



SPOLEHLIVOST A TRVANLIVOST BUDOV

CELÁ HISTORIE STAVĚNÍ JE
SPOJENA S ÚSILÍM ČLOVĚKA
CHRÁNIT SE PŘEDEVŠÍM PŘED
VODOU A ZIMOU, ZEJMÉNA
V NAŠEM ZEMĚPISNÉM
PÁSMU. ČLOVĚK SI VYTVÁŘÍ
KOLEM SEBE UMĚLOU
OBÁLKU – STAVBU – BUDOVU
– ŽIJE DE FACTO V UMĚLÉM
PROSTŘEDÍ. A ČINÍ TAK
STÁLE KOMPLIKOVANĚJI
A KOMPLIKOVANĚJI.

Snahou člověka bylo a je navrhnout a postavit budovu tak, aby po přiměřenou dobu plnila ochranné funkce bez vad a poruch. A to podle zkušeností není vůbec jednoduché.

Stavba je velmi proměnlivě exponována jak teplotními vlivy, tak zejména různými formami vody vyskytujícími se jak ve stavbě samé, tak v jejím okolí. A zabránit destruktivnímu působení těchto faktorů na stavbu, zejména v jejich kombinaci, není snadné.

Přitom voda pronikne všude. Když ne hned, tak po nějaké době. Jde o to, aby k tomu v případě stavby došlo za

dobu přiměřenou, pokud možno co nejdelší.

Zkušenosti „jak to dělat“ se shromažďovaly věky. V zobecněné poloze jsou shrnuty v teorii materiálů, konstrukční a technologické tvorby staveb, v teorii stavitelství, zachycené zejména v normových dokumentech.

Obzvláště zkušenosti soustředěné v oblasti hydroizolací staveb jsou pro funkci staveb klíčové.

Prohlubování poznání v této oblasti napomáhá zpětná vazba – neustálé sledování chování staveb v čase.

Ta nekompromisně odhalí přednosti i nedostatky jednotlivých řešení.

Další rozvoj stavitelství je mimo jiné spjat právě se studiem spolehlivosti a trvanlivosti budov coby fenoménem pokroku v této oblasti. V zúženém pohledu lze také hovořit o snaze po absenci vad a poruch budov. Tuto skutečnost si v praxi velmi dobře uvědomují všichni vlastníci budov, prožívající si s nimi mnohá trápení a ekonomické stráže. Ve společenských prioritách není tento moment stále doceněn.

Dva namátkově vybrané dále uvedené zkráceně a zjednodušeně

podané příklady naznačují smysl naznačeného úsilí.

