

ATELIER

**DEK**

**DEKPROJEKT s.r.o.**  
Zakázka číslo: 2019-005317-ToJ

Odborný posudek

## **Odborné posouzení stavu kontaktního zateplovacího systému včetně koncepčního návrhu nápravných opatření**

Bytové domy  
Langrova 1207/1b  
627 00 Brno-Slatina



**Vypracoval**

Ing. Jan Tománek

**Zpracováno v období**

Březen 2019

**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. PODKLADY.....</b>	<b>4</b>
<b>3. NÁLEZ.....</b>	<b>4</b>
3.1 Místní šetření.....	4
3.2 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí.....	4
3.3 Charakteristika problematiky.....	5
3.4 Vnější tepelněizolační kompozitní systém (ETICS).....	6
3.4.1 Popis jednotlivých sond včetně jejich zapravení.....	6
3.4.2 Skladba ETICS.....	7
3.4.3 Podklad ETICS.....	8
3.4.4 Tepelněizolační materiál.....	8
3.4.5 Lepení a mechanické kotvení tepelného izolantu.....	9
3.4.6 Vnější souvrství ETICS.....	11
3.4.7 Tepelně-vlhkostní poruchy ETICS.....	14
<b>4. POSUDEK.....</b>	<b>15</b>
4.1 Tepelně technické posouzení stávající skladby ETICS.....	15
4.1.1 Okrajové podmínky.....	15
4.1.2 Požadavky normy ČSN 73 0540-2 (2011) tepelná ochrana budov.....	15
4.1.3 Vypočtené hodnoty.....	15
4.1.4 Vyhodnocení.....	15
4.2 Stavebně-technické posouzení ETICS.....	16
<b>5. NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ.....</b>	<b>18</b>
5.1 Obecně.....	18
5.2 Komplexní rekonstrukce fasády.....	18
5.3 Tepelně technické posouzení navržené skladby.....	19
5.3.1 Vypočtené hodnoty.....	19
5.3.2 Vyhodnocení.....	19
<b>6. ZÁVĚR.....</b>	<b>20</b>

**1. VŠEOBECNĚ**

- 1.1 Předmět** Bytové domy  
Langrova 1207/1b  
627 00 Brno-Slatina
- 1.2 Úkol** Odborné posouzení stavu kontaktního zateplovacího systému včetně koncepčního návrhu nápravných opatření
- 1.3 Objednatel** **SVJ pro dům Langrova 1b**  
Langrova 1207/1b Oprávněné osoby:  
627 00 Brno-Slatina Vojtěch Prax  
IČ: 26296543 Tel: +420 777 707 755  
email: prax@vrba.cz
- 1.4 Dodavatel** **DEKPROJEKT s.r.o.**  
Tiskařská 10/257 IČO: 27 64 24 11  
budova TTC TECHKOM  
CENTRUM  
108 00 Praha 10 - bankovní spojení:  
Malešice 35-7899980247/0100  
tel.: +420 234 054 284 KB Praha 9  
fax.: +420 234 054 291  
  
Zapsáno v obchodním rejstříku, vedeném Městským soudem v Praze oddíl C., vložka 120996
- 1.5 Vypracoval** Ing. Jan Tománek
- 1.6 Kontroloval** Ing. Pavel Štajnrt, Ing. Marcela Šafářová
- 1.7 Zpracováno v období** Březen 2019

## 2. PODKLADY

- [1] Objednávka odborného posudku ze dne 6.2.2019 na základě nabídky č. D2019-032223.
- [2] Místní šetření objektu ze dne 27.2.2019.
- [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 2901 (732901) Provádění vnějších tepelně izolačních kompozitních systémů (ETICS).
- [11] ČSN 73 2902 (732902) Vnější tepelně izolační kompozitní systémy (ETICS) – Navrhování a použití mechanického upevnění pro spojení s podkladem (2011).
- [12] Publikace „FASÁDY – Vnější tepelně izolační kompozitní systémy ETICS, Skladby a detaily – leden 2013, konstrukční, technické a materiálové řešení“, vydal DEKTRADE a.s. v lednu 2013.
- [13] ČSN 73 3610 (733610) Navrhování klempířských konstrukcí.

*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 odborného posudku bylo provedeno na předmětném objektu místní šetření. Místní šetření proběhlo ve dne 27.2.2019. Během průzkumu byla provedena vizuální prohlídka fasády předmětných objektů. Dále byly provedeny 3 sondy do konstrukce fasády. Sondy byly následně zapraveny. Z místního šetření byla pořízena fotodokumentace, jejíž část je součástí tohoto odborného posudku. Místní šetření provedli Ing. Jan Tománek a Ing. Adam Běťák za účasti objednatele pana Vojtěcha Praxe a zástupce SVJ pana Vlastimila Duchaně.

