



Valsts vides dienests

“ELEKTRONISKO DEGUNU” IZMANTOŠANA BIOGĀZES STACIJU KONTROLĒ

WP T1. D.2.3.2.

METODISKAIS MATERIĀLS

VALSTS VIDES DIENESTS

08.2022.



European Union

European Regional
Development Fund

SATURS

1. TIESĪBU AKTI, KAS ATTIECINĀMI UZ SMAKU EMISIJĀM UN TO KONTROLI BIOGĀZES STACIJĀS	3
2. SMAKAS IZRAISOŠIE GAISTOŠIE SAVIENOJUMI BIOGĀZES STACIJĀS	5
3. UZTVERES SLIEKŠŅI	6
4. SMAKU EMISIJU ANALĪŽU VEIDI	6
4.1. "Elektronisko degunu" metode.....	6
4.2. References (dinamiskās olfaktometrijas) metode.....	7
4.3. Metožu salīdzinājums	7
4.4. "Elektronisko degunu" pielietojums smakas līmeņa kontrolei	8
4.4.1. Smaku notikumi, kas reģistrēti ar MOS sensoriem	8
4.4.2. Iekārtu kalibrēšana uz smaku vienībām.....	9
4.4.3. Luksofora darbības princips.....	10
4.4.4. Gāzu koncentrācijas analīze.....	10
4.4.5. Smaku monitoringa un meteoroloģiskās stacijas mērījumu rezultāti kombinācijā ar gaisa piesārņojuma (izkliedes) datorprogrammu vienotā sistēmā	11
5. REKOMENDĀCIJAS DARBAM AR SMAKU MONITORINGA IEKĀRTĀM	12
5.1. Ieteicamais smaku monitoringa iekārtu izvietojums	12
5.2. Procedūras pie paaugstinātas smaku koncentrācijas	13
6. SMAKU EMISIJU SAMAZINĀŠANAS VEIDI.....	16
6.1. Fizikālās tehnoloģijas	16
6.2. Ķīmiskās tehnoloģijas	16
6.3. Biotehnoloģijas.....	16

1. TIESĪBU AKTI, KAS ATTIECINĀMI UZ SMAKU EMISIJĀM UN TO KONTROLI BIOGĀZES STACIJĀS

Latvijas Republikas (LR) likumi:

- Vides aizsardzības likums (02.11.2006.) ar mērķi nodrošināt vides kvalitātes saglabāšanu un atjaunošanu, kā arī dabas resursu ilgtspējīgu izmantošanu;
- Likums "Par piesārņojumu" (15.03.2001.) ar mērķi novērst vai mazināt piesārņojuma dēļ cilvēku veselībai, tīpašumam un videi nodarīto kaitējumu, novērst kaitējuma radītās sekas, kā arī novērst vai, ja tas nav iespējams, ierobežot piesārņojošo darbību radītās smakas;
- Administratīvās atbildības likums (25.10.2018.) ar mērķi aizsargāt pastāvošo tiesisko iekārtu, tai skaitā sabiedrības tiesiskās intereses, noteikto pārvaldes kārtību, sabiedrisko kārtību, kā arī, ievērojot personas pamattiesības, nodrošināt efektīvu administratīvā pārkāpuma procesu un panākt tiesisko attiecību taisnīgu noregulēšanu.

LR Ministru kabineta izdotie noteikumi:

- Nr. 1082 (30.11.2010.) "Kārtība, kādā piesakāmas A, B un C kategorijas piesārņojošas darbības un izsniedzamas atļaujas A un B kategorijas piesārņojošo darbību veikšanai";
- Nr. 182 (02.04.2013.) "Noteikumi par stacionāru piesārņojuma avotu emisijas limita projektu izstrādi";
- Nr. 724 (25.11.2014.) "Noteikumi par piesārņojošas darbības izraisīto smaku noteikšanas metodēm, kā arī kārtību, kādā ierobežo šo smaku izplatīšanos".

Ar smaku emisijām saistītie termini:

- **smakas vienība** (OU_E) - smakojošas vielas daudzums, kas, iesmidzināts vienā kubikmetrā neitrālas gāzes, standarta apstākļos izraisa fizioloģisku reakciju ožas orgānos vismaz pusei smakas vērtētāju grupas dalībnieku;
- **smakas vērtētāju grupa** - personu grupa, kas izveidota saskaņā ar MK Nr. 724 noteikumu 5. punktā minēto bāzes (references) metodi (dinamisko olfaktometriju);
- **smakas koncentrācija** - smakas vienību (OU_E) skaits vienā kubikmetrā gāzes standarta apstākļos (gāze 293 °K temperatūrā, ja spiediens ir 101.3 kPa);
- **smakas mērķlielums** - gaisa kvalitātes normatīvs smakām ārtelpu gaisā troposfērā (neietverot darba vidi), kas rada vai var radīt pastāvīgus vai periodiskus smakas traucējumus un ko izsaka ar smakas koncentrāciju (OU_E /m³) standarta apstākļos kā vidējo smakas koncentrāciju stundā;
- **smakas uztveres sliekšnis** - tāda smakojošas vielas koncentrācija, ja vismaz puse smakas vērtētāju grupas dalībnieku (saskaņā ar MK Nr. 724 noteikumu 5. punktā minētās bāzes (references) metodes nosacījumiem) apstiprina smakas esību, un tā ir 1 OU_E /m³;
- **traucējoša smaka** - tāda smaka, kas rada negatīvu iedarbību uz cilvēka labsajūtu. Traucējošas smakas sliekšnis ir augstāks par smakas uztveres sliekšni un var pārsniegt mērķlielumu vai būt mazāks par to atkarībā no smakojošās vielas, kas ir galvenais smakas cēlonis, smakas biežuma, intensitātes, ilguma, hedoniskā toņa (pretīguma) un vietas rakstura.

Smakas mērķlielums, kuru nosaka stundas periodam, ir 5 OU_E /m³. Veicot piesārņojošas darbības, kuras izraisa traucējošu smaku, smakas mērķlielumu nedrīkst pārsniegt vairāk kā 168 stundas kalendāra gadā.

Jāņem vērā, ka operatoram atbilstība šim mērķlielumam jānodrošina apbūves, dabas un apstādījumu teritorijās (t.i., ārpus rūpnieciskās teritorijas), šīs prasības neattiecas uz mobilajiem piesārņojuma avotiem, piemēram, izejvielu un digestāta pārvadāšanu!

Tā kā operators ir atbildīgs par smakas koncentrācijas novērtēšanu piesārņojošās darbības veikšanas laikā, ja gada laikā tiek saņemtas vismaz trīs pamatotas sūdzības (traucējošas smakas esību apstiprina Valsts vides dienesta veiktās pārbaudes rezultāti, kas fiksēti protokolā), operatoram ir jāveic smaku koncentrācijas un emisijas plūsmas ātruma mērījumi emisijas avotā optimālas darbības režīmā ne retāk kā reizi sešos mēnešos, izmantojot MK Nr. 724 5. punktā minēto metodi un rezultātus salīdzinot ar atļaujā noteiktajiem smaku emisijas limitiem. Mērījumu rezultāti jāiesniedz Valsts vides dienestā (VVD).

VVD pieņem lēmumu, ar kuru operators tiek atbrīvots no mērījumu veikšanas, ja iesniegtie rezultāti neuzrāda limitu pārsniegumu un iepriekšējā gada laikā nav saņemtas pamatotas sūdzības par traucējošu smaku. Turpretī, ja pēc mērījumu rezultātu saņemšanas tiek konstatēts, ka tiek pārkāpti atļaujā noteiktie limiti, VVD uzdod veikt atkārtotu smaku emisijas limita projekta izstrādi vai pieņem lēmumu par pasākumu plāna izstrādi traucējošas smakas samazināšanai.

