

STAVEBNĚTECHNICKÝ PRŮZKUM VAD A PORUCH STŘEŠNÍCH PLÁŠŤŮ A JEJICH PŘÍČINNÝCH SOUVISLOSTÍ

Ing. Ivan Misar, Ph.D.

A.W.A.L. s.r.o., Eliášova 20, 160 00 Praha 6, misar@awal.cz

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. Jsou tedy v tomto případě požadavky na ně kladené požadavky sdruženými tj. jak tepelnětechnické, tak i požadavky na ochranu proti vodě.

Tepelnětechnické požadavky jsou zřejmé. Je to jak požadovaný součinitel prostupu tepla danou konstrukcí dle příslušných legislativních předpisů v té, které lokalitě a časovém intervalu, tak i 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 nezabezpečující 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 v konstrukci nebo do vnitřního prostředí pronikající, způsobené kondenzací 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. Pohltivost prasklin, trhlin, netěsností či konstrukčně nevhodně řešených detailů střešního pláště v případě klimatických dešťových srážek bývá v takových případech značná, že potenciální celoročně zkondenzované množství vodní páry v nevhodně konstrukčně navržených detailech je zjevně v případě souběhů těchto zdrojů marginální. Proto v jakémkoliv případě stavebně technického průzkumu již projevené vlhkostní závady a souvisejících konstrukcí je v prvním případě zpravidla nezbytné věnovat pozornost možným poruchám vodotěsnosti střešního systému jako celku nebo jeho jednotlivých částí.

V případě šikmých střešních plášťů 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 už z pohledu odvětrání pod případně difúzně nepropustnými krytinami nebo provedení parotěsných zábran. Provedení a proveditelnost parotěsné zábrany je, co do celistvosti, opět 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. Nedestruktivní měření vlhkosti tepelné izolace z vnitřního povrchu v nejčastějším případě uzavřené vzduchové mezery mezi deskami vnitřní povrchové úpravy sádrokartonovými deskami a parotěsnou izolací a tepelnou izolací příloženými vlhkoměry je neefektivní. Naopak v případě položení parotěsné zábrany, nejčastěji z polyetylenové fólie, přímo na vrchní líc sádrokartonových desek lze pomocí příložených kapacitních či impedančních vlhkoměrů určit místo dopadu vodního toku na vrchní líc parotěsné zábrany a tím lépe lokalizovat zdroj. 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 degradaci účinnosti tepelné izolace na součinitele tepelné vodivosti zvýšenou vlhkostí a opět tedy poměrně zdařile lokalizovat příčiny.

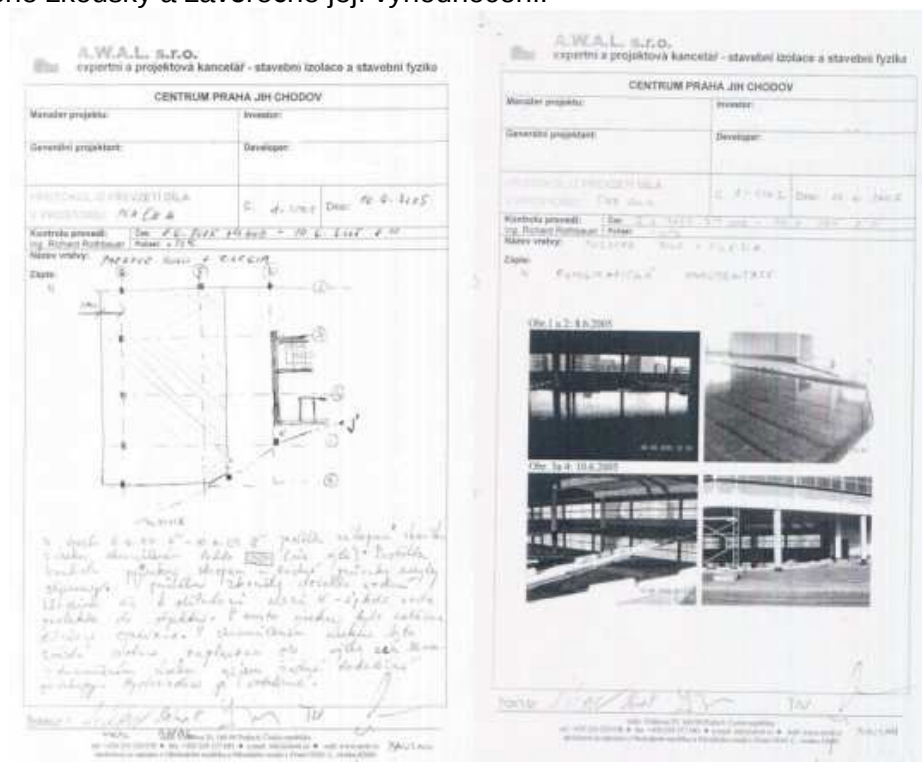
Daleko více komplikovanou situací se z tohoto pohledu stavebnětechnického průzkumu poruchy jeví případ plochých střešních pláštů, kdy je spád zpravidla nevýrazný, nejsou povětšinou provedeny žádné hydroizolační přepážky a pronikající srážková voda diskontinuitou povlakové vodotěsné izolace se nám poté 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. Tato zátopová zkouška střešního pláště se provádí zpravidla po rozsektorování plochy hydroizolačními přepážkami střešního pláště po jeho částech cíleným a řízeným zaplavením 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 v případě 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.



