



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague

Akreditovaná zkušební laboratoř, Autorizovaná osoba, Certifikační orgán, Notifikovaná osoba, Inspekční orgán
Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Certification Body, Notified Body, Inspection Body

**POSOUZENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI VČETNĚ
POŽÁRNĚ UZAVŘENÝCH PLOCH NOSNÝCH STĚN
S KONTAKTNÍMI ZATEPLOVACÍMI SYSTÉMY STOTHERM**

Posudek číslo: U – 042/09/AO 204

Registrační číslo: 080 – 015420

Číslo zakázky: Z 080090300

Objednatel: Sto s.r.o.
Čestlice 271
251 70 Dobřejovice

Zpráva obsahuje 20 stran včetně příloh

Praha, srpen 2009

Posouzení je vypracováno na základě zakázky číslo Z 080090300 uzavřené mezi objednatelem firmou Sto s.r.o., Čestlice a TZÚS Praha s.p., pobočka 0800 – PBS, Praha 9 – Prosek.

1. Předmět řešení

Předmětem této práce je posouzení požárně uzavřených ploch u dřevostaveb zateplených kontaktními zateplovacími systémy firmy Sto s.r.o. nanesenými na nosné konstrukce obvodové stěny.

Konstrukce systémů byly podrobeny zkouškám reakce na oheň a klasifikovány v souladu s ČSN EN 13 501 – 1 a požadavky ČSN 73 0810.

2. Podklady použité pro zpracování posudku

2.1. Normy (včetně změn)

- a) ČSN 73 0802 - PBS. Nevýrobní objekty (5/2009)
- b) ČSN 73 0810 - PBS. Požadavky na požární odolnost stavebních konstrukcí (4/2009)
- c) ČSN EN 1364-1: Zkoušení požární odolnosti nenosných prvků – Část 1: Stěny
- d) ČSN EN 1365-1: Zkoušení požární odolnosti nosných prvků – Část 1: Stěny
- e) ČSN EN 13501-1: Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb - Část 1: Klasifikace podle výsledků zkoušek reakce na oheň
- f) ČSN EN 13 501-2: Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí staveb – Část 2: Klasifikace podle výsledků zkoušek požární odolnosti kromě vzduchotechnických zařízení.

2.2. Další podklady

- a) Protokoly a zprávy ze zkoušek požární odolnosti:
 - Pr-06-2.028: Svislá nosná konstrukce. Nosná obvodová dřevěná stěna RD tl. 146 mm
 - Nr. 86 345: MI/Ba – Zkouška u dvou asi 142,5 mm silné, nosné prostor uzavírající stěny s vodorovnou spárou při jednostranném tepelném namáhání.
 - Pr-06-2.043: Montovaná nosná stěna FERMACELL s dřevěnou nosnou konstrukcí
- b) Směrnice pro výpočet požární odolnosti ocelových konstrukcí (VÚPS/1984)
- c) Dokumentace dodaná objednatelem

3. Popis posuzovaných konstrukcí

Zateplování kontaktními zateplovacími systémy - posouzení požárně uzavřených ploch dřevostaveb podrobně viz tabulka 1.

3.1. Tepelně izolační systémy

3.1.1. Systém StoTherm Classic

- **Systém StoTherm Classic 1-** Vnější tepelně izolační kompozitní systém s vrstvou omítky na polystyrénu pro použití jako vnější izolace stěn budov (číslo schválení ETA-03/0027, vydané CSTB 8.6.2004).

Dle ČSN EN 13501-1 má klasifikaci reakce na oheň B-s2, d0.
Index šíření plamene po povrchu omítky je $i_s = 0,00 \text{ mm.min}^{-1}$.

- **Systém StoTherm Classic 1 MW/MW-L** - Venkovní tepelně izolační systém s vrstvou omítky na minerálních deskách, k tepelné izolaci budov (číslo schválení ETA-07/0156, vydané DIBt 25.7.2007).

Dle ČSN EN 13501-1 má klasifikaci reakce na oheň A2-s2, d0.
Index šíření plamene po povrchu omítky je $i_s = 0,00 \text{ mm.min}^{-1}$.

3.1.2. Systém StoTherm Vario

Systémy StoTherm Vario se liší ve stěrkové hmotě (viz. tabulka 1)

- **Systém StoTherm Vario 1** - Venkovní tepelně izolační systém s vrstvou omítky na polystyrénu, k tepelné izolaci budov (číslo schválení ETA-05/0130, vydané DIBt 23.11.2005).

Dle ČSN EN 13501-1 má klasifikaci reakce na oheň B-s2, d0.

Index šíření plamene po povrchu omítky je $i_s = 0,00 \text{ mm.min}^{-1}$.

- **Systém StoTherm Vario 4** - Vnější tepelně izolační systém s vrstvou omítky na polystyrénu, k tepelné izolaci budov (číslo schválení ETA-065/0107, vydané DIBt 11.7.2006).

Dle ČSN EN 13501-1 má klasifikaci reakce na oheň B-s2, d0.

Index šíření plamene po povrchu omítky je $i_s = 0,00 \text{ mm.min}^{-1}$.

3.1.3. Systém StoTherm Mineral

Systémy StoTherm Mineral se liší ve stěrkové hmotě (viz. tabulka 1)

- **Systém StoTherm Mineral 2** - Venkovní tepelně izolační systém s vrstvou omítky na minerálních deskách, k tepelné izolaci budov (číslo schválení ETA-06/0127, vydané UBAtc 7.3.2007).

Dle ČSN EN 13501-1 má klasifikaci reakce na oheň A2-s1, d0.

Index šíření plamene po povrchu omítky je $i_s = 0,00 \text{ mm.min}^{-1}$.

- **Systém StoTherm Mineral 6** - Venkovní tepelně izolační systém s vrstvou omítky na minerálních deskách, k tepelné izolaci budov (číslo schválení ETA-07/0023, vydané DIBt 27.4.2007).

Dle ČSN EN 13501-1 má klasifikaci reakce na oheň A2-s1, d0.

Index šíření plamene po povrchu omítky je $i_s = 0,00 \text{ mm.min}^{-1}$.

