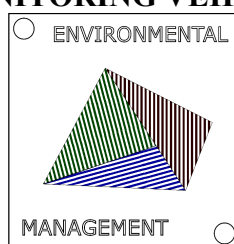



## MERANIE KVALITY OVZDUŠIA MONITOROVACÍM VOZIDLOM ZNEČISTENIA OVZDUŠIA A KLÍMY


Alžbeta Nováková<sup>1</sup> – Miroslava Badidová<sup>2</sup> - Kristián Pástor<sup>3</sup> – Miroslav Badida<sup>4</sup>  
– Lýdia Sobotová<sup>5</sup>


## AIR QUALITY MEASUREMENT BY AIR AND CLIMATE POLLUTION MONITORING VEHICLE




<sup>1</sup> Katedra inžinierstva prostredia, Strojnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 040 01 Košice, Slovenská republika, ✉ Email: [alzbeta.novakova@tuke.sk](mailto:alzbeta.novakova@tuke.sk)  ORCID iD: 0000-0003-1662-6799

<sup>2</sup> Poistovnía Generali Rozvojová 2, 040 11 Košice, Slovenská republika, ✉ Email: [miroslava.badidova@gmail.com](mailto:miroslava.badidova@gmail.com)  ORCID iD: 0000-0003-4447-8359

<sup>3</sup> Katedra inžinierstva prostredia, Strojnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 040 01 Košice, Slovenská republika, ✉ Email: [kristian.pastor@tuke.sk](mailto:kristian.pastor@tuke.sk)  ORCID iD: 0000-0002-6396-9076

<sup>4</sup> Katedra inžinierstva prostredia, Strojnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 040 01 Košice, Slovenská republika, ✉ Email: [miroslav.badida@tuke.sk](mailto:miroslav.badida@tuke.sk)  ORCID iD: 0000-0002-3866-5441

<sup>5</sup> Katedra inžinierstva prostredia, Strojnícka fakulta, Technická Univerzita v Košiciach, Park Komenského 5, 040 01 Košice, Slovenská republika, ✉ Email: [lydia.sobotova@tuke.sk](mailto:lydia.sobotova@tuke.sk)  ORCID iD: 0000-0002-1699-245X



Competing interests : The author declare no competing interests.



Publisher's Note: Slovak Society for Environment stays neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations. Copyright: © 2021 by the authors.



This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

This license allows reusers to distribute, remix, adapt, and build upon the material in any medium or format, so long as attribution is given to the creator. The license allows for commercial use.



Review text in the conference proceeding: Contributions published in proceedings were reviewed by members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.

### ABSTRAKT

Znečisťovanie ovzdušia emisiami a imisiami z priemyselnej a inej činnosti sa stáva vážnym negatívnym problémom súčasnosti. Snaha dosiahnuť uhlíkovú neutralitu, resp. minimalizovať uhlíkovú stopu, a tak stabilizovať teplotu atmosféry sa stáva spoločenskou prioritou. Príspevok autorov sa zameriava na problematiku monitorovania kvality ovzdušia. Prezentuje sa návrh meracieho vozidla emisií a imisii v ovzduší, ktoré je navrhnuté na Strojníckej fakulte TU v Košiciach. Uvádza sa výber meracích systémov a technického vybavenia meracieho vozidla, ako aj úprava interiéru tohto vozidla.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** meracie vozidlo, kvalita ovzdušia, emisie, imisie

### ABSTRACT

Air pollution by emissions and immissions from industrial and other activities is becoming a serious negative problem today. The effort to achieve carbon neutrality, resp. minimizing the carbon footprint

*and thus stabilizing the ambient temperature is becoming a societal priority. The authors' contribution focuses on the issue of air quality monitoring. The design of a measuring vehicle for emissions and immissions in the air, which are at the Faculty of Mechanical Engineering of the Technical University in Košice, is presented. The selection of measuring systems and technical equipment of the measuring vehicle is presented, as well as the modification of the interior of this vehicle.*

**KEY WORDS:** measuring vehicle, air quality, emissions, immissions

## 1. Úvod

Znečisťujúce látky, ktoré produkuje človek svojou činnosťou majú veľký vplyv na prostredie a atmosféru a svojimi vlastnosťami zhoršujú jeho kvalitu. [1][1]Spoločne s novými trendmi vo výrobe je nutné vyvíjať aj nové metódy na ich odhalenie a analýzu tak, aby znečisťujúce látky bolo možné odhaliť priamo v mieste vzniku.[2][3]Existuje viacero organizácií, ktoré sa zaoberajú problematikou merania znečisťujúcich látok a vlastníka pojazdné laboratória. Nemecký inštitút geografie a geoekológie (IfGG) disponuje vozidlom, ktoré meria päť plyných látok, ktoré znečisťujú ovzdušie a sú to O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO a uhlíkovodíky. [4]

Spoločnosť U.S.Steel Košice, s.r.o. má k dispozícii emisno - imisné monitorovacie vozidlo, ktoré rovnako meria aj kvalitu ovzdušia. Na meranie tuhých znečisťujúcich látok s frakciou PM<sub>10</sub> využíva analyzátor polietavého prachu so separačnou hlavou PM<sub>10</sub>. Na meranie plyných znečisťujúcich látok sa využíva nepretržitý emisný merací systém API.

