

Zatepľovanie historických budov – hádam nie!

Ing. arch. Radoslav MOKRIŠ

Krajský pamiatkový úrad Košice

Hlavná 25 · SK – 040 01 Košice

radoslav.mokris@pamiatky.gov.sk

Never tomu, čomu nerozumieš, ale nezavrhuuj, čo si nepreskúmal.

(Karel Čapek)

Metódy tzv. skrytého zateplenia, ktoré zachovávajú autenticitu kultúrnych pamiatok a nehnuteľností v pamiatkových územiach, sú aktuálnou výzvou pamiatkovej praxe. Hoci zákon o povinnej energetickej certifikácii¹ vyňal historické budovy z povinného posudzovania, pre samotných užívateľov vždy ostáva dôležitá hospodárnosť. Trvalá udržateľnosť prevádzky historických budov znamená v konečnom dôsledku zachovanie a vhodné využívanie pamiatkového fondu. Zoznam „mäkkých zásahov“, ktoré neohrozujú pamiatkové hodnoty, našťastie postupne narastá, a to vďaka moderným, čoraz sofistikovanejším materiálom a technológiám. Pre účely tohto príspevku ponúkame základný prehľad najčastejšie používaných a praxou overených zásahov, avšak ťažiskovo sa venujeme v súčasnosti najviac diskutovanej kategórii – termonáterom. Ide o revolučnú novinku alebo šarlatánstvo?

257

Máme svoje zásady

Každodenným chlebíkom pamiatkara je schopnosť skĺbiť záujmy ochrany pamiatkového fondu so zložitými prevádzkovými a technologickými požiadavkami na bezpečné, hygienické a hospodárne využívanie pamiatok. Vyžaduje to hlbokú znalosť pamiatkových hodnôt a zároveň celoživotné štúdium metód, ako tieto hodnoty zachovať. V prípade ochrany pamiatok architektúry nejde len o zachovanie formálneho vzhľadu, ale ide o zachovanie ich charakteru, materiálovej podstaty, atmosféry – a to všetko pri rešpektovaní požiadavky na vhodné funkčné využitie. Dá sa pri rešpektovaní autenticity nejako zlepšiť energetická hospodárnosť historických budov? Tvrdíme, že to je možné, ba dokonca žiaduce. Veď samotná pamiatka je predsa dokladom túžby človeka po skvalitnení vlastnej existencie.

Keď sme približne pred trinástimi rokmi finišovali s prípravou zásad ochrany pre pamiatkovú rezerváciu v Košiciach, viedli sme s kolegami dlhé a vyčerpávajúce diskusie, čo by zásady mali a nemali obsahovať a akú by mali mať formu. V roku 2002 totiž zákon o ochrane pamiatkového fondu prvýkrát ustanovil aj obsah a účel zásad, ktoré by mali platiť individuálne pre jednotlivé pamiatkové územia.² Dívali sme sa okolo seba a hodnotili dovtedajšiu prax pamiat-

¹ Zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov.

² Zákon č. 49/2002 Z. z. o ochrane pamiatkového fondu v znení neskorších predpisov (§ 29).



1. Položka č. 16 označuje staršiu – renesančnú omietku na kamennom murive, na ktorej je nanesená typická baroková tehlová plentáž. Hlavná ulica Košice, júl 2015. Foto: autor.

úmerne rástol aj tepelný odpor obalových konštrukcií. Spomeňme aspoň technológiu tzv. teplej malty s tisíckami drobných vzduchových bubliniek, ktorá na vode pláva. Barokový staviteľ uhládzal a zatepľoval nevlúdne stredoveké domy tehlovými plentážami. Alebo spomeňme zateplené dvojité (tzv. kastlové) okná so vzduchovou medzerou, ktorými v priebehu 19. storočia postupne nahrádzali staršie barokové, smerom von otvárateľné okná s jednoduchým zasklením. Nemôžeme teda nevidieť systematickú snahu stavebníkov i staviteľov postupne zvyšovať štandardy tepelnej pohody. (Obr. 1)

Každodennú prax pamiatkovej ochrany nemôžeme realizovať bez dôsledného pochopenia súdobých technických postupov. Inak nedokážeme kvalifikovane posúdiť vhodnosť navrhovaných stavebných zásahov. Preto sme sa tiež zhodli, že kapitola s požiadavkami na vykurovacie systémy a na zatepľovanie historických objektov nepochybne patrí do zásad ochrany. Úsmevné bolo, keď pri názve uvedenej kapitoly *Zatepľovanie* sme našli zlostnú poznámku našej oponentky: *Hádam nie!* Nedorozumenie sa našťastie vysvetlilo a doterajšia prax nám neustále potvrdzuje, že ide o oblasť, ktorá si právom zasluhuje pozornosť odborníkov.

...hádam nie!

