



**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ“ - ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**

**UNIVERSITY GOCE DELCEV - STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

UDC: 622:55:574:658

ISSN: 1857-6966

Природни ресурси и технологии Natural resources and technology

**Број 2
No 2**

**Година 15
Volume XV**

**Декември 2021
December 2021**

**УНИВЕРЗИТЕТ „ГОЦЕ ДЕЛЧЕВ” – ШТИП
ФАКУЛТЕТ ЗА ПРИРОДНИ И ТЕХНИЧКИ НАУКИ**



**Природни ресурси и технологии
Natural resources and technologies**

**декември 2021
December 2021**

**ГОДИНА 15
БРОЈ 2**

**VOLUME XV
NO 2**

**UNIVERSITY “GOCE DELCEV” – STIP
FACULTY OF NATURAL AND TECHNICAL SCIENCES**

ПРИРОДНИ РЕСУРСИ И ТЕХНОЛОГИИ
NATURAL RESOURCES AND TECHNOLOGIES

За издавачот

Проф. д-р Зоран Десподов

Издавачки совет

Проф. д-р Блажо Боев
Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Лилјана Колева - Гудева
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Тодор Серафимовски
Проф. д-р Војо Мирчовски
Проф. д-р Тена Шијакова - Иванова
Проф. д-р Соња Лепиткова
Проф. д-р Гоше Петров
Проф. д-р Кимет Фетаху,
(Политехнички универзитет во Тирана, Р.Албанија)
Проф. д-р Ивајло Копрев,
(МГУ Софија, Р. Бугарија)
Проф. д-р Никола Лилиќ,
(Универзитет во Белград, Р. Србија)
Проф. д-р Јоже Кортник
Универзитет во Љубљана, Р. Словенија
Проф. д-р Даниела Марасова,
(Технички универзитет во Кошице, Р. Словачка)

Editorial board

Prof. Blazo Boev, Ph.D
Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Liljana Koleva - Gudeva, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Todor Serafimovski, Ph.D
Prof. Vojo Mircovski, Ph.D
Prof. Tena Sijakova - Ivanova, Ph.D
Prof. Sonja Lepitkova, Ph.D
Prof. Gose Petrov, Ph.D
Prof. Kimet Fetahu, Ph.D
R. Albania
Prof. Ivajlo Koprev, Ph.D
R. Bulgaria
Prof. Nikola Lilik, Ph.D
R. Srbija
Prof. Joze Kortnik, Ph.D
R. Slovenia
Prof. Daniela Marasova, Ph.D
R. Slovacka

Редакциски одбор

Проф. д-р Зоран Десподов
Проф. д-р Зоран Панов
Проф. д-р Борис Крстев
Проф. д-р Мирјана Голомеова
Проф. д-р Благој Голомеов
Проф. д-р Дејан Мираковски
Проф. д-р Николинка Донева
Проф. д-р Марија Хаци - Николова

Editorial staff

Prof. Zoran Despodov, Ph.D
Prof. Zoran Panov, Ph.D
Prof. Boris Krstev, Ph.D
Prof. Mirjana Golomeova, Ph.D
Prof. Blagoj Golomeov, Ph.D
Prof. Dejan Mirakovski, Ph.D
Prof. Nikolinka Doneva, Ph.D
Prof. Marija Hadzi - Nikolova, Ph.D

Главен и одговорен уредник

Проф. д-р Афродита Зенделска

Managing & Editor in chief

Prof. Afrodita Zendelska, Ph.D

Јазично уредување

Весна Ристова
(македонски јазик)

Language editor

Vesna Ristova
(macedonian language)

Техничко уредување

Славе Димитров

Technical editor

Slave Dimitrov

Редакција и администрација

Универзитет „Гоце Делчев“ - Штип
Факултет за природни и технички науки
ул. „Гоце Делчев“ 89, Штип
Република Северна Македонија

Address of the editorial office

Goce Delcev University - Stip
Faculty of Natural and Technical Sciences
Goce Delcev 89, Stip
Republic of North Macedonia

