

**PROTOKOL O ZKOUŠCE
IZOLAČNÍ ÚČINNOSTI**

č. Pr-24-2.214n

vydaný dne 2025-01-13

pro

Nátěrový požárně ochranný systém sestávající ze

- **základního nátěru BRONYA ANTIKOR NF**
- **ochranné vrstvy BRONYA FIREPROTECTION
aplikovaný na ocelové desky**

Objednatel: **BHT Bio Technology, SE**
Mikuláše z Husi 382/12
140 00 Praha 4 – Nusle
Česká republika

Zkušební metody:

ČSN EN 1363-1 Zkoušení požární odolnosti – Část 1: Základní požadavky

EAD 350402-00-1106 Fire protective products – Reactive Coatings for
Fire Protection of Steel Elements (příloha A)

Protokol obsahuje: 15 stran
(4 strany textu + 5 příloh)

Počet výtisků: 2
Výtisk číslo: 1

Bez písemného souhlasu zpracovatele se protokol nesmí reprodukovat jinak než celý.

Prosecká 412 / 74, 190 00 Praha 9 – Prosek, e-mail: mail@pavus.cz, <http://www.pavus.cz>
IČ: 60193174, DIČ: CZ60193174, v OR vedeném Městským soudem v Praze oddíl B, vložka 2309
Tel.: +420 286 019 587

Pobočka Veselí nad Lužnicí
Čtvrť J. Hybeše 879, 391 81 Veselí nad Lužnicí, e-mail: veseli@pavus.cz
Tel.: +420 381 477 418

1 ÚVOD

Zkouška izolační účinnosti nátěrového požárně ochranného systému a následný výpočet koeficientu tepelné vodivosti požárně ochranného materiálu byly provedeny pro firmu BHT Bio Technology, SE v PAVUS, a. s., Požární zkušebně Veselí nad Lužnicí.

Zkouška byla připravena, provedena a vyhodnocena na základě těchto podkladů:

- [1] ČSN EN 1363-1:2013 Zkoušení požární odolnosti – Část 1: Základní požadavky
- [2] ČSN EN 13381-8:2018 Zkušební metody pro stanovení příspěvku k požární odolnosti konstrukčních prvků – Část 8: Reaktivní ochrana aplikovaná na ocelové prvky
- [3] EAD 350402-00-1106:2017 Fire protective products – Reactive Coatings for Fire Protection of Steel Elements (*Výrobky pro ochranu před požárem – Reaktivní nátěry pro ochranu ocelových prvků*)
- [4] Katalog produktů BRONYA, NANOIZOL, SE, 2024
- [5] ILAC-G17:01/2021 Pokyny pro stanovení nejistoty měření ve zkoušení
- [6] JCGM 100:2008 GUM 1995 with minor corrections. Evaluation of measurement data – Guide to the expression of uncertainty in measurement. (dostupné na www.BIPM.org)

Pro účely tohoto protokolu platí definice uvedené v ČSN EN 1363-1 spolu s následujícími:

TC	termoelektrický článek
PTC	plášťový termoelektrický článek
DST	deskový snímač teploty obsahující PTC Ø 2 mm
OS	ohřívána strana vzorku
NS	neohřívána strana vzorku
DFT	tloušťka vrstvy v suchém stavu
DEA	„metoda analýzy diferenční rovnicí (přístup s proměnnou λ)“ – metoda vyhodnocení podle ČSN EN 13381-8, čl. E.3

Objednatel nespecifikoval charakter požárně ochranného materiálu (reaktivní/pasivní) – viz ČSN EN 13381-8, definice 3.1.2 a 3.1.3. Z prohlídky vzorků po zkoušce bylo zřejmé, že v materiálu došlo při zahřívání ke změnám jeho fyzikální formy, a proto byly využity podklady [2] a [3]. V dokumentu je požárně ochranný materiál uváděn jako „ochranná vrstva“.

2 PŘEDMĚT ZKOUŠKY

2.1 Zkušební vzorky

Ke zkoušce byly dodány vzorky podle dokumentu EAD 350402-00-1106, čl. A2.1:

- podklad – ocelové desky rozměrů 200 mm (šířka) x 300 mm (výška – při svislé orientaci vzorků), jmenovité tloušťky t dle následující tabulky;
- jednostranná aplikace požárně ochranného systému na OS;
- tepelná izolace na NS (při adiabatické okrajové podmínce vzorek simuluje chráněný ocelový profil se součinitelem průřezu $A_p/V = t$).

Jmenovité hodnoty tloušťky plechu a nátěrového systému udané objednatelem:

Vzorek číslo	Tloušťka plechu	Tloušťka požárně ochranného systému
1a	5 mm	1,0 mm
1b	5 mm	1,3 mm
2a	15 mm	1,0 mm
2b	15 mm	1,3 mm

Vzorky byly dodány objednatelem 6. prosince 2024, bez zjevných závad.

2.2 Požárně ochranný systém

Požárně ochranný systém sestává z těchto komponent:

- základní nátěr
 - název: BRONYA ANTIKOR NF,
 - výrobce/dodavatel v ČR: BHT Bio Technology, SE,
 - složení a vlastnosti objednatel neuvedl,
 - zkorodovaný povrch stačí mechanicky očistit, nezkorodovaný povrch nebo povrch ošetřený jiným základním nátěrem tuto aplikaci nevyžaduje;
- požárně ochranná vrstva
 - název: BRONYA FIREPROTECTION,
 - výrobce/dodavatel v ČR: BHT Bio Technology, SE,
 - složení a vlastnosti objednatel neuvedl.