Aspoň jeden príklad za všetky: nepoznáme v našej praxi spokojnejší výraz, ako keď majiteľ meštianskeho domu víťazoslávne oznámi, že dal vyčistiť krov. V praxi to znamená, že tie „odporné“ násypy, ktoré zbytočne priťažovali klenbu a hromadili prach, sú preč. Po prvej zime sa ale vynorí problém: prečo je vnútri taká zima? Ponúkala by sa odpoveď zo skript stavebnej fyziky, že ak teplo stúpa hore, horizontálne konštrukcie musia mať takmer dvakrát väčší tepelný odpor ako

kovej starostlivosti. Snažili sme pripomenúť si všetky dôležité víťazstvá a prehry a definovať ich príčiny. Napokon sme sa zhodli, že zásady ochrany musia reagovať aj na periodicky sa opakujúce chyby, ktoré sa vyskytujú v pamiatkových obnovách. Z týchto chýb, ktoré sme postupne pomenovali, sa napokon dali vybrať určité spoločné znaky. Ako reakciu na poznatky z praxe sme potom napísali požiadavky zásad. Niektorí kolegovia sa nás aj pýtali, prečo píšeme tak samozrejmé veci. Prečo vlastne obhajujeme už dávno ustálené postuláty pamiatkovej ochrany? Odpoveď bola jednoduchá: ak nebudeme stále odznova skúmať zdanlivo samozrejmé veci, upadneme do rutiny. A to je najhoršie, čo sa môže odborníkovi prihodiť.

Takisto sme sa zhodli, že v zásadách nemôžeme obísť problematiku zatepľovania historických budov. Periodizácia stavebného vývoja, dokladovaná mnohými výskumami, je azda najlepším dôkazom, ako sa v priebehu storočí skvalitňoval užívateľský komfort stavieb. S úžitkovým vývojom architektúry

zvislé obalové konštrukcie. Tento poznatok uplatňuje aj príslušná technická norma. Takže ak klenbový násyp dosiaľ plnil významnú tepelno-izolačnú funkciu a zároveň trvalo zabezpečoval pružnosť a pevnosť klenby samotnej, potom po odľahčení klenby zbadáme zospodu pavučinu drobných vlasových trhlín. Zistíme, že interiér odrazu podlieha väčším tepelným výkyvom. Platí, že ak zmeníme jednu veličinu, ovplyvníme ňou celok. Rozuzlenie tejto zápletky nečakajme tam, kde vznikla, ale v nasledujúcej požiadavke vlastníka, ktorý žiada o súhlas na výmenu historických okien. Reklamné letáky predsa hovoria jasnou rečou: *Vymeňte si u nás staré okná za nové a ušetríte 40 % nákladov na kúrenie.* To sa nedá odmietnuť, veď ide predsa o úplne legitímnu požiadavku! (Obr. 2)



2. „Vzorne“ obnovený krov kultúrnej pamiatky – avšak už bez násypu na klenbách..., meštiansky dom, Alžbetina ulica, Košice, december 2015. Foto: autor.

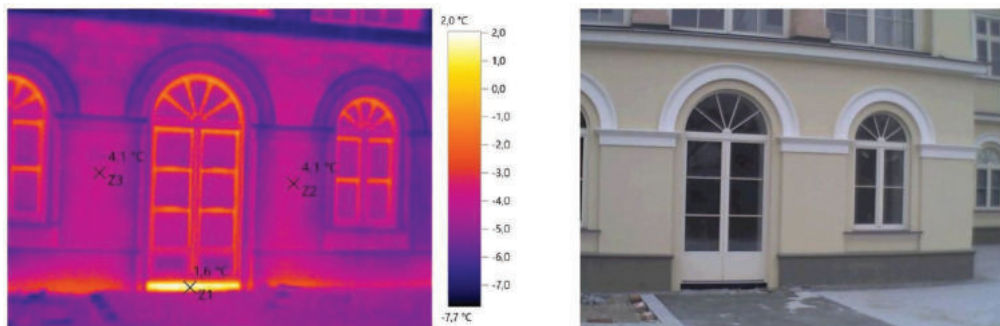
Výmenou okien sa tento príbeh nekončí. V nezateplenej stene nové okná s tesniacou páskou a výrazne vyšším tepelným odporom prinesú nový problém – čierne bodky alebo kondenzačné výkvetvy na ostení. Na vine je stena! A tak nasleduje ďalšia požiadavka o súhlas na kontaktný zatepľovací systém obvodových stien, výmenu podlahových vrstiev, atď. Vo výsledku napokon pamiatka vyzerá ako nepodarená novostavba.

Ako teda ďalej?

Podľa zákona o energetickej hospodárnosti budov sa postupy a opatrenia nevzťahujú najmä na budovy vyhlásené za národné kultúrne pamiatky, na budovy v pamiatkovej rezervácii alebo v pamiatkovej zóne ako súčasť historického sídelného usporiadania a na budovy uvedené do užívania pred 1. januárom 1947.

