

IMPREGNUOJANČIO TIRPALO ĮTAKOS DIFUZINIŲ KAUPIKLIŲ EFEKTYVUMUI
EKSPERIMENTINIAI TYRIMAIVaida Šerevičienė¹, Vaida Valuntaitė², Dainius Paliulis³

Vilniaus Gedimino technikos universitetas

El. paštas: ¹vaيدا.sereviciene@vgtu.lt; ²daiva.valuntaitė@vgtu.lt; ³dainius.paliulis@vgtu.lt

Santrauka. Pasyvusis oro tyrimų metodas – paprastas, nesudėtingas, elektros energijos nereikalaujantis oro kokybės nustatymo metodas. Beveik visų pasyviųjų kaupiklių veikimo principas pagrįstas cheminėmis reakcijomis, vykstančiomis ant sorbavimo elemento (impregnuoto filtro ar tinklelio). Teršalo sugėrimo mechanizmas pasyviajame kaupiklyje pagrįstas dujų difuzija per difuzinį sluoksnį iki sorbavimo elemento. Difuzijos procesas aprašomas pirmuoju Fiko (*Fick*) dėsnio, t. y. laisvu dujų ar dalelių judėjimu iš analizuojamosios terpės į kaupiklį dėl teršalo koncentracijų gradiento. Šiame darbe nagrinėjama impregnuojančių tirpalų įtaka difuzinio kaupiklio efektyvumui. Tyrimų objektas – skirtingų koncentracijų trietanolamino (TEA) vandeniniai tirpalai azoto dioksidui nustatyti pasyviaisiais kaupikliais. Gauti rezultatai parodė, kad 30 % ir 50 % vandeniniai tirpalai lemia 68 % ir 89 % santykinę paklaidą, tikrąja azoto dioksido reikšme laikant analizatoriaus rodmenis. 5 %, 10 % ir 20 % koncentracijų TEA vandeniniais tirpalais impregnuotų pasyviųjų kaupiklių tyrimų rezultatai neviršijo Europos Sąjungos direktyvoje nustatytos 25 % neapibrėžties, nustatant azoto dioksido koncentraciją indikatoriniais metodais.

Reikšminiai žodžiai: azoto dioksidas, difuzinis kaupiklis, impregnavimo tirpalas, trietanolaminas.

Įvadas

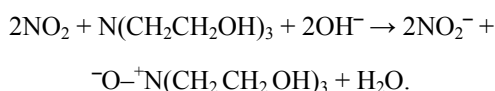
Didžioji dalis neorganinių teršalų į aplinkos orą išmetama iš energetikos sektoriaus objektų, transporto priemonių (Baltrėnas *et al.* 2008). Vienas iš svarbiausių oro teršalų – azoto dioksidas, kuris susidaro vykstant degimo procesams. Jungiantis azoto dioksidui su vandens garais atmosferoje susiformuoja rūgštieji lietūs. Pagrindinis azoto oksidų šaltinis – autotransportas. Į aplinką Europoje iš transporto priemonių išmetama apie pusė azoto oksidų kiekio. Kiti svarbūs šio teršalo šaltiniai yra energetikos objektai ir pramonės įmonės. Ir šlapi, ir sausi šio teršalo išmetimai yra kenksmingi, nes naikina augaliją, blogina dirvožemio, statybinių medžiagų ir vandens telkinių kokybę (Alvare *et al.* 2008; Laurinavičienė 2008).

Per keletą pastarųjų dešimtmečių buvo sukurta ir patobulinta daugelis oro taršos matavimo metodų, kurie skirstomi į aktyvius ir pasyviuosius. Taikant aktyvųjų metodą oras siurbiamas į sugėriklius ar sorbcinius vamzdelius, kurių analizė atliekama laboratorijoje. Prie aktyviųjų matavimo metodų taip pat priskiriami ir nuolatinio matavimo prietaisai. Pasyvieji oro teršalų nustatymo metodai nuo aktyviųjų skiriasi tuo, kad:

- jiems nereikia aktyvaus oro siurbimo iš aplinkos;
- palyginti pigiai ir paprastai paimami ėminiai;
- konstrukcijoje nėra mechaninių, judančių dalių;
- minimali užteršimo galimybė transportuojant ar saugant kaupiklius (Tang *et al.* 1999; Namiešnik *et al.* 2005).