Ja saņemtas sūdzības par traucējošu smaku, Valsts vides dienests veic pārbaudi un novērtē smakas radītos traucējumus, kā arī fiksē novērojumus protokolā. Valsts vides dienests informē attiecīgo pašvaldību par veiktās pārbaudes rezultātiem.

Ja, ierodoties izsaukuma vietā, Valsts vides dienests konstatē traucējošu smaku, tas veic šādas darbības:

- fiksē informāciju par sūdzības iesniedzēju;
- identificē smaku emisijas avotu iespējamo izvietojumu un informē operatoru par sūdzībām un traucējošas smakas esību, kā arī par iespēju piedalīties turpmākajā kontroles procesā;
- pieprasa operatoram sniegt paskaidrojumus par konstatēto traucējošo smaku:
 - datums, laiks, kad saņemta sūdzība, sūdzībā minētais smakas radīto traucējumu ilgums;
 - objekts un objekta atrašanās vietas adrese;
 - novērotie laikapstākļi;
 - identificētais traucējošās smakas avots;
 - informācija par iespējamajiem traucējošās smakas iemesliem;
 - iekārtā veiktās darbības brīdī, kad konstatēta traucējoša smaka (piemēram, informācija par izejvielām, kas tiek izmantotas sūdzības saņemšanas laikā);
- iepazīstas ar operatora veiktajām darbībām un fiksē informāciju šo noteikumu 18. punktā minētajā protokolā;
- noskaidro, vai traucējošā smaka radusies iekārtas normālas darbības laikā un vai nav novērojamas atkāpes no normālas iekārtas darbības un atļaujā noteikto nosacījumu ievērošanas;
- ja pārbaudes laikā konstatēta traucējoša smaka, VVD, ja nepieciešams, uzdod operatoram noteiktā termiņā, kas nav ilgāks par trim mēnešiem, veikt smaku koncentrācijas mērījumus smakas emisijas avotā, kā arī veikt smakas koncentrācijas izkliedes modelēšanu, nedēļas laikā pēc attiecīgo rezultātu saņemšanas tos iesniegt VVD.

2. SMAKAS IZRAISOŠIE GAISTOŠIE SAVIENOJUMI BIOGĀZES STACIJĀS

Ar smaku emisijām biogāzes ražošanas procesā tipiski saistāma neatbilstoša atlikumu un atkritumu apsaimniekošana, kā arī lopkopībā veidotās smakas. Pats anaerobās fermentācijas process gaisa padeves trūkuma dēļ ir hermētisks un tādējādi bez smaku emisijām. Tomēr tādi procesi kā izejvielu sagatavošana un digestāta uzglabāšana ir saistīta ar gaistošo savienojumu emisijām. Smaku izraisošo vielu koncentrācijas līmenis un kvalitatīvais sastāvs ir atkarīgs no stacijā apstrādāto atlikumu un atkritumu veida, tehnoloģiskajiem faktoriem un procesiem, kā arī gaisa temperatūras, mitruma u.c. mikroklimatiskajiem apstākļiem.

Nepatīkamo smaku ilgstošā klātbūtne, neparedzamība, kā arī nespēja no tām izvairīties rada sava veida ilgstošu trauksmi apkārtējiem iedzīvotājiem. Lai gan šobrīd smaku piesārņojums galvenokārt uzskatāms kā nepatīkams traucējošs faktors, ir jāņem vērā, ka citviet pasaulē arvien vairāk tiek pievērsta uzmanība tādiem veselības riskiem kā astma, dermatīts, neiroloģiski traucējumi, kas saistāmi ar ilgtermiņa ekspozīciju.¹

Gaistošie savienojumi, piemēram, aromātiskie organiskie un neorganiskie sulfīdu savienojumi, kā arī slāpekļa un halogēnītie savienojumi tipiski ir galvenie smaku piesārņojuma cēloņi ar šāda tipa biomasas apsaimniekošanas iekārtu saistītajām darbībām.

Būtiski uzsvērt, ka šādos procesos lielākais amonjaka emisiju avots ir lopkopība. Tās rezultātā atmosfērā nonāk arī GOS un cietao daļiņu PM₁₀ un PM_{2.5} emisijas. Amonjaks kā piesārņojoša viela izraisa ūdens ekosistēmu eutrofikāciju un paskābināšanos. Nonākot atmosfērā, tas ķīmiski pārveidojas amonija nitrāta un sulfāta aerosolu formā. Bez amonjaka lopkopībā galvenās smaku emisijas veido dažādas gaistošās taukskābes, aldehīdi, spirti, esteri, amīni, sulfīdi, merkaptāni u.c.²

Biogāzes stacijā, kurā pārstrādā notekūdeņu attīrīšanas iekārtu dūņas, smakas bez NH₃ un H₂S veido arī metilmerkaptāns, dimetilsulfīds, dimetildisulfīds, sēra dioksīds un oglekļa disulfīds.³ Sadzīves bioloģisko atkritumu anaerobās apstrādes stacijā pētījumos identificēti aptuveni 60 aromātu veidojošie savienojumi - sulfīdi, terpēni, ketoni, spirti, skābes u.c. Galvenie no tiem bez amonjaka un sērūdeņraža ir sulfīdi un terpēni.⁴ Tātad var secināt, ka apstrādātās izejvielas veido un ietekmē smaku veidojošo savienojumu sastāvu, kas jāņem vērā, plānojot to samazināšanas pasākumus.

Secinājums

Galvenie smaku izraisošie savienojumi ir amonjaks, sērūdeņradis, citi sēru saturoši gaistošie savienojumi u.c. vielas, kuru emisiju samazināšanas pasākumiem gan biogāzes stacijās, gan lauksaimniecības nozarē

¹ Piccardo M.T., Gerreto M. et al. 2022. Odor emissions: A public health concern for health risk perception. *Environmental Research*, vol. 204, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112121>

² Piccardo M.T., Gerreto M. et al. 2022. Odor emissions: A public health concern for health risk perception. *Environmental Research*, vol. 204, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.112121>

³ Han Z., Li R. et al. 2021. Emission characteristics and assessment of odors from sludge anaerobic digestion with thermal hydrolysis pretreatment in a wastewater treatment plant. *Environmental Pollution*, vol. 274, Elsevier, <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116516>

⁴ Wisniewska, M., Kulig, A., Lelicińska-Serafin, K. Odour Nuisance at Municipal Waste Biogas Plants and the Effect of Feedstock Modification on the Circular Economy—A Review. *Energies* 2021, 14, 6470. <https://doi.org/10.3390/en14206470>

laika gaitā būs jāpievērš arvien lielāka uzmanība, lai samazinātu gan ietekmi uz apkārtējiem cilvēkiem un ekosistēmām, gan mazinātu barības vielu zudumus, kurus iespējams atgriezt lauksaimniecības ciklā.

3. UZTVERES SLIEKŠŅI

Jāņem vērā, ka katram aromātu veidojošajam savienojumam ir atšķirīgs cilvēka ožas uztveres sliekšnis jeb tā vielas koncentrācija, pie kādas vismaz puse no vērtētājiem to organoleptiski sajūt (šajā gadījumā tas tiek definēts kā $1 \text{ OU}_E/\text{m}^3$). Tas nozīmē, ka kāda piesārņojošā viela vidē var būt augstākā koncentrācijā, bet cilvēks to nesajūt, jo tai ir salīdzinoši augsts uztveres sliekšnis, bet kāda cita viela var būt daudz zemākā koncentrācijā, bet cilvēkam tā ir izteikti nepatīkama, ir sajūtama, jo tai ir zems uztveres sliekšnis. Tādējādi katrai monitoringam pakļautajai vielai tiek pieņemts atšķirīgs uztveres sliekšnis, kas balstīts uz iepriekšējiem zinātniskiem pētījumiem, literatūras datiem. Saistībā ar biogāzes stacijās monitorētajām vielām - amonjakam uztveres sliekšnis tiek pieņemts 2.6 ppm (Smeets u.c., 2007), bet sērūdeņradim - 0.02 ppm (Francijas Nacionālais rūpnieciskās vides un risku institūts). Piemēram, gaistošajiem organiskajiem savienojumiem (GOS), kurus kopumā veido daudz dažādu vielu, nav iespējams norādīt vienu uztveres sliekšni.

