

ATELIER

DEK

DEKPROJEKT s.r.o.
Zakázka číslo: 2023-014692-KuJa

Odborný posudek

Odborné posouzení stavu střechy bytového domu včetně doporučení nápravných opatření

Bytový dům
Hybešova 964/65c
602 00 Brno



Vypracoval
Ing. Jan Kubíček

Zpracováno v období
Červen 2023

Verze dokumentu
První vydání

Obsah

1. VŠEOBECNĚ.....	3
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
2. PODKLADY.....	4
3. NÁLEZ.....	4
3.1 Místní šetření.....	4
3.2 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí.....	4
3.3 Charakteristika problematiky.....	5
3.4 Střecha.....	6
3.4.1 Obecně.....	6
3.4.2 Popis provedených sond a skladeb střech.....	7
3.4.3 Hlavní hydroizolační vrstva.....	9
3.4.4 Prostupy střechou.....	9
3.4.5 Atika a okraje střechy.....	11
3.4.6 Odvodnění střechy.....	13
4. POSUDEK.....	14
4.1 Tepelnětechnické posouzení stávajících skladeb střechy.....	14
4.1.1 Okrajové podmínky.....	14
4.1.2 Požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov.....	14
4.1.3 Vypočtené hodnoty.....	14
4.1.4 Vyhodnocení.....	15
4.2 Stavebně-technické posouzení střechy.....	15
5. NÁPRAVNÉ OPATŘENÍ.....	16
5.1 Střecha.....	16
5.1.1 Obecně.....	16
5.1.2 Varianta I. - nová skladba stabilizovaná pomocí mechanického kotvení.....	17
5.1.3 Varianta II. - nová skladba stabilizovaná pomocí přitížení.....	17
5.1.4 Tepelnětechnické posouzení navržených skladeb.....	18
5.1.5 Vypočtené hodnoty.....	18
5.1.6 Vyhodnocení.....	18
6. ZÁVĚR.....	19

1. VŠEOBECNĚ

- 1.1 Předmět** Střecha bytového domu
Hybešova 964/65c
602 00 Brno
- 1.2 Úkol** Odborné posouzení stavu střechy bytového domu
včetně doporučení nápravných opatření
- 1.3 Objednatel** **Statutární město Brno**

Dominikánské náměstí 196/1 602 00 Brno
IČ: 44992785
DIČ: CZ44992785
Kontaktní osoba:
Ivo Hroš
Tel: +420 542 526 268
email:
ivo.hros@brno-stred.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. Jan Kubíček
- 1.6 Kontroloval** Ing. Jan Tománek
- 1.7 Zpracováno v období** Červen 2023

2. PODKLADY

- [1] Objednávka odborného posudku ze dne 27.4.2023 na základě nabídky č. D2023-065078.
- [2] Místní šetření objektu ze dnů 7.6. a 13.6.2023.
- [3] Fotodokumentace z místního šetření [2].
- [4] Podklady dodané objednatelem pro potřeby místního šetření.
- [5] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.
- [6] ČSN 73 0540-1 (730540) Tepelná ochrana budov – Část 1: Terminologie.
- [7] ČSN 73 0540-2 (730540) Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky.
- [8] ČSN 73 0540-3 (730540) Tepelná ochrana budov – Část 3: Návrhové hodnoty veličin.
- [9] ČSN 73 0540-4 (730540) Tepelná ochrana budov – Část 4: Výpočtové metody.
- [10] ČSN 73 1901 (731901) Navrhování střech – Základní ustanovení.
- [11] ČSN 73 3610 Navrhování klempířských konstrukcí.
- [12] ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb – Základní ustanovení (2000).
- [13] ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb – Povlakové hydroizolace – Základní ustanovení (2000).
- [14] ČSN EN ISO 13788 Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků – Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody
- [15] Pravidla pro navrhování a provádění střech, vydal CKPT ČR.
- [16] Publikace „KUTNAR – Střechy s povlakovou krytinou, Skladby a detaily – Leden 2023, konstrukční, technické a materiálové řešení“, vydaly Stavebniny DEK a.s. aktualizováno v lednu 2023.
- [17] Zdroj obrázku /1/ www.mapy.cz © Seznam.cz, a.s.

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

3. NÁLEZ

3.1 Místní šetření

Na základě objednávky byla na předmětném objektu provedena místní šetření, která proběhla ve dnech 7.6. a 13.6.2023. Do konstrukcí plochých střech byly provedeny dvě sondy ze strany exteriéru za účelem ověření skladeb, způsobu provedení a stavu jednotlivých vrstev. Sondy byly následně zapraveny. Z místního šetření byla pořízena fotodokumentace, jejíž část je součástí tohoto odborného posudku. Místní šetření provedl Ing. Jan Kubiček a Ing. Adam Běťák.