3.2. Vrchní omítku tvoří

- **Systému StoTherm Classic 1 (MW/MW-L):** StoSilco K/R/MP; StoSilco QS K/R; Stolit K/R/MP; Stolit QS K/R; StoNivelit+StoSilco Color; Sto-Superlit, Stolit Milano; Stolit Effect; Sto Marlit K/R; StoLotusan K/R/MP.
- **Systému StoTherm Vario 1 (4):** StoSil K/R/MP; StoSilco K/R/MP; StoSilco QS K/R; Stolit K/R/MP; Stolit QS K/R; StoNivelit+StoSilco Color; Stolit Milano; StoMiral K/R/MP; Stolit Effect; StoMiral Nivell F/G + nátěr; Sto Marlit K/R; StoLotusan K/R/MP.
- **Systému StoTherm Mineral 2 (6):** StoSil K/R/MP; StoSilco K/R/MP; StoMiral K/R/MP; StoMiral Nivell F/G + nátěr; Sto-Strukturputz K/R+ nátěr; Sto-Silikatputz K/R

StoTherm systémy pro posouzení požárně uzavřených ploch

konstrukce minimálně typu Femacool 11IT14 nebo vyšší						
nosná konstrukce	StoTherm Classic 1	StoTherm Classic 1 MW / MW-1	StoTherm Vario 1	StoTherm Vario 4	StoTherm Mineral 2	StoTherm Mineral 6
zateplovací systém	StoTherm Classic 1	StoTherm Classic 1 MW / MW-1	StoTherm Vario 1	StoTherm Vario 4	StoTherm Mineral 2	StoTherm Mineral 6
číslo schválení	ETA-03/0027	ETA-07/0156	ETA-05/0130	ETA-06/0107	ETA-06/0127	ETA-07/0023
datum vystavení	8.6.2009	25.7.2007	23.11.2005	24.8.2009	7.3.2007	24.8.2009
platnost do	7.6.2014	25.7.2012	22.11.2010	11.7.2011	6.3.20012	27.4.2012
výdal kdo	CSTB					
EU-prohlášení o shodě			DIBt	DIBt	UBATE	DIBt
1139-CPD-0012/05						
repetič	Sto-Baukleber Sto-Level Ut Sto-Dispersionkleber	Sto-Baukleber Sto-Level Ut Sto-Dispersionkleber	Sto-Baukleber Sto-Level Ut Sto-Dispersionkleber	Sto-Baukleber Sto-Level Ut Sto-Dispersionkleber	Sto-Baukleber Sto-Level Ut	Sto-Baukleber
izolace	popr. zpr. dle EN 13163	min. desky dle EN 13162 min. lamely dle EN 13162	popr. zpr. dle EN 13163	popr. zpr. dle EN 13163	min. desky dle EN 13162 min. lamely dle EN 13162	min. desky dle EN 13162 min. lamely dle EN 13162
hmožní linky	STR-U NT-U NTK-U	STR-U (Sto-Thermochips) UEZ 8(60) NT-U (Sto-Schlehdibel UEZ-5 8(60)) NTK-U (Sto-Schlehdibel UEZ-T 8(60))	STR-U (Sto-Thermochips) UEZ 8(60) NT-U (Sto-Schlehdibel UEZ-5 8(60)) NTK-U (Sto-Schlehdibel UEZ-T 8(60))	STR-U (Sto-Thermochips) UEZ 8(60) NT-U (Sto-Schlehdibel UEZ-5 8(60)) NTK-U (Sto-Schlehdibel UEZ-T 8(60))	STR-U (Sto-Thermochips) UEZ 8(60) NT-U (Sto-Schlehdibel UEZ-5 8(60)) NTK-U (Sto-Schlehdibel UEZ-T 8(60))	NT-U NTK-U
ar movací hmota	Sto-Armak Classic				Sto-Level Ut	Sto-Level Duo Plus Sto-Level Duo
ar movací skřovina	Sto-Glasfasererguss F Sto-Glasfasererguss Sto-Paraserguss Sto-Abschirmerguss AES	Sto-Glasfasererguss F Sto-Glasfasererguss Sto-Paraserguss Sto-Abschirmerguss AES	Sto-Glasfasererguss F Sto-Glasfasererguss Sto-Paraserguss Sto-Abschirmerguss AES	Sto-Glasfasererguss F Sto-Glasfasererguss Sto-Paraserguss Sto-Abschirmerguss AES	Sto-Glasfasererguss F Sto-Glasfasererguss Sto-Paraserguss Sto-Abschirmerguss AES	Sto-Glasfasererguss F Sto-Glasfasererguss Sto-Paraserguss Sto-Abschirmerguss AES
meziměř	neří nutný	neří nutný				
vrchní omítka	Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico Effect Sto-Sico Milano Sto-Nivello-Sto-Sico Color	Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico Effect Sto-Sico Milano Sto-Nivello-Sto-Sico Color	Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico Effect Sto-Sico Milano Sto-Nivello-Sto-Sico Color	Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico Effect Sto-Sico Milano Sto-Nivello-Sto-Sico Color	Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico Effect Sto-Sico Milano Sto-Nivello-Sto-Sico Color	Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico K/R/MP Sto-Sico QS K/R/MP Sto-Sico Effect Sto-Sico Milano Sto-Nivello-Sto-Sico Color
vrchní nátěr	Sto-Superit Sto-Luxan K/R/MP Sto-Flachverkleber Sto-Sico Color	Sto-Superit Sto-Luxan K/R/MP Sto-Flachverkleber Sto-Sico Color	Sto-Superit Sto-Luxan K/R/MP Sto-Flachverkleber Sto-Sico Color	Sto-Superit Sto-Luxan K/R/MP Sto-Flachverkleber Sto-Sico Color	Sto-Superit Sto-Luxan K/R/MP Sto-Flachverkleber Sto-Sico Color	Sto-Superit Sto-Luxan K/R/MP Sto-Flachverkleber Sto-Sico Color
CSN EN 13 501-1	B - 62, 40	A2 - 62, 40 B - 62, 40	míněší omítka B - 61, 40 organická omítka B - 62, 40	míněší omítka B - 61, 40 organická omítka B - 62, 40	A2 - 61, 40	A2 - 61, 40
CSN 73 08 63						
způsob připevnění						

lamely bez kování nebo kování a kování systémovými šrouby (poznámka: pro upnutí do desky v materiálu se používá systémové šrouby STR-1)

Tabulka č. 1

3.3. Obvodové nosné stěny

Posuzována je obvodová nosná stěna s dřevěným rámem opláštěným sádrovláknitými deskami s variantní aplikací tepelně izolačních venkovních kontaktních systémů .