С о д р ж и н а / C o n t e n t s

Благој Голомеов, Афродита Зенделска, Мирјана Голомеова ОСКУЛТАЦИЈА НА ДРЕНАЖНИОТ СИСТЕМ НА ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР. 3.2 И ХИДРОЈАЛОВИШТЕ БР. 4 НА РУДНИК САСА – М. КАМЕНИЦА ЗА 2020 ГОДИНА Vlagoj Golomeov, Afrodita Zendelska, Mirjana Golomeova MONITORING OF DRAINAGE SYSTEM OF TAILING DAM No 3.2 AND TAILING DAM No 4 MINE SASA – M. KAMENICA FOR 2020	5
Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски, Афродита Зенделска, Николинка Донева ЕКОЛОШКИ ПРИФАТЛИВИ ТЕХНИКИ ЗА ОДЛАГАЊЕ НА ФЛОТАЦИСКА ЈАЛОВИНА ВО СТАРИ ПОВРШИНСКИ КОПОВИ Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski, Afrodita Zendelska, Nikolinka Doneva ENVIRONMENTALLY ACCERTABLE TECHNIQUES FOR TAILINGS DISPOSAL IN OLD OPEN PIT MINES	15
Елица Лазаревска, Марија Хаџи-Николова, Дејан Мираковски СИСТЕМ ЗА АНАЛИЗА И КЛАСИФИКАЦИЈА НА ЧОВЕЧКИОТ ФАКТОР ВО РУДАРСКАТА ИНДУСТРИЈА ВО МАКЕДОНИЈА Elica Lazarevska, Marija Hadzi-Nikolova, Dejan Mirakovski HUMAN FACTORS CLASSIFICATION AND ANALYSIS SYSTEM IN MINING INDUSTRY IN MACEDONIA	23
Иван Боев, Марко Берманец ГЕОЛОГИЈА, ПЕТРОЛОГИЈА И СТАРОСТ НА ПЕГМАТИТЕ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ АЛИНЦИ (СЕВЕРНА МАКЕДОНИЈА) Ivan Bоеv, Marko Bermanec GEOLOGY, PETROLOGY AND THE AGE OF PEGMATITES IN ALINCI LOCALITY (NORTH MACEDONIA)	33
Иван Боев ХЕМИСКИ СОСТАВ НА СРЕБРЕНИТЕ ТЕТРАДРАХМИ ОД ЛОКАЛИТЕТОТ ИСАР МАРВИНЦИ ОДРЕДЕН СО ПРИМЕНА НА SEM-EDS МЕТОДАТА Ivan Bоеv CHEMICAL COMPOSITION OF THE SILVER TETRADRACHMS FROM THE LOCALITY ISAR MARVINCI DETERMINED WITH THE APPLICATION OF THE SEM-EDS METHOD	43
Благица Донева АНАЛИЗА НА ПОДАТОЦИ И ИНТЕРПРЕТАЦИЈА НА СЕИЗМОГРАМ Vlagicа Doneva DATA ANALYSIS AND SEISMOGRAM INTERPRETATION	49
Дејан Мираковски, Марија Талеска Желческа, Марија Хаџи-Николова, Афродита Зенделска МЕРЕЊЕ НА МИРИЗБА СО СТАНДАРДНИ МЕТОДИ Dejan Mirakovski, Marija Taleska Zhelcheska, Marija Hadzi-Nikolova, Afrodita Zendelska STANDARD PROCEDURE OF ODOR MEASUREMENT	59
Ванчо Аџиски, Ванчо Наунов МЕТОДОЛОГИЈА ЗА ПРОЦЕНКА НА ИЗГОРЕНИ ОБЛАСТИ ПРЕДИЗВИКАНИ ОД ШУМСКИ ПОЖАРИ, КОРИСТЕЛЌКИ ПОДАТОЦИ ОД SENTINEL-2 САТЕЛИТОТ Vancho Adjiski, Vancho Naunov METHODOLOGY FOR ESTIMATION OF BURNED AREAS CAUSED BY WILDFIRES USING DATA FROM THE SENTINEL-2 SATELLITE	67

Крсте Тодоров, Дејан Крстев ОБРАБОТКА НА ПОДАТОЦИ СО КОРИСТЕЊЕ НА МАТЕМАТИЧКИ МОДЕЛИ ВО КОЖАРСКАТА ИНДУСТРИЈА Krste Todorov, Dejan Krstev DATA PROCESSING USING MATHEMATICAL MODELS IN LEATHER INDUSTRY	75
Ангела Велкова Крстев, Александар Крстев ВОДЕЧКИ ПРИНЦИПИ ЗА ИДЕН РАЗВОЈ ПРИ ПРОЕКТИРАЊЕ НА КЛИНИЧКА БОЛНИЦА Angela Velkova Krstev, Aleksandar Krstev GUIDING PRINCIPLES FOR FUTURE DEVELOPMENT WHEN DESIGNING A CLINICAL HOSPITAL	83
Ангела Велкова Крстев, Александар Крстев МУЛТИДИМЕНЗИОНАЛНИ ПРИДОБИВКИ ОД ПРОЕКТИРАЊЕ НА КЛИНИЧКИ БОЛНИЦИ СО ВОДЕЧКИ ПРИНЦИПИ ЗА ИДЕН РАЗВОЈ Angela Velkova Krstev, Aleksandar Krstev MULTIDIMENSIONAL BENEFITS FROM DESIGNING CLINICAL HOSPITALS WITH GUIDING PRINCIPLES FOR FUTURE DEVELOPMENT	93

МЕРЕЊЕ НА МИРИЗБА СО СТАНДАРДНИ МЕТОДИДејан Миравовски¹, Марија Талеска Желческа¹, Марија Хаџи-Николова¹, Афродита Зенделска¹¹ Факултет за природни и технички науки, Универзитет „Гоце Делчев“, Штип
dejan.mirakovski@ugd.edu.mk

Апстракт. Влијанието на миризбата врз човекот може да има потенцијални негативни ефекти и да предизвика здравствени проблеми. Заради тоа е потребно мерење на миризбата и постоење на законска регулатива за гранични вредности на миризба. Научните методи за мерење на миризба се базираат врз интернационални стандарди од кои најупотребуван е стандардот EN13725. Квалитет на воздух – одредување на концентрација на миризба со динамичка олфактометрија од Европскиот комитет за стандардизирање (CEN). Најчест параметар на миризба кој се одредува при мерењето на миризба е концентрација на миризба која се одредува со користење на инструмент наречен олфактометар. Концентрацијата на миризба може да се мери во строго контролирани лабораториски услови со помош на тренирани оценувачи на миризба и тогаш станува збор за лабораториска (динамичка, одложена) олфактометрија или се мери директно на терен со теренска (директна) олфактометрија. Во овој труд се прикажани резултати од мерење на миризба на фарма, со директна олфактометрија.

