

Stavebně-technický průzkum vad a poruch střešních pláštíů a jejich příčinných souvislostí

Ivan Misar
A.W.A.L. s.r.o.

Abstrakt

Příspěvek se zaměřuje na stavebnětechnické průzkumy šikmých i plochých střešních pláštíů postižených vlhkostními vadami a poruchami. Popisuje dostupné měřicí či diagnostické metody používané ke kontrole vodotěsnosti a k lokalizaci poruch v ploše, resp. defektoskopii plochy.

Klíčová slova: šikmá střecha, plochá střecha, vodotěsnost, zátopová zkouška, jiskrová zkouška, podtlaková zkouška, přetlaková zkouška, dýmová zkouška, termografická defektoskopie, pulzní elektromagnetická metoda.

Úvod

Střešní pláště obecně jsou jednou z nejdůležitějších konstrukcí stavebního objektu. Slouží, jako ostatně všechny obálkové konstrukce, k ochraně stavebního objektu a jeho vnitřního prostředí před klimatickými podmínkami prostředí vnějšího. Zdaleka větší měrou než u konstrukcí obvodových je na tyto konstrukce kladen nárok na ochranu před srážkovou vodou a vlhkostí ve všech jejich skupenských podobách.

Požadavky kladené na střešní pláště

Na střešní pláště jsou kladeny sdružené požadavky, tj. jak tepelně technické tak i požadavky na ochranu proti vodě.

Tepelně technické požadavky jsou zřejmé. Jedná se jak o požadovaný součinitel prostupu tepla danou konstrukcí dle příslušných legislativních předpisů v dané lokalitě a časovém intervalu, tak i o požadavky související s transportem vodní páry danou konstrukcí včetně její případné kondenzace. Kondenzace vodní páry se samozřejmě může odehrávat jak na vnitřním povrchu předmětné stavební konstrukce, v případě, že je tato konstrukce v určitém svém úseku poddimenzována a nezabezpečuje dostatečně vysokou vnitřní povrchovou teplotu, tj. teplotu nad teplotou rosného bodu vnitřního prostředí, nebo stejně tak v konstrukci vlastní. V případě, že je její vlastní skladba nevhodně navržena, může docházet k degradaci této konstrukce nebo průniku vody ze zkondenzované vodní páry dokonce až k vnitřnímu prostředí objektu. Pokud dochází ke kondenzaci vodní páry v konstrukci nebo jejích jednotlivých vrstvách, může být narušena funkčnost těchto vrstev nebo vrstev konstrukčně souvisejících. Myslí se tím buď funkce statická, v případě nosných prvků konstrukce, nebo funkce tepelně izolační, v případě tepelně izolačních vrstev, a samozřejmě funkce estetická a hygienická v případě vnitřních povrchových úprav. Za určitých podmínek může dojít

i k ovlivnění funkčnosti souvisejících stavebních prvků, např. funkční spáry střešních oken, světlíků, vikýřů atd.

Nicméně zpravidla platí, že množství vody vyskytující se v konstrukci nebo pronikající do vnitřního prostředí vlivem kondenzace vodní páry v konstrukci vlastní nebo na jejím povrchu, bývá mnohonásobně menší, než množství vody pronikající do střešní konstrukce při poruše vodotěsnosti proti srážkové vlhkosti. Hltnost prasklin, trhlin, netěsností či konstrukčně nevhodně řešených detailů střešního pláště v případě klimatických dešťových srážek bývá v takových případech natolik značná, že potenciální celoročně zkondenzované množství vodní páry v nevhodně konstrukčně navržených detailech je v případě souběhů těchto zdrojů zcela marginální. Proto při jakémkoliv stavebně technickém průzkumu již projevené vlhkostní závady a souvisejících konstrukcí je v první řadě zpravidla nezbytné věnovat pozornost možným poruchám vodotěsnosti střešního systému jako celku nebo jeho jednotlivých částí.

Poruchy šikmých střešních pláštů a jejich detekce

V případě šikmých střešních pláštů je nejčastější příčinou poruch opracování konstrukčních detailů a prostupů střešní krytinou, zpravidla skládanou, méně často falcovanou. Nalezení zdroje je často poměrně usnadněno spádem střešní konstrukce, vymezením konstrukčním nosným systémem a navíc lze tyto převážně skládané krytiny za účelem zhodnocení stavu poměrně nedestruktivně rozkrýt. Samozřejmostí je v tomto případě mnohokrát opakované zhodnocení stavebně fyzikálně správného návrhu konstrukce, a to jak z pohledu odvětrání pod případně difúzně nepropustnými krytinami, tak z hlediska provedení parotěsných zábran.

