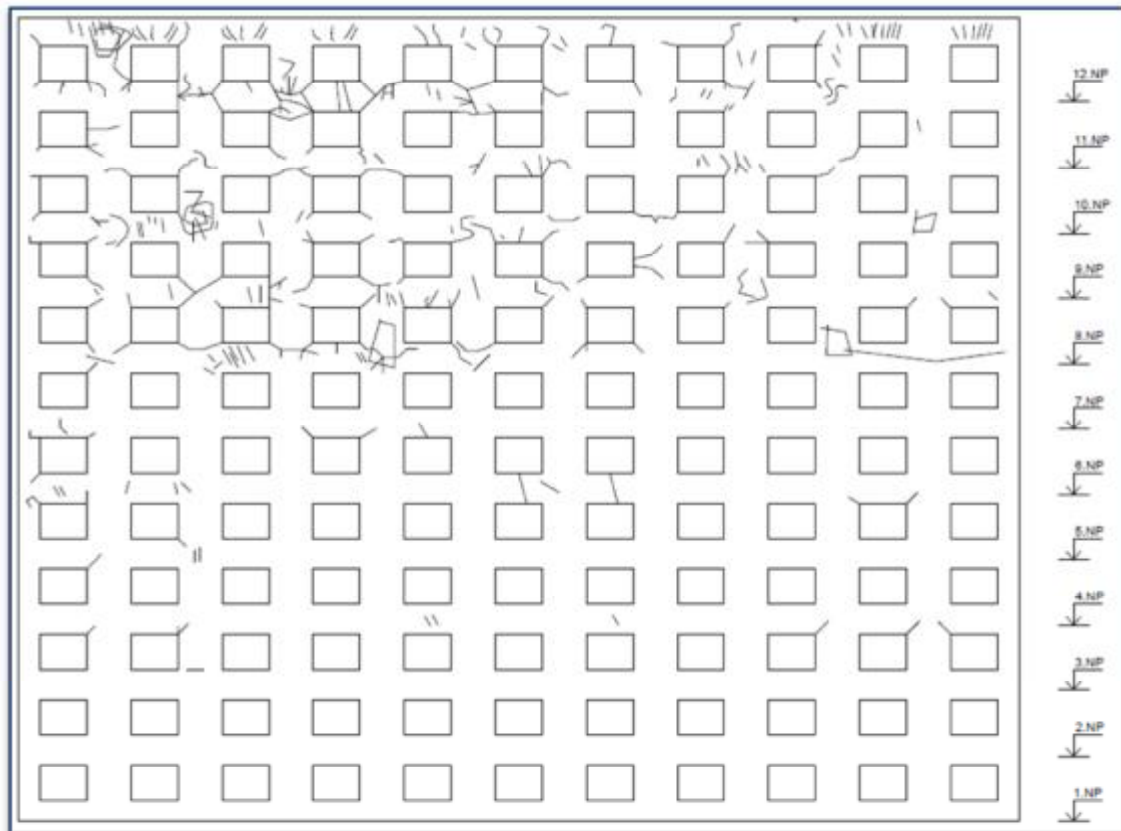


**Obr. 2: Detail styku pôvodnej konštrukcie obvodového plášťa - konštrukčný systém T 06 BA [5]**

Po určitom čase sa na objekte vyskytovali trhliny v ploche fasády, ktoré vytvárali sieť smerujúcu z jedného rohu spojovacej chodby a bloku A. Maximálne množstvo trhlín bolo zaznamenané v najvyšších podlažiach v miestach atiky. Trhliny boli počas užívania neúspešne sanované. V izolačných doskách vznikol v mieste vodorovných alebo diagonálnych trhlín previs. Tento efekt naznačoval, že trhliny sú naďalej aktívne. Zaznamenané boli aj rozdielne pigmenty omietky v rozhraní 7. NP, spôsobené výskytom minerálnych solí, čo indikovalo prítomnosť vody v konštrukcii. Takáto táto zmena sa nachádzala najmä v oblasti zmeny typu izolačných dosiek, keď do úrovne 7.NP sa na pôvodnom obvodovom plášti nachádza kontaktný zatepľovací systém z polystyrénu nad touto hranicou je aplikovaný izolačný materiál z minerálnych dosiek. Po vykonaní sond do konštrukcie zateplenia bola zistená prítomnosť vody. Zdrojom vody boli viaceré poruchy strešného plášťa, ktoré potvrdila skúška tesnosti strešnej krytiny zaplavením.