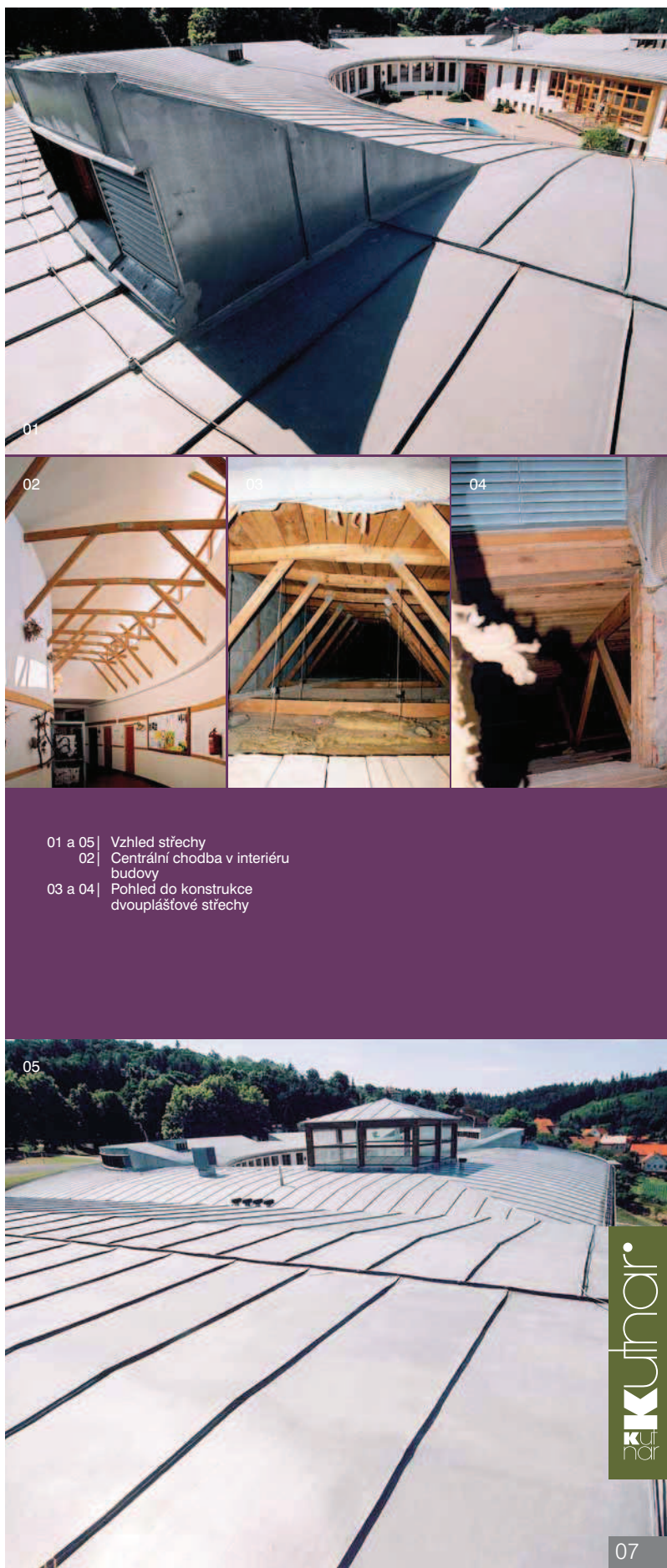
PLECHOVÁ KRYTINA HLADKÁ SPOJOVANÁ NA DRÁŽKY NENÍ VODOTĚSNÁ

Nedávno postavená školská budova půdorysně oválného tvaru s centrální střední chodbou osvětlovanou pultovým světlíkem (foto /01/, /02/), navazující na tělocvičnu obdélníkového tvaru, je zastřešena dvouplášťovou omezeně větranou střechou oblého tvaru s plechovou krytinou hladkou spojovanou na drážky (foto /01/, /05/). Střecha trpí průsaky srážkové vody. Nosnou konstrukci střechy vytváří dřevěné příhradové vazníky. V dolním plášti je umístěna termoizolační vrstva z minerálních vláken (foto /03/, /04/).

K průsakům srážkové vody dochází především v oblastech malého až nulového sklonu krytiny, a to nad tělocvičnou v oblasti hřebene (foto /06/, /07/), obdobně i kolem čtvercového světlíku (foto /10/, /11/) a dále u stříšek nad výčnělky fasády s krytinou v protisklonu ke krátkému úžlabí (foto /12/, /13/). Průsaky se objevují i v řadě dalších míst, a to dosti nepravidelně.

Dodavatel se snažil zabránit průsakům vody tmelením – jak kritických míst, zejména drážek v plechové krytině (foto /08/, /09/), tak v ostatních místech potencionálních průsaků, např. v místě stěn čtvercového světlíku (foto /10/). Dodatečně tmelil i všechna nedokonalě provedená místa v krytině (foto /17/, /18/, /19/, /20/), a to včetně chybně spádovaných žlabů, které původně spojoval jen nýtováním bez pájení (foto /17/, /18/, /19/).

