

ATELIER

DEK

DEKPROJEKT s.r.o.
Zakázka číslo: 2016-021485-JaJ

Odborný posudek

Posouzení stavu pojížděné terasy okolo haly Rondo, doporučení nápravných opatření

Terasa okolo Multifunkční arény Rondo
Křídlovická 911/34
602 00 Brno - Staré Brno



Vypracoval

Ing. Jan Janeček

Zpracováno v období

Listopad 2016

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. NÁLEZ.....	4
2.1 Podklady.....	4
2.2 Místní šetření.....	4
2.3 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí.....	4
2.4 Popis konstrukcí.....	5
2.5 Zjištěný stav předmětné terasy.....	7
2.5.1 Plocha terasy.....	7
2.5.2 Skladba terasy.....	7
2.5.3 Skutečnosti zjištěné při průzkumu.....	10
3. POSUDEK.....	12
3.1 Tepelnětechnické posouzení.....	12
3.1.1 Okrajové podmínky.....	12
3.1.2 Požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov.....	12
3.1.3 Vypočtené hodnoty.....	12
3.1.4 Vyhodnocení.....	13
3.2 Stavebně-technické posouzení zjištěného stavu střechy.....	13
4. NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....	13
4.1 Varianta I. - nízkorozpočtová varianta.....	14
4.2 Varianta II. - komplexní rekonstrukce terasy s návrhem pochozí skladby terasy s co nejmenší tloušťkou skladby při dodržení požadavků normy ČSN 73 0540.....	14
4.3 Varianta III. - komplexní rekonstrukce terasy s návrhem pojížděné skladby s navýšením tloušťky skladby terasy.....	16
4.4 Tepelnětechnické posouzení.....	19
4.4.1 Požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011) Tepelná ochrana budov.....	19
4.4.2 Vypočtené hodnoty.....	19
4.4.3 Vyhodnocení.....	19
5. ZÁVĚR.....	20

1. VŠEOBECNĚ**1.1 Předmět**

Pojížděná terasa
Křídlovická 911/34
602 00 Brno - Staré Brno

1.2 Úkol

Posouzení příčin vlhkostních poruch na stropu pod terasou, doporučení nápravných opatření

1.3 Objednatel**Starez – sport, a.s.**

Křídlovická 911/34,
603 00 Brno

IČ: 26932211

kontaktní osoba:

Iveta Nováková

Tel: +420 731 515 534

email:

novakova@starezsport.cz

1.4 Dodavatel**DEKPROJEKT s.r.o.**

Tiskařská 10/257
budova TTC TECHKOM
CENTRUM

108 00 Praha 10 - Malešice

tel.: +420 234 054 284

fax.: +420 234 054 291

IČO: 27 64 24 11

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 Janeček

1.6 Kontroloval

Ing. Pavel Štajnrt

1.7 Zpracováno v období

Listopad 2016

2. NÁLEZ

2.1 Podklady

- [1] Objednávka odborného posudku na základě nabídky č. D2016-017330.
- [2] Vizuelní průzkum objektu dne 22. 9. 2016
- [3] Fotodokumentace z vizuelního průzkumu [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 EN 1991-1 Eurokód 1, Zatížení konstrukcí – Obecná zatížení – Část 1-4: – Zatížení větrem

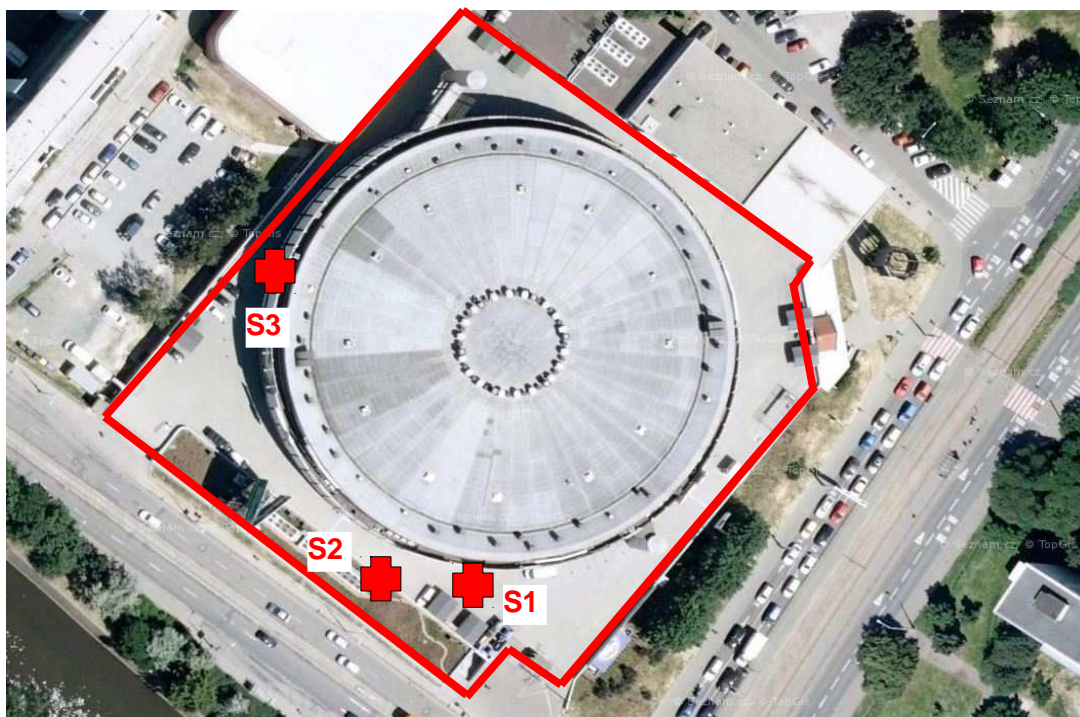
U předpisů a norem platí poslední znění včetně novelizací a změn vydaných k datu zpracování posudku.