4. SMAKU EMISIJU ANALĪŽU VEIDI

4.1. “Elektronisko degunu” metode

“Elektroniskais deguns” ir instruments, kas sastāv no dabīgas vai piespiedu gaisa iesūces sistēmas, specifiski monitoringa vietai atlasītas sensoru kopas, kā arī programmatūras (algoritmiem), kas pārrēķina sensoru signālus smakas koncentrācijā, OU_E/m^3 . Veicot “elektronisko degunu” kalibrēšanu uz noteikta veida smakām, piemēram, cigarešu dūmiem vai mazutu, ir iespējams panākt, ka “elektroniskais deguns” nosaka analizētās smakas koncentrāciju. Smakas koncentrācija tiek noteikta, pamatojoties uz kombināciju, kādu izveido sensoru kopa.

Sensori “elektroniskajā degunā” veic ļoti līdzīgu funkciju cilvēka ožas sistēmai, tāpēc sensorus var uzskatīt par vienu no svarīgākajām “elektroniskā deguna” sastāvdaļām. Labam sensoram ir jāatbilst virknei kritēriju:

- sensoram ir jābūt augstai jutībai pret ķīmisko savienojumu mērķa grupu;
- sajušanas sliekšnim ir jābūt līdzvērtīgam cilvēka ožai;
- sensoriem ir jābūt ar relatīvi zemu selektivitāti, lai būtu jutīgi pret virkni dažādu ķīmisko savienojumu (ja vien nav paredzēts mērīt konkrētu piesārņojošu vielu);
- sensoriem ir jāspēj ātri reaģēt un ātri atjaunot bāzes stāvokli, it īpaši, kad tos izmanto tiešsaistes mērījumos;
- sensoriem ir jābūt ar zemu jutību uz mainīgiem vides parametriem, jo īpaši pret temperatūru un relatīvo gaisa mitrumu;
- ieteicams īss kalibrēšanās laiks, zemas apkalpošanas un uzturēšanas izmaksas.

Mūsdienās tiek izstrādāti daudz un dažādu veidu “elektroniskie deguni”, kas paredzēti ne tikai gaisa kvalitātes mērījumiem vidē. To koncepts galvenokārt ir atkarīgs no saimnieciskās darbības vai ražošanas veida, kur tie tiks pielietoti. Piemēram, tādās nozarēs kā pārtikas, medikamentu un kosmētikas ražošana, “elektroniskie deguni” tiek pielietoti daudzējādiem mērķiem - izejmateriālu kvalitātes kontrolei, gatavā produkta novērtēšanai, produkta svaiguma, gatavības un derīguma uzraudzībai, vienveidīguma kontrolei, mikrobu patogēnu atklāšanai. Tāpat “elektroniskie deguni” plaši tiek pielietoti darba vidē, cilvēku veselības aizsardzībai.

4.2. References (dinamiskās olfaktometrijas) metode

MK 25.11.2014. noteikumi Nr. 724 nosaka, ka smakas koncentrācijas mērījumi jāveic atbilstoši standartam LVS EN 13725:2004 "Gaisa kvalitāte - Smakas koncentrācijas noteikšana ar dinamiskās olfaktometrijas metodi" vai izmantojot citu līdzvērtīgu vai labāku metodi. Norādīto standartu lieto:

- tīrvielu (smakojošu) masas koncentrācijas novērtēšanai pie jutības sliekšņa, g/m^3 ;
- gāzveida paraugu smakas koncentrācijas noteikšanai, OU_E/m^3 ;
- smaku izkliedēšanās ātruma noteikšanai no punktveida avotiem un virsmas avotiem, ņemot vērā atšķaidījuma pakāpi parauga ņemšanas brīdī;
- smakas koncentrācijas noteikšanai avotos ar augstu temperatūru (līdz $200\text{ }^\circ\text{C}$);
- smakas koncentrācijas samazināšanas ierīču efektivitātes novērtēšanai;
- "elektronisko degunu" kalibrēšanai smakas koncentrācijas mērīšanai, OU_E/m^3 ;
- kombinācijā ar "elektroniskajiem deguniem", kad pie konkrētas vērtības automātiski tiek iesūkts gaisa paraugs, ko vēlāk var izanalizēt laboratorijā atbilstoši standarta prasībām;
- sūdzību gadījumos par paaugstinātu smakas koncentrāciju.

Visbiežāk konkrētais standarts tiek pielietots, lai noteiktu smakas koncentrāciju (OU_E/m^3) emisijas avotos. Smakas koncentrāciju novērtē, prezentējot smakas paraugu atlasītam vērtētāju panelim (veido vismaz četri vērtētāji) dažādās koncentrācijās, kuras iegūst, atšķaidot paraugu ar neitrālu gāzi. Šādā procedūrā tiek noteikta parauga atšķaidīšanas pakāpe, kas atbilst 50% detektēšanas sliekšņa, pie kuras smakas koncentrācija ir vienāda ar $1\text{ OU}_E/\text{m}^3$.

4.3. Metožu salīdzinājums

Lai arī spēkā esošo normatīvo aktu prasības nosaka, ka, lai novērtētu atbilstību normatīvo aktu prasībām, smakas mērījumi jāveic atbilstoši standartam LVS EN 13725:2004 "Gaisa kvalitāte. Smakas koncentrācijas noteikšana ar dinamiskās olfaktometrijas metodi" (vai līdzvērtīgu), tomēr references metodei ir vairāki trūkumi, kas padara tās izmantošanu smakas piesārņojuma kontrolē sarežģītu un nepraktisku. Kā galvenie references metodes trūkumi jāmin:

- metode nenodrošina spēju operatīvi reaģēt uz smakas gadījumu (laboratorijas reaģēšanas laiks sūdzības gadījumā var aizņemt vairākas dienas);
- metode nesniedz priekšstatu par avotā notiekošiem procesiem laika griezumā;
- iegūtie mērījumu rezultāti attiecas tikai uz situāciju, kāda tā ir bijusi parauga ņemšanas brīdī (parauga ievākšanas laiks aizņem mazāk nekā 5 minūtes);
- metode nenodrošina nepārtrauktus mērījumus;
- metode nav piemērota ilgstošiem mērījumiem (vērtētājiem rodas "ožas nogurums");
- metode nav paredzēta zemas smakas koncentrācijas mērījumiem, lai gan mērķlielums normatīvajos aktos ir $5\text{ OU}_E/\text{m}^3$;
- smakas mērījumus parasti var veikt tikai laboratorijā, kas var izraisīt būtiskus smakas koncentrācijas zudumus laika nobīdes dēļ, kas rodas parauga transportēšanas rezultātā.

Atšķirībā no normatīvajos aktos norādītās references metodes, "elektronisko degunu" tehnoloģija sniedz iespēju veikt nepārtrauktus smaku mērījumus un nodrošina rezultātu pieejamību tiešsaistes režīmā, tomēr kā galvenais trūkums jāmin tas, ka "elektronisko degunu" metode nav atzīta kā līdzvērtīga vai labāka metode nekā metode LVS EN 13725:2004, jo smaku vērtējumu neveic ekspertu panelis un šai metodei parasti ir augstāka nenoteiktība. Attiecīgi testēšanas rezultāti nav izmantojami normatīvajos aktos noteiktajai atbilstības novērtēšanai, bet uzskatāmi par indikatīviem mērījumiem, kas raksturo piesārņojuma līmeni un tā izmaiņas vidē, un primāri var tikt izmantoti operatora pašmonitoringa mērķiem un operatīvās darbības vadībai.

