

ATELIER

**DEK**

**DEKPROJEKT s.r.o.**  
Zakázka číslo: 2020-026024-JuV

Odborný posudek

## **Odborné posouzení ploché jednoplášťové střechy a koncepční návrh opravy**

**Mateřská škola  
Lužní 2  
695 01 Hodonín**



**Vypracoval**

Ing. Vladimír Juráň

**Zpracováno v období**

Listopad 2020

**Verze dokumentu**

První vydání

## Obsah

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. VŠEOBECNĚ.....</b>   | <b>3</b>  |
| 1.1 Předmět.....   | 3         |
| 1.2 Úkol.....  | 3         |
| 1.3 Objednatel.....  | 3         |
| 1.4 Dodavatel.....   | 3         |
| 1.5 Vypracoval.....  | 3         |
| 1.6 Kontroloval.....   | 3         |
| 1.7 Zpracováno v období.....   | 3         |
| <b>2. NÁLEZ.....</b>   | <b>4</b>  |
| 2.1 Podklady.....  | 4         |
| 2.2 Místní šetření.....  | 4         |
| 2.3 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí.....                    | 4         |
| 2.4 Charakteristika problematiky.....                                      | 5         |
| 2.5 Popis konstrukcí plochých střech.....                                  | 5         |
| 2.5.1 Obecně.....  | 5         |
| 2.5.2 Skladby plochých střech.....   | 7         |
| 2.5.3 Hlavní hydroizolační vrstva z PVC-P fólie.....                       | 15        |
| 2.5.4 Ukončení hydroizolace na přilehlých konstrukcích.....                | 17        |
| 2.5.5 Atika.....   | 18        |
| 2.5.6 Prostupy.....  | 19        |
| 2.5.7 Vtoky.....   | 20        |
| <b>3. POSUDEK.....</b>   | <b>21</b> |
| 3.1 Tepelně-technické posouzení.....                                       | 21        |
| 3.1.1 Okrajové podmínky.....   | 21        |
| 3.1.2 Požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov.....      | 21        |
| 3.1.3 Vypočtené hodnoty.....   | 22        |
| 3.1.4 Vyhodnocení.....   | 22        |
| 3.2 Stavebně-technické posouzení zjištěného stavu střechy.....             | 22        |
| <b>4. NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....</b>   | <b>24</b> |
| 4.1 Obecně.....  | 24        |
| 4.2 Varianta I. - Komplexní oprava ploché střechy.....                     | 24        |
| 4.3 Varianta II. - oprava s ponecháním původní skladby ploché střechy..... | 26        |
| 4.4 Tepelně-technické posouzení navržených skladeb.....                    | 27        |
| 4.4.1 Vypočtené hodnoty.....   | 27        |
| 4.4.2 Vyhodnocení.....   | 27        |
| <b>5. ZÁVĚR.....</b>   | <b>28</b> |

**1. VŠEOBECNĚ**

- 1.1 Předmět** Mateřská škola  
Lužní 2  
695 01 Hodonín
- 1.2 Úkol** Odborné posouzení ploché jednoplášťové střechy a  
koncepční návrh opravy
- 1.3 Objednatel** **Město Hodonín**  
Masarykovo nám. 53/1  
695 01 Hodonín  
IČO: 00284891  
Kontaktní osoba:  
Jaroslav Malát  
tel: 724 070 876  
email:  
malat.jaroslav@muhodonin  
.cz
- 1.4 Dodavatel** **DEKPROJEKT s.r.o.**  
Tiskařská 10/257  
budova TTC  
108 00 Praha 10 - Malešice  
tel.: +420 234 054 284  
IČO: 27 64 24 11  
DIČ: CZ699000797  
bankovní spojení:  
35-7899980247/0100  
KB Praha 9  
Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským  
soudem v Praze oddíl C., vložka 120996
- 1.5 Vypracoval** Ing .Vladimír Juráň
- 1.6 Kontroloval** Ing. Pavel Štajnrt  
Ing. Marcela Šafářová  
Ing. Jan Tománek
- 1.7 Zpracováno v období** Listopad 2020

## 2. NÁLEZ

### 2.1 Podklady

- [1] Objednávka odborného posudku ze dne 13. 10. 2020 na základě nabídky č. D2020-044925.
- [2] Místní šetření objektu dne 28.10.2020
- [3] Fotodokumentace z místního šetření [2].
- [4] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- [5] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení (2000).
- [6] ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení (2000).
- [7] ČSN 73 1901 Navrhování střech – Základní ustanovení.
- [8] ČSN 73 3610 Navrhování klempířských konstrukcí.
- [9] Základní pravidla pro klempířské práce, vydal CKPT ČR.
- [10] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov.
- [11] Tepelně technické posouzení v programu Deksoft.
- [12] Zdroj obrázku obr /1/ www.mapy.cz c Seznam.cz, a.s.

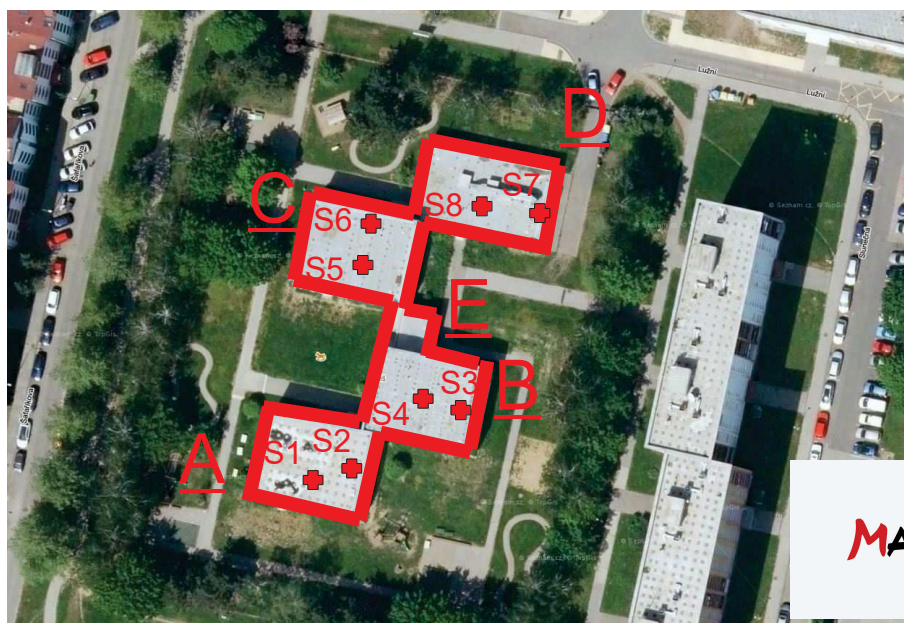
*U předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu zpracování posudku.*

### 2.2 Místní šetření

Průzkum předmětného objektu proběhl dne 28.10.2020. Během průzkumu byl zdokumentován zjištěný stav ploché střechy. Dále byly provedeny sondy do konstrukce plochých střech za účelem zjištění jejich skladeb a způsobu provedení jednotlivých vrstev. Z průzkumu byla pořízena fotodokumentace, jejíž část je vložena do tohoto posudku. Místní šetření provedl Ing. Vladimír Juráň.