Merania kontrolujúce emisie sú pre Slovenskú inšpekciu životného prostredia (SIŽP) nesmierne dôležité, v rámci zisťovania plnenia požiadaviek prevádzkovateľmi zdrojov. Na vykonávanie vlastných kontrolných meraní bol vytvorený aj systém riadenia kvality na základe požiadaviek EN ISO/IEC 17020 a EN ISO/IEC 17025. Na meranie sa využívajú tri mobilné emisné meracie laboratória, ktoré vykonávajú merania hmotnostnej koncentrácie znečisťujúcich látok.[5]

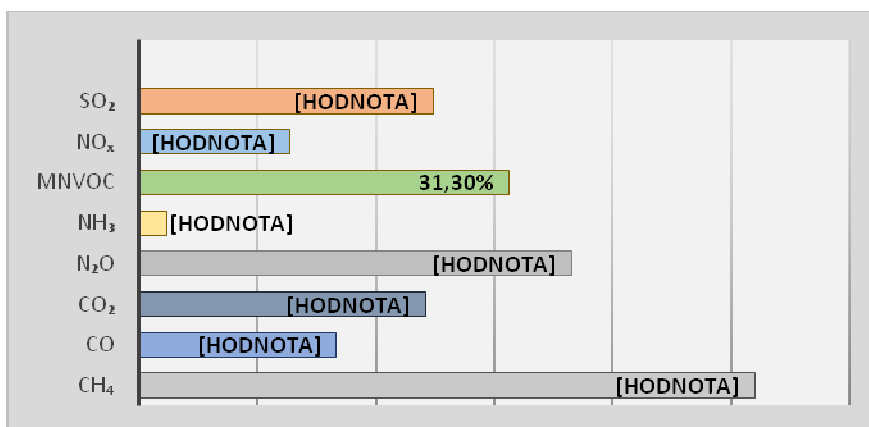
TU v Ostrave a konkrétne Strojnícka fakulta je vybavená tromi meracími vozidlami, ktoré sú určené na meranie emisií a imisí v ovzduší. V Českej republike je jediné pracovisko na Katedre energetiky VŠB – Technickej univerzity v Ostrave, ktoré je vybavené špeciálnou diagnostickou technikou na meranie teplôt a koncentrácií látok v ohniskách veľkých kotlov a palinových traktov. Na meranie využívajú meracie vozidlo, ktoré je vybavené analyzátorom emisií pracujúcim na princípe absorpcie infračerveného spektra, ktoré stanovujú koncentrácie CO, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>. Taktiež disponujú autom, ktoré je vybavené aparátúrou na špeciálne meranie a meranie TZL. [6]

## 2. Znečisťovanie atmosféry a kvalita vonkajšieho ovzdušia

Procesy v atmosfére významne ovplyvňujú kolobeh látok zo zdrojov znečisťovania. Veľké množstvo látok v prostredí sa vyznačuje rôznymi účinkami, ktoré závisia od množstva koncentrácie, alebo od ich vlastností. Väčšina z nich by svojou prítomnosťou prostredie nijako neohrozovala, nakoľko je ich výskyt prirodzený. Ich rovnováhu však narušajú rozsiahle ľudské aktivity. K najrozšírenejším aktivitám, ktoré ovplyvňujú kvalitu ovzdušia patria:

- Priemyselné zdroje znečisťovania

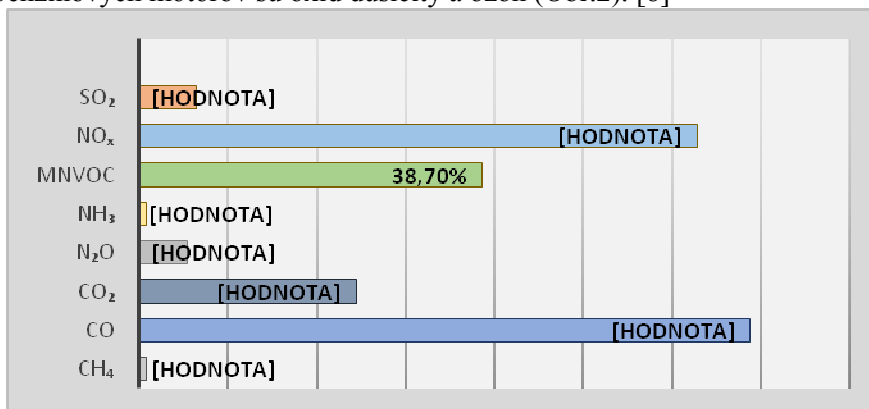
Podiel znečisťujúcich látok z priemyslu sa percentuálne uvádza na Obr.1. Zariadenia z priemyslu ktoré emitujú v Európe znečisťujúce látky sú regulované smernicou o priemyselných emisiách. Za najväčšie škody je zodpovedný energetický sektor (spaľovanie v rafinériách, závodoch na výrobu železa a ocele a pod.). K výnimočným koncentráciám dochádza aj na miestnej úrovni, ak oblak dymu z priemyselného komína v dôsledku atmosférických podmienok padá k zemi.[8]