Pasyvieji kaupikliai gali būti naudojami teršalo sklaidai nustatyti, nes tai patogiu, kai tikrinami modeliavimo metu gauti rezultatai. Taip pat difuziniai kaupikliai gali būti naudojami foninėms koncentracijoms matuoti tose vietose, kuriose standartinės monitoringo technikos negalima naudoti (Thijsse *et al.* 1998; Cox 2003; De Santis *et al.* 2006; Valuntaitė *et al.* 2009). Atliekant matavimus miestų teritorijose šiuos prietaisus galima kabinti prie gatvių apšvietimo stulpų, virš tunelių, parkuose, prie pastatų (Ferm and Svanberg 1998; Seethapathy *et al.* 2008; Kot-Wasik *et al.* 2007).

Dėl molekulinės difuzijos pasyvieji kaupikliai kaupia dujinius junginius. Ore esantis azoto dioksidas reaguodamas su trietanolaminu (TEA) kaupiklyje virsta nitrito jonais. Šio reagento naudojimo trūkumas tas, kad NO₂ reakcijos eiga su šiuo reagentu skiriasi, priklausomai nuo aplinkos sąlygų (Cape 2005; Glasius *et al.* 1999). TEA reakcijos su azoto dioksidu produktus tyrinėjo keletas mokslininkų. D. Levaggi su kolegomis (1972) pastebėjo, kad NO₂ reaguojant su TEA susidaro trietanolamino nitritas ir trietanolamino nitratas. Vėliau A. Gold (1977) atrado, kad esant didelėms NO₂ dujų koncentracijoms susidaro nitritas ir trietanolamono nitratas santykiu 1:1. T. Aoyama ir T. Yashiro (1983) nustatė, kad šios reakcijos produktas – nitrozodietanolaminas, o vėliau M. Glasius (1999) ištyrė, kad tai trietanolamino N-oksidas ir pasiūlė tokį šios reakcijos mechanizmą:



Pagal pirmąjį Fiko dėsnį kaupiklyje sukauptas nitrito kiekis yra proporcingas: NO_2 kiekiui, esančiam kaupiklio išorėje, difuzijos koeficientui, kaupiklio matmenims ir eksponavimo laikui. Apskaičiuota azoto dioksido koncentracija ore yra tiesiogiai proporcinga kaupiklio viduje sukaupiamam nitrito kiekiui:

$$C = \frac{m \cdot l}{A \cdot t \cdot D}, \quad (1)$$

čia C – ore esanti NO_2 koncentracija, išmatuota pasyviuoju kaupikliu, $\mu\text{g}/\text{m}^3$; m – nitrito kiekis, sukaupiamas kaupiklyje, μg ; l – difuzinio kaupiklio ilgis, m ; A – kaupiklio skerspjūvio plotas, m^2 ; t – eksponavimo laikas, s ; D – difuzijos koeficientas, m^2/s (Van Reeuwijk *et al.* 1998).

