

PIR NA MANSARDOVÉ STŘEŠE V OLOMOUCI

V OBDOBÍ KVĚTEN 2009 – PROSINEC
2010 JSME SE V ÚZKÉ VAZBĚ
INVESTOR – PROJEKTANT –
TECHNICKÝ DOZOR – DODAVATEL
ÚČASTNILI PROCESU IDENTIFIKACE,
NÁVRHU ŘEŠENÍ ODSTRANĚNÍ
PORUCH MANSARDOVÉ STŘECHY
NÁSTAVBY ŠKOLSKÉHO OBJEKTU
Z DRUHÉ POLOVINY 90. LET.
VÝSLEDKEM BYLA OPRAVA STŘECHY
S VYUŽITÍM DEKPIR TOP. V ČLÁNKU
VÁM PŘIBLÍŽÍME, JAK JSME
K TOMUTO ŘEŠENÍ DOSPĚLI A JAK
BYLO NÁSLEDNĚ PROVEDENO.

VÝCHOZÍ STAV, HISTORIE

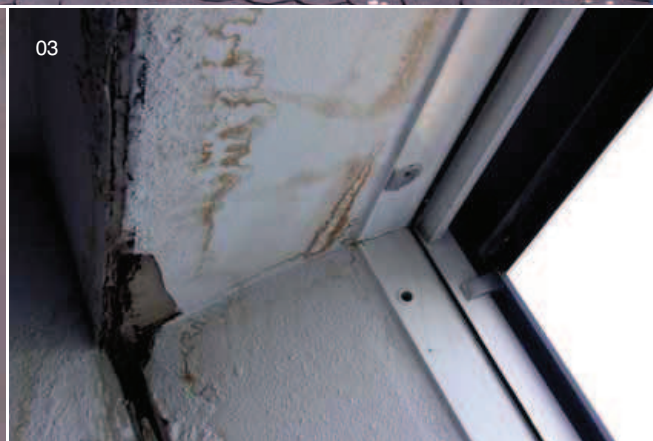
Na objektu Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci, vystavěném panelovou technologií s původně plochou střechou byla kolem roku 1996 v rámci kompletní rekonstrukce provedena dodatečná nástavba jednoho podlaží se zastřešením mansardovou střechou. V novém prostoru vznikly učebny a kanceláře vyučujících.

Správce objektu začaly krátce po provedení nástavby trápit průsaky vody střechou /foto 02, 03/, které se projevovaly v interiérech na sádrokartonových podhledech a omezovaly tak provoz místností. K průsakům docházelo jak ve vazbě na deštivé počasí, tak v zimním období beze srážek. Několik let postupně prováděné lokální opravy samotné krytiny střechy nevedly k zamezení průsaků, správce si nevěděl rady s jejich příčinou a odstraněním.

Vedle přímo omezujících průsaků uživatele obtěžovalo také přehřívání prostor za teplého slunečního počasí.

PRŮZKUM, SONDY

Provedli jsme podrobný průzkum nástavby včetně několika sond do střechy /foto 04, 05/, abychom zjistili její skutečný stav, způsob provedení jejích jednotlivých vrstev a stav zakrytých prvků nosné konstrukce. Zjistili jsme skladbu lehké dvouplášťové střechy s podhledem ze sádrokartonu a s lehkou plastovou fólií na pozici parotěsnicí vrstvy. Tepelná izolace z minerálních vláken byla vložena mezi a pod nosnou ocelovou konstrukci střechy. Mezi tepelněizolačním pláštěm střechy a skládanou krytinou z asfaltového šindele na prkenném záklopu byla vzduchová vrstva /tab. 01/ (horní část střechy) a /tab. 02/ (mansarda). Sondy nám také potvrdily, že skutečně provedená skladba odpovídá původně projektovanému návrhu, což nebývá pravidlem. Lze konstatovat, že se jedná o skladbu typickou pro období provedení nástavby. Průzkum odhalil další poškození střechy, která nebyla vnějším pohledem zjevná. Nosná ocelová konstrukce byla částečně



01 | Střecha v původním stavu

02, 03 | Projevy vlhkostních poruch v interiéru

napadená korozí /foto 06/, některé prvky prkenného záklopu byly napadené dřevokaznými škůdci. Na ocelových prvcích nosné konstrukce byla zřetelná vlhkost /foto 07/.

