

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

TUNEL PANENSKÁ

**Za použití vizualizace požárního větrání
horkým kouřem pomocí aerosolu
s reálným energetickým zdrojem**

Ing. Petr Bebčák, Ph.D.
K.B.K. fire s.r.o. Ostrava

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

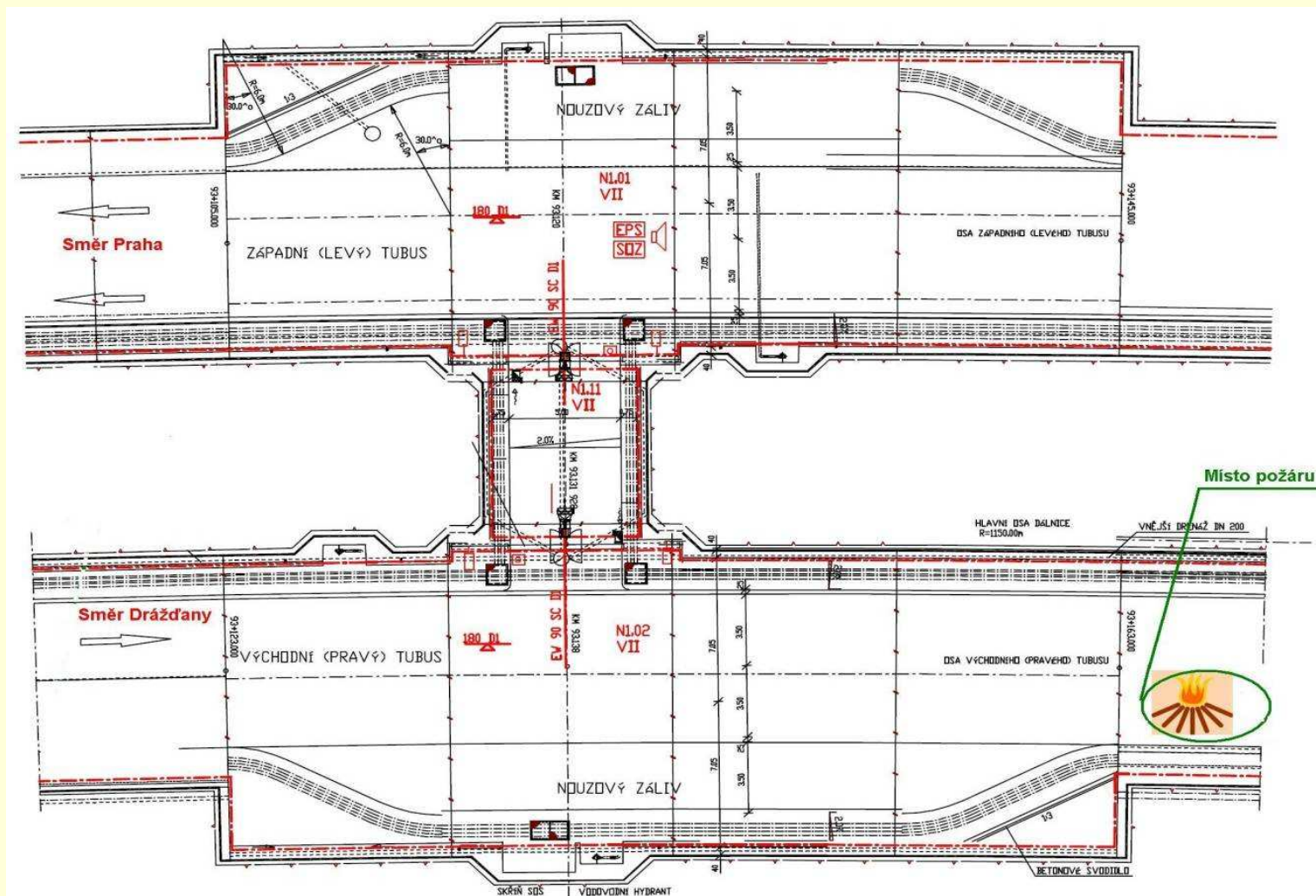
- **Dne 3.10.2009 od 8:30 do 16:00 hod proběhly komplexní zkoušky požárně bezpečnostních zařízení v tunelech Panenská a Liboucheč nacházejících se na dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN.**
- **Cílem těchto zkoušek, provedených v souladu s technickými podmínkami TP 154 – Provoz, správa a údržba tunelů pozemních komunikací a dle interních předpisů správce tunelů - ŘSD, ČR bylo ověření funkčnosti požárně bezpečnostních zařízení, činnosti obsluhy tunelu, a ověření možnosti provedení hasebního zásahu předurčenou jednotkou Hasičského záchranného sboru Ústeckého kraje stanice Petrovice.**
- **Kompletní uzávěra tunelového úseku dálnice D8 umožnila provést odzkoušení všech bezpečnostních systémů obou tunelových trub za použití simulovaného požáru osobního vozidla o výkonu cca 3 MW a vývinu kouře 20 – 30 m³/s pomocí metodiky společnosti K.B.K. fire, s.r.o. Ostrava za použití speciálního aerosolu.**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

- **V dopoledních hodinách v tunelech Panenská a Libouchec proběhly komplexní zkoušky všech požárně bezpečnostních zařízení a bezpečnostních systémů bez simulace požáru. V rámci těchto komplexních zkoušek byla ověřena funkce bezpečnostních systémů, jejich vzájemné vazby v souladu s požadavky bezpečnostní a provozní dokumentace tunelů.**
- **V odpoledních hodinách proběhla komplexní zkouška všech bezpečnostních systémů tunelu Panenská. U záchranné cesty č. 5, za nouzovým zálivem pravé tunelové trouby, byl simulován požár osobního vozidla za použití zkušebního aerosolu. Ten je tvořen netoxickými pevnými částicemi (kouřem) o velikosti 3 - 10 μm a plynnou fází tvořenou směsí oxidu uhličitého, vodních par a nitrozních plynů.**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

- Umístění místa požáru vzhledem k záchranné cestě PS5 je uvedeno na následujícím obrázku :



Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Průběh zkoušky se simulací požáru zkušebním aerosolem

- Zkouška byla zahájena iniciací cca 180 l etanolu v ocelových vanách o celkové ploše 8 m² s předpokládaným celkovým tepelným výkonem požáru cca 3 MW a vývojem kouře cca 20-30 m³/s.**
- Po identifikaci požáru teplotním hlásičem elektrické požární signalizace byly řídicím systémem tunelu provedeny operace, které jsou v systému přednastaveny a spouštěny bez zásahu obsluhy tunelu.**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Řídicí systém tunelu provedl:

- **Uzavření tunelu pomocí dopravního značení;**
- **Aktivaci zařízení dálkového přenosu elektrické požární signalizace – informace o vzniku požáru tak byla předána na Krajské operační středisko Hasičského záchranného sboru Ústeckého kraje;**
- **Automatické spuštění proudových ventilátorů v požárem zasažené tunelové troubě pro dosažení kritické rychlosti (2,5 – 3 m/s) proudění vzdušnin ve směru jízdy vozidel z důvodu ochrany účastníku provozu před účinky nebezpečných produktů kouře vznikajících při požáru;**
- **Automatické spuštění proudových ventilátorů v požárem nezasažené tunelové troubě pro dosažení souhlasného směru proudění jako v požárem zasažené troubě pro zabránění zpětného nasátí kouře;**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

- **Kontrolu otevřených požárních klapek v záchranných cestách v požárem nezasažené tunelové troubě;**
- **Uzavření požárních klapek v záchranných cestách v požárem zasažené tunelové troubě;**
- **Spuštění ventilátorů v záchranných cestách v požárem nezasažené tunelové troubě pro vytvoření přetlaku cca 30Pa v záchranných cestách (propojkách);**
- **Přepnutí osvětlení tunelu na maximální režim v požárem zasažené tunelové troubě, včetně spuštění nouzového osvětlení v tunelových troubách a záchranných cestách;**
- **Spuštění evakuačního hlášení v tunelových troubách a záchranných cestách pro informaci účastníků silničního provozu o vzniku požáru;**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

- Při komplexních zkouškách byl také simulován výpadek elektrické energie z veřejné distribuční sítě, čímž bylo prověřeno napájení vybraných zařízení prostřednictvím nepřerušovaného zdroje elektrické energie (UPS) a dieselagregátu.