Aplikaci na ocelové plechy provedl objednatel.

2.3 Vlastnosti vzorků

Vlastnosti vzorků využité pro vyhodnocení výsledků zkoušky jsou uvedeny v příloze B tohoto dokumentu.

3 PROVEDENÍ ZKOUŠKY

3.1 Obecně

Zkouška byla provedena dne 12. prosince 2024 podle příslušných článků ČSN EN 1363-1 a přílohy A dokumentu EAD 350402-00-1106 ve zkušební hale PO 3 v malé zkušební peci.

Použité zkušební a měřicí zařízení je uvedeno v příloze A tohoto protokolu.

3.2 Kondicionování vzorků

Vzorky byly od dne převzetí 6. prosince 2024 do provedení zkoušky dne 12. prosince 2024 uloženy v uzavřeném prostředí zkušební haly s teplotou vzduchu (21 až 23) °C a relativní vlhkosti vzduchu (50 až 53) %.

3.3 Osazení vzorků

Zkouška byla provedena ve zkušební peci hloubky 530 mm (hloubka). Vzorky byly zabudovány pomocí pórobetonových tvárnic YTONG P-500 tloušťky 250 mm s objemovou hmotností (500 ± 50) kg/m³ (výrobce Xella) do otvoru v čelní stěně pece světých rozměrů 860 mm x 860 mm.

Vzorky byly na NS tepelně izolovány vrstvou minerální vlny o nominální objemové hmotnosti 100 kg.m⁻³ tloušťky 200 mm.

3.4 Regulace pece

Zkušební pec byla vytápěna naftovým hořákem, teplota a tlak v peci byly regulovány podle příslušných částí ČSN EN 1363-1: čl. 5.

Teploty v peci byly měřeny DST provedenými podle ČSN EN 1363-1, čl. 4.5.1.1 rozmístěnými před všemi vzorky podle dokumentu EAD 350402-00-1106, čl. A3.1, a to 1 DST před středem každého vzorku. Teploty v peci byly automaticky regulovány tak, aby průměrná teplota měřená všemi DST odpovídala v rozmezí předepsaných tolerancí podle ČSN EN 1363-1, čl. 5.1.2 vztahu podle ČSN EN 1363-1, čl. 5.1.1:

$$T = 345 \log_{10} (8t + 1) + 20$$

kde T číselná hodnota normou požadované teploty v peci (měřená ve °C) a t je číselná hodnota času od začátku zkoušky (měřeného v min).

Přetlak ve zkušebních pecích byl měřen diferenčním manometrem a automaticky regulován odtahovým ventilátorem tak, aby hodnoty přetlaku v peci odpovídaly podmínkám ČSN EN 1363-1, čl. 5.2.1 a 5.2.5.

3.5 Měření na vzorku

Teploty na NS byly měřeny TC provedenými podle ČSN EN 1363-1. Umístění a upevnění měřicích spojů TC na NS vzorku bylo provedeno podle dokumentu EAD 350402-00-1106, čl. A3.1.

3.6 Teplota okolí

Teplota okolí byla měřena zařízením podle ČSN EN 1363-1, čl. 5.6.

4 PRŮBĚH ZKOUŠKY

Počáteční podmínky odpovídaly normovým hodnotám podle ČSN EN 1363-1, čl. 10.3.

Pozorování vzorků na OS během zkoušky nebylo možné z důvodu konstrukce pece.

Teplotní pole v peci dosažené při zkoušce splňovalo požadavky ČSN EN 1363-1, čl. 5.1. Tlak v peci splňoval požadavky ČSN EN 1363-1, čl. 5.2.

Časové závislosti změřených veličin zaznamenávaných v minutových intervalech uvedeny v příloze C tohoto protokolu.

5 VÝSLEDKY ZKOUŠKY

5.1 Výsledky zkoušky

Výsledky zkoušky jsou uvedeny v příloze C tohoto protokolu.

5.2 Oblast přímé aplikace

Pravidla pro stanovení oblasti přímé aplikace ve smyslu přílohy ČSN EN 1363-1, přílohy A nejsou pro tento typ zkoušky relevantní.

5.3 Uplatnění výsledků

Výsledky se týkají pouze zkoušených vzorků.

Tento protokol uvádí specifikaci vzorků dodanou objednatelem a dále podrobně uvádí zkušební podmínky a výsledky získané při zkoušení zde popsaného specifického prvku konstrukce podle postupu uvedeného v ČSN EN 1363-1 a dokumentu EAD 350402-00-1106, příloze A. Protokol nepojednává o žádných význačných odchylkách, pokud jde o velikost, konstrukční detaily, zatížení, napětí, okrajové nebo koncové podmínky, kromě těch, které jsou dovoleny oblastí přímé aplikace výsledků zkoušky.

Bez písemného souhlasu zkušebny se protokol nesmí reprodukovat jinak než celý.