Popisovaný případ je ukázkou důsledků nedodržení minimálních sklonů plechové krytiny hladké spojované na drážky i absence řemeslné zkušenosti při realizaci střechy. Je třeba mít na paměti, že drážkové spoje nejsou vodotěsné. Jsou-li zatíženy sloupcem vody, pak vodu propouštějí. Čili neodolávají hydrostatickému tlaku. A k tomu v místech kaluží na popisované střeše dochází. Proto se v ČSN věnovaných



01 a 05 | Vzhled střechy
02 | Centrální chodba v interiéru
budovy
03 a 04 | Pohled do konstrukce
dvouplášťové střechy



klempířským pracem od 60. let minulého století požadovalo u plechových krytin hladkých dosažení sklonu nejméně 3° /3/, /4/, /5/. Stejně tak tomu bylo v normě platné pro střechy /1/.

V nové ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení /2/ se od přelomu století doporučuje pro daný případ sklon nejméně 7° , stejně jako tomu je i v nové ČSN 73 3610 Navrhování klempířských konstrukcí /6/, která při tomto sklonu předpokládá použití nikoliv tabulí, ale sviteků plechu, neboli počítá s absencí příčných drážek.

Co s touto střechou? Jak mohla či měla být navržena? Jak střechu opravit? To jsou určité otázky, které si čtenář klade.

Především je třeba vědět, že oblý tvar budovy i střechy se do daného místa hodí. Koresponduje s nedalekým Santiniho barokním chrámem. Také design plechové krytiny, podtržený geometrií drážek, působí příznivě. Tam, kde jsou pultové světlíky, a je to značná část oválu, by potíže se sklonem krytiny neměly být. Je dostatečný.

Ve vrcholových partiích mohl být použit lomený oblouk. A protože je nutné větrání dvouplošné střechy (které na stavbě není realizováno), mohl být hřeben zakryt liniovým větrákem oblého tvaru. A výsledný vzhled by určitě nebyl špatný.

Při tak malých sklonech krytiny v některých místech střechy bylo možno uvažovat o vložení pojistné hydroizolační vrstvy do celé skladby, čili o použití třípláště. Pojistka by ale v tom případě musela být kvalitní, např. vytvořená ze střešní fólie z měkčeného PVC kladená na bednění, nikoliv z fólie lehkého typu.

Obě vzduchové vrstvy by v tom případě bylo nutno účinně větrat. Pamatovat by bylo třeba na podstatně větší výšku horní vzduchové vrstvy pro zajištění rychlého vysychání dřeva po výjimečném proniknutí srážkové vody do konstrukce. Při vědomí určitých nároků popisované konstrukce je otázkou, zda by nebylo v etapě projektu vhodnější z řady důvodů vytvořit nad posledním podlažím oválu



- 06| Střecha nad tělocvičnou – vrcholová část beze sklonu
- 07| Průsaky vody do tělocvičny
- 08–09| Tmelení drážek v plechové krytině
- 10| Čtvercový světlík, tmelení spár světlíku
- 11| Průsaky vody v okolí čtvercového světlíku





- 12–13 | Bezspádové úžlabí
v plechové krytině,
průsaky vody
v podstřeší
- 14 | Podokapní žlab,
koróze sněhových
zábran
- 15 | Spojování žlabových
kusů pohybým
nýtováním
- 16 | Dodatečné tmelení
spojů žlabových kusů
- 17–20 | Dodatečné tmelení
všech potencionálních
míst průsaků srážkové
vody

klasický silikátový strop a nad ním půdní prostor umožňující kontrolu horního pláště. Pojistka by se vložila do podlahy půdy. To dnes již není možné.

Oprava stávajícího stavu nebude snadná. Prvotřídní komplexní kvality se již jednoduše nedá dosáhnout. V sázce jsou i nemalé peníze a vědomí, že budova nebyla postavena na pět let, ale že má sloužit desetiletí, a proto i zjednodušená oprava musí mít svou kvalitu.

Co rozhodování o způsobu opravy střechy komplikuje. Nosná dřevěná konstrukce není až na jedno místo

(foto /03/, /04/) přístupná ke kontrole. Do střechy zatékalo a střecha je jen velmi omezeně větraná. Čili je zde riziko biologické degradace stávajícího dřeva. Nosná dřevěná konstrukce střechy také patrně nebyla navržena s větší rezervou v únosnosti. Detaily plechové krytiny jsou v mnoha místech špatně provedené.

