

ŠIAULIŲ UNIVERSITETAS  
TECHNOLOGIJOS IR GAMTOS MOKSLŲ FAKULTETAS  
APLINKOTYROS KATEDRA

**Danutė Kvasovienė**

**AMONIAKO MAŽINIMO TVARTO ORE PRIEMONIŲ EFEKTYVUMO ĮVERTINIMAS**

Magistro darbas

Gamtinių sistemų valdymo magistro studijų programa

Vadovė prof. dr. Ingrida Šaulienė

Šiauliai, 2014

## TURINYS

ĮVADAS .....	3
1. LITERATŪROS ANALIZĖ .....	5
1.1. Tarptautiniai teisės aktai, reglamentuojantys aplinkos oro kokybę.....	5
1.1.1. Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys aplinkos apsaugos valdymą.....	7
1.2. Aplinkos oro tarša.....	12
1.3. Mokslo žinių, skirtų oro kokybei gyvulininkystės sektoriuje gerinti, analizė.....	15
1.4. Priemonių, naudojamų oro taršai mažinti, analizė .....	19
2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI.....	23
2.1. Darbo objektas.....	23
2.2 Tyrimo metodai .....	24
2.2.1. Tyrimui naudotos priemonės .....	25
3. REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ.....	29
3.1. Amoniakio kiekį kiaulių tvartuose apsprendžiančių veiksnių analizė.....	29
3.1.1 Amoniakio kiekio kontroliniame tvarte priklausomybė nuo aplinkos veiksnių.....	29
3.1.2 Amoniakio kiekio kontroliniame tvarte priklausomybė nuo kiaulių.....	31
3.2. Biostabilizatorių poveikio amoniako kiekio tvarto ore mažinimui analizė .....	33
3.2.1 Amoniakio kiekio tvarte priklausomybė nuo aplinkos veiksnių, naudojant biostabilizatorius..	33
3.2.2. Amoniakio kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių, naudojant biostabilizatorius .....	35
3.2.3. Tvarto oro taršos amoniako emisijos valdymo galimybės .....	37
IŠVADOS.....	41
SANTRAUKA .....	42
SUMMARY .....	43
LITERATŪRA.....	44
PRIEDAI .....	48

## IVADAS

Europos Sąjungoje (ES), o tuo pačiu ir Lietuvoje, aplinkos oro apsauga išlieka svarbia problema, kadangi oro užterštumas yra padidėjęs ir didėja nuolat. Oro tarša – tai tiek vietinio pobūdžio, tiek ir tarpvalstybinė problema, sukelta į atmosferą išmestų teršalų, kurie arba vieni, arba po cheminės reakcijos su kitais aplinkoje esančiais elementais neigiamai veikia aplinką ir sveikatą. Ji neretai yra nematoma, tačiau jos poveikis yra labai realus. Dėl oro taršos prarandamos piliečių gyvybės, patiriamos didelės išlaidos medicinai dėl padidėjusio sergamumo (<http://www.urbact.lt/index.php/component/content/article/162-miest-aplinkos-oro-kokybs-klausimai-aptarti-briuselyje-vykusioje-aliojoje-savaitje.html>). Todėl labai svarbia tampa bendra oro apsaugos politika, kuria siekiama rasti būdų pagerinti oro kokybę, ieškoti sprendimų, kaip augančios pramonės, energijos gamybos, intensyvėjančio kelių eismo bei klimato kaitos sąlygomis sumažinti oro taršą. Žinoma ir tai, kad oro teršalus masės perneša toli nuo kilmės šaltinių, dėl šios priežasties svarbu valstybėms dalintis geriausiais veiklos pavyzdžiais tarptautiniu lygmeniu.

Europos komisija yra priėmusi oro politikos dokumentų rinkinį, reglamentuojantį oro apsaugą. Lietuvoje valstybinę aplinkos oro apsaugos valdymo sistemą sudaro:

- Aplinkos ministerija, kuri yra pagrindinė vykdomosios valdžios institucija, įgyvendinanti bendrąjį aplinkos apsaugos valdymą Lietuvos Respublikoje (LR);
  - regionų aplinkos apsaugos departamentai, kontroliuojantys nustatytų sąlygų vykdymą;
  - vietos savivaldos institucijos, kurios įgyvendina aplinkos apsaugos priemones.
- (<http://oras.gamta.lt>).

Pastaraisiais metais vis labiau ribojamas amoniako ( $\text{NH}_3$ ) ir kitų kenksmingų dujų sklidimas į aplinką. Daugelyje valstybių yra ribojama dujų koncentracija fermų ore, kuri kenkia žmonėms bei gyvuliams. Intensyvėjant kiaulininkystei, didėja šios žemės ūkio šakos neigiamas poveikis aplinkai dėl augančios amoniako emisijos, kuri yra atsakinga už kritulių rūgštėjimą, paviršinio vandens taršą bei socialines ir teritorines problemas kylančias dėl nemalonių kvapų išskyrimo (Möller H., Sommer S., Ahring K. 2004). Nustatyta, kad iš visų azoto (N) junginių, teršiančių atmosferą, 40 proc. sudaro amoniakas, o 90 proc.  $\text{NH}_3$  išgaruoja žemės ūkyje (Kavolėlis, 2003a). Atmosferoje amoniakas po reakcijos su deguonimi ir vandeniu (drėgme), virsta azoto ir nitritine rūgštimis, kurios iškrisdamos su lietumi ir sniegu susiformuoja gyvybei toksiškas amonio nitratų daleles, žalojančias visą ekosistemą (Kavolėlis, 2003b). Pasirinkta šio darbo tema yra aktuali

Lietuvoje ir tiriamame ūkyje (įmonėje). Kvapai – tai atitinkamų medžiagų išmetimas į orą. Didesnėje įmonėje yra būtina kontroliuoti oro taršą, pritaikyti geriausias gamybos būdus dėl taršos sumažėjimo.

Tema yra aktuali tuo, kad gyvulininkystės fermos turi sumažinti amoniako emisiją iš tvartų, nemažindama, kaulių skaičiaus. Todėl yra ieškomos įvairios galimybės, kaip tai įvykdyti, kad atitikti visus keliamus reikalavimus. Taigi kiaulininkystės objektuose, oro kokybė yra labai svarbus veiksnys, įtakojantis tiek gyvulių, tiek darbuotojų gerovę. Kenksmingos biodujos gali sukelti reikšmingas neigiamas pasekmes. Priemonių, gerinančių oro kokybę, naudojimas tampa nebeišvengiamu. Būtina kontroliuoti kenksmingų medžiagų susidarymą ir mažinti kenksmingų biodujų išsiskyrimą. Todėl tiriamajame darbe buvo pasirinkta naudoti biostabilizatorius, kurie mažina amoniako ir kitų kvapų išsiskyrimą ir įvertinti jų veiksmingumą.

Per pastaruosius metus aplinkos užterštumo mastai labai padidėjo, todėl atmosferos struktūra turi būti valdoma tinkamai ir pasiekiami rezultatai, turi atitikti Lietuvos Respublikos bei Europos Sąjungos teisės aktų normas. Šiuo metu labiausiai aplinkai ir žmogui pavojingi teršalai yra amoniakas ir kietosios dalelės, todėl tiek Europos Sąjungos, tiek Lietuvos Respublikos norminiai dokumentai orientuoti stipriai mažinti šių teršalų emisijas. Pagal dabartinius galiojančius teisės aktus, amoniako emisija iki 2020 metų turi sumažėti 4 proc., o Europos Parlamentas siūlo sumažinti emisiją net 27 proc.