3.3.1. Posuzované stěny

a) Obvodová stěna 1 HT se zateplením

- Tepelně izolační systém (venkovní strana) jeden ze systémů viz kap. 3.1.
- Sádrovláknitá deska FERMACELL tl. 12,5 mm
- Dřevěné sloupky 120 x 60 mm (v rozteči 600 mm)
- Tepelná izolace z minerálních vláken ($\rho = 45 \text{ kg.m}^{-3}$) tl. 120 mm
- Parozábrana (PE folie)
- Sádrovláknitá deska FERMACELL tl. 12,5 mm

Základem konstrukčního systému jsou nosné dřevěné sloupky profilu 120 x 60 mm. Osová vzdálenost sloupků je 600 mm. Sloupky jsou dole a nahoře spojeny dřevěnými profily (po 3 000 mm). Mezi desky je vkládána tepelná izolace z minerálních vláken tl. 120 mm s objemovou hmotností $\rho = 45 \text{ kg.m}^{-3}$.

Sádrovláknité desky FERMACELL s objemovou hmotností $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$, rozměrů šířky 1200/600 x délky 2400 mm. Desky se k dřevěným sloupkům připevňují sponkami (52x10x1,5 mm) po 150 mm. Styky sádrovláknitých desek se provádí na sraz slepením spárovacím lepidlem FERMACELL.

Zatížení stěny je možné do $15,0 \text{ kN.m}^{-1}$.

b) Obvodová stěna 1 HT bez zateplení

- Sádrovláknitá deska FERMACELL tl. 12,5 mm
- Dřevěné sloupky 120 x 60 mm (v rozteči 600 mm)
- Tepelná izolace z minerálních vláken ($\rho = 45 \text{ kg.m}^{-3}$) tl. 120 mm
- Parozábrana (PE folie)
- Sádrovláknitá deska FERMACELL tl. 12,5 mm

Základem konstrukčního systému jsou nosné dřevěné sloupky profilu 120 x 60 mm. Osová vzdálenost sloupků je 600 mm. Sloupky jsou dole a nahoře spojeny dřevěnými profily (po 3 000 mm). Mezi desky je vkládána tepelná izolace z minerálních vláken tl. 120 mm s objemovou hmotností $\rho = 45 \text{ kg.m}^{-3}$.

Sádrovláknité desky FERMACELL s objemovou hmotností $\rho = 1000 \text{ kg.m}^{-3}$, rozměrů šířky 1200/600 x délky 2400 mm. Desky se k dřevěným sloupkům připevňují sponkami (52x10x1,5 mm) po 150 mm. Styky sádrovláknitých desek se provádí na sraz slepením spárovacím lepidlem FERMACELL.

Zatížení stěny je možné do $15,0 \text{ kN.m}^{-1}$.

3.3.2. Zkoušené stěny

o Stěna zkoušená s izolací

- Sádrovláknitá deska FERMACELL tl. 12,5 mm
- Dřevěné sloupky 120 x 60 mm (v rozteči 600 mm)
- Tepelná izolace z minerálních vláken ($\rho = 45 \text{ kg.m}^{-3}$) tl. 120 mm
- Parozábrana (PE folie)
- Sádrovláknitá deska FERMACELL tl. 12,5 mm

Základem konstrukčního systému jsou nosné dřevěné sloupky profilu 120x60 mm. Osová vzdálenost sloupků je 600 mm. Sloupky jsou dole a nahoře spojeny dřevěnými profily (po 3 000 mm). Mezi desky byla vložena izolace .

- **Stěna zkoušená bez izolace**
 - sádrovláknité desky FERMACELL tl. 12,5 mm
 - dřevěné sloupky tl. 60/100 mm
bez tepelné izolace
 - sádrovláknité desky FERMACELL tl. 12,5 mm

Základem konstrukčního systému jsou nosné dřevěné sloupky profilu 100 x 60 mm. Osová vzdálenost sloupků je 625 mm. Sloupky jsou dole a nahoře spojeny dřevěnými profily (po 3 000 mm). Mezi desky nebyla vložena izolace .

4. Požadavky na konstrukce z hlediska požární bezpečnosti dle ČSN

4.1. Všeobecné podmínky pro hodnocení

- Požární odolnost stavebních konstrukcí je doba, po kterou je stavební konstrukce schopna odolávat teplotám vznikajícím při požáru, aniž by došlo k porušení její funkce, tj. ke ztrátě nosnosti a stability, k porušení celistvosti nebo překročení mezních teplot.
- Za stavební konstrukce zatížené se považují konstrukce, které kromě vlastní tíhy jsou vystaveny dalším účinkům vnějšího zatížení. Vždy se předpokládá, že velikost vnějšího zatížení je v souladu s mezí únosnosti konstrukce.
- Za stavební konstrukce nezatížené se považují konstrukce, které kromě vlastní tíhy nejsou vystaveny dalším účinkům vnějšího zatížení (požárně dělící příčky, podhledy).
- Hodnocení konstrukcí
Stavební konstrukce se dle ČSN zařazují do stupnice požární odolnosti 15; 30; 45; 60; 90; 120 a 180 minut. Z hlediska použitých hmot se konstrukce třídí podle reakce na oheň použitých materiálů v souladu s ČSN 73 0810 (A₁, A₂, B, C, D, E, F) a zařazují se do druhu konstrukcí DP1 (nehořlavé); DP2 (smíšené) a DP3 (hořlavé).

4.2. Požadavky na posuzované konstrukce

Použití posuzovaných konstrukcí je omezeno v závislosti na:

- Reakci na oheň použitých materiálů a konstrukcí,
- výšce objektu,
- požárním zatížením a velikostí požárního úseku,
- funkci dané konstrukce a polohu požárního úseku, který tyto konstrukce vymezují.