### 3.2 Stručný popis objektu a předmětných konstrukcí

Předmětem odborného posudku jsou bytové domy v blokové zástavbě na ulici Langrova v Brně. Objekty jsou umístěné na mírně svažitém terénu v oblasti městské zástavby o nadmořské výšce 249 m n. m. Nosnou konstrukci předmětných objektů tvoří železobetonový montovaný skelet s výplňovým zdivem z příčně děrovaných cihel. Objekt má 7 nadzemních podlaží. V 1. nadzemním podlaží se nacházejí garáže a komunikační prostory, v dalších podlažích se nacházejí bytové jednotky a komunikační prostory. Bytové domy mají členitý půdorys. Objekty jsou zastřešeny plochou střechou. Bytové domy mají zateplenou fasádu kontaktním zateplovacím systémem s tloušťkou tepelného izolantu 100 mm. Kolem objektu jsou realizované předsazené montované lodžie.



obr. 11/ Situace (červeně vyznačené předmětné objekty a jednotlivé sondy)

Pozn.: U sond do fasády byla ověřována skladba, stav jednotlivých vrstev a technologie realizace jednotlivých vrstev vnějšího kontaktního zateplovacího systému.

### 3.3 Charakteristika problematiky

Na předmětném objektu jsou vizuálně patrné projevy poruch vnějšího kontaktního zateplovacího systému a navazujících konstrukcí – degradace omítek, trhliny, biotické napadení atd. Dle informací objednatele dochází především v zimním období k výraznému prokreslování tepelněizolačních desek včetně kotvicích prvků. Dále bylo na několika místech lokálně zapravováno porušení vnějšího souvrství ETICS z důvodů odtržení základní vrstvy s výztužnou síťovinou od povrchu tepelné izolace.

Objednatel požaduje odborné posouzení stávajícího stavu vnějšího tepelněizolačního kompozitního systému (dále jen ETICS) včetně stanovení příčin poruch ETICS a dále koncepční návrh nápravných opatření a jejich orientační nacenění.

### 3.4 Vnější tepelněizolační kompozitní systém (ETICS)

#### 3.4.1 Popis jednotlivých sond včetně jejich zapravení

V rámci průzkumných prací byly na vybraných místech provedeny sondy do fasády za účelem ověření stavu a způsobu provedení jednotlivých vrstev ETICS. Vybrána byla místa s nejvýraznějším výskytem poruch. Konkrétní místa jsou označena v obrázku č. 1.

Sonda S1 byla provedena v okrajové oblasti na západní fasádě v úrovni mezi výplněmi 2.NP a 3.NP. Sonda S2 byla provedena ve vnitřní oblasti na východní fasádě taktéž mezi výplněmi 2.NP a 3.NP. Sonda S3 byla provedena ve vnitřní oblasti severní fasády v úrovni založení ETICS.

#### Sonda S1 (rozměr 1000x500 mm)



foto/1/ Pohled na provedenou sondu S1



foto/2/ Pohled na zapravenou sondu S1

#### Sonda S2 (rozměr 1000x500 mm)



foto/3/ Pohled na provedenou sondu S2



foto/4/ Pohled na zapravenou sondu S2

**Sonda S3 (rozměr 500x500 mm)**

foto/5/ Pohled na provedenou sondu S3



foto/6/ Pohled na zapravenou sondu S3

**3.4.2 Skladba ETICS**

Vrstva	Tloušťka [mm]	Stav vrstev
Vnější souvrství ETICS: - penetrační a nátěrová hmota - základní vrstva s výztužnou síťovinou	~ 1-3	lokální degradace povrchu projevující se výskytem prasklin a trhlin, biotické napadení povrchu
Expandovaný fasádní polystyren	~ 100	-
Lepicí hmota (terče) + slabě větraná vzduchová vrstva	~ 0 - 70	-
Zdivo z příčně děrovaných tvarovek	~ 375	-
Vnitřní omítka	~ 15	-

tab /1/ - skladba fasády (z exteriéru)

### 3.4.3 Podklad ETICS

Podklad zateplovacího systému tvoří převážně příčně děrované keramické tvarovky. V místech sond dosahuje odchylka rovinnosti tohoto podkladu až k hodnotám 70 mm. Tato nerovinnost je kompenzována přířezy expandovaného polystyrenu v různých tloušťkách, které jsou k podkladu přilepeny lepicí hmotou na silikátové bázi. V podkladu je dále patrná výrazná mezerovitost mezi jednotlivými tvarovkami. Šířka mezer dosahuje až 25 mm.