ROZBOR PŘÍČIN ZJIŠTĚNÝCH PORUCH

Sklon horní části střechy je výrazně menší než minimální sklon střechy pro použití asfaltového šindele stanovený výrobcem (12° proti 17°).

Dále zřejmě v chladných obdobích roku docházelo ke kondenzaci vodní páry na ocelových prvcích nosné konstrukce, které v konstrukci tvořily tepelné mosty. Vodní pára do skladby střechy

pronikala jak z interiéru skrz nefunkční parotěsnicí vrstvu z tenké plastové fólie, která byla na řadě míst perforovaná podhledem a prostupy sítí a netěsně napojená na četné prostupující a navazující konstrukce, tak odpařováním předtím zatečené vody akumulované ve vrstvě tepelné izolace. Ačkoliv skladba střechy obsahovala větranou vzduchovou vrstvu, nebylo zřejmě její větrání dostačující pro odvedení takového množství vodní páry. Kondenzát i zatečené atmosférické srážky po namočení tepelněizolační vrstvy stékaly na parotěsnicí vrstvu, po ní k místům jejích netěsností v ploše i přesazích a skrz ně na konstrukce podhledu. Vysoká vlhkost vrstev

ve skladbě střechy měla vedle viditelných projevů v interiéru za následek napadení některých ocelových prvků korozí a některých dřevěných prvků dřevokaznými škůdci.

Zde je třeba podotknout, že vedle na první pohled viditelných vlhkostních projevů docházelo z důvodu absence vzduchotěsnicí vrstvy ve skladbě střechy k neovlivnitelné výměně vzduchu mezi interiérem a exteriérem. Praktickými následky tohoto stavu je pak přehřívání interiéru v letním období a naopak vysoké tepelné ztráty v zimě. O problematice vzduchotěsnosti obálky budov blíže viz např. DEKTIME 03|2010.

ROZVAHA NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Praxe ukazuje, že se na takovém typu skladby střechy stávají obdobné poruchy spíše pravidlem, než výjimkou. Hlavní podíl na tom má bezesporu právě obtížná proveditelnost funkční parotěsnicí a vzduchotěsnicí vrstvy z fólií lehkého typu, podrobnou rozvahu na toto téma jsme provedli např. v DEKTIME Speciál 01 | 2008. Tento typ skladby střechy však bývá nadále často navrhován a realizován. Je tomu tak zřejmě proto, že zajišťuje splnění

požadavků na střechu kladených z hlediska požárněbezpečnostního, přičemž se jeví jako nejméně ekonomicky náročný. Má ale smysl tento typ skladby navrhovat, pokud se nejeví spolehlivým právě ze základního hlediska zajištění požadovaných parametrů vnitřního prostředí před nepříznivými vlivy vnějšího prostředí? A co když pro uvedení do funkčního stavu (obvykle rekonstrukci) vyžaduje vynaložení dodatečných nákladů a přestane tak být nejméně ekonomicky náročný? Tato rizika musí za asistence projektanta zvážit investor, musí s ním tedy být

při rozhodování již ve fázi návrhu řešení seznámen.

K řešení nápravných opatření jsme přistoupili ve dvou různých úrovních požadovaného účinku. V prvním případě by bylo možné provést izolaci tepelných mostů ocelové konstrukce, řádné větrání vzduchové vrstvy střechy a obnovu krytiny. Větraná vzduchová vrstva by musela být nadimenzovaná tak, aby byla schopna spolehlivě odvětrat vodní páru proudící do skladby střechy netěsnou parotěsnicí vrstvou. Od tohoto opatření by bylo možné očekávat úplné vyloučení vlhkostních

č.	Název vrstvy (od exteriéru)	Stav vrstvy	Rozměry (mm)
1.	asfaltové šindele s hrubozrnným posypem	mechanicky kotveny	3
2.	podkladní asfaltový pás s vložkou ze skleněné tkaniny	mechanicky kotvený k podkladu bez přesahů v místě spojů	3
3.	dřevěné plnoplošné bednění	bez viditelného poškození	25
4.	vzduchová vrstva	-	420
5.	tepelná izolace	bez viditelných projevů vlhkosti	80 + 60
6.	parozábrana lehkého typu z PE folie s výztužnou vložkou	-	-
7.	sádkartonové desky	-	15*