Provedení a proveditelnost parotěsné zábrany je, co do celistvosti, mnohonásobně opakovanou otázkou. Tato celistvost je samozřejmě v případě již provedených vnitřních povrchových úprav, zpravidla sádrokartonovými systémy, velmi obtížně nedestruktivně zhodnotitelná, nicméně zpravidla je nápomocná empirická četnost vad v provedení jednotlivých detailů a lze provést destruktivní ohledání v lokalizovaném rozsahu. V případě položení parotěsné zábrany, nejčastěji z polyetylenové fólie, přímo na vrchní líc vnitřního obkladu (obvykle ze sádrokartonových desek), lze pomocí příložených kapacitních či impedančních vlhkoměrů určit místo dopadu vodního toku na vrchní líc parotěsné zábrany a tím lépe lokalizovat zdroj. Ve skladbě, kdy je mezi vnitřní povrchovou úpravou ze sádrokartonových desek a parotěsnou izolací uzavřena vzduchová mezera, je nedestruktivní měření vlhkosti tepelné izolace z vnitřního povrchu příloženými vlhkoměry neefektivní. Poměrně vhodným pomocníkem je v tomto případě termovizní měření, s jehož pomocí lze v zimním období s dostatečným rozdílem teploty vnitřního a vnějšího prostředí určit místa s vyššími úniky tepelné energie, ať už vlivem diskontinuity pokládky tepelné izolace, umístění tepelně vodivých prvků v konstrukci nebo degradací účinnosti tepelné izolace zvýšenou vlhkostí a opět tedy poměrně zdařile lokalizovat příčiny.

Poruchy plochých střešních pláštů a jejich detekce

Daleko komplikovanější situací se z tohoto pohledu stavebně technického průzkumu poruchy jeví případ plochých střešních pláštů, kdy je spád zpravidla nevýrazný, nejsou povětšinou provedeny žádné hydroizolační přepážky a pronikající srážková voda diskontinuitou povlakové vodotěsné izolace se nám poté následně roztéká po velké ploše, ne-li často i po celé ploše, střešního pláště a proniká směrem k vnitřnímu povrchu konstrukce buď trhlinami nebo prasklinami nebo pracovními či dilatačními spárami, případně otvory pro prostupy střešním pláštěm a kolem střešních vpustí. Skutečné místo poruchy vodotěsnosti je však stále nejasné. V tomto okamžiku je obvykle nezbytné vyloučit případné možné zdroje průniku vlhkosti působením větrem hnaných srážek na související konstrukce. Následným krokem je vizuální prohlídka vlastního střešního pláště a případná mechanická kontrola svárů. Zpravidla je tento průzkum zahajován u konstrukčních detailů vlastní povlakové izolace, především v napojení na svislé konstrukce a prostupy a střešní vpusti. Pravděpodobnost poruch v těchto lokalizacích je odhadována na cca 70%. K lokalizaci poruch v ploše, resp. defektoskopii plochy, lze využít též různé dostupné měřicí, či diagnostické, metody s různým stupněm přesnosti, účinnosti a úspěšnosti.

Základním, v současnosti nejčastěji využívaným testem je tzv. **zátopová zkouška**. Zátopová zkouška se provádí zpravidla po rozsektorování plochy střešního pláště hydroizolačními přepážkami a cíleným a řízeným zaplavením jednotlivých částí nad nejvyšší úroveň ploché části, resp. roviny, pláště. Předpokládaná doba trvání zkoušky pro dostatečnou průkaznost je 48 hodin. V případě snadno pro vodu propustných nosných a podkladních konstrukcí lze přikročit k tzv. zkrácené zátopové zkoušce v délce trvání 24 hodin, případně lze tuto zkoušku ukončit dříve po prvních průsacích.