Darbo tikslas – įvertinti amoniako kiekio mažinimo ore galimybes naudojant biostabilizatorius.

Darbo uždaviniai:

1. Atlikti amoniako kiekio ore norminimo ir mokslo žinių panaudojimo proceso valdymui analizę.
2. Įvertinti biostabilizatorių efektyvumą amoniako kiekiui sumažinti tvartų ore.
3. Atskleisti galimybes dėl tvartų oro taršos valdymo.

## 1. LITERATŪROS ANALIZĖ

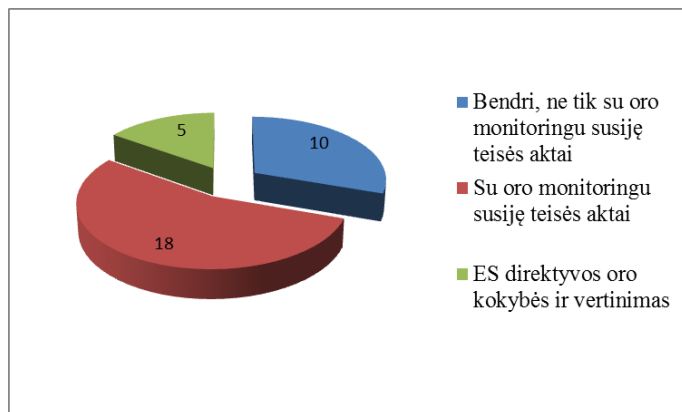
### 1.1. Tarptautiniai teisės aktai, reglamentuojantys aplinkos oro kokybę

Europos Sąjungos aplinkosauginės politikos tikslas – pasiekti priimtinus oro kokybės lygius, kurie neturi neigiamo poveikio arba nekelti grėsmės aplinkai ir žmogaus sveikatai. Visoje Europos Sąjungoje taikomi vienodi standartai, konkrečių teritorijų aplinkos oro apsaugos normas gali reglamentuoti nacionalinė teisinė bazė. Oro kokybė turi būti užtikrinta stebint, kontroliuojant ir taikant oro taršos prevenciją. ES aplinkosauginės politikos integracijos principas įgyvendinamas tokiu būdu: oro taršą vienoje teritorijoje ar konkrečiame taške mažinančios priemonės neturi įtakoti oro taršos padidėjimo niekur kitur aplinkui, arba taršos padidėjimo kokioje nors kitoje aplinkos terpėje (remiantis Taršos integruotos prevencijos ir kontrolės principais (TIPK)). Vienas iš Europos Oro Kokybės teisinės bazės elementų yra įteisinti Europos Standartizacijos Centro (CEN) parengtus standartus, kurie yra nustatyti tam, kad būtų užtikrinta, jog visos Šalys Narės atliktų matavimus pagal reikalaujamą tikslumo lygį ir Šalys Narės privalo vadovautis šiais standartais. Šie aplinkos oro kokybės standartai teršalams yra nustatyti pagal mokliškai nustatytą arba įvertintą poveikį žmogaus sveikatai ir aplinkai (<http://vsc.sam.lt/pub/imagelib/file/oro.pdf>).

Viena iš Europos komisijos oro politikos dokumentų rinkinio dalių yra Europos švaraus oro programa, nustatanti priemones, kuriomis siekiama:

- suformuluoti ir nustatyti aplinkos oro kokybės tikslus, skirtus išvengti, užkirsti kelią arba sumažinti žalingą poveikį žmonių sveikatai ir visai aplinkai;
- vertinti aplinkos oro kokybę valstybėse narėse, remiantis bendrais metodais ir kriterijais ir, visų pirma, vertinti tam tikrą teršalų koncentraciją aplinkos ore;
- teikti informaciją apie aplinkos oro kokybę, siekiant prisidėti prie kovos su tarša ir kenksmingais veiksniais ir stebėti ilgalaikes tendencijas bei padėties gerėjimą dėl nacionalinių ir Bendrijos priemonių;
- užtikrinti, kad su tokia informacija apie aplinkos oro kokybę galėtų susipažinti visuomenė; palaikyti aplinkos oro kokybę ten, kur ji gera, o kitais atvejais ją gerinti;
- skatinti glaudesnę valstybių narių bendradarbiavimą siekiant sumažinti oro taršą ([http://ec.europa.eu/lietuva/ziniasklaidai/18122013\\_aplinkos\\_politika\\_lt.htm](http://ec.europa.eu/lietuva/ziniasklaidai/18122013_aplinkos_politika_lt.htm)).

Oro taršos strategija yra nustatoma ilgalaikė švaresnio oro Europoje perspektyva. Šioje strategijoje aplinkos oro valdyme didžiausias dėmesys teikiamas pagrindinių teršalų išmetimo mažinimui. Europos Sąjungos ir Lietuvos teisė turi virš 30 aktų, susijusių su oro tarša (1 pav).



1 pav. Teisės aktai, susiję su oro tarša

Pagrindiniai ES reikalavimai aplinkos oro kokybės normoms, monitoringui, vertinimui ir valdymui apibrėžti trijose ES Tarybos direktyvose:

1. Bendroji direktyva dėl aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo (96/62/EB), numato pagrindinius vertinimo ir valdymo principus bei normuojamus teršalus. Ši direktyva apima tik politikos struktūrą, o praktiškai priemonės yra įgyvendinamos per dukterines direktyvas (Council Directive 96/62/EC, 1996).

1.1. Pirmoji dukterinė direktyva dėl sieros dioksido, azoto oksidų, suspenduotų dalelių ir švino ribinių verčių aplinkos ore yra skirta konkreitiems teršalams, nustato šių teršalų pavojaus slenksčius, ribines vertes ir jų pasiekimo terminus, koncentracijų matavimo kriterijus ir metodus.

1.2. Antroji dukterinė direktyva nustato anglies monoksido ir benzeno ribines užterštumo bei siektinas užterštumo vertes, pavojaus slenksčius ir leistinus nuokrypius.

2. Direktyvos, reglamentuojančios išmetamų į orą teršalų normas ir reguliavimo principus:

2.1. Tarybos direktyva dėl sieros dioksido, azoto dioksido, azoto oksidų, kietųjų dalelių ir švino ribines vertes aplinkos ore (1999/30/EB) nustato sieros dioksido, azoto dioksido, azoto oksidų, kietųjų dalelių ir švino koncentracijų ribines vertes aplinkos ore ribines vertes ir pavojaus slenksčius. (Council Directive 1999/30/EC, 1999).

2.2. Tarybos direktyva dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės (96/61/EB) nustato priemones, skirtas užkirsti kelią teršalų išmetimui į orą arba jam mažinti, taikant leidimų išdavimo sistemą naujiems įrenginiams, naudojant efektyviausias taršos prevencijos priemones bei taikant geriausią prieinamą gamybos būdą. (Council Directive 96/61/EC, 1996, p. 26 – 40).