foto/7/ Pohled na nerovinnost podkladu



foto/8/ Pohled na spáry mezi jednotlivými tvarovkami



foto/9/ Pohled na vyrovnání podkladu pomocí tepelného izolantu



foto/10/ Pohled na vyrovnání podkladu pomocí tepelného izolantu

### 3.4.4 Tepelněizolační materiál

Fasáda objektů je v celé ploše zateplena tepelnou izolací z desek expandovaného polystyrenu o rozměru 1000 x 500 mm a v tloušťce 100 mm. Desky tepelné izolace jsou kladeny na vazbu pouze lokálně. V místech okenních otvorů nejsou použity tzv. hokejky (úprava tepelného izolantu do tvaru L) a vznikají tak nepřípustné vodorovné a svislé spáry. V rozích u výplní otvorů bylo zjištěno křížení spár tepelné izolace ve vzdálenostech menších než 100 mm od rohů výplní otvorů. Vazby tepelného izolantu jsou patrné převážně v zimním období, kdy dochází k prokreslování spár tepelného izolantu. Místy se mezi deskami vyskytují spáry.





foto/11/ Pohled na tloušťku tepelného izolantu



foto/12/ Pohled na prokreslování spár tepelného izolantu a jeho patrné vazby

### 3.4.5 Lepení a mechanické kotvení tepelného izolantu

Jednotlivé desky tepelné izolace jsou lepeny pouze pomocí vnitřních terčů lepidla. Lepené spoje tvoří u desek max. cca 20 % plochy. Při demontáži desek tepelné izolace vykazoval lepený spoj nedostatečnou únosnost s podkladem – docházelo ke snadnému odtržení lepidla od podkladu. Lepicí hmota na rubu desek tepelné izolace ve většině případů nekoresponduje s umístěním kotevního prvku (kotevní prvek procházel mimo nanesenou lepicí hmotu). Desky tepelné izolace jsou lokálně lepeny pomocí terčů v místech vyrovnání podkladu pomocí další vrstvy tepelného izolantu.



foto/13/ Pohled na princip lepení tepelného izolantu



foto/14/ Pohled na princip lepení tepelného izolantu



foto/15/ Pohled na patrně nesoudržné terče s podkladem



foto/16/ Pohled na umístění kotevního prvku mimo terče

Ke kotvení tepelného izolantu jsou použity zatloukáací plastové hmoždinky s plastovým trnem o délce 170 mm. Průměr talíře hmoždinky je 50 mm. Na předmětném ETICS je použita povrchová montáž hmoždinek. Hmoždinky jsou umístěné do každého rohu desek tepelného izolantu a dále ve spárách v polovině jejich výšky. Některé hmoždinky nebyly soudržné s podkladem a byly uvolněné (volně vytažení rukou). Vlivem nepřípustné rovinnosti a vyrovnávání podkladu dosahuje efektivní kotevní hloubka lokálně méně jak 10 mm.



foto/17/ Pohled na průměr talíře hmoždinky



foto/18/ Pohled na délku hmoždinky



foto/19/ Pohled na uvolněnou hmoždinku



foto/20/ Pohled na lokální tloušťku souvrství ETICS v místě kotvy – efektivní kotevní hloubka &lt; 10 mm

### 3.4.6 Vnější souvrství ETICS

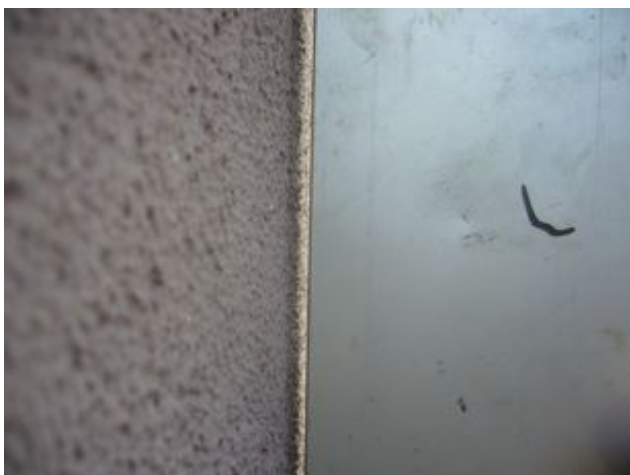
Vnější souvrství ETICS tvoří výztužná tkanina s oky 5 x 5 mm, základní vrstva vnějšího souvrství a povrchová úprava z jemnězrnné probarvené pastovité omítky. Dle odebraných vzorků vnějšího souvrství ze sond byla zjištěna celková tloušťka tohoto souvrství v rozmezí od 1 – 3 mm. Dále bylo patrné, že výztužná tkanina byla přestěrkována pouze jednou vrstvou základní vrstvy. Orientačním měřením rovinnosti základní vrstvy ETICS byly zjištěny nerovnosti v hodnotách až 8 mm. V ploše základní vrstvy byly dále patrné lokální nerovnosti způsobené pravděpodobně odpadnutím nebo ztečením části základní vrstvy. Při vizuální kontrole byly patrné horizontální i vertikální trhliny v oblasti rohů okenních výplní, které jsou typickým důsledkem absence diagonálního vyztužení v těchto místech. V ploše fasády jsou dále patrné trhliny, praskliny a opadávání finálního povrchu. Dále je patrná absence použití dilatačních a ukončovacích lišt v místech navazujících konstrukcí. V těchto místech se nachází velké množství trhlin. Další trhliny se nachází v oblasti zakládacího hliníkového profilu. Tyto trhliny jsou způsobené absencí přetažení výztužné síťoviny přes zakládací profil.