### 2.3 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí

Jedná se o objekt mateřské školy, který se nachází v centru města Hodonín. Objekt je různorodého půdorysu a je členěn na čtyři pavilony. Ve třech pavilonech jsou jednotlivé třídy a k nim přidružené prostory a v jednom z pavilonů (D) je administrativní a technické zázemí. Jednotlivé objekty A-C mají dvě nadzemní podlaží a objekt D-E mají jedno nadzemní podlaží. Všechny budovy jsou zastřešené plochými střechami.



obr /1/Situace (červeně vyznačen prostor předmětných plochých střech a místa provedených sond. Písmeny označeny jednotlivé střechy)

## 2.4 Charakteristika problematiky

Objednatel uvedl, že dochází k zatékání do interiéru a požaduje provést posouzení příčin vzniku vlhkostních poruch s koncepčním návrhem opatření.

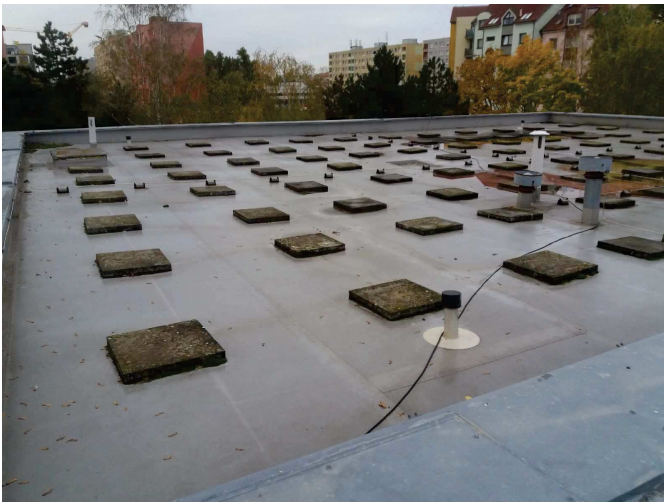
## 2.5 Popis konstrukcí plochých střech

### 2.5.1 Obecně

V rámci posudku jsou střechy rozděleny na části A-E. viz obr /1/.

Střecha nad mateřskou školkou je plochá jednoplášťová. Historicky bylo hlavní hydroizolační vrstvou asfaltové souvrství. Střecha prošla obnovou a povrch byl doplněn o novou hlavní hydroizolační vrstvu z PVC-P fólie. U střecha B,C,D byla tato fólie provedena s nakaširovanou geotextílií přímo na asfaltové souvrství. U střechy A bylo provedeno dodatečné zateplení pomocí EPS a provedena PVC-P fólie s netkanou geotextílií.

Jednotlivé atiky střech jsou opatřeny klempířským oplechováním. Ploché střechy jsou odvodněny do střešních vpustí, které jsou dále napojeny na svislé svody. Nad roviny střech vystupují větrací hlavice, výtahová šachta, rozvody vzduchotechniky a střešní výlezy.



foto/1/ Pohled na střechu A



foto/2/ Pohled na střechu B

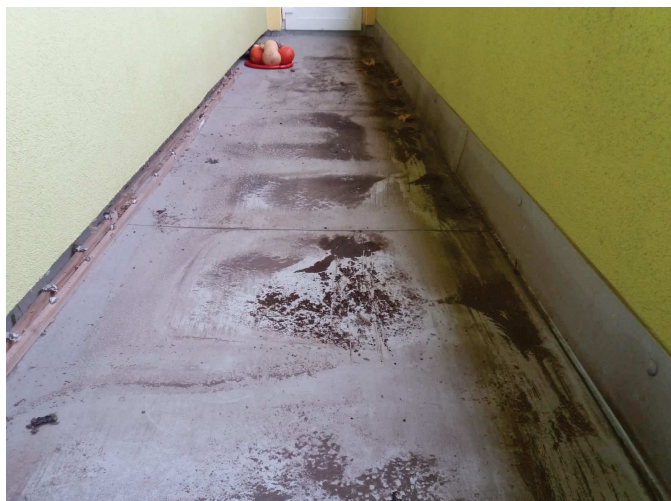




foto/3/ Pohled na střeche C



foto/4/ Pohled na střeche D



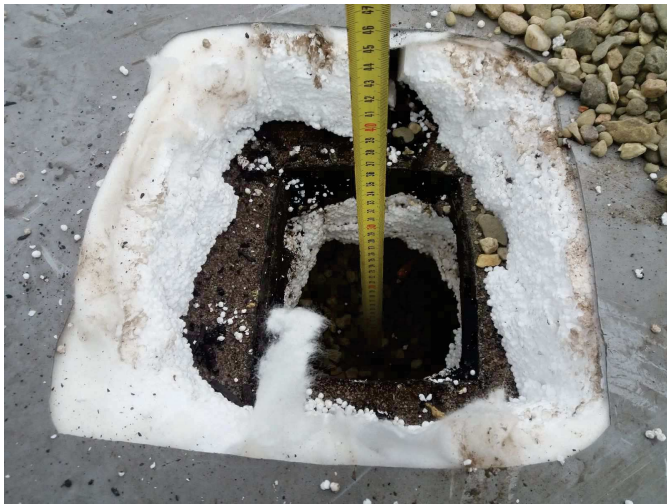
foto/5/ Pohled na střeche E



foto/6/ Pohled na střeche E

## 2.5.2 Skladby plochých střech

## Sonda S1 na střeše A poblíž vtoku



foto/7/ Pohled na sondu S1



foto/8/ Pohled na zapravenou sondu S1

Provedenou sondou S1 byla zjištěna skladba střechy.

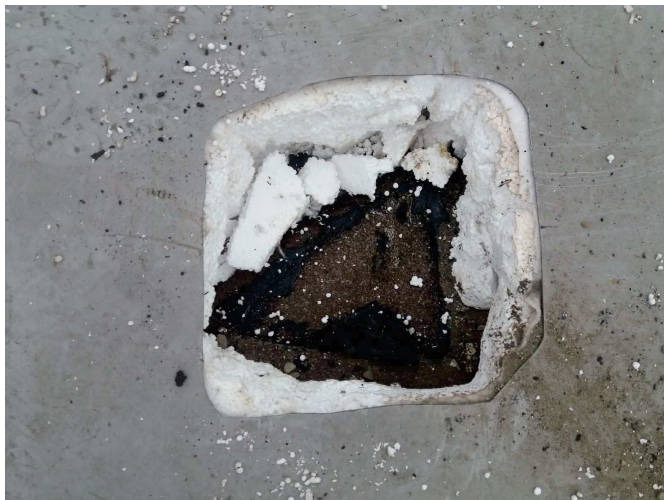
| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev                                    |
|--|---------------|--|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou   | 1,5           | -  |
| Netkaná separační geotextílie  | -             | Suchá  |
| Desky z EPS  | 80            | Suché  |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- modifikovaný pás s břidličnatým posypem<br>- oxidovaný pás s PES rohoží<br>- oxidovaný pás s břidličnatým posypem<br>- 4x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 28            | Horní dva pásy nesoudržné se zbylým souvrstvím |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách   | 50+30         | Suché  |
| Spádová vrstva ze štěrkopísku  | 80            | Suchá  |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                               |