Клучни зборови: миризба, концентрација, олфактометрија, стандард, лабораториска, теренска

STANDARD PROCEDURE OF ODOR MEASUREMENTDejan Mirakovski¹, Marija Taleska Zhelcheska¹, Marija Hadzi-Nikolova¹, Afrodita Zendelska¹Faculty of Natural and Technical Sciences, Goce Delcev University, Stip, Macedonia
dejan.mirakovski@ugd.edu.mk

Abstract. Odor can have potential negative effects on human health and it can cause health problems. Because of the health issues it can cause there is a need of measuring odor and creating odor regulation. Scientific methods of odor measurement are based on international standards among which the most used standard is EN13725 Air quality-determination of odor concentration by dynamic olfactometry developed by European committee for standardization (CEN). The most common odor parameter is odor concentration and it is measured with an instrument called olfactometer. Odor concentration is determined in a controlled laboratory conditions with trained panelists by means of lab (dynamic, delayed) olfactometry or it is determined in the field by means of field (direct) olfactometry. In this paper is given an example of odor measurement in a farm with field olfactometry.

Key words: odor, concentration, olfactometry, standard, laboratory, field

1. Вовед

Миризбата претставува дразба што се појавува кога хемиски супстанции кои предизвикуваат миризба ги стимулираат рецепторите во назалната празнина [1]. Миризбите се препознаваат благодарение на меморијата за претходно примени миризби, што, од друга страна, ја прави перцепцијата за миризби високо субјективна. Степенот на реакција на миризба кај различни луѓе е различен и променлив. Реакцијата може да се темели на претходно искуство, поврзаност со предизвикувачот на миризба и осетливоста на поединецот. Временските услови како температура, влажност на воздухот и насока на ветерот, влијаат на испарувањето на одредени компоненти и го забавуваат или забрзуваат нивното преминување во гасовита фаза во која миризбата може да биде дисперзирана во насока на ветерот.

Најголем дел од миризбата што се прима од околината е повеќеслојна мешавина од миризби, компонентите што ја сочинуваат се во мали концентрации и во носот на човекот даваат комплексен ефект, што од друга страна, пак, доведува до тешкотија во одредувањето на регулатива за гранични вредности на миризба.

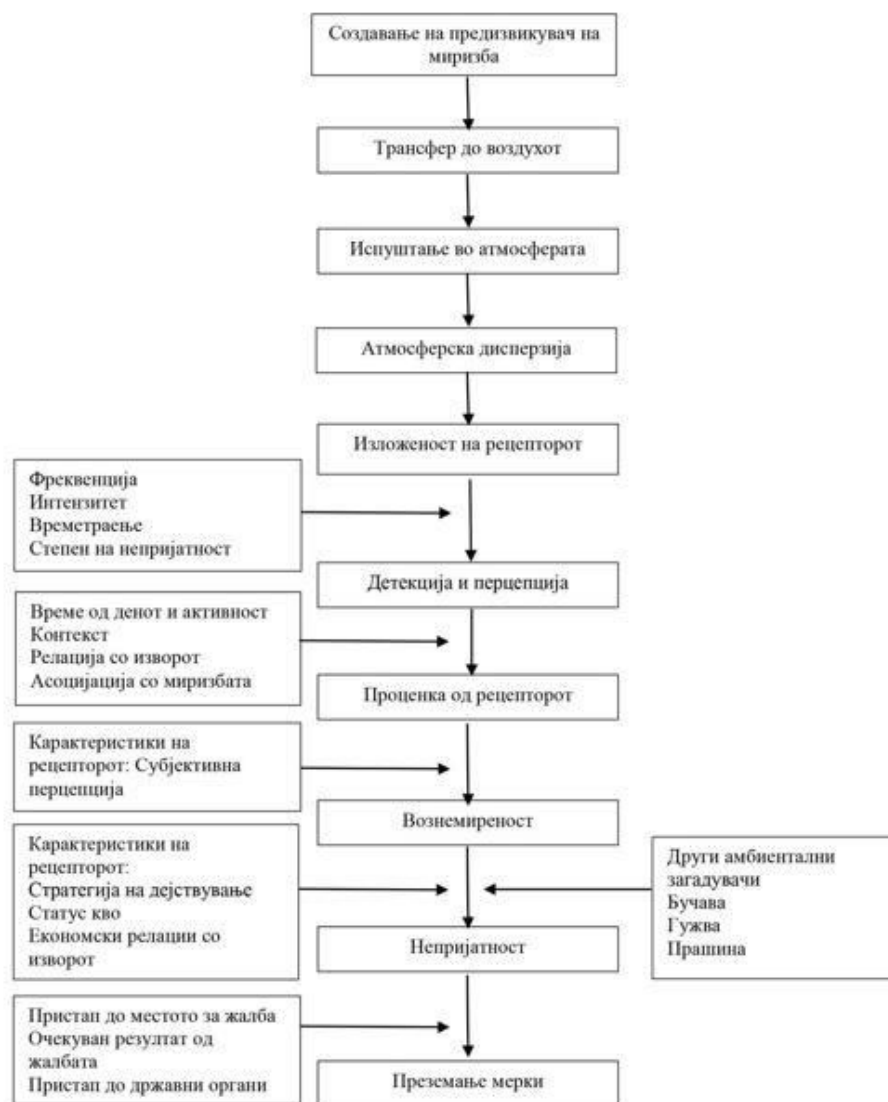
Ефектите на миризбата се комплексни и се движат од асоцијативни и психолошки до мерливи и физиолошки. Изложувањето на миризбата може да се разгледува од повеќе аспекти и влијанието врз човекот се движи од слабо влијание до сериозни здравствени проблеми. И покрај тоа, кога се дискутира