**Obr. 3: Trhliny na povrchu zateplenia v miestach pod strešnou atikou [autori]**



Obr. 4: Pohľad na povrch ETICS s vyznačením polohy trhlín [autori]

### 3 METODIKA PRÁCE

Na základe záznamu skutkového stavu sa vynára otázka vhodnosti a ekonomickej únosnosti výberu radikálnej alebo konzervatívnej technológie. Pri výbere jednej z metód je potrebné vždy zvážiť aj predpokladanú životnosť navrhovaného opatrenia. Pre rozhodovací proces boli využité boli výsledky z analýz dostupných technológií a databáz sanačných opatrení [6].

Návrh riešenia opravy pozostával z troch sanačných metód. Jednej konzervatívnej metódy riešenia trhlín, ktorá spočívala v oprave zatmelením a dvoch radikálnych metód vhodných pre riešenie trhlín. Prvou hodnotenou technológiou je sanovanie vlastností ETICS použitím renovačnej stierky s mikrovýstužou a druhou radikálnou metódou je obnova vlastností ETICS pomocou pridania novej vrstvy zatepľovacieho systému, tzv. „Double ETICS“.

Rozhodovací proces pre výber technológie vyžaduje stanovenie kritérií, ktoré vyplývajú najmä zo stavebno-technologických podmienok jednotlivých metód pri realizácii, ich životností a cyklickej údržbe a celkovej ekonomickej náročnosti.

### 4 NÁVRH TECHNOLOGICKÝCH OPATRENÍ

V rámci návrhu boli navrhnuté tri variantné riešenia. Na realizáciu finálnej vrstvy bola uvažovaná omietka súčasného typu - minerálna tenkovrstvová samočistiaca omietka.

#### 4.1 Technológia riešenia trhlín pretmelením

Prvou konzervatívnou technológiou na opravu trhlín na fasáde je použité lokálne pretmelenie omietkovým tmelom. Ide o jednoducho spracovateľný tmel vytvárajúci povrchovú omietkovú štruktúru na drobné opravy omietok, ktorý je pretierateľný bežnými fasádnymi farbami [7].

Pracovná teplota pri realizácii sa vyžaduje v rozmedzí  $+5^{\circ}\text{C}$  až  $+35^{\circ}\text{C}$ . Práce sa nemajú vykonávať v prípade dažďa alebo mrazu, a to až do času úplného zaschnutia náteru. Bezprostredne po aplikácii sa pracovné pomôcky a znečistené miesta musia očistiť vodou. Príprava podkladu pozostáva z očistenia povrchu od prachu a mastnoty. Nesúdržné, zvetrané a odlupujúce časti pôvodnej fasády sa mechanicky odstránia kefou alebo špachtľou. Následne sa povrch očistí vysokým tlakom vody a po umytí sa nechá vyschnúť. Na takto pripravený povrch sa naniesie penetračný náter na zlepšenie súdržnosti. Penetračný roztok sa naniesie v dodávanej konzistencii, neriedený, štetcom alebo valčekom. Pred nanášaním ďalších vrstiev sa dodrží technologická prestávka min. 4 hodiny. Po technologickej prestávke sa naniesie omietkový tmel pomocou špachle alebo nerezovým hladidlom. Trhliny sa vyplnia tak, aby neobsahovali vzduchové bubliny. Plocha sa zarovná stierkou. Tmel sa dodáva obvykle v konzistencii vhodnej na priame použitie, riedenie je nežiadúce. Po vyzretí sa môže vykonať finálna úprava povrchu použitím samočistiaceho náteru. Farba sa nanáša valčekom alebo štetcom, rovnomerne bez prerušenia.[7]

Životnosť technológie v bežných podmienkach výrobcovia stavebnej chémie obvykle deklarujú na úrovni približne 2 až 5 rokov, v závislosti od orientácie fasády a jej zaťaženia vonkajšími vplyvmi ako je vietor, hnaný dážď a pod. Stav trhlín na povrchu zateplenia po prvom pretmelení sa na viacerých miestach odlupuje a opadáva, čo môže indikovať aj nižšiu životnosť. V danom prípade je však technológia ovplyvnená neodstránením primárnej príčiny porušenia ETICS – penetrácie vody do súvrstvia z defektov strešného plášťa.