tab /1/ Skladba střechy A v místě sondy S1

## Sonda S2 na střeše A poblíž atiky



foto/9/ Pohled na sondu S2



foto/10/ Pohled na zapravení asfaltového souvrství v místě sondy S2

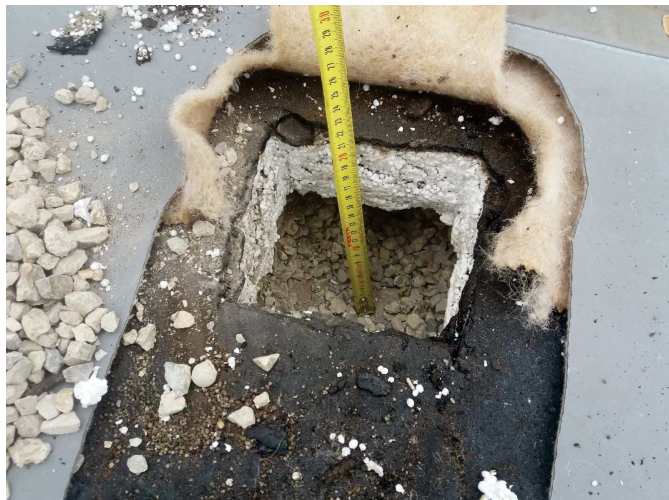
Provedenou sondou S2 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev                                    |
|--|---------------|--|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou   | 1,5           | -  |
| Netkaná separační geotextílie  | -             | Suchá  |
| Desky z EPS  | 80            | Suché  |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- modifikovaný pás s břidličnatým posypem<br>- oxidovaný pás s PES rohoží<br>- oxidovaný pás s břidličnatým posypem<br>- 4x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 28            | Horní dva pásy nesoudržné se zbylým souvrstvím |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách   | 50+30         | Suché  |
| Spádová vrstva ze štěrkopísku  | 140           | Suchá  |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                               |

tab /2/ Skladba střechy A v místě sondy S2



## Sonda S3 na střeše B poblíž atiky



foto/11/ Pohled na sondu S3



foto/12/ Pohled na zapravenou sondu S3

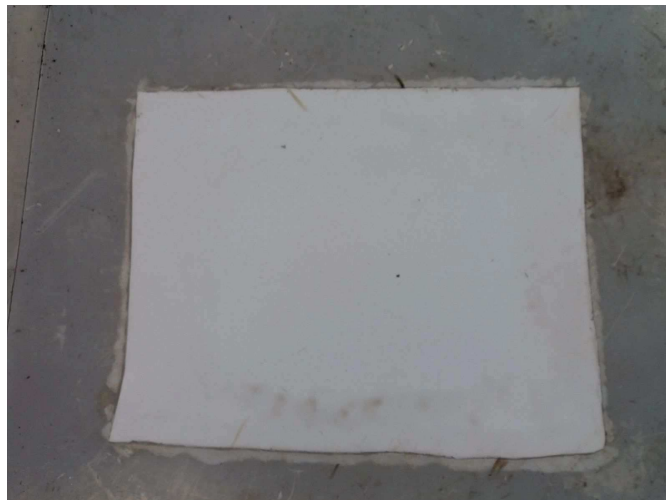
Provedenou sondou S3 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva  | Tloušťka [mm] | Stav vrstev  |
|---|---------------|--|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou s nakaširovanou geotextilií  | 1,5           | Na spodní povrchu vlhká, v ploše degradovaná                             |
| Netkaná separační geotextilie (pouze v místě atiky)   | -             | Vlhká  |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- modifikovaný pás pouze v místě napojení plochy na atiku<br>- oxidovaný pás s břídlíčnatým posypem a s PES rohoží<br>- 2x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 14            | Horní pás nesoudržný, zbylé mezi sebou soudržné, na horním povrchu vlhké |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách  | 50+30         | Suché  |
| Spádová vrstva z drceného kameniva  | 110           | Suchá  |
| Železobetonová stropní konstrukce   | Nezjišťováno  | Na povrchu suché   |

tab /3/ Skladba střechy B v místě sondy S3

**Sonda S4 na střeše B poblíž vtoku**

foto/13/ Pohled na sondu S4



foto/14/ Pohled na zapravenou sondu S4

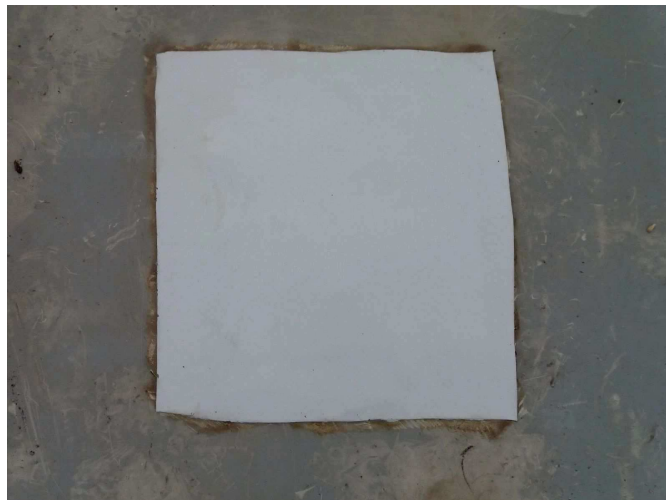
Provedenou sondou S4 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev                                       |
|--|---------------|---|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou s nakaširovanou geotextilií   | 1,5           | Na spodní povrchu vlhká, v ploše degradovaná      |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- oxidovaný pás s břidličnatým posypem a s PES rohoží<br>- 2x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 10            | Pásy mezi sebou soudržné, na horním povrchu vlhké |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách   | 50+30         | Suché   |
| Spádová vrstva z drčeného kameniva   | 70            | Suchá   |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                                  |

tab /4/ Skladba střechy B v místě sondy S4

**Sonda S5 na střeše C poblíž vtoku**

foto/15/ Pohled na sondu S5



foto/16/ Pohled na zapravenou sondu S5

Provedenou sondou S5 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev  |
|--|---------------|--|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou s nakaširovanou geotextilií   | 1,5           | V ploše degradovaná                                  |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- modifikovaný pás se skleněnou rohoží<br>- oxidovaný pás s břidličnatým posypem a s PES rohoží<br>- 2x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 14            | Pásy mezi sebou soudržné,<br>na horním povrchu vlhké |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách (horní tzv. Polsid)   | 50+30         | Suché  |
| Spádová vrstva z říčního kameniva  | 80            | Suchá  |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                                     |

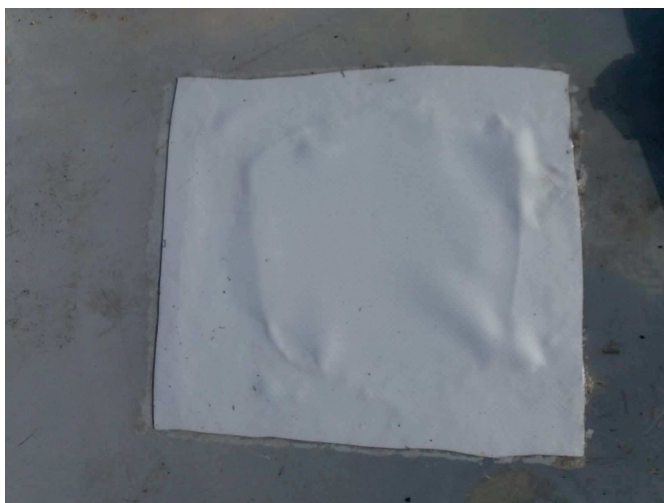
tab /5/ Skladba střechy C v místě sondy S5