Obr. 1- Podiel znečisťujúcich látok z priemyslu

- Cestná doprava

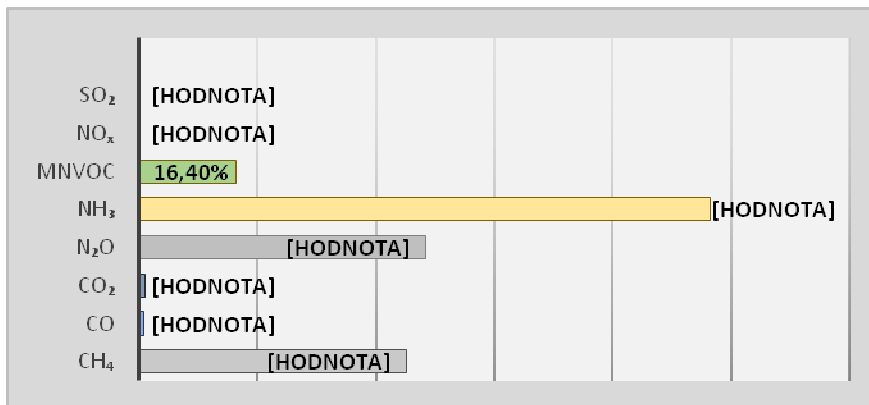
Látky znečisťujúce ovzdušie, vznikajúce z používania motorových vozidiel predstavujú problém v dvoch fázach - primárne a sekundárne. Primárne znečisťujúce látky z vozidiel na benzínový pohon sú oxid uhoľnatý, oxid dusnatý, benzén a častice olova. Vznietové motory spaľujúce palivo produkujú málo oxidu uhoľnatého, ale veľké množstvo oxidu uhličitého. Sekundárne znečisťujúce látky vznikajúce z benzínových motorov sú oxid dusičitý a ozón (Obr.2). [8]



Obr. 2- Podiel znečisťujúcich látok z dopravy

- Poľnohospodárstvo

Poľnohospodárstvo predstavuje rovnako významný zdroj znečistenia ovzdušia. Najväčším problémom je spaľovanie poľnohospodárskeho odpadu a chov dobytka. Oxid dusnatý a metán, ktoré sú súčasťou skleníkových plynov a pochádzajú z hnojenia a moču na pastvinách predstavujú 20 % až 40% (Obr. 3). [8]



Obr. 3- Podiel znečisťujúcich látok z poľnohospodárstva

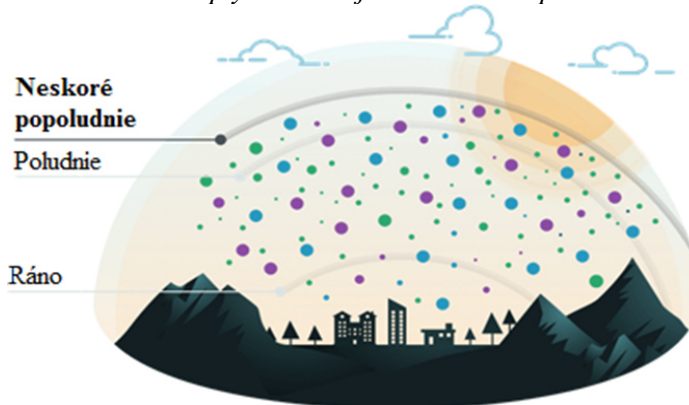
Mesto je dynamický systém, ktorého kvalita ovzdušia ovplyvňuje každého, preto je dôležité poznať jeho charakter a kvalitu ovzdušia v priebehu dňa. Aby sa posúdila kvalita ovzdušia existujú monitorovacie stanice, ktoré hodnotia aktuálny stav so zdravotnými normami. V atmosfére dochádza k prirodzenému kolobehu slnečného svetla a dynamika znečistenia atmosféry sa v priebehu dňa mení (Obr. 4 až Obr. 6). [9]



Obr. 4 - Rozptyl znečisťujúcich látok ráno



Obr. 5 - Rozptyl znečisťujúcich látok na poludnie



Obr. 6 - Rozptyl znečisťujúcich látok neskoro popoludní

Most vzniku a akumulácie znečistenia sa vyskytuje vo vrstve atmosféry najbližšie k zemi, kde žijeme a nazýva sa hraničná vrstva atmosféry, pričom hrúbka tejto vrstvy sa mení v priebehu celého dňa. Keď sa pôda zahreje, teplý vzduch stúpa a zmieša sa s chladnejším vzduchom vyššie. Táto zmiešaná vrstva spravidla rýchlo rastie v dopoludňajších hodinách a menej v popoludňajších hodinách.[9]