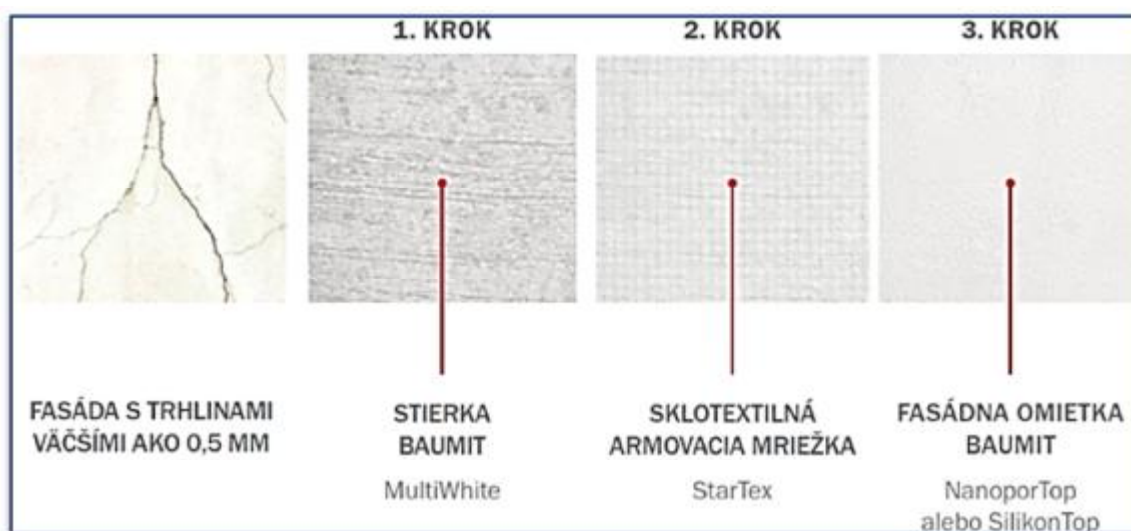


Obr. 5: Stav pretmelenia trhlín na 11. poschodí po 3 rokoch [autori]

#### 4.2 Technológia riešenia trhlín renovačnou stierkou s mikrovýstužou

Druhou technológiou je radikálne riešenie, ktoré je vhodné na sanáciu neaktívnych trhlín na fasáde minerálnou renovačnou stierkou vystuženou vláknami, ktorá má vysokú priľnavosť k podkladu, je zároveň vysoko paropriepustná. Uzatvorí defekty na povrchu a zároveň prenáša vzniknuté napätia v povrchu ETICS. Pri trhlinách menších ako 0,5 mm stačí použiť samotnú renovačnú stierku, avšak

ak sa vyskytujú na povrchu aj trhliny širšie ako 0,5 mm, je potrebné využiť stierku so sklotextilnou mriežkou. Povrch fasády je možné opatriť minerálnou tenkovrstvovou omietkou súčasného typu s vysokou odolnosťou voči znečisteniu [8],[9].



Obr. 6: Skladba fasády pri použití renovačnej stierky [8]