Siekiant užtikrinti pasyviojo kaupiklio efektyvų veikimą ir didesnę jautrumą, būtina parinkti analizuojamam teršalui selektyvų specifinį reagentą (Krupa, Legge 2000; Namiešnik *et al.* 2005). Tačiau kaupiklių tikslumas priklauso ne tik nuo pasirinkto sorbento selektyvumo, bet ir nuo sorbento paruošimo technikos. R. Hamilton ir M. Heal (2004) tyrinėjo, kokią įtaką kaupiklių rodymams turi impregnavimo metodas, ir nustatė, kad tikslesni NO_2 koncentracijos rezultatai gaunami panardinant impregnavimo pagrindą (tinklėlį) į TEA tirpalą, negu TEA tirpalą lašinant jau ant surinkto kaupiklio ir jame esančio tinklelio. M. Helaleh su bendraautorais (2002) analizavo skirtingus impregnavimo pagrindus: celiuliozės filtrą ir stiklo pluošto filtrą. Pasyvieji kaupikliai, kurių impregnavimo pagrindas buvo stiklo pluošto filtras, pasižymėjo geresne sugertimi nei celiuliozės filtras, todėl jie buvo pasirinkti tolesniems tyrimams.

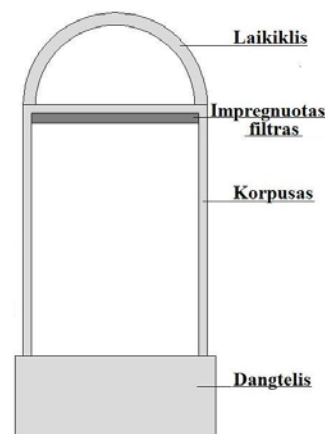
Vertinant pasyviojo kaupiklio veikimą, nagrinėjamas jo rodymų tiesiškumas tiriamųjų teršalų koncentracijų intervale. Atliekamas laboratorinis ir natūrinis pasyviųjų kaupiklių kalibravimas, kartu matuojant kontroliniu nuolatinio matavimo prietaisu (Krupa, Legge 2000; Cox 2003). Tokie tyrimai taip pat atliekami empirinėms formulėms išvesti, teršalo koncentracijai apskaičiuoti (Cox 2003).

Tyrimų tikslas – atlikti skirtingų koncentracijų TEA vandeninių tirpalų tinkamumo NO_2 nustatyti ore pasyvaus kaupimo metodu laboratorinius eksperimentinius tyrimus.

Metodika

Eksperimentiniams tyrimams naudoti modifikuoti Palmes tipo pasyvieji kaupikliai. 1 pav. pateikta difuzinio kaupik-

lio schema. Šis difuzinis kaupiklis yra vamzdelio tipo, atviru galu. Korpusas, dangtelis ir laikiklis pagaminti iš polipropileno. Vamzdelio ilgis yra 34 mm, vidinis diametras – 21 mm.



1 pav. Difuzinio kaupiklio schema

Fig. 1. Schematic view of the diffusive sampler

Impregnavimo pagrindu naudoti 21 mm diametro 1,2 μm porų dydžio stiklo pluošto filtrai.

Eksperimento metu naudota 100 kaupiklių. Tyrimų metu buvo vertinami penki skirtingų koncentracijų vandeniniai TEA tirpalai (1 lentelė).

1 lentelė. Eksperimentiniams tyrimams naudotų impregnavimo tirpalų sudėtis

Table 1. Impregnating solution composition used in experimental research

TEA (tūrio dalis, %)	Distil. vanduo (tūrio dalis, %)
5	95
10	90
20	80
30	70
50	50

Difuzinių kaupiklių paruošimas: filtras įdedamas į vamzdelį, ant filtro užlašinama 100 μl impregnavimo tirpalo. Paruošti kaupikliai iki naudojimo laikomi uždaryti šaldytuve 4 °C temperatūroje.

Impregnavimo tirpalų tinkamumo NO_2 nustatyti tyrimai atlikti laboratorinėje kameroje, kurioje sukuriama tam tikra NO_2 koncentracija. Kameros matmenys: ilgis yra 1,5 m, plotis – 1,5 m, aukštis – 1,8 m, tūris – 4 m^3 . Karkasas pagamintas iš medinių konstrukcijų, kurios aptrauktos polietileno plėvele (2 pav.).

Kameroje nutiestas ir 1 m aukštyje pritvirtintas tefloninis vamzdelis, kuriuo nuolatos traukiamas oras į azoto oksidų chemiliuminescencinį analizatorių AC32M.