Je toho hodně co bude ve hře při rozhodování „co s tím“. A přitom kdyby byl v tomto článku prostor pro podrobnou analýzu, bylo by možno ukázat, že platné ČSN 2/, /5/ uváděly již v době projektu jasná stanoviska a pokyny, jak

na stavbě zjištěným nedostatkům předejít.

Nezbývá než si povzdechnout. Stavění je velké umění. Je to náročná a důmyslná hra s mnoha kameny, s mnoha faktory a s celou škálou možných tu dobrých, tu horších výsledných řešení.

K úspěchu jsou nutné znalosti, komplexní průprava a zkušenosti. A to se v popisovaném případě pohybujeme v oblasti klasického stavění s velkou tradicí. Co teprve případy relativně nových konstrukčních struktur. Kolik tam je překvapení.



21



22

- 21 | Realizace ploché střechy
v zimním období
22 | Složitě detaily mezi novou
a původní budovou

RIZIKA STŘECHY PŘÍSTAVBY OBČANSKÉ BUDOVY

Střecha přístavby přízemní občanské budovy byla realizována v náročných klimatických podmínkách s řadou ne zrovna jednoduchých detailů (foto /21/, /22/).

I když fóliová krytina plní perfektně funkci a do podstřeší nezatéká (foto /23/), investor se obává důsledků zabudování srážkové vody do skladby střechy. Vytýká také nedokonalé provedení parotěsné vrstvy (foto /24/) a tvorbu kaluží na krytině v bezspádovém úžlabí, např. v oblasti pod vzduchotechnikou umístěnou na střeše (foto /25/, /26/).

Vadí mu také dle jeho názoru příliš měkký podklad krytiny. Má obavu, že došlo ke stlačení termoizolačních vrstev.

Na znalci žádá komplexní posouzení kvality návrhu i provedení střechy. Klade konkrétní otázky.

CHARAKTERISTIKA MATERIÁLOVÉHO A KONSTRUKČNÍHO NÁVRHU BUDOVY, RESP. STŘECHY

Na nosné ocelové konstrukci budovy tvořené převážně příčnými rámy v kombinaci s kolmo probíhajícími vaznicemi leží ocelový trapézový plech o výšce vlny 55 mm. Ocelová konstrukce je sklonitá ke střednímu podélně probíhajícímu úžlabí.

Na plechy je umístěna parozábrana vytvářená samolepicím modifikovaným asfaltovým pásem s kombinovanou nosnou vložkou z hliníkové fólie a skleněných či polyesterových vláken.

Následuje termoizolační vrstva sestávající ze dvou tužených desek z minerálních vláken. Horní desky jsou v tloušťce 80 mm o objemové hmotnosti 200 kgm^{-3} , dolní v tloušťce 100 mm o objemové hmotnosti 115 kgm^{-3} . Skladba je ukončena plastovou fólií tl. 1,5 mm, vyztuženou

skleněnou mřížkou, kotvenou skrze celé souvrství do trapézového plechu.

Ze strany interiéru je ocelová konstrukce kryta sádkokartonovým podhledem.

Střecha je odvodňována vnitřními vtoky. V úžlabích je navrženo doplňkové podélné spádování pomocí klínů.

Na střeše jsou rozmístěna poměrně rozsáhlá vzduchotechnická zařízení umístěná na podpůrné ocelové konstrukci.

Přístavba se přimyká ke stávající budově. Mezi budovami je umístěn mezistřeší žlab.

Schéma budov je zachyceno na obr. 1, schéma skladby na obr. 2.

PRŮZKUM STŘECHY

Na střeše proběhl průzkum doplněný o odběry sond (foto /27/, /28/).

Zjišťoval se druh a tloušťky použitých materiálů, následně pak v laboratoři i objemové hmotnosti a vlhkosti termoizolačních materiálů.

