

IEKŠTELPU GAISA MIKROBIOLOĢISKĀ PIESĀRŅOJUMA IZVĒRTĒJUMS IZGLĪTĪBAS IESTĀDĒ INDOOR AIR MICROBIOLOGICAL CONTAMINATION ASSESSMENT EDUCATION INSTITUTION

Kristīne Sproģe, e-pasts: pixis@inbox.lv

Zinātniskā darba vadītāja: **Dr. biol. Rasma Tretjakova**, e-pasts: Rasma.Tretjakova@rta.lv
Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmija, Inženieru fakultāte, Atbrīvošanas aleja 115, Rēzekne

Abstract. *The indoor environmental quality issue in the educational institution is updated in the paper. All people are exposed to indoor air microbial contamination exposure. As an educational institution for several years children spend up to 1/3 of each working day, it is very important to create a regulatory compliant, healthy and comfortable environment, which would not have any adverse impact on the state of health and labor.*

Keywords: *air microbiological testing, biological pollution, indoor air quality.*

Ievads

Iekštelpu vide aptver visu sabiedrību – gan privātajās, gan sabiedriskajās ēkās, t.i., skolās, aprūpes centros, birojos, kā arī atpūtas vietās. Visi cilvēki ir pakļauti iekštelpu gaisa mikrobioloģiskā piesārņojuma iedarbībai [7]. Slikta gaisa kvalitāte telpās var būt īpaši kaitīga jutīgiem cilvēkiem, piemēram, bērniem, veciem cilvēkiem un cilvēkiem ar sirds un asinsvadu slimībām, kā arī hroniskām elpceļu slimībām, piemēram, astmu [6]. Zinātnieki veicot pētījumus, konstatē, ka līdz šim ietekme no riska faktoriem, kas rodas no pakļaušanās bioloģiskajam piesārņojumam iekštelpu gaisā, ir daudz mazāk pētīta nekā āra piesārņojums [3]. Portugāļu zinātnieki uzsver, ka dažas valstis sponsorē valsts mēroga programmas skolas ēku rehabilitācijai, ar mērķi novērtēt ietekmi uz iekštelpu skolu ēku vides kvalitāti [1]. Veselības traucējumi gan skolēniem, gan izglītības iestādē strādājošajam personālam ir lielākoties saistīti ar iekštelpu vidi [2]. Zinātniskā darba mērķis - veikt iekštelpu gaisa mikrobioloģiskā piesārņojuma izvērtējumu un izvērtēt ventilācijas sistēmas nepieciešamību bioloģiskā piesārņojuma novēršanai izglītības iestādē. Normatīvu prasības nosaka regulāri vēdināt telpas, kurās nav ierīkota mehāniskā ventilācija, tas ir, mācību telpu pēc katras mācību stundas vēdina vismaz 10 minūtes (ziemā – vismaz 5 minūtes) [5]. Nepieciešams izvērtēt optimālo mācību telpas vēdināšanas režīmu un ilgumu, radot normatīvu prasībām atbilstošu, veselīgu un komfortablu vidi, kas neatstātu nelabvēlīgu iespaidu uz cilvēku veselības stāvokli un darbaspējām.

Materiāli un metodes

Gaisa paraugi ņemti uz vienreizējām barotnēm (Tryptic Soy Agar – nosaka kopējās baktērijas un Sabouraud Dextrose – nosaka pelējumus un raugus) ar M-Air-T Milipore gaisa testerī sūknējot 100 l gaisa (sk.1.attēlu). Katrā izvēlētajā telpā tiek ņemti 4 gaisa paraugi: pēc mācību stundas (logi, durvis aizvērtas), pēc 5 minūšu vēdināšanas, pēc 10 minūšu vēdināšanas un pēc 20 minūšu vēdināšanas, tiek mērīta gaisa temperatūra pie katra parauga ņemšanas. Telpas tiek vēdinātas dažādos veidos, variējot ar logiem un durvīm. Gaisa paraugi Sabouraud Dextrose barotnēs tiek inkubēti Rēzeknes Tehnoloģiju akadēmijas Mikrobioloģijas laboratorijā Memmert inkubatorā 120 h 25°C temperatūrā, bet Tryptic Soy Agar 120 h 22,5°C. Kolonijas tiek skaitītas ar Funke Gerber koloniju skaitītāju (sk.2.attēlu). Eksperimenta beigās barotnes tiek utilizētas Fedegari autoklāvā – 2 atmosfēras spiediena un 180°C temperatūras ietekmē.