Mohli by sme teda povedať, že každý pokus o zlepšenie energetickej efektívnosti historickej budovy treba zabrzdiť skôr, ako sa roztočí opísaná špirála tristných udalostí. Napriek tomu by sme nemali rezignovať, ale vytrvalo hľadať účinné spôsoby, ako zlepšiť energetickú efektívnosť historických budov, pochopiteľne, pri rešpektovaní ich pamiatkových hodnôt. Moderné technológie, napríklad termonátory na báze mikrosfér, dokážu nevídaným spôsobom spomaliť degradáciu historických materiálov a zároveň zlepšiť aj užívateľský komfort starších stavieb. Domnievame sa totiž, že vlastníctvo pamiatky alebo nehnuteľnosti v pamiatkovom území by nemalo byť vnímané ako nejaký druh askézy, ale naopak: ako *honoris respectum*.

Historické budovy poskytujú v mnohých prípadoch vlastníkovi okrem sumy pamiatkových hodnôt aj značnú trhovú hodnotu. Tá sa koncentruje najmä v jadrách historických miest, kde vlastníkom prinášajú zvýhodnenú polohu, pretože sa nachádzajú v navštevovaných miestach obchodu a služieb. Aby tento *honoris respectum* bol dopovedaný, pamiatka by mala byť pre jej vlastníka aj príjemným miestom pre život. Netvrdíme, že pomocou moderných technológií je možné obratom premeniť všetky historické budovy na „áčkovú“ kategóriu. Len apelujeme, že



3. Termovízne meranie, Kaštieľ Bárczayovcov, Košice, 6. decembra 2016. Fasáda po obnove, zateplená termonáterom. Rámy moderných okien s izolačným sklom a schodík, ktorý ostal bez náteru, sa javia ako najslabšie články fasády. Foto: H-AC Projekt s.r.o., Mengusovská 4, Košice.

hľadanie sofistikovaných spôsobov, ako skvalitniť pamiatkový fond, a to bez straty jeho výpovedných hodnôt, by malo byť bytostným záujmom odborníkov, a to najmä technikov a architektov.

Aj keď energetická certifikácia nie je povinná pre historické budovy, komplexná termovízia naozaj prezradí veľmi veľa o skutočných tepelných stratách obvodového plášťa. Pomocou termokamery môžeme skontrolovať technické vyhotovenie stavebných prác a odhaliť aj skryté chyby a tepelné mosty. Ohliadku a kontrolu podkladov preto musí vykonávať vždy odborník, inak získame nepresné informácie. Obnova kultúrnej pamiatky nemôže byť založená iba na subjektívnych túžbach a pocitoch jej vlastníka, ale na exaktnom odbornom hodnotení prijateľných a zároveň účinných zásahov. (Obr. 3)

260

V praxi pamiatkovej ochrany sa snažíme uprednostniť tzv. skryté formy zateplenia, ktoré nijakým spôsobom nezmenia autentický vzhľad historických budov, ich výzdobu alebo charakteristické detaily. Pokúsime sa vymenovať aspoň niektoré základné postupy, ktoré v žiadnom prípade nemožno chápať univerzálne. Ak spomíname použitie termonáteru, myslíme tým iba na miesta, kde je z hľadiska zachovania pamiatkových hodnôt prijateľný. Existuje celý rad autentických konštrukcií, na ktorých povrch žiaden cudzorodý zásah nepatrí: historická dlažba, rezné tehlové murivo, prírodná omietka farbená v hmote, textúrované povrchy, pohľadový kameň, terazzo, terakotové prvky, prírodné alebo fládrované drevo a pod. Vlastne pred každým bodom sa žiada napísať upozornenie ako na príbalovom letáku k liekom – *vopred sa poradte so svojím pamiatkarom*:

1. pred akýmkoľvek zásahom je žiaduce zadať tepelno-technický posudok nezávislému odborníkovi, ktorý nie je zainteresovaný na stavebnej dodávke. Iba taký odborník môže odhadnúť skutočne potrebný zásah z hľadiska efektivity a vynaložených nákladov,
2. uprednostniť zateplenie základových konštrukcií pod úrovňou terénu z exteriéru,
3. zateplenie podlahy prízemnia nad nevykurovaným suterénom a v kontakte s terénom,
4. zateplenie stropu nad najvyšším podlažím (vhodný násyp),
5. odstránenie tepelných mostov, napríklad zateplením hladkej plochy ostien v minimálnej hrúbke tak, aby sa nezmenili proporcie stavebných otvorov,
6. zachovaním, resp. realizáciou nových dvojitých okien so zdvojeným rámom, alebo aspoň doplnením jednoduchých okien vnútorným dreveným obkladom ostenia,
7. pre zateplenie zvislých obvodových stien z exteriéru je vhodnejšie použitie alternatívnych tenkovrstvových tepelných izolácií, ktoré nepresiahnu hrúbku fasádneho náteru; dnes sú na slovenskom trhu tepelnoizolačné nátery, ktoré na základe laboratórnych výsledkov



4. Stav kaštieľa Bérczayovcov pred obnovou, Košice, január 2012. Foto: autor.



5. Kaštieľ Bérczayovcov v priebehu obnovy, Košice, august 2016. Horná časť budovy nad kordónovou rímsou je reštaurovaná a zateplená termonáterom. Nájdí rozdiel... (rozuzlenie hádanky: pribudol náter hrubý 1 mm). Foto: autor.

preukázateľne znižujú tepelné straty. Také riešenie je cenovo dostupnejšie oproti kontaktnému zatepľovaciemu systému, keď je potrebné vymeniť všetky klampiarske výrobky a oplechovania, ktoré dramaticky zvyšujú konečnú cenu stavebného zásahu,

8. zateplenie zvislých obvodových stien z interiéru je takisto možné jednoduchou aplikáciou tepelnoizolačného náteru alebo prostredníctvom tepelnoizolačných omietok.