за миризбата повеќе се зборува за непријатното чувство што таа го предизвикува кога е присутна во амбиенталниот воздух, отколку за нејзиното влијание врз здравјето на луѓето. Изложувањето на емисии на миризба може да има потенцијални негативни ефекти врз луѓето и постои врска помеѓу штетните миризби кои потекнуваат од одредени ѓубрива и арски ѓубрива и ефекти врз здравјето на луѓето [2]. Од негативните ефекти најчесто се појавуваат иритации на очи, нос и грло, главоболки, вртоглавици, дијареја, засипнатост, воспалено грло, кашлица, стегање во градите, затнат нос, палпитации, тешкотии при дишење, стрес, поспаност и промени на расположението.

Пред евентуално да се појави некој негативен ефект од миризбата, мора да постои изложеност на миризба, за што, пак, треба да се присутни сите три делови од синџирот извор – патека – рецептор. Скалата на изложеност на миризба и нејзиниот ефект и влијание се одредува според основните параметри кои ја карактеризираат истата.

Миризбата којашто ја прима човекот може да се карактеризира со 5 основни параметри: фреквенција, интензитет, времетраење, степен на непријатност и локација. Големината на ефектот што го предизвикува миризбата се одредува со скалата на изложеност одредена од првите четири параметри и осетливоста на рецепторот одредена со локацијата во која најчесто се вклучуваат и социјални и психолошки фактори кои се очекуваат за некоја општествена заедница.

На слика 1 е прикажано како човечката проценка на основните параметри на миризбата и социјалните и психолошките фактори одредуваат дали миризбата има неповолно влијание врз луѓето.



Слика 1. Од создавање на миризба до преземање на мерки [3]

Figure 1. From odor formation to complaint

2. Методи за мерење на миризба

Стандардизираното мерење на миризба од населени, индустриски и комерцијални објекти типично се прави заради следните цели [4]:

- мониторирање заради усогласеност и сигурност како дел од барањата за издавање на дозволи;
- одредување на усогласеност заради обновување на дозволи;
- одредување на базичен статус за планирање на нови објекти;
- одредување на специфични извори на миризба за време на испитување на поплаки од миризба;
- мониторирање на операции за управување и евалуација;
- одредување на можностите на системи за контрола на миризба за време на тестирања;
- верификација на предвидените влијанија на миризбата со дисперзионо моделирање.

Чинители кои се вклучени во стандардизирано мерење на миризба се: регулатори, индустрија, граѓани, производители на опрема за мерење на миризба, консултанти и истражувачи.

Постојат интернационални стандарди кои ги диктираат научните методи и практики за мерење на миризба и тие стандарди се објективни, квантитативни, сигурни и повторливи.

Во употреба се следните стандарди:

Од Интернационалната организација за развивање стандарди (ASTM International):

- ASTM E679-91: Стандардна постапка за одредување на праг на миризба и вкус со граничен метод на присилен избор на серија од растечки концентрации;
- ASTM E544-99: Стандардна постапка за референцирање на интензитет над дадениот праг на миризба.

Од Европскиот Комитет за стандардизирање (CEN):

- EN 13725:2003: Квалитет на воздух – одредување на концентрација на миризба со динамичка олфактометрија.

Олфактометрискиот стандард од Европскиот комитет за стандардизирање (CEN) бил објавен на крајот од 1999 година преку организациите за стандардизација во секоја вклучена земја. Стандардот бил објавен како Предложен CEN стандард #13725 (prEN 13725) Квалитет на воздух – определување на концентрација на миризба со помош на динамичка олфактометрија. После периодот за коментари и финалната ревизија стандардот конечно е одобрен и објавен во 2003 година.