2 pav. Eksperimentinė kamera

Fig. 2. Experimental chamber

Šis analizatorius skirtas mažoms azoto monoksido ir azoto dioksido koncentracijoms aplinkos ore nuolat nustatyti. Prietaisas veikia chemiliuminescencijos principu. Prietaisas nustato azoto monoksido ir azoto dioksido aplinkos ore koncentracijas, matuodamas azoto oksido molekulių išspinduliuotą šviesą (chemiliuminescenciją), oksiduojant jas ozono molekulėmis 600–1200 nm bangų ilgių intervale.

Azoto dioksido koncentracija buvo matuojama nuolatos ir fiksuojama dviejų minučių vidutinė koncentracija. Kaupikliai kameroje naudoti 1 m aukštyje (3 pav.).

Panaudoti kaupikliai uždaromi ir laikomi šaltai. Vėliau laboratorijoje atliekama jų analizė naudojant Salzmano reagentą. Bandinių optinis tankis matuotas esant $\lambda_{\max} = 452$ nm. Nitrito kiekis kaupiklyje apskaičiuojamas iš kalibracinio grafiko, nubraižyto pagal standartinių NO_2 tirpalų optinio tankio priklausomybę nuo nitrito kiekio. Azoto dioksido koncentracija apskaičiuojama pagal (1) formulę.

Difuzijos koeficientas priklauso nuo temperatūros, todėl šių eksperimentinių tyrimų metu nuolatos fiksuojama kameroje esanti oro temperatūra. Difuzijos koeficientas apskaičiuojamas pagal difuzijos koeficiento priklausomybę nuo temperatūros, kurią aprašė W. Massman (1998):

$$D = D_{273K} \times \left(\frac{T + 273}{273} \right), \quad (2)$$

čia D_{273K} – difuzijos koeficientas esant 0 °C (273 K); T – aplinkos oro temperatūra, °C.

Difuzijos koeficientas esant 0 °C ir 1 atmosferos slėgiui yra 0,1361 cm²/s.



3 pav. Difuziniai kaupikliai, pakabinti eksperimentinėje kameroje

Fig. 3. Diffusive samplers placed in experimental chamber

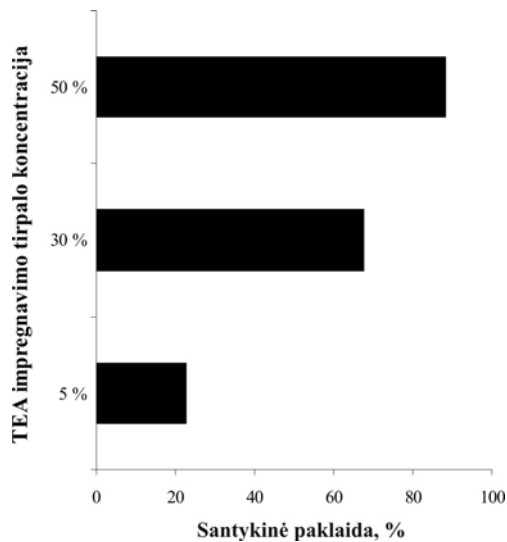
Mikroklimato parametrai eksperimentinėje kameroje nuolatos fiksuojami DrDAQ duomenų kaupikliu. Šis duomenų kaupiklis turi įmontuotus temperatūros ir kitus daviklius. Taip pat yra galimybė prijungti išorinį temperatūros daviklį. Naudojant DrDAQ galima nustatyti temperatūros gradientą, kuris nusako, kuria kryptimi ir koku greičiu vyksta temperatūros pokytis tam tikroje aplinkoje. Tyrimų metu temperatūra buvo fiksuojama dviejose aukščiuose: duomenų kaupiklio DrDAQ integruotu davikliu kameros apačioje ir išoriniu temperatūros davikliu kameros viršuje (1,75 m aukštyje). Skaičiuojant difuzijos koeficientą, naudojama vidutinė temperatūra, užfiksuota per analizuojamąjį laikotarpį dviejuose aukščiuose.