K základným znečisťujúcim látkam, ktoré sú emitované do ovzdušia a predstavujú riziko pre život a zdravie človeka radíme:

- **Oxid uhličitý** - je dôležitým skleníkovým plynom, bez ktorého by bola na našej planéte zima. Vedci sa domnievajú, že pred začiatkom prvej priemyselnej činnosti, sa koncentrácia CO<sub>2</sub>

pohybovala okolo 270 ppm. Hustota oxidu uhličitého v našej atmosfére tak narástla o 40 % od začiatku ľudskej industrializácie. K hlavným zdrojom CO<sub>2</sub> patria požiare, spaľovacie motory a poľnohospodárstvo.[9]

- **Oxid uhoľnatý** - k jeho hlavným zdrojom patria výfuky áut a plynové spotrebiče. Nakoľko je bez farby a zápachu je nebezpečný pre ľudské zdravie. Napriek tomu, že patrí k nevýrazným skleníkovým plynom, ovplyvňuje koncentráciu plynov ako ozón, metán a oxid uhličitý. [9]
- **Ozón** - v stratosfére chráni prostredie pred UV žiarením zo slnka, má teda ochrannú funkciu. Naopak v spodnej troposfére je nebezpečný pre život a vytvára sa reakciou, ktorá zahŕňa oxidy dusíka a prachové organické zlúčeniny. [10]
- **Oxid dusičitý** - plyny oxidov dusíka vznikajú pri spaľovaní pri vysokej teplote paliva. Spolu s oxidom dusíka a oxidom siričitým sa vo veľkej miere podieľa na vzniku kyslých dažďov. [10]
- **Metán** - druhý najrozšírenejší skleníkový plyn pochádzajúci z ľudskej činnosti. Predstavuje asi 10 % všetkých emisií skleníkových plynov. Vzniká zvyšovaním počtu hospodárskych zvierat a pri úniku zo systému zemného plynu.

### 3. ideový návrh meracieho vozidla a jeho technického vybavenia

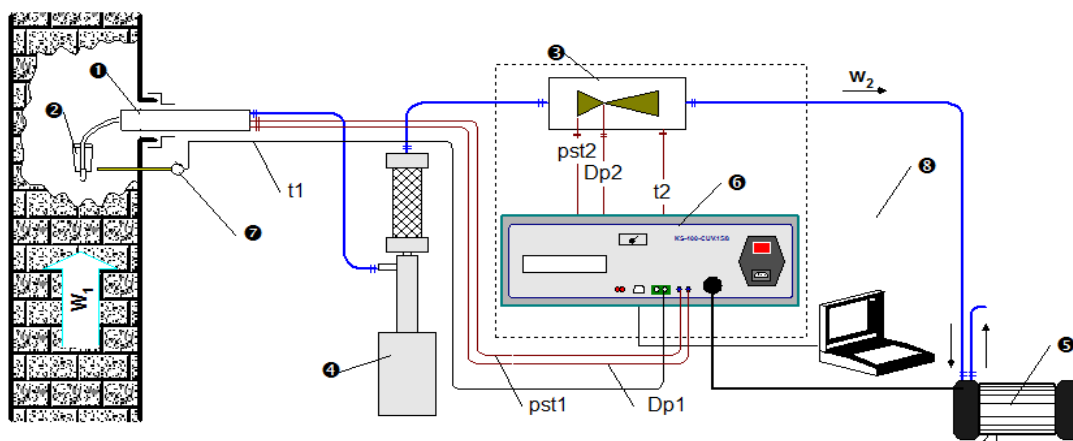
Mobilné laboratórium merajúce emisie a klímu je vozidlo, ktoré zabezpečuje výskum znečisťujúcich látok v ovzduší. Na to, aby bolo možné merať emisie sa používajú meracie zariadenia rôzneho typu, ktoré ale musia spĺňať požadované vlastnosti pre každú konkrétnu látku. Používajú sa normované alebo schválené postupy a sú pridané k podporným výpočtom látok znečisťujúcich ovzdušie.

Pred samotným návrhom vozidla je nutné určiť si podmienky, na základe ktorých bude meracie vozidlo navrhované. K základným limitujúcim faktorom patrí hmotnosť vozidla, ktorá by nemala presiahnuť 3,5 tony kvôli znižovaniu nákladov na údržbu a bežnému vodičskému preukazu meracích technikov skupiny B. Taktiež ak je pri návrhu vozidlo nesprávne vyvážené, dochádza k zmene jeho jazdných vlastností.

Na základe stanovených cieľov navrhované vozidlo bude merať pomocou rôznych typov analyzátorov šesť znečisťujúcich látok, ktoré majú svoje charakteristické vlastnosti – CO, SO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> a TOC.