Termonáter

Autor asi pätnásť rokov vytrvalo sledoval všetky novinky materiálovej technológie mikrosfér. Za ten čas prečítal stovky odborných článkov, ale na druhej strane aj tisíce nenávisťných komentárov, že táto technológia je podvod, klamstvo a podobne. Napokon podľahol tlaku všeobecnej relativizácie, nedôvere, alebo – inak povedané – internetovému nihilizmu. (Obr. 4, 5)

Ale potom sa stalo niečo zaujímavé. Po troch rokoch úspešnej pamiatkovej obnovy kaštieľa Bérczayovcov v Košiciach, niekedy v lete 2016, nás stavbyvedúci ťahal za rukáv, aby ukázal, ako funguje termonáter v suteréne kaštieľa. Rázne sme odmietli s odôvodnením, že zničených pamiatok a nevhodných materiálov už poznáme dosť. Napokon sme predsa podľahli naliehaniu.

Stena suterénu, ktorú sme sledovali ostatných niekoľko rokov ako prakticky čiernu od vrstiev plesní a húb, bola odrazu akási iná. Robotníci ju predtým celé týždne čistili pomocou špachtle, kefy a chemikálií. Nič nepomáhalo. Na polovici steny, ktorú natreli termonáterom, bol povrch evidentne suchý, biely a na dotyk príjemne teplý. Odvtedy už uplynuli všetky štyri ročné obdobia a uvedený stav sa nezmenil. Vysvetlenie? Zemná vlhkosť síce naďalej zostala v suterénnom murive, avšak mikroorganizmy, ktoré ju dovtedy obývali, ostali bez prístupu vzduchu, svetla a tepla zo strany interiéru. Ale termonáter mal ešte ďalší účinok: zo strany interiéru, kde na povrchu steny v lete kondenzuje teplý vzduch, sa chladný povrch zmenil na povrch teplý. Molekula vody z povrchu termonáteru sa odparí skôr, ako sa stane živnou pôdou pre mikro-



6. Stena suterénu pred obnovou. Kaštieľ Báruczayovcov, Košice, august 2016. Foto: autor.



7. Stena suterénu po obnove: V ľavej časti obrázka vidíme aplikovaný termonáter. Stena v tejto časti je suchá, a na dotyk príjemne teplá. Tá istá stena v pravej časti obrázka je v pôvodnom stave – vlhká, studená a porastená riasami. Kaštieľ Báruczayovcov, Košice, august 2016. Foto: autor.

organizmy. Inými slovami: úplne stačilo, že termonáter posunul povrchovú teplotu steny tesne nad úroveň rosného bodu. Ku kondenzácii vodných pár na tejto stene odvtedy nedochádza ani v najhorúcejšom lete.

Napokon sme si osvojili nadšenie stavbyvedúceho, pretože v tomto prípade sa odstránila hygienická (resp. biotická) porucha iba pomocou fyzikálneho (nie chemického!) zásahu, a pritom sa dosiahol trvalý efekt. V oblasti sanácie stavieb ide naozaj o niečo výnimočné. (Obr. 6, 7)

Revolučná novinka alebo šarlatánstvo?

Ani jedno, ani druhé. Asi v päťdesiatych rokoch 20. storočia pozorovali zamestnanci uhoľných elektrární na okrajoch veľkých odkaľovacích nádrží s popolčekom akúsi zvláštnu, snehobielu penu. Vysvetlenie vzniku toho materiálu prišlo po mnohých rokoch. Vedci pri podrobnejšom rozbere zistili, že v skutočnosti nejde o penu, ale z fyzikálneho hľadiska o veľmi zvláštny, pevný materiál, ktorý môže mať bohaté využitie v materiálových technológiách – mikrosféry. (Obr. 8, 9, 10)

Vedci pozorovali izolované mikrogulôčky nádherne pravidelného oblého tvaru s priemerom 5 – 500 mikrónov. Pri spaľovaní obrovského množstva uhlia v procese zložitých dejov chemickej a fyzikálnej transformácie totiž dochádza k vzniku vedľajšieho produktu – minerálo-metalických dutých útvarov. Vznikajú pri teplotách od 1 500 do 1 750 °C. Ich chemické zloženie a štruktúra sa značne líšia v závislosti od zloženia uhlia. Tieto duté útvary oxidu kremičitého a oxidu hlinitého sa nazývajú cenosféry. (Obr. 11, 12)

Radšej používajme vládnejší slovenský názov *mikrogulôčky*. Ich prevažná produkcia dodnes pochádza z odkaľovacích nádrží, kde ju zamestnanci jednoducho zozbierajú z okrajov. Vlastnosti mikrogulôčok z popolčeka sú veľmi podobné tým, ktoré sa priemyselne vyrábajú z tavenín. Avšak mikrogulôčky z uhoľného popolčeka sú lacnejšie než tie vyrobené umelo. Zatiaľ.