Nenoteiktība, kas saistīta ar smaku monitoringa iekārtu ("elektronisko degunu" tehnoloģijas) izmantošanu:

- sensori var reaģēt arī uz citām vielām, kas nav aptvertas ar kalibrācijas procedūru, bet var būt raksturīgas atmosfēras gaisam. Līdz ar to pie paaugstinātiem sensoru/smakas koncentrācijas

rādījumiem, rekomendējams apsekot teritoriju, novērtējot smakas raksturu un intensitāti organoleptiski;

- ne vienmēr pie paaugstinātiem smaku monitoringa iekārtu rādījumiem smaka būs uztverama organoleptiski;
- var gadīties situācijas, kad smaka ir uztverama organoleptiski, bet iekārtas neuzrāda smakas esamību;
- jāņem vērā sensoru šķērsjutība un vides faktoru ietekme.

4.4. "Elektronisko degunu" pielietojums smakas līmeņa kontrolei

Lai nodrošinātu gaisa kvalitātes stāvokļa uzraudzību, smaku monitoringa iekārtu iespējams izmantot šādos 5 pamatveidos:

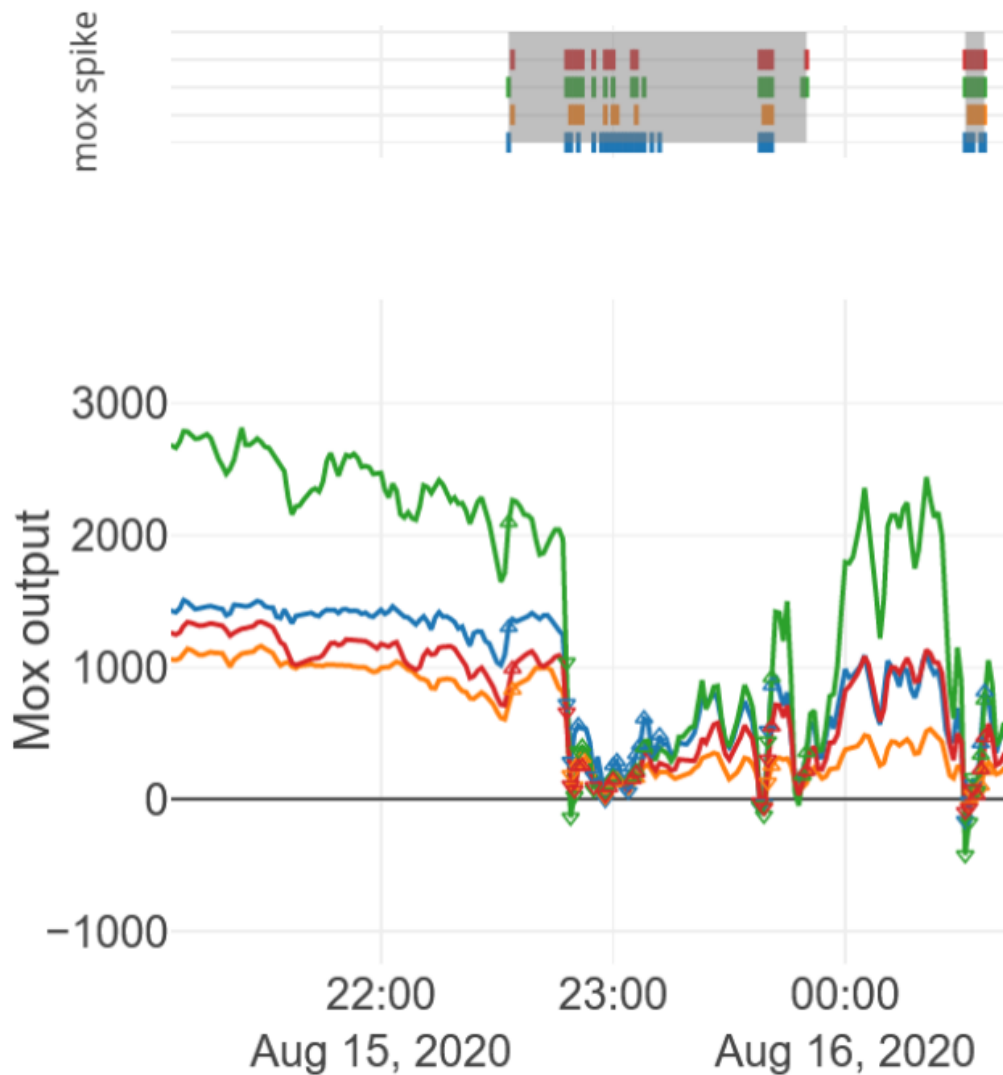
- tā kā monitoringa iekārta WT1 ir aprīkota ar 4 metāla oksīdu sensoriem (turpmāk - MOS), tas sniedz iespēju noteikt potenciālus smakas piesārņojuma notikumus kā būtiskas izmaiņas MOS sensoru darbībā (kā relatīvas izmaiņas sensoru bāzes līnijā - var būt gan pozitīvas, gan negatīvas). Vienlaikus jānorāda, ka izmaiņas sensoru bāzes līnijā ne vienmēr ir saistītas ar smakas piesārņojumu, kas uztverams organoleptiski cilvēkam, jo sensori reaģē uz plašu vielu klāstu;
- kalibrēt iekārtu, izmantojot dinamiskās olfaktometrijas metodi (LVS EN 13725:2004 "Gaisa kvalitāte. Smakas koncentrācijas noteikšana ar dinamisko olfaktometriju"), tādējādi tiek panākts, ka mēriekārtas sensoru mērījumu rezultāti tiek pārrēķināti smaku vienībās, OU_E/m^3 ;
- izveidot luksofora darbības principu - balstoties uz mērījumu rezultātiem ilgākā laika periodā, tiek noteikti sensoru rādījumu līmeņi, kas ir ārpus akceptējamā smaku traucējumu diapazona;
- indikatīvai gāzu koncentrācijas un tendenču analīzei, piemēram, indikatīvi novērtēt sērūdeņraža H_2S un amonjaka NH_3 koncentrāciju atšķirības dažāda veida avotu tuvumā;
- smaku monitoringa un meteoroloģiskās stacijas mērījumu rezultāti kombinācijā ar gaisa piesārņojuma (izkliedes) datorprogrammu vienotā sistēmā.

Papildus iespējas smaku monitoringa iekārtu izmantošanā:

- kalibrēt iekārtas, lai tās identificētu (atpazītu) smakas veidu (piemēram, kerosīna smaku). Šī opcija ir īstenojama, ja smaku monitoringa iekārta atrodas tuvu emisijas avotam, kas regulāri rada spēcīgu smaku. Ja blakus atradīsies vairāki uzņēmumi ar līdzīgu darbības profilu, piemēram, naftas produktu īslaicīgas uzglabāšanas un pārkraušanas termināļi, tad šī opcijas nedarbosies, jo smaku monitoringa iekārta nevar atšķirt dažādus benzīnu veidus, proti, smakas veidiem ir jābūt izteikti atšķirīgiem;
- izmantot "elektronisko degunu" kombinācijā ar automatisko gaisa parauga iesūkšanas iekārtu. Šajā gadījumā smaku monitoringa iekārta tiek iestatīta uz konkrētu koncentrāciju, pie kuras notiek parauga ievākšana. Iegūto paraugu tālāk iespējams nogādāt laboratorijā, lai veiktu analīzes ar references metodi.

4.4.1. Smaku notikumi, kas reģistrēti ar MOS sensoriem

Kā jau iepriekš minēts, monitoringa iekārta WT1 ir aprīkota ar 4 metāla oksīda gāzes sensoriem, kas sniedz iespēju noteikt potenciālus smakas piesārņojuma notikumus, identificējot būtiskas izmaiņas MOS (reaģē uz plašu vielu klāstu, tai skaitā gaistošajiem organiskajiem savienojumiem) sensoru aktivitātē. MOS sensoru mērījumu rezultātus var analizēt kontekstā ar piesārņojošās darbības aktivitātēm, ko sniedz operators. Ilustratīvs piemērs, kas raksturo smakas notikumu, sniegts 1. attēlā (sensora rādījumu vērtību samazinājums norāda uz smakas notikumu).



