

AirTracker – systém pro monitoring ovzduší

Systém AirTracker představuje komplexní řešení pro průběžný monitoring znečištění ovzduší a pokrývá celý informační řetězec od senzoru až po www vizualizaci pro konečného uživatele systému. Systém je zcela modulární a v základní konfiguraci používáme dvě stanice - monitorovací uzel a meteorologický uzel (meteorologická situace je velmi důležitá pro monitorování znečištění ovzduší - různé rychlosti a směry větru ve dvou ulicích ve městě mohou mít na lokální disperzi polutantů významný vliv). Technické údaje pro toto zařízení jsou:

Monitorovací stanice AirTracker (uzel):

(1) Měření hluku

- 1) rozsah hluku (špička) ... 50- 120 dB (A) SPL
- 2) průměrný rozsah hladiny hluku ... 50- 120 dB (A) SPL
- 3) průměrování je řízeno cyklem čtení dat
- 4) přesnost měření ... ± 1 dB (A) SPL

(2) VOC (těkavé organické sloučeniny)

- 1) VOC s ionizační úrovní ... <10,6 eV
- 2) minimální úroveň detekce pro izobutylén ... 1 ppb
- 3) nelinearita až do 50 ppm ... <3%
- 4) max. možná měřená úroveň ... 70 ppm (pro měření znečištění ovzduší je tato úroveň příliš vysoká, takže je limit na straně jednotky až 1 ppm)

(3) Částice prachu

- 1) částicové kategorie:
 - a. 0,3 až 1,0 μm (PM 1)
 - b. 1,0-2,5 μm (PM 2,5)
 - c. 2,5-10 μm (PM 10)
- 2) rozsah pro všechny kategorie ... 0 až 500 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
- 3) přesnost ... 10%

Místo snímače VOC je možno instalovat jednotku snímačů plyných polutantů, která může být současně osazena až čtyřmi senzory z výběru CO, H₂S, NO, NO₂, O₃, nebo SO₂.

Meteostanice MeteoTracker (uzel):

- 1) rozsah vlhkosti 0% až 100% relativní vlhkosti, přesnost 3%
- 2) teplotní rozsah -40 ° C až +85 ° C, přesnost 1 ° C v celém rozsahu; při 25 ° C a přesnost je 0,5 ° C
- 3) rozsah atmosférického tlaku 300 až 1100 hPa, přesnost 1 hPa absolutní (relativní 0,12 hPa)
- 4) rozsah směru větru 0 ° až 360 °, 16 poloh (rozlišení 22,5 °); přesnost měření +/- 11,25 ° pro minimální rychlost větru 4,8 km / h
- 5) rozsah rychlosti větru 0 až 200 km / h, rozlišení 0,16 km / h; přesnost $\pm 5\%$; minimální rychlost větru 4,8 km / h (při této rychlosti je zobrazena hodnota 0 km / h)
- 6) možné připojení srážkoměru, měření v krocích po 0,3 mm

Komunikace

Oba přístroje AirTracker jsou založeny na technologii SigFox 868 MHz (je možná modifikace na LoRa nebo GSM). Doporučený interval měření je 1 minutu, ale pro omezení v rámci pásma 868 MHz by zprávy neměly být vysílány častěji než každých 10 minut - cca 120 zpráv za den¹.

Podmínky provozu

Všechna zařízení AirTracker splňují následující podmínky

- 1) provozní teplota -20 ° C až + 50 ° C,
- 2) Napájecí napětí ... 18V až 250V,
- 3) spotřeba energie cca 3W,
- 4) ochrana prostředí IP65.

Jednotky jsou obvykle instalovány na stožáry veřejného osvětlení s velmi malou změnou v rozvaděči pro veřejné osvětlení. Díky tomuto patentovanému řešení jsou jednotky trvale napájeny i v době, kdy je veřejné osvětlení vypnuto.

Software

Jednotky předávají naměřená data prostřednictvím sítě SigFox do cloudu. Pro zpracování dat je použit proprietární software, který data z cloudu SigFox přenáší do databáze AirTracker. Dále je možné použít grafické uživatelské rozhraní AirTracker pro zobrazování výsledků měření v mapovém podkladu na webové stránce, nebo lze data zpracovávat jiným způsobem, kdy je přístup k databázi umožněn pomocí REST / API (historická data, odesílání SMS atd.).

Mobilní senzory MobileTracker

Mobilní sensorová jednotka je navržena jako jednotka pro snímání, která je vybavena senzory (VOC, plyny, např. NO, H2S atd.) a komunikuje s aplikací mobilního telefonu. Pokud jde o mobilní telefon, aplikace potřebuje rozhraní Low Power Bluetooth na mobilním telefonu. Zde je vytvořena dočasná databáze, která je následně přenášena na server prostřednictvím sítě GSM.