2.2 Místní šetření

Na základě objednávky bylo provedeno na předmětné terase objektu místní šetření. Místní šetření proběhlo dne 22. 9. 2016. Během průzkumu byla provedena vizuelní prohlídka, dále byly provedeny sondy do konstrukce terasy. Místa sond byly voleny u napojení terasy na přilehlé konstrukce, u vtoku, u žlabu před dveřmi a v ploše terasy. Sondy byly následně uzavřeny.

2.3 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí

Jedná se o víceúčelovou halu Rondo v Brně. Objekt je tvořen ze dvou hlavních částí. Zázemím s čtvercovým půdorysem a halou s kruhovým půdorysem, které spolu tvoří vzájemně propojený funkční celek. Ochoz okolo haly, který je zároveň střechou zázemí, je proveden z pojízdné terasy. V části terasy je provedena nepochůzná vegetační střecha, která je oddělena od pojízdné terasy atikou. Pojízdná terasa zastřešuje z části prostory zázemí sportovní haly, restaurace a z části obchodní prostory. Nosná konstrukce terasy je u objektu tvořena železobetonovým stropem. Plocha terasy je odvodněna do vtoků.



foto/1/ Situace areálu (červeně vyznačeny předmětné střechy a polohy jednotlivých sond)

2.4 Popis konstrukcí

Dle vyjádření objednatele dochází na stropě pod terasou dlouhodobě k vlhkostním poruchám.

Při prohlídce stropní konstrukce z interiérové strany byly nalezeny na stropě projevy vlhkostních poruch. Poruchy se projevily vlhkostními mapami na stropní konstrukci. Dle informací od objednatele se vlhkostní poruchy (foto /2/ až /8/) projevují při dlouhotrvajících deštích. Další vlhkostní poruchy se projevily na podlaze technické místnosti (foto /9/ a /10/), která je ve stejné výškové úrovni jako terasa. V těchto místech dle informací od objednatele při dlouhotrvajících deštích stojí voda. V prostorách pod touto místností jsou vlhkostní poruchy nejviditelnější. Část vlhkostních poruch nebyla v době průzkumu viditelná, protože majitel objektu provádí pravidelně opravu povrchu v místech, kde se objevují vlhkostní poruchy.



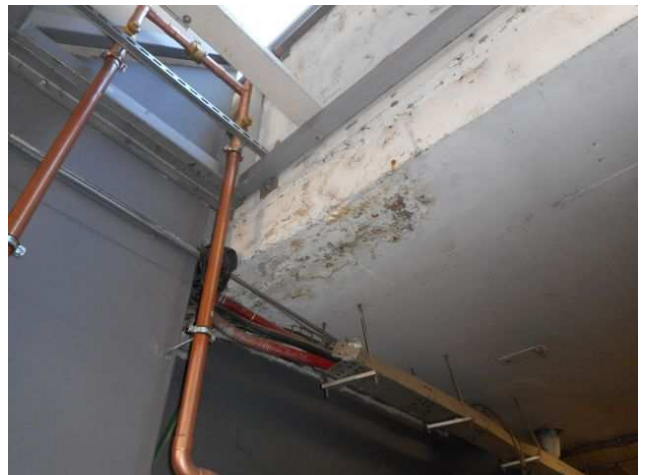
foto/2/ Pohled na vlhkostní poruchy na stropě pod terasou



foto/3/ Pohled na vlhkostní poruchy



foto/4/ Pohled na vlhkostní poruchy



foto/5/ Pohled na vlhkostní poruchy



foto/6/ Pohled na vlhkostní poruchy na stropě pod terasou



foto/7/ Pohled na vlhkostní poruchy na stropě pod terasou



foto/8/ Pohled na vlhkostní poruchy na stropě pod terasou



foto/9/ Pohled na vlhkost na podlaze v technické místnosti



foto/10/ Pohled na vlhkost na podlaze v technické místnosti

Objednatel požaduje provést posouzení současného stavu pojížděné terasy z hlediska hydroizolační techniky a určení možných příčin vlhkostních poruch s koncepcí nápravných opatření.