foto/21/ Pohled na povrchovou úpravu ETICS



foto/22/ Pohled na výztužnou tkaninu vtačenou do jedné vrstvy základní vrstvy



foto/23/ Pohled na nerovinnost finálního povrchu



foto/24/ Pohled na nerovinnost finálního povrchu



foto/25/ Pohled na vertikální trhlinu v místě rohu okenního otvoru



foto/26/ Pohled na horizontální trhliny v místě rohů okenních otvorů



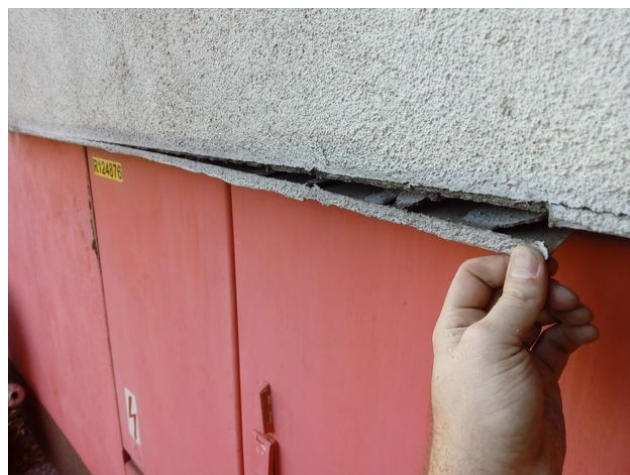
foto/27/ Pohled na vertikální trhlinu v místě založení ETICS



foto/28/ Pohled na trhlinu u navazující konstrukce ETICS



foto/29/ Pohled na trhlinu u navazující konstrukce ETICS



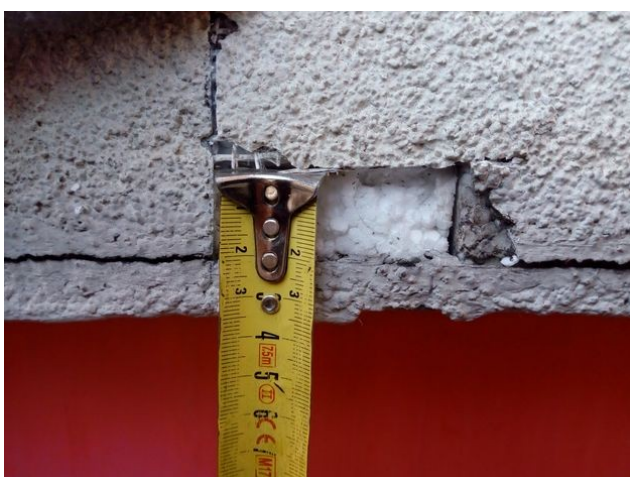
foto/30/ Pohled na utržený základací profil ETICS



foto/31/ Pohled na trhlinu v základacím profilu ETICS



foto/32/ Pohled na spáru mezi základacím profilem a podkladem



foto/33/ Pohled na nedotaženou výztužnou tkaninu přes hranu základacího profilu



foto/34/ Pohled na základací profil – absence plastové spojky mezi profily

### 3.4.7 Tepelně-vlhkostní poruchy ETICS

Dle informací objednatele dochází v celé ploše fasády a především v zimním období k prokreslování spár tepelného izolantu a jeho mechanického kotvení pomocí hmoždinek. Dále bylo v ploše fasády zjištěno rozsáhlé biotické napadení omítky. Napadení se vyskytuje v omezené míře převážně na severní a severozápadní části fasády.



foto/35/ Pohled na biotické napadení severní fasády



foto/36/ Pohled na prokreslování spár tepelného izolantu a talířů hmoždinek



foto/37/ Pohled na prokreslování spár tepelného izolantu a talířů hmoždinek



foto/38/ Pohled na prokreslování spár tepelného izolantu a talířů hmoždinek

## 4. POSUDEK

### 4.1 Tepelně technické posouzení stávající skladby ETICS

#### 4.1.1 Okrajové podmínky

Parametry interiéru:

Bytový dům –	Návrhová vnitřní teplota vzduchu :	21°C *
obytné prostory	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 (249 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 <sup>2</sup> .K)] – pro stěnu vnější těžkou	0,30	0,25
Množství zkondenzované vodní páry $M_c$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	< 0,1 a nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu	
Celoroční bilance vlhkosti $M_c < M_{ev}$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	aktivní	
Vnitřní povrchová teplota – požadovaná hodnota teplotního faktoru vnitřního povrchu <b>při návrhových okrajových podmínkách</b> , <b>vyločení rizika růstu plísní</b> [-] (požadovaná nejnižší povrchová teplota [°C])	0,749 (12,0)	
$M_{ev}$ ... Roční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce		

#### 4.1.3 Vypočtené hodnoty

Skladba	Součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Množství zkondenzované vodní páry $M_c$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Celoroční bilance vlhkosti	Posouzení povrchové teploty konstrukce – teplotní faktor $f_{Rsi}$ [-] ( nejnižší povrchová teplota $\theta_{si}$ [°C])	Hodnocení
				Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách	
Stávající ETICS	0,339 !	nekondenzuje +	aktivní +	0,918 (18,1) +	!
+ ... 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					

#### 4.1.4 Vyhodnocení

**Stávající skladba obvodové stěny nesplňuje požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540. V konstrukci výpočtově nedochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku.**

Pozn. dle informací objednatele byl zateplovací systém realizován cca před 20 lety. Do roku 2011 byl požadavek součinitele prostupu tepla pro těžkou stěnu 0,38 W/(m<sup>2</sup>.K). **V době realizace byl tedy tento požadavek splněn.**

## 4.2 Stavebně-technické posouzení ETICS

Způsob lepení desek tepelné izolace nerespektuje doporučení ČSN 73 2901 ani technologické předpisy dodavatele systému, ve kterých je uveden požadavek na lepení desek tepelné izolace z EPS lepidlem nanášeným ve formě pásu po celém obvodu desky a zároveň uprostřed desky ve formě terčů (nejméně třech na jednu desku). Dále je požadováno lepení tepelněizolační desky z EPS na minimálně 40% plochy. Desky se dále kladou vždy těsně na sraz. Případně vzniklé mezery mezi deskami do 4 mm je možné vyplnit pěnovou hmotou, větší mezery tepelným izolantem. Vyplnění mezer musí být provedeno tak, aby byly mezery vyplněny v celé tloušťce desek. U výplní otvorů je dále předepsáno umísťovat desky tepelné izolace tak, aby křížení jejich spár bylo nejméně 100 mm od rohů těchto otvorů. **Výše popsané požadavky a doporučení nejsou na objektu v celé ploše konstrukce splněny. V místech mezer mezi deskami tepelného izolantu se nachází tepelné mosty, které mohou způsobovat vznik vlhkostních poruch jak v interiéru, tak na ploše fasády objektu.**

**Absence pásu lepicí hmoty po obvodu tepelně izolačních desek negativně ovlivňují kontaktní systém z hlediska požární bezpečnosti staveb, neboť nezamezí svislému proudění plynů a může tak dojít k šíření požáru pod povrchem ETICS. Norma ČSN 73 2901 a výrobci ETICS jej nepřipouštějí také z důvodu rizika prohýbání desek při kotvení a následným prorýsováním desek na fasádě.**

Provedená základní vrstva ETICS nerespektuje doporučení ČSN 73 2901 ani technologické předpisy dodavatele systému, které předepisují provedení základní vrstvy v celkové tloušťce 2-6 mm (optimální 3-4 mm) a dále provedení výztužné vrstvy (skleněné síťoviny) v celé ploše základní vrstvy. V rozích výplní otvorů je dále potřeba provést diagonální zesilující vyztužení pruhem skleněné síťoviny o rozměrech nejméně 300 x 200 mm. **Vadně provedená tloušťka a výztužná tkanina v základní vrstvě mohou mít za následek vznik trhlin v omítce. Správné provedení základní vrstvy má zásadní vliv na vlastnosti vnějšího souvrství a ovlivňuje životnost systému. Jak se projevuje v daném případě, dochází vlivem špatně provedené základní vrstvy ETICS ke vzniku trhlin, jejichž důsledkem může být zatékání srážkové vody do zateplovacího systému s následnou degradací systému (opadávání povrchových vrstev). Nedostatečné nalepení desek v kombinaci v některých místech s nedostatečnou tloušťkou základní vrstvy může způsobit statické poruchy ETICS.**