Místní dočasná databáze umožňuje prohlížení naměřených hodnot na displeji telefonu. Aplikace také umožňuje přidávat některé doplňující informace prostřednictvím implementovaného dotazníku (např. "existence zápachu") nebo pořídít fotografie nějakého důležitého jevu - kouře z komína nebo nepořádek na straně silnice. Obě části mobilního systému jsou napájeny bateriemi a neexistuje žádné specifické omezení počtu zpráv. V současné době jsou tyto jednotky nahrazovány novějšími na bázi SigFox a jejich užití doporučujeme pouze tam, kde přenosové kapacity sítě SigFox nebudou dostatečné pro pořizované objemy dat. Aplikaci (dotazník a fotografie) je možné využívat samostatně.

¹ Platí pro systém SigFox. Ostatní komunikační technologie mohou mít jiná omezení a je nutno konzultovat naše pracoviště v případě zájmu o jinou komunikační technologii.

Problematika životnosti

Pokud je použit pouze AirTracker s měřením VOC a prachových částic v (technologie snímání se liší od ostatních senzorů, např. senzorů plynů) v základní konfiguraci, předpokládáme životnost senzorů bez nutnosti recalibrace po dobu delší než 2 roky.

Složitější je situace u plynů, kde senzory mají kratší dobu životnosti. Proto jsou senzory plynů instalovány externě v malé skříňce, kterou lze namontovat v poloze snímače VOC. Tento návrh má několik důvodů, hlavním z nich je snadná výměna senzorů. Tato malá skříňka se snímači umožňuje pouze některé konfigurace senzorů, jak je vidno z následující tabulky:

Pozice 1	Pozice 2	Pozice 3	Pozice 4
NO ₂	O ₃	CO nebo SO ₂ nebo H ₂ S	VOC
NO ₂	O ₃	NO	VOC
NO ₂	CO	SO ₂ nebo H ₂ S	VOC
NO ₂	CO nebo SO ₂ nebo H ₂ S	NO	VOC
CO	SO ₂	nebo H ₂ S	VOC

Jak patrně, jsou možné jen některé konfigurace a pokud vynecháme VOC senzor, pak by se v jednom "senzorovém boxu" mohly měřit tři různé plyny. Pomocí těchto boxů můžeme v současné době nabídnout současné měření libovolného ze tří různých plynů ze seznamu NO, NO₂, O₃, CO, SO₂ nebo H₂S. Možnost, kde na pozici snímače VOC je umístěn další elektrochemický senzor, je zatím testována.

Senzory plynů, rozsah měření a rozlišení

Pro měření plynných polutantů se používají elektrochemické snímače, protože jsou schopny měřit velmi nízkou koncentraci plynu. Např. elektrochemický snímač NO₂ dosahuje až 20 ppm a citlivost okolo 20 ppb. Problémem elektrochemického snímače je nízká stabilita, krátká životnost a křížová citlivost na jiné plyny - běžně známá je např. vysoká křížová citlivost snímače NO₂ na O₃ (téměř 50%). Elektrochemické snímače je třeba po určité době měnit (doporučujeme dobu provozu nejvýše 2 roky, ale běžnější je 1 rok) a znovu kalibrovat. To je hlavní důvod pro samostatnou externí montáž.

Dalším problémem senzorů plynů je také zvýšená citlivost na extrémnější výkyvy počasí (teploty pod 0° C a zejména nad 30° C). V případě výskytu těchto teplot jsou naměřené hodnoty významně ovlivňovány a musejí být korigovány pomocí kalibračních algoritmů, jejichž vývoj zatím ještě není ukončen. Tento problém se netýká jen našich jednotek, ale postihuje všechny dodavatele řešení, založených na elektrochemických senzorech.

Dodací lhůty

Laboratoř Ústavu bezpečnostních technologií a inženýrství Fakulty dopravní ČVUT v Praze je výzkumně orientované pracoviště a proto není schopno dodávat větší počty stanic najednou. Pro objednávky nad 5 ks předpokládáme výrobu a dodávky prostřednictvím výrobního partnera.

U menších objednávek (pod 5 ks), předpokládáme dodací lhůtu minimálně tři měsíce. Vzorky zařízení pro testování v počtu 1 – 2 ks jsme většinou schopni dodat do jednoho měsíce, vždy je ale zapotřebí projednat způsob umístění a montáž zařízení předem.