ODPOVĚDI NA OTÁZKY INVESTORA

Otázka 1: Soulad zhotovitelem použitých materiálů s projektovou dokumentací?

Odpověď:

a/ hydroizolační vrstva (krytina)

Na stavbě užitá fólie tl. 1,2 mm místo navržené tloušťky 1,5 mm.

b/ termoizolační vrstva

Místo v projektu navržené kombinace tužší a měkčí desky z minerálních vláken (80 + 100 mm) použity dva deskové sendviče stejných výsledných tloušťek vzniklé kombinací tuhé (200 kgm⁻³) a měkčí (115 kgm⁻³) desky (foto /30/). Důvodem byla absence původních desek na trhu v důsledku změny výrobního programu. Při odběru překvapila separace vrstev u některých desek, někde i částečný rozpad struktury (foto /28/, /29/).

c/ parotěsná vrstva

Místo v projektu navrženého modifikovaného asfaltového samolepicího pásu s velmi pevnou spráženou vložkou užit modifikovaný asfaltový samolepicí pás, který není určen k překlenutí vln trapézových plechů, ale toliko jako podkladní pás pro další pásy s lepením na plochu tepelné izolace.

Otázka 2: Soulad praktického provedení střešní konstrukce s projektovou dokumentací (spády...)?

Odpověď: Navrženy spádové klíny v úžlabí. Jimi je střecha odvodňována do vtoků. Spádové klíny nebyly realizovány. Doporučuje se je provést dodatečně.

Otázka 3: Celkový vliv zabudované vlhkosti na konstrukci střechy?



- 23| Přes obtíže při realizaci se povlakovou krytinu podařilo provést zcela vodotěsně
- 24| Nedokonalé položené parotěsný pás
- 25| Složitá vzduchotechnika na střeše
- 26| Chybně odvodněné úžlabí pod vzduchotechnikou