Z bežných vecí by sme tieto mikrogulôčky mohli prirovnať k vianočnej guli. Prirovnanie k vianočnej guli obстоjí aj pri predstave proporcie hrúbky steny gulôčky k jej vnútornému objemu, a aj lesku. Ich prednosťou je najmä vysoká miera reflexie viditeľného aj tepelného žiarenia.

Vlastnosti mikrogulôčok exaktne popísali pred vyše šesťdesiatimi rokmi. Neskôr, koncom sedemdesiatych rokov 20. storočia, podal Leonard B. Torobin patentovú prihlášku č. US

06/103,361, ktorou prvýkrát navrhol proces ich umelej výroby. Veľmi zjednodušene si výrobu možno predstaviť podobne ako vyfukovanie bublín z detského bublifuku, ibaže ústa nahrádza mikropipeta, vydychovaný vzduch je zamenený za dusík a mydlová voda sa premení na zmes minerálov a špeciálnych oxidov kovu. Vyfúknuté mikrobublinky potom putujú do prostredia s teplotou asi 1 400 °C, kde dramaticky zväčšia svoj objem, vytvoria vnútorné priečky a zafixujú svoj charakteristický guľovitý tvar. Po vychladnutí sa premenia na tvrdé sklovité reflexné mikroútvary.

Po tomto významnom objave nasledovala ešte ďalšia vzrušujúca cesta skúmania a pozorovania mikrosfér a ich vlastností. Bádanie v tejto oblasti ani po niekoľkých dekádach nie je ukončené. Naopak. Významné svetové laboratória rozvetvili svoj záujem do viacerých podskupín. Celé tímy odborníkov skúmajú vlastnosti rozličných kovov a hľadajú čoraz efektívnejšie výrobné možnosti. Objavitelia za ostatných desať rokov podali veľa nových patentových prihlášok. Nemôžeme si nevšimnúť, že v tejto oblasti sa rozpútali ozajstné preteky.

Mikroguľôčky sa v ostatných rokoch naozaj začali masívne používať ako plnivo na výrobu izolačných materiálov, kompozitov a náterových hmôt. Sú to duté, plynom plnené sklenené mikročastice s prítomnosťou viacúrovňovej štruktúry, ktoré môžeme rozdeliť do troch základných skupín:

1. hlinitokremičitanové mikroguľôčky veľkosti 200 až 400 mikrónov, ako aj veľkosti 20 až 150 mikrónov, ktoré sa používajú ako plnivo na výrobu suchých stavebných zmesí, termoplastov, textúrovaných farieb, žiaruvzdorných materiálov,
2. borosilikátové mikroguľôčky triedy 3M veľkosti 0 až 120 mikrónov, ideálne sférické, používané ako plnivo do kvapalných tepelnoizolačných náterov na báze materiálov na lakovanie a na termoreflexné povlaky,



8. Odkalovacie nádrže, Secunda, Juhoafrická republika, 2017. Zdroj:<http://www.microspheres.co.za/>.



263

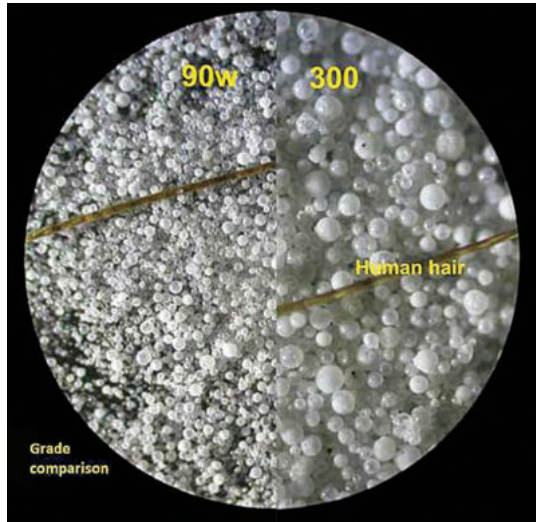
9. Usadzovanie cenosfér. Secunda, Juhoafrická republika, 2017. Zdroj: <http://www.microspheres.co.za/>.



10. Zber cenosfér. Secunda, Juhoafrická republika, 2017. Zdroj: <http://www.microspheres.co.za/>.

3. aluminiumsilikátové mikrogulôčky veľkosti od 1 do 150 mikrónov, ľahko kombinované s akrylátovými a silikónovými základňami, s epoxidovými živcami a s mnohými ďalšími materiálmi.

Ide o nový trend, alebo len slepú uličku? Ak obchodník s týmto materiálom bude tvrdiť, že ide o novinku, neverte mu, prosím. Šesťdesiatročný výskum len ťažko môžeme pokladať za novú záležitosť. A ak bude tvrdiť, že ide o najvyspelejšiu technológiu na svete, ani to neverte. Ak rádate priemerný vek rozvoja technológie okolo sto rokov a porovnáme dynamiku skúmania mikrosfér s vývojom dieselového motora, potom sme niekde na technologickej úrovni nákladniaku Praga V3S.