2.5 Zjištěný stav předmětné terasy

2.5.1 Plocha terasy

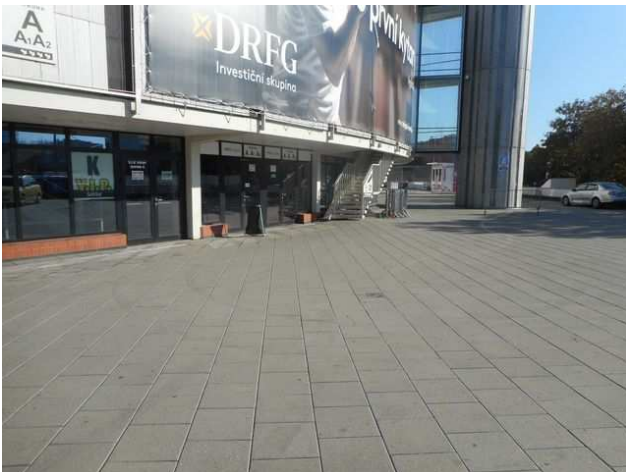
Povrch předmětné terasy tvoří betonové dlaždice 400/400/50, které byly lokálně uvolněné. Plocha terasy je vyspádovaná směrem k vnitřním vtokům a k odvodňovacím žlabům u dveří. Sklon terasy je proměnný cca 0-2%. Odvodnění terasy je realizováno pomocí vnitřních vtoků DN 150 mm a odvodňovacích žlabů. Kolem předmětné terasy je provedena atika, koruna atiky je oplechovaná. Hydroizolace z plochy terasy je vytažena na atiky do výšky cca 300 mm a je chráněna záklopem z cementotřískové desky.



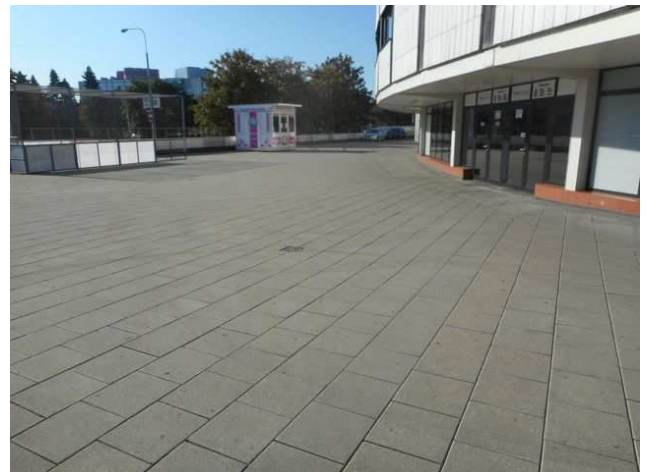
foto/11/ Pohled na plochu terasy



foto/12/ Pohled na plochu terasy



foto/13/ Pohled na plochu terasy



foto/14/ Pohled na plochu terasy

2.5.2 Skladba terasy

Během průzkumu byly do konstrukce terasy provedeny sondy. Skladby terasy zjištěné sondami jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Skladba terasy v místě prováděné sondy u vtoku S1 (od exteriéru):

Vrstva	Stav vrstev	Tloušťka [mm]
Betonová dlažba	suchá	~ 50
Betonová mazanina	velmi vlhká	~ 40*
Betonová mazanina vyztužená kari sítí	velmi vlhká	~ 50*
Extrudovaný polystyrén	velmi vlhký	~ 50
Drenážní rohož z prostorově orientovaných PE vláken	velmi vlhká	-
Souvrství asfaltových pásů – 2 x modifikovaný asfaltový pás, na horním povrchu opatřen jemnozrnným minerálním posypem	nezjišťováno	-
Stropní konstrukce	nezjišťováno	-

tab /1/ Skladba terasy u vtoku

* tloušťka vrstvy v místě provedené sondy



foto/15/ Pohled na zabudovanou vodu uvnitř skladby terasy



foto/16/ Pohled na zapravenou sondu

Skladba terasy v místě prováděné sondy u atiky S2 (od exteriéru):

Vrstva	Stav vrstev	Tloušťka [mm]
Betonová dlažba	suchá	~ 50
Betonová mazanina	vlhká	~ 45*
Betonová mazanina vyztužená kari sítí	vlhká	~ 70*
Extrudovaný polystyrén	vlhký	~ 50
Drenážní rohož z prostorově orientovaných PE vláken	vlhká	-
Souvrství asfaltových pásů – 2 x modifikovaný asfaltový pás, na horním povrchu opatřen jemnozrnným minerálním posypem	vlhký, nesoudržný	~ 9
Plynosilikát	suchý	~ 100
Písek	suchý	~ 10
Stropní konstrukce	nezjišťováno	-

tab /2/ Skladba terasy u atiky

* tloušťka vrstvy v místě provedené sondy



foto/17/ Pohled provedenou sondou



foto/18/ Pohled na zapravenou sondu

Skladba terasy v místě prováděné sondy u odvodňovacího žlabu S3 (od exteriéru):