obr. 1

nová budova

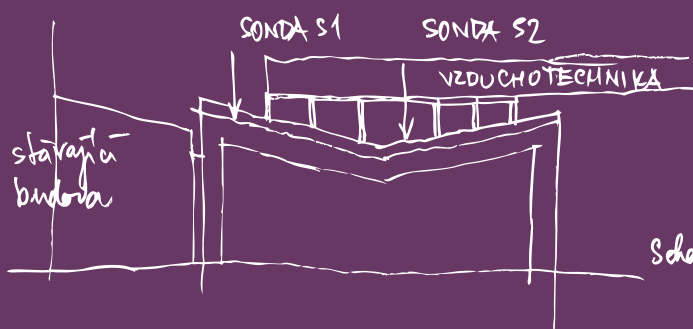


Schéma budov a střeš - úř

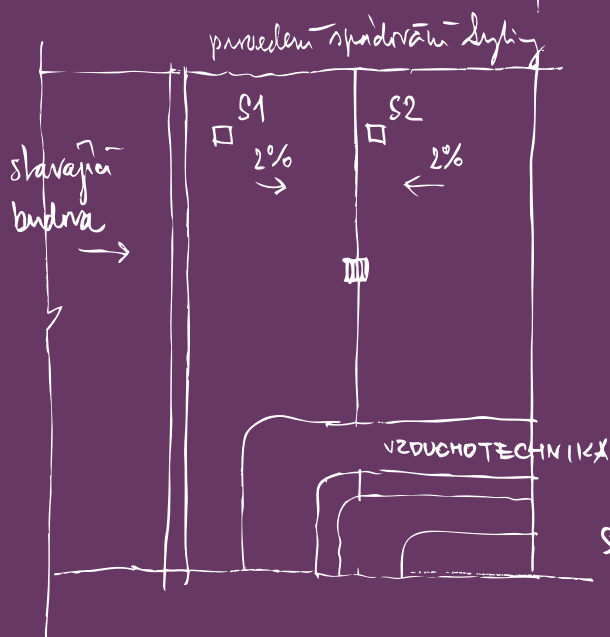
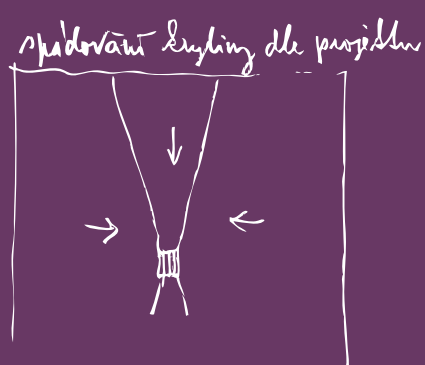
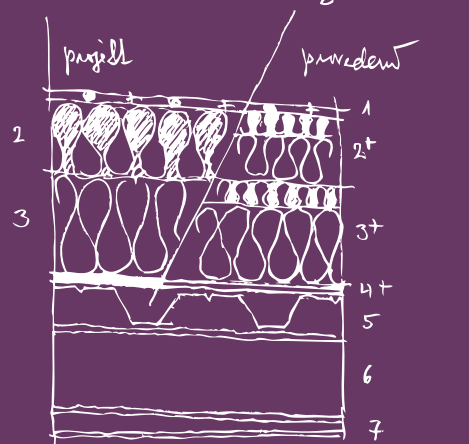


Schéma budov a střeš - průhled



obr. 2 Skladba střeš



Obr. 01 | Schéma budov
Obr. 02 | Schéma skladby

- 1 Foliová krytina
- 2, 3 Tužené desky z minerálních vláken
($\phi = 200 + 100 \text{ kgm}^{-3}$)
- 2+, 3+ Tužené desky z minerálních vláken
($\phi = 200 + 115 \text{ kgm}^{-3}$)
- 4 Speciální pevný modifikovaný
asfaltový pás
- 4+ Podkladní modifikovaný asfaltový pás
- 5 Trápězový plech
- 6 Nosná ocelová konstrukce
- 7 Podhled

Odpověď:

Nepříznivě vysokou vlhkost termoizolační vrstvy má dle sond v konstrukci střechy pouze spodní deska v úžlabním pruhu v celkové šíři do 2 m. Vlhkost v těchto místech dosahuje až 50 % hmotnosti (foto /31/). Termoizolační vrstvu bude třeba v této části střechy vyměnit. Na převážné ploše střechy se však termoizolační vrstva nachází ve vlhkostně vyhovujícím stavu. Hmotnostní vlhkost nepřesahuje 1–2 %. Původ defektů zčásti tkví v nesprávném návrhu skladby střechy – viz dále.

Otázka 4: Kvalita provedení parozábrany posuzovaná dle fotodokumentace z doby realizace?
Odpověď:

Asfaltové pásy jsou mezi vlnami trapézových plechů nad vzduchovou dutinou prohnuté, zčásti zdeformované a místy vzájemně v přesazích nespojené. Parotěsnou a vzduchotěsnou funkci budou v konstrukci plnit omezeně. Defekty tkví v použití nevhodného materiálu pokládaného navíc za nízkých teplot, kdy se pásy vzájemně obtížně lepením spojují.

Otázka 5: Vliv současného stavu provedení na budoucí životnost a provozně-technické vlastnosti střešní konstrukce?
Odpověď:

Bude-li v úžlabním pásu vyměněna tepelná izolace a úžlabí vyspádováno, bude střecha základní funkce plnit v rámci rizik vyplývajících z návrhu – viz dále. Lze předpokládat, že hydroizolační i termoizolační vlastnosti střechy budou zajištěny. Nejasný je vlhkostní režim střechy. Těžko se odhaduje, do jaké míry se nepříznivě projeví nespojitá parotěsná vrstva, zejména vlivem možné exfiltrace interiérového vzduchu do skladby střechy při případném přetlakovém větřání budovy. Problém se doporučuje řešit prodlouženou zárukou, během níž by byly

dopady tohoto možného jevu sledovány.