Tento typ zkoušky má však mnohá úskalí. Za prvé je nutno si uvědomit, že poslouží pouze pro ověření vodotěsnosti povlakové izolace daného úseku střešního pláště a zpravidla nelze na jejím základě určit přesně zdroj zatékání. Lze sice při určitém vhodném harmonogramu a rozsektorování určit sektor s poruchou vodotěsnosti, ale je nutno si uvědomit, že dojde-li již k zaplavení vrstev pod hlavní povlakovou krytinou, může být voda ke spodnímu líci konstrukcí též následně vytlačována zatížením vodním sloupcem zkoušeného sektoru. Problematickým stále zůstává fakt, že při provádění této zkoušky a při průkazu nedostatečné vodotěsnosti bývají právě podkladní vrstvy zaplaveny a v případě tepelných izolací tím pádem též výrazně degradována jejich účinnost. Problematickou je též otázka přetížení při takto prováděné zkoušce a je zpravidla doporučováno vyjádření zodpovědného statika s ohledem na únosnost stávajících stavebních podkladních konstrukcí.

V odůvodněných případech se doporučuje zátopovou vodu obarvit barvivem k snadnějšímu rozpoznání přítoků či případné minimalizaci ovlivnění výsledků vytlačováním již naakumulované vody.

O průběhu každé z těchto ukončených zátopových zkoušek je zpravidla zpracováván samostatný protokol. Protokol obsahuje jednak popis typu povlakové krytiny, údaje o výšce hladiny zátopové vody, zákres rozsahu zkoušeného sektoru, klimatické podmínky, datum a čas prováděné zkoušky a její závěrečné vyhodnocení.

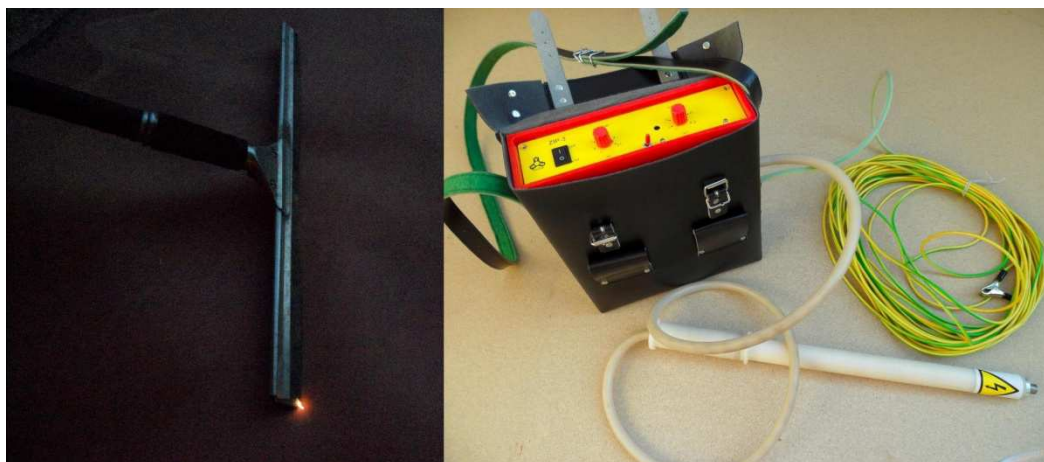
Obr. 1: Sektorování při zátopových zkouškách



Zdroj: A.W.A.L. (2005)

Druhým poměrně často využívaným typem zkoušky je tzv. **jiskrová zkouška** (Homola 2010). Při této zkoušce se využívá tzv. poroskopu s napětím mezi 5 kV až 40 kV. Jeho elektroda je po povlakové izolaci tažena rychlostí asi 10 m/min. V místě nespojitosti povlaku krytiny přeskakují mezi elektrodou a podkladem jiskry, tyto jsou viditelné a slyšitelné. Zkoušku nelze uplatnit v případě nevodivého suchého podkladu, tedy zpravidla v případě tepelných izolací. Měření se nesmí provádět ve vlhkém prostředí, na oroseném povrchu, za mlhy či deště. Zkouškou lze odhalit pouze lokalizované poruchy přímo pod taženou elektrodou a tedy při jejím celkovém využití na plochu střešního pláště je velmi náročná na preciznost a postup provádění zkoušky. Z tohoto důvodu se zpravidla doporučuje jako doplňková a lokální. Rozsah teplot okrajových podmínek při dané zkoušce je 0-35°C.

Obr. 2: Poroskop pro jiskrovou zkoušku



Zdroj: Homola (2010)

Varianta defektoskopie využívanou především u povlakových krytin ze syntetických fólií je **podtlaková zkouška spojů**. Při této zkoušce se využívá podtlakových průhledných zvonů předem určených tvarů. Vývěvou se vytváří po přiložení těchto zvonů k povrchu podtlak cca 0,02 MPa a netěsnosti se projeví bublinkami mýdlového roztoku, kterým je povrch předem pokryt. Metoda je velmi pracná a pro rozsáhlé plochy prakticky nevyužitelná.