PAVUS, a.s.
Čtvrť J. Hybeše 879
391 81 Veselí nad Lužnicí
IČ: 60193174; DIČ: CZ60193174
(7)

Zpracoval: 
Ing. Mirko LOUMA
inženýr zkušební laboratoře

Schválil: 
Ing. Jiří KÁPL
vedoucí zkušební laboratoře

PŘÍLOHA A
ZKUŠEBNÍ A MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ, NEJISTOTA MĚŘENÍ

Zkušební zařízení:	Metrologické evidenční č.:
Malá zkušební pec (+ zařízení pro řízení teploty a tlaku v peci)	0182
Senzor tlaku v peci	0012

Měřicí zařízení:	Měřená veličina	Metrologické evidenční č.:
Diferenční manometr AMR DPS	diferenční tlak	3 09 44
Měřicí ústředna ALMEMO 5990-2	teplota, el. proud/napětí	3 10 35
Deskové snímače teploty v peci (TST K Ø 2 mm)	teplota (termoel. napětí)	3 10 11
Zařízení pro měření teploty okolí (TST K Ø 3 mm)	teplota (termoel. napětí)	3 10 09
TC (K) – teplota oceli	teplota (termoel. napětí)	3 10 14
Stopky	čas	3 05 05
Přístroj pro měření tloušťek povrchových úprav Elcometer 456S	tloušťka vrstvy nátěru v suchém stavu	3 01 51
Termohygrograf THZ1int	teplota, RVV	3 13 08

Měřená veličina	Rozšířená nejistota měření
Čas od začátku zkoušky	< 0,03 min
Teplota: TC, resp. PTC typu K + kompenzační vedení + měřicí ústředna ALMEMO - v peci (TC třída 1) - okolí (TC třída 1) - vzorky (TC třída 1)	< 3,1 °C < 1,1 °C < 3,1 °C
Tloušťka nátěru v suchém stavu - celková nejistota ^a - nejistota měření	< 23 % < 2,3 %
Rozdíl tlaku v peci vůči okolí	< 3,4 Pa
^a Celková nejistota od rozptylu tloušťky aplikovaného nátěru a od vlivu měření a měřidla	

Uvedené rozšířené nejistoty měření byly stanoveny jako kombinované standardní nejistoty měření vynásobené koeficientem pokrytí $k = 2$ tak, že pravděpodobnost pokrytí odpovídá přibližně 95 % pro normální rozdělení, viz [5], [6].

„Vzhledem k povaze zkoušek požární odolnosti a z toho vyplývající obtížné kvantifikace nejistoty měření požární odolnosti není možné stanovit daný stupeň přesnosti výsledku“, viz ČSN EN 1363-1, čl. 12.1 w).

PŘÍLOHA B

VLASTNOSTI VZORKŮ

V následujících tabulkách jsou uvedené vlastnosti vzorků získané

- ze jmenovitých hodnot předaných objednatelem – tloušťky plechů a tloušťky základního nátěru;
- z mezních úchylek tlouštěk ocelových plechů podle ČSN EN 10051;
- z měření zkušební laboratoře – celkové tloušťky nátěrového systému.

Měření celkové tloušťky požárně ochranného systému před zkouškou (základní nátěr, ochranná vrstva)

Vzorek	Výběr		Tloušťka požárně ochranného systému d - statistiky výběru							Kritéria ČSN EN 13381-8: 6.5.2		
	n	$(-)$	$x_n(d)$ (μm)	$\min(d)$ (μm)	$\max(d)$ (μm)	$s_{n-1}(d)$ (μm)	$z(d)$ (μm)	$z(d)/x_n(d)$ (%)	$U(d)$ (μm)	$s_{n-1}(d) \leq 20\% x_n(d)$	$2 s_{n-1}(d) \leq 30\% x_n(d)$	$z(d) \leq 45\% x_n(d)$
1a	1	36	1250	949	1502	131	301	24	263	OK	OK	OK
1b	2	36	1436	1120	1710	121	316	22	242	OK	OK	OK
2a	3	36	1168	886	1463	132	295	25	265	OK	OK	OK
2b	4	36	1496	1310	1750	118	254	17	236	OK	OK	OK

Parametry vzorků

Vzorek	Tloušťka vrstvy nátěrového systému					Tloušťka plechu (jmenovitá)				Součinitel průřezu (jmenovitý)		
	základní (μm)	krycí (μm)	reaktivní d_p (μm)	$U(d_p)$ (μm)	$U_r(d_p)$ (%)	t (mm)	$z(t)$ (mm)	$U(t)$ (mm)	$U_r(t)$ (%)	A_p/V (m^{-1})	$U(A_p/V)$ (m^{-1})	$U_r(A_p/V)$ (%)
1a	40	-	1210	263	22	5.00	0.24	0.28	5.5	200	11	5.5
1b	40	-	1396	242	17	5.00	0.24	0.28	5.5	200	11	5.5
2a	40	-	1128	265	23	15.00	0.40	0.46	3.1	67	2	3.1
2b	40	-	1456	236	16	15.00	0.40	0.46	3.1	67	2	3.1

Legenda

- X, x měřená veličina (statistická náhodná veličina, její hodnota)
 n je počet čtení
 $x_n(x)$ výběrový průměr
 $\min(x)$ minimum
 $\max(x)$ maximum
 $s_{n-1}(x)$ výběrový směrodatná odchylka veličiny X
 $z(x)$ mezní odchylka nejistota veličiny X
 $U(x)$ rozšířená standardní nejistota veličiny X
 $U_r(x)$ rozšířená relativní standardní nejistota veličiny X
 d_p celková tloušťka požárně ochranného systému (základní nátěr a ochranná vrstva)
 d_p tloušťka ochranné vrstvy
 t jmenovitá tloušťka plechu
 A_p/V součinitel průřezu ($A_p/V = 1/t$)