3.2 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí

Předmětem odborného posudku je střecha bytového domu na ulici Hybešova v Brně. Objekt je situován v rovinatém terénu o nadmořské výšce 201 m n. m. Dům má čtyři nadzemní podlaží. Objekt má obdélníkový půdorysný tvar o rozměrech cca 10x45 m. Vstupy do bytů jsou z otevřené pavlače na sevezápadní straně objektu. Střecha objektu je plochá, jednoplášťová s hlavní hydroizolační vrstvou na bázi VAE (nebo EVA). Stabilizace skladby ploché střechy je provedená pomocí přitížení práným říčním kamenivem. Střecha nad pavlačí je stabilizována kotvením bez říčního kameniva. Nosnou konstrukci střechy tvoří železobetonová stropní konstrukce.



obr. /1/ Situace (červeně vyznačená předmětná střecha a jednotlivé sondy), zdroj obrázku [17]

Sonda S1 byla provedena v blízkosti střešního vtoku a instalační šachty.
Sonda S2 byla provedena v blízkosti v polovině rozpětí objektu v nejvyšším místě.
Označení sond „S“

3.3 Charakteristika problematiky

Objednatel požaduje provést posouzení současného stavu střech z hlediska stavební fyziky a hydroizolační techniky z důvodů zatékání a vzniku vlhkostních map a tvorbě plísní v podstřešních prostorách objektu. Objednatel dále požaduje vypracování koncepčního návrhu nápravných opatření.

3.4 Střecha

3.4.1 Obecně

Střecha objektu je plochá jednoplášťová s hlavní hydroizolační vrstvou na bázi VAE (nebo EVA). Stabilizace skladby ploché střechy je provedena pomocí přitížení praným říčním kamenivem. Tepelnou izolaci ve střešním plášti tvoří desky a popř. spádové klíny z expandovaného polystyrenu pokládané na vrstvu parozábrany z PE fólie. Po obvodu je střecha ukončena atikami. Plocha střechy je odvodněna pomocí čtyř střešních vtoků v ploše střechy, které se napojují na svislé potrubí umístěné v jednotlivých instalačních šachtách. Střecha v místě pavlače je stabilizována kotvením bez říčního kameniva a je bez zateplení. Nad rovinu střech vystupují tvarovky větracího potrubí, větrací nástavby, střešní výlez, dojezd výtahové šachty, anténní stožár a konstrukce bleskosvodu. Vstup na střechu je umožněn střešním výlezem.



foto/1/ Pohled na předmětnou plochou střechu pavlače



foto/2/ Pohled na předmětnou plochou střechu pavlače



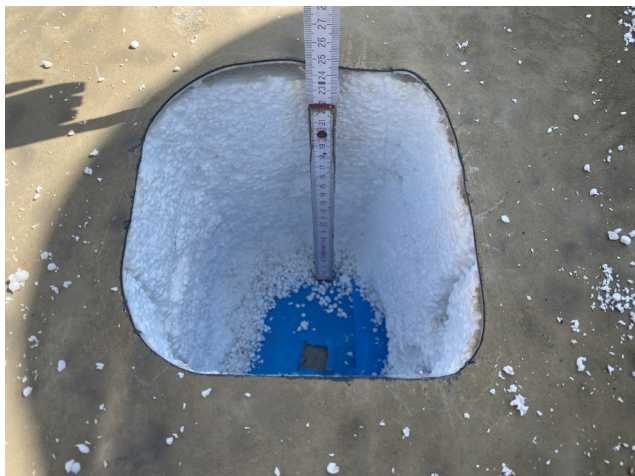
foto/3/ Pohled na předmětnou plochou střechu



foto/4/ Pohled na předmětnou plochou střechu

3.4.2 Popis provedených sond a skladeb střech

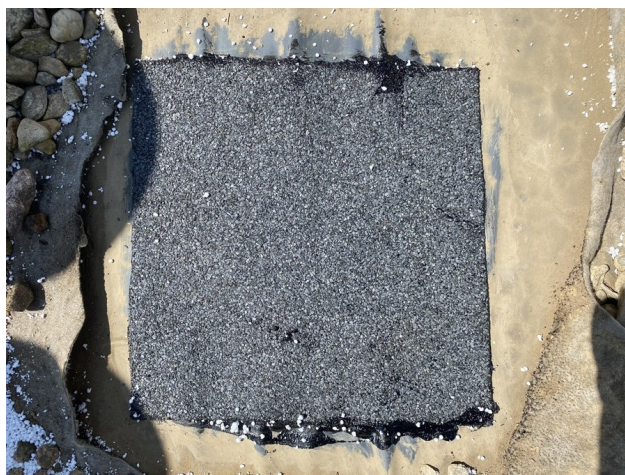
Sonda S1 – v blízkosti střešního vtoku a instalační šachty