1. attēls. Nozīmīgas izmaiņas MOS sensoru bāzes līnijā, kas reģistrētas nakts periodā (avots: SIA “Estonian, Latvian & Lithuanian Environment”)

4.4.2. Iekārtu kalibrēšana uz smaku vienībām

Kā viens no iespējamiem risinājumiem ir iekārtas kalibrēšana, izmantojot dinamiskās olfaktometrijas metodi (LVS EN 13725:2004 “Gaisa kvalitāte. Smakas koncentrācijas noteikšana ar dinamisko olfaktometriju”), kuras ietvaros tiek izstrādāts individuāls - konkrētai vietai un produktam/emisiju sastāvam - raksturīgs aprēķinu modulis, kas mēriekārtas sensoru mērījumu rezultātus pārrēķina smaku vienībās, OU_E/m^3 . Iekārtu kalibrēšana tiek veikta uz noteiktiem produktiem/darbības veidiem (piemēram, izmantojot benzīna, dīzeļdegvielas, kerosīna un mazuta smaku paraugus - dažādās to koncentrācijās).

Ievāktie smakas paraugi tiek pievienoti pie smaku monitoringa iekārtas piespiedu gaisa plūsmas atveres. No iegūtajiem rezultātiem tiek izveidota smakas paraugu testēšanas rezultātu datu bāze, kurā redzama katra sensora atbildes reakcija uz dažādām smakas koncentrācijām un dažādiem paraugu veidiem. Ja monitoringa sistēmu veido vairākas iekārtas, vēlama to vienlaicīga kalibrēšana, izmantojot vienus un tos pašus ievāktos paraugus.

Pēc tam ievāktie smakas paraugi tiek nogādāti akreditētā laboratorijā un testēti atbilstoši standarta LVS EN 13725:2004 prasībām. Kalibrēšanas laikā monitoringa stacijas mērījumu rezultāti tiek salīdzināti ar laboratorijas apstākļos iegūto ekspertu paneļa vērtējumu, un izveidots matemātiskais modelis, ar kura

palīdzību instrumentālo mērījumu rezultāti tiek pārrēķināti smakas koncentrācijā, kas korelē ar cilvēka ožu.

Izvēloties šo opciju, jārēķinās ar papildus izmaksām, kas saistītas ar smaku paraugu ievākšanu un analizēšanu laboratorijā (jāveic katru gadu, pie sensoru bojājuma jāveic atkārtoti). Pēc iekārtas kalibrēšanas WEB platformā iespējams sekot līdzi mērījumu rezultātiem, kā arī iestatīt “trauksmes” paziņojumus par paaugstinātu smakas koncentrāciju.

4.4.3. Luksofora darbības princips

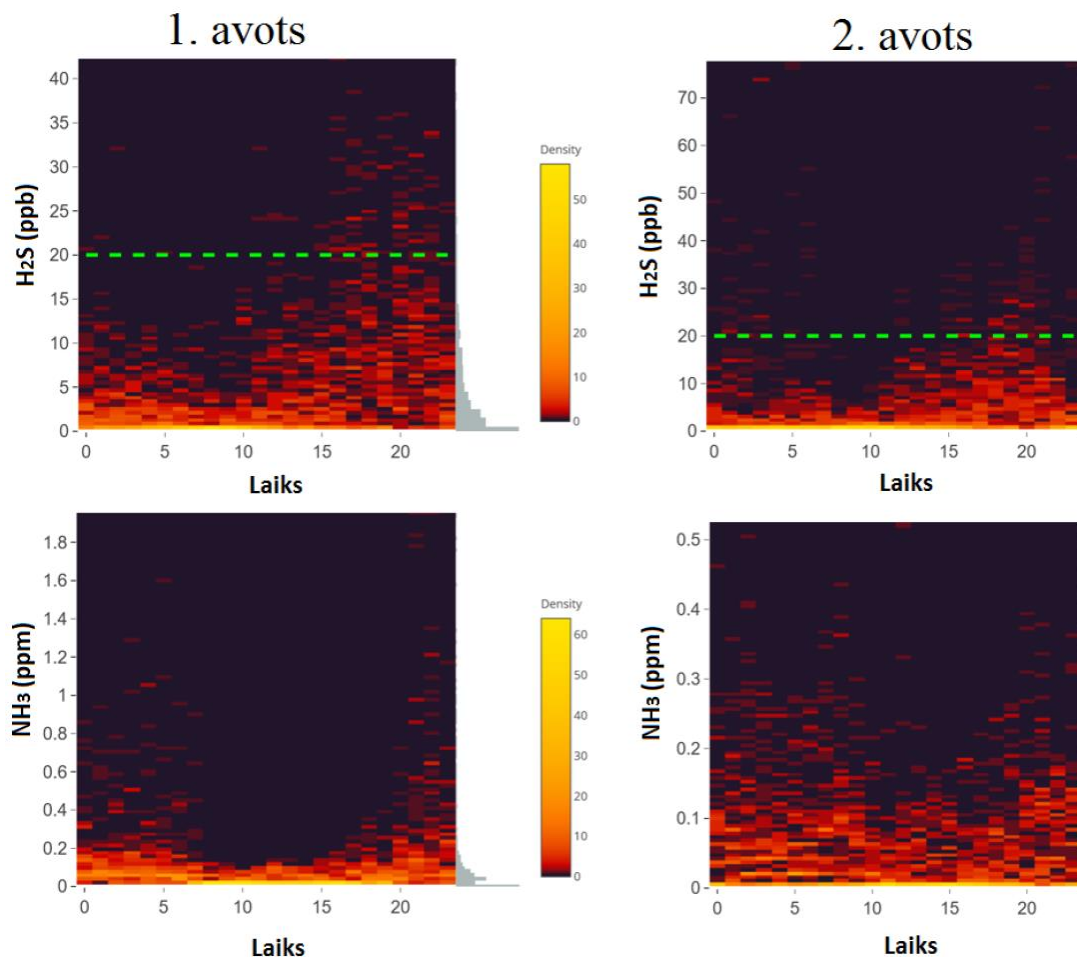
Lētākais risinājums, salīdzinot ar iepriekš aprakstīto pieeju, ir neveikt iekārtu kalibrēšanu, pielietojot dinamisko olfaktometriju, bet, izmantojot matemātisku modeļu palīdzību, izveidot tā saucamo “luksoforu” (korelē ar cilvēka ožu), kas norāda smakas piesārņojuma līmeni (nevis koncentrāciju) monitoringa punktā. Tādējādi mērījumu rezultāti tiek raksturoti skalā “zems - augsts” smaku piesārņojuma līmenis, kas nodrošina iespēju veikt nepārtrauktu vides stāvokļa uzraudzību un savlaicīgu korektīvo darbību uzsākšanu nepieciešamības gadījumā.

Balstoties uz sensoru rādījumu rezultātiem ilgākā laika periodā, tiek noteikti sensoru rādījumu līmeņi, kuri ļauj identificēt smakas traucējuma līmeņus, kas ir ārpus akceptējamām robežām. Iegūtais rezultāts tiek atspoguļots ar krāsu kodu, kur noteiktai krāsai atbilst noteikts smakas traucējumu līmenis (piemēram, augsts, vidējs, zems).

4.4.4. Gāzu koncentrācijas analīze

Lai veiktu gāzu koncentrācijas analīzi, smaku monitoringa iekārtai ir jābūt aprīkotai ar papildus sensoriem, piemēram, elektroķīmisko sensoru sērūdeņraža koncentrācijas noteikšanai. Mērījumu datiem iespējams sekot līdzi tiešsaistē, kā arī analizēt vēsturiskos mērījumu rezultātus. Iegūtie mērījumu rezultāti atzīstami par indikatīviem. Balstoties uz iegūtajiem rezultātiem, var veikt kvalitatīvus secinājumus, piemēram, par avota dinamiku laika griezumā, korelāciju ar konkrētām aktivitātēm un to radīto piesārņojumu - piemēram, vai tas sasniedz cilvēka ožas uztveres sliekšni? Papildus, analizējot meteoroloģisko informāciju, var meklēt likumsakarības, kas norādītu, ka konkrēts vēja virziens vai noteikta ārgaisa temperatūra rada gāzu koncentrācijas paaugstināšanos.