PŘÍLOHA C

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

C.1 Zkušební podmínky dle části 5 normy ČSN EN 1363-1

Podmínky zkoušky podle ČSN EN 1363-1, čl. 5

Odhylky teploty sondy DST 30, 31, 32, 33, 34, 35															
Čas <i>t</i> (min)	Teplota v peci, deskový snímač číslo						Odhylka <i>d_e</i>			Odhylka od <i>T</i>		Tlak v místě sondy			Teplota okolí (°C)
	<i>T</i> (°C)	DST30 (°C)	DST31 (°C)	DST32 (°C)	DST33 (°C)	prům. (°C)	od - do (%)	skutečná (%)	min (°C)	max (°C)	od - do (Pa)	skutečný (Pa)			
0	20	11	11	11	12	11									12
1	349	105	111	144	184	136							0		12
5	576	587	600	641	617	611		-14,2					19		12
6	603	598	603	638	620	614	-15,0	15,0	-10,3		9	19	17		12
10	678	662	664	696	677	675	-15,0	15,0	-5,5	-17	18	9	19	14	12
11	693	682	684	716	697	695	-14,5	14,5	-4,9	-11	23	11	17	17	12
15	739	734	733	763	743	743	-12,5	12,5	-3,0	-6	25	11	17	14	12
20	781	780	780	811	791	791	-10,0	10,0	-2,5	-1	30	11	17	13	12
30	842	835	833	860	841	842	-5,0	5,0	-1,5	-9	18	11	17	13	12
31	847	841	839	866	846	848	-4,9	4,9	-1,5	-8	19	11	17	14	12
45	902	897	893	918	900	902	-3,8	3,8	-1,0	-9	16	11	17	15	13
50	918	914	910	934	917	919	-3,3	3,3	-0,9	-8	16	11	17	14	13
55	932	927	923	948	929	931	-2,9	2,9	-0,8	-10	15	11	17	15	13
60	945	939	935	959	942	944	-2,5	2,5	-0,7	-11	14	11	17	14	13
65	957	950	946	970	952	955	-2,5	2,5	-0,7	-12	13	11	17	12	13
70	968	962	957	986	964	967	-2,5	2,5	-0,6	-11	18	11	17	13	14
73	975	968	963	989	971	973	-2,5	2,5	-0,6	-11	14	11	17	14	13

Legenda

t je čas zkoušky, v min;

T je normou požadovaná průměrná teplota v peci, ve °C, $T^{\circ}\text{C} = 345 \cdot \log_{10}(8t/\text{min}+1) + 20$;

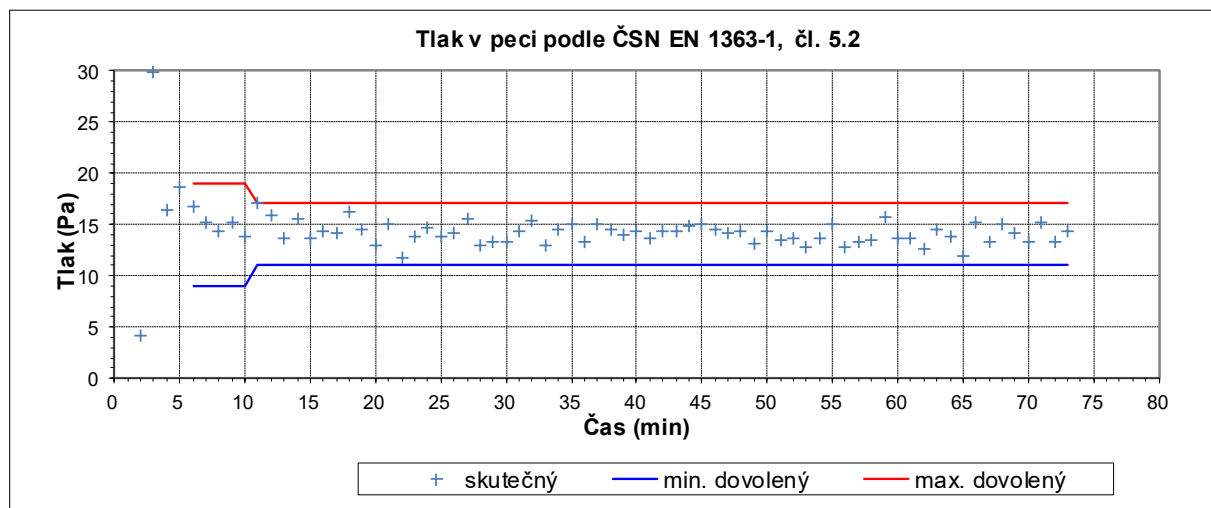
prům. je skutečná průměrná teplota v peci, ve °C;