Vzhledem k reakci na oheň materiálů ze kterých jsou posuzované konstrukce, jedná se o konstrukce hořlavé, smíšené nebo nehořlavé. Z tohoto faktu vyplývají požadavky pro jednotlivé typy konstrukcí v závislosti na požadovaném stupni požární bezpečnosti.

Výškové omezení je pro konstrukce:

- smíšené do 22,5 m
- hořlavé do 9 m

Konstrukce hořlavé a smíšené není dovoleno používat v podzemních podlažích.

4.3. Obvodové stěny

Požadavky na konstrukce v souladu s ČSN 73 0810 dle požární zprávy pro posuzovaný objekt jsou pro

- Nosné obvodové stěny REW (t) – při tepelném namáhání z vnitřní strany
REI (t) - při tepelném namáhání z vnější strany
- Nenosné obvodové stěny EW (t) – při tepelném namáhání z vnitřní strany
EI (t) - při tepelném namáhání z vnější strany

Obvodové stěny mohou být hodnoceny jako konstrukční části druhu DP1 pokud nosná část stěny zajišťující stabilitu objektu, nebo jeho částí je z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2. Vnější části obvodových stěn mohou být i z výrobků třídy reakce na oheň B pokud stěna není v požárně nebezpečném prostoru; nebo stěna s touto úpravou je v objektu do h_p 22,5 m. Pokud vnější úpravy jsou uchyceny tak, aby případné mezery v povrchových vrstvách neumožnily šíření požáru (i horkých plynů) mimo hranici požárního úseku na obvodové stěně.

V případech kdy některá z podmínek není splněna musí být zkouškou podle ISO 13785-1 prokázáno, že do 15 minut nedojde k šíření plamene po vnějším povrchu nebo tepelné izolaci přes úroveň 0,5 m od spodní strany zkušební vzorku.

4.4. Konstrukce dodatečných tepelných izolací obvodových stěn

Konstrukce dodatečných vnějších tepelných izolací u stávajících objektů s požární výškou objektů $h > 12,0$ m se hodnotí jako celek (povrchová vrstva, tepelná izolace, nosné rošty, upevňovací prvky, popř. další specifikované součásti) a za vyhovující se považují konstrukce, které splňují následující požadavky:

- o Konstrukce mající třídu reakce na oheň B (s výškovou polohou do $h_p \leq 22,5$ m); výrobek tepelně izolační části musí odpovídat alespoň třídě reakce na oheň E a musí být kontaktně spojený se zateplovanou stěnou;
- o Konstrukce mající třídu reakce na oheň A1 nebo A2 v případech nekontaktního spojení s dutinami, které umožňují svislé proudění plynů, nebo jsou-li tyto konstrukce ve výškové poloze $h_p > 22,5$ m;
- o Povrchová vrstva musí vykazovat index šíření plamene $i_s = 0$ mm.min⁻¹; u objektů s hořlavými konstrukčními systémy musí být $i_s \leq 100$ mm.min⁻¹;
- o Požární pásy v obvodových stěnách musí být tepelné izolace jako ucelený výrobek třídy reakce na oheň A1, popř. A2;
- o V úrovni založení zateplovacích systémů, oken a jiných otvorů musí být zajištěny tak, aby nedošlo k šíření plamene po vnějším povrchu, nebo po tepelné izolaci (do 15 minut přes úroveň 0,5 m od spodní hrany) nutné prokázat zkouškou podle ISO 13785-1.
- o Šíření požáru se považuje za vyhovující, pokud:
 - u založení bude použito výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2.
 - pokud je zateplovací systém založen pod terénem stačí prokázat, že povrchová vrstva má $i_s = 0$ mm.min⁻¹.
 - Pokud do 0,15 m nad stávající plochou nadpraží oken bude provedena tepelná izolace z výrobků třídy reakce na oheň A1 nebo A2 v pásu výšky 0,5 m (pokud není zkouškou potvrzeno jinak). Tento pás musí probíhat nad všemi okny obvodové stěny.

- Pokud jsou kolem ostění a nadpraží oken provedeny takové úpravy při kterých nedojde k šíření požáru (tato úprava musí být provedena u všech oken).
- o Za vyhovující se považují i tepelné izolace obvodových stěn které jsou konstrukcemi druhu DP1.

Výše uvedenými dodatečnými úpravami se nemění původní zařazení druhu konstrukce obvodové stěny a tím ani původní konstrukční systém objektu.

Na dodatečné zateplení objektů s požární výškou $h \leq 12,0$ m nejsou kladeny žádné požadavky.

4.5. Konstrukce obvodových stěn nových objektů

Při určení druhu konstrukční části obvodových stěn se nebere zřetel na vnější tepelné izolace, pokud splňují následující požadavky:

- Požární výška objektu $h \leq 12,0$ m
- Tepelná izolace tvoří ucelený výrobek třídy reakce na oheň B, přičemž tepelná izolace musí být minimálně reakce na oheň E a musí být kontaktně spojena se zateplovanou stěnou;
- Povrchová vrstva musí vykazovat $i_s = 0 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$; u objektů s hořlavými konstrukčními systémy musí být $i_s \leq 100 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$;
- Požární pásy musí mít tepelnou izolaci z třídy reakce na oheň A1 nebo A2.

4.6. Požární odolnost

Požární odolnost se posuzuje:

- Z vnitřní strany, včetně vyhodnocení požárně uzavřených nebo otevřených ploch,
- Z vnější strany, jde-li o obvodové stěny v požárně nebezpečném prostoru a požární pásy.

Od požárních pásů lze upustit, pokud jde o požární úseky v objektu s výškou $h < 9$ m, kromě svislých požárních pásů u požárních stěn mezi objekty.

4.6.1. Požárně uzavřené nebo otevřené plochy

- a) Požární uzavřenost nebo otevřenost ploch se prokazuje u obvodových stěn při požáru z vnitřní strany obvodové stěny dle ČSN 73 0802 čl. 8.4.
- b) Pokud skladby obvodových stěn, zejména druhu DP3, vykazují v rovině vnějšího líce obvodové stěny hustotu tepelného toku menší než $15 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$ v časovém intervalu požadované požární odolnosti obvodové stěny podle tabulky 12, položky 3 a v tomto časovém intervalu vykazují také celistvost E, jedná se o požárně uzavřenou plochu.
- c) Tepelné izolace zateplovacího systému s reakcí na oheň A1 nebo A2 nezhorší požární uzavřenost nebo otevřenost obvodové stěny.
- d) Obvodové stěny, které vykazují požadovanou požární odolnost a které mají vnější povrch z výrobků třídy reakce na oheň -B až D se považují za stěny bez požárně otevřených ploch je-li množství uvolněného tepla menší než $150 \text{ MJ} \cdot \text{m}^{-2}$.
- e) Pokud se v obvodové stěně DP3 požadují požární pásy, musí být tyto části stěn druhu DP1.