U syntetických fólií se v případě tzv. dvoustopých svárů může též využít **přetlakové zkoušky** tohoto dvoustopého spoje. Zde se využívá napichovací duté jehly s kompresorem a manometrickým měřením. Při poklesu tlaku, vyšším 10%, ve zkoušeném spoji po dokončení natlakování lze předpokládat netěsnost předmětného spoje. Zkouška opět v tomto případě nedává žádné relevantní výsledky pro plochu střešního pláště a zpravidla nelze použít na konstrukční detaily povětšinou prováděné jednostopým ručním svárem.

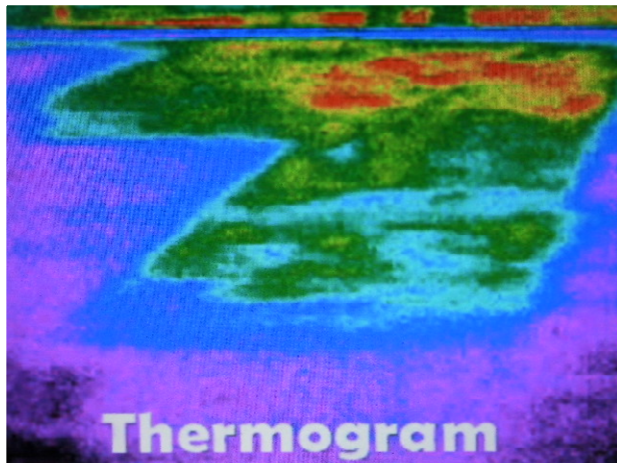
Jednou z relativně nedávno objevených metod defektoskopie plochých střešních pláštů je tzv. **dýmová zkouška**. Zkouška je založena na principu vhánění dýmu tlakem pod hydroizolaci. Je určena pro kontrolu fóliových hydroizolací a jednovrstvých kotvených asfaltových pásů. Lze ji použít i v případě volně položené hydroizolace. Tato zkouška pro svou průkaznost vyžaduje těsný spodní plášť střechy – například těsná parozábrana nebo souvislá stropní monolitická konstrukce. Zkouškou lze diagnostikovat netěsnosti o velikosti cca 10 mm a větší (např. proříznutí, nedostatečné svaření, průrazy). Hlavní hydroizolace musí být bez přitěžovacích nebo zakrývacích vrstev. Dým je pod hydroizolaci při vnějších teplotách vyšších než 0°C vháněn po dobu cca 15-25 minut. Po dosažení dostatečného tlaku dochází v případě netěsnosti k unikání barevného kouře – dýmu.

S určitým úspěchem se setkává též tzv. **termografická defektoskopie** střešních pláštů, která využívá principu výrazného zvýšení prostupu tepla tepelnou izolací ve vlhkém stavu. Provádí se termografické snímkování spolu s průběžným označováním „teplých“ ploch, tj. ploch s vlhkou, či spíše mokrou tepelnou izolací. Termografické měření zpravidla v tomto případě probíhá přímo ze střešního pláště a je tedy zatíženo určitou chybou úhlu snímané plochy. Nicméně přibližný obraz poškozené plochy je tímto postupem stanoven. Tuto metodu lze použít v zimním období v případě vytápěných prostor pod střešním pláštěm. Střešní plášť musí být samozřejmě bez sněhové nebo jiné pokrývky a zatěžovacích krycích vrstev.

Zatím v Čechách ne zcela prozkoumanou metodou je **pulzní elektromagnetická metoda**. Tuto metodu lze provádět pouze na zatopených plochách a nevodivých povlakových izolacích. Zatím se zdá podle dostupných informací jako varianta limitovaná a málo pružná.

Do budoucna se jako nejperspektivnější jeví metoda nedestruktivní **impedanční defektoskopie** (Tramex (2010); A.W.A.L. [b.r.]). Tato moderní a sofistikovaná metoda je založena na principu měření elektrické impedance ve vrstvách pod hlavní povlakovou izolací. Pro měření se využívají příložné impedanční vlhkoměry. Mezi elektrodami na spodní straně přístroje se vytváří střídavé elektrické pole a dochází k přenosu nízkofrekvenčního signálu. Signál je schopen proniknout v tepelných izolacích až do hloubky 100 mm, v případě betonových podkladů do hloubky cca 20 mm. Hloubka průniku závisí na objemové hmotnosti materiálu.