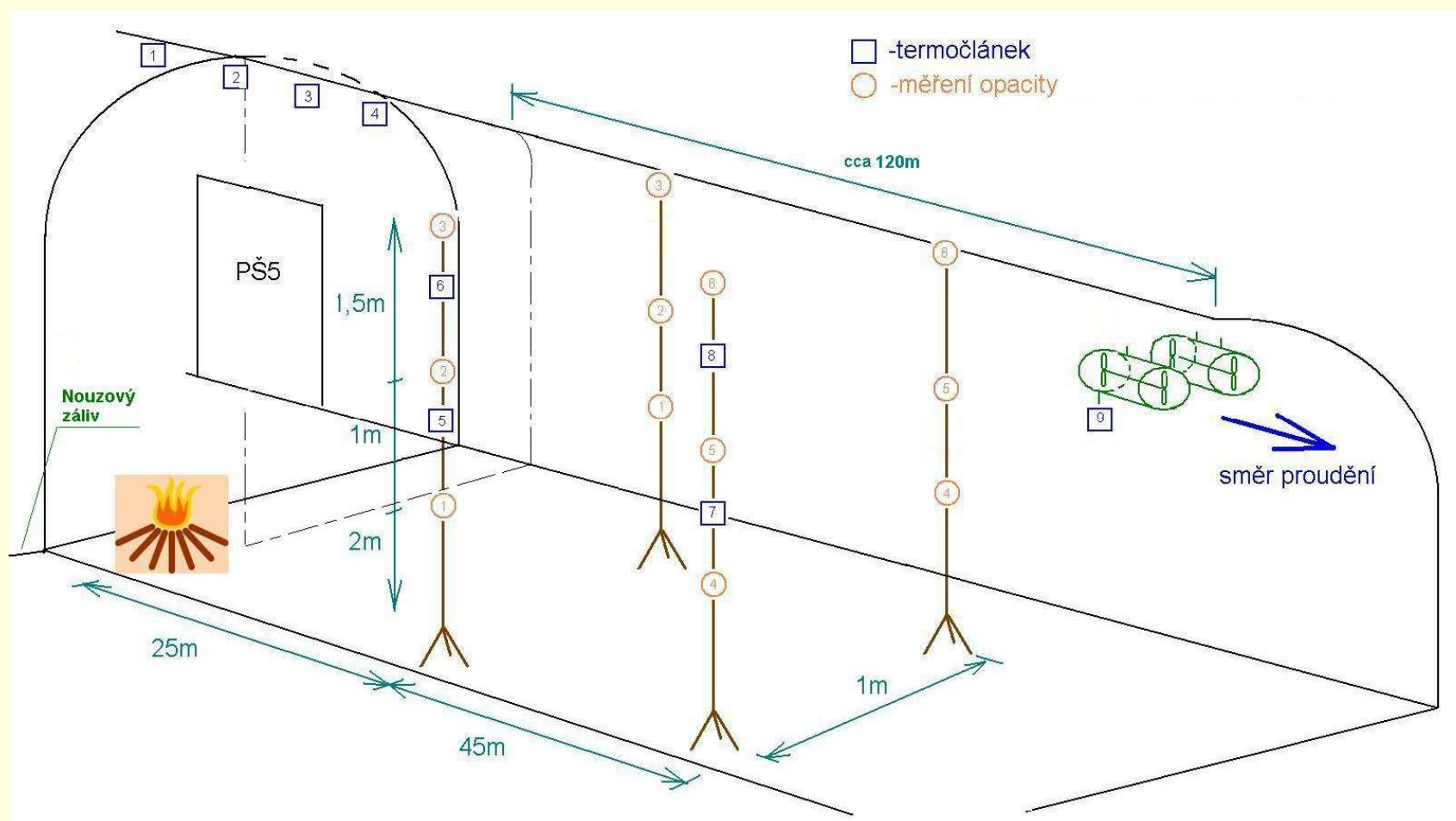
Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

V průběhu komplexní zkoušky se simulací požáru byly sledovány následující fyzikální parametry:

- **Rychlost proudění vzduchu včetně zplodin hoření v zasažené tunelové troubě stacionárními a mobilními anemometry;**
- **Rychlost proudění vzduchu v nezasažené tunelové troubě stacionárními a mobilními anemometry;**
- **Rychlost proudění vzduchu v otevřených dveřích vstupu do záchranných cest (propojek);**
- **Průběžné měření teplot v zasažené tunelové troubě pomocí termočlánků umístěných nad ohniskem požáru (4 ks), na stativech ve vzdálenosti 25 a 70 m od ohniska požáru (4 ks), na nejbližší dvojici proudových ventilátorů ve směru proudění zplodin hoření a v ocelových vanách generátoru aerosolu (2 ks);**
- **Průběžné měření optické hustoty kouře na stativech ve vzdálenosti 25 a 70 m od ohniska požáru, ve výškách 2 m, 3 m a 4,5 m nad povrchem vozovky.**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Schéma rozmístění měřících zařízení



Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Technický popis generátoru zkušebního aerosolu

- **Generátor zkušebního horkého aerosolu se skládá z následujících částí:**
- **Ocelové vany;**
- **Ocelové rampy;**
- **Jednotlivé vyvíječe aerosolu;**
- **Elektrické odpalovací zařízení (palníky, elektrické vodiče);**
- **Odpalovací a ovládací ústředna;**
- **Zkušební aerosol:**
- **Vzniká ze směsi generátoru z jednotlivých vyvíječů při teplotách cca 2000°C. Aerosol je směsí pevné a plynné fáze:**
- **Pevná fáze je tvořena částicemi o velikosti řádově 0,003 mm (50% množství) až řádově 0,01 mm s limitem 0,1 mm (zbývající hmotnost). Částice jsou směsí uhličitánu draselného, hydrogenuhličitánu draselného a uhlíku.**
- **Plynná fáze je směsí oxidu uhličitého, oxidu uhelnatého, vodních par, nitrozních plynů, dusíku a amoniaku;**
- **Akutní toxicita tohoto aerosolu je na úrovni látek velmi slabě nebezpečných v toxikologickém kódovacím systému značeného písmenem A.**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Parametry zkušebního generátoru

- **Vlastní generátor pro vývoj teplého zkušebního aerosolu byl složen z osmi kusů ocelových van naplněných celkem 140 kg etanolu o výhřevnosti 24 MJ/kg a 72 ks vyvíječů aerosolu o hmotnosti každého 1 kg, které budou po 9-ti kusech umístěny v ocelových rampách a postupně dálkové aktivovány. Každý vyvíječ je konstruován na vývin cca 40 m³ aerosolu o koncentraci 25-30 g/m³. Možnost tedy konstatovat, že z jedné ocelové rampy je zajištěn vývin 360 m³ zkušebního aerosolu v časovém režimu cca 2 minuty. Celkové množství uvolněného aerosolu je 2880 m³.**

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Výpočet množství hořlavé kapaliny (etanolu)

- **Vstupní hodnoty**
- Výhřevnost $H=25$ [MJ.kg⁻¹]
- Hustota $\rho=789$ [kg.m⁻³]
- Rychlost odhořívání $m=1,65$ [kg.m⁻².min⁻¹]
- Plocha hoření $S_h=8$ [m²]
- **Vypočtené hodnoty**
- Hmotnost $M=138,2$ [kg]
- Množství $V=175,2$ [l]
- Doba hoření $\tau=15$ [min]

Tepelný výkon pro zkoušku v tunelu Panenská

- **Q_{max} (MW) = 0,868.**
- **Q_{celk.}(GJ)**

Výpočet celkové uvolněné energie

$$Q_{\max}=3.0[\text{MW}]$$

$$Q_{\text{celk}}=3.46[\text{GJ}]$$

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

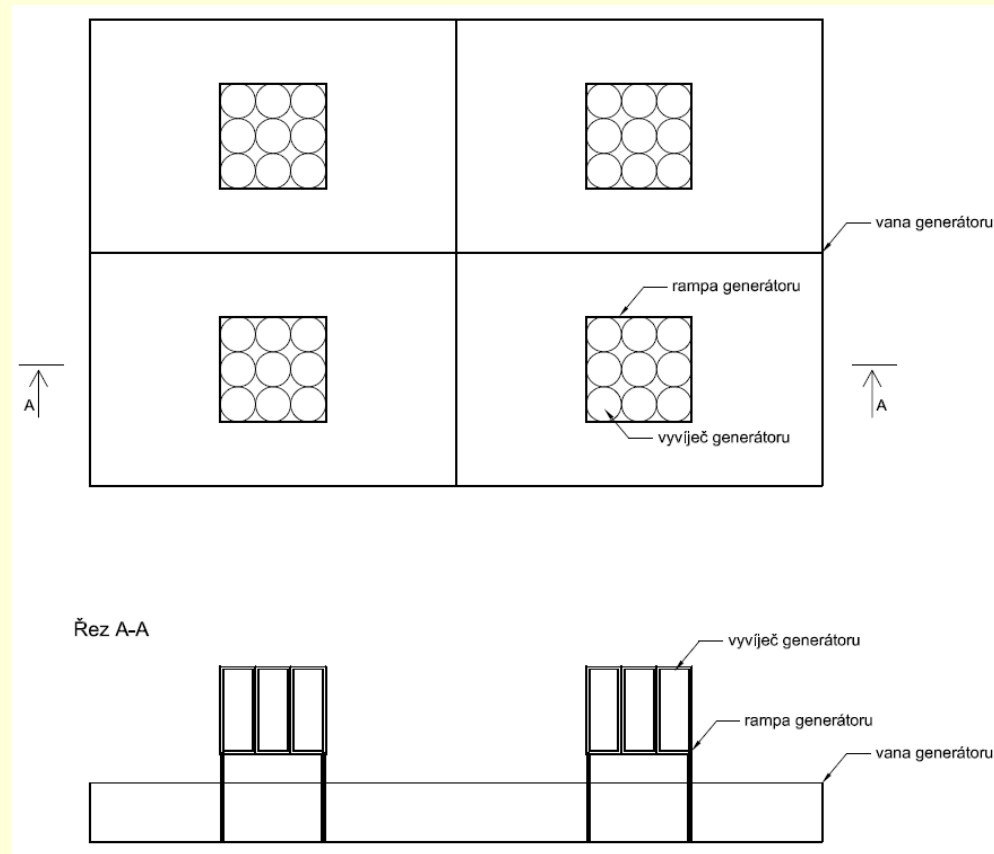


Schéma zkušebního generátoru

Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

Zásah jednotek Hasičského záchranného sboru stanice Petrovice

- Vozidla HZS přijely k tunelu ze směru od Drážďan požárem nezasaženou klesající tunelovou troubou. Vzhledem k tomu, že ohnisko požáru se nacházelo v blízkosti záchranné cesty PS 5 za nouzovým zálivem, byl požární zásah prováděn touto záchrannou cestou, která rovněž umožňuje průjezd těžké techniky HZS mezi tunelovými troubami.
- Požární zásah byl proveden za použití suchovodu v záchranné cestě č. 5 pomocí těžké pěny.