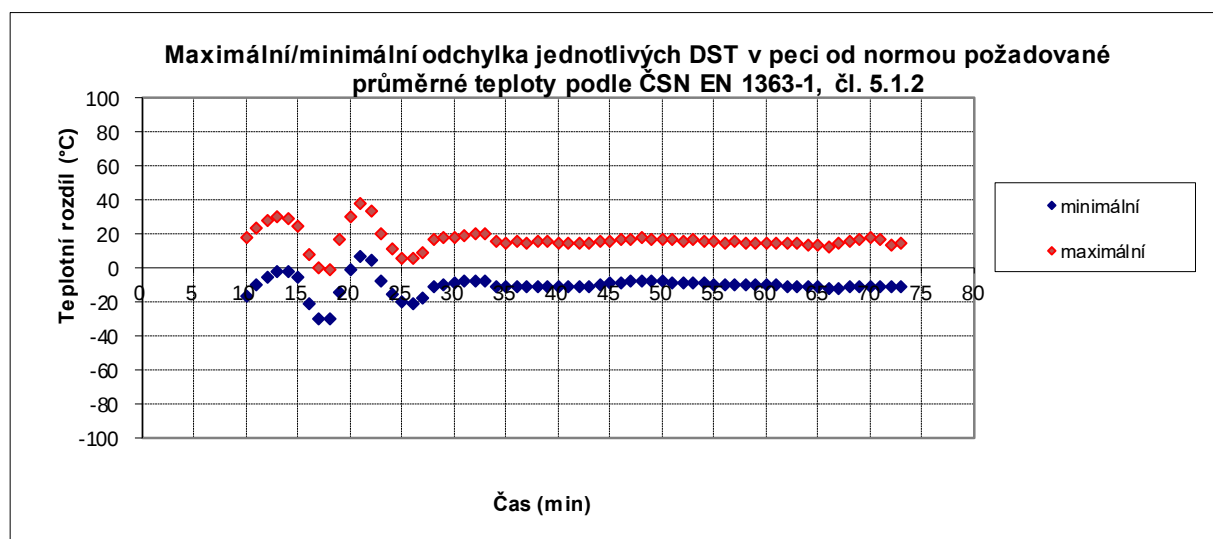
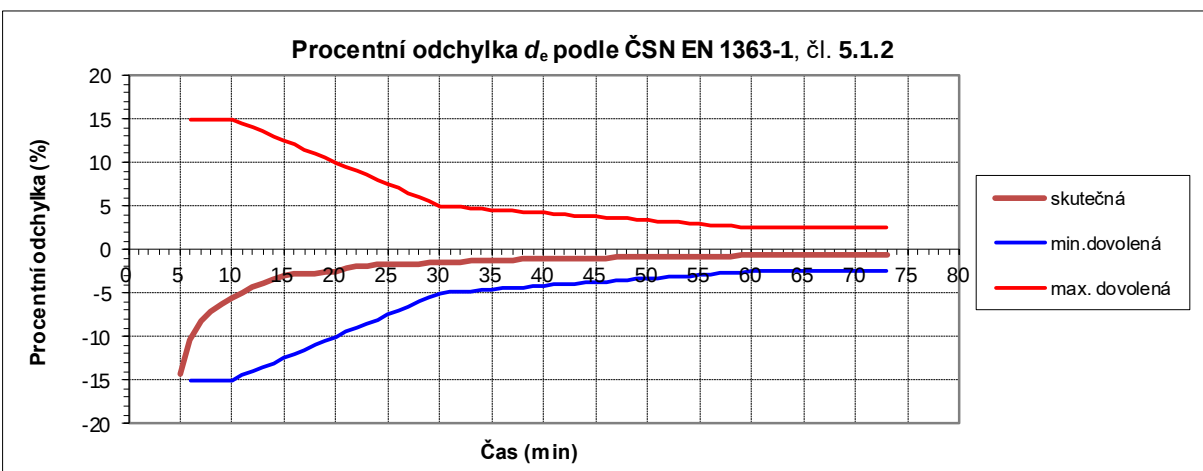
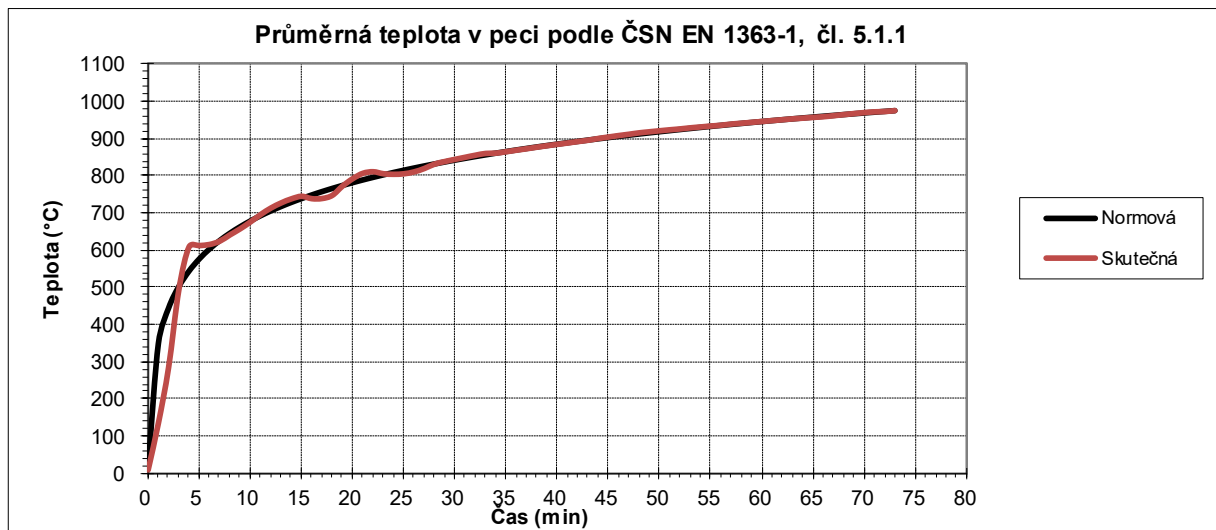
d_e je procentní odchylka ploch pod křivkami teplota/čas pro skutečnou průměrnou teplotu a normou požadovanou průměrnou teplotu

"Tlak" je rozdíl tlaku v peci a okolního tlaku na stejné výškové úrovni (výšce nad podlahou pece):

Tlak 20 Pa je požadovaný ve výšce 0,90 m.