Nedodržení pravidla kladení tepelně izolačních desek u výplní otvorů, spára desek tepelné izolace plochy fasády nesmí navazovat na hranu desek ostění nebo nadpraží (spára desek by měla být umístěna min. 100 mm od rohu okenního otvoru) – je patrná absence tzv. hokejek. **V takovém případě dochází v rozích okenního otvoru ke zvýšení namáhání vnášených do povrchových vrstev kontaktního systému (které tvoří základní vrstva s vnější omítkou) a může způsobit vznik trhlin v těchto povrchových vrstvách.**

**Netěsné spáry mezi tepelně izolačními deskami tvoří nehomogenity v tepelném a vlhkostním toku, což způsobuje prokreslování spár v povrchové vrstvě. V zimních měsících mohou ve finální vrstvě (omítce) vznikat v těchto vykreslených spárách trhliny.**

**Vznik horizontálních trhlin nad zakládací lištou ETICS je příčinou absence dotažení výztužné síťoviny až k okraji zakládací lišty.**

**Dle ČSN 73 2901 se ke kotvení používají hmoždinky s talířem o velikosti min. 60 mm. Kotevní hmoždinky se osazují do styku a do plochy izolačních desek. Výše uvedené není na stávajícím zateplovacím systému splněno.**

**Odchylka rovinnosti stávajícího podkladu lokálně dosahuje až k 70 mm. Maximální povolená odchylka rovinnosti je 20 mm/m, v případě nesplnění rovinnosti je zapotřebí podklad vyrovnat omítkou. Oprava rovinnosti je chybně nahrazena podlepením tepelným izolantem. Tento způsob vyrovnání je chybný z důvodu nedostatečné soudržnosti s podkladem a nedosažení požadované funkčnosti zateplovacího systému. Hlavním důvodem, proč vyrovnávání tepelným izolantem je**



zakázáno, je navýšení tloušťky izolantu, který způsobuje zkrácení kotvící délky hmoždinky v podkladu a následně může způsobit sesunutí izolačních desek.

Odchylka rovinnosti finálního povrchu dosahuje k hodnotám až 8 mm. Při nedodržení rovinnosti může docházet k rozdílnému namáhání a následnému praskání výztužné tkaniny a základní vrstvy. Dle ČSN 73 2901 je požadavek na rovinnost základní vrstvy určen především druhem omítky. Doporučuje se, aby hodnota rovinnosti na délku jednoho metru nepřevyšovala hodnotu dopovídající velikosti maximálního zrna omítky zvýšenou o 0,5 mm.

Na stávajícím zateplovacím systému je patrná absence systémových profilů. Systémové profily, jako jsou dilatační profily, okenní profily, rohové profily a ukončovací profily, slouží k zajištění pevnosti a k dostatečnému přenášení vzniklých sil. Při vynechání těchto profilů následně dochází ke vzniku trhlin v místech založení systému ETICS, parapetů, rohů oken a dilatace.

Tmavé skvrny na části severní fasády jsou způsobeny biotickým napadením fasády. Dlouhodobější zadržování vody na povrchu fasády v kombinaci s přítomností nositelů mikroorganismů (znečištěná fasáda, prach apod.) jsou vhodným prostředím pro život řas a hub. Dále může docházet ke zdržování vody na fasádě v důsledku poklesu povrchových teplot fasády pod teplotu rosného bodu vnějšího vzduchu. Díky severní orientaci dané stěny nedochází k rychlému vyschnutí vlhkostí zasažené fasády. **Biotické napadení fasády je v jisté míře evidentní v celé ploše zateplené fasády.**

**Výskyt mikroorganismů** (plísňe, řasy apod.) je do jisté míry přirozený jev vázaný na málo osluněné plochy (severně orientované a stíněné). V daném případě biotické napadení fasád zhoršuje skutečnost, že se v blízkosti objektů nachází rozsáhlé pásmo listnaté zeleně.

**Na fasádách s kontaktním zateplovacím systémem je patrný vliv termoprecipitace.** Na plochách s vyšším tepelným odporem (tj. lepšími tepelně technickými vlastnostmi) se snadněji usadí částice prachu. V důsledku termoprecipitace dochází k prokreslování spár desek tepelné izolace a kotev na povrch zateplovacího systému. V zimě navíc dochází v místech s nižším tepelným odporem (tj. na chladnějších plochách) ke kondenzaci vzdušné vlhkosti, která může i namrznat. Na záchyt mechanických nečistot z ovzduší má vliv také struktura a zrnitost povrchu fasády, v daném případě mezery mezi zrny omítky usnadňují uchycení mikroorganismů na fasádě.