Lai detalizētāk raksturotu gāzu koncentrācijas sadalījumu un atkārtotānos biežumu diennakts griezumā iespējams sagatavot “siltumkartes”. Piemērs sniegts 2. attēlā. Siltāka krāsa norāda uz biežāku (vai blīvāku - attēlā izmantots apzīmējums “density”) norādītā līmeņa (skatīt vertikālo asi) gāzes koncentrācijas atkārtotānos konkrētajā laika posmā (skatīt horizontālo asi). Ar zaļu krāsu atzīmēts cilvēka ožas uztveres sliekšnis. Analizējot gāzu koncentrācijas sadalījumu diennakts griezumā, var konstatēt, vai ir vērojamas likumsakarības, kas norāda uz koncentrācijas pieaugumu noteiktā laika periodā.



2. attēls. Sērūdeņraža un amonjaka gāzu koncentrāciju sadalījums pa stundām mērījumu periodā (avots: SIA “Estonian, Latvian & Lithuanian Environment”)

4.4.5. Smaku monitoringa un meteoroloģiskās stacijas mērījumu rezultāti kombinācijā ar gaisa piesārņojuma (izkliedes) datorprogrammu vienotā sistēmā

Kā vissarežģītākais un visdārgākais risinājums jāmin smaku monitoringa iekārtu, meteoroloģiskās stacijas un gaisa piesārņojuma (izkliedes) datorprogrammas apvienošana vienotā sistēmā, kas nodrošina iespēju prognozēt smakas piesārņojuma līmeni (skatīt 3. attēlu) ārpus uzņēmuma robežām tuvu reālajam laikam. Šādā gadījumā smaku koncentrācijas mērījumi ir jāveic emisijas avotā un jānodrošina iekārtu kalibrēšana ar dinamiskās olfaktometrijas metodi, tāpat jārēķinās ar papildus izmaksām sākotnējās datorprogrammas licences iegādei un ikgadējai uzturēšanai.

Aprakstītā pieeja izmantojama, ja piesārņojošai darbībai raksturīgs neliels organizētu smaku emisijas avotu skaits.



3. attēls. Smaku monitoringa sistēmas mērījumu rezultāti kombinācijā ar gaisa piesārņojuma datorprogrammas aprēķiniem reālajā laikā (avots: SIA “Estonian, Latvian & Lithuanian Environment”)

5. REKOMENDĀCIJAS DARBAM AR SMAKU MONITORINGA IEKĀRTĀM

Smaku monitoringa sistēmas ieviešana būtu nepieciešama vismaz trīs gadījumos:

- ja MK 25.11.2014. noteikumu Nr. 724 “Noteikumi par piesārņojošas darbības izraisīto smaku noteikšanas metodēm, kā arī kārtību, kādā ierobežo šo smaku izplatīšanos” 3. punktā norādītajās teritorijās pēc smaku modelēšanas izkliedes rezultātiem (smaku emisijas limitu projektā) to koncentrācijas ir virs 70% no mērķlieluma ($3.5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$);
- ja regulāri (vismaz 3 reizes kalendārā gada laikā) tiek saņemtas iedzīvotāju sūdzības par traucējošu smaku, ko apstiprina Valsts vides dienesta inspektora sastādīti protokoli;
- obligātā kārtā, piemēram, MK 04.02.2020. noteikumu Nr. 77 “Rīgas brīvostas noteikumi”.

Citos gadījumos tās izmantošana var būt rekomendējama, ņemot vērā avota specifiku, jutīgo teritoriju izvietojumu apkārtnē un operatora spēju pārvaldīt ražošanas procesus, pamatojoties uz smaku monitoringa rezultātiem.

5.1. Ieteicamais smaku monitoringa iekārtu izvietojums

Rekomendējam 3 atšķirīgus smaku monitoringa iekārtu izvietojuma plānus smakas traucējumu uzraudzībai un novērtēšanai. Neatkarīgi no varianta ieteicams smaku monitoringa sistēmu papildināt arī ar meteoroloģisko staciju, kura jāizvieto pēc iespējas atklātākā vietā un vismaz 5 m augstumā, piemēram, uz ēkas jumta. Tāpat gaisa paraugu ņemšanas ierīču atveres nedrīkst ierobežot nekādi šķēršļi (būves, koki un citi stacionāri objekti).

- 1A variants (optimālākais risinājums) - smaku monitorings tiek veikts tuvu galvenajiem emisijas avotiem vai, ja iespējams, organizētā emisijas avotā, kā arī teritorijās, kurās jānovērtē atbilstība smakas mērķlielumam ($5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$);
- 1B variants - variants, kas paredz smaku monitoringu veikt tikai tuvumā izvietotajās apbūves teritorijās, kur jānovērtē atbilstība smakas mērķlielumam ($5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$);
- 1C variants - smaku monitorings tiek veikts uz uzņēmuma teritorijas robežas.

Izvēloties variantu 1A, kas paredz izvietot monitoringa iekārtas ne tikai teritorijās, kurās jānovērtē atbilstība smakas mērķlielumam, bet arī tuvu avotiem, tiks nodrošināta iespēja sekot līdzi uzņēmumā notiekošajiem procesiem un identificēt avotu/avotus, kas potenciāli rada smakas piesārņojumu konkrētajā brīdī. Ja uzņēmumam ir raksturīgs viens vai daži dominējoši smakas emisijas avoti, tad apsverama iespēja veikt mērījumus tieši emisijas avotā.

1A variants var tikt papildināts arī ar smakas modelēšanas programmatūru, kas sniedz iespēju prognozēt īstermiņa traucējumus uzņēmuma apkārtnē. Izvēloties 1A variantu katrs gadījums, kad publiskā teritorijā izvietotā stacijā, nomērītā stundas vidējā smakas koncentrācija pārsniedz $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, var tikt analizēts atsevišķi. Cēloņsakarības analīze jābalsta uz trīs pamatfaktoriem:

- kādas ir uzņēmumā notiekošās aktivitātes (piemēram, vai notikuma brīdī veiktas darbības ar smakojošām vielām);
- vēja virziens attiecībā pret dzīvojamo vai publisko teritoriju, kurā reģistrēts smakas mērķlieluma pārsniegums (labvēlīgs vai nelabvēlīgs);
- smakas monitoringa rezultāti monitoringa stacijās, kas izvietotas emisijas avotu tuvumā. Var būt gadījumi, kad publiskā teritorijā izvietotā monitoringa iekārta rāda augstu smakas koncentrāciju, tomēr uzņēmuma darbība ar to nav cēloņsakarīgi saistīta (smaku rada, piemēram, zāles pļaušana).

1B variants sniedz iespēju indikatīvi salīdzināt nomērīto smakas koncentrāciju ar smakas mērķlielumu, tomēr iekārtu izvietojums, pirmkārt, nenodrošina operatoram spēju apsteidzoši reaģēt, lai nepieļautu to, ka smaka nonāk ārpus ražošanas teritorijas, otrkārt, var nebūt pietiekams smaku avota identifikācijai smaku traucējuma gadījumā.