Tabulka 01 | původní skladba horní části střechy

č.	Název vrstvy (od exteriéru)	Stav vrstvy	Rozměry (mm)
1.	asfaltové šindele s hrubozrnným posypem	lokálně porušené, mechanicky kotveny	3
2.	podkladní asfaltový pás s vložkou ze skleněné tkaniny	mechanicky kotvený k podkladu	3
3.	dřevěné plnoplošné bednění	bez poškození	25
4.	tepelná izolace	vlhká až mokrá, napadena plísní	-
5.	vzduchová vrstva tvořena U profilem	v profilu nalezena stojatá voda	cca 20
6.	parozábrana lehkého typu z PE folie s výztužnou vložkou	bez poškození	-
7.	sádkartonová deska	obsažena vlhkost, na povrchu vlhkostní mapy	15

Tabulka 02 | původní skladba mansardy

04 | sonda do skladby střechy shora

05 | sonda do skladby střechy zdola

06 | v sondě patrná koroze a vlhkost nosné ocelové

07 | voda ve skladbě na ocelové konstrukci konstrukce



projevů v interiéru. Nedošlo by zřejmě k zajištění tepelné pohody v interiéru ani k vyloučení nadměrných tepelných ztrát v zimním období.

V druhém případě jsme se snažili nad rámec cíle prvního dále spolehlivým způsobem zajistit tepelnou pohodu v letním období a vyloučit nadměrné tepelné ztráty v zimě. Nebylo tedy možné uvažovat o zachování dosavadního typu skladby střechy. Toto druhé řešení investor na základě předložených argumentů vybral k rozpracování do formy prováděcího projektu a my vám ukážeme jeho realizaci.

SKLADBA S MATERIÁLEM DEKPIR TOP

Nejprve se provádí kompletní demontáž krytiny, poškozených prken bednění, veškerých střešních oken, a vybraných vrstev tepelné izolace /foto 09/. Demontuje se také navazující obložení stěn mansardy /foto 11/, které se v novém stavu nahrazuje kontaktním zateplením /foto 12/. Provedením parotěsnicí a současně vzduchotěsnicí vrstvy shora na původní vyspravené, dokotvené a impregnované bednění usnadníme práci při pokládce a vyloučíme řadu potenciálních netěsností (ubude řada navazujících stěn a příček). Vhodnou volbou materiálu (samolepicí asfaltový pás GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL) zajistíme mechanickou odolnost parotěsnicí vrstvy a možnost spolehlivého spojení přesahů svařením. Po parotěsnicí vrstvě z asfaltového pásu je možné chodit při pokládce dalších vrstev skladby střechy, aniž by došlo k jejímu poškození /foto 10/. Rozkrývání střechy se provádí postupně tak, aby bylo možné rychle zakrýt novou parotěsnicí vrstvou, oprava totiž probíhá v období říjen-prosinec 2010. Parotěsnicí vrstva tak zároveň plní funkci provizorní hydroizolace.

Vrstvu je třeba po obvodu střechy těsně napojit na vzduchotěsnicí vrstvu navazujících obvodových stěn. Původně lehké sendvičové stěny nástavby /foto 13/ tedy navrhujeme nahradit spojitou vyzdívkou /foto 14/, aby byla docílena jejich vzduchotěsnost. Je tak zajištěn základní předpoklad pro spolehlivost skladby střechy.

Ve skladbě původního podhledu, tedy pod novou parotěsnicí vrstvou, je třeba zachovat část izolace z minerálních vláken pro zajištění požadované požární odolnosti podhledu chránícího nosnou ocelovou konstrukci střechy (REI 30 DP 1). Návrh tepelněizolační vrstvy tedy v daném případě není limitován normovým požadavkem na hodnotu součinitele prostupu

tepla celé skladby, ale požadavkem na zajištění výpočtově vyhovující roční bilance vlhkosti s přihlédnutím k zajištění konstrukční ochrany dřeva plně uzavíraného bednění (podrobněji viz např. DEKTIME 01 | 2010). Pro posouzení splnění tohoto požadavku rozhodně nestačí provést standardní výpočet 1-D šíření tepla a vlhkosti. V daném případě prověříme kritické detaily

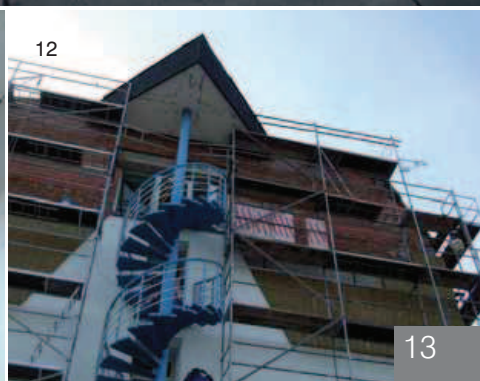
08 | Poškozená krytina u lomu mansardy

09 | Demontáž původní krytiny a části tepelné izol.