Potom tlak 14 Pa je požadovaný v místě tlakové sondy ve výšce 0,20 m.





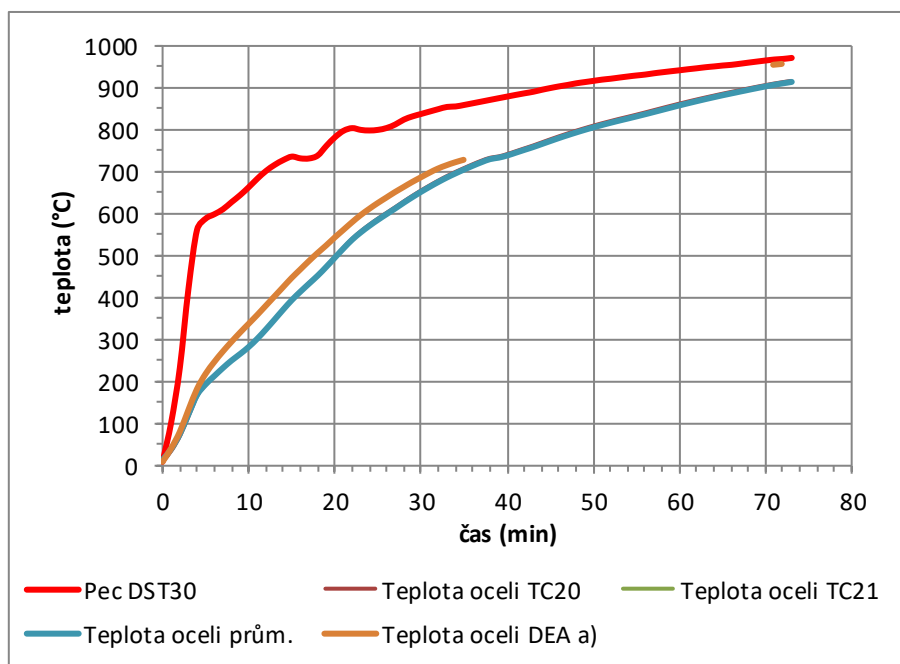
C.2 Výsledky měření teplot vzorků

Teploty - vzorek 1a

tloušťka plechu 5 mm
tloušťka ochranné vrstvy 1210 µm

Čas (min)	Pec DST30 (°C)	Teplota oceli				
		TC20 (°C)	TC21 (°C)		prům. (°C)	DEA ^{a)} (°C)
0	11	12	12		12	11
5	587	194	190		192	220
10	662	285	278		282	339
15	734	396	391		393	448
20	780	497	493		495	544
25	798	588	583		585	626
30	835	654	650		652	687
35	857	707	704		705	729
40	877	740	738		739	
41	881	747	744		746	
45	897	775	772		773	
50	914	807	805		806	
55	927	833	831		832	
60	939	860	858		859	
65	950	883	883		883	
70	962	904	905		904	
73	968	914	916		915	

^{a)} Teplota oceli vypočítaná podle ČSN EN 13381-3, čl. E.3 pro aktuální parametry vzorku