## Sonda S6 na střeše C poblíž atiky



foto/17/ Pohled na sondu S6



foto/18/ Pohled na zapravenou sondu S6

Provedenou sondou S6 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev  |
|--|---------------|--|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou s nakaširovanou geotextílií   | 1,5           | V ploše degradovaná                                  |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- modifikovaný pás se skleněnou rohoží<br>- oxidovaný pás s břidličnatým posypem a s PES rohoží<br>- 2x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 14            | Pásy mezi sebou soudržné,<br>na horním povrchu vlhké |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách (horní tzv. Polsid)   | 50+30         | Suché  |
| Spádová vrstva z říčního kameniva  | 140           | Suchá  |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                                     |

tab /6/ Skladba střechy C v místě sondy S6



## Sonda S7 na střeše D poblíž atiky



foto/19/ Pohled na sondu S7



foto/20/ Pohled na zapravenou sondu S7

Provedenou sondou S7 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev   |
|--|---------------|---|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou   | 1,5           | V ploše degradovaná                                   |
| Netkaná separační geotextílie  | -             | Suchá   |
| Modifikovaný asfaltový pás s jemnozrným posypem  | 4             | Suchý   |
| Jemný žlutý písek  | 10            | Suchý   |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- oxidovaný pás s břídlíčnatým posypem a s PES rohoží<br>- 2x oxidovaný pás s nasávkovou vložkou | 9             | Pásky mezi sebou soudržné,<br>na horním povrchu vlhké |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách   | 50+30         | Suché   |
| Spádová vrstva z drceného kameniva   | 185           | Suchá   |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                                      |

tab /7/ Skladba střechy D v místě sondy S7

## Sonda S8 na střeše D poblíž vtoku



foto/21/ Pohled na sondu S8

Provedenou sondou S8 byla zjištěna skladba střechy.

| Vrstva   | Tloušťka [mm] | Stav vrstev  |
|--|---------------|--|
| PVC-P fólie s nosnou skleněnou vložkou s nakaširovanou geotextílií   | 1,5           | V ploše degradovaná, na spodním povrchu mokrá      |
| Souvrství asfaltových pásů<br>- modifikovaný pás s břídlíčnatým posypem a skleněnou tkaninou<br>- oxidovaný pás s PES rohoží<br>- 3x oxidovaný pás s nasákovou vložkou | 16            | Pásky mezi sebou soudržné, na horním povrchu mokré |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách   | 50+30         | Suché  |
| Spádová vrstva z drceného kameniva   | 70            | Suchá  |
| Železobetonová stropní konstrukce  | Nezjišťováno  | Na povrchu suché                                   |

tab /8/ Skladba střechy D v místě sondy S8

### 2.5.3 Hlavní hydroizolační vrstva z PVC-P fólie

Hlavní hydroizolační vrstvu posuzované ploché střechy tvoří PVC-P fólie, která na většině plochy je tvořena fólií určenou pro přitížení.

Na střeše B,C,D je provedena pomocí fólie s nakaširovanou geotextilií, která je umístěna přímo na asfaltovém souvrství. Na těchto střechách je zjevná známka degradace povrchu fólie a je viditelná nosná tkanina. Na střeše C byly nalezeny v ploše fólie praskliny.

Na střeše B,C,D byla na mnoha místech utržena koutová lišta u atiky. U střechy D byla fólie značně zvlněna.

Kotvení střech A,B,C bylo nahrazeno přitížením pomocí betonových dlaždic. Kotvení střechy A bylo doplněno pomocí kotev ve spojích pásů fólie. Kotvy jsou po 300 mm a jsou kotveny do asfaltového souvrství. Kotvení koutových lišt bylo provedeno přibližně po 280 mm.

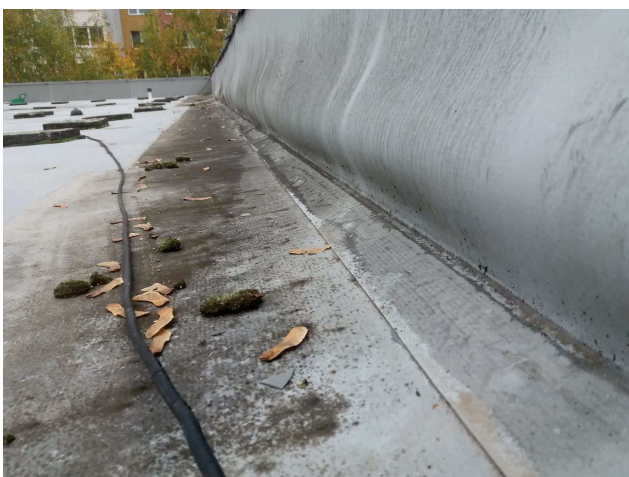
Na povrchu byla nalezena stojící voda, které bylo díky nedostatečnému spádu hydroizolace znemožněno odtékat. Na střeše A dosahovala hloubka kaluže 50 mm. V těchto místech se drží nečistoty a byl zde nalezen trs rákosí.



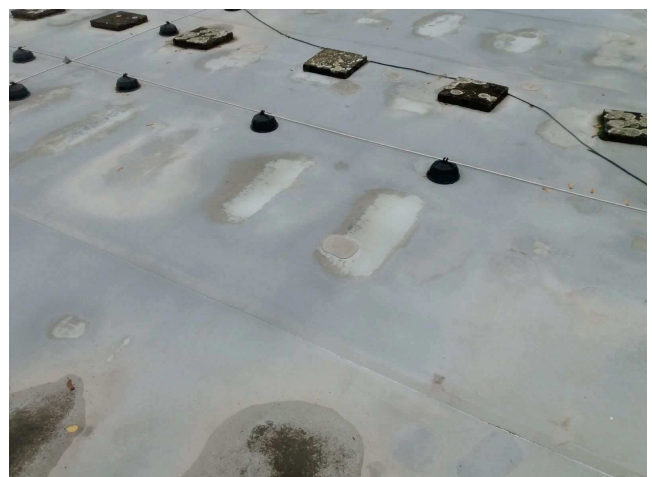
foto/22/ Pohled na stojící vodu výšky 50 mm s nečistotami a počáteční růst rákosí u střechy A



foto/23/ Pohled na nahromaděné nečistoty a růst mechů na povrchu fólie u střechy A



foto/24/ Pohled na zvlnění a napojení fólie v místě atiky u střechy B

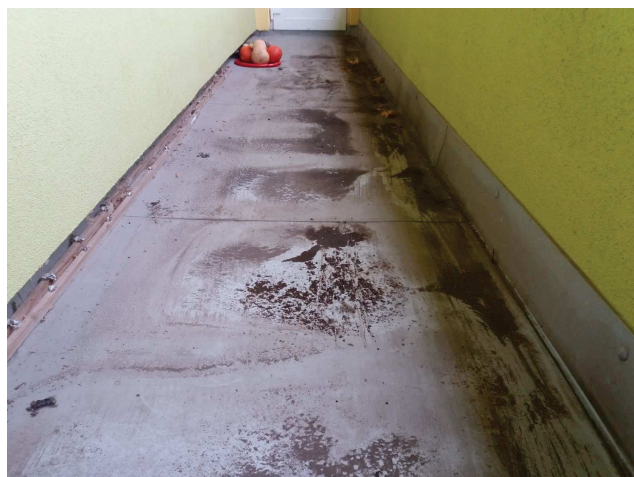


foto/25/ Pohled na degradovanou fólii a již prostupující nosnou vložku u střechy B