10 | Pokládka nové parotěsnicí vrstvy

11 | Demontáž původního obložení stěn

12 | Nové kontaktní zateplení štítů



se zabudovanými dřevěnými prvky na 2-D modelech stacionárního teplotního a vlhkostního pole. Na základě provedených výpočtů navrhujeme nutnou hodnotu součinitele prostupu tepla skladby střechy $U=0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)}$, což v dané skladbě odpovídá izolantu tl. 280 mm z EPS 100 S Stabil, nebo tl. 160 mm z polyisokyanurátové pěny (PIR) Kingspan Thermaroom TR 26, umístěného na horním plášti. S ohledem na optimalizaci celkové tloušťky skladby střechy a s tím související délkou kotev hydroizolační vrstvy následně navrhujeme izolaci

na bázi PIR, v konstrukčním řešení DEKPIR TOP. Desky Kingspan Thermaroom TR 26 se pokládají ve dvou vrstvách pro dosažení požadované tloušťky a pro omezení tepelných mostů ve spárách každé vrstvy a kotví se do prkenného bednění horního pláště střechy. Pokládkou izolace souvisle nad nosnou ocelovou konstrukcí střechy jsou tak bezpečně vyloučeny tepelné mosty nosné ocelové konstrukce střechy. Po provedení souvislé tepelněizolační vrstvy následuje pokládka povlakové hydroizolační vrstvy z PVC-P

Alkorplan 35 176 tl. 1,5 mm, která se ve svých podélných spojích v přesahu kotví do prkenného bednění. Musí se klást kolmo na směr bednění, aby se řada kotevních prvků neupevňovala do jediného prkna kotveného k nosné konstrukci obvykle několika vruty. Kotvení fólie se provádí na základě kotevního plánu zpracovaného dle výpočtů silových účinků větru dle ČSN EN 1991-1-4 (730035) Eurokód 1: *Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem*. Na strmých částech mansardové střechy se fólie navíc natavuje k lištám z poplastovaného plechu, aby se omezil vznik vrás od svěšování fólie. Smykové síly od tíhy skladby na strmé části mansardy jsou přebírány OSB deskou podepřenou ocelovými konzolkami v detailu u okraje mansardy.

Výsledkem je tedy skladba dvouplášťové střechy s uzavřenou vzduchovou vrstvou a většinou funkčních vrstev na horním plášti /foto 15/.

Přetížení střechy novými vrstvami bylo statikem posouzeno jako vyhovující. Z hlediska požárněbezpečnostního řešení nejsou na střechu kladeny žádné další požadavky, protože se sama nenachází v požárně nebezpečném prostoru, nepřevyšuje plochu 1500 m^2 a požární odolnost horního pláště střechy se nepožaduje.

ŘEŠENÍ SPECIFICKÝCH DETAILŮ

Během rozkrývání celé skladby střechy se ukazuje skutečný tvar a konstrukční řešení navazujících konstrukcí, některé se liší od projektového předpokladu stanoveného na základě průzkumu a několika sond ve fázi předprojektové přípravy. U rekonstrukcí to lze obecně čekat. Situaci trochu komplikuje fakt, že rozpočet projektu nemůže uvažovat rezervní položky, protože by to neodpovídalo podmínkám dotačního titulu ministerstva školství, na kterou je projekt přihlášen. Daří se nám v úzké spolupráci s dodavatelem opravy a technickým dozorem stavebníka navrhovat takové úpravy projektovaného řešení,



kteřé nesnižují technický standard návrhu a zároveň významně nenavýšují rozpočet rekonstrukce. Obnáší to samozřejmě intenzivní činnost projektanta v rámci výkonu autorského dozoru.

U střešních oken ve strmých částech mansardy není situace složitá, v rámci opravy se instalují okna nová /foto 16, 17, 18/, a tedy projektovaný návrh není po rozkrytí konstrukce zásadně omezen. Prosklená fasáda vybíhající přes všechna podlaží objektu a zalamující se do mansardy však musí být zachována. Je třeba zajistit napojení veškerých vrstev skladby horního pláště střechy na rám prosklené fasády tak, aby byl provedený detail vzduchotěsný, vodonepropustný a dostatečně tepelně izolovaný. Skutečný tvar detailu je zřejmý až po rozkrytí střechy. Návrh detailu je zřejmý na /foto 03/, výsledné provedení pak vzadu na fotografii /18/.