Otázka 6: Kvalita navrhované a vyprojektované konstrukce střechy (skladby, detaily)?
Odpověď:

Problémy realizované střechy v mnohém souvisí již s návrhem konstrukce. Návrh přehlíží mnohá užitečná doporučení ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení /2/ (ustanovení 5.4 až 5.6).

a/ problém parotěsné vrstvy, resp. pojistné vrstvy hydroizolační

Nevýhodou návrhu je, že parotěsná vrstva není zároveň řešena jako pojistná vrstva hydroizolační. Parotěsná vrstva má hydroizolační vlastnosti, ale nejsou využity. Vrstva není odvodněna, navíc v úžlabí nemá sklon. Úžlabí není spádováno. To vše ovlivňuje současnou vysokou vlhkost termoizolační vrstvy v oblasti úžlabí a může mít bez přeřešení konstrukce stejně nepříznivý vliv na skladbu i po opravě. S uvedeným souvisí i okolnost, že pod termoizolační vrstvou není drenážní vrstva. Použitá koncepce řadí skladbu mezi levná úsporná řešení s řadou rizik. V praxi se užívá ke škodě věci ve velkém rozsahu. Návrh parotěsné vrstvy také nerespektoval možný transport těžkých a objemných vzduchotechnických prvků a s tím spojený provoz na střeše. Pro spolehlivou funkci parotěsné vrstvy by bylo lepší, kdyby měla průběžnou pevnou podložku překlenující vlny trapézových plechů.

b/ problém termoizolační vrstvy

Tužené desky z minerálních vláken navržené k vytvoření termoizolační vrstvy mají sice hydrofobizovanou strukturu, ale jsou-li vystaveny kapalně vodě, jsou schopné jí pojmout poměrně značné množství. Tomu je nutno konstrukčně (sklonem podkladu, drenáží) i při realizaci zabránit (vhodné období roku, vhodné počasí, postup prací, ochranné



PORUCHY STAVEB

KUTNAR PROGRAM
hydro & termo izolace
a konstrukce staveb

OBJEKTY

bytové, občanské, sportovní,
kulturní, průmyslové, zemědělské,
inženýrské a dopravní

KONSTRUKCE

ploché střechy a terasy, střešní
zahrady, šikmé střechy a obytná
podkroví, obvodové pláště,
spodní stavba, základy, sanace
vlhkého zdiva, dodatečné tepelné
izolace, vlhké, mokré a horké
provozy, chladírny a mrazírny,
bazény, jímky, nádrže, trubní
rozvody, kolektory, mosty, tunely,
metro, skládky, speciální
konstrukce

DEFEKTY

průsaky vody, vlhnutí konstrukcí,
povrchové i vnitřní kondenzace,
destrukce materiálů a konstrukcí
vyvolané vodou, vlhkostí
a teplotními vlivy

POUČENÍ

tvorba strategie navrhování,
realizace, údržby, oprav
a rekonstrukcí spolehlivých
staveb od koncepce až po detail.

TECHNICKÁ POMOC

expertní a znalecké posudky vad,
poruch a havárií izolací staveb,
koncepce oprav.

EXPERTNÍ A ZNALECKÁ KANCELÁŘ
Doc. Ing. Zdeněk KUTNAR, CSc.
IZOLACE STAVEB

zpracovatel komplexu ČSN
a cechovních předpisů
o střeších a izolacích staveb

se sídlem na Stavební fakultě
a Fakultě architektury ČVUT Praha

160 00 Praha 6, Tháškova 7
tel./fax: 233 333 134
e-mail: kutnar@kutnar.cz
http://www.kutnar.cz
mobil: 603 884 984



plachty). Uvedené se v posuzovaném případě zčásti nepodařilo.

Poznámka:

Spodní deska v sondě S2 obsahuje 5 litrů vody v metru čtverečním, v jiných sondách jen 0,1 litru vody v m².