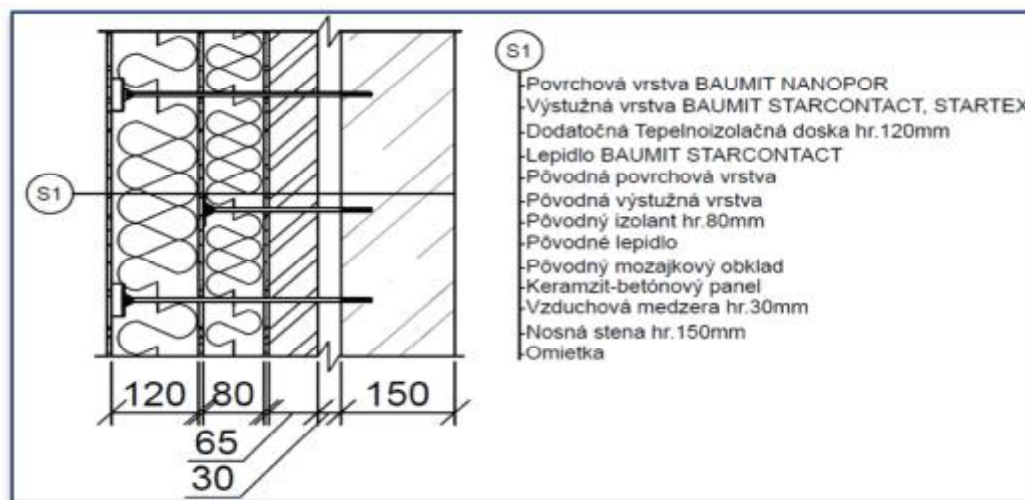
Realizácia sanácie fasády pomocou renovačnej stierky s mikrovýstužou sa musí vykonávať za stálej teploty ktorá by nemala klesnúť pod  $+5^{\circ}\text{C}$  a vystúpiť nad  $+30^{\circ}\text{C}$ . Pri spracovaní a zrení materiálu sa fasáda musí pred priamym slnečným žiarením, dažďom a silným vetrom chrániť pomocou ochranných sietí na lešení. Podklad pôvodnej omietky musí byť nosný, suchý, nezamrznutý, bez prachu, nečistôt a uvoľňujúcich sa častí a výkvetov solí. Preto sa nesúdržné, zvetrané a odlupujúce časti pôvodnej fasády mechanicky odstránia kefou alebo špachtľou. Potom sa povrch očistí vysokým tlakom vody a po umytí sa nechá vyschnúť. Na takto prichystaný povrch sa naniesie pripravená renovačná stierka. Na povrch fasády nanáša antikorovým zubovým hladidlom. Do čerstvej stierky sa vloží sklotextilná mriežka so vzájomnými desať centimetrovými presahmi. Pri okenných otvoroch sa vloží diagonálna výstuž. Sklotextilná mriežka sa prekryje minimálne 1 mm hrúbkou pomocou renovačnej stierky. Celková hrúbka výstužnej vrstvy by mala byť v rozmedzí 3 až 5 mm. Štruktúra povrchu sa zahradí polystyrénovým, filcovým alebo penovým hladidlom. Finálna povrchová úprava sa musí nanášať na dokonale vyschnutý povrch stierky. Preto je potrebné dodržať technologickú prestávku minimálne 5 dní. Po technologickej prestávke na zlepšenie prídržnosti a vyrovnaniu nasiakavosti podkladu bude použitý penetračný náter, ktorý sa naniesie prostredníctvom valčeka alebo štetcom. Omietka sa na podklad natiahne antikorovým hladidlom rovnomerne, bez prerušenia a v hrúbke zrna. Dodatočne sa štruktúra povrchu upraví krúživými pohybmi pomocou umelohmotného hladidla. [8, 9]

Predpokladaná základná životnosť novo vyhotovenej omietky je podľa [10] uvažovaná v hodnote 30 až 60 rokov. Predpokladaná základná životnosť podľa výrobcov omietkového systému je deklarovaná na úrovni 25 rokov. Avšak za predpokladu pravidelnej údržby, ktorá spočíva v očistení a prípadnom natretí fasádnou farbou, približne raz za 10 rokov.

#### 4.3 Technológia riešenia trhlín „Double ETICS – zdvojeným zateplením

Radiálna technológia pomocou zdvojeného zateplenia (Double ETICS). Je to systém, určený predovšetkým pre problémy s nedostatočným zateplením alebo dosiahnutím požiadaviek na tepelnú ochranu k roku 2020. V danom prípade použitím technológie dôjde k riešeniu uzatvorenia trhlín, obnove vlastností pôvodného zateplenia a zároveň sa vytvárajú lepšie teplototechnické vlastnosti celého obvodového plášťa. Pri aplikácii zdvojeného zateplenia je potrebné dodržať určité zásady a voliť materiál s rovnakými alebo lepšími difúznymi vlastnosťami ako je pôvodná konštrukcia zateplenia [11],[12]. Z tohto dôvodu je možné použiť po úroveň 7.NP extrudovaný polystyrén a od úrovne 7.NP

izolant z minerálnych dosiek, prípadne na celú výšku objektu izolačný materiál na báze minerálnej vlny. Akýkoľvek alternatívny návrh musí spĺňať požiadavky na požiaru ochranu.