2.3. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva dėl tam tikrų teršalų, išmetamų į orą iš didelių kurą deginančių įrenginių, kiekio apribojimo (2001/80/EB) taikoma kurą deginantiesiems įrenginiams, kurių nominalus šiluminis našumas yra lygus arba didesnis kaip 50 MW, nepriklausomai nuo naudojamos kuro rūšies (kietasis, skystasis arba dujinis). (Europos Sąjungos tvaraus vystymosi strategija. Briuselis, 2006 m. p. 7-9).

2.4. Europos Parlamento ir Tarybos direktyva dėl tam tikrų į atmosferą išmetamų teršalų nacionalinių limitų (2001/81/EB). Ši direktyva reglamentuoja, kad šalys narės turi sumažinti metinius teršalų išmetimų kiekius tokių teršalų: sieros dioksido (SO<sub>2</sub>), azoto oksidų (NO<sub>x</sub>), lakiųjų organinių junginių (LOJ) ir amoniako (NH<sub>3</sub>). Direktyva apibrėžia nacionalinius teršalų išmetimo limitus kaip didžiausią medžiagos kiekį (kilotonomis), leidžiamą išmesti per metus šaliai narei. Šalys kandidatės, įstojusios į ES, taip pat privalės laikytis joms nustatytų nacionalinių išmetimų limitų. Valstybės narės privalo užtikrinti, kad nustatytos teršalų išmetimo ribos nebūtų viršijamos bet kuriais metais po 2010 m. (Directive 2001/81/EC, 2001, p. 22–30).

Komisijos Sprendimu yra nustatyta procedūra dėl informacijos apie oro kokybę apskaitimo Bendrijos mastu. Visi esminiai Europos Sąjungos aplinkos oro kokybės vertinimo ir valdymo direktyvų reikalavimai yra perkeltami į atskirą šalių teisinę sistemą.

### **1.1.1. Lietuvos teisės aktai, reglamentuojantys aplinkos apsaugos valdymą**

Siekdama pagerinti savo gyventojų sveikatos ir aplinkos apsaugą, Lietuva diegia Europos Sąjungos oro kokybės standartus ir reikalavimus. Įgyvendinti šių oro kokybės valdymo sistemos sričių pakeitimai:

- ES aplinkos oro vertinime (teršalus, ribines vertes, pavojaus slenksčius ir kita);
- Aplinkos oro stebėsenos sistemoje;
- Modeliavime, kaip oro kokybės valdymo priemonėje;
- Oro taršos mažinimo programų principus ir reikalavimus;
- Sąsajas su aplinkosauginių leidimų išdavimu ir poveikio aplinkai vertinimu;

- Informacijos srautų ir mainų srityje. (<http://vsc.sam.lt/pub/imagelib/file/oro.pdf>)

Lietuvos Respublikos (LR) aplinkos apsaugos įstatymas nustato pagrindines Lietuvos Respublikos Vyriausybės, Aplinkos ministerijos, vietos savivaldos institucijų funkcijas, reguliuoja visuomeninius santykius aplinkosaugos srityje, nustato pagrindines juridinių bei fizinių asmenų teises ir pareigas, išsaugant LR būdingą biologinę įvairovę, ekologines sistemas bei kraštovaizdį, užtikrinant sveiką ir švarią aplinką bei racionalų gamtos išteklių naudojimą. Šis įstatymas taip pat reglamentuoja ūkinės veiklos reguliavimą, aplinkos būklės stebėjimo ir neigiamo poveikio aplinkai sistemą, ekonominę aplinkos apsaugos mechanizmą, aplinkos apsaugos valstybinę kontrolę ir teisinę atsakomybę (Aplinkos apsaugos įstatymas, 1992).

Lietuvos Respublikos aplinkos oro apsaugos įstatymas nustato asmenų teises į švarų orą, pareigas saugoti aplinkos orą nuo taršos, susijusios su žmonių veikla, ir mažinti jos daromą žalą žmonių sveikatai bei aplinkai. Taip pat nustato priemones, ribojančias aplinkos oro taršą ir mažinančias jos neigiamą poveikį žmonių sveikatai bei aplinkai, reglamentuoja visuomeninius santykius aplinkos oro apsaugos kokybės valdymo srityse. Šis įstatymas nereglamentuoja radioaktyviosios taršos, taip pat aplinkos oro taršos, kuri gali atsirasti dėl gamtos procesų ar dėl teršalų pernašų iš kitų valstybių (Aplinkos oro apsaugos įstatymas, 1999).

Šiame įstatyme apibrėžiami aplinkos oro apsaugos prioritetai, tokie kaip energijos naudojimo veiksmingumo didinimas, motorinių transporto priemonių sukeltos taršos mažinimas, geriausių prieinamų gamybos būdų ir technologijų diegimas.

Aplinkos oro apsaugos įstatymas apibrėžia pagrindinius aplinkos oro kokybės valdymo, vertinimo principus, aplinkos oro monitoringo, zonų ir aglomeracijų, kuriose užterštumo lygis viršija ribines ir siektinas užterštumo vertes, nustatymo principus, aplinkos oro taršos reguliavimo priemones, ūkinės veiklos objektų projektavimą, statybą ir rekonstravimą, kuro reikalavimus, leidimą teršalus išmesti į aplinkos orą ir asmenų teises ir pareigas aplinkos oro apsaugos srityje.

Lietuvos Respublikos aplinkos oro kokybės valdymas organizuojamas taip:

- Aplinkos ministerija ir Sveikatos apsaugos ministerija tvirtina sąrašą teršalų, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas, nustato ribines ir siektinas užterštumo vertes, leistinus nukrypimo dydžius ir pavojaus slenksčius, taip pat visuomenės, suinteresuotų institucijų ir įstaigų informavimo apie aplinkos oro užterštumo lygius tvarką;



– Savivaldybės ir Aplinkos ministerija ar jos įgaliotos institucijos pagal savo kompetenciją privalo imtis reikiamų priemonių, kad ribinės ar kitos šiame įstatyme nurodytos užterštumo vertės ir pavojaus slenksčiai nebūtų viršyti.

– Savivaldybės vykdomoji institucija, siekdama užtikrinti, kad ribinės ar kitos šiame įstatyme nurodytos užterštumo vertės ir pavojaus slenksčiai nebūtų viršyti, rengia, tikslina ir derina su Aplinkos ministerija ar jos įgaliota institucija ir kitomis suinteresuotomis valstybės institucijomis ir įstaigomis aplinkos oro kokybės valdymo programą ir jos įgyvendinimo priemonių planą. Kokia informacija turi būti įtraukta į aplinkos oro kokybės valdymo programą ir jos įgyvendinimo priemonių planą, nustato Aplinkos ministerija kartu su Sveikatos apsaugos ministerija. Suderintą aplinkos oro kokybės valdymo programą ir jos įgyvendinimo priemonių planą tvirtina savivaldybės atstovaujamoji institucija. Aplinkos oro kokybės valdymo programa ir jos įgyvendinimo priemonių planas skelbiami viešai.

– Savivaldybės vykdomoji institucija Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka Aplinkos ministerijai ar jos įgaliotai institucijai teikia ataskaitas apie aplinkos oro kokybės valdymo programos ir jos įgyvendinimo priemonių plano vykdymą.