Obr 1: sektorování při zátopových zkouškách

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 závěrečné její vyhodnocení.



Obr 2: příklad protokolu o zátopové zkoušce

Druhým poměrně často využívaným typem zkoušky je tzv. jiskrová zkouška. 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, tedy zpravidla v případě tepelných izolací suchého podkladu. 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 3: poroskop pro jiskrovou zkoušku



Obr 4: druhý typ sondy poroskopu

Variantou 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.



Obr 5: podtlakový zvon

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 než 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.



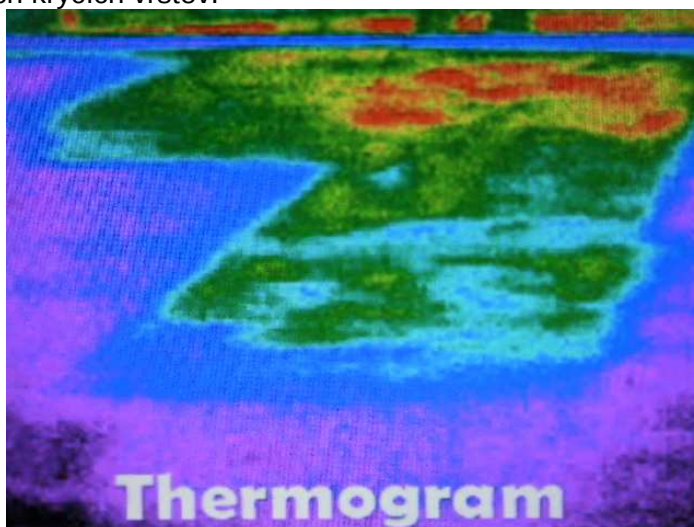
Obr 6: kompresor s jehlou

Jednou z relativně nedávno objevených metod defektoskopie plochých střešních plášťů je tzv. dýmová zkouška. Zkouška je založena na principu vhánění dýmu tlakem pod hydroizolaci. Je určen pro kontrolu fóliových hydroizolací a jednovrstvých kotvených asfaltových pásů. Lze jej 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.



Obr 7: zařízení k dýmové zkoušce

S určitým úspěchem se setkává též tzv. termografická defektoskopie střešních pláštů. V tomto případě se využívá jednoduchého 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 ze střešního pláště vlastního a je tedy zatíženo určitou chybou úhlu snímané plochy. Nicméně určitý přibližný obraz poškozené plochy je tímto postupem stanoven. Tuto metodu lze použít v zimním období v případě vytápěných prostor pod střešním pláštěm vlastním a samozřejmě bez sněhové nebo jiné pokrývky a zatěžovacích krycích vrstev.



Obr 8: termografický snímek poškozené plochy tepelné izolace



Obr 9: ohraničení postižené plochy



Obr 10: termografický snímek z okolních střešních plášťů

Zatím v Čechách ne zcela prozkoumanou metodou je pulzní elektromagnetická metoda. Tato metoda může být prováděna pouze na zatopených plochách a nevodivých povlakových izolacích. Zatím se zdá podle dostupných informací jako varianta limitovaná a málo pružná.



Obr 11: WR Generátor



Obr 12: postup diagnostiky pulzní metodou

Zdá se, že zřejmě do budoucna nejperspektivnější metodou bude metoda nedestruktivní impedanční defektoskopie. Zatím se jedná o nejvíce sofistikovaný a moderní princip. Tato metoda je založena na skenování hodnot impedance ve vrstvách pod hlavní povlakovou izolací. Na základě těchto impedančních hodnot lze stanovit relativní průběh objemové či hmotnostní vlhkosti v závislosti od měrné hmotnosti daných použitých materiálů. Využívá se princip tzv. příložných impedančních vlhkoměrů. Střídavé elektrické pole proniká do hloubky cca 60-100 mm tepelných izolací. V případě betonových podkladů do hloubky cca 20 mm. Hloubka průniku a tedy i skenované vrstvy koreluje přibližně s měrnou hmotností jednotlivých materiálů. S použitím této metody lze stanovit a sestavit tzv. vlhkostní mapu střešního pláště a vzhledem k tomu, že vlhkost v povrchových vrstvách tepelné izolace či jiných podkladních vrstvách se zpravidla zvyšuje směrem ke zdroji, lze i poměrně efektivně lokalizovat poruchy vodotěsnosti povlakové krytiny předmětného střešního pláště. Je výhodné tuto metodu doplnit gravimetrickým stanovením vlhkosti podkladních vrstev pro lepší korelaci relativních průběhů impedance a vlhkosti. Tato metoda nevyžaduje pohyb čidla přímo nad místem poruchy vodotěsnosti. Metoda není limitována teplotně, samozřejmě s ohledem na bezpečnost povlakových krytin vlastních se ji nedoporučuje provádět pod teplotami ohybu. 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. Tento způsob odkrývá i nové možnosti při přejímkách střešních pláštů bez nutnosti přitěžování konstrukce vodou při zátopové zkoušce a s vyloučením rizika značného zvodnění a degradace podkladních vrstev v případě prokázání poruchy. Stačí střešní povlak ponechat exponován přirozenému nebo umělému skrápění po dobu cca 1 dne. Tímto způsobem lze vysledovat i dotace vlhkostí z detailů opracování hydroizolace.