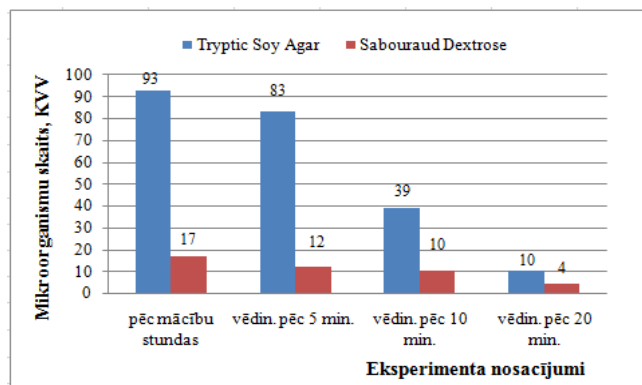
1. attēls M-Air-T Milipore gaisa testeris, vienreizējas barotnes, termometrs, dezinfekcijas salvetes



2. attēls Mikroorganismu koloniju saskaitīšanas process ar Funke Gerber koloniju skaitītāju

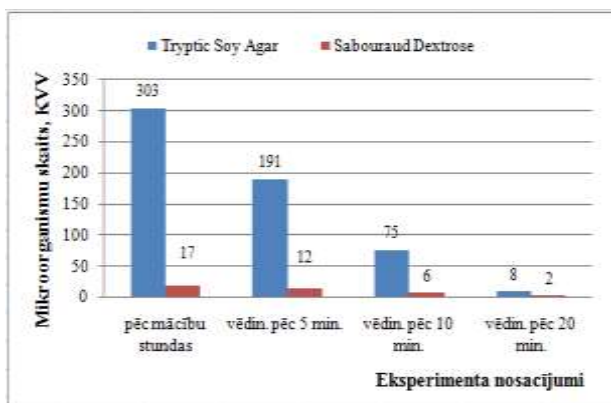
Rezultāti un to izvērtējams

Veicot gaisa mikrobioloģisko testēšanu un analīzi Lubānas vidusskolas 3. stāva 2. klases mācību telpā pirms un pēc klašu vēdināšanas, pētījuma rezultāti - kopējais baktēriju skaits, pelējumu un raugu skaits ir attēlots 3., 4., 5., 6., 7. attēlā. Gaisa mikrobioloģiskās testēšanas rezultātā 3. attēlā ir redzams, ka kopējais baktēriju skaits 09.01.2015. pēc mācību stundas sasniedz 93 KVV, bet pelējumu un raugu skaits ir 17 KVV, kas 2 reizes pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot 2. klases kabineta telpu ar aizvērtām durvīm un ar 2 daļēji atvērtiem logiem 5 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās līdz 83 KVV, pelējumu un raugu skaits samazinās līdz 12 KVV, vēdinot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 2,4 reizes līdz 39 KVV, pelējumu un raugu skaits samazinās līdz 10 KVV, bet pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu [4].