Lietuvos Respublikos aplinkos oro kokybės vertinimas vykdomas:

– nuolat kontroliuojant aplinkos oro kokybę aglomeracijose ir zonose, kur užterštumo lygiai viršija arba gali viršyti ribines užterštumo vertes;

– atliekami Aplinkos oro kokybės matavimai nustatytose vietose nuolat arba epizodiškai imant bandinius;

– Aplinkos ministerijai ar jos įgaliotai institucijai kartu su suinteresuotomis institucijomis visoje šalies teritorijoje organizuojant oro kokybės rodiklių matavimus ir kitus tyrimus, reikalingus aplinkos oro kokybei įvertinti; nustatant minimalų matavimų skaičių, leidžiantį gauti informaciją, reikalingą aplinkos oro būklei įvertinti; nustatant aplinkos oro kokybės vertinimo tvarką bei nepalankių teršalų išsisklaidymo sąlygų nustatymo kriterijus.

Be to, Aplinkos ministerija kartu su Sveikatos apsaugos ministerija sudaro ir tikslina sąrašus zonų ir aglomeracijų, kuriose užterštumo vienu arba daugiau teršalų lygis:

– viršija ribines užterštumo vertes kartu su leistiniais nukrypimo dydžiais;

– viršija ribines užterštumo vertes, bet neviršija šių verčių kartu su leistiniais nukrypimo dydžiais;

– viršija siektinas užterštumo vertes.

Taip pat Savivaldybės tikslina aplinkos oro kokybės valdymo programą ir jos įgyvendinimo priemonių planą ir numatyto aplinkos oro kokybės valdymo priemonės aplinkos oro užterštumo lygiui sumažinti iki nustatytos ribinės ar siektinos užterštumo vertės ir toliau mažinti aplinkos oro užterštumo lygį. Patikslinta aplinkos oro kokybės valdymo programa ir jos įgyvendinimo priemonių planas nustatyta tvarka suderinamas ir patvirtinamas.

Jeigu kurio nors teršalo koncentracija viršija arba gali viršyti ribinę užterštumo vertę ir leistiną nukrypimo dydį arba pavojaus slenkstį dėl teršalų pernašos iš kitos valstybės, Aplinkos ministerija, remdamasi Lietuvos Respublikos ratifikuotomis tarptautinėmis sutartimis, susijusiomis su aplinkos apsauga, dėl sprendimų taršai pašalinti arba jai sumažinti bendradarbiauja ir konsultuojasi su atsakingomis kitos valstybės institucijomis.

Aplinkos ministerija kartu su Sveikatos apsaugos ministerija sudaro sąrašą zonų ir aglomeracijų, kuriose užterštumo lygiai yra mažesni už ribines užterštumo vertes. Šiose zonose ir aglomeracijose turi būti siekiama išlaikyti šiuos mažesnius užterštumo lygius ir kaip galima geresnę aplinkos oro kokybę.

Jeigu viršijamas pavojaus slenkstis, Aplinkos oro apsaugos įstatyme numatoma, jog Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos nustatyta tvarka Aplinkos ministerijos ir Sveikatos apsaugos ministerijos įgaliotos institucijos turi kuo skubiau apie tai informuoti visuomenę ir savivaldybės vykdomoji institucija turi imtis priemonių, kad būtų sumažintas pavojus žmonių sveikatai ir aplinkai.

Kad būtų tinkamai reguliuojamas į aplinkos orą patenkančių teršalų kiekis ir sudaromos sąlygos valdyti aplinkos oro kokybę, svarbu turėti objektyvią informaciją apie Tolimųjų oro teršalų pernašų konvencijos protokolais ir Direktyva 2001/81/EB reguliuojamų į atmosferą išmetamų teršalų – sieros dioksido, azoto oksidų, lakiųjų organinių junginių, amoniako ir kietųjų dalelių, taip pat kitomis ES direktyvomis reglamentuojamų sunkiųjų metalų, patvariųjų organinių ir kitų teršalų, šiltnamio efektą sukeliančių dujų ir ozono sluoksnį ardančių medžiagų, išmetamų į atmosferą, kiekio ir koncentracijos aplinkos ore pokyčius, kitus veiksnius, lemiančius klimato kaitą, aplinkos rūgštėjimą ir eutrofikaciją (<http://oras.gamta.lt/cms/index?rubricId=cd221b5f-a5f0-4cc2-a19e-c2eb5b503538>). Vienas pagrindinių informacijos apie taršos šaltinių – yra aplinkos oro monitoringas, nes be jo nebūtų galima atlikti analizės. Lietuvos Respublikos Aplinkos monitoringo įstatymas nustato aplinkos monitoringo organizacinę struktūrą, vykdymo tvarką ir su tuo susijusią atsakomybę bei numato aplinkos oro kokybės monitoringo subjektus. Šis įstatymas reglamentuoja

aplinkos monitoringo kontrolę, duomenų kokybės užtikrinimą, aplinkos monitoringo informacijos standartizavimą, kaupimą ir saugojimą (Aplinkos monitoringo įstatymas, 2006).

Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymo pagrindinė paskirtis – nustatyti mokesčio už aplinkos teršimą mokėjimo tvarką ir kontrolę bei ekonominėmis priemonėmis skatinti teršėjus mažinti aplinkos teršimą, vykdyti atliekų prevenciją ir tvarkymą, neviršyti nustatytų teršalų išmetimo į aplinką normatyvų, taip pat iš mokesčio kaupti lėšas aplinkosaugos priemonėms įgyvendinti (Mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas, 1999).

Tiriamąjį įmonėje yra itin svarbus Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 12 d. įsakymu Nr. 596 (su pakeitimais, padarytais Lietuvos Respublikos Aplinkos ministro 2010 m. balandžio 6 d. įsakymu Nr. D1-279, 2010 m. birželio 14 d. įsakymu Nr. D1-489) patvirtinto Aplinkos oro kokybės vertinimo tvarkos aprašo laikymasis. Šis aprašas reguliuoja aplinkos oro kokybės vertinimo tvarką pagal Europos Sąjungoje galiojančius kriterijus ir metodus, kad visoje LR teritorijoje būtų galima patikimai ir tiksliai įvertinti aplinkos oro kokybę. Toks aplinkos oro kokybės vertinimas yra reikalingas aplinkos oro kokybės valdymui, įskaitant aplinkos oro kokybės gerinimą ten, kur nustatytos ribinės vertės yra viršijamos, ir kiek galima geresnės aplinkos oro kokybės palaikymą ten, kur užterštumo lygiai nesiekia ribinių verčių (Aplinkos oro kokybės vertinimas, 2001).