ZÁVĚR

Rekonstruovaná budova má velkou šanci na dlouhodobě spolehlivou funkčnost díky příkladně komplexnímu přístupu všech zúčastněných subjektů. V závěru uvádíme výčet klíčových kroků procesu rekonstrukce rozhodujících o úspěšném výsledku:

- vědomí investora o přínosech a preventivních účincích následujících klíčových bodů a ochota je financovat,
- správná identifikace příčin poruch na základě důkladného průzkumu střechy včetně provedení sond, již ve fázi předprojektové přípravy,
- stanovení variantní koncepce možných a osvědčených opatření vedoucích k různé míře nápravy stavu, již ve fázi předprojektové přípravy,
- jednoznačná volba nápravných opatření investorem s vědomím očekávatelné míry nápravy stavu, tedy jednoznačné zadání pro projektanta,
- podrobná projektová dokumentace zvolených nápravných opatření s jednoznačným výkazem výměr pro zorganizování transparentního výběrového řízení na dodavatele opravy, mimo jiné také jako podklad pro žádost o dotaci,

13| Demontáž lehké konstrukce stěny nástavby

14| Nová vyzdívka v úrovni obvodové stěny nástavby (před zateplením), konzola podporující skladu na strmé části mansardy

15| Pokládka tepelněizolační a hydroizolační vrstvy

16| Interiér během rekonstrukce, osazení vrstvy nových střešních oken



- jednoznačně definované výběrové řízení na dodavatele opravy střechy s optimálním nastavením váh jednotlivých kritérií pro jeho výběr (váhou nejen cena) = předpoklad pro výběr zkušeného a ne jen nejlevnějšího dodavatele opravy,
- kvalitní a vyvážené smluvní vztahy mezi účastníky procesu,
- zkušený technický dozor stavebníka od počátku procesu,
- autorský dozor projektanta při provádění opravy.

Z naší posudkové praxe se ukazuje, že podcenění nebo vyloučení některého z výše uvedených bodů v procesu výstavby často vede

k nežádoucímu stavu výsledného díla a ve výsledku se nevyplácí.

Provedenou opravu střechy i nadále sledujeme.

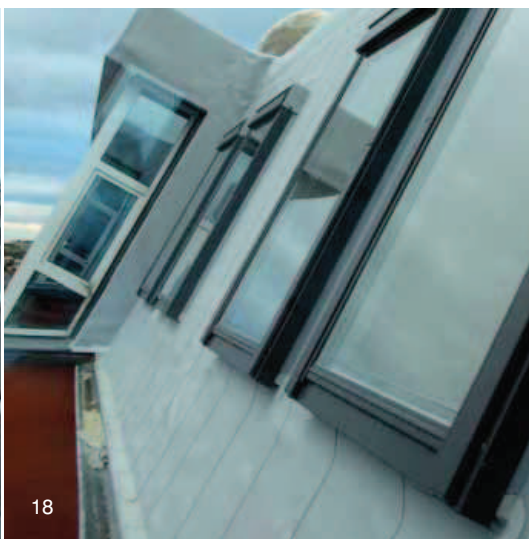
<Jan Matička>

ATELIER DEK
vedoucí projekčního týmu

Podklady:

- [1] Odborný posudek DEKPROJEKT
- [2] Projektová dokumentace DEKPROJEKT
- [3] Archiv Atelier DEK – DEKPROJEKT

- [4] Investor: Univerzita Palackého Olomouc
- [5] Generální dodavatel: Stavební společnost Navrátil s.r.o.
- [6] Subdodavatel izolací: ISOMONT s.r.o.
- [7] Technický dozor stavebníka: Obermeyer Albis – Stavoplan s.r.o.
- [8] Konzultant, projektant a autorský dozor: DEKTRADE a.s., Dekprojekt s.r.o.
Ing. Jan Matička,
Ing. Jaroslav Nádvorník,
Ing. Petr Schindler,
Luděk Trunečka DiS.



17| Nově osazená střešní okna do vrstvy tepelné izolace (vzadu), původní okna před demontáží (vpředu)

18| Nová střešní okna

19| Objekt v době provádění opravy střechy

20| Objekt po dokončení opravy střechy