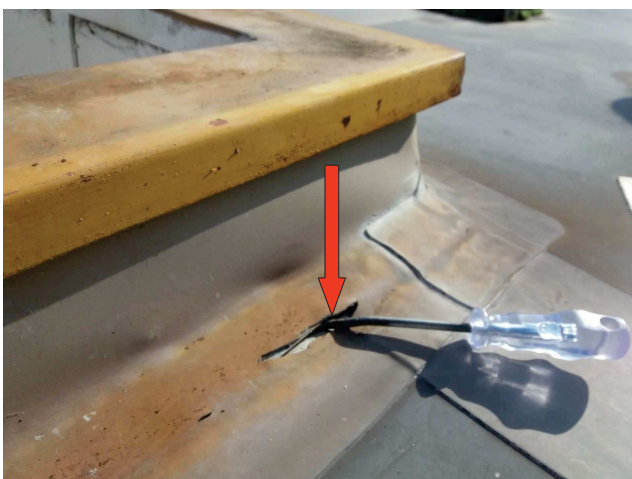




foto/26/ Pohled na netěsnosti u střechy B



foto/27/ Pohled na stopy po stojící vodě u střechy E



foto/28/ Pohled na netěsnosti u střešního výlezu u střechy C



foto/29/ Pohled degradaci fólie u střechy C



foto/30/ Pohled zvlněnou fólii u střechy D

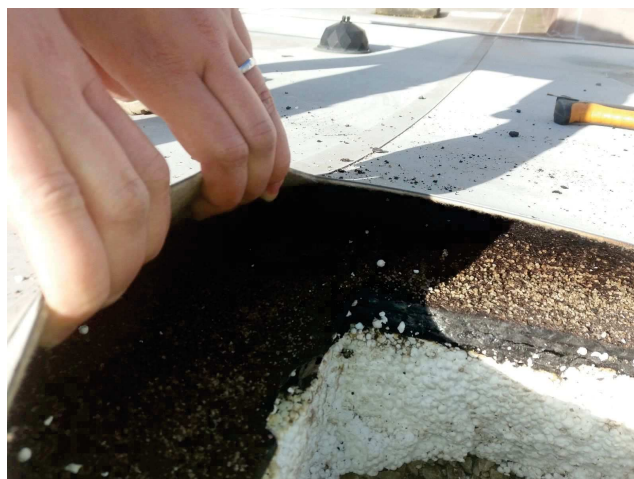


foto/31/ Pohled na degradovanou fólii u střechy D





foto/32/ Vnitřní pohled na koutovou lištu u napojení plochy na atiku a střechy D



foto/33/ Pohled na nekotvenou fólii v ploše

#### 2.5.4 Ukončení hydroizolace na přilehlých konstrukcích

Na střeše A-D je hydroizolační PVC-P fólie ukončena vždy na poplastovaný rohový profil, který je umístěn pod oplechováním atiky.

U střechy E je ukončení na obvodovou zeď a zděné zábradlí pomocí stěnové lišty, která je u obvodové stěny doplněna pomocí PU tmele. Ukončení v místě balkónových dveří je pomocí poplastované koutové lišty



foto/34/ Pohled na ukončení fólie a netěsnost na koruně atiky u střechy B



foto/35/ Pohled ukončení fólie na obvodovou stěnu u střechy E



foto/36/ Pohled na ukončení fólie na koutové liště a její netěsnost v místě balkonových dveří u střechy E



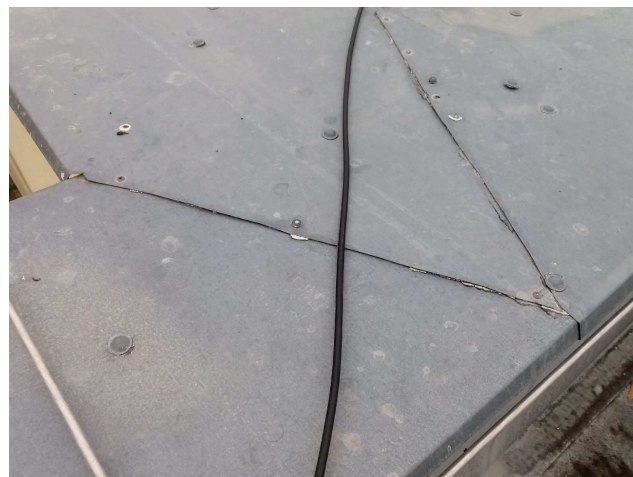
foto/37/ Pohled na ukončení fólie na stěnové liště a její netěsnost na zděném zábradlí u střechy E

### 2.5.5 Atika

Oplechování atiky bylo místo provedeno bez spádu. Kotvení atiky je provedeno mechanicky pomocí nýtů po přibližně 800 mm. V některých místech je provedeno napojení plechů překrytím a spojení pomocí nýtů. U střechy E je koruna atiky doplněna o zábradlí.

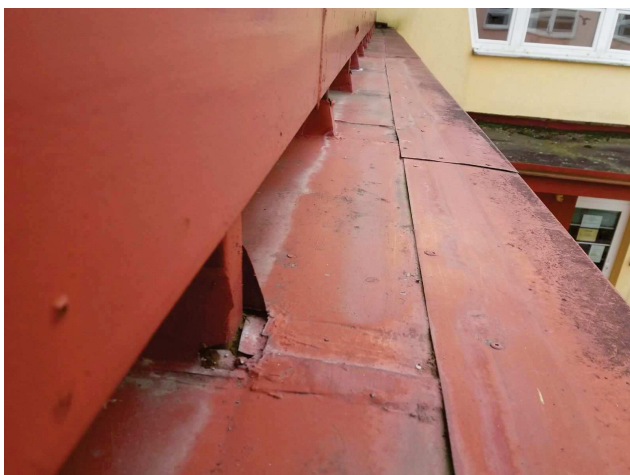


foto/38/ Pohled na oplechování atiky a stopy po stojící vodě u střecha A



foto/39/ Pohled na spojení a kotvení jednotlivých plechů u střechy B





foto/40/ Pohled na oplechování atiky u střechy E



foto/41/ Pohled na oplechování v místě kotvení zábradlí u střechy E

### 2.5.6 Prostupy

Prostupy jsou ve většině případů opatřeny systémovými PVC-P tvarovkami, které jsou nataveny na hlavní hydroizolační vrstvu a na samotném prostupujícím prvku jsou napojeny pomocí tmele. V místech napojení tvarovek byly nalezeny netěsnosti. Některé prostupy nebyly opatřeny krycími stříškami proti dešťovým srážkám. Potrubí vedeno v místě vzduchotechniky není těsně napojeno na hlavní hydroizolační vrstvu. Ochranný tubus prostupujícího potrubí je ve značné fázi rozkladu.



foto/42/ Pohled na provedení spoje pomocí tmele



foto/43/ Pohled na kruhové prostupy



foto/44/ Pohled na vstup u vzduchotechniky

foto/45/ Pohled na netěsnost u napojení PVC-P tvarovky  
hlavní hydroizolační vrstvu

### 2.5.7 Vtoky

Většina vtoků nebyla kotvena, umístění samotných vtoků často nebylo nejnižším místem střešních rovin. Některé vtoky nebyly opatřeny ochranným košem proti nečistotám.



foto/46/ Pohled na vtok u střechy A



foto/47/ Pohled na vtok u střechy B



### 3. POSUDEK

#### 3.1 Tepelně-technické posouzení

##### 3.1.1 Okrajové podmínky

###### Parametry interiéru:

|                |   |                  |
|----------------|---|------------------|
| Mateřská škola | Návrhová vnitřní teplota:                             | 22 °C            |
|                | Návrhová teplota vnitřního vzduchu:                   | 23 °C *          |
|                | Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru:       | 50 % **          |
|                | Průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu: | 4.třída vlhkosti |
| Kanceláře      | Návrhová vnitřní teplota:                             | 20 °C            |
|                | Návrhová teplota vnitřního vzduchu:                   | 21 °C *          |
|                | Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru:       | 50 % **          |
|                | Průměrná měsíční relativní vlhkost vnitřního vzduchu: | 3.třída vlhkosti |

Pozn.:

\* Návrhová teplota včetně teplotní přírážky na vyrovnání rozdílu mezi teplotou vnitřního vzduchu a průměrnou teplotou okolních ploch.