**Obr. 7: Návrh skladby zdvojeného zateplenia [autori]**

Pri realizácii zdvojeného zateplenia platia rovnaké technologické pravidlá ako pri realizácii ETICS na pôvodný obvodový plášť. Ako pri konzervatívnych metódach tak aj pri radikálnej je potrebné pred realizáciou opatrenia venovať pozornosť príprave podkladu. Povrch sa musí pred lepením očistiť od prachu, výkvetov, mastnôt, zvlhnutia, napadnutia mikroorganizmami. Vizuálne sa skontrolujú nerovnosti a odlupujúce sa miesta. Môžu sa vykonať skúšky podkladu poklepom, vrypom alebo oterom, je možné taktiež vykonať skúšku prídržnosti náterov mriežkovou skúškou podľa STN ISO 2409 alebo odtrhovou skúškou príľnavosti podľa STN ISO 4624. Taktiež sa posudzuje vlhkosť podkladu podľa STN EN 1542. Podklad sa očistí od prachových častí a odlupujúcich sa a zvetraných vrstiev pôvodnej fasády, buď mechanicky, alebo tlakom vody. V rámci prípravy je potrebné vyhotoviť nové oplechovanie atiky zohľadňujúce novú hrúbku izolačného systému a nové parapety okien. Pred lepením izolačných dosiek sa osadia soklové a rohové profily. Nasleduje lepenie izolačných dosiek pomocou lepiacej hmoty, ktorá sa nanáša po celom obvode tepelnoizolačnej dosky a v strede dosky sa bodovo naniesie na troch miestach. Po pritlačení dosky k povrchu musí byť aspoň 40 % plochy dosky spojená s podkladom. Uloženie dosiek sa kontroluje pri realizácii vodováhou a rovinnosť meracou latou. Kotvenie izolačných dosiek pokračuje po 24 hodinovej technologickej prestávke. Minimálny počet kotiev na 1 m<sup>2</sup> je 6 ks a maximálny je 12 ks. Počet kotiev podlieha statickému výpočtu. Použité budú skrutkovacie kotvy, ktoré budú realizované zapustenou montážou. Osadené kotvy nesmú narúšať rovinnosť tepelnoizolačných dosiek. Pred zhotovením výstužnej vrstvy sa musia izolačné dosky na báze EPS prebrúsiť. Taktiež pred zhotovením výstužnej vrstvy je potrebné aplikovať osadenie rohových a okenných profilov, okenné a dilatačné profily. Následne nanáša stierková hmota zubovým hladidlom. Do tejto vrstvy sa vtlačia sklotextilná mriežka nastrihaná na pásy pomocou hladidla a dôkladne sa zahladí. Presah medzi pásmi bude 100 mm. Pred aplikáciou povrchovej úpravy musí byť dodržaná technologická prestávka 3 dni, potrebná na vyschnutie výstužnej vrstvy. Po vyzretí základnej vrstvy je možné pristúpiť k príprave podkladu penetračným náterom, ktorý sa nanáša valčekom rovnomerne a bez prerušenia. Náter bude nanosený celoplošne. Nanášanie tenkovrstvej omietky sa realizuje po zaschnutí penetračného náteru. Omietku je nutné naťahovať na podklad hladidlom rovnomerne bez prerušenia. Následne sa vytvára škrabaná štruktúra ihneď po nanosení omietky krúživými pohybmi pomocou plastového hladidla. [13],[14]

Predpokladaná základná životnosť je rovnaká ako pri novej konštrukcii zateplenia, približne na 30 rokov. Avšak ako je uvedené v podklade [10] je základná životnosť nového, zdvojeného dodatočného zateplenia sa odhaduje na úroveň 15 až 20 rokov. Pre dosiahnutie predpokladanej životnosti je potrebná pravidelná údržba formou čistenia, a v prípade potreby formou pravidelného odstraňovania mikrobiologického nálezu.

## 5 STANOVENIE NÁKLADOV NA TECHNOLOGICKÉ OPATRENIA

Na stanovenie nákladov boli použité cenníky od výrobcu navrhovaných materiálov, podľa trvanie prác jednotlivých opráv boli určené pomocou časových plánov použitím normových prácností.

Stanovenie nákladov vychádza z cenníkov výrobcov navrhovaných materiálov [7], [8] a [14]. Výkon práce je uvažovaný z dostupných ekonomických ukazovateľov na úrovni roku 2017 vo výške 7 €/hod<sup>1</sup>. Pre každé variantné riešenie je podľa normovej prácnosti stanovené celkové trvanie prác a počet pracovníkov.

Technológia konzervatívna/radikálna	Celková plocha objektu	Normová prácnosť	Náklady na prácu*	Náklady na materiál	Celková cena	Celková cena na 1 m <sup>2</sup>
	m <sup>2</sup>	Nh.m <sup>-2</sup>	€	€	€	€m <sup>-2</sup>
<b>Pretmelenie (k)</b>	126,27	0,819	784	1 579,48	<b>2 363,48</b>	<b>18,72</b>
<b>Renovačná stierka s mikrovýstužou (r)</b>	1 013,76	1,998	13 230	16 616,70	<b>26 846,70</b>	<b>29,44</b>
<b>Double ETICS (r)</b>	1 013,76	2,406	18 816	62 586,25	<b>81 402,25</b>	<b>80,29</b>

Tab. 1 Výstup zo stanovenia orientačného prepočtu nákladov (autori)

\* Náklady na prácu vychádza z trvania prác. Pretmelenie: Celkové trvanie prác je uvažované pri nasadení 2 pracovníkov a 8 hodinovej pracovnej zmene 7 pracovných dní. Renovačná stierka: Celkové trvanie prác je uvažované nasadení 9 pracovníkov a 10 hodinovej pracovnej zmene 25 pracovných dní. Double ETICS: Celkové trvanie prác je uvažované pri nasadení 8 pracovníkov a 8 hodinovej pracovnej zmene 42 pracovných dní.