foto/5/ Pohled na provedenou sondu S1



foto/6/ Pohled na vodorovné potrubí střešního vtoku pavlače v místě sondy S1



foto/7/ Pohled na provizorně zapravenou sondu S1

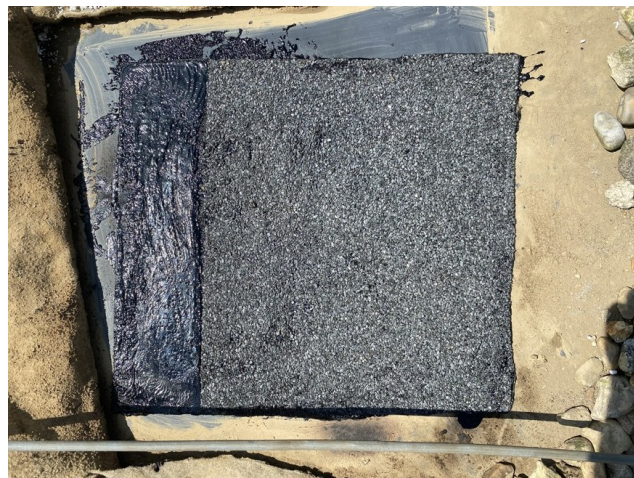
Tabulka 1 - Skladba střechy v místě sondy S1 (od exteriéru)

Vrstva	Tloušťka [mm]	Stav vrstev
Prané říční kamenivo	~ 50	lokálně patrný výskyt náletové zeleně
Separáčnická netkaná geotextilie	-	vlhká, znečištěná, spoje bez přesahů
Hydroizolační fólie na bázi VAE (nebo EVA) s nakaširovanou geotextilií (PVC tl. 1 mm + geotextilie tl. 1 mm)	~ 2	mírná degradace a znečištění horního povrchu, na spodním povrchu mokrá
Desky a popř. spádové klíny z expandovaného polystyrenu ve dvou vrstvách	~ 235 *	vlhký povrch a vrstvy mezi sebou, celistvý
Polyethylenová fólie lehkého typu	-	spoje realizovány přesahem, vlhká
Nosná železobetonová konstrukce	-	-

* jedná se o spádovou vrstvu, a proto lze předpokládat proměnnou výšku v celé ploše střechy

Sonda S2 – v blízkosti v polovině rozpětí objektu v nejvyšším místě

foto/8/ Pohled na provedenou sondu S2



foto/9/ Pohled na provizorně zapravenou sondu S2

Tabulka 2 - Skladba střechy v místě sondy S2 (od exteriéru)

Vrstva	Tloušťka [mm]	Stav vrstev
Prané říční kamenivo	~ 50	lokálně patrný výskyt náletové zeleně
Separáčnická netkaná geotextilie	-	vlhká, znečištěná, spoje bez přesahů
Hydroizolační fólie na bázi VAE (nebo EVA) s nakaširovanou geotextilií (PVC tl. 1 mm + geotextilie tl. 1 mm)	~ 2	mírná degradace a znečištění horního povrchu, na spodním povrchu mokrá
Desky a popř. spádové klíny z expandovaného polystyrenu ve dvou vrstvách	~ 250 *	vlhký povrch a vrstvy mezi sebou, celistvý
Polyethylenová fólie lehkého typu	-	spoje realizovány přesahem, vlhká
Nosná železobetonová konstrukce	-	-

* jedná se o spádovou vrstvu, a proto lze předpokládat proměnnou výšku v celé ploše střechy

3.4.3 Hlavní hydroizolační vrstva

Hlavní hydroizolační vrstva střechy je tvořena hydroizolační fólií na bázi VAE (nebo EVA) s nakaširovanou geotextilií. Sklon střešní roviny byl při průzkumu změřen na 1-4°. Vrstva pro stabilizaci přitížením (prané říční kamenivo) je od hlavní hydroizolační vrstvy odseparována netkanou geotextilií. Vzhledem ke koncepci skladby střešního pláště (stabilizace vrstev pomocí přitížení) nebyly v ploše střechy zjišťovány případné netěsnosti. V místě střechy pavlače (bez stabilizace říčním kamenivem) je horní povrch zdegradován a lokálně dochází k zadržování vody z atmosferických srážek a k tvorbě kaluží.