Lietuvos Respublikos aplinkos ministro įsakymas „Dėl taršos integruotos prevencijos ir kontrolės leidimų išdavimo, atnaujinimo ir panaikinimo taisyklių patvirtinimo“ nustato Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatyme nurodyto gamtos išteklių naudojimo ir teršalų išmetimo į aplinką leidimo išdavimo, atnaujinimo, koregavimo ir panaikinimo tvarką. Taisyklės reglamentuoja taršos prevencijos ir kontrolės priemones, numatytas Lietuvos Respublikos vandens įstatyme, Lietuvos Respublikos aplinkos oro apsaugos įstatyme, Lietuvos Respublikos atliekų tvarkymo įstatyme ir Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatyme. Taisyklėse nustatomos ūkinės veiklos vykdytojų, leidimų projektus derinančių ir leidimus išduodančių institucijų, kitų suinteresuotų asmenų (visuomenės) teisės ir pareigos išduodant, atnaujinant, koreguojant ar panaikinant leidimus. Integruoto požiūrio į taršos kontrolę tikslas yra užkirsti kelią teršalų išmetimui į orą, vandenį ar dirvožemį visur, kur įmanoma, atsižvelgiant į atliekų tvarkymą, o ten, kur neįmanoma, – siekti jį sumažinti iki minimumo, kad būtų pasiektas aukštas aplinkos apsaugos lygis (<http://www.tipk.lt/Kas%20tai%20yra%20TIPK.html>).

Siekiant mažinti taršos iš stacionarių ūkinės veiklos objektų kenksmingą poveikį aplinkai ir išvengti teršalų permetimo iš vienos aplinkos terpės į kitą (Aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 12 d. įsakymas Nr. 596 „Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo“). TIPK leidime pateikiami reikalavimai kvapų kontrolei bei mažinimo priemonėms. Paraiškos TIPK leidimui išduoti ar atnaujinti XI skyriaus „Triukšmo sklidimas ir kvapų kontrolė“ 46 punkte „Kvapų kontrolė“ nurodyta, kad taisyklių 1 priede nurodytiems įrenginiams reikalavimai kvapų parametrams nustatomi pagal galiojančių kvapus reglamentuojančių normatyvinių dokumentų reikalavimus įsigaliojo atsižvelgiant į nuo 2011 m. sausio 1 d. įsigaliojusia Lietuvos higienos norma HN 121:2010, kurioje yra reglamentuota kvapo koncentracijos ribinė vertė (8 europiniai kvapo vienetai (8 OUE/m<sup>3</sup>)), taikoma gyvenamųjų ir kai kurių visuomenins paskirties pastatų patalpų orui. Ūkio subjektai (kurie teikia TIPK leidimams gauti dokumentus) paraiškos 46 punkte privalo deklaruoti, kad vykdoma ūkinė veikla nepažeidžia Lietuvos higienos normos HN 121:2010 reikalavimų.

Vienas iš dažniausiai pasitaikančių ir nemalonų kvapą sukeliančių vertintinu aplinkos oro teršalų yra amoniakas. Literatūros šaltiniuose yra pateikiamos skirtingos amoniako kvapo slenksčio vertės – nuo 0,026 mg/m<sup>3</sup> iki 40 mg/m<sup>3</sup>. Išanalizavus literatūros šaltinius, manytina, kad vienas iš naujausių mokslinių tyrimų nustatant amoniako kvapo slenksčio vertę yra, paskelbtas Jungtinės Karalystės moksliniame žurnale „Toxicological and Environmental Chemistry“ (Cawthon et al. 2009). Šiame straipsnyje nurodoma, kad amoniako kvapo slenksčio vertė yra 1,1 ppm, t. y. 0,76 mg/m<sup>3</sup>. Šią amoniako kvapo slenksčio vertę siūlytina taikyti vertinant amoniako skleidžiamą kvapą. Norint atlikti cheminiu medžiagų (teršalų) koncentracijos perskaičiavimą iš ppm į mg/m<sup>3</sup>, naudojama formulė pateikta Lietuvos higienos normoje HN 23:2011 „Cheminių medžiagų profesinio poveikio ribiniai dydžiai. Matavimo ir poveikio vertinimo bendrieji reikalavimai“.

## **1.2. Aplinkos oro tarša**

Teršalai išsklaidomi vėjo kryptimi. Vėjo dėka teršalų koncentracija už taršos šaltinio mažėja dėl praskiedimo. Eksponentinis vėjo greičio didėjimas, didėjant aukščiui, palengvina iš aukšto taršos šaltinio išmetamų dujų sklaidą. Tame pačiame aukštyje, bet lygesnėje vietoje, vėjo greitis yra didesnis, nei miestuose, kur pastatai tampa kliūtimi (Paliulis, 2004).

Iš gyvulininkystės fermos į aplinką patenka šie teršalai: amoniakas, sieros vandenilis, anglies dvideginis, dulkės, oru plintantys mikroorganizmai. Viena iš ribojamų teršalų yra amoniakas

(NH<sub>3</sub>). Ribinė amoniako koncentracija suaugusių gyvulių patalpose – 20 mg/m<sup>3</sup>, o prieauglio – 10 mg/m<sup>3</sup>. Jei ore yra 0,1 mg/l amoniako, gyvulių sveikata pastebimai pablogėja. Mirtina dozė – 3 mg/l. Apie 90 proc. ore esančio amoniako patenka iš gyvulininkystės fermų. Jis susidaro šlapimui, mėšlui, pakratams ar pašarų likučiams pūvant tvarte. Amoniako koncentracija priklauso nuo ventiliacijos efektyvumo, sanitarinės būklės, gyvulių skaičiaus. Amoniakas ardo ozono (dujos, kurios sulaiko kenksmingus trumpabangius ultravioletinius saulės spindulius) sluoksnį atmosferoje (Margelienė J., 2006). Įvairių rūšių gyvulių ir paukščių tvartuose kaupiasi amoniakas (NH<sub>3</sub>), anglies dvideginis (CO<sub>2</sub>), sieros vandenilis (H<sub>2</sub>S), metanas (CH<sub>4</sub>) ir dar apie 130 kitų cheminių medžiagų, kurios sumažina gyvulių ir žmonių atsparumą kvėpavimo takų ligoms ar jas sukelia (Choiniere Y., Munroe J. A., 1997).

Nemalonių kvapų emisija padidėja dėl cheminių procesų vykstančių nuotekose susijusių su dujų: metano (CH<sub>4</sub>), amoniako (NH<sub>3</sub>), vandenilio sulfido (H<sub>2</sub>S) ir kitų lakiųjų organinių junginių (LOJ), išskyrimu. Kuomet išmatos ir šlapimas susimaišo mėšle, mikrobinė mikroflora per fekalinę hidrolizę hidrolizuoja šlapimo šlapalą skaidydama jį į CO<sub>2</sub> ir NH<sub>3</sub>, išskiriant lakų amoniaką dujinėje formoje.

V. Ribikauskas ir G. Vaičionis teigia, kad žemės ūkyje galvijininkystė yra didžiausias atskiras antropogeninio amoniako šaltinis 25 proc. azoto, galvijų išskiriamo su šlapimu ir išmatomis, arba 20 proc. viso gaunamo azoto yra netenkama amoniako pavidalu. Pastaruoju metu gyvulininkystėje vis dažniau imamas priemonių sumažinti amoniako emisiją iš mėšlo tiek siekiant padidinti organinių trąšų vertę, tiek norint įgyvendinti amoniako normatyvus. Didelė amoniako koncentracija aplinkos ore stabdo jo garavimą. Techninės priemonės, mažinančios pH (acidifikacija) ir amoniako išsiskyrimą iš kanalų (grindų sistema), sumažina NH<sub>3</sub> emisiją iš galvijų tvartų virš 50 proc., lyginant su grotelinių grindų technologija (Monteny G. J., 2001). Kadangi šios priemonės yra gan brangios, perspektyvia laikoma gyvulių mitybos strategija, įgalinanti mažinti perteklinio azoto kiekį.