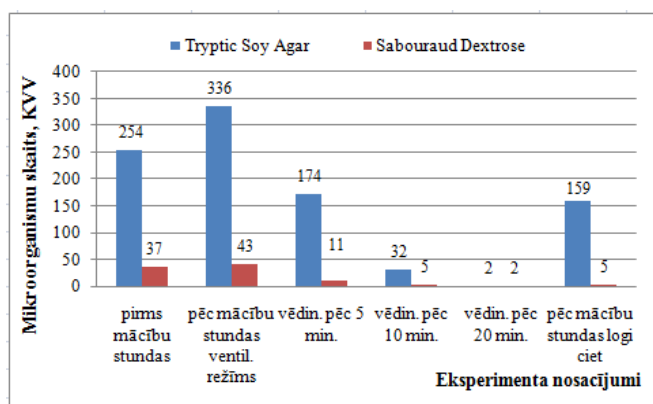
3. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis aizvērtas, 2 logi daļēji atvērti 09.01.2015.

Salīdzinājumā ar sākotnējo mikroorganismu skaitu, kas ir, noteikts uzreiz pēc mācību stundas, un, vēdinot 2. klases telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 9 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 4 reizes, kas nepārsniedz rekomendējamo pelējumu un raugu normatīvo lielumu 8 KVV [4].



4. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis aizvērtas, 1 logs pilnā atvērumā 12.01.2015.

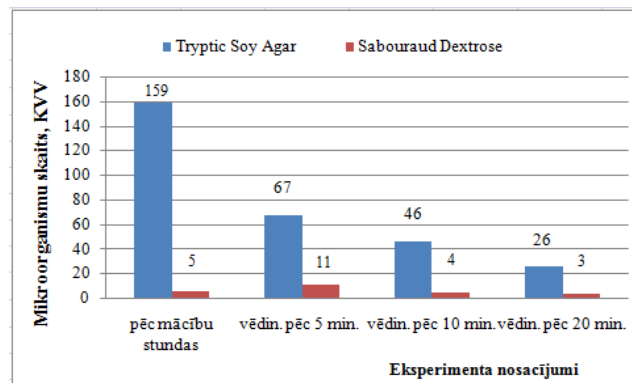
4. attēlā grafiski noformēti gaisa mikrobioloģiskie pētījuma rezultāti 12.01.2015. un ir konstatēts, pirms pēc mācību stundas kopējais baktēriju skaits sasniedz 303 KVV, bet pelējumu un raugu skaits ir 17 KVV, kas 2 reizes pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Salīdzinājumā ar sākotnējo mikroorganismu skaitu, noteikts, ka 2. klases kabineta telpas vēdināšana ar aizvērtām durvīm un ar 1 logu pilnā atvērumā 5 minūtes, samazina kopējo baktēriju skaitu līdz 191 KVV, pelējumu un raugu skaitu samazina līdz 12 KVV, savukārt vēdinot telpu 10 minūtes kopējais baktēriju skaits būtiski samazinās 4 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 3 reizes, nepārsniedzot rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV, vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 38 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 9 reizes.



5. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis aizvērtas, 2 logi pilnā atvērumā 16.02.2015

Gaisa mikrobioloģiskās testēšanas rezultāti 16.02.2015. ir atspoguļoti 5. attēlā. Gaisa paraugā, kas tika paņemts pirms pirmās mācību stundas, kopējais baktēriju skaits sasniedz 245 KVV, pelējumu un raugu skaits ir 37 KVV, rekomendējamo normatīvo lielumu [4] pārsniedzot 5 reizes. Savukārt, izanalizējot gaisa paraugu pēc pirmās mācību stundas, kur plastika logi tika atstāti uz ventilācijas režīmu, kopējais baktēriju skaits nedaudz paaugstinājās līdz 336 KVV, pelējumu un raugu skaits arī nedaudz paaugstinās līdz 43 KVV. Salīdzinājumā ar sākotnējo mikroorganismu skaitu pēc mācību stundas un, vēdinot 2. klases kabineta telpu ar aizvērtām durvīm un 2 pilnā atvērumā logiem 5 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 2 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 4 reizes, bet pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 11 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 8 reizes līdz 5 KVV, nepārsniedzot rekomendējamo normatīvo lielumu [4]. Vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits ļoti būtiski samazinās 168 reizes