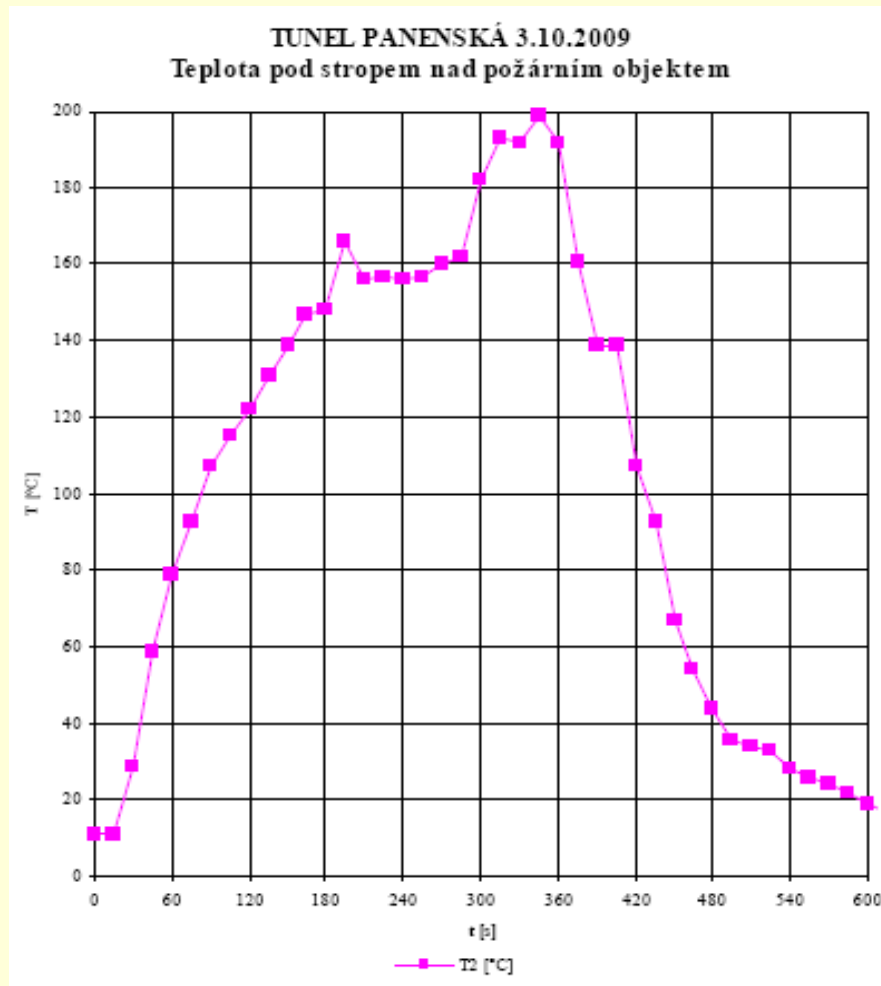
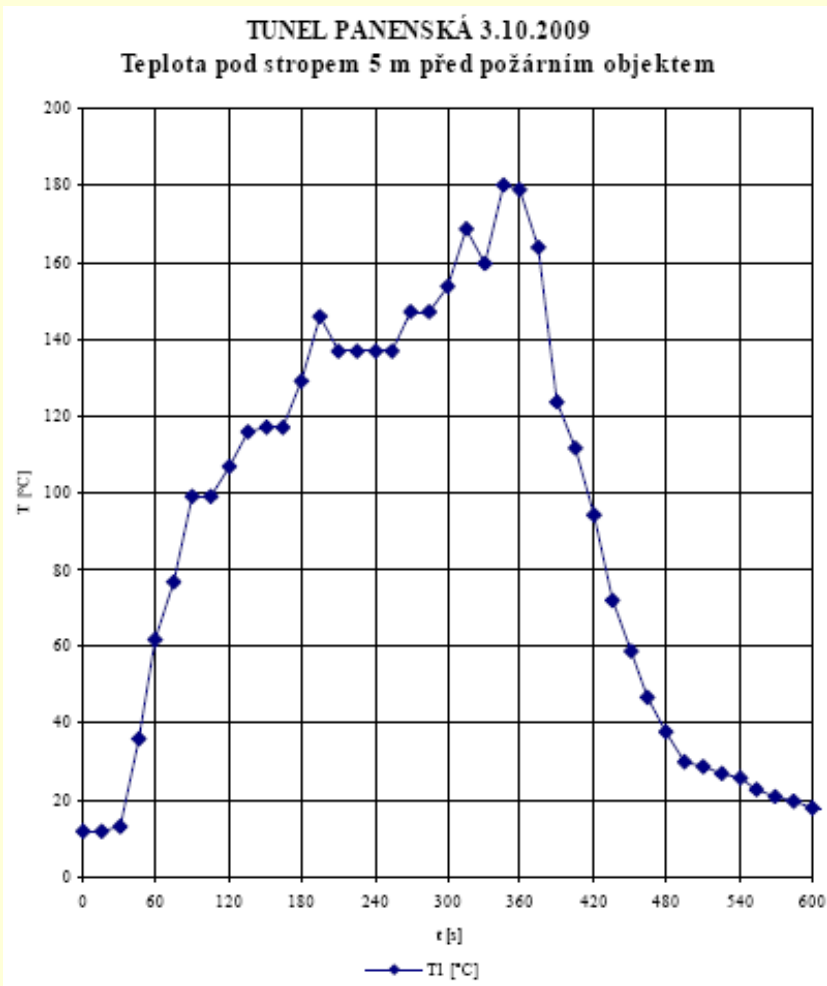


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu na „Dálnici D8 Praha – Ústí nad Labem – státní hranice ČR/SRN“

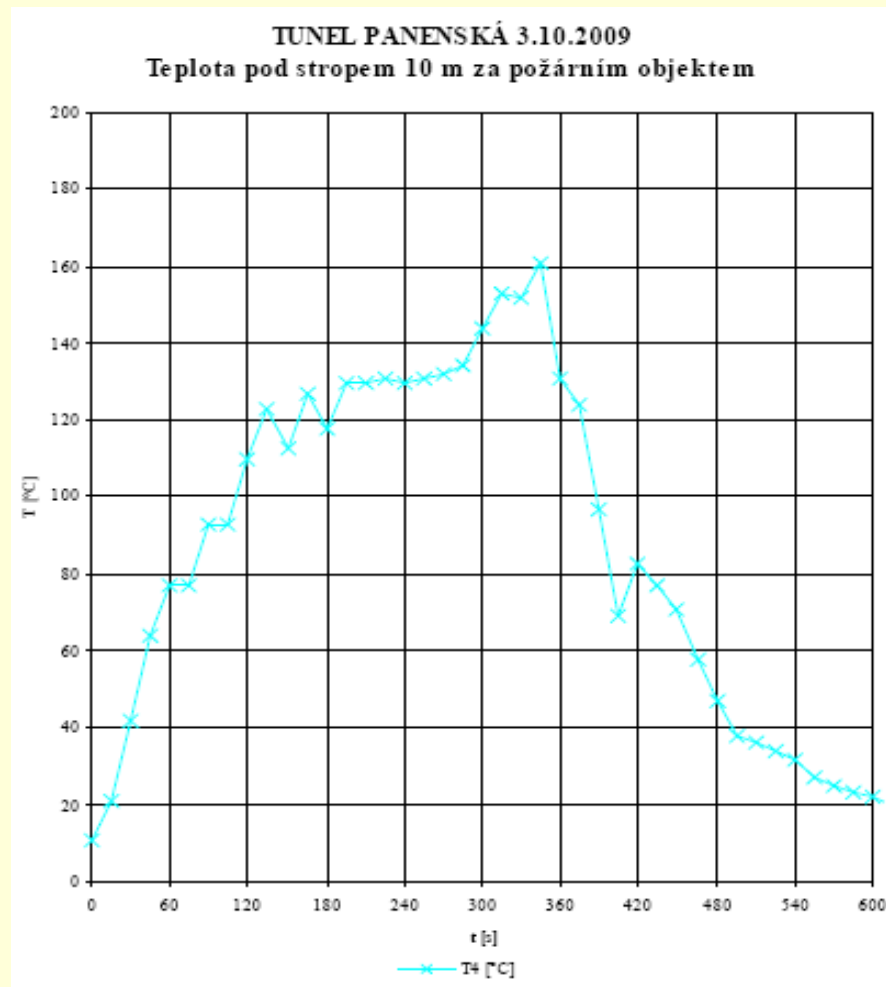
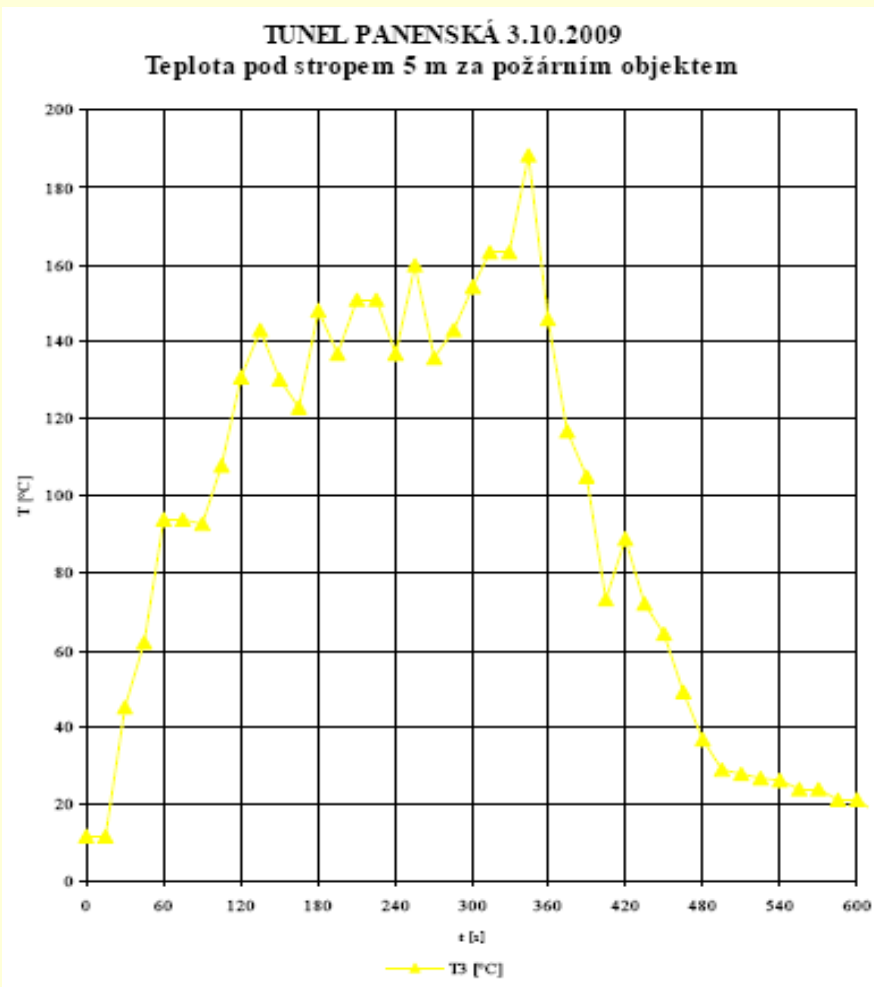
Předběžné závěry z průběhu provedených komplexních zkoušek se simulací reálného požáru za využití aerosolu