**Z tepelně technického hlediska skladba vnějších obvodových stěn nevyhoví požadavkům v současnosti platných norem, konkrétně nesplňují součinitel prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540 (oproti době výstavby objektu došlo ke zpřísnění tohoto normového požadavku).**

Vzhledem k výše uvedenému je zřejmé, že zateplení svislých obvodových stěn je provedeno nekvalitně, v rozporu s normovými požadavky, s obecnými zvyklostmi v daném oboru a s technologickými předpisy výrobců ETICS. Stávající stav ETICS lze charakterizovat jako havarijní. Dle zjištěných skutečností a možností je jediným možným nápravným opatřením pouze komplexní rekonstrukce stávajícího ETICS.

V současné době existují metody, jak provést dodatečné "doteplení" fasády novým zateplovacím systémem na zateplení původní v kombinaci se stabilizací tohoto původního zateplení. Pro tyto sanační metody jsou ovšem poměrně přísná pravidla na toto původní zateplení, které nejsou v našem případě ani zdaleka splněna.

## 5. NÁPRAVNÁ OPATŘENÍ

### 5.1 Obecně

Vzhledem k rozsahu zjištěných vad původního vnějšího kontaktního systému navrhujeme provést jeho demontáž v celé ploše objektu. Po provedení demontáže navrhujeme provést nové zateplení respektující montážní a technologické postupy vybraného systému a příslušné normativní doporučení, zejména ČSN 73 2901 a ČSN 73 2902. Realizaci doporučujeme provádět dle zpracované projektové dokumentace, jejíž součástí bude kotevní plán fasády objektu. Veškeré klempířské prvky je potřeba provádět dle doporučení normy ČSN 73 3610, zejména dodržet potřebné sklony klempířských prvků (např. 3° u okenních parapetů).

### 5.2 Komplexní rekonstrukce fasády

Tato varianta uvažuje s celkovou rekonstrukcí fasády včetně zateplení soklové části. Stávající zateplení z důvodu jeho havarijního stavu bude demontováno, poté bude provedeno nové zateplení obvodových stěn. Budou splněny normové požadavky na součinitel prostupu tepla a dále na vlhkostní chování konstrukce se zadanými normovými parametry. Bude provedeno dodatečné zateplení pomocí expandovaného polystyrenu (v místě požárně nebezpečných prostor budou použity minerální vlákna).

Bude provedena příprava fasády pro provedení sanace ETICS, demontáž konstrukcí kotvených na fasádu, krytí výplní otvorů ochrannou PE fólií proti znečištění, ochrana zeleně a konstrukcí kolem objektu apod. včetně očištění povrchu fasády. Případné nesoudržné vrstvy, které by bránily spojení podkladu s tmelem se musí odstranit. Podklad nesmí vykazovat tolerance větší než je stanoveno v ČSN 73 2901. Povrch fasády nesmí vykazovat vyšší nerovnost než 10 mm na délku 2 m (měřeno latí). V případě větších nerovností se musí nanést vyrovnávací vrstva. Následuje provedení penetrace podkladu nátěrem. Při lepení desek tepelné izolace nanášet lepicí hmotu po obvodu (pás o šířce cca 50 mm) a v ploše desky (3-4 terče velikosti dlaně) tak, aby bylo přilepeno nejméně 40 % plochy desky (doporučujeme nanést maltu na 50-60% plochy desky). Lepení pouze na terče bez pásu po obvodu není přípustné z důvodu rizika prohýbání desek a z důvodu proudění vzduchu za tepelnou izolací. Desky se lepí na sraz bez mezer. Důležité je dbát na to, aby do spár nevnikla lepicí hmota. Přebytečnou hmotu vyteklou zpod desky je nutné odstranit. Desky srovnáme poklepem latí. V případě, že mezi deskami vznikne širší spára, je nutné do mezery vložit přířez tepelné izolace. Spára v žádném případě nesmí být vyplněna lepicí hmotou. Rovinnost povrchu vrstvy nalepeného tepelného izolantu je max. 5 mm/m. Desky tepelné izolace se pokládají odspodu, přičemž další řada se klade vždy na vazbu. V optimálním případě je přeložení o 1/2 desky, nejméně však 200 mm. Provázání jednotlivých vrstev je nutné dodržet i při řešení detailu nároží budovy. Desky se položí s větším přesahem přes roh a až po upevnění další desky se zařiznou. V místě výplní otvorů musí být desky umístěny tak, aby spáry mezi deskami nekončily v rohu okna. Desky upevňujeme s dostatečným přesahem a až po provedení tepelné izolace ostění je zařizneme a zbrousíme. Po dostatečném vytvrzení lepidla je třeba fasádní izolační desky přikotvit šroubovacími hmoždinkami. Počet kotevních prvků je nutno stanovit v realizační dokumentaci na základě provedení výtažných zkoušek konkrétního typu kotev, zatížení větrem apod. Poté se připraví povrch izolačních desek (např. zabroušením, odmetením). Lepicí hmotu rovnoměrně natáhnout (v tloušťce dle požadavků použitého typu hmoty) a uložit do horní třetiny ještě měkké vrstvy skleněnou síťovinu R131). Síťovinu překládat s min. 10 cm přesahem, rovněž u profilů s napojením. Diagonální výztuhy se upevňují u otvorů pro okna a dveře. U rohů a hran přehnout o 20 cm. Po úplném vyschnutí výztužné vrstvy se nanese penetrační nátěr. Na penetrovaný povrch základní vrstvy se nanáší tenkovrstvá omítka. Nanosení se provádí nerezovým hladítkem na sílu danou velikostí zrna u rýhovaných struktur a 1,5 násobku velikosti zrn u roztíraných struktur. Omítku je třeba napojovat ještě před jejím zavadnutím takzvaně „do živého“. Struktura se vytváří plastovým hladítkem ihned po nanesení. Přesný postup provádění dle technologického postupu provádění výrobce konkrétní omítky.

