

# Aplikační report

## Viditelnost/opacita v tunelech

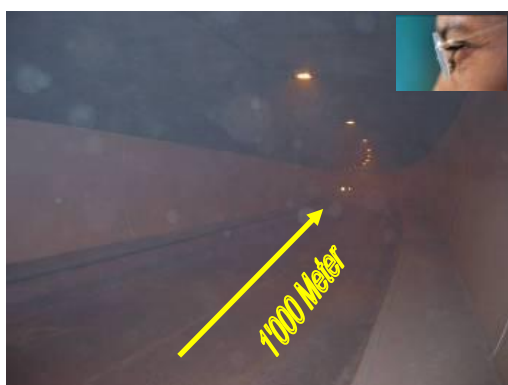
V silničních tunelech je základním kritériem pro návrh ventilačního systému zajištění dobré viditelnosti a to jak za běžných dopravních podmínek, tj. volně plynoucí dopravy, tak při popojíždění vozidel v tunelu nebo i při dopravní zácpě. Kontinuální měření viditelnosti/opacity slouží jako hlavní řídicí veličina pro správný a efektivní provoz ventilačního systému tunelu. Viditelnost zhoršují prašné částice z výfukových plynů i další částice, které vznikají například opotřebením brzdových obložení vozidel, otěrem pneumatik nebo jsou do tunelu vnášeny z okolí a následně vířeny turbulentním prouděním za projíždějícími vozidly. V zimním období množství prašných částic zvyšuje i sůl používaná pro ošetření vozovky.

### Účel ventilace

Ventilace silničních tunelů za účelem zajištění dobré viditelnosti je nutná pro bezpečnou dopravu v tunelu v jakoukoli denní dobu a za jakýchkoliv dopravních podmínek. Kromě prašných částic má ventilace za úkol odstraňovat z tunelu také nebezpečné škodlivé látky (toxické plyny).

### Typická aplikace

V oboru ventilace tunelů se stal parametr extinkční koeficient „K“ mírou pro viditelnost/opacitu. Většina zemí ve svých směrnících pro návrh ventilačních systémů tunelů udává povolené hodnoty viditelnosti/opacity pro normální provoz. Obvykle je pro běžný provoz udáván limit  $K_{lim} = 5 \text{ km}^{-1}$  neboli  $5 \text{ E.km}^{-1}$  (extinkce na kilometr). Při dosažení opacity  $12 \text{ E.km}^{-1}$  je nutné tunel z bezpečnostních důvodů uzavřít.



Obrázek: Snížování viditelnosti se vzdáleností

Opacita  $1 \text{ E.km}^{-1}$  znamená desetinásobné snížení intenzity světla na vzdálenosti 1 000 metrů. Pro lepší představu: Opacitě  $1 \text{ E.km}^{-1}$  odpovídá viditelnosti přibližně 4 km, opacitě  $10 \text{ E.km}^{-1}$  odpovídá viditelnosti zhruba 400 m a při opacitě  $15 \text{ E.km}^{-1}$  je již viditelnosti snížena na přibližně 200 m.

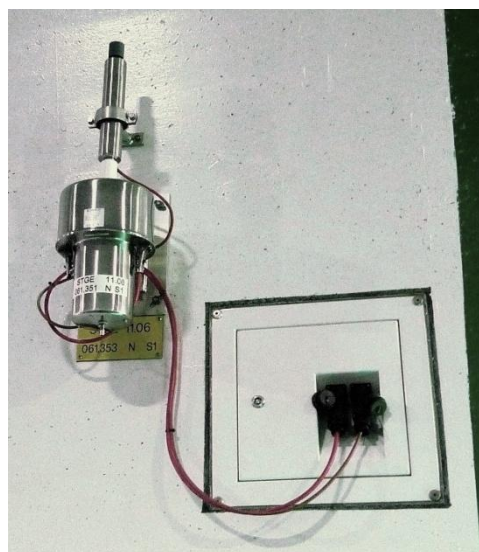


Obrázek: Průřez tunelovým tubusem s vyobrazením ventilace

Ventilační systémy instalované v silničních tunelech jsou vybaveny regulací objemového průtoku vzduchu. To umožňuje plynule přizpůsobovat intenzitu ventilace proměnlivým dopravním podmínkám. Řídicí systém vychází při regulaci ventilace z aktuální měřené hodnoty opacity, často v kombinaci s dalšími měření (CO, NO, rychlost proudění), a napomáhá tak minimalizovat enormní energetickou náročnost ventilace.

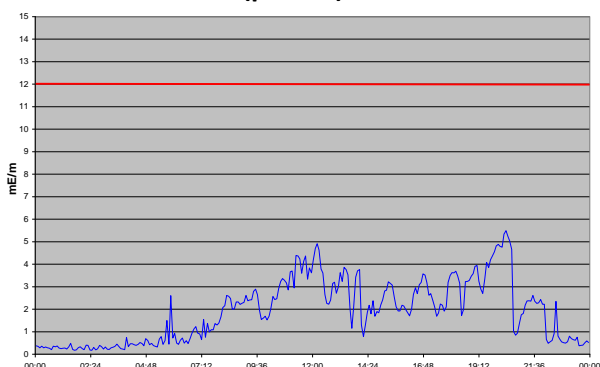
Měřič opacity SIGRIST VisGuard byl navržen speciálně pro nasazení v silničních tunelech a veškeré požadavky týkající se například způsobu instalace, korozní odolnosti a dlouhých intervalů údržby, naprosto splňuje. Přístroj je k dispozici ve verzi určené pro instalaci přímo v tunelové troubě (verze In-situ), stejně jako ve verzi pro montáž v oddělené místnosti (verze Extractive).

V případě výskytu mlhy by bylo měření viditelnosti nežádoucím způsobem mlhou ovlivněno, a proto je třeba vliv mlhy eliminovat. Volitelné topení ohřevu vzorku toto ovlivnění spolehlivě eliminuje a většinou se instaluje na měřiče opacity umístěné na portálech tunelu.



Obrázek: Instalace na stěně tunelu VisGuard In-situ s topením

### Praktické měření (příklad):



Obrázek: Denní průběh opacita v silničním tunelu

Výše uvedený graf znázorňuje typický průběh opacita během 24 hodin. V nočních hodinách, když je provoz slabý, se drží hodnota kolem nebo dokonce pod  $1 \text{ E.km}^{-1}$ . Po tuto dobu může být intenzita ventilace snížena na minimum. Kolem sedmé hodiny ranní však hodnoty začínají narůstat, až dosáhnou kolem poledne maxima. V průběhu odpoledne je intenzita dopravy proměnlivá a dosahuje dalšího maxima pozdě večer. Poté již provoz v noci ustává a také hodnoty viditelnosti/opacita klesnou na minimum. Červená čára znázorňuje mezní hodnotu pro uzavření tunelu.

### Analýza nákladů a úspor

Náklady na elektrickou energii pro provoz ventilačního systému představují zdaleka nejvýznamnější položku v provozních nákladech silničního tunelu. Pro 17 kilometrů dlouhý Gotthardský tunel činí celková roční spotřeba elektrické energie přibližně 14,5 milionu kWh. Kolem 86% elektrické energie je spotřebováno ventilací, zatímco pouhá 4% energie jsou použita na osvětlení tunelu. Po instalaci měřičů viditelnosti/opacita VisGuard lze ventilaci regulovat takovým způsobem, že může být snížena na minimum nebo dokonce úplně vypnuta po dobu slabého provozu a přitom je trvale zajištěna dostatečná eliminace kontaminantů a garantována viditelnost v souladu se stávajícími směrnici.



Obrázky: VisGuard miniextractive v SOS výklenku a extraktivní verze VisGuard Extractive v technické místnosti

### Produkt SIGRIST pro tuto aplikaci:

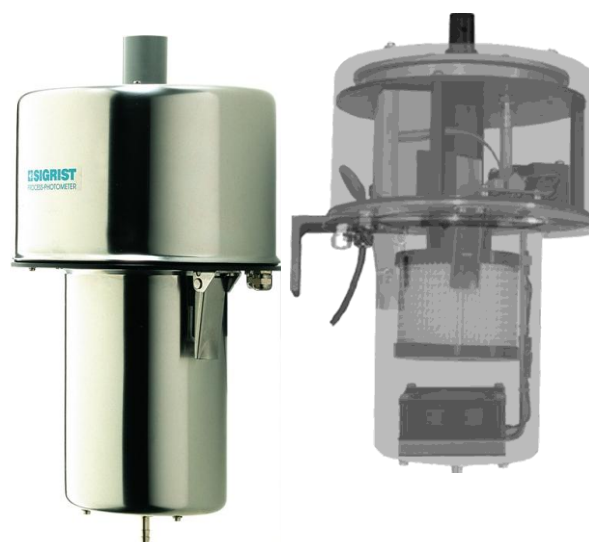
- VisGuard in-situ, p/n 112388 nebo VisGuard extractive, p/n 112389 resp. p/n 112381
- Odběrový systém vzorku (pouze pro VisGuard extractive)
- Řídicí jednotky SIREL, SIPOINT PB, SITRA nebo SIBUS – v závislosti na konfiguraci
- Kontrolní kalibrační tyčka, p/n 112677
- Volitelné příslušenství: topení ohřevu vzorku pro eliminaci mlhy, držák topení, ventilová jednotka (pouze pro VisGuard extractive)

### Nastavení parametrů

- Nastavení požadovaného měřicího rozsahu (obvykle:  $0 \dots 15 \text{ E.km}^{-1}$ )
- Nastavení požadovaných mezí pro předběžný alarm a hlavní alarm
- Dle potřeby nastavení dalších parametrů

### Přednosti měřičů opacita SIGRIST VisGuard

- Kompaktní design, jednoduchá instalace
- Různé možnosti instalace: in-situ verze na stěnu tunelu, extraktivní verze do technické místnosti nebo miniextraktivní verze do SOS výklenku
- Flexibilní integrace do systému
- LED světelný zdroj, velmi nízká spotřeba
- Jednoduchá a rychlá kalibrace kalibrační tyčkou s kouřovým sklem
- Spolehlivá eliminace mlhy
- Nízké provozní náklady
- Minimální náklady na údržbu
- Vysoká životnost



Obrázek: Foto VisGuard In-situ a jeho vnitřní uspořádání