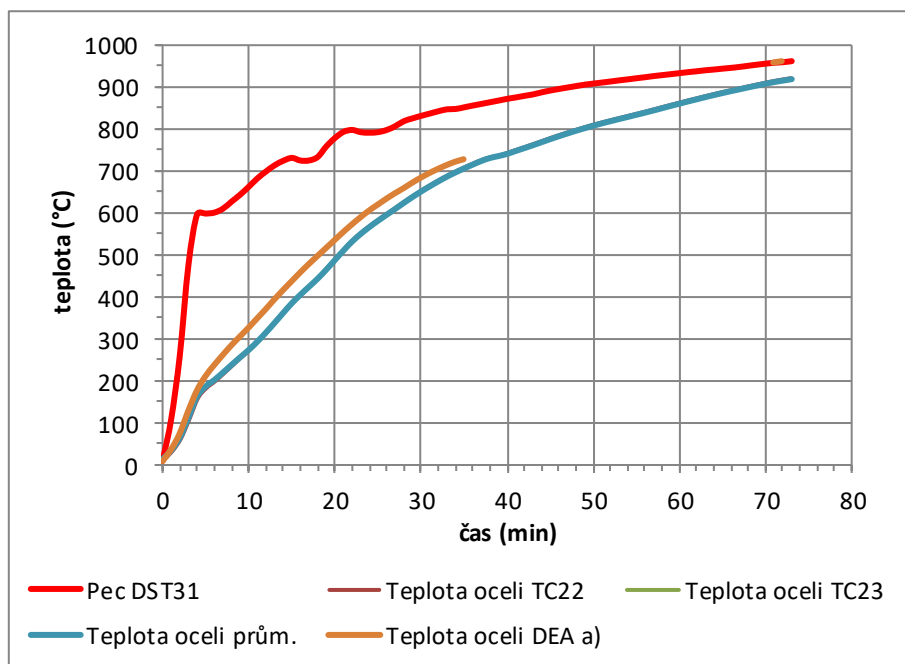


Teploty - vzorek 1b

tloušťka plechu 5 mm
tloušťka ochranné vrstvy 1396 μm

Čas (min)	Pec DST31 (°C)	Teplota oceli				DEA ^{a)} (°C)
		TC22 (°C)	TC23 (°C)		prům. (°C)	
0	11	12	12		12	11
5	600	183	187		185	213
10	664	274	271		272	328
15	733	386	381		384	438
20	780	490	483		486	536
25	794	583	577		580	620
30	833	653	647		650	684
35	853	708	702		705	728
40	874	742	737		740	
41	877	749	744		747	
45	893	777	772		775	
50	910	809	805		807	
55	923	835	831		833	
60	935	862	857		859	
65	946	887	883		885	
70	957	909	905		907	
73	963	920	915		917	

^{a)} Teplota oceli vypočítaná podle ČSN EN 13381-3, čl. E.3 pro aktuální parametry vzorku

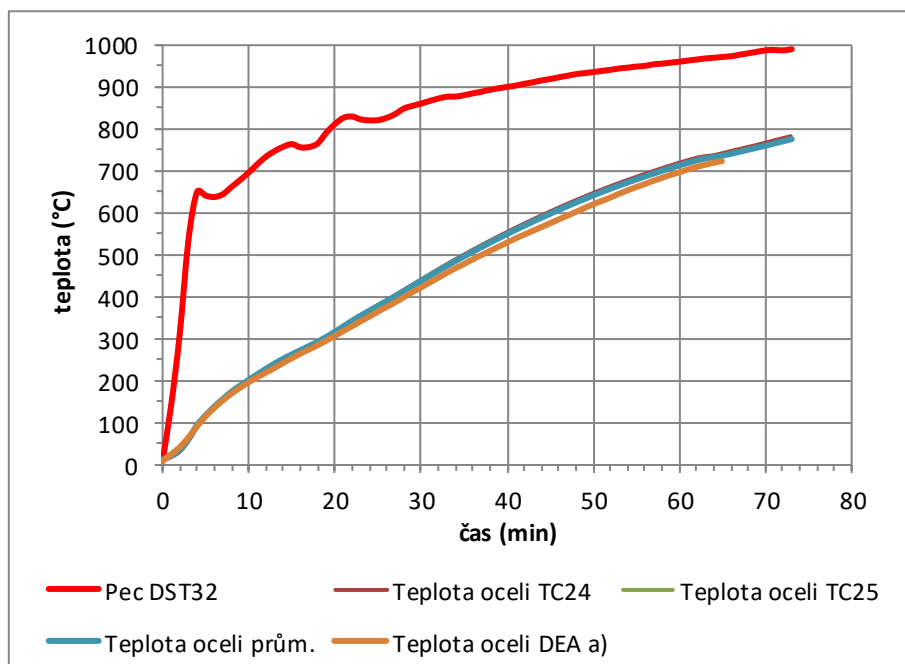


Teploty - vzorek 2a

tloušťka plechu 15 mm
tloušťka ochranné vrstvy 1128 µm

Čas (min)	Pec DST32 (°C)	Teplota oceli				DEA ^{a)} (°C)
		TC24 (°C)	TC25 (°C)		prům. (°C)	
0	11	12			12	11
5	641	116			116	117
10	696	201	202		201	198
15	763	263	261		262	255
20	811	319	314		316	308
25	820	381	375		378	366
30	860	441	435		438	423
35	880	501	493		497	479
40	899	554	546		550	530
45	918	603	595		599	576
50	934	647	639		643	621
55	948	685	677		681	662
60	959	719	711		715	697
65	970	741	734		738	724
69	983	761	753		757	
70	986	766	757		762	
73	989	782	772		777	

^{a)} Teplota oceli vypočítaná podle ČSN EN 13381-3, čl. E.3 pro aktuální parametry vzorku