- **Provedené komplexní zkoušky se simulací reálného požáru za využití aerosolu prokázaly, že tunel Panenská, po 3 letech provozu, splňuje bezpečnostní požadavky kladené českými a evropskými předpisy a normami.**
- **Zjištěny byly drobné nedostatky, které byly částečně odstraněny ještě v průběhu komplexních zkoušek. Všechny výsledky a zjištěné nedostatky budou uvedeny v závěrečné zprávě včetně termínů na odstranění těchto nedostatků.**
- **O provedených komplexních zkouškách budou současně zpracovány protokoly o naměřených fyzikálních veličinách, které budou dány k dispozici odborné veřejnosti a budou zpracovány v „Grantovém úkolu“ č. FR-TI1/121 Nová řešení pro vyšší požární bezpečnost v tunelech, jehož řešitelem je realizátor komplexních zkoušek – K.B.K. fire, s.r.o. Ostrava**

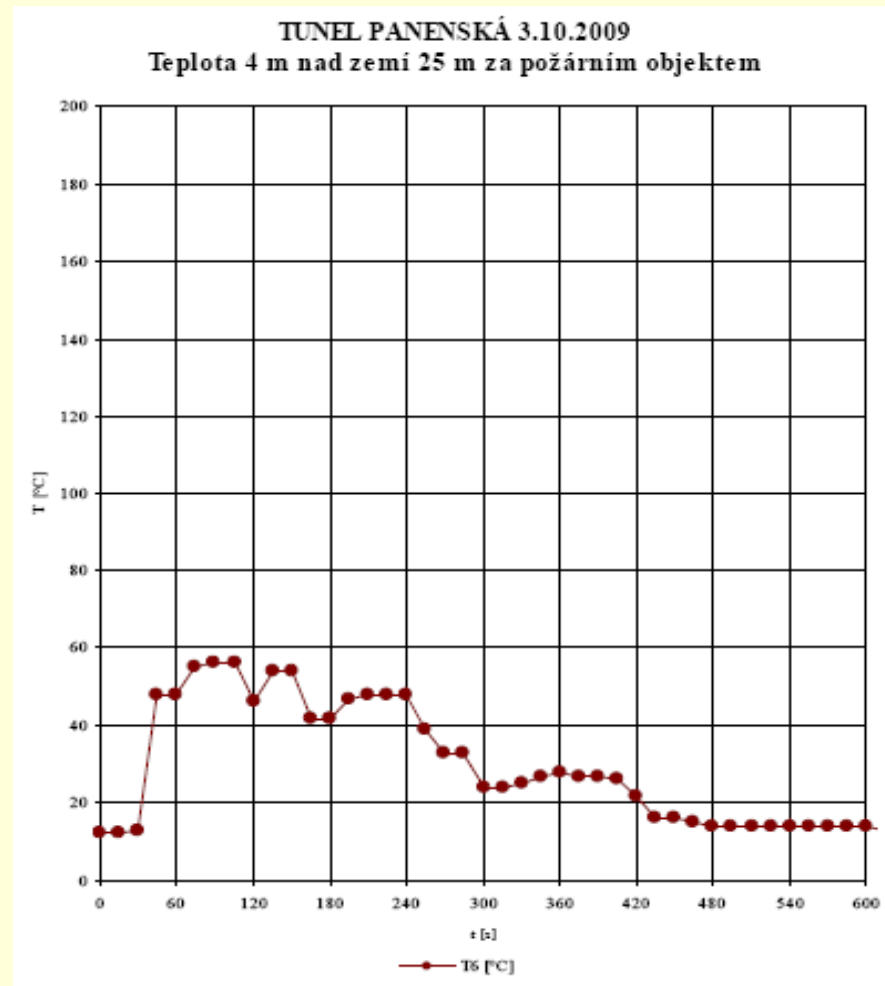
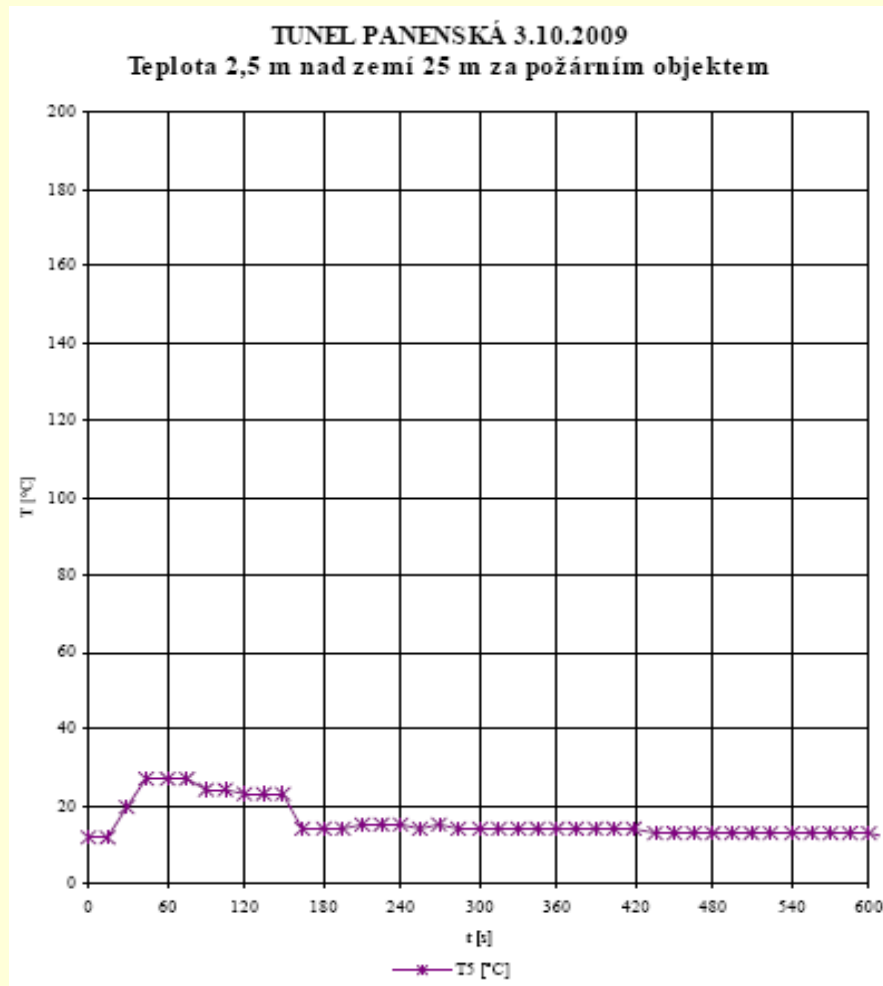
Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579



Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

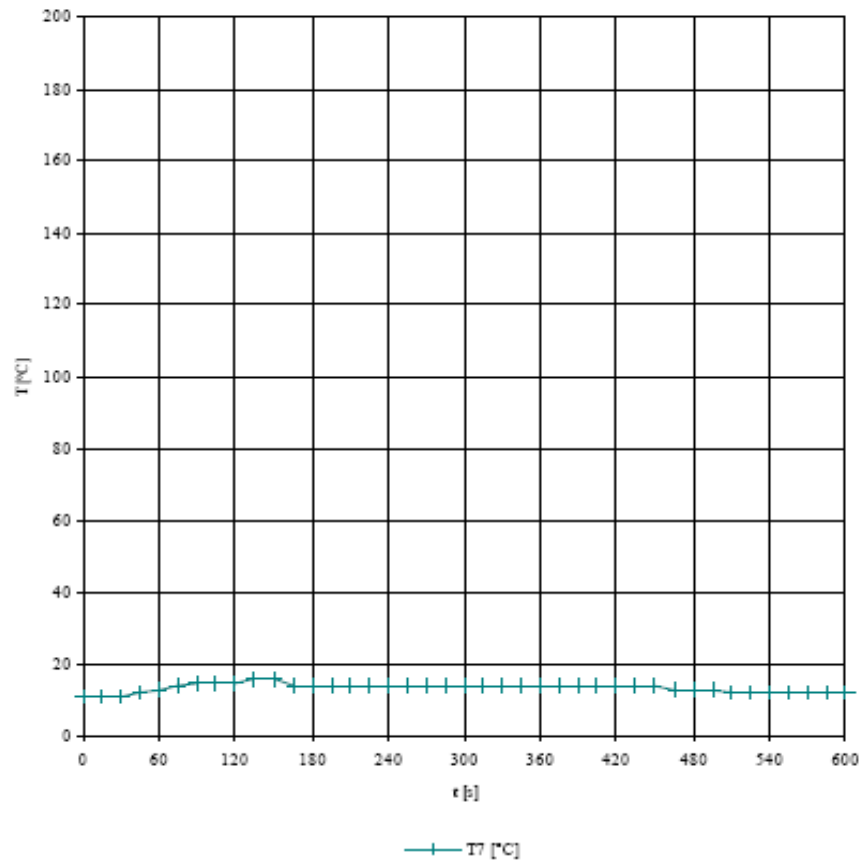


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

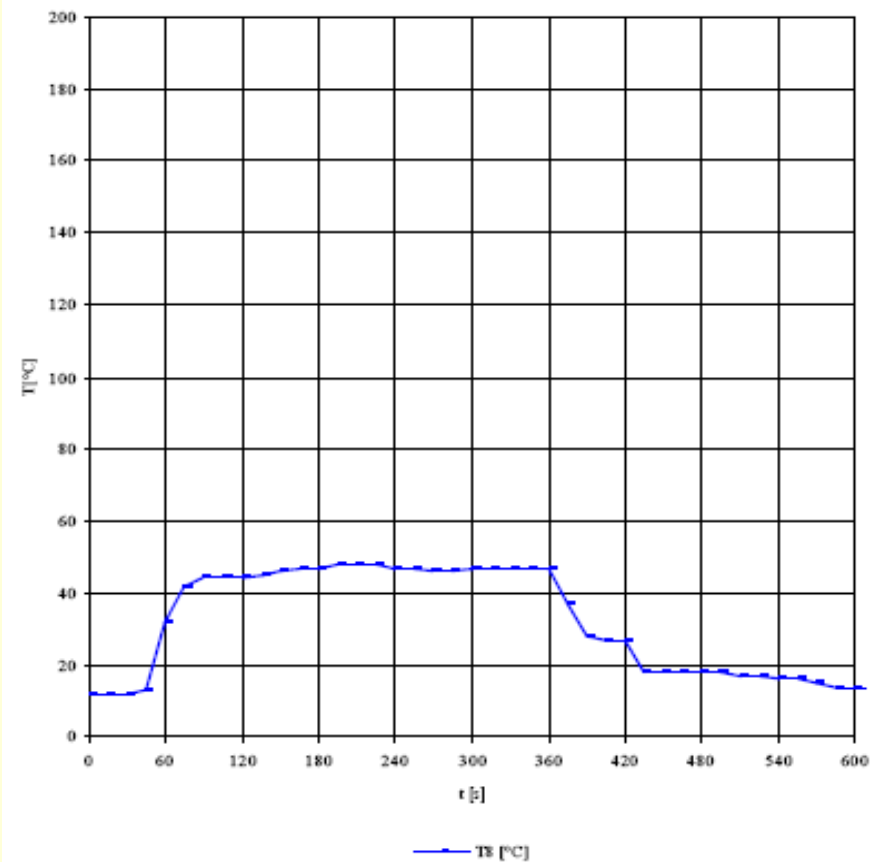


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

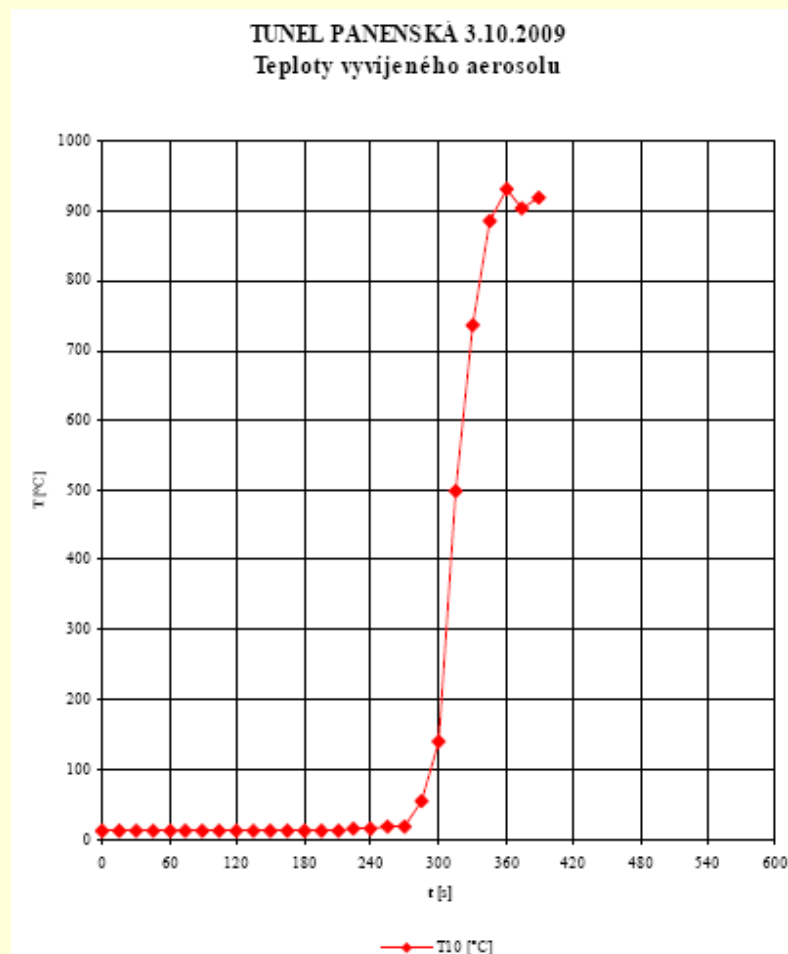
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Teplota 2,5 m nad zemí 70 m za požárním objektem



TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Teplota 4 m nad zemí 70 m za požárním objektem



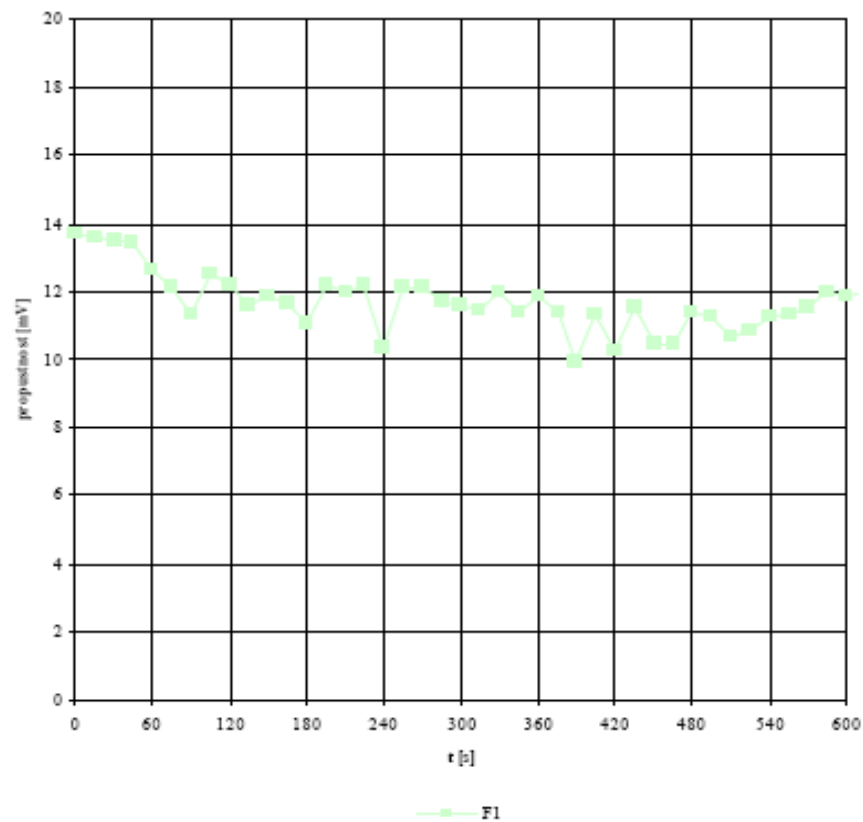
Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579



Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

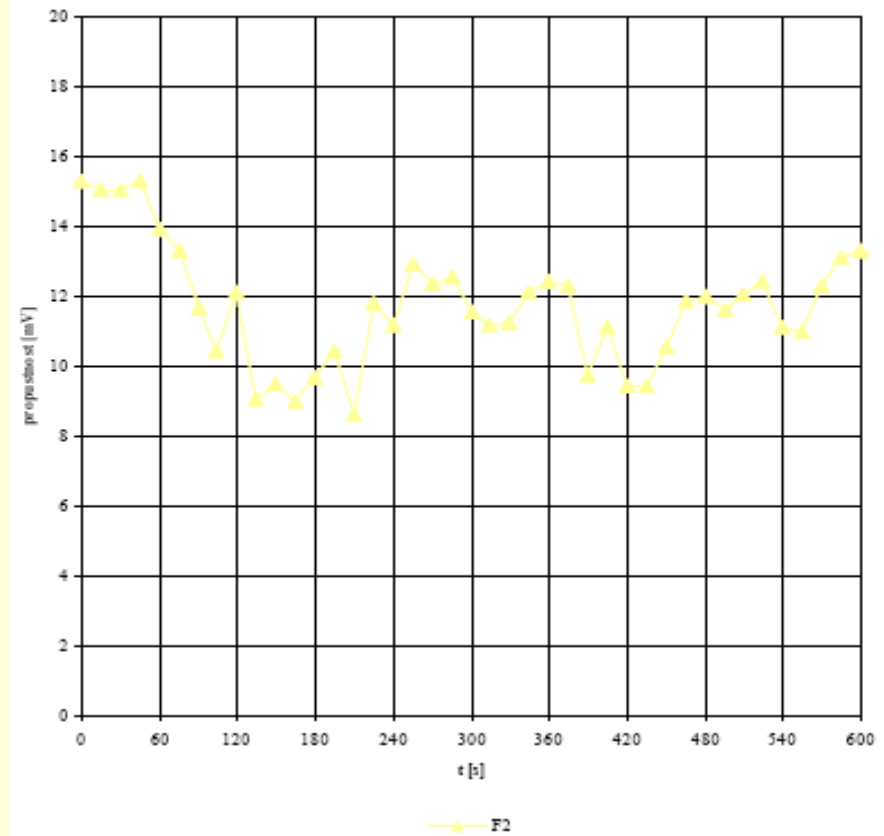
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009

Optická propustnost kouřů ve výšce 2 m nad zemí 25 m za požárním objektem



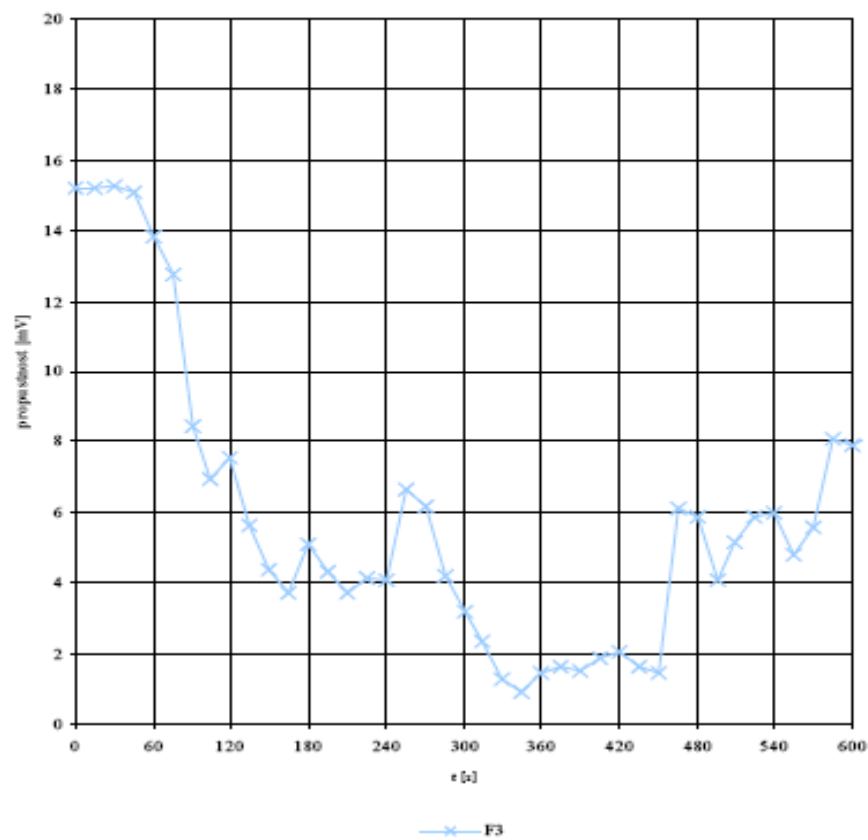
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009

Optická propustnost kouřů ve výšce 3 m nad zemí 25 m za požárním objektem

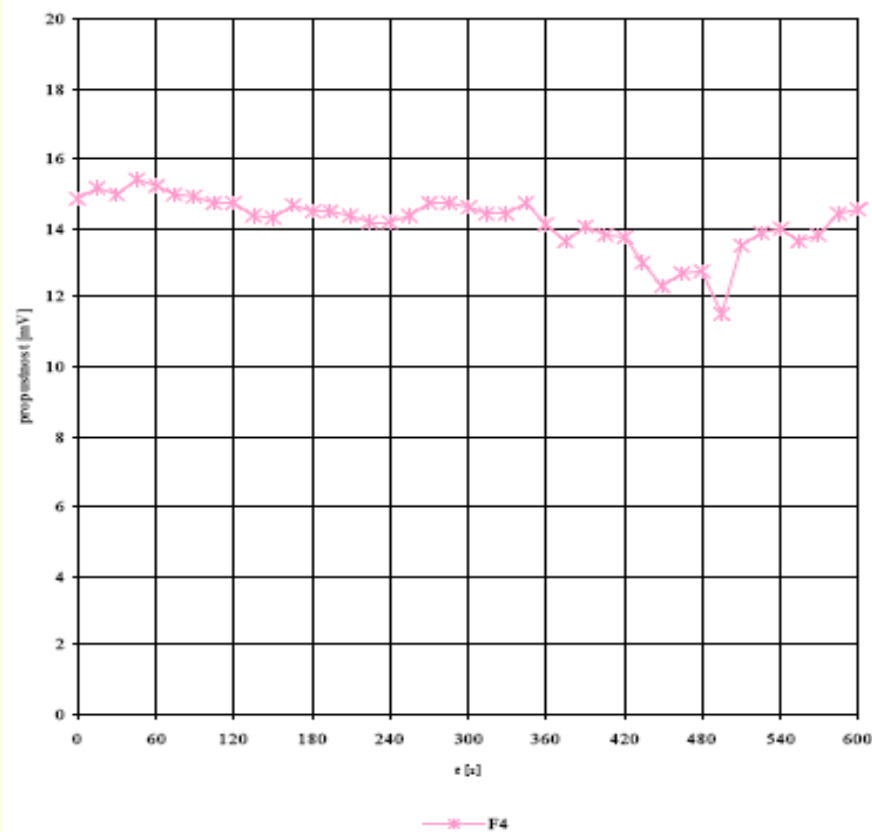


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Optická propustnost kouřů ve výšce 4,5 m nad zemí 25 m za požárním objektem



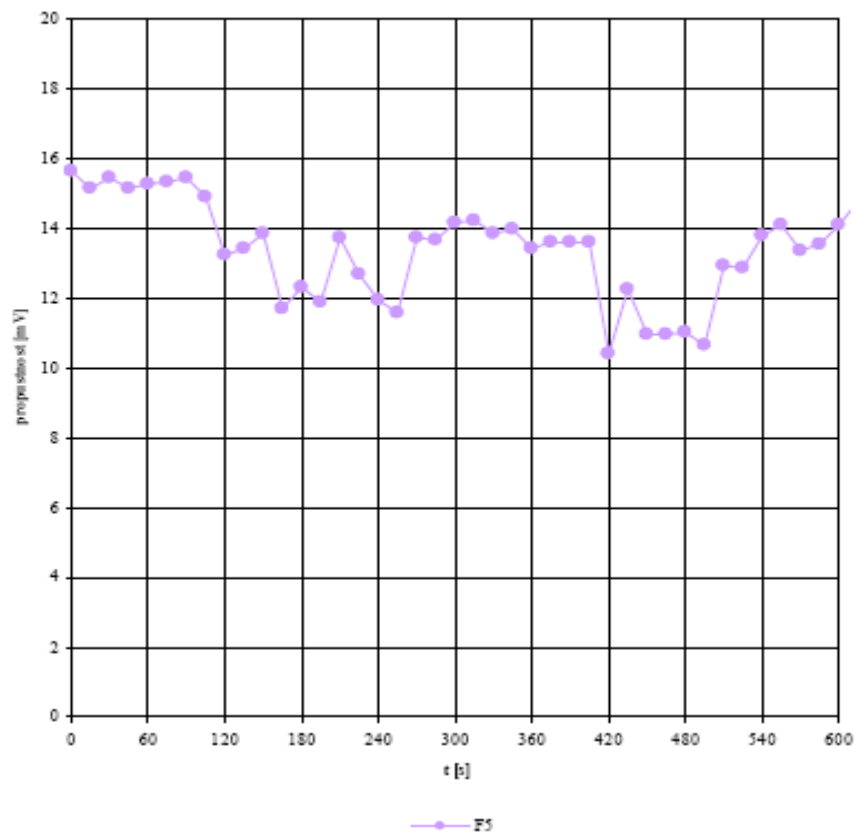
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Optická propustnost kouřů ve výšce 2 m nad zemí 70 m za požárním objektem



Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

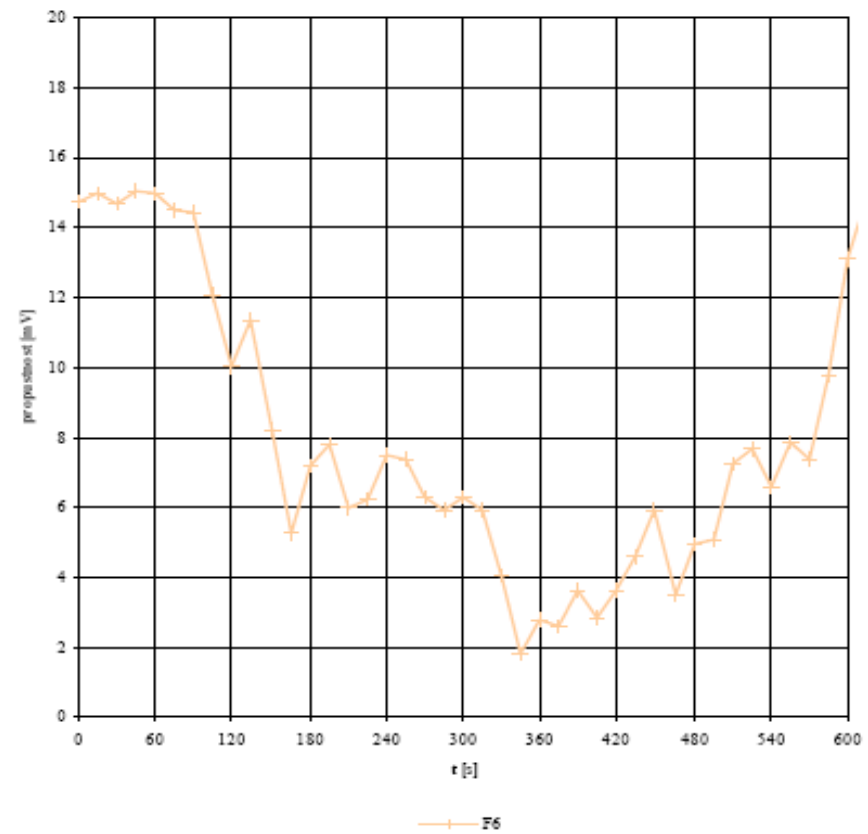
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009

Optická propustnost kouřů ve výšce 3 m nad zemí 70 m
za požárním objektem



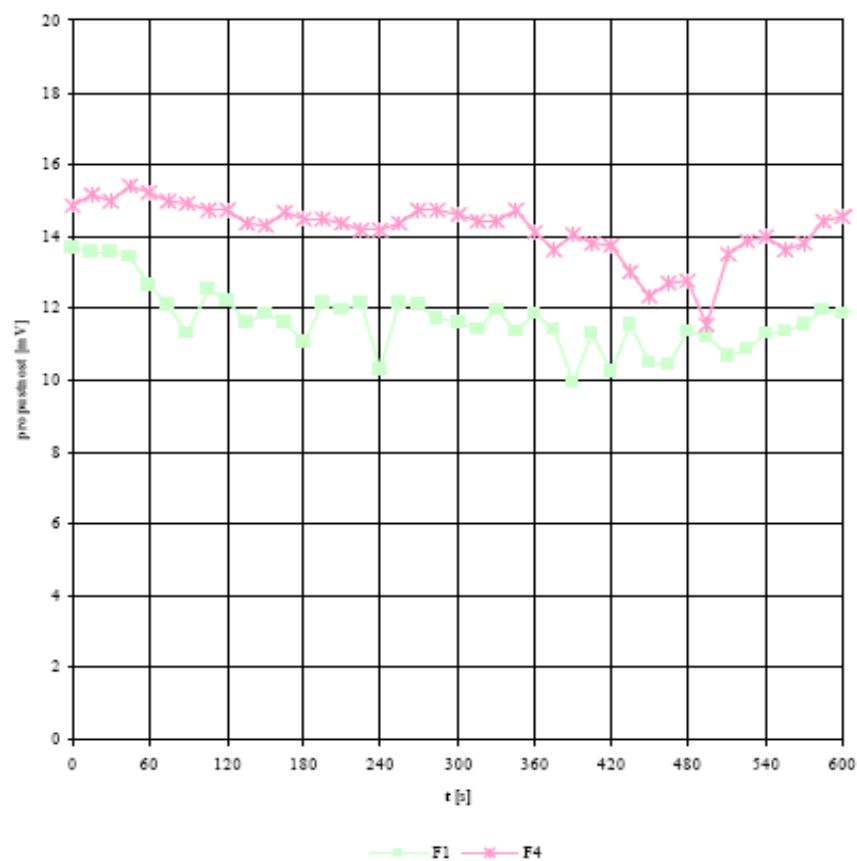
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009

Optická propustnost kouřů ve výšce 4,5 m nad zemí 70 m
za požárním objektem

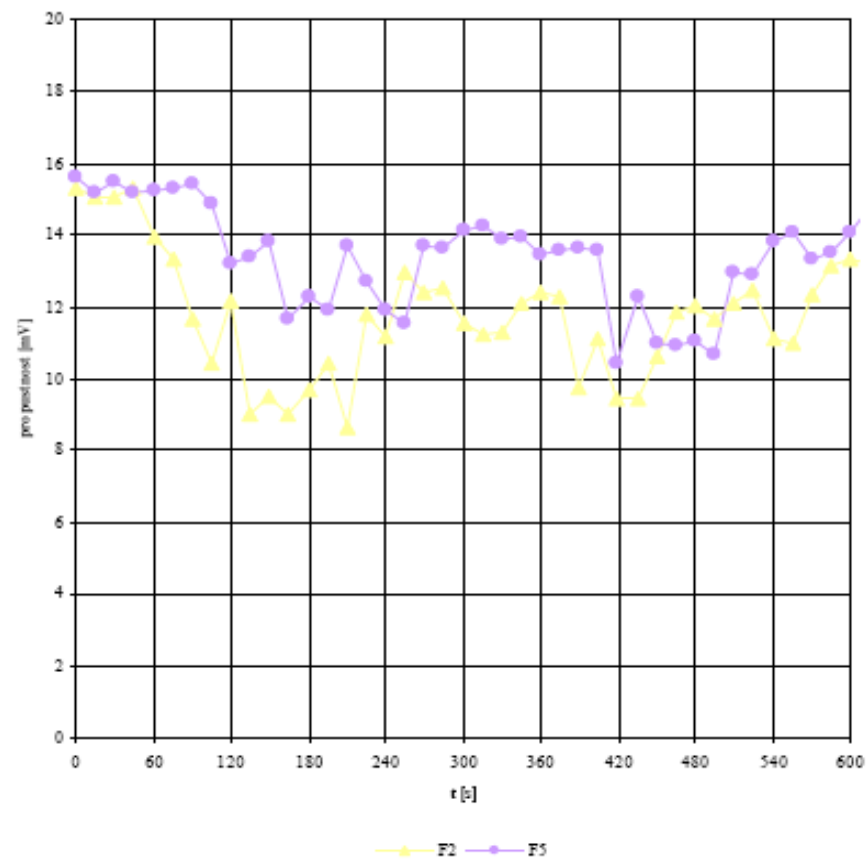


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Optická propustnost kouřů ve výšce 2 m nad zemí