12. Porovnanie mierky: cenosféry vs. ľudský vlas.
Zdroj: <http://www.microspheres.co.za/>.

Panelstory alebo Ako sa zrodil polystyrén

264

Túžba skvalitňovať vlastné obydľie je hlboko v nás. Ale ako túto túžbu realizovať, aby sa naše kultúrne dedičstvo za pár rokov nepremenilo na uniformné paneláky obložené polystyrénom? Tajomnú atmosféru starého domu alebo celého historického jadra predsa nenahradia čierne-biele fotografie. Možno teda urobiť niečo iné, ak trh ponúka iba polystyrén? Pardon, môžeme si vybrať: polystyrén biely alebo sivý.

Zhráme najprv základné fakty:

1. Každý vlastník očakáva, aby bol jeho dom v zime teplý, aby sa v lete neprehrieval, a zároveň aby udržal na uzde náklady na jeho prevádzku.
2. Z hľadiska stavebnej fyziky vieme, že tepelná izolácia má byť umiestnená zvonku a akumulčná zložka zvnútra.
3. Z hľadiska zachovania autenticity architektonického výrazu musíme akýkoľvek kontaktný zatepľovací systém zásadne odmietnuť.

Existuje teda východisko?

V prípade nezateplenej steny je rosný bod niekde hlboko v stene. Ak tepelná dotácia (t. j. výkon kúrenia) nestačí, vedie k vzniku kondenzátu a postupnej degradácii muriva. Stačí, ak starý dom necháme počas niekoľkých zim vychladnúť a zistíme, ako rýchlo začne chátrať. Tepelná izolácia stien z vnútornej strany je poslednou možnosťou, keď nie je možná tepelná izolácia na vonkajšej strane. Ak sa rosný bod presúva dovnútra, a pritom zachytáva vzdušnú vlhkosť, zaručene na stene vznikne hubový povlak. Ak sú steny často vystavené hlbokému premrzaniu, napokon dôjde k ich postupnému rozpadávaniu.

Správne je riešenie, keď sa tepelná izolácia nachádza na vonkajšej strane steny, a tak sa rosný bod presunie do jej vonkajšej tepelnoizolačnej vrstvy. Tým sa vylúči možnosť kondenzácie v hmote muriva a steny zostávajú suché v priebehu celého roka. Suché steny potom lepšie izolujú.

jú, navyše masívne steny starých domov aj dobre akumulujú teplo. V takom prípade nastáva očakávaný synergický efekt.

Ale steny by mali „dýchať“...

Áno. Paropriepustnosť tepelno-izolačného materiálu musí byť preto vždy väčšia, ako je paropriepustnosť materiálu steny. Jednoducho povedané, smerom z vnútra k vonkajšiemu lícu muriva sa musí priepustnosť materiálov zväčšovať.

Ak vezmeme ukazovatele koeficientu priepustnosti pary mg/m.h.Pa , zistíme nasledujúce hodnoty:

- expandovaný polystyrén: 0,05;
- termonáter: 0,15;
- tepelnoizolačná omietka: 0,25.

Ako vidno, termonáter prepustí trikrát a tepelnoizolačná omietka dokonca až päťkrát viac vodných pár ako expandovaný polystyrén. V prípade masívnej steny, zateplenej expandovaným polystyrénom, preto postupne dochádza k zvýšeniu podielu vody v jej objeme. Stena síce nepopraská, pretože je chránená pred výkyvmi teploty tepelnou izoláciou zvonku, ale na druhej strane sa vôbec nevyužije prirodzený tepelný odpor suchého muriva. Obsah vody v murive totiž zvyšuje tepelnú vodivosť steny. Výsledkom nesprávne zateplenej masívnej steny je žiadne, alebo v najlepšom prípade iba mierne, zvýšenie celkového tepelného odporu steny. Treba tiež vedieť, že nárast hrúbky izolácie v prípade polystyrénu vyžaduje – okrem zániku tvaroslovia fasády – tiež kompletnú výmenu klampiarskych výrobkov, výmenu alebo opätovné osadenie bleskozvodu a osadenie nových parapetov. Nemožno zabudnúť aj na nutnú úpravu sokla a detailu podstrešnej rímsy. Treba pripočítať náklady na postavenie lešenia, zariadenie staveniska a nájom za použitie verejného priestoru. Natíska sa otázka, či toľko úsilia stojí za tak diskutabilný výsledok.