Tužené desky také trpí větším cyklickým zatěžováním, např. při pocházení s břemeny. Zdá se, že se pak stávají měkčími. Vůbec nesnesou velkou koncentraci zatížení, např. na posuzované střeše při montáži či výměně vzduchotechnických zařízení. Pak hrozí i perforace fóliové krytiny. Z výše

uvedeného lze pokládat jejich aplikaci na posuzované stavbě za méně vhodnou.

c/ problém krytiny

Volbu povlakové krytiny lze pokládat za správnou. Potvrzuje to i její současná bezvadná funkce, byť byla realizována v mimořádně špatném počasí. Je to také dobré vysvědčení pro realizační firmu.

d/ problém odvodnění střechy

Návrh úzkých hlubokých žlabů v kontaktu přístavby s původní budovou není nejvhodnější. Působil obtíže při realizaci a bude tomu tak i při údržbě a opravách. Žlaby vyžadují

časté čištění. V zimě budou zaplněny ledem a sněhem a ztratí funkci. Za vhodnější řešení lze pokládat užití úžlabí.

e/ problém umístění vzduchotechnických zařízení nad střechou

Umístění vzduchotechnických zařízení a tak rozsáhlých vzduchotechnických rozvodů nad střechou je krajně nevýhodné. Nevýhodnost je dána velkou četností podpor, obtížnou přístupností krytiny na čištění i opravy a nakonec i přímou expozicí povětrností těchto konstrukcí. V dané klimatické oblasti by bylo vhodnější umístit

vzduchotechnická zařízení
do technického podlaží, resp.
do meziplášťového prostoru
dvouplášťové střechy.

f/ problém detailů

Detaily střechy obsažené
v projektu mají pouze orientační
podobu a omezeným počtem
nepostihují problematiku
střechy.

DOPORUČENÁ NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

V některých směrech nevýhodnou
konceptu střechy lze jen těžko
napravit. Doporučuje se soustředit
se na jednodušší zákroky
odstraňující zjevné nedostatky
provedení, tzn. vyměnit tepelnou
izolaci v úžlabí a při té příležitosti
úžlabí vyspádovat. Ostatní
potencionální problémy řešit až
tehdy, pokud se projeví. Z toho
důvodu by měla být střecha
kvalifikovaně sledována.

ZÁVĚR

Uvedený příklad ukazuje, kolik
poučení lze nalézt i na poměrně
jednoduché střechě. Zejména si
je třeba uvědomit, že z hlediska
spolehlivosti střechy a pohody
uživatelů je výhodné střechu řešit
jako prioritu a ne jako druhořadou
konstrukci. A to se v daném
případě nestalo.

Také kvalita prací by měla být
věnována větší pozornost.

Příklad také ukazuje poučení
přístup a stoupající náročnost
investorské sféry. Nestrannou
kontrolu realizací vyžadují stále
častěji. Bylo by však zapotřebí, aby
probíhala již v průběhu prací. Také
včasná supervize projektových
řešení je užitečná.

<KUTNAR>

foto: Kutnar

Podklady:

- /1/ ČSN 73 1901 Navrhování
střech (1977)
- /2/ ČSN 73 1901 Navrhování
střech – Základní ustanovení
(1999)
- /3/ ČSN 73 3612 Klempířské
práce stavební. Práce



- související se zastřešením
(1960).
- /4/ ČSN 73 3610 Klempířské
práce stavební (1974)
- /5/ ČSN 73 3610 Klampiarske
práce stavebné (1988)
- /6/ ČSN 73 3610 Navrhování
klempířských konstrukcí
(2008)
- /7/ Kutnar, Z.: Revize
ČSN 73 3610 Klempířské
práce stavební.
DEKTIME 2007

- 27| Odběr kontrolní sondy S1
- 28| Suché vzorky
termoizolačních desek
v místě sondy S1
- 29| Oddělování různých
hmotných vrstev
termoizolačních desek
- 30| Tloušťka tepelné izolace
odpovídající projektu
- 31| Mokrý vzorky vyjmuté ze
sondy S2 u úžlabí