4.6.2. Vyhodnocení požárně uzavřených nebo otevřených ploch

Pokud se zná chování jednotlivých vrstev obvodové stěny při požáru (zkoušce požární odolnosti), může se obvodová stěna z hlediska požárně otevřených ploch zhodnotit expertizním posouzením.

Množství uvolněného tepla Q z m^2 hořlavých výrobků vnějšího povrchu obvodové stěny se určí podle rovnice:

$$Q = \sum_j^j \cdot M_i \cdot H_i \quad (\text{MJ})$$

kde (M_i – hmotnost 1 m^2 i-tého hořlavého výrobku; H_i – výhřevnost i-tého hořlavého výrobku podle ČSN 73 0824; j – počet druhů hořlavých výrobků).

4.7. Mezní stavy požární odolnosti

Obvodový plášť má bránit šíření požáru na jiný objekt. Požární odolnost posuzovaných konstrukcí je stanovena v souladu s ČSN 73 0810 v závislosti na jejich funkci ke stabilitě objektu nebo jeho části.

V souladu s ČSN 73 0810, ČSN EN 1363-1, ČSN EN 1365-1, ČSN EN 1364-1 a ČSN 1363-2 jsou pro posuzované konstrukce kritériem požární odolnosti následující mezní stavy.

4.7.1. Při tepelném namáhání konstrukce z vnitřní strany teplotou podle normové křivky

$$T = T_0 + 345 \log (8 t + 1) \quad (1)$$

jsou mezními stavy:

- a) ztráta nosnosti a stability (R)
- b) ztráta celistvosti (E)
- c) překročení mezní intenzity sálání tepla (W)

K překročení tohoto mezního stavu dojde, je-li intenzita sálání větší než $I_0 = 15 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, což odpovídá teplotě povrchu $501 \text{ }^\circ\text{C}$.

Obvodové stěny, které po požadovanou dobu požární odolnosti vykazují na vnějším povrchu hustotu tepelného toku nižší než $15 \text{ kW} \cdot \text{m}^{-2}$, se posuzují jako požárně uzavřená plocha.

4.7.2. Při tepelném namáhání konstrukce z vnější strany teplotou

$$T_N = T_0 + 660 (1 - 0,687 \cdot e^{-0,32t} - 0,313 \cdot e^{-3,8t}) \quad (2)$$

jsou mezními stavy:

- a) ztráta nosnosti a stability (R)
- b) ztráta celistvosti (E)
- c) překročení mezních teplot na neohřívaném povrchu (I)

K překročení mezního stavu dojde, když:

- průměrná teplota na neohřívaném povrchu se zvýší o více než $140 \text{ }^\circ\text{C}$ oproti T_0 ,
- maximální teplota na neohřívaném povrchu se zvýší o více než $180 \text{ }^\circ\text{C}$ oproti T_0

4.8. Přímá aplikace výsledků

Výsledky zkoušek lze přímo aplikovat na stejné konstrukce, u nichž byla provedena jedna nebo více změn uvedených níže a které jsou takové, že konstrukce nadále svou tuhostí a stabilitou vyhovuje příslušné normě:

- a) snížení výšky;
- b) zvětšení tloušťky stěny;
- c) zvětšení tloušťky dílčích materiálů;
- d) zmenšení délkových rozměrů desky nebo rozměrů panelů, nikoliv však tloušťky;
- e) zmenšení vzdáleností sloupků;
- f) zmenšení vzdáleností středů upevnění;
- g) zvětšení počtu vodorovných styků, je-li zkoušen alespoň styk vzdálený nejvýše 500 mm od horního okraje;
- h) zmenšení vyvozeného zatížení;
- i) zvětšení šířky v případě, že vzorek byl zkoušen v šířce alespoň 3 m.

4.9. Rozšířená aplikace

Výsledky zkoušek požární odolnosti se mohou aplikovat na obdobné typy konstrukcí s podmínkou že platí:

- Způsob osazení konstrukce je stejný
- Hořlavost použitých materiálů je stejná nebo nižší
- Tuhost konstrukce není snížena
- Při použití rámu konstrukce nebo výplňového materiálu, který má vyšší tepelnou vodivost než zkoušený, musí se prokázat, že nevzroste teplota na neohřívané straně nad mezní teplotu.
- zvětšení profilů sloupků;

5. Posouzení požární odolnosti

Posouzení požární odolnosti stěnových konstrukcí vychází ze zkoušek požární odolnosti provedených dle EN 1365-1. Obvodové nosné stěny vychází ze zkoušek stěn s opláštěním deskami Fermacell tl. 12,5 mm a jejich přehodnocení je provedeno pro současně platné požadavky viz v kap. 4. U obvodových konstrukcí se posuzuje i intenzita tepelného toku z neohřívaného povrchu konstrukce; dále ze znalosti chování stěn při průkazných zkouškách.

5.1. Nosná stěna 1 HT bez zateplovacího systému

Stěny byly zkoušeny při tepelném namáhání teplotou (1). Vyhodnocení je provedeno podle požadavků ČSN 73 0810.

Nosná stěna 1 HT 14 ve skladbě viz kap. 3.3.2.

Zkouškou (viz Pr-06-2.043) bylo prokázáno jakou požární odolnost má nosná stěna s dřevěnými sloupky profilu 100x60 mm s opláštěním deskami FERMACELL tl. 12,5 mm, při tepelném namáhání teplotou T_{n1} . K odpadávání desek dochází od 35 minuty a následnému odhořívání dřeva. V 47. minutě nosnost bez porušení. Stabilita (R 47). Celistvost byla porušena v 47 minutě (E 46). Mezní teploty byly překročeny v 47 minutě (I 46).