Rezultatai ir jų analizė

Pirminių eksperimentinių laboratorinių tyrimų metu analizuoti trys impregnavimo tirpalai: 5 %, 30 % ir 50 % koncentracijos TEA vandeniniai tirpalai. Azoto dioksido koncentracija ore matuota pasyviaisiais difuziniais kaupikliais, lyginta su nuolatinio matavimo prietaiso rodymais.

Nustatyta, kad vidutinė santykinė paklaida, laikant, kad tikroji vertė yra analizatoriaus vidutinė reikšmė per analizuojamąjį laikotarpį, svyravo 23–89 % (4 pav.).

Iš gautų rezultatų matyti, kad 30 % ir 50 % TEA vandeniniais tirpalais impregnuotais kaupikliais nustatyta daug mažesnė azoto dioksido koncentracija, santykinė paklaida atitinkamai buvo 68 % ir 89 %.



4 pav. Skirtingų koncentracijų TEA tirpalais impregnuotų kaupiklių azoto dioksido koncentracijos nustatymo santykinė paklaida

Fig. 4. Relative error of passive samplers impregnated with different concentrations of TEA solutions used for determination of nitrogen dioxide concentration

Dideles paklaidas ir mažesnę rezultatą taip pat gavo ir mokslininkai R. Hamilton ir M. Heal (2004), tyrinėdami 50 % koncentracijos vandeninį TEA tirpalą. Tuo tarpu azoto dioksido, nustatyto indikatoriniu metodu, leistina neapibrėžties vertė yra 25 % (Europos parlamento... 2008). Remiantis šių eksperimentinių tyrimų rezultatais nustatyta, kad 30 % ir 50 % TEA vandeniniai tirpalai tolesniems tyrimams netinkami.

Siekiant įvertinti 5 % TEA vandeninio tirpalo tinkamumą azoto dioksidui nustatyti pasyviaisiais kaupikliais, vertintas pasyviojo kaupiklio rodytų kitimas tiriamųjų koncentracijų intervale. Šį kitimą apibūdinantis ryšys yra stiprus, o jį geriausiai aproksimuojanti forma yra tiesinė (5 pav.).

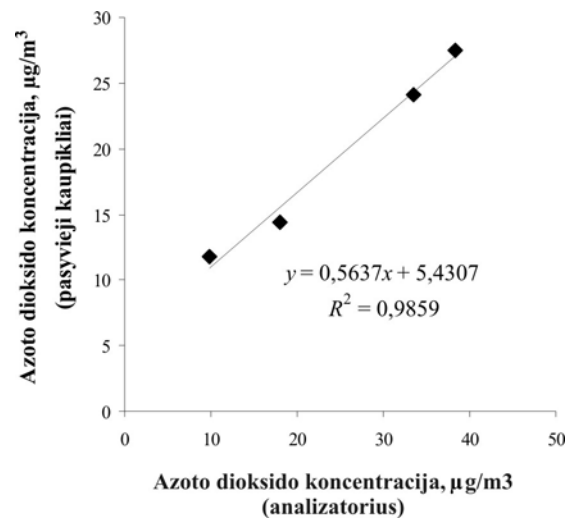
Remiantis gautais azoto dioksido tyrimų rezultatais galima teigti, kad tarp pasyviųjų kaupiklių ir analizatoriaus rodytų stebima tiesinė priklausomybė, tirtų šio teršalo koncentracijų intervale (10–45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Regresinės analizės rezultatai pateikti 5 pav. Šio ryšio daugiamatis regresijos koeficientas $R = 0,993$, determinacijos koeficientas $R^2 = 0,986$.