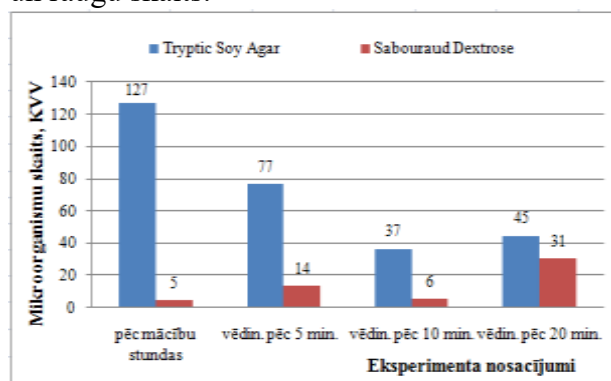
līdz 2 KVV, pelējumu un raugu skaits būtiski samazinās 22 reizes. Savukārt, pēc mācību stundas, kad visi logi ir ciet, salīdzinot ar klases 20 minūšu vēdināšanu, uzreiz ir acīmredzama kopējo baktēriju paaugstināšanās līdz 159 KVV, pelējumu un raugu skaits arī paaugstinās 2,5 reizes no 2 KVV līdz 5 KVV.



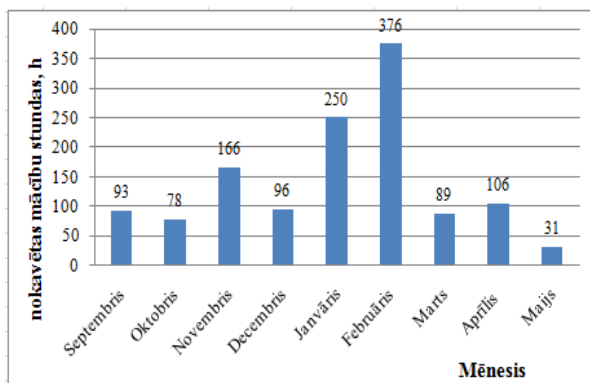
6. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis atvērtas, 1 logs daļēji atvērts
16.02.2015

Turpinot eksperimentu 16.02.2015. un, pamatojoties uz datiem par gaisa kvalitāti pēc mācību stundas, ka arī, apkopojot tos 6. attēlā, noskaidrots, ka, vēdinot 2. klases kabinetu jau ar atvērtām durvīm un 1 logu, kas ir daļēji atvērts, kopējais baktēriju skaits samazinās 2 reizes līdz 67 KVV, pelējumu un raugu skaits palielinās 2 reizes līdz 11 KVV. Vēdinot telpu 10 minūtes ar atvērtām durvīm, kopējais baktēriju skaits nebūtiski samazinājās līdz 46 KVV, pelējumu un raugu skaits samazinājās līdz 4 KVV, bet, vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 6 reizes, pelējumu un raugu skaits nebūtiski samazinās līdz 3 KVV.

Gaisa mikrobioloģiskās testēšanas rezultātā 7. attēlā ir atspoguļots, ka kopējais baktēriju skaits 16.02.2015. pēc mācību stundas sasniedz 127 KVV, bet pelējumu un raugu skaits ir 5 KVV, kas nepārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot 2. klases kabineta telpu 5 minūtes ar atvērtām durvīm un ar 1 logu, kas ir pilnīgi atvērts, noteikts, ka kopējais baktēriju skaits samazinās līdz 77 KVV, pelējumu un raugu skaits palielinās 3 reizes līdz 14 KVV, pārsniedzot rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV [4]. Vēdinot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 3,4 reizes līdz 37 KVV, pelējumu un raugu skaits palielinās no 5 KVV līdz 6 KVV. Vēdinot telpu 20 minūtes, kopējais baktēriju skaits, salīdzinot ar skaitu pēc mācību stundas, samazinās 3 reizes, bet palielinās, ja salīdzina ar telpas vēdināšanu 10 minūtes, pelējumu un raugu skaits būtiski palielinājies 6 reizes, kas izskaidrojams ar to, ka caurvēja izraisīšana un klases telpas vēdināšana ar atvērtām durvīm un pilnīgi atvērtu logu negatīvi ietekmē un nenodrošina atbilstošu gaisa kvalitāti, ka arī, vēdinot telpu ilgāku laiku, būtiski palielinās pelējumu un raugu skaits.