Nosná stěna bez izolace má požární odolnost 46 minut (REI 46).

Teoreticko experimentální posouzení vychází z výsledků a hodnot naměřených při zkoušce požární odolnosti pro jednotlivá kritéria.

Obvodové nosné stěny se v souladu s ČSN 73 0810 čl. 5.4.2 hodnotí jako REW (t), v souladu s ČSN 73 0810 čl. 5.4.4 hodnotí jako REI (t).

Nosné stěny posuzované se od zkoušených liší v tloušťce stěny a ve skladbě oproti zkoušeným. EPS a omítka z vnější strany, které jsou u posuzovaných stěn navíc oproti zkoušeným nezhorší výsledky požární odolnosti.

5.1.1. Mezní stav ztráty nosnosti a stability (R)

Zkouškami na obdobných konstrukcích bylo prokázáno, že při tepelném namáhání teplotou T_{n1} z vnitřní strany, nedošlo po čas 46 minut k porušení nosnosti a stability stěny. (R46). K odpadávání desek FERMACELL na ohřívané straně dochází od 35. minuty. Následuje odhořívání dřeva.

Zkouškami na obdobných konstrukcích viz lit.) bylo prokázáno, že při tepelném namáhání stěny ze strany s jednou deskou FERMACELL, nedošlo po čas 46 minut k porušení stability.

U posuzovaných konstrukcí nedojde po čas 46 minut k porušení nosnosti a stability.

Mezní stav nosnosti (R) nebude porušen ani z vnější ani vnitřní strany.

5.1.2. Mezní stav ztráty celistvosti (E)

K prohoření či zřícení stěny po čas 82 minut nedošlo. K průchod měřky spar u slabší stěny než je posuzovaná po čas 82 minutě nedošlo.

U posuzovaných obvodových stěn nedojde po čas 82 minut k porušení celistvosti (E 82).

Mezní stav celistvosti (E) nebude porušen.

5.1.3. Mezní teploty neohřívaného povrchu (I; W)

Teploty posuzovaných konstrukcí byly stanoveny teoreticko experimentálně na základě zkušeností ze zkoušek obdobné skladby. Tepelné namáhání bylo teplotou podle rovnice (1) a (2).

Teoretické stanovení požární odolnosti je provedeno pro tepelné namáhání:

- podle rovnice (1) pro obvodovou stěnu bez zateplení z vnitřní strany viz úloha č.1. Vypočtená průměrná teplota v 45 minutě je

$$T_{pi45} = 180,2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{pi45} = 180,2 \text{ } ^\circ\text{C} < T_{mez} = 501 \text{ } ^\circ\text{C} < I_0 = 15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$$

Mezní teploty (W) nejsou po požadovanou dobu překročeny.

Intenzita tepelného toku z obvodové stěny je menší než $I_0 = 15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$. Posuzované stěny jsou požárně uzavřenou plochou v souladu s 4.6.1. b). Maximální teplota na deskách FERMACELL na neohřívané straně zkoušené stěny byla $97 \text{ } ^\circ\text{C}$. Touto teplotou nedojde k degradaci polystyrénu fasádního systému stěny.

- podle rovnice (1) pro obvodovou stěnu se zateplením z vnitřní strany viz úloha č.2. Vypočtená průměrná teplota v 45 minutě je

$$T_{pli45} = 41,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{pli45} = 41,1 \text{ } ^\circ\text{C} < T_{mez} = 501 \text{ } ^\circ\text{C} < I_0 = 15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$$

Mezní teploty (W) nejsou po požadovanou dobu překročeny.

- podle rovnice (2) pro tepelné namáhání obvodového pláště bez zateplení z vnější strany viz úloha č. 3. Vypočtená průměrná teplota v 45 minutě je

$$T_{pe45} = 73,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{pe45} = 73,9 \text{ } ^\circ\text{C} < T_p = 140 \text{ } ^\circ\text{C} + 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 160 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Mezní teploty (I) nejsou překročeny.

- podle rovnice (2) pro tepelné namáhání obvodového pláště se zateplením z vnější strany viz úloha č. 4. Vypočtená průměrná teplota v 45 minutě je

$$T_{ple45} = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{ple45} = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C} < T_p = 140 \text{ } ^\circ\text{C} + 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 160 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Mezní teploty (I) nejsou překročeny.

Posuzované obvodové stěny ve skladbě viz. kap 3.3. bez zateplení splňují požadavky pro konstrukce REI 45, REW 45 jako požárně uzavřené plochy v souladu s ČSN 73 0810.

5.2. Nosná obvodová stěna 1 HT se zateplením

Nosné stěny se zateplením byly vyhodnoceny v souladu s kap. 4.6.2.

Zateplovací systémy StoTherm, které mají jako izolaci polystyrén jsou posouzeny z hlediska množství uvolněného tepla Q z m^2 a zda splňují požadavek čl. 4.6.1 d).

- Polystyrén má $H = 40 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$; tloušťka polystyrénu je 200 mm; objemová hmotnost polystyrénu je $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ má $Q = 120 \text{ MJ} < 150 \text{ MJ}$.
- Polystyrén má $H = 40 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$; tloušťka polystyrénu je 160 mm; objemová hmotnost polystyrénu je $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ má $Q = 96 \text{ MJ} < 150 \text{ MJ}$.

Zateplovací systémy s tepelnou izolací polystyrénem vyhoví z hlediska požární uzavřenosti ploch při dodržení maximální tloušťky polystyrénu 200 mm; objemová hmotnost polystyrénu je $15 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; maximální tloušťky polystyrénu 160 mm; objemová hmotnost polystyrénu je $40 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ nebo maximální tloušťky polystyrénu 100 mm; objemová hmotnost polystyrénu je $60 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Zateplovací systémy s tepelnou izolací z minerálních vláken vyhoví z hlediska požární uzavřenosti ploch bez omezení tloušťky.

5.2.1. Mezní stav ztráty nosnosti a stability (R)

Zkouškami na obdobných konstrukcích bylo prokázáno, že při tepelném namáhání teplotou T_{n1} z vnitřní strany, nedošlo po čas 46 minut k porušení nosnosti a stability

stěny. (R46). K odpadávání desek FERMACELL na ohřivané straně dochází od 35. minuty. Následuje odhořívání dřeva.