Prílišná akumulácia vody vo vnútri konštrukcie nie je údelom iba masívnych domov. Každý deň sa dívame na postupne sa zväčšujúce čierne a zelené „mapy“ na panelákoch. Žiaľ, nie sú to sadze, ktoré by sa dali zmyť, ale kolónie húb, cyanobaktérií a rias. V prírode sa tieto mikroorganizmy vyskytujú bežne a vyhľadávajú organické hmoty, ktoré postupne rozkladajú. Makromolekulárne spojivo, rozpustené v organickom rozpúšťadle moderných tenkovrstvových omietok, je vďaka ich pomerne



13, 14. Viditeľná degradácia kontaktného zatepľovacieho systému kolóniami húb, cyanobaktérií a rias. Bytový dom, Mestská časť Košice-Západ, 2017. Foto: autor.

vysokiej kyslosti pH-priateľským prostredím. Keď po niekoľkých rokoch od realizácie výskumníci odobrali vzorku z použitého zateplovacieho systému a pozreli sa na jeho prierez pod mikroskopom, zistili, že vlhkosť, plesne a riasy v priebehu času premenili túto hmotu na prach. (Obr. 13, 14)

Chápeme, že všetko je pominuteľné, ale je správne používať organické hmoty na stavbách a dívať sa potom, ako za krátky čas degradujú?

Stavebná akadémia v Dnepropetrovsku metódou odrazu tepelného žiarenia – teda spomínanou termovíziou, ktorá sa dnes pokladá za exaktnú a verifikovanú metódu a (okrem výpočtu) je kontrolným nástrojom pre udeľovanie energetických certifikátov – porovnávala tradičné izolanty a mikrosférické materiály

- minerálna vlna: hrúbka – 5 cm, tepelná vodivosť – 0,036, tepelná odolnosť – 1,2;
- tepelnoizolačná omietka: hrúbka – 2 cm, tepelná vodivosť – 0,065, tepelný odpor – 0,3;
- termonáter: hrúbka – 1 mm, tepelná vodivosť – 0,053, tepelný odpor – 0,1.

Podľa výsledkov testov získala tieto závery:

- 5 cm minerálnej vlny odráža 94% toku tepelného žiarenia,
- 2 cm tepelnoizolačnej omietky odrážajú 40% toku tepelného žiarenia,
- 1 mm tekutej tepelnej izolácie odráža 50% toku tepelného žiarenia.

Aký je dôvod takto nevýznamného rozdielu medzi hodnotami tepelných tokov v porovnaní s obrovským rozdielom v hrúbke vrstvy 1 mm versus 2 až 5 centimetrov? Ako logicky vysvetliť, že minerálna vlna s hrúbkou 5 cm, ktorá má výpočtový tepelný odpor až 12-krát vyšší ako 1 mm termonáteru, pritom prepúšťa iba polovicu tepelného toku v porovnaní s termonáterom? Odpoveď je skrytá v princípoch materiálovej fyziky. Tepelná vodivosť materiálov sa líši v spôsobe prenosu tepla fotónmi a konvekciou plynom. Ak používame termonáter s plnivom z mikrogulôčok, ktoré sme spomínali a obsahujú ďalšie uzavreté komory naplnené vzduchom, potom sa dostaví efekt mnohých odrazov umocnený prítomnosťou vnútorných komorových sklenených reflexných priechok. Jednotlivé oddiely vzduchu vo vnútri mikrogulôčok tiež spomaľujú konvekciu vzduchu. Dochádza tak k mnohonásobnému odrazu hlavných typov lúčov tepelného žiarenia.



15. Žulová vzorka s hmotnosťou asi 1,8 kg, z polovice natretá termonáterom. Vzorku som uložil na dve hodiny do chladničky a po dôkladnom vychladnutí som ju vystavil izbovej teplote. Na nezateplenej časti vzorky sa v priebehu asi jednej minúty vytvorila viditeľná „mláčka“ kondenzátu. Zateplená časť ostala relatívne suchá a o poznanie teplejšia. Vlastné pozorovanie autora, leto, 2017.

Zjednodušene tento mechanizmus možno porovnať s automobilom, ktorý je doplnený o reflexné – determálne čelné sklo. Tenká vrstva metalických oxidov nanesená na skle odráža infračervenú zložku slnečného žiarenia, a tak ochraňuje interiér auta pred prílišným zohrievaním. Podobné determálne sklá sa dnes masívne využívajú aj v stavebníctve. Práve takéto vrstvy metalických oxidov sa nachádzajú na vnútornom povrchu i v jednotlivých komorách sklenených mikrogulôčok. Možno je ťažké si to predstaviť, ale termonáter funguje tak, akoby tých autoskiel bolo neuveriteľné množstvo.



16, 17. Žulová vzorka, letný deň, zatienená poloha, ustálená teplota okolitého vzduchu. Bezkontaktný infračervený teplomer ukazuje na obnaženej časti povrchu žuly hodnotu teploty 34,5 °C.

Pri rovnakých podmienkach môžeme pozorovať evidentný rozdiel v odraze infračervenej zložky tepelného žiarenia na natretej a nenatretej ploche vzorky. Na časti opatrenej termonáterom teplomer ukazuje hodnotu teploty 32,1 °C. Vlastné pozorovanie autora, leto, 2017.