Vrstva	Stav vrstev	Tloušťka [mm]
Betonová dlažba	suchá	~ 50
Betonová mazanina	vlhká	~ 45*
Betonová mazanina vyztužená kari sítí	vlhká	~ 70*
Extrudovaný polystyrén	vlhký	~ 50
Drenážní rohož z prostorově orientovaných PE vláken	vlhká	-
Souvrství asfaltových pásů – 2 x modifikovaný asfaltový pás, na horním povrchu opatřen jemnozrnným minerálním posypem	vlhký, nesoudržný	~ 9
Plynosilikát	suchý	~ 100
Písek	suchý	~ 10
Stropní konstrukce	nezjišťováno	-

tab /3/ Skladba terasy u odvodňovacího žlabu

* tloušťka vrstvy v místě provedené sondy



foto/19/ Pohled provedenou sondou



foto/20/ Pohled na zapravenou sondu

2.5.3 Skutečnosti zjištěné při průzkumu

Při provádění sond do skladby terasy bylo zjištěno, že ve skladbě nad hlavní hydroizolační vrstvou se nachází velké množství zadržované vody. Drenážní vrstva z profilované rohože je zanesena cementovým mlékem a pískem. Zanesené byly i perforované boční části vtoku.

Při průzkumu byla perforovaná část vtoku vyčištěna tak, aby mohla ze skladby odtékat voda. Při odtékání vody do vtoku se ukázalo, že svodné potrubí je zaneseno, protože voda ve vtoku nastoupala na konstantní hladinu a dále již neodtékala. Hladina vody vydržela ve své pozici i cca 4 hodiny po nastoupání (viz foto/26/).



foto/21/ Pohled zanesení vtoku cementovým mlékem



foto/22/ Pohled zanesení vtoku cementovým mlékem a průměr vtoku



foto/23/ Pohled na zanesení boční perforované části vtoku



foto/24/ Pohled na zabudovanou vodu ve skladbě terasy



foto/25/ Pohled na stoupající hladinu vody ve vtoku



foto/26/ Pohled na již ustálenou hladinu ve vtoku a ve skladbě terasy



foto/27/ Pohled na zabudovanou vodu ve skladbě terasy u odvodňovacích žlabů – již po odtečení hlavní části vody



foto/28/ Pohled na zabudovanou vodu ve skladbě terasy u odvodňovacích žlabů – již po odtečení hlavní části vody

Při zapravování souvrství asfaltových pásů bylo zjištěno, že asfaltové pásy jsou z dlouhodobého působení vody ve skladbě terasy nasáklé vodou. To se projevilo prskáním asfaltové směsi v rámci zapravování sondy. Voda zabudovaná v asfaltovém pásu začala vřít a docházelo tak k prskání asfaltové hmoty.

3. POSUDEK

3.1 Tepelnětechnické posouzení

3.1.1 Okrajové podmínky

Parametry interiéru:

Restaurace,	Návrhová teplota vnitřního vzduchu:	20 °C
obchodní prostory,	Návrhová relativní vlhkost vzduchu v interiéru:	55 %
zázemí sportovní haly	Průměrná 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 Brno (227 m n.m.):

Návrhová teplota vnitřního 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 kuchyň	0,24	0,16
Množství zkondenzované vodní páry M_c [$kg/(m^2 \cdot a)$]	< 0,1 a nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu	
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev}$ [$kg/(m^2 \cdot a)$]	aktivní	
Vnitřní povrchová teplota – požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu při návrhových okrajových podmínkách, vyloučení rizika růstu plísní [-] (požadovaná nejnižší povrchová teplota [$^{\circ}C$]) – pro kuchyň	0,798 (14,5)	
M_{ev} ... Roční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce		

3.1.3 Vypočtené hodnoty

Skladba	Součinitel prostupu tepla U [$W/(m^2 \cdot K)$]	Množství zkondenzované vodní páry M_c [$kg/(m^2 \cdot a)$]	Celoroční bilance vlhkosti	Posouzení povrchové teploty konstrukce – teplotní faktor f_{rsi} [-] (nejnižší povrchová teplota θ_{si} [$^{\circ}C$])	Hodnocení
				Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách	
Střecha terasy	0,598 !	nekondenzuje +	aktivní +	0,860 (12,5) +	!
+ ... 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					

3.1.4 Vyhodnocení

Skladba hlavní střechy nesplňuje požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540.

V konstrukci v místě sondy **nedochází výpočtově ke kondenzaci vodní páry.**

3.2 Stavebně-technické posouzení zjištěného stavu střechy

Dle normy ČSN 73 1901 střechy musí zabraňovat vnikání vody do konstrukcí staveb. Střecha se navrhuje tak, aby nepropouštěla vodu ani do chráněných konstrukcí ani na svůj dolní povrch ani do podstřešních prostor. Dle zjištěných vlhkostních poruch v interiéru lze konstatovat, že střecha neplní dostatečně hydroizolační funkci, netěsnostmi dochází k zatékání do skladby střechy.