Amoniako koncentracija tvartų ore priklauso nuo gyvulių laikymo technologijų, vėdinimo ir daugelio kitų faktorių. Užsienio mokslininkai melžiamų galvijų tvartuose nustatė vidutiniškai 6,4 ppm amoniako koncentraciją, mėsinių galvijų tvartuose – 4,7 ppm, veršidėse – 3,7 ppm. Kitų autorių duomenimis, įvairiuose galvijų tvartuose buvo nustatyta vidutinė 8 ppm amoniako koncentracija. Užsienyje rekomenduojama ir dažniausiai naudojama amoniako ribinė koncentracija yra 20 ppm, tačiau naudojama ir 15 ppm. Atsižvelgiant į kumuliacinį efektą ir kitus kenksmingus faktorius (t.y.

dulkes ir endotoksinus), žmonėms gali būti nustatoma 7 ppm ribinė amoniako koncentracija (Seedorf J., Hartung J., 1999). Lietuvoje galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės iki 3 mėn. amžiaus veršelių patalpose riboja amoniako koncentraciją iki 15 ppm, 3–6 mėn. veršelių patalpose – iki 20 ppm, o prieauglio ir suaugusių galvijų tvartuose – iki 25 ppm (Monteny G. J., 2010).

Skaičiuojant nuo viso NH<sub>3</sub> išgaruojančio Olandijoje, 95 proc. tenka žemės ūkiui: tvartams, mėšlidėms, ant laukų skleidžiamam mėšlui. Ištirta, kad Amerikoje iš žemės ūkio į aplinką patenka apie 50 proc. NH<sub>3</sub>, Švedijoje – 90 proc., Olandijoje – 63 proc. Lietuvoje kol kas negalima tiksliai nusakyti, koks procentas bendro į aplinką išgaruojančio NH<sub>3</sub> patenka iš žemės ūkio (Seedorf J., Hartung J., 1999). Teršalų pasiskirstymo erdvėje žemėlapiai atskleidžia, pavyzdžiui, kad Po slėnyje Italijoje, Bretanėje Prancūzijoje ir Beniliukso šalyse žemės ūkio sektorius išmeta labai daug amoniako (NH<sub>3</sub>). O didelis amoniako kiekis kenkia aplinkai – sukelia dirvožemio ir gėlo vandens rūgštėjimą ir eutrofikaciją (<http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/newsreleases/aplinka.-naujuosiuose-zemelapiuose-europieciai-gali>).

Šiuo metu oro teršalų sklaidai modeliuoti naudojamas AERMOD modelis, kuris detaliam įvertina meteorologinių parametrų poveikį, landšaftą ir kitus parametrus. Modelio rezultatai parodo teršalų koncentracijų paplitimą ir kryptį, iš to galima daryti prielaidą, kur kvapas bus nebeaptinkamas. Svarbu žinoti, kokie kvapą turintys teršalai išsiskirs iš taršos šaltinio, nustatyti jų emisijas ir teršalų sklaidos modeliu sumodeliuoti sklaidą. Lietuvoje teršalų kiekius aplinkos ore apibrėžia Lietuvos higienos norma HN 35-2007 „Gyvenamosios aplinkos atmosferos orą teršiančių medžiagų didžiausia leidžiama koncentracija“ (1 lentelė duomenys apie amoniaką). Ši higienos norma nustato gyvenamosios aplinkos atmosferos orą teršiančių medžiagų vienkartinę ir paros didžiausią leidžiamą koncentraciją (DLK).

1 lentelė

**Teršalų ribinės užterštumo vertės** (<http://oras.gamta.lt>)

Teršalo pavadinimas	Periodas	Ribinė vertė	Procentilis
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
Teršalai, kurių kiekis aplinkos ore ribojamas pagal nacionalinius kriterijus			
Amoniakas	pusės valandos	0,2 mg/m <sup>3</sup> (200 µg/m <sup>3</sup> )	98
LOJ	pusės valandos	100 mg/m <sup>3</sup> (100.000 µg/m <sup>3</sup> )	98

Palyginimui apžvelgiama, kokie teršalų kiekiai buvo išmetami iš stacionarių taršos šaltinių pagal miestus Lietuvoje už 2013 metus (2 lentelė).

Monitoringo ataskaitos tikslas – tai, kad objektas pateikia duomenis apie metinius teršalo kiekius t/m pagal leidimą, kurie neviršija ribinių teršalų verčių  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , koncentracija gali būti matuojama ir ppm.

2 lentelė

**Teršalų emisija į aplinkos orą iš stacionarių taršos šaltinių Lietuvoje 2013 m**  
(<http://oras.gamta.lt>)

Eil. Nr.	Apskritis	Įmonių skaičius	Viso išmesta į aplinkos orą t/metus	Normatyvas DLT
1	Vilniaus	89	5196,5	25049,2
2	Kauno	121	10104,8	27327,9
3	Klaipėdos	77	5256,0	8119,6
4	Šiaulių	65	7994,3	13160,4
5	Panevėžio	58	3264,1	7259,4
6	Alytaus	32	1467,7	2752,8
7	Marijampolės	24	1808,2	3340,7
8	Utenos	29	1723,5	2778,3
9	Tauragės	15	593,7	862,6
10	Telšių	33	23174,1	49942,5
11	Viso:	543	60582,9	140593,8

Svarbiausi veiksniai, lemiantys amoniako emisiją tvartuose: tvartų švara, patalpos drėgmė, mėšlo rūgštingumas, oro ir mėšlo temperatūra, baltymų kiekis mėšle.

### 1.3. Mokslo žinių, skirtų oro kokybei gyvulininkystės sektoriuje gerinti, analizė

Mokslininkai yra ištyrę amoniako ir kitų dujų garavimo intensyvumo priklausomybę nuo įvairių veiksnių: oro judėjimo greičio, pašarų kokybės ir jų sudėties, patalpos ir mėšlo temperatūros, sezoniškumo, vėdinimo intensyvumo (Ribikauskas V., Vaičionis G., 2004; Kavolėlis B. 2004, Carlson G., Svensson L1994). Tiriamos amoniako emisijos intensyvumas ir koncentracijos tvarto ore priklauso nuo gyvulių laikymo būdų, techninių, technologinių veiksnių. Nustatinėjama  $\text{NH}_3$  emisiją iš mėšlidės, kompostuojamų organinių atliekų, į laukus vežamo ir skleidžiamo mėšlo. Nustatyti bendrieji  $\text{NH}_3$  emisijos ir koncentracijos tvarte dėsniniai, yra daug duomenų apie įvairių faktorių (kraiko, užterštų grindų, vėdinimo intensyvumo, temperatūros ir kt.) įtaką amoniako

emisijai ir koncentracijai tvarte, tačiau nepakankamai iširta integracinė įvairių faktorių, lemiančių šiuos procesus, įtaka. Užsienyje pradėti metano, azoto suboksido emisijos gyvulininkystėje tyrimai. Ieškoma naujų būdų kvapų ir amoniako emisijai mažinti. Sukurti biologiniai filtrai iš patalpos šalinamam orui valyti (Bleizgys R., Čėsna J., Kavolėlis B. 2008).