Одобрувањето на финалната верзија на CEN стандардот EN 13725 ги обврзува сите земји од Европската Унија да го прифатат истиот, а да ги откажат сите непотребни национални стандарди. Новиот европски стандард за миризба бил прифатен како стандард на Австралија и стандард на Нов Зеланд под името AS/NZS 4323.3:2001. Исто така Европскиот стандард бил прифатен и од Сингапур, Тајланд и неколку други азиски земји, а Владините агенции и универзитети во Северна Америка се раководат по него или работат на негово прифаќање. Со тоа EN 13725 де факто станал интернационален стандард за мерење на миризба.

2.1 Лабораториска олфактометрија

Мерењето на миризба вклучува научни методи кои со текот на времето се менувале. Има четири објективни и мерливи параметри на примена миризба [4]:

- концентрација на миризба – се мери како соодноси на разредување и се добива како праг на детекција или праг на препознавање или како разредување/праг (D/T);
- интензитет на миризба – се добива како еквивалентни ppm бутанол со користење на референтна скала на дискретни концентрации на бутанол;
- отпорност на миризба - се добива како функција од доза – одговор на рецептор, однос од концентрација и интензитетот на миризбата;
- опис на миризбата – се користат скали за категоризација и реални примери за да се опише миризбата.

Овие параметри на миризбата се објективни бидејќи се мерат со помош на одредени техники или се користат референтни скали без да бидат засенети од лични фактори.

Постојат и други дополнителни, но субјективни параметри на примена миризба [4]:

- хедонистички тон на миризба– пријатен наспроти непријатен;
- степен на вознемиреност – поврзан со удобност во местото на живеење;
- непристојна миризба – предизвикува физиолошки ефекти;
- јачина на миризба – се употребуваат дескриптивни скали – од слаба до силна.

Овие параметри се субјективни бидејќи личноста се потпира на сопствената интерпретација на дескриптивни скали и сопствени чувства, верувања, спомени, искуства и предрасуди. Постојат и пишани прирачници за субјективни параметри на миризба за да им помогнат на индивидуите, но во секој случај нивната природа е субјективна.

Во полето на инженерство на животната средина, за да се направи проценка на миризбата се земаат примероци од изворите на емисија и евалуацијата се прави во контролирани лабораториски услови со следење на стандардни процедури и со користење на тренирани панелисти – оценувачи.

Лабораторијата за испитување на миризбата е просторија без миризба и други стимуланси кои би можеле да го дефокусираат оценувачот на миризба. Сесиите за оценување на миризба се организираат за временски период од 3 часа со цел да се избегне замор кај оценувачите на миризба. Водењето сметка за работната околина придонесува за квалитетот на изведбата. Просторот каде чекаат панелистите е одвоен од просторот за тестирање. Панелистите треба да бидат присутни во просторијата за мерење на миризба или во просторија со слични услови 15 минути пред почетокот на мерењето за да се адаптираат на условите и за време на мерењата не треба да комуницираат меѓусебно за резултатите од мерењето.

Панелистите се регрутираат од населението, а за закажан панел за миризба се повикуваат од 5 до 12 панелисти кои се тренирани според Прирачник за селекција и тренирање на панелисти од ASTM Специјално техничко издание 758 и EN 13725 [5].

Личност која пуши, има настинка или друга болест која може да влијае врз осетот за миризба како на пример хронични алергии или астма, или бремена жена, не може да биде кандидат за панелист за миризба. На панелистите не им е дозволено 30 минути пред и за време на олфактометриските мерења да пушат, јадат и пијат (освен вода), а исто така треба да одржуваат високо ниво на хигиена и да не користат парфеми, дезодоранси, лосиони за тело или козметика. Панелистите се одбираат врз основа на нивната осетливост на *n* – бутанол како референтен стандард.

Панелистите се одбираат така што се прават најмалку 10 индивидуални проценки на прагот на миризба Z_{ITE} за референтен гас *n* – бутанол во азот со кои се прави селекција. За секој панел оценувач се собираат резултати од 3 сесии на мерење миризба направени во различни денови со пауза од еден ден помеѓу сесиите.

Избор на панел оценувач се прави врз основа на два критериуми и тоа антилогот на стандардната девијација пресметан од логаритмите на индивидуалните оценки за прагот на миризба и изразен во единици за масена концентрација на референтниот гас треба да биде помал од 2,3 и геометриската средина на индивидуалните оценки за прагот на миризба Z_{ITE} изразена во единици за масена концентрација на референтниот гас треба да биде помеѓу 0,5 пати и 2 пати поголеми од прифатената референтна вредност за користениот референтен материјал (за *n* – бутанол $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$ до $246 \mu\text{g}/\text{m}^3 \equiv 0,020 \mu\text{mol}/\text{mol}$ до $0,080 \mu\text{mol}/\text{mol}$).

Најчест параметар на миризба кој се одредува при мерењето на миризба е концентрација на миризба. Таа се одредува со користење на инструмент наречен олфактометар и се изразува како фактор (сооднос) на разредување.