Zkouškami na obdobných konstrukcích viz lit.) bylo prokázáno, že při tepelném namáhání stěny ze strany s jednou deskou FERMACELL, nedošlo po čas 46 minut k porušení stability.

U posuzovaných konstrukcí nedojde po čas 46 minut k porušení nosnosti a stability.

Mezní stav nosnosti (R) nebude porušen ani z vnější ani vnitřní strany.

5.2.2. Mezní stav ztráty celistvosti (E)

K prohoření či zřícení stěny po čas 82 minut nedošlo. K průchod měrky spar u slabší stěny než je posuzovaná po čas 82 minutě nedošlo.

U posuzovaných obvodových stěn nedojde po čas 82 minut k porušení celistvosti (E 82).

Mezní stav celistvosti (E) nebude porušen.

5.2.3. Mezní teploty neohřivaného povrchu (I; W)

Teploty posuzovaných konstrukcí byly stanoveny teoreticko experimentálně na základě zkušeností ze zkoušek obdobné skladby. Tepelné namáhání bylo teplotou podle rovnice (1) a (2).

Teoretické stanovení požární odolnosti je provedeno pro tepelné namáhání:

- podle rovnice (1) pro obvodovou stěnu se zateplením z vnitřní strany viz úloha č.2. Vypočtená průměrná teplota v 45 minutě je

$$T_{pli45} = 41,1 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{pli45} = 41,1 \text{ } ^\circ\text{C} < T_{mez} = 501 \text{ } ^\circ\text{C} < I_0 = 15 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$$

Mezní teploty (W) nejsou po požadovanou dobu překročeny.

- podle rovnice (2) pro tepelné namáhání obvodového pláště se zateplením z vnější strany viz úloha č. 4. Vypočtená průměrná teplota v 45 minutě je

$$T_{ple45} = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{ple45} = 27,3 \text{ } ^\circ\text{C} < T_p = 140 \text{ } ^\circ\text{C} + 20 \text{ } ^\circ\text{C} = 160 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Mezní teploty (I) nejsou překročeny.

Posuzované obvodové stěny ve skladbě viz. kap 3.3. se zateplením splňují požadavky pro konstrukce REI 45, REW 45 jako požárně uzavřené plochy v souladu s ČSN 73 0810.

5.3. Požárně technické vlastnosti

V souladu s ČSN 73 0810 mají stavební konstrukce vedle požární odolnosti po požadovanou dobu splňovat i požadavek na reakci na oheň a zařazují se do jednotlivých druhů konstrukcí.

5.3.1. Reakce na oheň podle ČSN EN 13501-1

- **Dřevo rostlé** má „D-s2, d0“ v souladu s ČSN 73 0810 pol. A.4.
- **Sádrovláknité desky FERMACELL** – mají „A2-s1,d0“ dle ETA-03/0050.
- **Tepelné izolace** z desek na bázi skelných vláken – mají „A1“ v souladu s ČSN 73 0810 pol. A.5
- **Zateplovací systémy:**
 - s tepelnou izolací z polystyrénu mají „B-s2, d0“ dle ČSN EN 13 501-1 ETAG-014
 - s tepelnou izolací z minerální plsti mají „A2-s2, d0“ dle ČSN EN 13 501-1 ETAG-014

5.3.2. Stanovení druhu konstrukce

Pro zařazení posuzované konstrukce stěny do jednotlivých druhů je třeba znát teplotu na dřevě v závislosti na čase kdy bude dosaženo teploty 300 °C (teplota vznícení dřeva). Při zkoušce bez tepelné izolace byla měřena tato teplota mezi deskou FERMACELL a nosnými dřevěnými prvky, pro vzorek s tepelnou izolací byla teplota stanovena početně, jak pro tepelné namáhání z vnitřní strany, tak z vnější strany viz příloha. Po čas než je pod deskami dosaženo teploty 300 °C lze posuzované konstrukce stěn hodnotit jako konstrukce druhu DP2. Po zbývajícím čase požární odolnosti jsou konstrukcemi druhu DP3.

- Teplota 300 °C pod deskou FERMACELL tl. 12,5 mm, namáhanou z vnitřní strany, byla dosažena v 25 minutě.
- Teplota 300 °C pod deskou FERMACELL tl. 12,5 mm, namáhanou z vnější strany, byla dosažena ve 27 minutě.

Posuzované stěny s jednou vrstvou FERMACELLU jsou po čas 20 minut konstrukcí druhu DP2, do 45 minut konstrukcí druhu DP3.

6. Závěr

Na základě provedených zkoušek, jejich zhodnocení v souladu s požadavky ČSN a rozšířené aplikace, byly průkazně stanoveny hodnoty požární odolnosti nosných obvodových stěn ve skladbě viz kap. 3.3 a to bez zateplení nebo s některým ze zateplovacích systémů Sto Therm uvedených kap. 3.1.

- Prokázaná požární odolnost nosných stěn 1 HT.. bez zateplovacího systému včetně nosných dřevěných prvků, ve skladbě viz kap. 3.3. b), má v souladu s ČSN 73 0810 následující hodnoty

REI 20 DP2, REI 45 DP3 - tepelné namáhání z vnější strany - (i ← o)

REW 20 DP2, REW 45 DP3 - požárně uzavřená plocha - tepelné namáhání z vnitřní strany – (i→o)

- Prokázaná požární odolnost nosných stěn 1 HT.; včetně nosných dřevěných prvků, ve skladbě viz kap. 3.3. a), se zateplovacím systémem StoTherm (Classic, Vario, Mineral) má v souladu s ČSN 73 0810 následující hodnoty

REI 20 DP2, REI 45 DP3 - tepelné namáhání z vnější strany - (i ← o)

REW 20 DP2, REW 45 DP3 - požárně uzavřená plocha - tepelné namáhání z vnitřní strany – (i→o)

Stěny splňují požadavky kap. 4.6 v následujících případech:

- a) Zateplovací systémy StoTherm (Classic, Vario) v souladu s kap 3.1., s tepelnou izolací z polystyrénu; s reakcí na oheň „B“; do tl. 200 mm; vyhoví pro konstrukce obvodových stěn 1 HT.. jako požárně uzavřené plochy.
- b) Zateplovací systémy StoTherm (Classic, Mineral) uvedené v kap 3.1. s tepelnou izolací z minerální plst; s reakcí na oheň „A2“; vyhoví pro konstrukce obvodových stěn 1 HT .. jako požárně uzavřené plochy.