1C izvietojuma plāns nodrošina iespēju apsteidzoši reaģēt, lai smakas piesārņojumu samazinātu un ierobežotu tā izplatību aiz uzņēmuma robežas. Var izmantot gadījumos, kad uzņēmuma teritorijā ir liels skaits emisijas avotu, jo katra avota tuvumā nav finansiāli pamatoti uzstādīt iekārtu. Iekārtas izvietojamas uz robežas - tuvāko dzīvojamo vai publisko teritoriju virzienā. Ideālā gadījumā viena no iekārtām tiek izvietota arī teritorijā, kurā jānovērtē atbilstība smakas mērķlielumam. Piemēram, divas iekārtas uz robežas, bet viena jutīgajā teritorijā - veidojot trijstūri.

Neatkarīgi no izvēlēta varianta, analizējot smaku monitoringa datus, tie jāvērtē kontekstā ar notiekošajiem procesiem ražošanas teritorijā, kā arī vēja virzienu un stiprumu.

5.2. Procedūras pie paaugstinātas smaku koncentrācijas

Līdz ar smaku monitoringa sistēmas ieviešanu, rekomendējams uzņēmumiem sagatavot arī rakstisku procedūru, kurā noteiktas rīcības reaģēšanai uz noteiktiem ar smaku monitoringa sistēmas palīdzību fiksētiem smakas piesārņojuma līmeņiem. Rīcības plānam būtu jāsaturs šādi elementi:

- monitoringa sistēmas apraksts;
- apkārtējās situācijas analīze, kas var ietekmēt smaku monitoringa rezultātus vai to izmantošanu darbības vadībai (piemēram, vai blakus atrodas citi uzņēmumi, kas potenciāli var radīt smakas piesārņojumu);
- identificētie labvēlīgie un nelabvēlīgie meteoroloģiskie apstākļi attiecībā pret teritoriju, kurā vērtējama atbilstība smakas mērķlielumam. Piemēram, vēja virziens grādos, kuros vējš pūš no ražotnes uz apdzīvotajām teritorijām vai no tām. Tāpat jāizvērtē smakas avota emisiju apjoma atkarība no ārgaisa temperatūras, kā arī ietekmes un vēja ātruma korelācija;
- operatora rīcības, konstatējot noteikta līmeņa un/vai smakas mērķlieluma pārsniegumu, kā arī saņemot iedzīvotāja sūdzības (nosakot gan korektīvas, gan preventīvas darbības smaku traucējumu novēršanai);
- operatora rīcības periodos, kad tiek veikta iekārtu kalibrēšana vai konstatēts smaku monitoringa iekārtas bojājums.

Viens no pirmajiem rekomendējamajiem soļiem pēc smaku monitoringa sistēmas uzstādīšanas ir piesārņojuma sliekšņa definēšana sistēmā, kuru pārsniedzot, sistēma nosūta brīdinājuma epastu. Kā brīdinājuma parametru var izvēlēties smakas koncentrāciju, OU_E/m^3 vai, ja iekārtas netiek kalibrētas, tad gāzes, piemēram, sērūdeņraža vai amonjaka koncentrāciju. Kā e-pasta nosūtīšanas nosacījums var būt, piemēram, nosacījums, ka, ja 30 minūtes smakas koncentrācija ir virs $5 \text{ OU}_E/\text{m}^3$, tad tiek atsūtīts e-pasts uz sistēmā norādīto adresi. E-pastam būtu jāsaturs informācija ne tikai par smakas koncentrāciju,

bet arī par vēja stiprumu un virzienu, kas sniedz operatoram priekšstatu par notiekošo. E-pasta piemērs: **Monitoringa stacija: Cēsu iela 100, 26.06.2022. plkst. 23:40, pēdējo 30 minūšu vidējā smakas koncentrācija ir 9 OU_E/m^3 , vēja virziens A, vēja ātrums 2.3 m/s.**

Saņemot brīdinājuma e-pastu vai informāciju par iedzīvotāja sūdzību, atbildīgajai personai būtu jāapseko monitoringa vieta, lai pārliecinātos organoleptiski, vai smaka ir jūtama. Ja smaka nav jūtama, tad tas jāveic atbilstošs pieraksts, piemēram, atzīme žurnālā, ka trauksme ir bijusi nepamatota, tāds pats rīcības algoritms rekomendējams arī gadījumos, ja ir bijusi ar uzņēmuma darbību nesaistīta smaka (piemēram, apkures izraisīts piedūmums ziemas laikā). Ja tiek konstatēta cita veida smaka, tad vēlams fiksēt pierakstos arī tās raksturojumu un, ja iespējams identificēt, arī smakas avotu. Ja tomēr smaka organoleptiski ir jūtama un saistāma ar uzņēmuma darbību, tad operatoram jāuzsāk korektīvās darbības, kas apzinātas jau iepriekš. Pēc korektīvo darbību uzsākšanas tiek veikts pieraksts, piemēram, žurnālā (procesu vadības piemēru skatīt 4. attēlā).

Piemērs ar korektīvajām darbībām:

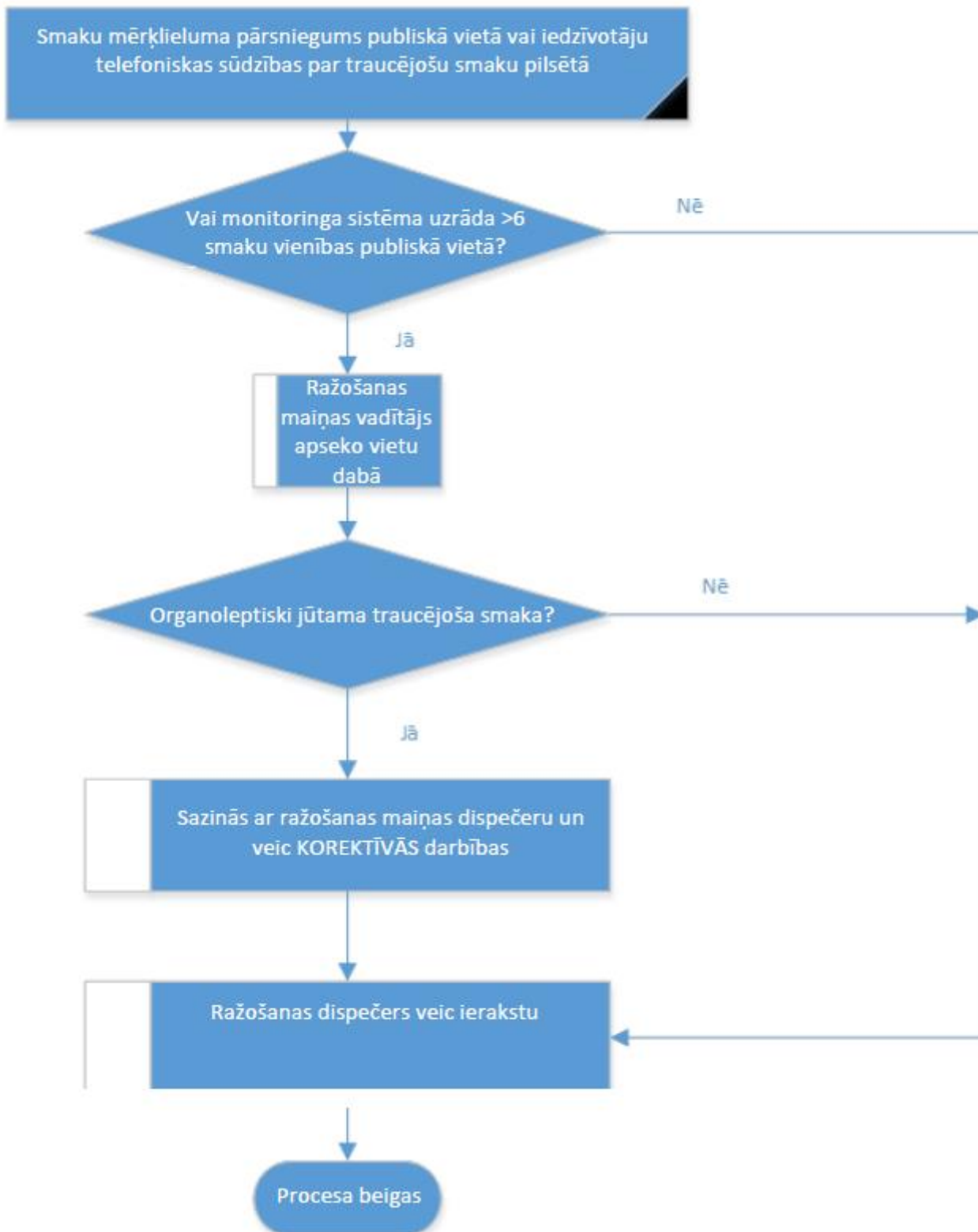
- pārtraukt lagūnas iztukšošanu;
- samazināt lagūnas uzpildīšanas ātrumu;
- neveikt lagūnas maisīšanas procesus;
- samazināt cieto izejvielu uzpildes ātrumu.