Се претпоставува дека панелистите ја претставуваат просечната перцепција на миризба на населението и затоа вредноста која се пресметува при олфактометриската анализа за било кој примерок од миризба е всушност просечниот праг на детекција на миризба на населението. Прагот на детекција на миризба ја идентификува концентрацијата при која 50 проценти од луѓето што ја тестираат миризбата можат да идентификуваат присуство на миризба без да го карактеризираат изворот на истата [6]. Ова според стандардот EN 13725 се дефинира како една единица за миризба на метар кубен безмирисен воздух (ou_E/m^3) [7]. На пример, ако факторот на разредување на примерокот при прагот на детекција е 5000, тогаш презентираната концентрација на миризба ќе биде $5000 \text{ou}_E/\text{m}^3$.

За *n* – бутанол $1 \text{ou}_E/\text{m}^3$ е еквивалентна на $123 \mu\text{g}$ бутанол испарен во 1m^3 неутрален гас при стандардни услови кој притоа дава концентрација од $0,040 \mu\text{mol}/\text{mol}$.

Лабораториското мерење на миризба вклучува разредување на земениот примерок од воздухот со различни концентрации кој потоа им се дава на панелистите да го одредат прагот на миризбата. Процесот на разредување на земениот примерок на воздух во лабораторија го симулира разредувањето на миризбата во амбиенталниот воздух со помош на ветер.

Принципот на мерење е следен: концентрацијата на примерокот со миризба се одредува така што истиот се презентира на одбраните панел членови при што примерокот се разредува со неутрален гас со цел да се одреди факторот на разредување за прагот на детекција. За тој фактор на разредување концентрацијата на миризба е $1 \text{ou}_E/\text{m}^3$ по дефиниција. Концентрацијата на миризба за разредуваниот примерок потоа се изразува како мултипли од една европска единица за миризба при стандардни услови.

Кога примероците од миризба се презентираат на панелистите се користат два метода за одредување на миризба и тоа да/не методот и методот на присилен избор [5].

Кога се користи да/не методот на оценувачот на миризба му се презентира миризба од отвор и од него се бара да одговори дали чувствува миризба. Оценувачот е свесен дека не секогаш од отворот ќе излегува гас што носи миризба, туку може да излезе и неутрален гас. До отворот за миризба пожелно е да има уште еден отвор низ кој ќе излегува само неутрален гас за да може оценувачот на миризба да прави споредба.

Методот на присилен избор се изведува така што на оценувачот му се презентира миризба од два отвори, од кои едниот е гас со миризба, а другиот неутрален гас. Локацијата на гасот со миризба се менува по случаен избор во последователните мерења. Оценувачот на миризба треба да одговори од кој отвор излегува гас со миризба. Доколку се сомнева, одбира отвор по случаен избор. За да се редуцира варијабилност и да биде методот конвергентен со да/не методот и за да се разликува погрешен од точен одговор оценувачот е прашан дали неговиот избор е нагаѓање, претпоставка или сигурност. Со комбинација од изборот на оценувачот и индицираното ниво се класифицира и одговорот како точно/неточно.

Времето кое е дозволено за панел членовите да ја евалуираат презентираниот миризба не треба да биде подолго од 15s. Времето на реакција на оценувачот треба да биде доволно за да се избегне адаптација на оценувачот на миризбата. Тој интервал треба да биде најмалку 30s во една серија на разредувања која по случаен избор се презентира на оценувачот. Интервалот помеѓу сериите на разредување треба да биде најмалку 30s. Бројот на валидни обиди во мерење на миризба треба да биде најмалку 2. Оптимално е користење на 5 панел членови во 3 обиди за мерење миризба, при што првиот обид систематски ќе се исклучи од пресметките.

Факторот на разредување за прагот на детекција на панелот $\bar{Z}_{ITE,pan}$ претставува фактор на разредување кој бил применет на примерокот од миризба за да се добие физиолошки одговор на панелот кој би бил еквивалентен на тој за $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ и тој се пресметува како геометриска средина од индивидуалните проценки за прагот на миризба Z_{ITE} од панел оценувачите. Концентрацијата на миризба тогаш е еднаква на нумеричката вредност од факторот $\bar{Z}_{ITE,pan}$.

Ретроспективниот скрининг се прави за да се исклучат панел членовите чии одговори отстапуваат од останатите и истиот се прави врз основа на параметарот ΔZ кој претставува однос помеѓу индивидуалната проценка за прагот на миризба Z_{ITE} и геометриската средина од сите индивидуални прагови на миризба во мерењето \bar{Z}_{ITE} ако $Z_{ITE} \geq \bar{Z}_{ITE}$, а ако $Z_{ITE} < \bar{Z}_{ITE}$ тогаш ΔZ е однос помеѓу \bar{Z}_{ITE} и Z_{ITE} земен со негативен предзнак. ΔZ треба да се движи во границите од -5 до 5.

Доколку една или повеќе од индивидуалните проценки за прагот на миризба од еден или повеќе панел членови не се во граници на параметарот ΔZ , тогаш сите индивидуални проценки на прагот на миризба од панел членот со најголемо ΔZ се исклучуваат од податоците за пресметка при тоа мерење. Потоа скрининг процедурата се повторува, откако ќе се направи повторно пресметување на \bar{Z}_{ITE} за тоа мерење. А ако повторно резултатите на еден или повеќе панел членови не влегуваат во пропишаните граници, се исклучуваат резултатите од панел членот со најголемо ΔZ .