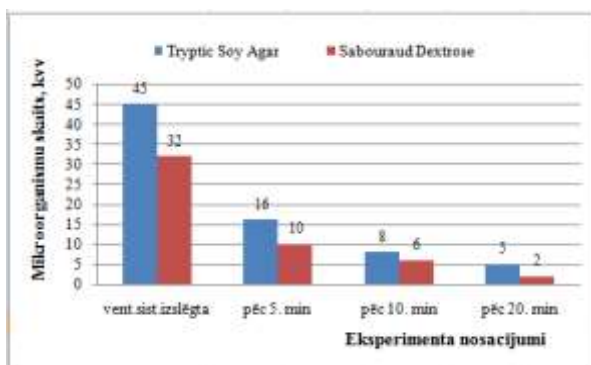


7. attēls 2. klases kabineta vēdināšana - durvis atvērtas, 1 logs pilnā atvērumā
16.02.2015



8. attēls 2. klases skolēnu nokavētās mācību stundas slimības dēļ

8. attēlā ir atspoguļota 2. klases skolēnu slimošanas dinamika. No grafikiem var redzēt, ka janvārī un februārī ir visvairāk nokavēto mācību stundu slimības dēļ, ko varētu izskaidrot ne tikai ar auksto ziemas laiku, bet arī ar zemas kvalitātes gaisu telpā, kurai nav ventilācijas sistēmas un vēdināšana netiek nodrošināta.



9. attēls V/SIA „ZMNĪ” telpa ar ventilācijas sistēmu

Lai novērtētu gaisa mikrobioloģisko kvalitāti ar ventilācijas sistēmu, V/SIA „ZMNĪ” (Zemkopības ministrijas nekustamie īpašumi, Rēzeknē) 18.09.2015. tika analizēti gaisa paraugi uz kopējām baktērijām, pelējumiem un raugiem pie dažādiem eksperimenta nosacījumiem. No 9. attēla redzams, ka V/SIA „ZMNĪ” telpā ar ventilācijas sistēmu, kas ir izslēgta, kopējais baktēriju skaits nav augsts un sasniedz 45 KVV salīdzinājumā ar 2. klases telpu pirms mācību stundām, bet pelējumu un raugu skaits 4 reizes pārsniedz rekomendējamo normatīvo lielumu 8 KVV. Salīdzinot mikroorganisma skaitu ar izslēgto ventilācijas sistēmu, noskaidrots, ka, ieslēdzot ventilācijas sistēmu uz 5 minūtēm, kopējais baktēriju skaits samazinās 3 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 3 reizes. Ventilējot telpu 10 minūtes, kopējais baktēriju skaits samazinās 6 reizes, pelējumu un raugu skaits samazinās 5 reizes. Ieslēdzot ventilācijas sistēmu uz 20 minūtēm, kopējais baktēriju skaits būtiski samazinās 9 reizes, pelējumu un raugu skaits 16 reizes.