Piemērs ar preventīvajām rīcībām:

- izvērtēt smaku izplatības iespējamības riska faktorus, proti, meteoroloģiskā dienesta informāciju par vēja stiprumu, virzienu un vides temperatūru;
- sekot līdzi monitoringa sistēmas rādījumiem, savlaicīgi reaģēt uz meteoroloģisko prognožu izmaiņām;
- digestāta noliešanas laikā lietot tikai hermētiskus savienojumus;
- digestāta lagūnu pārsegt;
- gada siltajā periodā neveikt digestāta izvešanu, ja gaisa temperatūra pārsniedz 25 °C dienā, ir nelabvēlīgs vēja virziens vai vēja ātrums ir no 0 līdz 2 m/s.

Katrs gadījums, kad stacijā, kura izvietota teritorijā, kurā jānovērtē atbilstība smakas mērķlielumam, stundas vidējā smakas koncentrācija pārsniedza 5 OU_E/m^3 var tikt analizēts atsevišķi, lai izvērtētu cēloņsakarību starp operatora darbību un smakas mērķlieluma pārsniegumu. Kā minēts iepriekš, tad cēloņsakarība jābalsta uz 3 faktoriem:

- kādi ir uzņēmumā notiekošie procesi;
- vēja virziens attiecībā pret teritoriju, kurā reģistrēts smakas mērķlieluma pārsniegums (labvēlīgs vai nelabvēlīgs);
- smakas monitoringa rezultāti monitoringa stacijās, kas izvietotas emisijas avotu tuvumā.



4. attēls. Operatora rīcības, konstatējot smakas mērķlieluma pārsniegumu publiskā vietā vai saņemot iedzīvotāju sūdzības (piemērs), (avots: SIA “Estonian, Latvian & Lithuanian Environment”)

6. SMAKU EMISIJU SAMAZINĀŠANAS VEIDI

Pastāv dažādi tehnoloģiskie paņēmieni, lai mazinātu smaku emisijas, kas balstās uz adsorbcijas, absorbcijas, oksidācijas, sadedzināšanas un biofiltrēšanas procesiem. Šos paņēmienus var iedalīt fizikālajās, ķīmiskajās un bioloģiskajās tehnoloģijās. Turpmāk ieskatam aprakstīti dažādi iespējamie tehnoloģiju piemēri smaku samazināšanai biogāzes ražotnēs, kā arī lauksaimniecības procesos.

6.1. Fizikālās tehnoloģijas

Tiek izmantots kāds fizikāls mehānisms, lai samazinātu smaku koncentrāciju. Smakas tiek maskētas vai izkliedētas. Visbiežāk tiek izmantots:

- aktivētās ogles adsorbcija (tiek izmantoti poraini filtri, uz kuriem adsorbējas smakas izraisošie savienojumi, tādējādi attīrot gaisu);
- maskēšana (tiek izmantoti aromātiski savienojumi ar patīkamu un stipru smaržu, kas nomāc nepatīkamo savienojumu darbību);
- difūzijas paņēmiens (ar smakām piesārņotais gaiss tiek savākts un novadīts augstu gaisā, kur aromātu veidojošo savienojumu koncentrācija izkliedējas).

6.2. Ķīmiskās tehnoloģijas

Smakas veidojošie savienojumi ar ķīmisku reakciju palīdzību tiek pārvērsti tādos savienojumos, kas cilvēkam ar ožu nav jūtami:

- augu ekstraktu izsmidzināšana (izmantojot ķīmiski aktīvos augos esošos savienojumus, traucējošo aromātu veidojošie savienojumi tiek pārvērsti mazākās netoksiskās molekulās bez smaržas. Jāņem vērā, ka šī metode izmantojama zemām smaku koncentrācijām tādā vidē, kas nav ar skābu reakciju);
- mitrā skruberu tehnoloģija (amonjaka smaku samazināšanai tiek izmantots skābs šķīdums, piemēram, sērskābes, bet sērūdeņraža - sārmais šķīdums, kuriem cauri tiek laists piesārņotais gaiss, tā izraisot reakciju starp vielām ar pretēju vides pH);
- katalītiskā sadedzināšana (ķīmiskās oksidācijas rezultātā sērūdeņradis un ogļūdeņraži tiek pārvērsti nekaitīgos savienojumos);
- fotokatalītiskā oksidācija (smaku veidojošo savienojumu ķīmiska sadalīšana fotokatalītisku savienojumu un UV starojuma klātbūtnē).

6.3. Biotehnoloģijas

Smaku emisijas tiek samazinātas, izmantojot mikroorganismus, tādējādi izmantojot maz enerģijas un neveidojot sekundāro piesārņojumu:

- biofiltrācija (smaku veidojošie savienojumi tiek pārnesti uz bioplēves - baktērijas saturošu sistēmu, kas nodrošina biodegradācijas procesu);
- biotriklings (biofiltra un bioskrubera tehnoloģijas apvienojums, kur reaktorā nepārtraukti cirkulē barības vielu šķīdums ar mikroorganismiem, kurā tiek ielaists piesārņotais gaiss. Tehnoloģija īpaši piemērota sērūdeņraža un amonjaka saistīšanai);

- bioskruberis (piesārņotais gaiss tiek laists cauri mikroorganismus saturošai dūņu masai, kas absorbē aromātveidojošos savienojumus).⁵

⁵ Wang Y. C., Han M. F. et al. 2021. Emissions, measurement, and control of odor in livestock farms: A review. *Science of the Total Environment*, vol. 776. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145735>

sustainablebiogas.eu

KONTAKTI: HARDIJS VERBELIS,
VALSTS VIDES DIENESTS

hardijs.verbelis@vvd.gov.lv

Projekta "Ilgtspējīga biogāze" ietvaros biogāzes sektoru pārstāvošās organizācijas un dažādas ieinteresētajām pusēm meklēja risinājumus, lai samazinātu barības vielu noplūdi visā biogāzes ražošanas ķēdē: no izejvielu apstrādes līdz ražošanai un ar barības vielām bagāta digestāta drošai izmantošanai.

Projekta aktivitāšu rezultātā secināts, ka biogāzes ražošanā ir rūpīgi jāapsver ilgtspējīga barības vielu apsaimniekošana. Plānojot, sniedzot darbības atļaujas un ekspluatējot biogāzes iekārtas ir jāņem vērā reģionālā barības vielu bilance, izejvielu un digestāta uzglabāšanas vietām jābūt atbilstošām, un digestāta izmantošanai jābalstās uz augu vajadzībām.

Nepieciešama pārstrādāto barības vielu kvalitātes uzlabošana un jāveicina to izmantošana. Turklāt jāturpina daļēji pretrunīgā notekūdeņu dūņu apsaimniekošanas mērķu saskaņošana - piesārņojuma novēršana, barības vielu pārstrāde un klimata pārmaiņu mazināšana.

ES Interreg Centrālās Baltijas programmas finansēto projektu īstenoja Džona Nurminena fonds, ELY centrs Somijas dienvidrietumiem, Somijas Biocikla un biogāzes asociācija, Latvijas Valsts vides dienests un Latvijas Biogāzes asociācija.