Ve skladbě střechy je velké množství zadržované vody. Drenážní vrstva a boční perforace vtoků jsou zaneseny a zadržovaná voda nemá kudy odtéct. Velké množství zadržované vody ve skladbě terasy působí negativně na tepelně technické vlastnosti skladby, statiku celé střešní konstrukce a v neposlední řadě výrazným způsobem zkracuje životnost vrstev ve skladbě. Voda zadržovaná ve skladbě terasy působí na hydroizolaci hydrostatickým tlakem a dochází k rychlejší degradaci asfaltového pásu. Asfaltové pásy jsou z neustálého namáhání tlakovou vodou nasáklé. Zvyšuje se také riziko zatečení srážkové vody netěsnými spoji. **Hydroizolační systém terasy není na hydrofyzikální namáhání tlakovou vodou navržen.**

Ve skladbě terasy je použita betonová mazanina, ze které dochází k vyluhování obsahů solí, které se poté usazují na stěnách vtoků, což není v souladu s předpokladem fungování jednotlivých prvků skladby. Tento jev způsobuje snížení hustoty betonu a oslabení jeho soudržnosti. Snížení soudržnosti betonu se poté projevuje vymýváním pískových částic z mazaniny. Tyto částice se spolu s výluhem solí usazují ve svodném potrubí, které časem úplně zanesou. Vymývané pískové částice se usazují v drenážní vrstvě nad hydroizolační vrstvou a znemožňují tak plynulý odtok vody.

Ke zvýšenému hydrofyzikálnímu namáhání přispívá zanesené a neprůchodné svodné potrubí. Srážková voda není z plochy odváděna a zvyšuje se hydrofyzikální namáhání hydroizolačního systému terasy. Při zaplnění svodného potrubí a vtoku může docházet ve spojích jednotlivých segmentů vtoku a vtoku na svodné potrubí k zatékání vody. Odvodnění plochy terasy částečně nebo úplně ucpanými vtoky je s největší pravděpodobností dle normy ČSN 75 6760 nedostačující.

Součinitel prostupu tepla střešních skladeb nevyhovuje požadavkům ČSN 73 0540. **Střecha objektu vyžaduje kompletní zateplení.**

4. NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

Vzhledem k zjištěnému stavu terasy považujeme za dlouhodobě spolehlivé a funkční řešení pouze komplexní opravu střechy. Velké množství zadržované vody ve skladbě střechy působí negativně na tepelně technické vlastnosti skladby, statiku celé střešní konstrukce a v neposlední řadě výrazným způsobem zkracuje životnost vrstev ve skladbě. Hydroizolační vrstva z asfaltových pásů není navržena na hydrofyzikální namáhání tlakovou vodou a dochází tak pronikání srážkové vody do interiérových prostor.

Podle vyhlášky 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby vznikne komplexní opravou střechy požadavek na účinnější tepelně izolační vrstvu.

Nabízí se tyto varianty rekonstrukce terasy:

4.1 Varianta I. - nízkorozpočtová varianta

Tato varianta uvažuje s výměnou nádstavců střešních vtoků, revizí a vyčištěním svodného potrubí. Stávající nádstavce střešních vtoků jsou zanesené a je nutná jejich výměna. Dále je nutné provést revizi svodné potrubí. Místa zanesení je nutné rozebrat a vyměnit. Na svodném potrubí nesmějí být místa bez spádu i protispádu a ani místa zúžení potrubí. V těchto místech dochází k usazování nečistot a postupnému ucpání svodného potrubí.

Tato varianta nemusí zamezit 100% vnikání vody do interiéru. Varianta neřeší opravu netěsností v hydroizolační vrstvě. Navržená opatření se nezabývají tepelně technickými parametry skladby z hlediska šíření tepla a vlhkosti.

Plivem zanesené drenážní vrstvy existuje riziko, že srážková voda bude nadále zadržována ve skladbě střechy. Varianta řeší pouze uvolnění u zaneseného vtoku a svodného potrubí.

Po realizaci tohoto opatření bude nutné provádět pravidelnou kontrolu svodného potrubí a vtoků.

Orientační předpokládaná cena opravy střechy dle varianty I. stanovená odborným odhadem činí 30 tisíc Kč bez DPH za jeden vtok.

4.2 Varianta II. - komplexní rekonstrukce terasy s návrhem pochozí skladby terasy s co nejmenší tloušťkou skladby při dodržení požadavků normy ČSN 73 0540.