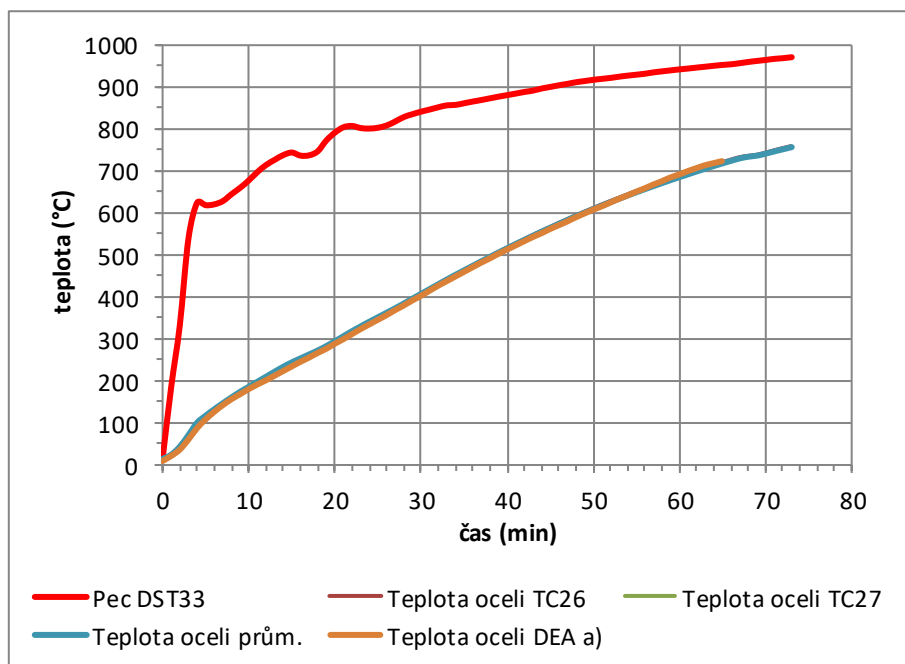


Teploty - vzorek 2b

tloušťka plechu 15 mm
tloušťka ochranné vrstvy 1456 μm

Čas (min)	Pec DST33 (°C)	Teplota oceli				DEA ^{a)} (°C)
		TC26 (°C)	TC27 (°C)		prům. (°C)	
0	12	12	12		12	11
5	617	114	116		115	110
10	677	183	184		184	182
15	743	242	242		242	236
20	791	293	292		293	290
25	802	351	349		350	347
30	841	407	404		406	404
35	861	463	460		462	461
40	880	516	513		514	514
45	900	565	561		563	563
50	917	610	606		608	609
55	929	650	646		648	652
60	942	686	682		684	693
65	952	718	715		717	725
70	964	741	739		740	
71	967	746	744		745	
73	971	756	754		755	

^{a)} Teplota oceli vypočítaná podle ČSN EN 13381-3, čl. E.3 pro aktuální parametry vzorku



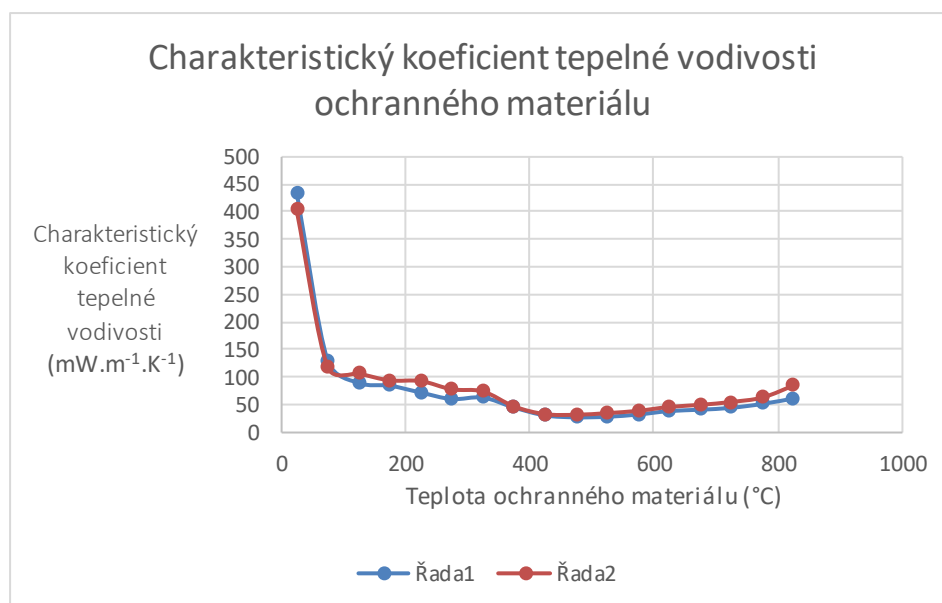
PŘÍLOHA D (informativní)

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ ZKOUŠKY

Na základě požadavku objednatele byl provedený výpočet charakteristického koeficientu tepelné vodivosti ochranného materiálu v závislosti na teplotě ochranného materiálu, a to podle ČSN EN 13381-8, čl. E.3.1 až E.3.9. Výsledky jsou shrnuty v následující tabulce a grafu.

Charakteristický koeficient tepelné vodivosti ochranného materiálu

Teplota ochranného materiálu (°C)	Charakteristický koeficient tepelné vodivosti pro tloušťku ochranného systému	
	1 169 μm ("minimální") (mW.m ⁻¹ .K ⁻¹)	1 426 μm ("maximální") (mW.m ⁻¹ .K ⁻¹)
25	435	404
75	130	118
125	90	107
175	85	94
225	72	93
275	61	78
325	63	74
375	45	47
425	31	33
475	28	32
525	29	35
575	33	39
625	39	46
675	41	50
725	45	55
775	52	63
825	62	85
875		



Vzhledem k charakteru vzorků nebyla ve výpočtech zohledněna korekce na přídržnost požárně ochranného systému k ocelovým prvkům (viz ČSN EN 13381-8, přílohu D).

PŘÍLOHA E

FOTODOKUMENTACE



Vzorek 1a
(tl. plechu 5 mm, tl. ochranné vrstvy 1 210 μm)



Vzorek 1b
(tl. plechu 5 mm, tl. ochranné vrstvy 1 396 μm)



Vzorek 2a
(tl. plechu 15 mm, tl. ochranné vrstvy 1 128 μm)



Vzorek 2b
(tl. plechu 15 mm, tl. ochranné vrstvy 1 456 μm)

Vzorky po zkoušce – OS



Vzorek 2a (tl. plechu 15 mm, tl. ochranné vrstvy 1 128 µm) – OS po zkoušce



Vzorek 2a (tl. plechu 15 mm, tl. ochranné vrstvy 1 456 µm) – OS po zkoušce