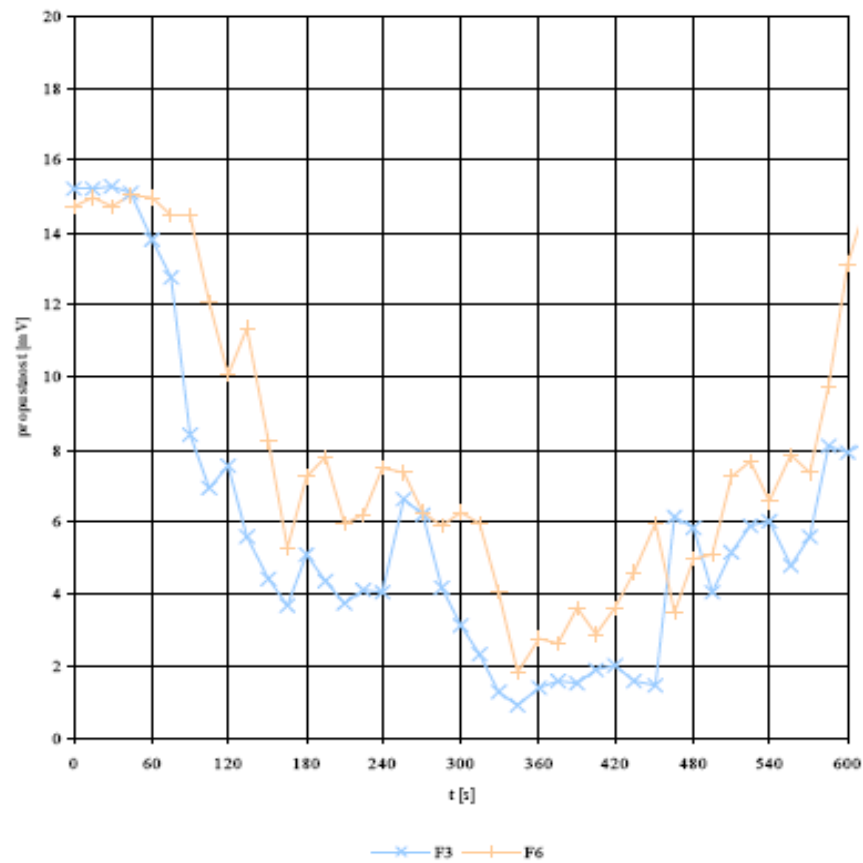


TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Optická propustnost kouřů ve výšce 3 m nad zemí

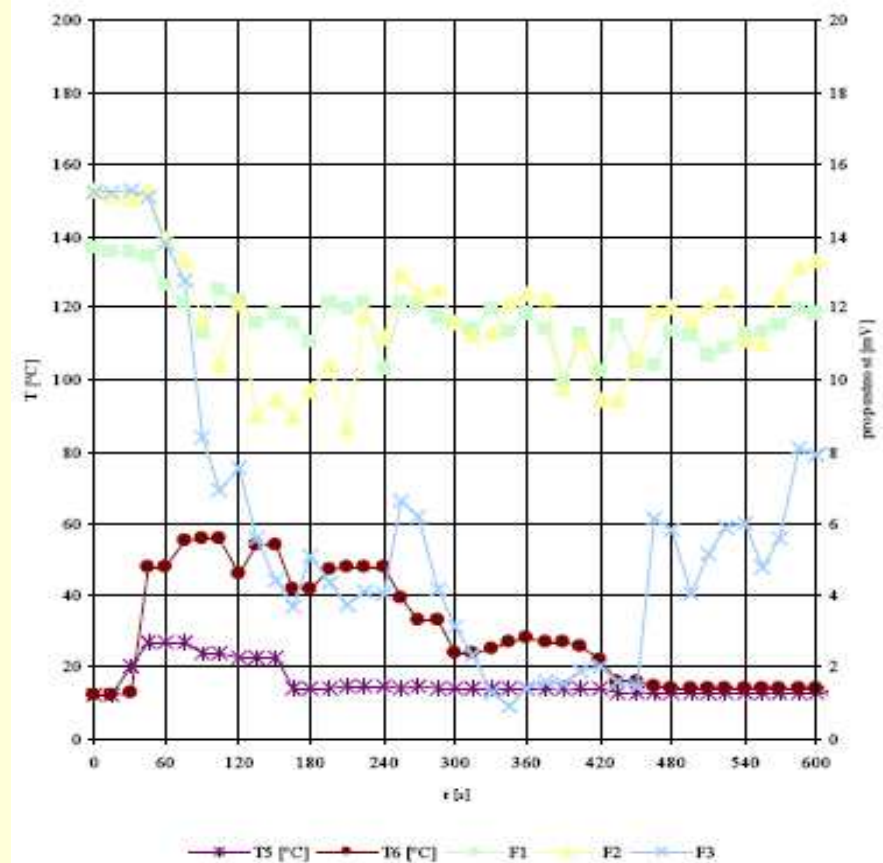


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

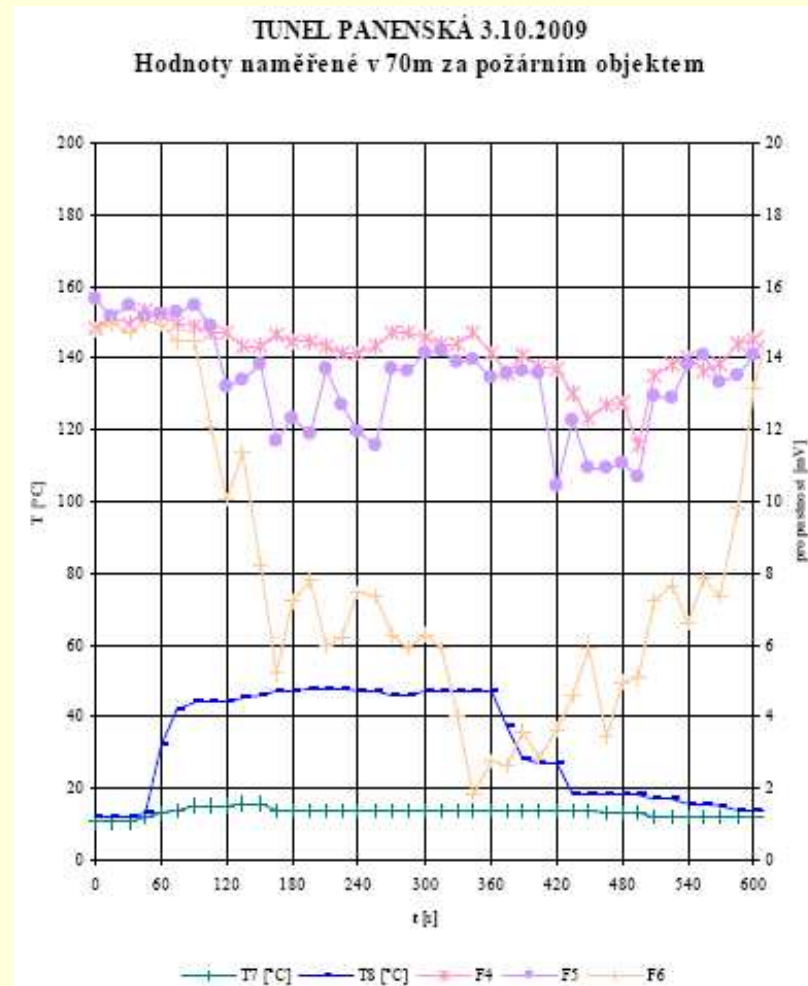
TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Optická propustnost kouřů ve výšce 4,5 m nad zemí



TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Hodnoty naměřené v 25m za požárním objektem

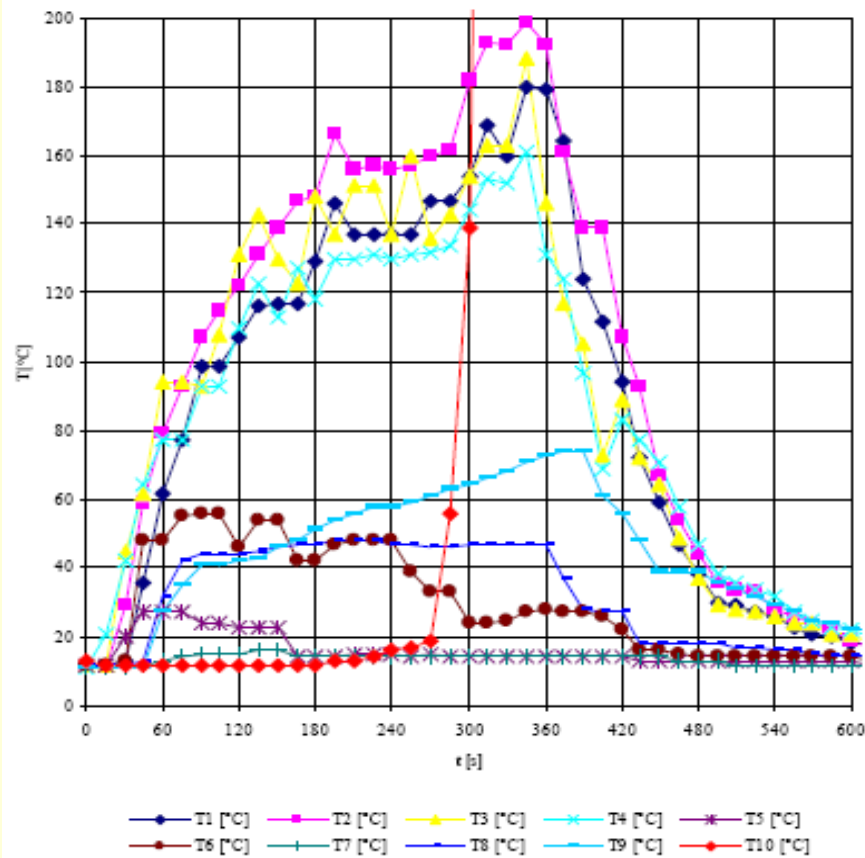


Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579



Komplexní zkouška požárně bezpečnostních zařízení tunelu zkušební protokol č.:H02579

TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Teploty naměřené v průběhu zkoušky



TUNEL PANENSKÁ 3.10.2009
Optická propustnost kouřů v průběhu zkoušky