Tyrinėjant 5 % ir 30 % koncentracijų TEA vandeniniais tirpalais impregnuotus pasyviuosius kaupiklius pastebėtas gana didelis rodytų skirtumas, todėl būtina atlikti eksperimentinius tyrimus naudojant tarpinius koncentracijų variantus, t. y. 10 % ir 20 %. 6 pav. pateikti 10 % ir 20 % TEA vandeniniais tirpalais impregnuotų pasyviųjų kaupiklių duomenys ir standartiniai nuokrypiai. Pasyviaisiais kaupikliais išmatuotos azoto dioksido koncentracijos

palygintos su vidutinėmis nuolatinio matavimo prietaisu užfiksuotomis koncentracijomis.

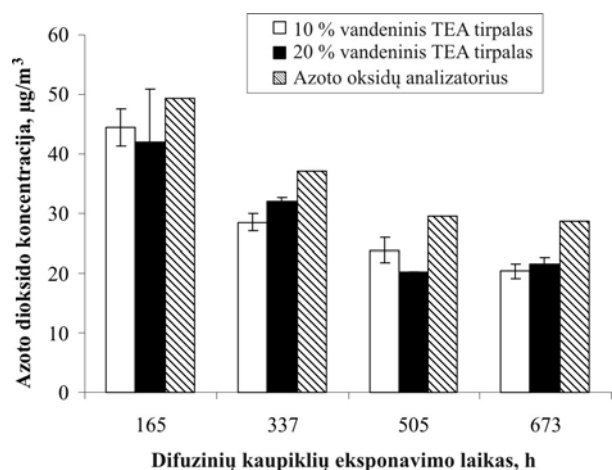
Tyrinėtų 10 % ir 20 % koncentracijų TEA vandeniniais tirpalais impregnuotų pasyviųjų kaupiklių duomenys, lyginant su azoto oksidų analizatoriaus duomenimis, neviršijo 25 % neapibrėžties. Santykinės paklaidos 10 % ir 20 % koncentracijų TEA vandeninių tirpalų atitinkamai buvo 20 % ir 21 %.

C. Kirby (2000) su kolegomis taip pat tyrinėjo 10 %, 20 % ir 50 % vandeninius TEA tirpalus. Atlikę tyrimus jie siūlė naudoti 10 % ir 20 % trietanolamino kon-



5 pav. Azoto dioksido koncentracijų, išmatuotų taikant difuzinius kaupiklius ir chemiliuminescencinį analizatorių, palyginimas

Fig. 5. Comparison of measurements of nitrogen dioxide with diffusive samplers and chemiluminescence analyzer



6 pav. 10 % ir 20 % TEA vandeniniais tirpalais impregnuotų difuzinių kaupiklių rodytų ir standartiniai nuokrypiai ir analizatoriumi išmatuota vidutinė NO_2 koncentracija

Fig. 6. Indication and standard deviations of diffusive samplers impregnated with 10 % and 20 % aqueous TEA solutions and average NO_2 concentration measured with analyzer

centracijas, nes 50 % koncentracijos impregnavimo tirpalas lėmė gerokai mažesnes azoto dioksido koncentracijas nei nuolatinio matavimo prietaisais.

Išvados

1. Atlikus eksperimentinius tyrimus nustatyta, kad 30 % ir 50 % koncentracijų vandeniniai TEA tirpalai netinka naudoti azoto dioksido matavimams pasyviaisiais kaupikliais.
2. Tarp azoto dioksido koncentracijų, nustatytų pasyviaisiais kaupikliais, impregnuotais 5 % vandeniniu TEA tirpalu, ir analizatoriaus rodymų stebima tiesinė priklausomybė esant 10–45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ azoto dioksido koncentracijoms.
3. Tyrinėti 10 % ir 20 % vandeniniai TEA tirpalai taip pat parodė vidutinę 21 % santykinę paklaidą, o tai yra mažiau nei leistina pagal Europos Sąjungos direktyvą (2008/50/EB) neapibrėžtis – 25 %, nustatant koncentraciją indikatoriniu metodu.