foto/10/ Pohled na nečistoty a kaluže v místě střechy pavlače



foto/11/ Pohled na výšku hladiny stojící vody v místě střechy pavlače (cca 10 mm)



foto/12/ Pohled na nečistoty a kaluže v místě rohu střechy pavlače

3.4.4 Prostupy střechou

Nad rovinu střech vystupují tvarovky větracího potrubí, větrací nástavby, střešní výlez, dojezd výtahové šachty a konstrukce bleskosvodu. Kruhové prostupy střechou jsou provedeny vytažením hydroizolační fólie na prostupující prvek. Ukončení a opravení kruhových prostupů je provedeno nesystémově za pomoci tmelení, s absencí stahující objímky. Bleskosvodnou soustavu tvoří ocelové lano připojené svorkami ke kovovým konstrukcím střechy. Vodič je v ploše střechy uložen pomocí systémových plastových podpěr uložených na vrstvu praného kameniva. Konstrukce antény je přikotvena k betonové dlažbě, která je uložena na vrstvě praného říčního kameniva. Na atikách je vodič přichycen pomocí kovových svorek. Lokálně vodič prochází přes stěnu atiky, tento detail je opravený nesystémově za pomoci tmelení a záplat, ve kterých se nachází mnoho netěsností.



foto/13/ Pohled na opravování kruhového detailu (vytažení HI cca 260 mm)



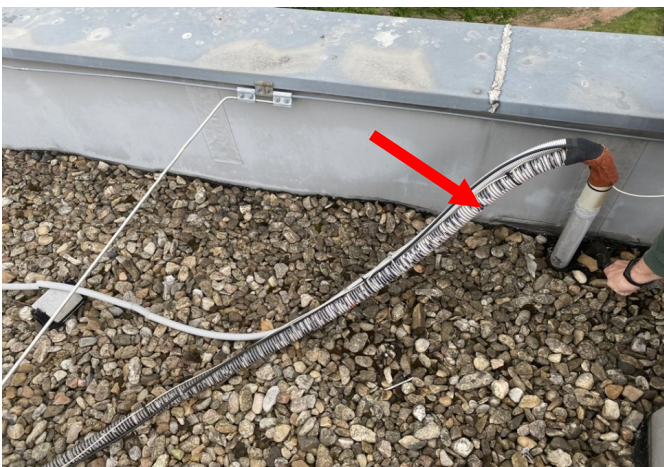
foto/14/ Pohled na stabilizaci konstrukce antény pomocí betonových podstavců, vypodložených přířezem asfaltového pásu



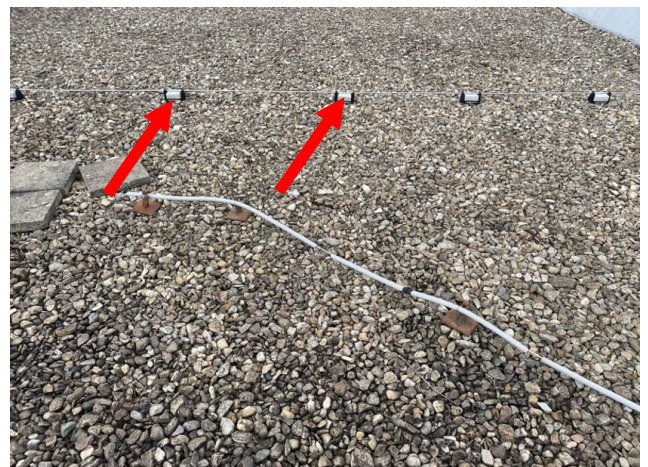
foto/15/ Pohled na vystupující instalační šachtu nad rovinu střechy s nesystémově opravenými kruhovými prostupy



foto/16/ Pohled na střešní výlez



foto/17/ Pohled na vstup elektroinstalace s UV nestabilní chráničkou



foto/18/ Pohled na rozvod bleskosvodné soustavy pomocí betonových podstavců v plastových podložkách



foto/19/ Pohled na opravování kruhového prostupu elektroinstalace a provizorní oplechování



