

# Elektronický nos

Elektronický nos je zařízení k detekci pachů, nebo chutí. Lze na něj pohlížet jako na technické napodobení lidského čichu. Elektronický nos využívá senzory, které reagují na chemikálie ve vzduchu a mění měřitelným způsobem své elektrické vlastnosti. Vzor změn v poli senzorů tvoří "pachový otisk", který je porovnáván s uloženými vzory. Na rozdíl od lidského nosu, který obsahuje přibližně 400 typů čichových receptorů, má elektronický nos zpravidla jen **desítky typů senzorů**. Tyto senzory jsou často vyrobeny technologiemi podobnými jaké se používají v mikroelektronice.

## Princip

Zařízení využívá **interakci plynů se senzory**, což způsobuje měřitelné změny v elektrických projevech senzorů. Tyto změny vytvářejí díky řadě senzorů charakteristický signál, který je porovnáván s matricemi signálů uložených v referenční databázi. Shoda se vzorem je v reálném čase vyhodnocována pomocí počítačového systému.

Elektronický nos se obvykle **skládá z headspace vzorkovače, senzorů a rozpoznávacích modulů pro generování signálu k charakterizaci zápachu**. Tři hlavní části elektronického nosu zahrnují systém pro dodání vzorku, detekční systém s reaktivní částí, která reaguje na těkavé sloučeniny, a počítačový systém pro analýzu a vyhodnocení získaných dat.

## Typy senzorů

1. **Piezoelektrické senzory** využívají změny frekvence piezoelektrického krystalu, který je pokryt zkoumanou látkou. Když se tato látka dostane na povrch krystalu, dochází ke změně frekvence, což senzor registruje.
2. **Senzory s polovodiči na bázi oxidů kovů** pracují tak, že zkoumaná látka vyvolává oxidačně-redukční reakci. Tato reakce pak mění vodivost senzoru, což umožňuje detekci zkoumané látky.
3. **Chemokapacity**, měří kapacitu mezi dvěma elektrodami, kde je umístěna chemicky citlivá vrstva. Tato vrstva absorbuje složky plynů a par a mění svoji relativní permitivitu, což ovlivňuje kapacitu. Tyto senzory jsou mechanicky odolné, rychle se regenerují, mají malé rozměry a nízkou spotřebu energie. Nicméně jsou teplotně závislé a náchylné na oxidaci elektrod.
4. **Teplotní chemické senzory** využívají tepelného zabarvení spojeného s spalovací reakcí hořlavých látek. Zvýšená teplota měřicího tělíska se vyhodnocuje jako změna odporu a tyto senzory jsou vhodné pro měření koncentrace hořlavých plynů.
5. **Optické chemické senzory** pracují na principu změny vlastností světelného záření, které prochází látkou reagující s analyzovanou látkou. Modulace světelného záření plynem se měří v podobě útlumu nebo polarizace. Tyto senzory mají rychlou dobu odezvy a mohou být používány v prostředích s vysokou radiací. Jejich nevýhodou je vysoká cena a omezená životnost, ale jsou vhodné pro hořlavé a explozivní prostředí.
6. **CHEMFET** jsou tranzistory, kde mezi hradlem a substrátem vzniká potenciál na řídicí elektrodě v důsledku adsorpce zkoumané látky. Tato adsorpce má vliv na chování tranzistoru.
7. **SAW** (povrchové akustické vlny) jsou systémy MEMS, které využívají modulaci povrchových akustických vln k detekci fyzikálních jevů.
8. **Hmotnostní spektrometry** jsou někdy používány v elektronických nosech, zejména ve větších a sofistikovanějších zařízeních. Hmotnostní spektrometrie je analytická technika, která měří hmotnostní poměr iontů pro identifikaci a kvantifikaci různých molekul ve vzorku. V kontextu elektronických nosů může hmotnostní spektrometrie poskytnout vysokou citlivost a přesnost při identifikaci těkavých organických sloučenin a jiných pachových molekul. Limitem jsou náklady, rozměry zařízení a složitost údržby.

## Analýza

Podobně jako lidský nos, i elektronický nos se **učí na základě nových vzorků** a pravidelného používání. Avšak může mít problémy s vůněmi, které se skládají z více různých molekul, což může vést k nesprávným nebo nepřesným výsledkům.

Nejprve musí být elektronický nos "vyučen" pomocí trénovací skupiny vzorků, aby vytvořil databázi. Až poté může přístroj rozpoznávat nové vzorky porovnáním s těmi, které již má ve své databázi. To umožňuje provádět jak kvalitativní, tak kvantitativní analýzy.

Pro klasifikaci vzorků se používají metody s dohledem a bez dohledu, a někdy i jejich kombinace. **Hlavní metodou bez dohledu je analýza hlavních komponent (PCA)**. Tato lineární technika snižuje multidimenzionální korelovaná data na dvě nebo tři dimenze, což umožňuje redukci velkého množství proměnných bez výrazné ztráty informací. Naopak, **nejtypičtější metodou s dohledem jsou neuronové sítě**, které simulují biologické nervové systémy.

## Využití

### Kontrola kvality potravin

- Provádění analýzy surovin, průběžných fází výroby a finálních výrobků s cílem zajistit jejich kvalitu a shodu s předepsanými standardy. Zahrnuje detekci kontaminace, pančování a monitorování podmínek skladování.

## Medicína

- Detekce nebezpečných bakterií, například pomocí specializovaného softwaru schopného rozpoznávat zápachy MRSA.
- Detekce rakoviny plic prostřednictvím identifikace těkavých organických sloučenin, které mohou indikovat zdravotní stav.
- Kontrola kvality potravinářských výrobků s cílem zajistit bezpečnost a shodu s normami.

Elektronické nosy nacházejí řadu uplatnění, zvláště v oblasti **lékařské diagnostiky** a analýzy onemocnění. Elektronické nosy se využívají pro detekci nemocí na základě analýzy vydechaného vzduchu pacientů. Technologie detekující specifické těkavé organické sloučeniny nabízí možnost neinvazivní diagnostiky různých onemocnění, včetně rakoviny, diabetu, astmatu a chronické obstrukční plicní nemoci.

Pozoruhodné jsou studie, které se zaměřují na identifikaci biomarkerů v dechu pacientů s různými onemocněními. Například, bylo zjištěno, že pacientky s rakovinou prsu mají ve svém dechu specifické těkavé alkany, jako následek oxidačního stresu spojeného s **rakovinou prsu**. Podobně vyšší koncentrace acetonu v dechu může být použita jako charakteristický marker **diabetu**, protože přítomnost acetonu je současně vysoce citlivá a současně specifická.

Výzkumy také poukazují na možnost využití elektronických nosů pro diagnostiku **infekcí**, kde mohou být identifikovány konkrétní metabolity bakterií. Jedná se o novou a slibnou oblast, která může poskytnout rychlé a efektivní diagnostické metody pro různé typy infekcí.

Tyto studie dokládají potenciál elektronických nosů jako nástroje pro přesnou a neinvazivní diagnostiku, což by mohlo v budoucnu vést k významnému pokroku ve zdravotnických technologiích. <sup>[1], [2]</sup>

## Prevence kriminality a bezpečnost

- Odhalení bez zápachových chemikálií, což umožňuje detekci drog a jiných látek, i přes pachy, které by mohly zmást policejní psy.
- Detekce bomb na letištích pomocí triangulace z několika elektronických nosů, což může umožnit rychlé lokalizování umístění bomby.

## Životní prostředí

- Identifikace těkavých organických látek v ovzduší, vodě a vzorcích půdy pro monitorování životního prostředí a ochranu před škodlivými vlivy.

Celkově lze elektronické nosy využít ke sledování, analýze a zajištění kvality v různých odvětvích, od průmyslu až po zdravotnictví a bezpečnost.

## Odkazy

### Související články

Dutina nosní

Senzorický receptor

Smyslové orgány

Rakovina plic

### Zdroje

- *Víte co je elektronický nos?* [online (<https://www.enviweb.cz/103634>), enviweb.cz, [cit. 2023-12-21].]
- *Bakalářská práce*. Online. Dostupné z: [https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/15395/hasil\\_2011\\_bp.pdf?sequence=1](https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/15395/hasil_2011_bp.pdf?sequence=1). [cit. 2023-12-21].
- *Elektronický nos - inteligentní snímače vůně*. Online. Dostupné z: <https://automatizace.hw.cz/clanek/2006042901>. [cit. 2023-12-21].
- *Elektronický nos*. Online. Dostupné z: [https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_nose](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_nose). [cit. 2023-12-23 ([https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic\\_nose](https://en.wikipedia.org/wiki/Electronic_nose))
- Strojové čichání, en.wikipedia.org, [cit. 2023-12-23 ([https://en.wikipedia.org/wiki/Machine\\_olfaction](https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_olfaction))]

1. Li, Y., Wei, X., Zhou, Y. et al. Research progress of electronic nose technology in exhaled breath disease analysis. *Microsyst Nanoeng* 9, 129 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41378-023-00594-0>
2. Turner, A., Magan, N. Electronic noses and disease diagnostics. *Nat Rev Microbiol* 2, 161–166 (2004). <https://doi.org/10.1038/nrmicro823>