#### A. Analyzátor KALMAN KS – 400 S

Tento analyzátor odoberá tuhé častice izokinetickým nepretržitým vzorkovaním z prúdu vzduchu alebo plynu, preto je nepretržite pripojený k notebooku (Obr.7). Systém riadi celý odber vzoriek a meranie nezávisle od obsluhy. Je určený aj na analýzu častíc prachu pomocou gravimetrickej metódy na základe rýchlosti a hmotnosti v prúde analyzovaného plynu. [11]

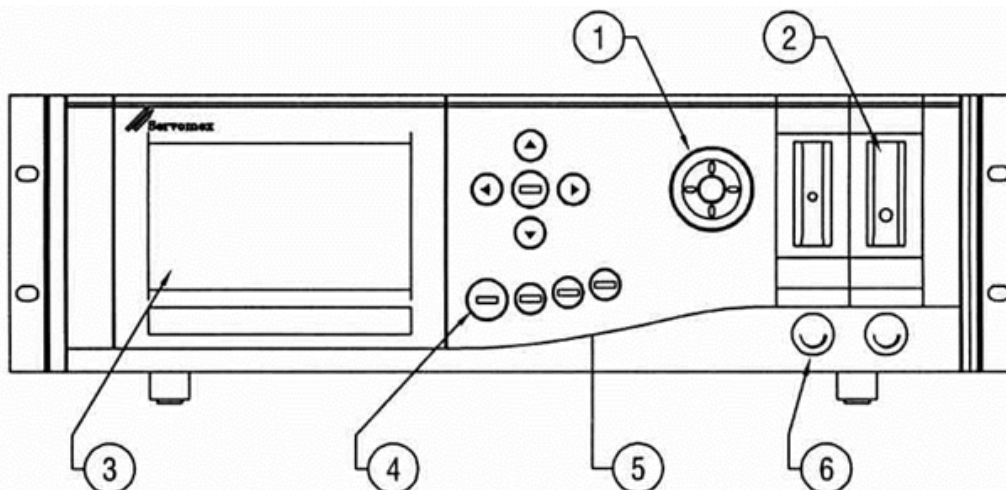


Legenda: 1 - Odborná sonda, 2 - Pitot – Prandtlova sonda na meranie rýchlosti prietoku tvaru L, 3 - Venturiho trubica, 4 - Oddelovač vlhkosti a sušiacia veža s bezpečnostným koncovým filtrom, 5 - Vákuové čerpadlo pre suchú prevádzku, 6 - Meracia a riadiaca jednotka KS – 400, 7 - Teploměr, 8 - Notebook, 9 - Sacie hadice čiastkového prúdu plynu, hadičky na meranie tlaku

Obr. 7- Schéma meracieho obvodu analyzátoru

### B. Analyzátor SERVO PRO 4900

Ide o analyzátor, ktorý kontinuálne meria emisie zložiek plynu, a to O<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O (Obr.8). Podáva presnú, rýchlu a stabilnú odpoveď využitím princípu paramagnetického prevodníka. Využíva sa hlavne pri meraní emisií zo spaľovania, chemickom spaľovaní a spaľovaní v úžitkových kotloch. [12]



**Legenda:** 1 - Filter vzorky, 2 – Prietokomery, 3 – Display, 4 – Klávesnica, 5 - Nastavenie kontrastu displaya, 6 - Ihlové ventily na nastavenie vzorky

Obr. 8- Analyzátor SERVO PRO 4900

### C. Analyzátor SIGNAL 400 na meranie NO<sub>x</sub>

Analyzátor meria surový plyn citlivo a presne a pri jeho meraní dochádza iba k veľmi malému ovplyvňovaniu iných zložiek nachádzajúcich sa vo vzorke. Využíva sa hlavne na meranie spalín z výroby, pri monitorovaní emisií a pri meraní spaľovacích motorov (Obr.9). Na kalibráciu tohto analyzátoru je potrebný kalibračný plyn a NO. Princíp metódy merania je postavený na chemiluminiscenčnej metóde, kedy dochádza k reakcii chemiluminiscenčného plynu medzi O<sub>3</sub> + NO → NO<sub>2</sub> + O<sub>2</sub>. Z oxidu dusičitého pri prechode do normálneho stavu sa emituje fotón. Sila tejto emisie je rovnaká hmotnosti oxidu dusnatého.[13]



Obr. 9- SIGNAL 400 NO<sub>x</sub>

### D. Analyzátor organických plynov a pár

Tento analyzátor pracuje na princípe plameňovej ionizácie (Obr.10), ktorá je založená na ionizovaní uhlíkových atómov v plameni vodíka. Merajú sa látky obsahujúce uhlíkovo- vodíkové väzby. Prítomnosť THC sa zisťuje v plyne. Na kalibráciu analyzátoru sa využíva propán alebo metán a na činnosť analyzátoru je potrebné palivo H<sub>2</sub>. [14]



*Obr. 10- SIGNAL 3000 HM THC*

Využíva sa hlavne na monitorovanie emisií a pri skúmaní spaľovacích motorov a výrobe plynov. Obr. 11 znázorňuje návrh umiestnenia vybraných analyzátorov vo vozidle.