Tato varianta je určena pouze pro pěší provoz. Varianta uvažuje s odstraněním stávající střešní skladby na terase až na úroveň nosné konstrukce, tj. na železobetonovou stropní konstrukci. Na očištěnou a vyrovnanou železobetonovou stropní konstrukci bude proveden penetrační nátěr, nová parozábrana z asfaltového pásu, spádové klíny z tepelné izolace PIR a hlavní hydroizolační vrstva dle výběru varianty.

Varianta II.a. – hydroizolace dvojitým kontrolovatelným hydroizolačním systémem

Dvojitý systém s možností kontroly a sanace DUALDEK je z hlediska hydroizolační bezpečnosti řazen k nejspolehlivějším systémům – v průběhu i po skončení stavebního procesu umožňuje provést kontrolu těsnosti hydroizolace, systémem lze přesněji lokalizovat poruchu. Případnou sanaci lze provést bez nutnosti demontáže nadložních vrstev a tedy i s výrazně nižšími náklady než u jednovrstvého systému. Tento systém bude rozdělen do sektorů, jejichž vnitřní prostor, uzavřený dvěma fóliemi, bude pomocí kontrolních hadic napojen na exteriér tak, aby bylo možno podtlakově testovat těsnost jednotlivých sektorů. Kontrolní hadice budou svedeny do kontrolních míst, odkud bude možno i v průběhu užívání kontrolovat těsnost jednotlivých sektorů a případnou poruchu přesněji lokalizovat.

Výhody:

- možnost kontroly těsnosti po jednotlivých sektorech při realizaci i po ní
- možnost lokalizace případné poruchy v průběhu užívání v rámci sektorů
- vysoká hydroizolační spolehlivost

Nevýhody:

- vyšší složitost provádění
- vyšší pořizovací náklady na provedení opatření

Navržená skladba hlavní terasy (od exteriéru):

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Železobetonová pojižděná deska – provozní vrstva pojižděné střechy z betonu třídy C 30/37 XF4, dimenze dle statického návrhu, vyztuženo KARI sítí, dilatováno 4x4m,	dle statického výpočtu	Nové vrstvy
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g.m ⁻² (např. FILTEK 500)	-	
Prostorová smyčková rohož z polyethylenových vláken určená pro vytvoření drenážní vrstvy, plošná hmotnost 900 g.m ⁻² (např. DEKDREN P 900)	6,0	
Ochranná vrstva proti protečení ropných produktů z LDPE fólie, volně kladená na podklad s přesahy po směru spádu (např. PENEFOL 750)	0,8	
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g.m ⁻² (např. FILTEK 500)	-	
Fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou určená pro přetížené skladby (např. DEKPLAN 77)	1,5	
Prostorová smyčková rohož z polyethylenových vláken určená pro vytvoření drenážní vrstvy, plošná hmotnost 900 g.m ⁻² (např. DEKDREN P 900)	6,0	
Fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou určená pro přetížené skladby (např. DEKPLAN 77)	1,5	
Tepelněizolační spádové desky na bázi polyisokyanurátu (PIR) do tl. 80 mm. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci ≥150 kPa. (např. KINGSPAN Therma TR27 FM), λd=max. 0,026 [W/mK]	průměrně 160	
Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený hliníkovou folií kaširovanou skleněnými vlákny, bodově přitaven k podkladu (např. GLASTEK AL 40 MINERAL)	4	
Železobetonová stropní konstrukce - vyspravení a případné vyrovnaní povrchu na požadovanou nerovnost ± 5 mm měřeno na 2 m dlouhou lať	-	Stávající vrstvy

tab /4/ Skladba hlavní střechy varianta II.a.

Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené skladby dle varianty II.a. i s demontáží stávajících vrstev skladby činí 6 600 Kč/m² bez DPH.

Varianta II.b. – hydroizolace z SBS modifikovaných asfaltových pásů

Tato varianta počítá s provedením hydroizolace z SBS modifikovaných asfaltových pásů.

Výhody:

- jednodušší a rychlejší realizace
- levnější varianta

Nevýhody:

- nemožnost kontrolovat těsnost hydroizolační vrstvy po montáži ani v průběhu užívání
- nižší hydroizolační spolehlivost

Navržená skladba hlavní terasy (od exteriéru):