Pri každej metóde bol na základné zariadenie staveniska uvažovaný skladový kontajner, prenosná toaleta, oplotenie a kontajner na odpad. Podľa dĺžky trvania prác, vrátane nepracovných dní sa stanovili základné náklady na zariadenie staveniska.

Technológia konzervatívna/radikálna	Zariadenie staveniska	Počet pracovných dní	Celková cena	Celková cena na 1 m <sup>2</sup>
		deň	€	€m <sup>-2</sup>
<b>Pretmelenie (k)</b>	Teleskopická plošina 32-40 m	9	<b>3 932,40</b>	<b>31,04</b>
<b>Renovačná stierka s mikrovýstužou (r)</b>	Lešenie s ochrannou sieťou	33	<b>12 422,59</b>	<b>12,25</b>
<b>Double ETICS (r)</b>	Lešenie s ochrannou sieťou	58	<b>21 742,79</b>	<b>21,45</b>

Tab. 2 Výstup zo stanovenia orientačného prepočtu nákladov na zariadenie staveniska (autori)

Technológia konzervatívna/radikálna	Celková cena	Celková cena na 1 m <sup>2</sup>
	€	€m <sup>-2</sup>
<b>Pretmelenie (k)</b>	<b>6 297,88</b>	<b>49,71</b>
<b>Renovačná stierka s mikrovýstužou (r)</b>	<b>42 269,29</b>	<b>41,69</b>
<b>Double ETICS (r)</b>	<b>103 144,04</b>	<b>101,74</b>

Tab. 3 Porovnanie celkových nákladov na jednotlivé technologické opatrenia (autori)

Výstavba budov stavebných konštrukcií a ich prevádzka a údržba je jednou z hlavných foriem nákladov na spotrebu materiálu a energetických zdrojov, a to nielen počas fázy realizácie, ale aj počas všetkých období ich existencie (tzv. stavebný životný cyklus) [15]. Náklady pri jednotlivých technológiách je preto potrebné vyhodnotiť z hľadiska životnosti zásahu. Najdlhšia predpokladaná



základná životnosť je uvažovaná pri technológií zdvojeného zateplenia, a to 30 rokov, pri renovačnej stierke je to 25 rokov a pri pretmelení je priaznivá situácia životnosti na úrovni 5 rokov. Preto aj náklady na jednotlivé technológie je potrebné porovnávať v rámci dĺžky životnosti konštrukcie zateplenia.

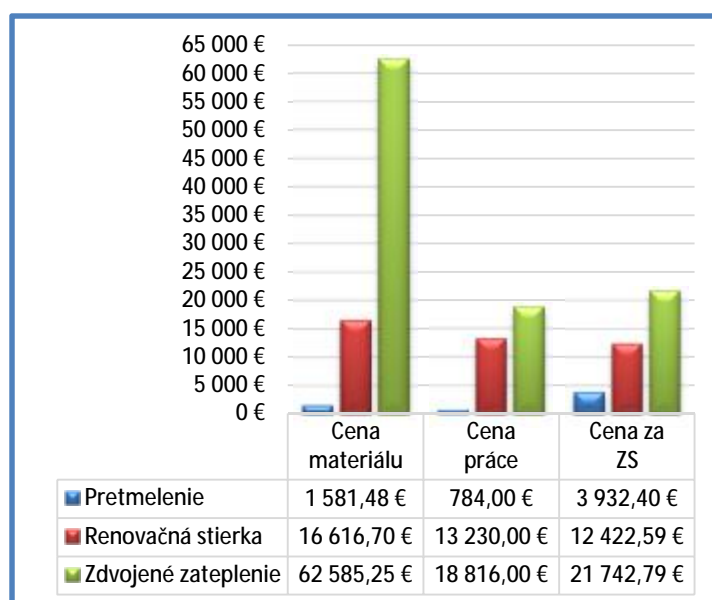
Technológia konzervatívna/radikálna	Predpokladaná doba životnosti	Celková cena	Celková cena v prepočte na 1 rok	Celková cena v prepočte na najdlhšiu dobu životnosti
	Rok	€	€/rok	€/rok
Pretmelenie (k)	5	6 297,88	1 259,58	37 787,28
Renovačná stierka s mikrovýstužou (r)	25	42 269,29	1 690,77	42 269,29
Double ETICS (r)	30	103 144,04	3 439,13	103 144,04