Kiaulininkystės objektuose, oro kokybė yra svarbus veiksnys įtakojantis gyvūnų gerovę. Kenksmingos biodujos gali sukelti gyvūnų elgesio pokyčius ir sumažinti natūralų kiaulių atsparumą. Dujų koncentracija objekto viduje priklauso nuo grindų tipo ir mėšlo šalinimo būdo bei dažnio. Pagerinti oro kokybę galima naudojant biologinį aplinkos aktyvinamą įterpiančią gamybos procesą fermentinius bakterinius junginius, kurie kontroliuoja kenksmingų medžiagų susidarymą ir mažina kenksmingų biodujų išskyrimą iš mėšlo.

Įprastomis sąlygomis, mėšlas tai bakterijų ekosistema, kurioje visi mikroorganizmai atlieka atskirą integruotą vaidmenį, tačiau makro ir mikro klimatiniai pokyčiai gali pakeisti mikrofloros balansą mėšle, kas priveda prie tam tikrų bakterinių štamų dominavimo prieš kitus (Sutton A.L. ir kt., 1999). Sistemos pusiausvyra gali būti išlaikyta modifikuojant ją arba pridedant medžiagų, kurios kontroliuoja maistinių medžiagų prieinamumą, pavyzdžiui, organinių rūgščių, vitaminų, mikroelementų ir bakterinės kilmės fermentų (Kuroda K. ir kt., 2004). Bioaktyvinimo galutinė funkcija – tai virškinimo proceso gerinimas, bei organinių maistinių medžiagų prieinamumo mažinimas patogeniniams organizmams. Šio proceso paseka – aplinkos taršos mažinimas. Naudojant biologinius aktyvatorius, mažinamas srutų klampumas, gerinami srutų talpyklos fermentacijos procesai.

Pastaruoju metu ir gyvulininkystėje vis dažniau imamas priemonių dujinių teršalų, o konkrečiai amoniako emisijai iš mėšlo, sumažinti tiek siekiant padidinti organinių trąšų vertę, tiek norint įgyvendinti amoniako normatyvus. Aplinkosauginiai reikalavimai verčia diegti ūkininkavimo sistemas, kuriose būtų laikomasi maisto medžiagų balanso, t. y. minimalaus maisto medžiagų (N, P, K) patekimo į aplinką. Azotas, patenkantis į gyvulininkystės gamybos ciklą, yra dalinai fiksuojamas gyvuliniuose produktuose ir augaluose. Likutis patenka į aplinką daugiausia nitrato ( $\text{NO}_3$ ) ir amoniako ( $\text{NH}_3$ ), taip pat azoto ( $\text{N}_2$ ) ir jo oksido ( $\text{N}_2\text{O}$ ) dujų pavidalu. Amoniako kiekis, patenkantis į atmosferą, yra apie 54 mln. t. per metus (svyruoja 23–88 t ribose), iš kurio 22 mln. t. (svyruoja 20–61 ribose) išsiskiria dėl gyvulininkystės veiklos (Bouwman A., Hoek van der K., 1997).

Didelė amoniako koncentracija aplinkos ore stabdo jo garavimą. Techninės priemonės, mažinančios pH (acidifikacija) ir amoniako išsiskyrimą iš kanalų (grindų sistema), sumažina  $\text{NH}_3$



emisiją iš galvijų tvartų virš 50 proc., lyginant su grotelinių grindų technologija. (Monteny G. J., 2001). Amoniako koncentracija tvartų ore priklauso nuo gyvulių laikymo technologijų, ventiliacijos ir daugelio kitų faktorių. Galvijų tvartuose įprastai nesusikaupia sveikatai pavojinga CO<sub>2</sub> koncentracija. Tačiau kiaulidėse ir paukštidėse, ypač žiemą, šių dujų koncentracija gali viršyti leistiną 5000 ppm ribą. Trumpalaikė (15 min.) CO<sub>2</sub> ekspozicija yra ribojama iki 30000 ppm. (Choiniere Y., Munroe J. A., 1997). CO<sub>2</sub> koncentracija yra svarbus ventiliacijos kontrolės rodiklis – pagal šių dujų koncentracijų skirtumus patalpoje ir lauke galima apskaičiuoti tvarto oro apykaitos intensyvumą. Laikant įvairios paskirties galvijus taikomos įvairios technologijos – skirtingos pastatų konstrukcijos, skirtingi mėšlo šalinimo ir laikymo būdai, ventiliacijos įrenginiai ir kita. Lietuvoje tokio pobūdžio tyrimai tvartuose mažai atliekami. Daugiausia informacijos šia tema pateikiama užsienio mokslinėje literatūroje.

Lietuvos veterinarijos akademijos Baisogalos gyvulininkystės institute, Lietuvos žemės ūkio universitete, VŠĮ Aplinkos vadybos ir audito institute. Tyrimų rezultatai pilnai koreliuojasi su Japonijos, JAV, Austrijos, Lenkijos tyrimų institucijose gautais rezultatais. Šių instituto specialistai dirba kvapų šalinimo, įvairiose ūkio šakose, maisto perdirbimo pramonėje, bioskaidžių atliekų tvarkymo, kompostavimo, mėšlo ir srutų tvarkymo, nuotekų valyklų bei sąvartynų eksploatacijos srityse (<http://www.avai.lt/index.php/lt/kvap-alinimas.html>).

Siekiant užtikrinti taršos iš pramonės įmonių mažinimą, ūkio subjektų veiklos vykdytojais turi naudoti geriausius prieinamus gamybos būdus. Toks teisinis režimas leidžia kontroliuojančioms institucijoms bei veiklos vykdytojams ilgą laiką dirbti kartu, siekiant atmosferos taršą sumažinti iki minimumo. Taršos integruota prevencija ir kontrolė siekia užkirsti kelią teršalų išmetimui, arba sumažinti išmetamų teršalų kiekį iki priimtino lygio (Aplinkos oro kokybės vertinimo vadovas, 2006 m.). Valstybės institucijos privalo informuoti visuomenę apie teršalų, esančių aplinkos ore, kiekio ribinių verčių viršijimą. Jeigu taršos lygis viršijamas arba įvykus avarijai, Lietuvos visuomenė informuojama per radiją, televiziją ir spaudą.