Obr 13: přístroj Dec Scanner pro nedestruktivní indukční defektoskopii



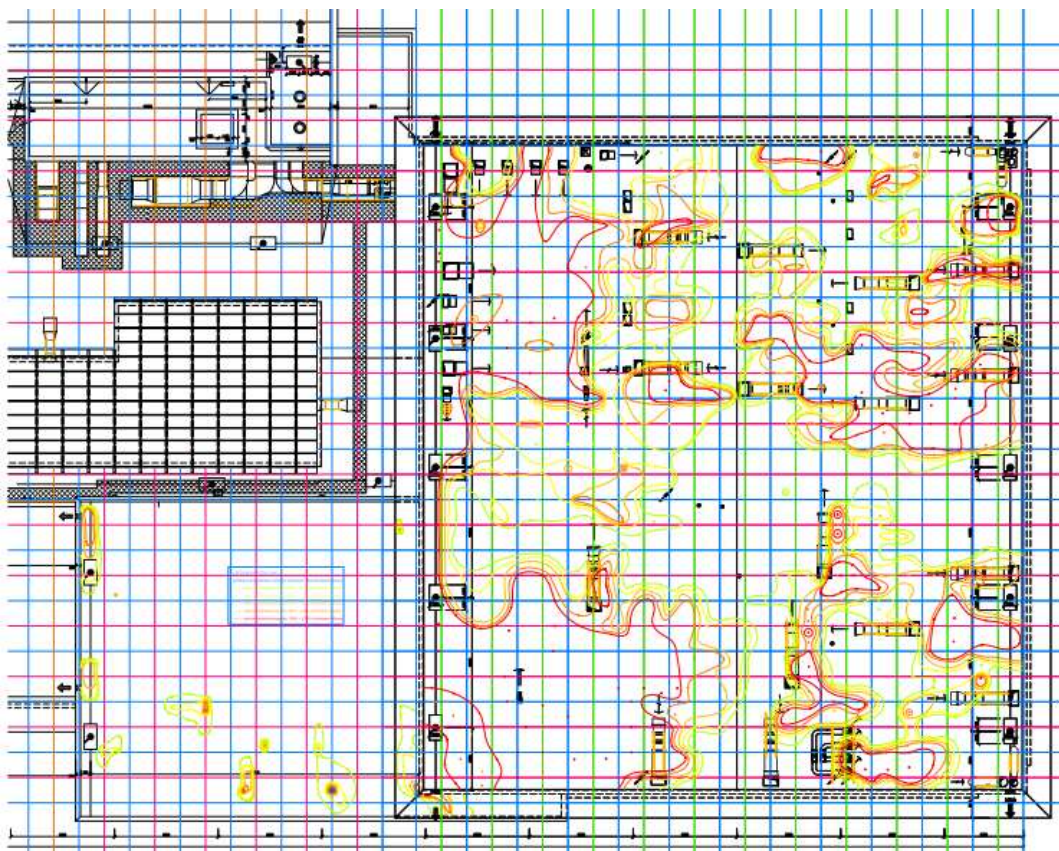
Obr 14: použití in-situ



Obr 15: použití in situ



Obr 16: indukční skenování v rozkrytých korytech zatěžovací vrstvy



Obr 17: zpracovaná podrobná vlhkostní mapa střešního pláště, patrné poškození vodotěsnosti u instalovaných technologií, nároží objektu, lokální poruchy v ploše

Seznam použité literatury:

- [1] M. Novotný, I. Misar: Ploché strechy, Grada, 2001
- [2] R. Mrakič: Systém kontrol a přijímání jednotlivých vrstev užitných střešních plášťů, základní zásady, sborník
- [3] Podklady a fotodokumentace z průzkumů A.W.A.L., s.r.o.
- [4] Podklady společnosti TRAMEX.
- [5] www.jiskrovazkouska.cz
- [6] www.awal.cz
- [7] www.youtube.com
- [8] www.dek.cz