Tab. 4 Celkové náklady na jednotlivé technológie s prepočtom na obdobie očakávanej základnej životnosť (autori)

## 6 DISKUSIA

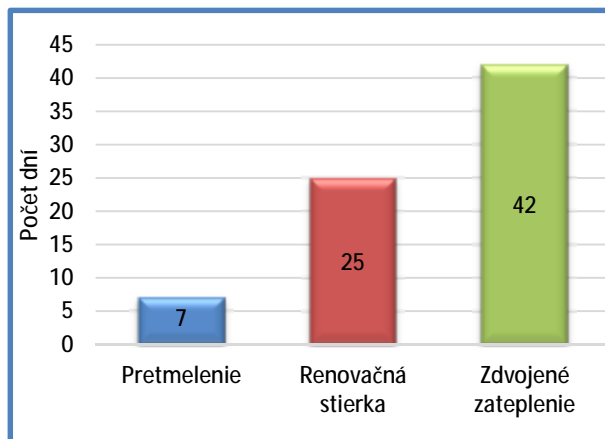
Proces rozhodovania, ktorý variantný technologický postup je vhodný pri eliminácii poškodenia na povrchu ETICS, nie je veľmi zložitý. Zložité je skôr uplatnenie v praxi a dôsledné aplikovanie. Preto vždy vhodné stanoviť náklady na realizáciu, životnosť a tiež aj dĺžku realizácie a vzájomne porovnať jednotlivé výstupy. Ekonomické ukazovatele sú stanovené tak aby odrážali celkový náklad obnoveného stavu povrchu. Zahŕňajú základné náklady na nároky dopravy na stavenisko a pracovisko, náklady na skladovacie priestory. V nákladoch na materiál a realizáciu sú zahrnuté aj náklady na klampiarske konštrukcie, ktoré sú potrebné pri využití radikálnych metód.

Porovnanie výstupov je zobrazené v nasledujúcom grafickom vyjadrení.

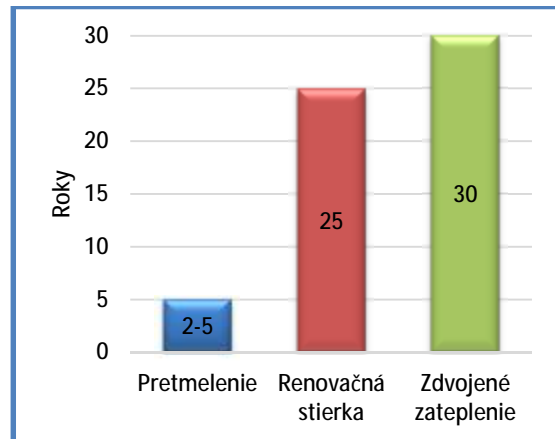


Graf 6.1 Grafické porovnanie nákladov na materiál, prácu a zariadenie staveniska [autori]

Trvanie prác jednotlivých metód vychádza z normovej prácnosti a počtu pracovníkov. Normová prácnosť je pre pretmelenie je uvažovaná  $0,819 \text{ Nh.m}^{-2}$ , pre renovačnú stierku  $1,998 \text{ Nh.m}^{-2}$  a pre zdvojené zateplenie  $2,406 \text{ Nh.m}^{-2}$ .



Graf 6.2 Porovnanie trvania prác [autori]



Graf 6.3 Porovnanie životnosti [autori]



Graf 6.4 Porovnanie celkových nákladov pre technológie v prepočte na základnú životnosť [autori]

Výsledky grafického porovnania preukazujú výhody návrhu druhej alternatívy – renovačnej stierky vzhľadom na cenu za obnovenú plochu. Taktiež aj životnosť tejto metódy je porovnateľná so životnosťou zdvojeného zateplenia. Radikálna technológia riešenia vzniku trhlín realizáciou novej renovačnej stierky s povrchovou úpravou však neponúka efekt zvýšenia tepelno-technických vlastností so splnením požiadaviek na energetickú náročnosť budov do roku 2020.