Literatūra

- Alvare, R.; Weilenmann, M.; Favez, J. Y. 2008. Evidence of increased mass fraction of NO_2 within real-work NO_x emissions of modern light vehicles – derived from a reliable on line measuring method, *Atmospheric Environment* 42: 4699–4707. doi:10.1016/j.atmosenv.2008.01.046
- Aoyama, T.; Yashiro, T. 1983. Analytical study of low-concentration gas. IV. Investigation of reaction by trapping nitrogen dioxide in air using the triethanolamine method, *Journal of Chromatography* 265: 69–78. doi:10.1016/S0021-9673(01)96699-3
- Baltrėnas, P.; Vaitiekūnas, P.; Vasarevičius, S.; Jordaneh, S. 2008. Automobilių išmetamų dujų sklaidos modeliavimas, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 16(2): 65–75. doi:10.3846/1648-6897.2008.16.65-75
- Cape, J. N. 2005. *Review of the use of passive diffusion tubes for measuring concentrations of nitrogen dioxide in air*, Project Client: Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra), UK. Project Title: Acid Deposition Processes – variation NO_2 diffusion tubes. 46 p.
- Cox, R. M. 2003. The use of passive sampling to monitor forest exposure to O_3 , NO_2 and SO_2 : a review and some case studies, *Environmental Pollution* 126: 301–311. doi:10.1016/S0269-7491(03)00243-4
- De Santis, F.; Allegrini, I.; Bellagotti, R.; Vichi, F.; Zona, D. 2006. Development and field evaluation of new diffusive sampler for hydrogen sulfide in the ambient air, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 384: 897–901. doi:10.1007/s00216-005-0141-3
- Europos parlamento ir tarybos direktyva 2008/50/EB 2008 m. gegužės 21 d. dėl aplinkos oro kokybės ir švaresnio oro Europoje. L152/44.
- Glasius, M.; Carlsen, M. F.; Hansen, T. S.; Lohse, C. 1999. Measurements of nitrogen dioxide on Funen using diffusion tubes, *Atmospheric Environment* 33: 1177–1185. doi:10.1016/S1352-2310(98)00285-4
- Gold, A. 1977. Stoichiometry of nitrogen dioxide determination in triethanolamine trapping solution, *Analytical Chemistry* 49: 1448–1450. doi:10.1021/ac50017a039
- Hamilton, R. P.; Heal, M. R. 2004. Evaluation of method of preparation of passive diffusion tubes for measurement of ambient nitrogen dioxide, *Journal of Environmental Monitoring* 6: 12–17. doi:10.1039/b311869j
- Helaleh, M. I. H.; Ngudiwaluyo, S.; Korenaga, T.; Tanaka, K. 2002. Development of passive sampler technique for ozone monitoring. Estimation of indoor and outdoor ozone concentration, *Talanta* 58: 649–659. doi:10.1016/S0039-9140(02)00375-2
- Ferm, M.; Svanberg, P. A. 1998. Cost-efficient techniques for urban- and background measurements of SO_2 and NO_2 , *Atmospheric Environment* 32(8): 1377–1381.
- Kirby, C.; Fox, M. Waterhouse, J. 2000. Reliability of nitrogen dioxide passive diffusion tubes for ambient measurement: *in situ* properties of the triethanolamine absorbent, *Journal of Environmental Monitoring* 2: 307–312. doi:10.1039/b003124k
- Kot-Wasik, A.; Zabiegała, B.; Urbanowicz, M.; Dominiak, E.; Wasik, A.; Namieśnik, J. 2007. Advances in passive sampling in environmental studies, *Analytica Chimica Acta* 602: 141–163. doi:10.1016/j.aca.2007.09.013
- Krupa, S. V.; Legge, A. H. 2000. Passive sampling of ambient, gaseous air pollutants: an assessment from an ecological perspective, *Environmental Pollution* 107: 31–45. doi:10.1016/S0269-7491(99)00154-2
- Laurinavičienė, D. 2008. Nitrogen dioxide concentrations and their relation with meteorological conditions and some environmental factors in Kaunas, *Environmental Research, Engineering and Management* 1(43): 21–27.
- Levaggi, D. A.; Siu, W.; Feldstein, M.; Kothny, E. L. 1972. Quantitative separation of nitric oxide from nitrogen dioxide at atmospheric concentration ranges, *Environmental Science Technology* 6: 250–252. doi:10.1021/es60062a002
- Massman, W. J. 1998. A review of molecular diffusivities of H_2O , CO_2 , CH_4 , CO , O_3 , SO_2 , NH_3 , N_2O , NO ir NO_2 in Air, O_2 and N_2 near STP, *Atmospheric Environment* 36(6): 1111–1127. doi:10.1016/S1352-2310(97)00391-9
- Namieśnik, J.; Zabiegała, B.; Kot-Wasik, A.; Partyka, M.; Wasik, A. 2005. Passive sampling and/or extraction techniques in environmental analysis: a review, *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 381: 279–301. doi:10.1007/s00216-004-2830-8
- Seethapathy, S.; Górecki, T.; Li, X. 2008. Passive sampling in environmental analysis, *Journal of Chromatography* 1184: 234–253. doi:10.1016/j.chroma.2007.07.070
- Tang, H.; Lau, T.; Brassard, B.; Cool, W. 1999. A new all-season passive sampling system for monitoring NO_2 in air, *Field Analytical Chemistry Technology* 3: 338–345. doi:10.1002/(SICI)1520-6521(1999)3:6<338::AID-FACT3>3.0.CO;2-U
- Thijsse, T. R.; Duyzer, J. H.; Verhagen, H. L. M.; Wyers, G. P.; Wayers, A.; Möls, J. J. 1998. Measurement of ambient ammonia with diffusion tube samplers, *Atmospheric Environment* 32(3): 333–337. doi:10.1016/S1352-2310(97)00278-1
- Valuntaitė, V.; Šerevičienė, V.; Girgždienė, R. 2009. Ozone concentration variations near high-voltage transmission lines, *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 17(1): 28–35. doi:10.3846/1648-6897.2009.17.28-35
- Van Reeuwijk, H.; Fischer, P. H.; Harsema, H.; Briggs, D. J.; Smallbone, K.; Lebret, E. 1998. Field comparison of two