Скрининг процедурата се повторува се додека резултатите од сите панел членови влезат во пропишаните гранични вредности. Добиената последна вредност за \bar{Z}_{ITE} е факторот на разредување за прагот на миризба на панелот.

Мерењето на миризба треба да се состои од најмалку 8 индивидуални проценки на прагот на миризба после ретроспективен скрининг за да се одреди прагот на миризба на панелот. Секој од панел оценувачите треба да има идентичен број на мерења Z_{ITE} .

Во случај кога резултатите на дел од панел членовите не ги исполнуваат минимум барањата за истите, дополнителни презентации на миризба ќе се презентираат на дополнителен број на членови. Овие презентации треба да бидат направени во ист ден и треба да се користи истиот примерок на миризба кој е користен во првиот дел од мерењата.

Лабораториската олфактометрија може да се примени во следните случаи:

- истражување на миризбата и изработка на студии за миризба;
- дисперзионо моделирање на миризба – воздух;
- користење на податоците од оценка на миризба за изработка на критериуми за усогласеност и регулативи.

2.2 Теренска олфактометрија

Миризбата може да се мери и квантифицира директно во амбиенталниот воздух од обучени теренски инспектори со користење две стандардни практики. Првиот метод користи стандардни референтни скали за интензитет на миризба (OIRS) изработени за стандарден предизвикувач на миризба n – бутанол кои се користат за квантифицирање на миризбата. Вториот метод користи теренски олфактометар кој динамички го разредува амбиенталниот воздух со воздух филтриран преку јаглероден филтер во одреден сооднос познат како праг на разредување (D/T).

Осетливоста на теренските инспектори е важен фактор кога се користат методите на теренската олфактометрија за мерење на миризба во амбиенталниот воздух. Стандардизиран назален хемосензорен тест метод може да го одреди олфакторниот индивидуален праг кој потоа може да се спореди со нормативните вредности. Се претпоставува дека олфакторната осетливост варира како резултат на случајни флукуации на фактори како будност, внимание, умор, здравствена состојба и можноста да се применат различни техники при претставување на изворот. Иако одредувањето на индивидуален

олфакторен праг на осетливост е можно да се изведе, сепак, прецизноста на резултатот се базира на тоа колку пати оценувачот на миризба ќе го направи тестот и на неговата општа здравствена состојба.

Теренските инспектори за миризба можат да обезбедат мерени, сигурни и повторливи резултати за интензитетот на миризба со користење на референтни скали за миризба. Интензитетот на миризба на амбиенталниот воздух може да се мери објективно со помош на референтна скала за интензитет на миризба (OIRS). Референтните скали интензитетот на миризбата во амбиенталниот воздух го споредуваат со интензитетот на миризба на серија од концентрации на референтен предизвикувач на миризба, кој, слично како и кај лабораториската олфактометрија, е n – бутанол. Теренскиот инспектор за миризба ја испитува миризбата во амбиенталниот воздух и ја споредува со OIRS. Теренскиот инспектор за миризба треба да користи маска со јаглороден филтер за освежување на олфакторната осетливост помеѓу две мерења. Без користење на овој јаглороден филтер олфакторниот систем може да се адаптира на околниот амбиентален воздух или да се измори од миризбата во амбиенталниот воздух и тоа е вообичаен феномен што се појавува кога се прават обиди да се евалуира амбиенталната миризба.

Амбиентална концентрација на миризба (D/T) се мери така што теренскиот олфактометар креира серии на разредувања мешајќи го амбиенталниот воздух со миризба со воздух без миризба (филтриран со јаглородни филтри). Со овој метод се дефинира фактор на разредување како сооднос разредување – праг на осетливост D/T, при што соодносот разредување – праг е мерка за бројот на потребни разредувања за миризбата во амбиенталниот воздух се направи недетектибилна. D/T е всушност поинаква терминологија на изразување на факторот на разредување [7]. Методот на создавање на сооднос разредување – праг (D/T) со теренски олфактометар се состои од мешање на два волумени на воздух филтриран низ јаглородни филтри со специфичен волумен на амбиентален воздух со миризба. На слика 2 е прикажан блок дијаграм кој го илустрира мешањето на воздухот филтриран со јаглородни филтри со амбиентален воздух со миризба во теренски олфактометар [4].



Слика 2. Блок дијаграм за струење на воздухот кај теренски олфактометар
Figure 2. Block diagram of field olfactometer air flow

Соодносот разредување – праг (D/T) за теренски олфактометар се пресметува како

$$D/T = \frac{\text{волумен на воздух филтриран со јаглородни филтри}}{\text{волумен на воздух со миризба}}$$

Комерцијално достапните теренски олфактометри ги вклучуваат оригиналниот сцентометар развиен во доцните 1950-ти години и други видови на олфактометри развиени во последните 20-тина години. Во денешно време во употреба се интелигентни олфактометри за директна олфактометрија.