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Železobetonová pojižděná deska – provozní vrstva pojižděné střechy z betonu třídy C 30/37 XF4, dimenze dle statického návrhu, vyztuženo KARI sítí, dilatováno 4x4m,	dle statického výpočtu	Nové vrstvy
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g.m ⁻² (např. FILTEK 500)	-	
Prostorová smyčková rohož z polyethylenových vláken určená pro vytvoření drenážní vrstvy, plošná hmotnost 900 g.m ⁻² (např. DEKDREN P 900)	6,0	
Ochranná vrstva proti protečení ropných produktů z LDPE fólie, volně kladená na podklad s přesahy po směru spádu (např. PENEFOL 750)	0,8	
Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený vložkou z polyesterové rohože, určený jako vrchní vrstva hydroizolačního povlaku střech, pás je na horním povrchu opatřen ochranným břídlíčným posypem, plnoplošně nataven k podkladu (např. ELASTEK 50 SPECIAL DEKOR)	5,3	
Samolepicí pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený skleněnou tkaninou, pás je na horním povrchu opatřen spalitelnou PE folií, plnoplošně nalepen k podkladu (např. GLASTEK 30 STICKER ULTRA)	3,0	
Tepelněizolační spádové desky na bázi polyisokyanurátu (PIR) do tl. 80 mm. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci ≥150 kPa. (např. KINGSPAN Therma TR26 FM), λd=max. 0,026 [W/mK]	průměrně 160	
Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený hliníkovou folií kaširovanou skleněnými vlákny, bodově přitaven k podkladu (např. GLASTEK AL 40 MINERAL)	4	Stávající vrstvy
Železobetonová stropní konstrukce - vyspravení a případné vyrovnaní povrchu na požadovanou nerovnost ± 5 mm měřeno na 2 m dlouhou lať	-	

tab /5/ Skladba hlavní střechy varianta II.b.

Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené skladby dle varianty II.b. i s demontáží stávajících vrstev skladby činí 4 800 Kč/m² bez DPH.

4.3 Varianta III. - komplexní rekonstrukce terasy s návrhem pojižděné skladby s navýšením tloušťky skladby terasy

Tato varianta je určena pro pojižděnou skladbu střechy s veřejným provozem. Varianta uvažuje s odstraněním stávající střešní skladby na terase až na úroveň nosné konstrukce, tj. na železobetonovou stropní konstrukci a provedením nové pojižděné skladby s tepelnou izolací z XPS.

Navrženou skladbou dojde k navýšení celkové tloušťky skladby terasy. Je nutné prověřit zda toto navýšení skladby je realizovatelné vzhledem k nízké usazeným vchodům. Pokud se zjistí, že nebude možné dodržet stanovené min. tloušťky tepelné izolace ve skladbě terasy, je nutné na základě nového tepelnětechnického posouzení případně provést dodatečné zateplení ze strany interiéru.

Varianta III.a. – hydroizolace dvojitým kontrolovatelným hydroizolačním systémem

Navržená skladba hlavní terasy (od exteriéru):

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Železobetonová pojižděná deska– provozní vrstva pojižděné střechy z betonu třídy C 30/37 XF4, dimenze dle statického návrhu, vyztuženo KARI sítí, dilatováno 4x4m,	dle statického výpočtu	Nové vrstvy
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g.m ⁻² (např. FILTEK 500)	-	
Prostorová smyčková rohož z polyethylenových vláken určená pro vytvoření drenážní vrstvy, plošná hmotnost 900 g.m ⁻² (např. DEKDREN P 900)	6,0	
Ochranná vrstva proti protečení ropných produktů z LDPE fólie, volně kladená na podklad s přesahy po směru spádu (např. PENEFOL 750)	0,8	
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g.m ⁻² (např. FILTEK 500)	-	
Fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou určená pro přetížené skladby (např. DEKPLAN 77)	1,5	
Prostorová smyčková rohož z polyethylenových vláken určená pro vytvoření drenážní vrstvy, plošná hmotnost 900 g.m ⁻² (např. DEKDREN P 900)	6,0	
Fólie z měkčeného PVC se skleněnou výztužnou vložkou určená pro přetížené skladby (např. DEKPLAN 77)	1,5	
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 300 g.m ⁻² (např. FILTEK 300)	-	
Tepelněizolační desky z extrudovaného polystyrenu. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci 500 kPa. (např. FIBRAN XPS 500 L) $\lambda_d = \max. 0,035 [W/mK]$	Průměrně 220	
Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený hliníkovou folií kaširovanou skleněnými vlákny, bodově přitaven k podkladu (např. GLASTEK AL 40 MINERAL)	4	
Železobetonová stropní konstrukce - vyspravení a případné vyrovnání povrchu na požadovanou nerovnost ± 5 mm měřeno na 2 m dlouhou lať	-	Stávající vrstvy

tab /6/ Skladba hlavní střechy varianta III.a.

Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené skladby dle varianty III.a. i s demontáží stávajících vrstev skladby činí 6 500 Kč/m² bez DPH.

Varianta III.b. – hydroizolace z SBS modifikovaných asfaltových pásů

Navržená skladba hlavní terasy (od exteriéru):