Ešte musíme zdôrazniť, že mikrogulôčky sa používajú v termonáteroch ako plnivo. Reštaurátori sa zamýšľali nad tým, ako to ovplyvní vlastnosti náteru. Prax zatiaľ ukazuje, že nijako. Náter vynikajúco prenáša textúru podkladu. Vlastnosti náteru sa ťažiskovo odvíjajú od vlastností spojiva. Záleží na úlohe paropriepustnosti náteru, či má byť použitý zvonku alebo v úlohe parozábrany zvnútra. Tiež záleží na požiadavke spôsobu starnutia, či uprednostniť vápenné technológie alebo organokremičitany a podobne. (Obr. 15)

267

Kozmická technológia a pamiatky?

Skúsme si predsa spomenúť na iné, kedysi výnimočné kozmické technológie, ktoré vznikli pred vyše päťdesiatimi rokmi, na svoju dobu boli neuveriteľne drahé, ale dnes ich bežne používame v domácnosti. Patrí sem takmer všetko od čistiacich prostriedkov po osvetlenie. Kultúrne pamiatky rozhodne nie sú stredným prúdom, pretože svojou podstatou sú výberovou kategóriou stavieb, a aj preto vyžadujú špecifické postupy a technológie. Verme, že bádanie v oblasti sanácie stavieb má nesmierny význam, pretože aj súčasné novostavby raz budú starými stavbami. Potom možno bude táto technológia stredným prúdom.

Dobre, ale kde sú tabuľky? Trh s termonátermi sa neustále vyvíja, technológia ešte nie je ustálená a normatívna dokumentácia vždy zaostáva. Ale jestvujú reálne výsledky a javia sa veľmi sľubne. Prvé exaktné merania sa uskutočnili a veľa naznačujú. Napríklad správa Technického a zkušebného ústavu stavebního Praha, s. p., nazvaná *Experimentálne overenie tepelnoizolačných vlastností minerálneho náteru* vo svojom závere konštatuje: *...minerálny náter disponuje tepelnoizolačnými vlastnosťami a jeho použitím je možné dosiahnuť podstatné úspory energie. Absolútna výška úspory energie však závisí na konkrétnych okrajových podmienkach a vhodnom spôsobe použitia.*³

³ Technický a zkušebný ústav stavební Praha, s. p., správa č. Z 020-038041, 27. 10. 2017.

Thermal insulation of historic buildings: I guess not!

Radoslav Mokriš

Protection of architectural monuments does not aspire to preserve only their formal appearance, but to preserve also their character, material substance, and atmosphere with their full functional use at the same time: the real preservation lies in all this complexity. So, in these circumstances, could be the energetic economy of historic buildings improved? The author states that it is possible, even desirable. It is because the monument itself is a proof of the desire of the mankind to improve its own existence.

Vydal Pamiatkový úrad Slovenskej republiky
s finančným príspevkom Ministerstva kultúry Slovenskej republiky

© Pamiatkový úrad Slovenskej republiky, 2018

© *Autori / Authors:*

Mgr. Innet Baloghová; Ing. arch. Ladislav Bartoš; doc. Ing. Miloš Dudáš, CSc.;
Mgr. Eva Falbová; Mgr. Andrea Feníková; Ing. arch. Jana Firbasová;
Mgr. Martin Furman, PhD.; Ing. arch. Pavol Ižvolt, PhD., MSc.; Mgr. Jirí Janál;
Mgr. Filip Jaško, PhD.; PhDr. Peter Jurkovič; Mgr. Michaela Kalinová; Ing. arch. Zuzana Klasová;
Mgr. et Mgr. Jan Konůpek; Mgr. Tomáš Kowalski; Mgr. Matěj Kruntorád;
Ing. Lenka Křesadlová, Ph.D.; Ing. arch. Gabriela Kvetanová; Ing. arch. Ján Mackovič;
Mgr. Vladimír Majtan; Ing. Dagmar Michoinová, Ph.D.; Ing. arch. Radoslav Mokriš;
Mgr. Rudolf Nádaskay; Mgr. Jana Oberreiterová; Mgr. Silvia Paulusová;
Mgr. Monika Porubčanová; Mgr. Martin Pristáš; Ing. arch. Matouš Semerád;
Ing. arch. Eva Šmelková; Mgr. Barbora Šusteková; Ing. arch. Rudolf Viršík, PhD.;
Mgr. Jaroslav Zeman, Ph.D.; Mgr. Lubomír Zeman; Bc. Tomáš Zlámal

Zostavil / Edited by:

Mgr. Tomáš Kowalski

Zodpovedná redaktorka / Editor-in-chief:

PhDr. Katarína Kosová

Preklady / Translated by:

Mgr. Tomáš Kowalski; Mgr. Anna Tuhárska

Sadzba a grafické spracovanie / Typesetting:

© Mgr. Bronislava Porubská

Tlač / Printed by:

DOLIS GOEN, s. r. o., Bratislava

Náklad: 500 kusov

ISBN 978-80-89175-88-8

ISSN 1336-4820

Na obálke

1. strana: Kaštieľ Gbelany, okr. Žilina, rizalit južnej fasády. Foto: Château Gbelany.

4. strana: Kaštieľ Gbelany, nádvorie. Foto: Château Gbelany.