*Obr. 11- Návrh umiestnenia analyzátorov vo vozidle*

### ***E. Doplnujúce prístrojové vybavenie vozidla***

Na odber vzoriek, úpravu vzorky pred vstupom do analyzátoru a na samotný chod analyzátoru sú potrebné doplnkové prístroje, ktoré zabezpečujú plnohodnotné meranie (Obr. 12 a Obr. 13). Patrí sem:

- *Systém na odber vzorky z plynov* - vzorky prepravuje z miesta odberu do úpravne, kde pri preprave zabezpečuje, aby nedošlo ku kondenzácii zložky.
- *Aparatúra na odber TZL* - ide o gravimetrickú aparatúru, ktorá je prepojená komponentami podľa noriem EN 1328-1 a ISO 9096 a pozostáva zo sondy a hlavice na odber, odlučovača vlhkosti a riadiaceho softvéru.
- *Merače teploty a vlhkosti*
- *Prístroj na meranie tlaku*-v potrubí je nutné evidovať dynamický a statický tlak.
- *Generátor vodíka* - slúži na výrobu vodíka v laboratórnych podmienkach. Pri jeho používaní v meracom vozidle sa musí dbať na to, aby teploty nedosahovali mínusové hodnoty. Na výrobu vodíka v generátore sa používa čistá voda.
- *Prístroj na výrobu demineralizovanej vody*
- *Kalibračné a pracovné plyny* - slúžia na správne vykonávanie funkcií analyzátorov emisií. Pre naše analyzátory sú potrebné štyri plynové bomby (inertný plyn - CO, SO<sub>2</sub>, NO; O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> + kyslík; propán; dusík).
- *Redukčné ventily na tlakové nádoby* - slúžia na udržiavanie stáleho tlaku na výstupe nádoby a sú určené len na odber plynu z tlakovej nádoby.

- *Laserový diaľkomer*
- *Záložný zdroj* - zohráva veľmi dôležitú úlohu pri ochrane analyzátorov a odberových jednotkách tým, že udržiava prevádzku na čas potrebný na skončenie práce s týmito zariadeniami.[15]



*Obr. 12- Návrh umiestnenia doplnkového vybavenia a úložného priestoru*



*Obr. 13- Prístrojové vybavenie vozidla*

#### ***F. Úprava a prestavba meracieho vozidla***

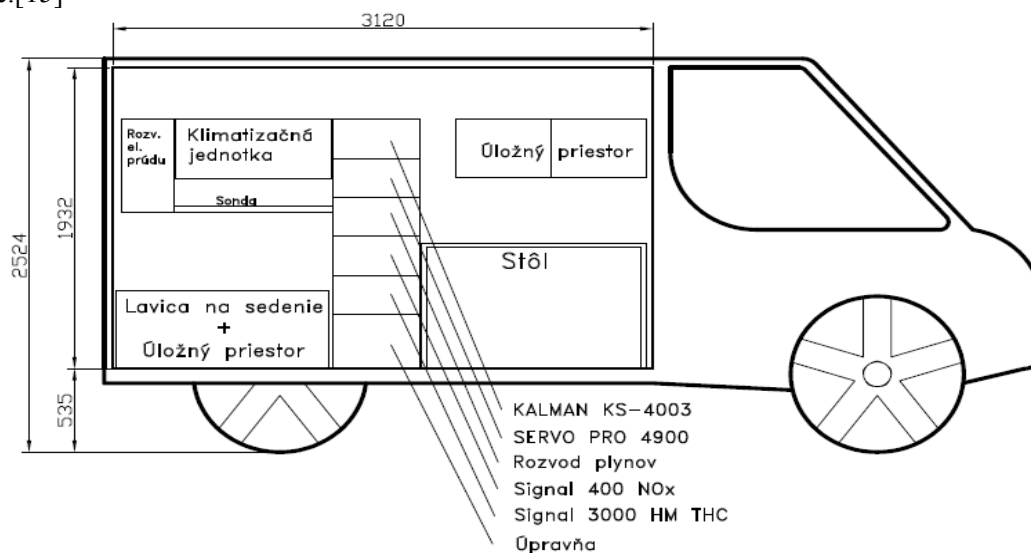
Vo vozidle sa musia zariadiť všetky časti laboratória a uložiť komponenty tak, aby sa zabezpečila bezpečná práca v takomto vozidle. Prestavba prechádza revíziou, na základe ktorej sa vydáva správa podľa príslušných predpisov. Pri nadstavbe vozidla sa zavádzajú elektrické rozvody a plynové cesty, inštaluje sa konštrukcia pre zariadenia a dohliada sa na ergonomické požiadavky. V Tab.1 sú uvedené predpisy a normy, ktoré je potrebné spĺňať pri prestavbe vozidla.