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Železobetonová pojižděná deska– provozní vrstva pojižděné střechy z betonu třídy C 30/37 XF4, dimenze dle statického návrhu, vyztuženo KARI sítí, dilatováno 4x4m,	dle statického výpočtu	Nové vrstvy
Netkaná textilie z polypropylenových vláken, zpevněná vpichováním, plošná hmotnost 500 g.m ⁻² (např. FILTEK 500)	-	
Prostorová smyčková rohož z polyethylenových vláken určená pro vytvoření drenážní vrstvy, plošná hmotnost 900 g.m ⁻² (např. DEKDREN P 900)	6,0	
Ochranná vrstva proti protečení ropných produktů z LDPE fólie, volně kladená na podklad s přesahy po směru spádu (např. PENEFOL 750)	0,8	
Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený vložkou z polyesterové rohože, určený jako vrchní vrstva hydroizolačního povlaku střech, pás je na horním povrchu opatřen ochranným břídlíčným posypem, plnoplošně nataven k podkladu (např. ELASTEK 50 SPECIAL DEKOR)	5,3	
Samolepící pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený skleněnou tkaninou, pás je na horním povrchu opatřen spalitelnou PE folií, plnoplošně nalepen k podkladu (např. GLASTEK 30 STICKER ULTRA)	3,0	
Tepelněizolační desky z extrudovaného polystyrenu. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci 500 kPa. (např. FIBRAN XPS 500 L) $\lambda_d = \max. 0,035 [W/mK]$	Průměrně 220	
Natavitelný pás z SBS modifikovaného asfaltu vyztužený hliníkovou folií kaširovanou skleněnými vlákny, bodově přitaven k podkladu (např. GLASTEK AL 40 MINERAL)	4	Stávající vrstvy
Železobetonová stropní konstrukce - vyspravení a případné vyrovnání povrchu na požadovanou nerovnost ± 5 mm měřeno na 2 m dlouhou lať	-	

tab /7/ Skladba hlavní střechy varianta III.b.

Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené skladby dle varianty III.a. i s demontáží stávajících vrstev skladby činí 3 700 Kč/m² bez DPH.

4.4 Tepelnětechnické posouzení

4.4.1 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 kuchyň	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 [$^{\circ}C$]) – pro kuchyň	0,798 (14,5)	
M_{ev} ... Roční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce		

4.4.2 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} [$^{\circ}C$])	Hodnocení
				Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách	
Terasa var. II.a.	0,16 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,961 (20,6) +	x
Terasa var. II.b.	0,159 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,961 (20,6) +	x
Terasa var. III.a.	0,155 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,962 (20,6) +	x
Terasa var. III.b.	0,155 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,962 (20,6) +	x
+ ... 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					

4.4.3 Vyhodnocení

Hodnota součinitele prostupu tepla vypočtená pro skladby terasy **vyhovuje doporučené hodnotě** dle ČSN 73 0540-2.

Výpočtem stanovená hodnota vnitřní povrchové teploty v ploše skladeb terasy **vyhovuje** požadavku ČSN 73 0540-2.

Ve skladbách navržených střeš vypočtově **nedochází ke kondenzaci** vodní páry.

Posuzované navržené skladby **splňuje požadavek** na nejnižší povrchovou teplotu konstrukce (teplotní faktor).

5. ZÁVĚR

Velké množství zadržované vody ve skladbě střechy působí negativně na tepelně technické vlastnosti skladby, statiku celé střešní konstrukce a v neposlední řadě výrazným způsobem zkracuje životnost vrstev ve skladbě. Ve skladbě terasy je použita nekvalitní betonová mazanina, ze které dochází k vyluhování obsahů solí, které se poté usazují na stěnách vtoků, zanáší svodné potrubí a drenážní vrstvu ve skladbě terasy. Ze skladby terasy není umožněn odtok srážkové vody a dochází tak k hydrofyzikálnímu namáhání hydroizolační vrstvy tlakovou vodou. Hydroizolační vrstva z asfaltových pásů není navržena na hydrofyzikální namáhání tlakovou vodou a dochází tak pronikání srážkové vody do interiérových prostor.


Vzhledem k výše uvedenému považujeme za dlouhodobě spolehlivé a funkční řešení pouze komplexní opravu střechy dle varianty III.a., což znamená demontáž stávajících vrstev skladby až na nosnou konstrukci a realizaci skladby nové - dvojitý systém s možností kontroly a sanace DUALDEK. Dále je nutné upozornit, že u této varianty dojde k navýšení tloušťky tepelné izolace respektive skladby terasy nutné pro splnění požadavků závazné normy ČSN 73 0540-2. Je nutné prověřit zda toto navýšení skladby je realizovatelné vzhledem k nízkému usazeným vstupním portálům. Pokud se zjistí, že nebude možné dodržet stanovené min. tloušťky tepelné izolace ve skladbě terasy, je nutné počítat s demontáží stávajících vstupních portálů a provedením nových s výškou sníženou o tuto nově přidanou tepelnou izolaci nebo provést dodatečné zateplení ze strany interiéru na základě nového tepelnětechnického posouzení.

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.

Společnost DEKPROJEKT s.r.o. si vyhrazuje právo na změnu koncepce řešení v případě odlišných skutečností zjištěných při vlastním provádění opravy střech. Proto doporučujeme při zahájení rekonstrukce kontaktovat pracovníky DEKPROJEKT s.r.o. a nově navrženou skladbu v průběhu realizace aktuálně konzultovat.

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

V Olomouci dne 30.11.2016



Ing. Jan Janeček