\*\* K návrhové relativní vlhkosti vnitřního vzduchu je ve výpočtech připočtena bezpečnostní vlhkostní přírážka 5 % dle ČSN EN ISO 13 788.

###### Parametry exteriéru pro oblast Hodonín (162 m n.m.):

|  |        |
|--|--------|
| Návrhová teplota vnějšího vzduchu:           | -15 °C |
| Návrhová relativní vlhkost vnějšího vzduchu: | 84 %   |

##### 3.1.2 Požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov

| Hodnocený parametr konstrukce   | Hodnota požadovaná | Hodnota doporučená |
|---|--------------------|--------------------|
| Součinitel prostupu tepla $U_N$ [ $W/(m^2 \cdot K)$ ] – pro plochou střechu a šikmou střechu do 45° sklonu  | 0,24               | 0,16               |
| Množství zkondenzované vodní páry $M_c$ ve skladbě [ $kg/(m^2 \cdot a)$ ]   | ≤ 0,1              |                    |
| Množství zkondenzované vodní páry $M_c$ v materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost > 100 kg/m <sup>3</sup> [% plošné hmotnosti materiálu]                       | ≤ 3                |                    |
| Množství zkondenzované vodní páry $M_c$ v materiálu, ve kterém dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost ≤ 100 kg/m <sup>3</sup> [% plošné hmotnosti materiálu]                       | ≤ 6                |                    |
| Vnitřní povrchová teplota – požadovaná hodnota faktoru vnitřního povrchu při navrhovaných okrajových podmínkách, vyloučení rizika růstu plísní [-] (požadovaná nejnižší povrchová teplota [°C]) | 0,764 (14,5)       |                    |
| Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev}$ [ $kg/(m^2 \cdot a)$ ]  | aktivní            |                    |

## 3.1.3 Vypočtené hodnoty

| Skladba  | Součinitel<br>prostupu<br>tepla $U$<br>[W/(m <sup>2</sup> .K)] | Množství<br>zkondenzované<br>vodní páry $M_c$<br>[kg/(m <sup>2</sup> .a)] | Celoroční<br>bilance<br>vlhkosti | Posouzení povrchové teploty konstrukce<br>– teplotní faktor $f_{Rsi}$ [-] (nejnižší povrchová<br>teplota $\theta_{si}$ [°C]) | Hodnocení |
|--|--|---|----------------------------------|--|-----------|
|  |  |   |                                  | Riziko růstu plísní při návrhových<br>okrajových podmínkách  |           |
| Střecha A  | 0,223 +  | 0,018 +   | aktivní +                        | 0,946 (21,1) +   | +         |
| Střecha B,C  | 0,400 !  | 0,189 !   | pasivní !                        | 0,906 (19,6) +   | !         |
| Střecha D  | 0,400 !  | 0,114 !   | pasivní !                        | 0,906 (17,8) +   | !         |
| + ... Vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 (2011)                       |  |   |                                  |  |           |
| x ... Vyhovuje doporučeným hodnotám ČSN 73 0540-2 (2011)             |  |   |                                  |  |           |
| ! ... Nevhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 (2011)                      |  |   |                                  |  |           |
| * ... Hodnota vyjadřuje vypočtený roční přírůstek zkondenzované vody |  |   |                                  |  |           |

## 3.1.4 Vyhodnocení

Skladba plochých střech B,C,D nesplňuje požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540-2. V konstrukci střech výpočtově dochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku, která se však v průběhu roku u střechy A vypaří a u střech B,C,D se ani v průběhu roku nevypaří.

## 3.2 Stavebně-technické posouzení zjištěného stavu střechy

Konstrukce plochých střech vykazuje konstrukční vady a rizikové detaily, není provedena v souladu s obecnými principy a doporučeními normy ČSN 73 1901. Dle normy ČSN 73 1901 plochá střecha musí zabraňovat vnikání vody do konstrukcí staveb. Na základě zjištěné skladby, netěsností v detailech a značné degradaci hlavní hydroizolace lze konstatovat, že střecha neplní dostatečně hydroizolační funkci, dochází k zatékání do skladby střechy a dále do interiéru. Trvanlivost materiálu ve střeše je vlivem vlhkosti značně snížena.

Hlavní hydroizolační vrstva vykazuje degradaci materiálu (viditelná výztužná vložka, lokální barevné změny fólie). Jako hlavní hydroizolační vrstva na střechách B,C,D byla použita fólie z PVC-P fólie s nakaširovanou geotextílií. Fólie je určena pro střechy s přetížením. Tato fólie má menší odolnost proti UV záření a v důsledku nezakrytí v celé ploše dochází k její degradaci. V ploše se projevují netěsnosti a dochází k úbytku krycí vrstvy až na nosnou tkaninu. Samotná fólie je křehká a v ploše jsou praskliny.

Hydroizolační vrstva z PVC-P fólie není v ploše ani u detailů dostatečně kotvena. Kotvení bylo do nahrazeno přetížením betonovými dlaždicemi, které však není dostatečné a vlivem smrštění fólie došlo k utržení poplastovaných koutových profilů u atiky po obvodu střech. V některých případech je kotvení zdeformované natolik, že dochází k poškození fólie uvolněnými prvky. V místě sondy S7 (střecha D) bylo zjištěno, že poplastovaná koutová lišta není kotvena vůbec. U Střechy A,B,C bylo zjištěno, že kotvení koutové lišty je po 280mm. Toto kotvení nebylo provedeno dostatečně únosnými kotevními prvky a koutové lišty jsou po obvodě vytrženy. Kotvení PVC-P fólie je v ploše u střechy A je provedeno ve spojích pomocí kotev po 300mm, které jsou uchyceny do asfaltového souvrství. Toto asfaltové souvrství není kotveno.

Zvlnění hydroizolace brání plynulému odtoku vody ze střechy. Na střeše vznikají louže. Voda

zadržována na střeše působí na hydroizolaci mírným hydrostatickým tlakem a hrozí rychlejší degradace folie. Zvyšuje se také riziko zatečení srážkové vody netěsnými spoji. Dále se v těchto místech usazují nečistoty, které způsobují degradaci hydroizolační vrstvy.

V hydroizolační vrstvě bylo při průzkumu nalezeno **velké množství netěsností** a nedovařených spojů PVC-P fólií, kde může docházet k zatékání dešťových srážek do konstrukce střechy.

Těleso vtoků není kotveno a dochází k jeho vybočení. Většina vtoků není opatřena ochranným košem.

#### **Některé detaily byly utěsněny pomocí tmelu.**

Toto je v rozporu s doporučením normy ČSN 73 1901. Při degradaci tmelu vlivem UV zářením mohou vznikat netěsnosti, kterými bude docházet k pronikání dešťových srážek do konstrukce střechy. Pro utěsnění prostupujících konstrukcí nebyly použity systémové nerezové stahovací objímky pro toto určené

Srážková voda, která se dostane pod hlavní hydroizolaci z PVC-P fólie, se dostává na asfaltové souvrství, které je ve spádu. Voda stéká po asfaltovém souvrství ke vtoku. Lze předpokládat, že vtok není systémový a není řešen jako dvoustupňový. Voda protéká kolem stávajícího potrubí voda a může se projevat v interiéru.

**Ve skladbách plochých střech není realizovaná parotěsnicí vrstva.** Absence parotěsnicí vrstvy má za následek zvýšené pronikání vodních par do kritických detailů střechy, kde pak dále kondenzují na chladném povrchu difuzně méně propustných materiálech (PVC-P fólie apod.).