Secinājumi

1. Optimāli mācību telpas vēdināšanas režīmi ir 10 un 20 minūtes ar aizvērtām durvīm un daļēji vai pilnīgi atvērtiem logiem. Telpas vēdināšana būtiski ietekmē bioloģiskā piesārņojuma mazināšanos un gaisa kvalitātes paaugstināšanu.
2. Plastika logu ventilācijas režīms bez telpas kopējas ventilācijas sistēmas, nav efektīvs un nespēj nodrošināt stabilu un veselībai drošu gaisa mikrobioloģisku kvalitāti.
3. Nav lietderīgi un efektīvi vēdināt telpu ar atvērtām durvīm un logiem, jo tas izraisa caurvēju un mikroorganismu papildus pieplūdi no gaitenēm.

4. 2. klases skolēnu saslimšanas skaits ir lielāks apkures sezonā - janvārī un februārī.
5. Telpā ar ventilācijas sistēmu, optimālie ventilācijas ieslēgšanas laiki ir no 10-20 minūtēm. Ventilācijas sistēma telpā būtiski uzlabo gaisa kvalitātes paaugstināšanu un mikrobioloģiskā piesārņojuma samazināšanu.

Summary

The goal of scientific work - to make indoor air contamination of microbial assessment and evaluate the need for ventilation systems biological pollution prevention education. Air samples was taken with a single culture medium (Tryptic Soy Agar - determine the total bacteria and Sabouraud Dextrose - down molds and yeasts), M-Air-T Milipore tester air was pumped to the feeds of air to 100 liters. Air samples was taken for analyze the total bacteria and molds, yeasts. Each selected a room was taken 4 air samples: after the lesson (windows, doors closed), after 5 minutes of ventilation, after 10 minutes of ventilation, and after 20 minutes of ventilation, as well as air temperature was determined at each air sampling. Space being ventilated in different ways, varying with the windows and doors. It is recommended in the Lubanas educational institution from 10 to 20 minutes to ensure ventilation with the closed doors and completely or partially open windows. Recommended in this educational institution to set common ventilation system, and hour breaks turn it from 10 to 20 minutes, as well as to ensure control, cleaning of ventilation system and operation in accordance with the rules.

Literatūra

1. Almeida, R., M., S., F., Freitas, V., P. Indoor environmental quality of classrooms in Southern European climate. *Energy and Buildings*. October 2014., Vol. 81, p. 127-140. Sk.Internetā (20.10.2015.) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778814005027>
2. Fowler, J. Indoor environmental quality within an elementary school: Measurements of *Felis domesticus* I, *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farine* I, and *Blatella germanica* in carpeting. Sk. Internetā (22.10.2015.) <http://scholarcommons.usf.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2967&context=etd>
3. Madureira, J., Paciência, I., Rufo, J., C., Pereira, C., Teixeira, J., P., Fernandes, E., O. Assessment and determinants of airborne bacterial and fungal concentrations in different indoor environments: Homes, child day-care centres, primary schools and elderly care centres. *Atmospheric Environment*. May 2015., Vol. 109, p. 139-146. Sk.Internetā (20.10.2015.) <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231015002502>
4. Darba drošības un veselības institūts. RSU aģentūra. Darba drošības un veselības aizsardzības prasības, saskaroties ar bioloģiskiem aģentiem darba vidē. 2011. lpp.16.
5. Higiēnas prasības vispārējās pamatizglītības, vispārējās vidējās izglītības un profesionālās izglītības iestādēm. <http://likumi.lv/doc.php?id=69952>, sk. 16.01.2015.
6. Iekštelpu gaisa kvalitāte: riska novērtēšana, iekštelpu gaisa kvalitātes vadlīnijas - izvēlētiem piesārņotājiem. <http://www.vi.gov.lv/lv/vides-veselibu/gaiss/iekstelpu-gaiss/iekstelpu-gaisa-kvalitate>, sk. 16.01.2015.
7. Влияние на здоровье человека состава воздуха жилых и общественных помещений. <http://siblec.ru/index.php?dn=html&way=bW9kL2h0bWwvY29udGVudC81c2VtL2NvdXJzZTM4L3RlYWfMTgwaHRt>, sk. 16.01.2015