foto/20/ Pohled na opravování čtvercového prostupu

3.4.5 Atika a okraje střechy

Po obvodu je střecha ukončena atikami. Fólie z plochy střechy je vytažena na korunu atiky. Koruna atiky je opracována pomocí oplechování. Sklon oplechování byl změřen v rozmezí 1,1-2,5° směrem do plochy střechy. Spoje jednotlivých segmentů oplechování jsou řešeny falcováním a mechanickým kotvením a v některých místech jsou spoje jednotlivých segmentů pouze zatmeleny bez klempířského spoje. Místa je oplechování atiky zdeformované. V těchto místech dochází k zadržování srážkové vody a nečistot. V přechodu z plochy střechy na atiku a ve svislé ploše atiky bylo nalezeno velké množství defektů většího rozsahu a nestandardně opracovaných detailů. Hrana okapnice je vzdálena cca 30 mm od vnějšího líce fasády. Fólie na stěně atiky jeví známky pokročilé degradace v podobě trhlin na mnoha místech po celém obvodu střechy. Dle dostupných informací byly některé trhliny již dodatečně zapraveny pomocí nových přířezů hydroizolační fólie. Při průzkumu bylo zjištěno nedostatečné přikotvení rohového profilu z poplastovaného plechu k vnitřní straně stěny atiky. Dále bylo zjištěno četné a výrazné odtržení fólie od rohového profilu, které se projevilo napnutím fólie v detailu atiky. Koruna a stěna atiky přilehlá k ploše střechy není zateplená. V místě střechy nad pavlačí je okraj střechy řešen poplastovanou závětrnou lištou, na kterou je vytažena fólie z plochy střechy. Ve spojích jednotlivých lišt bylo nalezeno mnoho netěsností.



foto/21/ Pohled na vzdálenost hrany okapnice od vnějšího líce fasády (~30 mm)



foto/22/ Pohled na spojení jednotlivých segmentů oplechování pomocí tmele, který je popraskaný



foto/23/ Pohled na záplaty v místě paty atiky



foto/24/ Pohled na netěsnost v místě oplechování atiky



foto/25/ Pohled na zdegradovanou stěnu atiky v místě pavlače



foto/26/ Pohled na výšku vytažení hydroizolační fólie na stěnu atiky (cca 200 mm)



foto/27/ Pohled na odtržený kotevní prvek včetně koutové lišty v místě atiky



foto/28/ Pohled na odtržené kotevní prvky včetně koutových lišt v celé délce atiky

3.4.6 Odvodnění střechy

Plocha střechy je odvodněna pomocí čtyř střešních vtoků v ploše střechy, které se napojují na svislé potrubí umístěné v jednotlivých instalačních šachtách. Střešní vtoky jsou realizovány pomocí pevné a volné příruby s křídlovými maticemi. Během průzkumu bylo zjištěno nedotažení těchto křídlových matic. Střešní vtoky mají průměr cca 125 mm a jsou opatřené perforovaným ochranným košem.

Střecha pavlače je odvodněna čtyřmi střešními vtoky, které se napojují na svislé potrubí umístěné v instalační šachtě. Střešní vtoky mají průměr cca 60 mm. Střešní vtoky jsou opatřeny integrovanými manžetami s hydroizolační fólií. V blízkosti těchto vtoků bylo nalezeno mnoho nečistot a stopy po stojící vodě.



foto/29/ Pohled na střešní vtok opatřený ochranným košem v blízkosti instalační šachty a na nečistoty v podobě mechů a lišejníků



foto/30/ Pohled na průměr střešního vtoku (průměr cca 125 mm)



foto/31/ Pohled na utěsnění křídlových matic střešního vtoku pomocí tmele



foto/32/ Pohled na průměr a nečistoty v blízkosti střešního vtoku na severozápadní straně objektu (průměr cca 60 mm)

4. POSUDEK

4.1 Tepelnětechnické posouzení stávajících skladeb střechy

4.1.1 Okrajové podmínky

Parametry interiéru:

Bytový dům – obytné prostory

Návrhová vnitřní teplota vzduchu :	20,6°C*
Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru:	55%**
Průměrná relativní vlhkost vnitřního vzduchu:	4. 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 Brno (201 m n. m.) :

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

4.1.2 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 .K)] – pro plochou střechu a šikmou střechu do 45 ° sklonu	0,24	0,16
Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² .a)]	< 0,1 a nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu	
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev}$ [kg/(m ² .a)]	aktivní	
Vnitřní povrchová teplota – požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu při návrhových okrajových podmínkách, vyloučení rizika růstu plísní [-] (požadovaná nejnižší povrchová teplota [°C])	0,747 (11,6)	
M_{ev} ... Roční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce		

4.1.3 Vypočtené hodnoty

Skladba	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² .a)]	Celoroční bilance vlhkosti	Posouzení povrchové teploty konstrukce – teplotní faktor f_{Rsi} [-] (nejnižší povrchová teplota θ_{si} [°C])	Hodnocení
				Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách	
Stávající skladba ploché střechy (průměr)	0,148 x	0,115 !	aktivní +	0,964 (19,3) +	!
+ ... 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					

Pozn.: Při výpočtu bylo nutné zohlednit kvalitu provedení parozábrany z hlediska hodnoty difúzního odporu PE fólie. Ve výpočtu je uvažováno snížení difúzního odporu na hodnotu 10 000 [-], což odpovídá kvalitní realizaci.