Obr. 3: Termografický snímek poškozené plochy tepelné izolace



Zdroj: archiv společnosti A.W.A.L.

Teplota při měření by měla být kvůli skupenské přeměně vody vyšší než $+4^{\circ}\text{C}$ a měření by se nemělo provádět pod teplotami ohybu povlakových izolací. Test lze provádět i na střešních pláštích nad nevytápěnými prostory. Jedinou podmínkou je relativně suchý povrch střešního pláště a odstranění případných krycích vrstev z povrchu hydroizolace.

Metoda odkrývá i nové možnosti při přejímkách střešních pláštů bez nutnosti přitěžování konstrukce vodou při zátopové zkoušce a s vyloučením rizika degradace podkladních vrstev v případě prokázání poruchy. Stačí střešní povlak ponechat exponován přirozenému nebo umělému skrápění po dobu cca 1 dne a následně provést měření metodou analytické impedanční defektoskopie.

Na základě analytické defektoskopie lze stanovit pravděpodobné zdroje zatékání i dotace vlhkostí z detailů opracování hydroizolace a případně i rozsah požadované demontáže podkladních vrstev z důvodu ztráty jejich funkčnosti. Výstupem je zpravidla tzv. vlhkostní mapa, která na základě naměřené elektrické impedance převedené na komparativní hodnoty dává ucelený přehled o vlhkostním stavu celé konstrukce. Je výhodné tuto metodu doplnit odběrem sond s určením hmotnostní vlhkosti gravimetrickou metodou.

Vlhkost v povrchových vrstvách tepelné izolace či jiných podkladních vrstvách se zpravidla zvyšuje směrem ke zdroji, díky tomu lze i poměrně efektivně lokalizovat poruchy vodotěsnosti povlakové krytiny předmětného střešního pláště, a to pomocí tzv. deduktivní impedanční defektoskopie. Najde využití také na střešních pláštích se zatěžovací vrstvou z kameniva nebo vegetačního souvrství či z jiných těžkých zatěžovacích vrstev, kdy je nutno pro defektoskopii tyto vrstvy lokálně odstranit.

Metodu lze uplatnit i na obtížněji přístupných kontaktních zateplovacích systémech obvodových pláštů.

Obr. 4: Provádění impedanční defektoskopie in-situ



Zdroj: A.W.A.L. (2011)

Použitá literatura:

A.W.A.L., [b.r.]. Archiv společnosti A.W.A.L. Dostupné z intranetu společnosti A.W.A.L.

A.W.A.L., [b.r.]. A.W.A.L. [online]. [cit. 2012-02-22]. Dostupné z: www.awal.cz

HOMOLA, A., 2010. *Jiskrová zkouška izolací* [online]. [cit. 2012-02-22]. Dostupné z: www.jiskrovazkouska.cz

TRAMEX, 2010. Technical information. *Tramex* [online]. Tramex Ltd. [cit. 2012-02-22]. Dostupné z http://www.tramex.ie/Technical_Information.aspx

Další zdroje:

NOVOTNÝ, M. a I. MISAR, I. *Ploché střechy*. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-7169-530-0.

MRAKIČ, R. Systém kontrol a přijímání jednotlivých vrstev užitných střešních pláštěů, základní zásady. In *Izolace.cz* [online]. A.W.A.L., 2007 [cit. 2012-02-22]. Dostupné z: <http://www.izolace.cz/index.asp?module=ActiveWeb&page=WebPage&DocumentID=2366>

Construction-technical survey of defects and failures roof of plastics and their causation

Abstract:

This paper focuses on structural and technical surveys pitched roof and flat tires affected by humidity defects and disorders. Describes the available measurement and diagnostic methods used to control water resistance and fault location in the area, respectively. Defectoscopy area.

Keywords: sloping roof, flat roof waterproofing, flood test, spark test, vacuum test, pressurized test, smoke test, thermographic heat flow detection, electromagnetic pulse method, impedance defectoscopy.

Kontaktní adresa:

Ing. Ivan Misar, Ph.D., A.W.A.L. s.r.o., Eliášova 20, 160 00 Praha 6, e-mail: misar@awal.cz