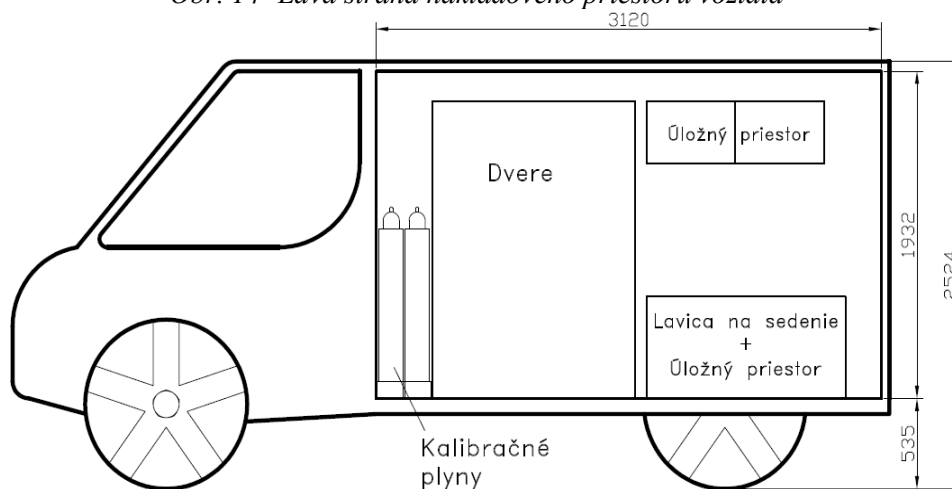
*Tab. 1- Predpisy a normy*

Označenie	Názov
Vyhláška MP SR 508/2009 Z.z	Vyhláška Ministerstva práce, sociálnych vecí a rodiny Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia
STN 33 2000	Elektrické inštalácie nízkeho napätia. Časť 4-41: Zaistenie bezpečnosti. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom
EN 60529	Stupne ochrany krytom
EN 60664-1	Koordinácia izolácie zariadení v nízkonapäťových sieťach. Časť 1: Zásady, požiadavky a skúšky

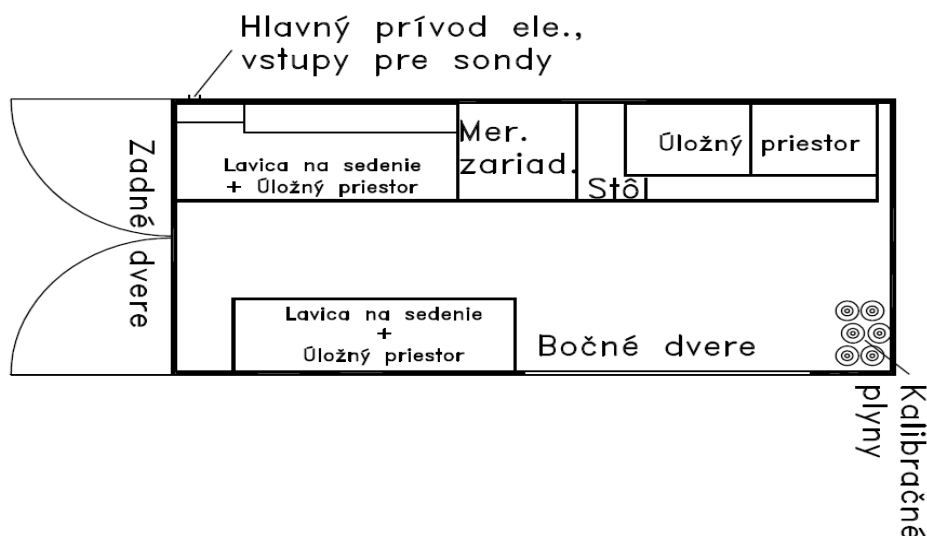
Na Obr. 14 až 16 je schematicky znázornený 2D návrh vozidla a rozmiestnenie hlavných častí zariadenia. Doplnkové prístrojové vybavenie je umiestnené v úložnom priestore skriniek a lavíc na sedenie.[15]



*Obr. 14- Ľavá strana nákladového priestoru vozidla*



*Obr. 15- Pravá strana nákladového priestoru vozidla*



Obr. 16- Horný pohľad nákladového priestoru vozidla

#### 4. Záver

Príspevok sa zaoberá problematikou monitorovania emisií nachádzajúcich sa v ovzduší, pomocou mobilných monitorovacích vozidiel. Autori stručne charakterizujú vybrané znečisťujúce látky vypúšťané do ovzdušia. Prezentujú sa vybrané známe monitorovacie vozidlá. Dôraz sa kladie na návrh monitorovacieho vozidla ovzdušia, jeho častí, ako aj jeho softvérové a hardvérové vybavenie. Meracie vozidlo sa predpokladá, že bude súčasťou meracích laboratórií Katedry inžinierstva prostredia na Strojníckej fakulte TU v Košiciach.