4.1.4 Vyhodnocení

Stávající skladba ploché střechy splňuje doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540.

Ve skladbě výpočtově dochází ke kondenzaci vodních par v průběhu roku, která se v příznivějších měsících vypaří. Maximální množství kondenzátu nesplňuje požadavky ČSN 73 0540-2.

Posuzovaná stávající skladba splňuje požadavek na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce (teplotní faktor vnitřního povrchu).

4.2 Stavebně-technické posouzení střechy

Střešní konstrukce vykazuje konstrukční vady a rizikové detaily, nejsou provedeny v souladu s obecnými principy a doporučeními normy ČSN 73 1901 apod. Na severozápadní straně objektu vznikají kaluže vlivem nedostatečného sklonu střechy. Voda zadržovaná na střeše působí na hydroizolaci mírným hydrostatickým tlakem a hrozí rychlejší degradace hydroizolační fólie. Tímto se také zvyšuje riziko zatečení srážkové vody případnými netěsnými spoji. Dále se v těchto místech usazují nečistoty a ty mohou být z dlouhodobého hlediska zdrojem bakterií a mikroorganismů, které působí negativně na životnost hydroizolační vrstvy.

Dále byla během průzkumu nalezena vysoká vlhkost v místě sondy v blízkosti vtoku a instalační šachty. Pevná příruby s křídlovými maticemi nebyla dostatečně utažena. Tyto netěsnosti umožňují proniknutí srážkové vody do skladby střechy a dále do interiéru, což způsobuje zatékání do objektu a vzniku vlhkostních map a plísní v podstřešních prostorech. Střecha má být navržena tak, aby nepropouštěla vodu do chráněných konstrukcí, na svůj dolní povrch ani do podstřešních prostor.

Napojení hydroizolační fólie z plochy střechy na stěnu atiky vykazuje absenci sváru mezi fólií a poplastovanou koutovou lištou. Vlivem smrštění fólie dochází k jejímu napnutí a to především v místě atik. V těchto místech je patrné odtržení koutových lišt od podkladu, popř. hydroizolace od koutových lišt, což doprovází i vznik trhlin. Ty umožňují proniknutí srážkové vody do skladby střechy a dále do interiéru, což může způsobit zatékání do objektu a vzniku vlhkostních map a plísní v podstřešních prostorech.

Parotěsnicí vrstvu tvoří fólie lehkého typu. Daný typ parotěsnicí vrstvy není obecně vhodný vzhledem ke své nízké ekvivalentní difuzní tloušťce pro použití nad prostory s 4. vlhkostní třídou (obytné prostory).

Hydroizolační folie vykazuje pokročilou degradaci materiálu. V ploše střechy a v některých kritických detailech se nacházejí trhliny a další netěsnosti, kterými může docházet k zatékání srážkové vody do konstrukce.

Na oplechování atiky jsou patrná místa s usazenými nečistotami, což poukazuje na zadržování srážkové vody v místech zdeformovaného oplechování. **Sklon atiky se pohybuje v rozmezí 1,1-2,5°. Minimální spád oplechování atiky jsou 3° dle ČSN 73 3610.** Toto doporučení normy není v některých místech splněno. V místech spojů segmentů plechů může docházet k zatékání srážkové vody.

Detaily (horní část kruhového potrubí pro odvětrání sociálního zázemí) byly utěsněny pouze pomocí tmelu s absencí stahovací nerezové objímky. Toto je v rozporu s doporučením s ČSN 73 1901. Při degradaci tmelu vlivem UV záření mohou vznikat netěsnosti, kterými bude docházet k pronikání dešťových srážek do konstrukce střechy. Doporučuje se nenavrhopvat těsnění detailů střešních závislých pouze na tmelech. Tmely se doporučuje chránit proti povětrnosti a působení UV záření.

V okolí odvodňovacích vtoků vzniká degradace geotextílie. Vlivem zachycení nečistot a náletové zeleně pomocí perforovaných košů dochází k usazení těchto nečistot a následné biologické degradaci, která indikuje vznik mechorostů.

5. NÁPRAVNÉ OPATŘENÍ

5.1 Střecha

5.1.1 Obecně

Vzhledem k výše uvedenému neplní střechy z hydroizolačního hlediska zcela svojí funkci. Dále je nutné brát v úvahu, že životnost hydroizolační fólie se dle technických podkladů výrobce uvádí okolo 20 let. Dle informací objednatele se skladba střechy objektu realizovala cca před 19 lety. Je tedy nutné počítat s tím, že v řádu několika let bude nutné hydroizolační vrstvu vyměnit kompletně. S ohledem na životnost střechy, rozsah poruch a vlhkostní stav vrstev střechy doporučujeme komplexní opravu posuzované ploché střechy. Jedná se o kompletní demontáž skladeb až na nosnou stropní konstrukci a realizaci nových skladeb jedné ze dvou variant (viz odst. 5.1.2 a 5.1.3).