Теренската олфактометрија со примена на референтни скали за миризба (OIRS) и калибрирани теренски олфактометри е високо ефективна во квантификување на миризба. Оценувачите на миризба можат со голема сигурност да ја мониторираат миризбата на специфични локации користејќи ги референтните скали за миризба и теренските олфактометри. Мониторирањето на миризбата при теренска олфактометрија може да биде:

- мониторирање на место (активно мониторирање);
- случајно мониторирање;
- планирано мониторирање;
- интензивно истражување на миризба;
- граѓанско мониторирање;
- одговор на поплаки;
- дисперзионо моделирање.

3. Мерење на миризба на фарма

Како локација на која ќе се мери миризба е избрана фарма со локација во општина Карбинци, а мерењата се правени со интелигентен теренски олфактометар SM100i Scentroid. Инструментот работи на таков начин што повлекува примерок од амбиенталниот воздух со помош на вакуум генериран при струење на безмирисен воздух во вид на Вентуриева пумпа и потоа примерокот од миризба го разредува со свеж безмирисен воздух од боца под притисок која има јаглороден филтер. Степенот на разредување на воздухот со миризба со безмирисен воздух се контролира со патентиран вентил за регулирање на протокот. Панелистот може да одбере 15 дискретни степени на разредување кои автоматски се презентираат и се движат од 2 до 30 000. Се почнува со највисокиот степен на разредување кој е доста под прагот на детекција и се оди кон помали разредувања [8].

Инструментот користи андроид апликација за целосно да се автоматизира процесот на мерење миризба со да/не методот, а тоа се постигнува со блутут конекција помеѓу инструментот и таблет.

Мерењата на миризба се направени на две места и тоа близу до отворите за вентилација на фармата и на оддалеченост од фармата 200 m спротивно од правецот на ветрот. Резултатите од мерењето се дадени во Табела 1.

Табела 1. Резултати од мерење на миризба на фарма

Мерно место 1 – близу до отворите за вентилација на фармата		
Време на мерење		Измерени вредности [ou_E/m^3]
Почеток	Крај	Просечна вредност за 15 минутен период
13:00 h	13:15 h	3,34
Мерно место 2 – оддалеченост од фармата 200 m спротивно од правец на ветер		
Време на мерење		Измерени вредности [ou_E/m^3]
Почеток	Крај	Просечна вредност
13:10 h	13:20 h	Нема детектирано миризба

Од мерењата на концентрацијата на миризба во амбиенталниот воздух на локација околу фармата следува дека има присуство миризба која според тонот се идентификува како непријатен мирис на распаѓање на органски материи.

Во зоната на фармата, односно во близина на издувот на вентилациониот систем, измерена е концентрација на миризба од $3,34 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, додека на растојание од 200 m не се детектирани непријатни тонови на миризба. Непосредно околу фармата во радиус од 200 m нема осетливи рецептори за миризба и затоа може да се констатира дека измерените индикативни вредности се во рамките за кои се смета дека комфорот во зоната на влијание не е нарушен. Ова е во согласност со критериумите за гранични вредности на концентрација на миризба предложени во Велика Британија [9].

4. Заклучок

Миризбата се мери со помош на стандардизирани научни методи во лаборатории за мерење на миризба или на терен во амбиенталниот воздух со тренирани инспектори за миризба. Иако перцепцијата за миризба кај човекот е субјективна и мерењето на миризба не е едноставна задача, сепак со познавање на овие методи може да се даде објективен пристап во мерењето на миризба, а тоа е особено важно кога се работи за проблематични емисии на миризба. Не помалку важно е и донесување на регулатива за гранични вредности на миризба. На таков начин бенефит од мерењето на миризба би имале сите засегнати страни како регулаторите, истражувачите, индустријата, производителите, консултантите и граѓаните.

Користена литература

- [1] McGinley C., Thomas M. and Richard J. P. (2000). Elements of Successful Odor/Odour Laws, WEF Odor/VOC 2000 Specialty Conference, Cincinnati, OH. 2000.
- [2] Schiffman S., et al. (2000). Potential Health Effects of Odor from Animal Operations, Wastewater Treatment, and Recycling of Byproducts, Journal of Agromedicine 7(1)(2000): 7-81.
- [3] Van Harreveld A.P. (2001) From Odorant Formation to Odour Nuisance: New Definitions for Discussing a Complex Process, Water Science and Technology, Vol.44, No.9, pp9-15 (2001).

- [4] St. Croix Sensory, Inc. (2003). A detailed assessment of the science and technology of odor measurement. June 2003.
- [5] Македонски стандард МКС EN 13725:2007, Квалитет на воздух – определување на концентрација на мирис преку динамичка олфактометрија (EN 13725:2003, IDT), мај 2007.
- [6] Powers, W. (2004). The science of smell part 3: Odor detection and measurement. October 2004, PM 1963c.
- [7] Laor, Y., Parker, D., Page, T. (2014). Measurement, prediction and monitoring of odors in the environment: A critical review. Article in Reviews in chemical engineering, April 2014; 30 (2): 139-166.
- [8] IDES Canada Inc., Operating and maintenance manual, Scentroid model SM100i, version 2.1, December 2016.
- [9] Institute of air quality management (2018). Guidance on the assessment of odour for planning, Version 1.1, July 2018.