Pri návrhu meracieho vozidla boli najprv zvolené znečisťujúce látky a následne na základe ich vlastností boli vytypované najvhodnejšie analyzátory. Ako základy meracieho vozidla bolo použité vozidlo Fiat Ducato, ktoré sa veľmi často využíva ako východisková platforma pre rôzne laboratórne vozidlá. Autori príspevku navrhli interiér meracieho vozidla, tak aby prístrojové vybavenie bolo bezpečne zabudované, resp. nainštalované. Výber vhodných analyzátorov sa uskutočnil na základe vlastných skúseností autorov. Prístrojové vybavenie upraveného meracieho vozidla bude schopné merať tuhé častice ( $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$ ),  $NO_x$  ako aj organické plyny a pary. K navrhovaným analyzátorom boli navrhnuté aj doplnkové prístroje, ktoré sú nevyhnutné k správne meraniu a tiež pre potreby lepšieho stanovenia podmienok merania. Navrhnutá prestavba vozidla bola v príspevku prezentovaná pomocou počítačovej grafickej simulácie.

#### **Pod'akovanie [zaradenie príspevku] - Acknowledgments**

Príspevok vznikol na základe riešenia projektu MŠVVaŠ SR KEGA č. 009 TUKE-4/2021 (50%) a projektu MŠVVaŠ SR UNIVNET č. 021/0004/20 (50%).

#### **ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV**

- [1] Badida, M. - Lukáčová, K. – Szabó, R., 2015. Pevné aerosóly v pracovnom prostredí. Košice: Sjf TUKE. ISBN 978-80-553-2458-6, 208s.
- [2] Lumnitzer, E. - Badida, M. - Romanová, M., 2007. Hodnotenie kvality prostredia. Košice: Elfá s.r.o., ISBN 978-80-8073-836-5, 281s.
- [3] Badida, M. - Sobotová, L. - Dzuro, T. - Boďová, E., 2017. Strojárska výroba a životné prostredie II. Košice: Elfá s.r.o., ISBN 978-80-553-2674-0, 353s.
- [4] Badida, M. - Sobotová, L. - Dzuro, T., 2016. Strojárska výroba a životné prostredie I. Košice: Elfá s.r.o., ISBN 978-80-553-3014-8, 270s.
- [5] Measuring vehicle for air pollution and climate measurements. - [on-line] Available on - URL: ><http://www.ifgg.kit.edu/english/249.php#top><[cit. 2021-08-18]

- [6] Juško, M., 2015. Akreditácia skúšobného laboratória a inšpekčného orgánu SIŽP. Pribylina. - [on-line] Available on - URL: >[https://www.siea.sk/wp-content/uploads/poradenstvo/aktuality/2015/konferencia\\_ovzdušie/03\\_Jusko\\_Akreditacia\\_skus\\_obneho\\_laboratoria\\_konferencia\\_ovzdušie\\_SIEA\\_Podbanske\\_2015.pdf](https://www.siea.sk/wp-content/uploads/poradenstvo/aktuality/2015/konferencia_ovzdušie/03_Jusko_Akreditacia_skus_obneho_laboratoria_konferencia_ovzdušie_SIEA_Podbanske_2015.pdf)< [cit. 2021-08-18]
- [7] DEZ – Akreditované pracovisko pro diagnostiku a provoz tepelně – energetických zařízení. - [on-line] Available on - URL: >[http://katedry.fs.vsb.cz/energetika/pracoviste\\_dez.php](http://katedry.fs.vsb.cz/energetika/pracoviste_dez.php)< [cit. 2021-08-18]
- [8] European Environment Agency: Sources of air pollution. - [on-line] Available on - URL: ><http://www.eea.europa.eu/publications/2599XXX/page010.html>< [cit. 2021-08-17]
- [9] Aclima insights: Mapping how our cities live and breathe.- [on-line] Available on - URL: ><https://www.aclima.io/blog/aclima-and-google-partner-to-map-outdoor-air-quality-with-street-view-vehicles-c33c4245f4c5>< [cit. 2021-08-03]
- [10] Badida, M. - Lukáčová, K. - Szabó, R., 2015. Pevné aerosóly v pracovnom prostredí. Košice: Sjf TUKE. ISBN 978-80-553-2458-6, 208 s.
- [11] Badida, M. - Ladomerský, J. - Králiková, R. - Moravec, M. - Liptai, P., 2014. Environmentálne inžinierstvo. Košice: Sjf TUKE. ISBN 978-80-8086-242-8, 365 s.
- [12] Prevádzkové inštrukcie. Prenosný automatický izokinetický vzorkovací systém aerosólov – prachu. 2012. Budapešť.
- [13] Installation and Operator Manual. SERVOPRO 4900 Multigas Analyzer. Servomex group. 2018.
- [14] Prevádzkový manuál. Vyhrievaný vákuový analyzátor NO<sub>x</sub>. Camberley.
- [15] Prevádzkový manuál. Vyhrievaný analyzátor celkového množstva uhl'ovodíkov. Camberley.
- [16] Mikulová, Alžbeta, 2016: Návrh meracieho vozidla na meranie znečisťujúcich látok v prostredí, Košice: Sjf TUKE. 81s.