U oplechování zábradlí nebyla dodržena maximální délka jednotlivých mechanicky kotvených prvků, což neumožňuje dilataci. Dle normy ČSN 73 3610 lze připevnit přímo kotvením k podkladu, pokud jsou tvořeny klempířskými prvky délky nejvíce 2 m vzájemně spojenými dilatačně.

Oplechování koruny atiky není provedeno v dostatečném sklonu k rovině střechy. Toto je v rozporu s normou ČSN 73 1901, kdy krytí koruny atiky má mít alespoň 5%. Dochází k zadržování vody na koruně atiky, což může vést k zatékání srážkové vody skrz spoje jednotlivých segmentů plechů a k rychlejší degradaci materiálu.

Na koruně zděného zábradlí je namontováno zábradlí, které je kotveno pomocí čtvercových profilů do zděné části. Tento prostup v místě oplechování není nijak utěsněn.

Zatékání srážkové vody do skladby střechy způsobuje degradaci stávajících vrstev. Zatékání srážkové vody se dále projevuje v interiéru a způsobuje degradaci povrchových vrstev stěn.

## 4. NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

### 4.1 Obecně

**Vzhledem ke zjištěnému stavu považujeme za dlouhodobě spolehlivé a funkční řešení pouze provedení komplexní opravy plochých střech.**

Pro odstranění všech příčin vzniku vlhkostních poruch je nezbytné uvést střechu včetně jejích detailů do stavu odpovídajícího platným technickým normám, který zajistí její spolehlivou funkci na požadovanou dobu životnosti.

Před prováděním nápravných opatření doporučujeme vypracování prováděcí projektové dokumentace.

V rámci projektové dokumentace je nutné řešit požárně bezpečnostní řešení ploché střechy.

**Pro ověření vhodnosti podkladu k mechanickému kotvení a volbě vhodného kotevního systému je nutné před realizací a vlastní objednávkou kotevních šroubů provést odborně způsobilou firmou výtažné zkoušky v souladu s ETAG 006. Doporučujeme provedení prohlídky a výběru vhodného typu kotevních prvků jejich výrobcem včetně garance za jejich možné použití.**

**Při odstranění současných vrstev střešní konstrukce dojde ke snížení statického zatížení střechy. Toto snížení se může v interiéru projevit vznikem trhlin v místě oken, vnitřních přiček apod.**

Důležité je správné provedení všech konstrukčních detailů z tepelně-technického hlediska (posouzení minimální povrchové teploty v detailech). Pro vyloučení tepelných mostů a dosažení celistvosti a kompaktnosti tepelněizolační obálky nelze vyloučit nutnost zateplení navazujících konstrukcí (v závislosti na posouzení kritických detailů na minimální povrchové teploty).

**Při navýšení tloušťky střešního pláště vlivem dodatečného zateplení dojde k navýšení úrovní stávajících vtoků, světlíků a dalších konstrukcí.**

Realizaci je potřeba provádět dle technologických předpisů dodavatele jednotlivých materiálů, včetně systémového řešení všech detailů.

### 4.2 Varianta I. - Komplexní oprava ploché střechy

Podle vyhlášky 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby vznikne komplexní opravou střechy požadavek na účinnější tepelně izolační vrstvu. Komplexní oprava zahrnuje demontáž stávajících vrstev až na nosnou konstrukci, s opětovným zateplením a s obnovením hydroizolační funkce střechy. Budou splněny normové požadavky na součinitel prostupu tepla a dále na vlhkostní chování konstrukce se zadanými normovými parametry.

Na ploché střeše se počítá jen s pohybem osob za účelem údržbových prací. Stabilizace nově přidaných vrstev na ploché střeše bude provedena pomocí mechanického kotvení. Stávající skladba bude demontována na všech střeších od PVC-P fólie až po nosnou konstrukci včetně oplechování přílehlajících konstrukcí. V rámci prací doporučujeme po obnažení stropní konstrukce prohlídku střechy statikem, jelikož není moc známa původní kvalita provedení objektu. Případné nerovnosti železobetonové stropní konstrukce budou vyrovnány pomocí cementového potěru. Na napenetrovaný podklad bude bodově nataven SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z hliníkové fólie popř. ze skleněné tkaniny (dle alternativ níže). Dále bude provedeno zateplení a vyspádování pomocí spádových klínů z expandovaného polystyrenu (v místě požárně nebezpečných prostor budou použity minerální vlákna) a dodání tepelné izolace v požadované tloušťky např. EPS. Poté budou realizovány hydroizolační vrstvy dle výběru objednatele (viz alternativy níže).



Hlavní hydroizolační vrstva střech může být volena mezi asfaltovými pásy, PVC-P fólií a TPO fólií. V tabulce níže je popsána varianta pouze s PVC-P fólií. Při výběru hlavní hydroizolační vrstvy z PVC-P fólie může být asfaltový pás s hliníkovou vložkou nahrazen asfaltovým pásem se skleněnou tkaninou např. (GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL)

Tabulka 9 – Varianta I. - navržená skladba střechy (od exteriéru)

| Vrstva  | Tloušťka [mm] |                  |
|---|---------------|------------------|
| Svařitelná fólie z měkčeného PVC, vložkou z polyesterové tkaniny, pro stabilizaci mechanickým kotvením (např. DEKPLAN 76)   | 1,5           | Nové vrstvy      |
| Netkaná textilie z polypropylenových vláken o plošné hmotnosti 300 g.m-2, jednostranně tavená (např. FILTEK 300)  | -             |                  |
| Desky a spádové klíny z pěnového polystyrenu. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci 100 kPa. Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti 0,037 W.m-1.K-1 (např.: EPS 100)  | Ø 260         |                  |
| Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu, vložkou z hliníkové fólie kaširované skleněnými vlákny o plošné hmotnosti 60 g.m-2, na povrchu se separačním posypem. Pás splňuje podmínky SVAP dle ČSN 73 0605-1. Odolnost proti stékání 70 °C. Ohebnost za nízkých teplot -15 °C. Faktor difuzního odporu 370 000 (±20 000). Součinitel difúze radonu 9,2.10-13 m2.s-1. (např. GLASTEK AL 40 MINERAL) | 4             |                  |
| Asfaltová penetrační emulze bez obsahu rozpouštědel (např. DEKPRIMER)   | -             |                  |
| Železobetonová deska – vyrovnání povrchu  | -             | Stávající vrstvy |

tab /9/ Skladba komplexní opravy ploché střechy

**Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené skladby činí 1250,- Kč/m2 bez DPH (bez demontáže a likvidace materiálu). Přesná cena bude stanovena na základě projektové dokumentace a položkového rozpočtu.\*\***

\*\* Uvedené ceny, jsou ceny za m2 navržené skladby, cena slouží pro porovnání jednotlivých variant (nelze předpokládat, že vynásobením plochy střechy a orientační ceny lze získat hrubý rozpočet). Cenu je nutné stanovit na základě projektové dokumentace a položkového rozpočtu. Upozorňujeme, že cenu budou ovlivňovat aspekty jako členitost střechy, množství opracovaných detailů, množství oplechování, požadavky BOZP, protipožární opatření, statické opatření a další.