## 7 ZÁVER

Štúdium a analýza vhodných technológií boli zamerané na určenie vhodného spôsobu riešenia neaktívnych trhlín na povrchu ETICS. Využitie boli konzervatívne metódy, ktoré sú obvykle opravami existujúceho stavu, bez zmeny vlastností konštrukcie a zaobídu sa bez zásahu do pôvodnej konštrukcie zateplenia. Sú z hľadiska efektívnosti krátkodobejšie a vyžadujú si periodicitu údržby. Životnosť je v porovnaní s predpokladanou celkovou životnosťou ETICS (30 až 35 rokov [16]) a v porovnaní s ostatnými návrhmi nízka. To znamená že počas celkovej životnosti zateplenia bude nutné použiť opravu vytmelením opakovane približne každých 5 rokov.

Využitie boli aj dostupné radikálne metódy pre riešenie trhlín na povrchu ETICS, ktoré si vyžadujú obvykle zásah do pôvodnej konštrukcie zateplenia. Sú z hľadiska efektívnosti dlhodobé a vlastnosti pôvodnej konštrukcie obnovujú alebo zlepšujú, a ich životnosť sa pohybuje na úrovni novej konštrukcie zateplenia, čím dokážu skutočnú životnosť pôvodného ETICS predĺžiť.

Riešenie použitím renovačnej stierky sa ukázalo pri porovnaní vstupných nákladov a celkovej životnosti ako najefektívnejšie. Pri tomto riešení je cena za 1 m<sup>2</sup> plochy najnižšia.

Riešenie zdvojeným zateplením je síce najdrahšie a dosahuje najväčšiu prácnosť, ale predpokladaná životnosť je rovnaká ako pri novej konštrukcii. Jedinečnosťou tohto sanačného opatrenia je samotné zlepšenie tepelno-technických vlastností budovy a dosiahnutie požiadaviek na tepelnú ochranu budov

s výhledom do roku 2020, kedy navrhnutá skladba vyhovuje požadovanému súčiniteľu prechodu tepla v hodnote 0,15 W.m-2.K-1 [17].

## Literatúra

- [1] Breuer, K., Hofbauer, W., Krueger, N., Mayer, F., Scherer, Ch., Schwerd, R. Sedlbauer, K. (2012) Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit von Bioziden in Bautenbeschichtungen. Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG. 34. 3–16. DOI: 10.1002/bapi.201200021
- [2] Blaich, J.: Poruchy stavieb. Bratislava, Vydavateľstvo JAGA, 2001. ISBN 80-88905-49-4
- [3] Šála, J. – Machatka, M.: Zateplování v praxi, Praha: Grada, 2002, ISBN 80-247-0224-X
- [4] Aïssani, A., Chateaneuf A., Fontaine, J. P., Audebert, Ph.: Quantification of workmanship insulation defects and their impact on the thermal performance of building facades. Applied Energy, Volume 165, 1 March 2016, Pages 272-284. DOI:org/10.1016/j.apenergy.2015.12.040
- [5] Sternová, Z. a kolektív: Atlas tepelných mostov, Bratislava, Vydavateľstvo JAGA, 2006. ISBN 80-8076-034-9
- [6] Petro, M.: Kontaktné zatepl'ovacie systémy (ETICS) - Poruchy a ich odstránenie, Vydavateľstvo: Tribun EU, 2013, ISBN: 978-80-263-0539-2
- [7] Technický list výrobku Soudal Omietkový tmel. Dostupné na <http://www.soudal.sk/>
- [8] Technologický predpis Baumit – Omietky. Dostupné na: <http://www.baumit.sk/>
- [9] Smernica WTA 2-2-91, Sanačné omietkové systémy, český preklad WTA CZ, Praha 2000
- [10] STN 73 0001: Terminológia eurokódov, základná životnosť
- [11] Vnější kontaktní zateplovací systémy ETICS 01 -2014 – Technická pravidla cechu pro zateplování budov ČR, O.S.
- [12] Technické informácie 3 - Zásady navrhovania a zhotovovania zdvojeného ETICS, Občianske združenie pre zatepl'ovanie budov, Bratislava, 16 s., ISBN 978-80-8076-126-4
- [13] STN 73 2901/01: 2015 Zhotovovanie vonkajších tepelnoizolačných kontaktných systémov (ETICS)
- [14] Technologický predpis a detaily Baumit: Tepelnoizolačné systémy. Dostupné na: <http://www.baumit.sk/>
- [15] Švajlenka, J. Kozlovská, M: Houses Based on Wood as an Ecological and Sustainable Housing Alternative - CasemStudy Sustainability 2018, 10(5), 1502, <https://doi.org/10.3390/su10051502>, (ISSN: 2071-1050)
- [16] ETAG 004: Vonkajšie zložené tepelnoizolačné systémy s omietkou (ETICS)
- [17] STN 73 0540-2: Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov.