

detekoval překročení nastavených hodnot koncentrace kyslíku a odeslal upozornění kompetentním pracovníkům. Kromě vysoké spolehlivosti měřicího systému byl kladen důraz také na zvýšenou bezpečnost přenášovaných dat, a pro jejich přenos byla proto použita samostatná wifi síť a přímé propojení VPN (virtual private network) na univerzitní server. Výrobek navíc splňuje základní požadavky harmonizačních právních předpisů Evropské unie a směrnic Evropského parlamentu a rady 2014/30/EU a je chráněn užitným vzorem CZ 35107 U1.

Během testování senzorického systému se však ukázalo, že aby zařízení pracovalo správně, je při jeho používání potřeba dodržet určitá opatření. Dodržení následujících doporučení vede k eliminaci vlivů, které by mohly negativně ovlivnit přesnost měření a zajištění vysoké spolehlivosti navrženého systému. Je proto vhodné následovat tato doporučení:

- Senzorický modul je vhodné instalovat ve svislé poloze senzorem dolů, na zeď nebo obdobnou plochu ve výšce cca 120 cm nad podlahou (v některých případech však může být vhodné nižší umístění, protože kyslík je těžší než vzduch).
- Senzorický modul nesmí být v přímém proudění vzduchu, například v bezprostřední blízkosti dveří nebo oken.
- Senzorický modul nesmí být v bezprostřední blízkosti zdroje kyslíku.
- Senzorický modul nesmí být zakryt závěsem či jinou textilí.
- Senzorický modul nesmí být vystaven přímým tepelným účinkům, jako je například výstup chlazení přístrojů (počítače, monitory, notebooky, klimatizace), topení nebo přímý sluneční svit.

Pokud by nebyla tato doporučení dodržena, mohlo by dojít ke snížení přesnosti navrženého zařízení, a tedy ke snížení jeho spolehlivosti. Ke snížení efektivity senzorického systému může dále dojít při jeho nevhodném čištění. K čištění pouzdra se doporučuje použít pouze měkký, mírně vodou navlhčený hadřík. Pokud je to nutné, je možné použít dezinfekční přípravek, ten se však nesmí dostat přímo do senzoru, jelikož by mohlo dojít ke změně stavu plastových částí. Nedoporučuje se používat žádné prostředky na drhnutí nebo chemická rozpouštědla (acetón, ředidla barev a laků), neboť by tyto prostředky mohly poškodit pouzdro produktu. Žádnou další speciální údržbu produkt nevyžaduje. Avšak vzhledem k elektrochemickému principu fungování senzoru je nutné počítat se snížením životnosti senzoru při zvýšené expozici kyslíku, jak je uvedeno v datovém listu senzoru (15). Z tohoto důvodu je nutné senzor vyměnit nejpozději po dvou letech provozu, aby byla

zajištěna spolehlivost systému. V průběhu používání monitorovacího systému byly u některých senzorů dále zjištěny problémy s výdrží baterie, a to i přesto, že na základě měření spotřeby byla stanovena životnost baterie až na dobu devět let. Z důvodu zajištění kontinuity provozu je proto doporučeno vyměnit baterie po dvou letech provozu nebo dle potřeby technikem přímo v nemocnici.

Díky vysoké přesnosti, jednoduché obsluze a nenáročným údržbám lze tento monitorovací systém považovat za velmi efektivní nástroj vhodný pro dlouhodobé monitorování. Kontinuální monitorování koncentrace kyslíku probíhá nadále i v současné době, a umístění zařízení bude dále realizováno na JIP odděleních dalších nemocnic. Předmětem dalšího výzkumu, jenž povede k vylepšení monitorovacího systému, bude dále vývoj komponenty pro autodiagnostiku měřicí elektroniky, doplnění měření teploty vzduchu vstupujícího do senzoru pro zlepšení teplotní kompenzace měření a také komponenta pro diagnostiku stavu baterie s přesným výpočtem její zbývající kapacity.

Komunikační dosah jednotlivých komponent závisí na jejich umístění a podmínkách prostředí. V typickém nemocničním prostředí se dosah mezi senzorem a koordinátorem pohybuje okolo cca 500 m při přímé viditelnosti a cca 20 m v případě několika překážek (zdvo, dveře). Minimální vzdálenost mezi senzory a koordinátorem by měla být alespoň 0,5 m, aby se předešlo interferencím, přičemž systém využívá MESH topologii pro překlenutí větších vzdáleností. Tyto hodnoty vycházejí z technické dokumentace modulů IQRF® a z našich provozních zkušeností.

Závěr

Tato studie se zabývala problematikou včasné a přesné detekce zvýšené koncentrace kyslíku na JIP odděleních. Navržený bezdrátový senzorický systém založený na IoT technologii se v rámci pilotní studie ukázal jako vysoce efektivní a vhodný pro dlouhodobé kontinuální monitorování v nemocničním prostředí. Hodnoty koncentrace kyslíku byly měřeny v pravidelných intervalech a při zaznamenání zvýšené koncentrace kyslíku došlo k upozornění nemocničního personálu, který mohl učinit potřebná opatření a zajistit bezpečnost daného oddělení. Za limitaci studie lze považovat testování pouze pěti senzorů. Po ověření funkčnosti většího množství senzorů v dalších nemocnicích bude možné, aby se zařízení díky své spolehlivosti, jednoduché obsluze a nízkým finančním nákladům stalo významným bezpečnostním prvkem a běžnou součástí moderního zdravotnictví.

PROHLÁŠENÍ AUTORŮ: Prohlášení o původnosti: Publikace byla zpracována s využitím uvedené literatury a nebyla publikována ani zaslána k recenznímu řízení do jiného média. **Střet zájmů:** Žádný. **Financování:** Tento článek byl podpořen projektem SP2025/019, „Vývoj algoritmů a systémů pro řídicí, monitorovací a bezpečnostní aplikace XI“, Studentská grantová soutěž, VŠB-TU Ostrava. **Registrace v databázích:** N/A. **Projednání etickou komisí:** Nebylo požadováno.

LITERATURA

1. Pires SM, et al. Burden of disease of covid19: Strengthening the collaboration for national studies. *Front Public Health*. 2022; [Internet]. *Frontiers Media*; 2022 [cited 20250819]. Available from: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.907012>.
2. OspinaTascón GA, et al. Effect of highflow oxygen therapy vs conventional oxygen therapy on invasive mechanical ventilation and clinical recovery in patients with severe covid19. *JAMA*. 2021;326:21612171.
3. Simonson TS, et al. Silent hypoxaemia in covid19 patients. *J Physiol*. 2021;599:10571065.
4. Alhazzani W, et al. Surviving sepsis campaign: Guidelines on the management of critically ill adults with coronavirus disease 2019 (covid19). *Intensive Care Med*. 2020;46:854887.
5. Whittle JS, Pavlov I, Sacchetti AD, et al. Respiratory support for adult patients with covid19. *J Am Coll Emerg Physicians Open*. 2020;1:95101.
6. Kelly FE, et al. Fire safety and emergency evacuation guidelines for intensive care units and operating theatres. *Anaesthesia*. 2021;76:13771391.
7. Wood MH, Hailwood M, Koutelos K. Reducing the risk of oxygenrelated fires and explosions in hospitals treating covid19 patients. *Process Saf Environ Prot*. 2021;153:278288.
8. Dowbysz A, et al. Analysis of the flammability and the mechanical and electrostatic discharge properties of selected personal protective equipment used in oxygene-