Podmínkou použití tohoto nápravného opatření je provedení 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 EAD 030351 a CEN/TS 17659. Doporučujeme provedení prohlídky a výběru vhodného typu kotevních prvků jejich výrobcem včetně garance za jejich možné použití.

U ploché střechy se počítá jen s pohybem osob po střešních plochách, zajišťujících kontrolu a údržbu samotných střech, doplňkových konstrukcí a technologického zařízení. Stávající skladby budou demontovány od přítěžovací vrstvy z praného říčního kameniva až po železobetonovou stropní konstrukci včetně oplechování přiléhajících konstrukcí (střešní prostupy, odvodnění střechy apod.). V rámci prací doporučujeme po obnažení stropní konstrukce prohlídku střech statikem, jelikož není známa původní kvalita provedení objektu. Na vyrovnaný a napenetrovaný podklad bude bodově nataven SBS modifikovaný asfaltový pás s nosnou vložkou z hliníkové fólie popř. ze skleněné tkaniny (při výběru PVC-P fólie). Dále bude provedeno zateplení pomocí desek a spádových klínů z expandovaného polystyrenu popř. z minerálních vláken. Poté bude realizována hydroizolační vrstva dle výběru objednatele z následujících variant.

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

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). **Dodatečné zateplení střech uvedeným způsobem je nutné kombinovat se zateplením přilehlých konstrukcí ze strany fasády a všech souvisejících konstrukčních detailů (např. atika, konzoly pavlačí apod.).**

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

Před prováděním nápravných opatření doporučujeme vypracování prováděcí projektové dokumentace.

V rámci projektové dokumentace je nutné řešit požárně bezpečnostní řešení předmětných střech.

5.1.2 Varianta I. - nová skladba stabilizovaná pomocí mechanického kotvení

Tato varianta obsahuje komplexní opravu plochých střech s postupem popsáním výše v bodě 5.1.1 a se stabilizací hydroizolační vrstvy pomocí mechanického kotvení do nosné železobetonové konstrukce stropu.

Hlavní hydroizolační vrstva střech může být volena mezi asfaltovými pásy, PVC-P fólií a TPO fólií.

V tabulkách níže je popsána varianta pouze s PVC-P fólií.

Tabulka 3 - Navržená skladba ploché střechy dle varianty I. - PVC-P fólie (od exteriéru)

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Fólie z měkčeného PVC (PVC-P) s polyesterovou výztužnou vložkou určená pro fixaci mechanickým kotvením (např. DEKPLAN 76)	1,5	Nová vrstva
Netkaná textilie z polypropylenových vláken o plošné hmotnosti 300 g.m-2, jednostranně tavená (např. FILTEK 300)	2,9	
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 270	
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)	-	
Vyrovnávací cementový potěr *	-	
Železobetonová stropní konstrukce	-	Stávající vrstva

* Vyspravením stropní konstrukce se rozumí realizace srovnávacího cementového potěru pro eliminaci vlivu nerovností a nehomogenity podkladu. Lze upustit od realizace této vrstvy, pokud se při demontáži původních vrstev zjistí, že je kvalita a rovinnost podkladu vyhovující.

5.1.3 Varianta II. - nová skladba stabilizovaná pomocí přitížení

Tato varianta obsahuje komplexní opravu ploché střechy s postupem popsáním výše v bodě 5.1.1 a se stabilizací hydroizolační vrstvy pomocí přitížení říčním praným kamenivem. Lze použít stávající kamenivo, které musí být propláchnuto a očištěno od náletové zeleně. Stabilizace tepelné izolace z desek EPS 100 bude provedena lepením k podkladu pomocí polyuretanového lepidla.

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 střešních lepidel (např. INSTA-STIK STD nebo PUK 3D). Použití konkrétních lepidel je dáno kombinací materiálů vrstev, které mají být slepeny.

Hlavní hydroizolační vrstva střechy může být volena mezi asfaltovými pásy, PVC-P fólií a TPO fólií. V tabulkách níže je popsána varianta pouze s PVC-P fólií. Tloušťku přitěžovací vrstvy doporučujeme konzultovat se statikem.

Je nutné, aby hydroizolační fólie PVC-P v ploše byla určená pro přitížení. Na svislých plochách (atika, stěny atd.) je nutné aby, byla použita hydroizolační fólie PVC-P odolná vůči UV záření.