### 4.3 Varianta II. - oprava s ponecháním původní skladby ploché střechy

Skladba plochých střech bude odstraněna až na stávající souvrství z asfaltových pásů. Skladba asfaltového souvrství bude v nové skladbě tvořit parozábranu a současně bude při realizaci plnit funkci provizorní hydroizolace. Povrch stávajícího asfaltového pásu bude očištěn a vysušen. Boule, vrásky a nerovnosti budou prořezány a přetaveny přířezem asfaltového pásu s nenasákavou vložkou. Pomocí asfaltových pásů z nenasákavou vložkou budou vyrovnány i prohlubně pro zajištění plynulého odtoku vody. Na napenetrovaný povrch bude provedena nová parozábrana z SBS modifikovaného asfaltového pásu s vložkou ze skleněné tkaniny, která bude celoplošně natavena. Toto nově vzniklé souvrství bude mechanicky kotveno do nosné konstrukce střechy pomocí kotvení přes sypké násypy. Kotvy budou následně opatřeny přířezy asfaltových pásů, nebo bude provedeno další celoplošné natavení asfaltového pásu. Na nový asfaltový pás budou položeny desky a spádové klíny tepelné izolace z EPS, které navýší stávající spád střešních rovin o 2%. Následně bude provedena nová střešní krytina ze souvrství asfaltových pásů. Celá nově přidaná skladba bude lepena k podkladu PU lepidlem pro střešní konstrukce. V místě požárně nebezpečných prostor bude na souvrství asfaltových pásů realizována separační netkaná geotextilie a prané říční kamenivo frakce 16-32 v min. tloušťce 50 mm.

V případě stabilizace tepelné izolace lepením je při použití více vrstev nutné lepit nejen k podkladu, ale i jednotlivé vrstvy tepelné izolace mezi sebou. Stabilizace lepením se provádí za užití polyuretanových lepidel (např. **INSTA-STIK STD** nebo **PUK 3D**). Použití konkrétních lepidel je dáno kombinací materiálů vrstev, které mají být slepeny.

Tabulka 10 – Varianta II. - navržená skladba střechy (od exteriéru)

| Vrstva   | Tloušťka [mm] |                  |
|--|---------------|------------------|
| Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu, kombinovanou vložkou z polyesterové rohože a mřížky ze skleněných vláken o plošné hmotnosti 215 g.m-2, na povrchu s břidličným posypem. Odolnost proti stékání 110 °C (např. ELASTEK 40 COMBI) | 4,5           | Nové vrstvy      |
| Samolepicí pás z SBS modifikovaného asfaltu, vložkou ze skleněné tkaniny o plošné hmotnosti 200 g.m-2, na povrchu se spalitelnou folií (např. GLASTEK 30 STICKER ULTRA)  | 3             |                  |
| Desky a spádové klíny z pěnového polystyrenu. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci 100 kPa. Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti 0,037 W.m-1.K-1 (např.: EPS 100)   | Ø 180         |                  |
| Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu, vložkou ze skleněné tkaniny o plošné hmotnosti 200 g.m-2, na povrchu se separačním posypem. (např. GLASTEK 40 SPECIAL MINERAL)   | 4             |                  |
| Asfaltová penetrační emulze bez obsahu rozpouštědel (např. DEKPRIMER)  | -             | Stávající vrstvy |
| Souvrství asfaltových pásů – povrch očištěn a vyspraven, dodatečně kotveno<br>- modifikovaný pás s břidličnatým posypem a skleněnou tkaninou<br>- oxidovaný pás s PES rohoží<br>- 3x oxidovaný pás   | ~ 16          |                  |
| Desky z EPS ve dvou vrstvách   | ~ 80          |                  |
| Štěrkový násyp /drcené kamenivo  | Proměnná      |                  |
| Železobetonová deska   | -             |                  |

tab /10/ Skladba s ponecháním původní skladby ploché střechy

**Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené skladby činí 1650,- Kč/m<sup>2</sup> bez DPH (bez demontáže a likvidace materiálu). Přesná cena bude stanovena na základě projektové dokumentace a položkového rozpočtu.\*\***

\*\* Uvedené ceny, jsou ceny za m<sup>2</sup> navržené skladby, cena slouží pro porovnání jednotlivých variant (nelze předpokládat, že vynásobením plochy střechy a orientační ceny lze získat hrubý rozpočet). Cenu je nutné stanovit na základě projektové dokumentace a položkového rozpočtu. Upozorňujeme, že cenu budou ovlivňovat aspekty jako členitost střechy, množství opracovaných detailů, množství oplechování, požadavky BOZP, protipožární opatření, statické opatření, dodatečné kotvení a další.

## 4.4 Tepelně-technické posouzení navržených skladeb

### 4.4.1 Vypočtené hodnoty

| Skladba   | Součinitel<br>prostupu<br>tepla $U$<br>[W/(m <sup>2</sup> .K)] | Množství<br>zkondenzované<br>vodní páry $M_c$<br>[kg/(m <sup>2</sup> .a)] | Celoroční<br>bilance<br>vlhkosti | Posouzení povrchové teploty konstrukce<br>– teplotní faktor $f_{rsi}$ [-] (nejnižší<br>povrchová teplota $\theta_{si}$ [°C]) |  | Hodnocení |
|---|--|---|----------------------------------|--|--|-----------|
|   |  |   |                                  | Riziko růstu plísní při návrhových<br>okrajových podmínkách  |  |           |
| 1) Varianta I. - komplexní<br>oprava – Střecha A,B,C                  | 0,158 x  | 0,003 +   | aktivní +                        | 0,961(21,6) +  |  | +         |
| 2) Varianta I. - komplexní<br>oprava – Střecha D                      | 0,158 x  | - +   | aktivní +                        | 0,961(19,7) +  |  | +         |
| 3) Varianta II. - s<br>ponecháním původních<br>vrstev – Střecha A,B,C | 0,159 x  | 0,001 +   | aktivní +                        | 0,961(21,6) +  |  | +         |
| 2) Varianta II. - s<br>ponecháním původních<br>vrstev – Střecha D     | 0,159 x  | - +   | aktivní +                        | 0,961(19,7) +  |  | +         |
| + ... Vyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 (2011)                        |  |   |                                  |  |  |           |
| x ... Vyhovuje doporučeným hodnotám ČSN 73 0540-2 (2011)              |  |   |                                  |  |  |           |
| ! ... Nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540-2 (2011)                      |  |   |                                  |  |  |           |
| * ... Hodnota vyjadřuje vypočtený roční přírůstek zkondenzované vody  |  |   |                                  |  |  |           |

### 4.4.2 Vyhodnocení

**Hodnoty součinitele prostupu tepla varianty I. a II. vypočtené pro navrhované skladby vyhovují doporučeným hodnotám dle ČSN 73 0540-2.**

**Výpočtem stanovené hodnoty vnitřních povrchových teplot u navrhovaných skladeb vyhovují požadavkům ČSN 73 0540-2.**

Navrhované skladby **výpočtově vyhovují požadavkům na kondenzaci vodních par.**

Navržené skladby **splňují požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce (teplotní faktor vnitřního povrchu).**

## 5. ZÁVĚR

**Vzhledem k výše zmíněnému a ke zjištěnému stavu plochých střech a výsledkům provedených výpočtů považujeme za dlouhodobě spolehlivé a funkční řešení pouze provedení komplexní opravy plochách střech**

Vzhledem k tomu, že se jedná o rekonstrukci, existuje riziko, že po odhalení vrstev bude stav některých konstrukcí jiný než byl předpokládán. V případě změny předpokládaného stavu je třeba návrh řešení odpovídajícím způsobem upravit.

Opravu střech objektů doporučujeme realizovat na základě prováděcí projektové dokumentace (například od společnosti DEKPROJEKT s.r.o.) za předpokladu dodržení montážních a technologických postupů výrobců. Součástí prováděcí projektové dokumentace by měla být technická zpráva s technologickým předpisem pro realizaci a návod na užívání a údržbu konstrukcí po realizaci oprav, výkresy detailů střech objektů. **Toto vyjádření nenahrazuje projektovou dokumentaci.**

Ve Zlíně dne 3.11.2020