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).

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

Vrstva	Tloušťka [mm]	
Tenkovrstvá probarvená pastovitá silikonsilikátová omítka se samočisticím a fotokatalytickým efektem (např. weber.pas extraClean Active)	1,5	Nové vrstvy
Probarvený podkladní nátěr na bázi akrylátové disperze pro tenkovrstvé omítky (např. weber.pas podklad UNI)	-	
Sěrka na bázi cementu pro ETICS vyztužená skleněnou tkaninou o plošné hmotnosti 165 g.m-2 (např. DEK THERM ELASTIK + VERTEX R131)	5	
Desky z pěnového polystyrenu pro zateplení fasád. Pevnost v tahu kolmo k desce $\geq 100$ kPa. Pevnost v tlaku při 10 % deformaci 70 kPa. Deklarovaná hodnota součinitele tepelné vodivosti 0,039 W.m-1.K-1 (např. EPS 70 F)	140	
Lepicí hmota na bázi cementu pro ETICS (např. DEK THERM ELASTIK)	20	
Zdivo z příčně děrovaných tvarovek – vyspravení, vyrovnání a napenetrování povrchu	~ 375	Stávající vrstvy
Vnitřní omítka	~ 15	

tab /2/ - navrhovaná skladba fasády (od exteriéru)

**Orientační cena stanovená odborným odhadem navržené varianty včetně demontáže (bez likvidace materiálu) a nových klempířských prvků činí 1800,-Kč/m<sup>2</sup> bez DPH. Přesná cena bude stanovena na základě projektové dokumentace a položkového rozpočtu.**

### 5.3 Tepelně technické posouzení navržené skladby

#### 5.3.1 Vypočtené hodnoty

Skladba	Součinitel prostupu tepla $U$ [W/(m <sup>2</sup> .K)]	Množství zkondenzované vodní páry $M_c$ [kg/(m <sup>2</sup> .a)]	Celoroční bilance vlhkosti	Posouzení povrchové teploty konstrukce – teplotní faktor $f_{Rsi}$ [-] (nejnižší povrchová teplota $\theta_{si}$ [°C])  Riziko růstu plísní při návrhových okrajových podmínkách	Hodnocení
Navržený ETICS	0,242 x	nekondenzuje +	aktivní +	0,941 (18,9) +	+
+ ... 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					

#### 5.3.2 Vyhodnocení

**Skladba obvodové stěny splňuje doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 73 0540. V konstrukci výpočtově nedochází ke kondenzaci vodní páry v průběhu roku.**

## 6. ZÁVĚR

Vzhledem k výše uvedenému je zřejmé, že zateplení svislých obvodových stěn je provedeno nekvalitně, v rozporu s normovými požadavky, s obecnými zvyklostmi v daném oboru a s technologickými předpisy výrobců ETICS. Stávající stav ETICS lze charakterizovat jako havarijní. Dle zjištěných skutečností je jediným možným nápravným opatřením pouze komplexní rekonstrukce stávajícího ETICS.

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 nápravných opatření. Proto doporučujeme při zahájení rekonstrukce kontaktovat pracovníky DEKPROJEKT s.r.o. a nově navrženou skladbu v průběhu realizace aktuálně konzultovat.

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 a výkresy detailů. **Toto vyjádření nenahrazuje projektovou dokumentaci.**

V Brně dne 22.3.2019



Ing. Jan Tománek