Tabulka 4 - Navržená skladba ploché střechy dle varianty II. - PVC-P fólie (od exteriéru)

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Prané říční kamenivo frakce 16 – 32 mm	> 50 mm (dle statického výpočtu)	Nová vrstva
Netkaná textilie z polypropylenových vláken o plošné hmotnosti 500 g.m-2, jednostranně tavená (např. FILTEK 500)	4,0	
Fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou, určená pro přetížené skladby (např. DEKPLAN 77)	1,8	
Netkaná textilie z polypropylenových vláken o plošné hmotnosti 300 g.m-2, jednostranně tavená (např. FILTEK 300)	2,9	
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 240	
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)	-	
Vyrovnávací cementový potěr *	-	Stávající vrstva
Železobetonová stropní konstrukce	-	

* Vyspravením stropní konstrukce se rozumí realizace srovnávacího cementového potěru pro eliminaci vlivu nerovností a nehomogenity podkladu. Lze upustit od realizace této vrstvy, pokud se při demontáži původních vrstev zjistí, že je kvalita a rovinnost podkladu vyhovující.

5.1.4 Tepelnětechnické posouzení navržených skladeb

5.1.5 Vypočtené hodnoty

Skladba	Součinitel prostupu tepla U [W/(m ² .K)]	Množství zkondenzované vodní páry M_c [kg/(m ² .a)]	Celoroční bilance vlhkosti	Posouzení povrchové teploty konstrukce – teplotní faktor f_{Rsi} [-] (nejnižší povrchová teplota θ_{si} [°C])	Hodnocení
				Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách	
Navržená skladba střech dle tab. 10 (varianta I.)	0,145 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,964 (19,3) +	+
Navržená skladba střech dle tab. 11 (varianta II.)	0,147 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,964 (19,3) +	+
+ ... 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					

5.1.6 Vyhodnocení

Hodnota součinitele prostupu tepla vypočtená pro navrhované skladby vyhovuje **doporučené hodnotě** dle ČSN 73 0540-2. Výpočtem stanovená **hodnota vnitřní povrchové teploty** u navrhovaných skladeb **vyhovuje požadavku 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)**.

6. ZÁVĚR

Střešní konstrukce vykazuje konstrukční vady a rizikové detaily, nejsou provedeny v souladu s obecnými principy a doporučeními normy ČSN 73 1901 apod. Na severozápadní straně objektu vznikají kaluže vlivem nedostatečného sklonu střechy. Voda zadržovaná na střeše působí na hydroizolaci mírným hydrostatickým tlakem a hrozí rychlejší degradace hydroizolační fólie. Tímto se také zvyšuje riziko zatečení srážkové vody případnými netěsnými spoji. Dále se v těchto místech usazují nečistoty a ty mohou být z dlouhodobého hlediska zdrojem bakterií a mikroorganismů, které působí negativně na životnost hydroizolační vrstvy.

Dále byla během průzkumu nalezena vysoká vlhkost v místě sondy v blízkosti vtoku a instalační šachty. Pevná příruby s křídlovými maticemi nebyla dostatečně utažena. Tyto netěsnosti umožňují proniknutí srážkové vody do skladby střechy a dále do interiéru, což způsobuje zatékání do objektu a vzniku vlhkostních map a plísní v podstřešních prostorech. Střeška má být navržena tak, aby nepropouštěla vodu do chráněných konstrukcí, na svůj dolní povrch ani do podstřešních prostor.

Vzhledem k výše uvedenému neplní střechy z hydroizolačního hlediska zcela svojí funkci. Dále je nutné brát v úvahu, že životnost hydroizolační fólie se dle technických podkladů výrobce uvádí okolo 20 let. Dle informací objednatele se skladba střechy objektu realizovala cca před 19 lety. Je tedy nutné počítat s tím, že v řádu několika let bude nutné hydroizolační vrstvu vyměnit kompletně. S ohledem na životnost střechy, rozsah poruch a vlhkostní stav vrstev střechy doporučujeme komplexní opravu posuzované ploché střechy. Jedná se o kompletní demontáž skladeb až na nosnou stropní konstrukci a realizaci nových skladeb jedné ze dvou variant (viz odst. 5.1.2 a 5.1.3).

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.

Tento odborný posudek vychází z podkladů a informací, které měl zpracovatel při jeho zpracování k dispozici. V případě, že budou při realizaci opravy zjištěny nové skutečnosti, vyhrazuje si zpracovatel právo na případnou úpravu závěrů posudku.

Opravu 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 objektu. **Toto vyjádření nenahrazuje projektovou dokumentaci.**

V Brně dne 20.6.2023



Ing. Jan Kubíček