NO₂ passive samplers to assess spatial variation, *Environmental Monitoring and Assessment* 50: 37–51.
[doi:10.1023/A:1005703722232](https://doi.org/10.1023/A:1005703722232)

THE INFLUENCE OF ABSORBENT SOLUTION ON THE EFFECTIVENESS OF PASSIVE DIFFUSIVE SAMPLERS

V. Šerevičienė, V. Valuntaitė, D. Paliulis

Abstract

The method of applying passive diffusive samplers for research on air quality is simple, easy enough and requires no electricity. The operating principle of almost all passive samplers is based on chemical reactions taking place on absorbent (impregnated filter or grid). The pollutant absorption mechanism is based on passive diffusion through the gas diffusion layer to absorbent.

The diffusion process can be explained by first Fick's law described as a free movement of gases from the ambient air to a passive sampler. This movement depends on pollutant gradient. The aim of this paper is to analyse the influence of an impregnating solution on the efficiency of diffusive samplers. The object of the study covers the triethanolamine (TEA) aqueous solutions of 5%, 10%, 20%, 30% and 50%. The results obtained showed that 30% and 50% aqueous solution gave 68% and 89% relative error making the true meaning of the oxides of nitrogen analyzer testimony. Data on the passive samplers impregnated with TEA aqueous solutions having concentrations of 5%, 10% and 20% are within definite 25% uncertainty established by the European Union Directives.

Keywords: nitrogen dioxide, diffusive sampler, impregnating solution, triethanolamine.