Výše uvedené hodnoty požárních odolností včetně zatřídění platí pro obvodové nosné stěny při splnění požadavků uvedených v kapitole 4.4 a 4.5 týkajících se zateplovacích systémů.

Stěny s kontaktními zateplovacími systémy StoTherm (Classic, Vario) s třídou reakce na oheň „B“ mohou být použity na objektech do $h_p \leq 22,5$ m; nesmí být v požárně nebezpečném prostoru jiného požárního úseku.

Index šíření plamene po povrchu omítky všech posuzovaných zateplovacích systémů byl prokázán $i_s = 0,00 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$.

Výsledky požární odolnosti platí i pro posuzované nosné obvodové stěny při následujících změnách oproti zkoušeným:

- snížení výšky;
- zvětšení tloušťky stěny;
- zvětšení tloušťky dílčích materiálů;
- zmenšení délkových rozměrů desky nikoliv však tloušťky;

- zmenšení vzdáleností sloupků;
- zmenšení vzdáleností středů upevnění;
- zmenšení vyvozeného zatížení;
- Reakce na oheň použitých materiálů je stejná nebo nižší
- tuhost konstrukce není snížena
- zvětšení profilů sloupků.



Vypracovala:

Jindřichová
Ing. Eva JINDŘICHOVÁ



Jaroslav Urban

Ing. Jaroslav URBAN
Ředitel pobočky 0800 – PBS
TZÚS Praha s.p., AO 204

V Praze dne 15.09.2009

Úloha číslo 1

Obvodová stěna bez zateplení – tepelné namáhání z vnitřní strany

vrstva

1. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 1
2. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.840000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.450000E+02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.10000$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 8
3. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 1

VOPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDENI TEPLA
DIFERENCNI METODOU

doba	teplota	teplota	teplota
min	vrstva 2	vrstva 10	vrstva 11
5.0	141.5	20.0	20.0
10.0	386.3	23.1	20.3
15.0	549.4	40.3	23.3
20.0	648.3	72.2	34.2
25.0	709.6	110.1	55.1
30.0	750.1	148.4	83.9
35.0	780.2	185.2	116.1
40.0	802.7	220.0	148.6
45.0	822.2	251.8	$T_{pi45} = 180.2$ °C

vypocet ukoncen

Úloha číslo 2

Obvodová stěna se zateplením – tepelné namáhání z vnitřní strany

vrstva

1. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
 poměrná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
 deleni vrstvy materialu = 1

2. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.840000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.450000E+02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 tloušťka vrstvy materialu = $.10000$ [m]
 poměrná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
 deleni vrstvy materialu = 8

3. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
 poměrná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
 deleni vrstvy materialu = 1

4. $\lambda = 0.380000E-01$ $.200000E-02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.101000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.400000E+02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 tloušťka vrstvy materialu = $.10000$ [m]
 poměrná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
 deleni vrstvy materialu = 8

VYPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDENI TEPLA DIFERENCNI METODOU

doba min	teplota vrstva 2	teplota vrstva 10	teplota vrstva 11	teplota vrstva 19
5.0	141.5	20.0	20.0	20.0
10.0	386.3	23.1	20.4	20.0
15.0	549.4	40.7	25.2	20.0
20.0	648.3	73.9	40.7	20.1
25.0	709.9	114.7	68.8	20.4
30.0	750.7	157.9	105.4	21.7
35.0	782.1	201.0	145.7	24.9
40.0	805.9	242.7	185.8	31.3
45.0	826.7	281.0	223.7	$T_{p145} = 41,1$ °C

vypocet ukoncen

Úloha : číslo = 3

Obvodová stěna bez zateplení – tepelné namáhání z exteriéru

vrstva

1. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
C = $0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 1
2. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
C = $0.840000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.450000E+02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.10000$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 8
3. $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
C = $0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 1

VYPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDENI TEPLA DIFERENCNI METODOU

doba	teplota	teplota	teplota
min	vrstva 2	vrstva 10	vrstva 11
5.0	50.0	20.0	20.0
10.0	151.6	20.6	20.0
15.0	257.0	24.5	20.7
20.0	337.1	34.1	23.0
25.0	394.5	48.4	28.1
30.0	435.8	65.2	36.5
35.0	466.3	83.0	47.5
40.0	489.3	100.6	60.2
45.0	508.3	117.3	$T_{pc45} = 73,9$ °C

vypocet ukončen

Úloha : číslo = 4

Obvodová stěna se zateplením – tepelné namáhání z exteriéru

vrstva

- $\lambda = 0.380000E-01$ $.200000E-02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.101000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.400000E+02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.10000$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 8
- $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 1
- $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E-03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.840000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.450000E+02$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.10000$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 8
- $\lambda = 0.120000E+00$ $.900000E+01$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $C = 0.880000E+03$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
 $\rho = 0.100000E+04$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$ $.000000E+00$
tloušťka vrstvy materialu = $.01250$ [m]
pomerná vlhkost materialu = $.00000$ [%]
delení vrstvy materialu = 1

VYPOCET JEDNOSMERNEHO NESTACIONARNIHO VEDENI TEPLA DIFERENCNI METODOU

doba	teplota	teplota	teplota	teplota	teplota
min	vrstva 1	vrstva 9	vrstva 10	vrstva 18	vrstva 19
5.0	289.2	20.1	20.0	20.0	20.0
10.0	368.5	26.6	21.0	20.0	20.0
15.0	411.9	45.6	27.6	20.0	20.0
20.0	440.8	70.0	41.7	20.0	20.0
25.0	464.3	97.4	62.2	20.2	20.2
30.0	484.8	127.1	87.6	21.1	21.1
35.0	503.7	159.1	116.7	22.4	22.4
40.0	521.5	191.2	148.0	24.5	24.5
45.0	538.4	224.0	180.0	27.3	27.3

$T_{p1e45} = 27,3$ °C
