

Použití senzorů v monitoringu kvality ovzduší

Mgr. Pavel Buček, Ph.D. (pavel.bucek@vsb.cz), Ing. Petr Maršolek, Mgr. Jiří Bílek, Ph.D.

Institut environmentálních technologií VŠB-Technická univerzita Ostrava,

Souhrn

V posledních letech se velmi rozmáhá možnost měření kvality ovzduší levnými on-line senzory. Ve srovnání s klasickými analytickými technikami nevyžadují nákladné laboratorní vybavení a jsou použitelné i pro laiky. Na rozšíření senzorů má zejména vliv jejich cena, senzory jsou dostupné za částky v řádech stovek až tisíců korun, podle rozsahu uvažovaných měření a stupně kompletnosti „řešení“.

V současné době lze pořídit 1ks prachového senzoru zn. Plantower aktuální 7. generace na internetových e-shopech za cca 15 USD s možností množstevních slev. Senzor je určen pro měření pevných částic do velikostí 1 μm , 2,5 μm a 10 μm .

Další skupinou nově používaných senzorů jsou senzory fotoionizační (PID), které jsou schopny měřit těkavé organické látky a další plyny v koncentračních rozsazích vhodných pro sledování kvality ovzduší. Ceny těchto senzorů se pohybují ve stovkách EUR/USD a zařízení připravená pro automatické měření cenou nepřesahují 5000 Eur/USD.

Při uvedených cenových hladinách není možné tato zařízení ignorovat, ať už z hlediska jejich existence nebo možného rozšíření. Nicméně, při srovnání cen s profesionálními přístroji vyvstává otázka, jestli jsou tato zařízení použitelná, nebo jen generují svým on-line měřením velké množství dat špatné kvality?

Klíčová slova: *měření kvality ovzduší, senzory, PID, fotoionizační detektor, prachoměr; Air quality measurements, photoionisation detector, sensors, fine particle monitor,*

Senzory jemných částic – prachoměry

V současnosti zřejmě všechna dostupná malá zařízení pro měření prachových částic využívají rozptyl záření ze světelné nebo laserové diody, přičemž některá z nich mohou i rozdělit skupiny částic podle velikosti. Dle studie Malingse et al¹ jsou některé prachové senzory náchylné k velkým chybám při měření za rozdílných podmínek (různé teploty a vlhkost vzduchu), pravděpodobně se jedná o rozdílné prostorové a mechanické uspořádání. Ve stejné studii jsou shrnuty výsledky několikátýdenního paralelního měření různými prachovými senzory a prachoměry certifikovanými pro oficiální měření dle US EPA, kdy po korekci signálů na teplotu a vlhkost měly velmi dobrou korelaci s certifikovanými prachoměry senzory zn. Plantower a to i dlouhodobě. Zařízení pro koncové uživatele k okamžitému použití osazené dvěma takovými senzory má ve studii udávanou cenu 250 USD (1% ceny certifikovaného prachoměru). Dalším je např. švýcarský produkt Air Node Visual za prodejní cenu 269Eur (únor 2020). Podle veřejně dostupných technických specifikací obsahuje prachový senzor zmíněného nebo podobného typu, senzor CO₂, teploty a vlhkosti vzduchu. V zařízení je vše připojené do integrované stanice s dotykovým displejem a datovým připojením, která odesílá data do centrální databáze a přijímá z ní vyhodnocení. Z pozice laického uživatele se zařízení připojí k elektrické síti. Podobné řešení nabízí nově i jeden český start-up.

Elektrochemické a optické senzory

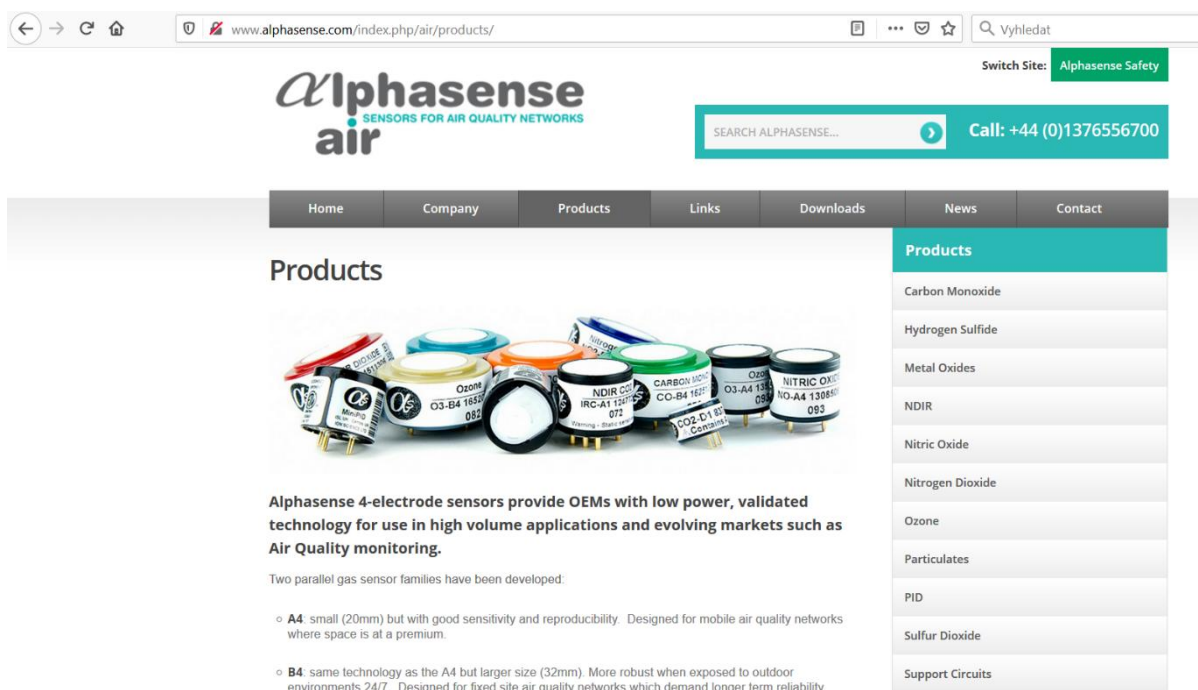
Dlouhodobě známé prvky, elektrochemické senzory využívají principu ionizace plynů v elektrickém poli. Používají se zejména ve výrobcích pro kontrolu úniků apod. Mimo ozon, oxidy dusíku a oxidy síry mají vysoké detekční limity a provozní rozsahy nevhodné pro měření v ovzduší. Optické senzory pracují na principu absorpce záření o specifické vlnové délce molekulami plynů (CO₂, methan), stejného principu využívají i referenční metody v některých klasických analyzátoch.

Fotoionizační senzory (PID)

Představují evoluci elektrochemických senzorů. V tomto typu detektorů se plyny ionizují UV zářením z výbojky naplněné vzácným plynem (Ne, Xe, Ar) o rozdílných ionizačních energiích. Díky zvládnuté miniaturizaci fotoionizace (senzory mají tvar válce o průměru a výšce cca 20 mm) a malému odběru proudu je lze využít v přenosných nebo ručních měřicích zařízeních. Technické řešení PID senzoru je ukázáno na obr. 2. Výrobce udává životnost těla 5 let a poskytuje dvouletou záruku na vady těla a elektroniky. Výbojka a měřící cela jsou jednoduše vyměnitelné zvlášť.

PID senzory je možné měřit těkavé organické látky v plynné fázi, která je schopná difundovat membránovým filtrem do měřicího prostoru s elektrodami. Filtr zabraňuje vstupu částic a kondenzátů, aby jimi nebylo měření ovlivněno.

Výhody, nevýhody a použití zařízení využívající uvedenou senzorovou techniku budou prezentovány v přednášce.



The screenshot shows the Alphasense website's 'Products' page. At the top, there is a navigation menu with links for Home, Company, Products, Links, Downloads, News, and Contact. The 'Products' section features a collection of various sensors, including Carbon Monoxide, Hydrogen Sulfide, Metal Oxides, NDIR, Nitric Oxide, Nitrogen Dioxide, Ozone, Particulates, PID, and Sulfur Dioxide. A sidebar on the right lists these product categories. Below the product images, there is a description of Alphasense 4-electrode sensors, highlighting their low power consumption and validated technology for high volume applications. Two parallel gas sensor families are mentioned: A4 (small, 20mm) and B4 (larger, 32mm).

Alphasense
SENSORS FOR AIR QUALITY NETWORKS
air

SEARCH ALPHASENSE... Call: +44 (0)1376556700

Home Company Products Links Downloads News Contact

Products

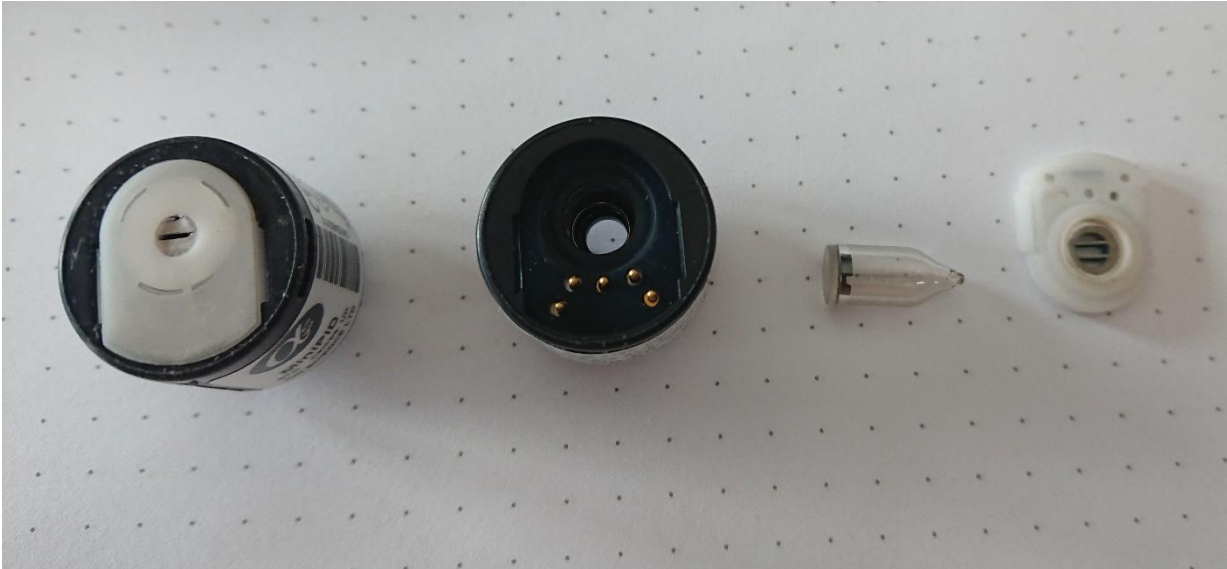
- Carbon Monoxide
- Hydrogen Sulfide
- Metal Oxides
- NDIR
- Nitric Oxide
- Nitrogen Dioxide
- Ozone
- Particulates
- PID
- Sulfur Dioxide
- Support Circuits

Alphasense 4-electrode sensors provide OEMs with low power, validated technology for use in high volume applications and evolving markets such as Air Quality monitoring.

Two parallel gas sensor families have been developed.

- o A4 small (20mm) but with good sensitivity and reproducibility. Designed for mobile air quality networks where space is at a premium.
- o B4 same technology as the A4 but larger size (32mm). More robust when exposed to outdoor environments 24/7. Designed for fixed site air quality networks which demand longer term reliability.

Obr. 1: Náhled webu Alphasense – výrobce senzorů. Na obrázku jsou ukázány všechny typy senzorů. Rozměry menších jsou průměr 20 mm, větších 32 mm, výška PID senzoru (vlevo dole) je 16 mm bez kontaktů.



Obr 2: PID senzor Alphasense a jeho části. Zleva: kompletní senzor, tělo s kontakty a elektronikou, vyměnitelná plynová výbojka a měřící cela; Rozteč bodů podložky je 5 mm.

Zdroje:

- (1) Malings, C.; Tanzer, R.; Hauryliuk, A.; Saha, P. K.; Robinson, A. L.; Subramanian, R.; Presto, A. A. *Correction and Long-Term Performance Evaluation of Fine Particulate Mass Monitoring with Low-Cost Sensors*; preprint; Atmospheric sciences, 2018. <https://doi.org/10.1002/essoar.10500022.1>.
- (2) Technické specifikace a aplikační listy firem Alphasense, Ion Science, Plantower, Enmet