Danijos valdžios taikoma žemės ūkio kontrolės sistema yra viena griežčiausių pasaulyje. Didžiausiam pagal leistinas normas kiaulių ūkyje Danijoje užauginama 27 tūkst. kiaulių per visus metus. Didelį kiekį kiaulių auginantys ūkininkai turi turėti nuosavą žemės sklypą srutomis panaudoti. Šio sklypo dydis turi būti pakankamo dydžio: kiekvienam 1,4 gyvulių vienetui ūkininkas turi turėti 1 hektarą žemės, kuriame galėtų pilti srutas. Skysto mėšlo saugyklos turi būti tokio dydžio, kad kiaulių fermose jų talpos užtektų 9 mėnesiams. Ūkinės veiklos leidimo išdavimo didesniai nei 250

gyvulių vienetų ūkiui procesas trunka 1–2 metus. Danijoje, atsižvelgiant į EN 13725:2003 standarto reikalavimus, patvirtinti kvapų parametrų ribiniai dydžiai aplinkos oro prieš žeminiame sluoksnyje. Nustatytos tokios leistinos kvapo 1 min. 99-ojo procentilio vertės:

- 5 OUE/m<sup>3</sup> nustatyta ūkiui, esančiam netoli miesto teritorijos,
- 7 OUE/m<sup>3</sup> – šalia gyvenviečių, kuriose yra daugiau negu 6 gyvenamieji namai;
- 15 OUE/m<sup>3</sup> – ūkiams, esantiems 200 m nuo pavienio gyvenamojo namo, kitose teritorijose kvapai neturi viršyti 10 OUE/m<sup>3</sup>.

Airijoje praeito amžiaus 90-ųjų metų pabaigoje Airijos Aplinkos apsaugos agentūra gaudavo apie 1000 skundų per metus, iš kurių 90 proc. buvo susiję su kvapais (Odour Report, 2009). Airijos Aplinkos apsaugos agentūra požiūris dėl kvapų ūkio – subjektas neturi skleisti nemalonių kvapų, kurie erzintų žmones už objekto ribų, išskyrus atvejus, kai operatorius priėmė reikiamas kvapų kontrolės plane nurodytas priemones, bet neapsiribojo jomis, siekdamas išvengti kvapų arba sumažinti juos. Airijoje taikoma leistina kvapo vertė:

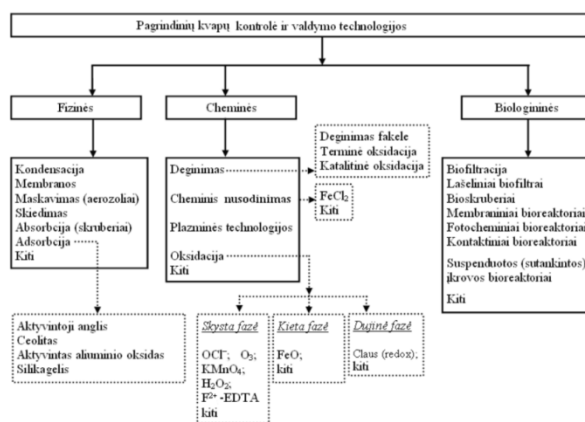
- naujoms kiaulių fermoms siektina 1 valandos 98-ojo procentilio kvapo vertė – 1,5 OUE/m<sup>3</sup>;
- naujoms kiaulių fermoms ribinė 1 valandos 98-ojo procentilio kvapo vertė – 3,0 OUE/m<sup>3</sup>;
- esamoms kiaulių fermoms ribinė 1 valandos 98-ojo procentilio kvapo vertė – 6,0 OUE/m<sup>3</sup>.

Pagal Latvijos Respublikos Vyriausybės patvirtintų Ūkinės veiklos sukeltų aplinkos oro kvapų nustatymo metodų ir kvapų plitimo ribojimo priemonių taikymo taisyklių reikalavimus, kvapo koncentracijos vertė netūri būti didesnė kaip 5 OUE/m<sup>3</sup> (gyvenamojoje vietovėje), žemės ūkio paskirties teritorijoje – ne didesnė kaip 8 OUE/m<sup>3</sup>, pramonės įmonių teršalų poveikio teritorijoje – ne didesnė kaip 10 OUE/m<sup>3</sup>. 2004 m. liepos 27 d. buvo priimtas Latvijos Respublikos Aplinkos ministerijos nutarimas Nr. 626 „Ūkinės veiklos sukeltų aplinkos oro kvapų nustatymo metodų ir kvapų plitimo ribojimo priemonių taikymo taisyklių reikalavimai“ (Nurodyti kvapų koncentracijų ribiniai dydžiai gali būti viršijami ne dažniau nei 7 paras per metus).

Lietuvoje šiuo metu nėra akredituotos kvapus nustatyti galinčios laboratorijos, o kvapų mėginiai vežami tyrimams į Latvijos akredituotą laboratoriją, kurioje minimali kvapo nustatymo riba yra nuo 11 OUE/m<sup>3</sup>. Šiuo metu Lietuvoje pagal higienos normą HN 121:2010, kvapų koncentraciją aplinkos ore neturi viršyti amoniako 8 OUE/m<sup>3</sup>.

## 1.4. Priemonių, naudojamų oro taršai mažinti, analizė

Norint pasirinkti tinkama būdą kvapams šalinti, svarbu įvertinti fizines, termodinamines ir chemines savybės. Pasaulyje naudojamų kvapų kontrolės ir valymo technologijų klasifikavimas pateiktas 3 pav. (Shareefdeen and Singh, 2008). Šios technologijos grindžiamos fiziniaisiais, cheminiais arba biologiniais procesais.



3 pav. Kvapų kontrolės ir šalinimo technologijų klasifikavimas (Shareefdeen and Singh, 2008)

Kvapų problemos sprendimo būdai yra keli, tai:

- kvapų atsiradimo prevencija;
- kvapų mažinimas technologinėmis priemonėmis;
- mažinimas cheminėmis priemonėmis;
- kvapų šalinimas mikrobiologinėmis priemonėmis.

Preveninės priemonės apima obligatinės aerobinės terpės sudarymą aeruojant, mikrobiologinės veiklos inhibiciją šarminant iki pH >11, 1-3 val. temperatūrinę higienizaciją esant >70°C ir mikrobiologinį bioskaidžių medžiagų apdorojimą.

Anot Gudelines technologinių priemonių taikymo galimybės yra ribotos, taikomos uždaroje sistemoje (pastatuose, uždaroje saugyklose, nuotekų valyklose ir pan.). (Gudelines, 2008).

Naudojamų priemonių ir technologijų pavyzdžiai, skruberiai, biofiltrai, ozonavimas, švitinimas, bet visos šios priemonės gana brangios.

Prieš daugiau nei metus pasauliniame taikomosios mikrobiologijos žurnale mokslininkai paskelbė naujausius tyrimų duomenis, kurie patvirtina, kad filtruojant fermų orą biofiltrais, galima kone visiškai pašalinti blogus kvapus. Mokslinių tyrimų duomenis praktiškai pritaikė Danijos

kompanija SKOV, biologines oro valymo sistemas gaminanti ir tobulinanti jau daugiau nei dešimtmetį. Danijos kompanija gyvulininkystės fermų oro biofiltravimo sistemą sukūrė bendradarbiaudama su Danijos Aarhus universitetu. Šie inovatyvūs biofiltraai amoniako kiekį ore sumažina iki minimumo, net 90 proc. sumažina kietųjų dalelių koncentraciją ir beveik pašalina nemalonius kvapus. „Stovint lauke prie filtro vargiai galima užuosti kokį nors kiaulių kvapą – filtrų išvalyto oro kvapas labiau primena drėgną dirvožemį ar atogrąžų mišką“, – sakė SKOV produkto specialistė Lise Bonne Guldberg (<http://grynas.delfi.lt/aplinka/kiauliu-kvapai-lietuvoje-bus-naikinami-moderniausiai-pasaulio-irengimais.d?id=60038141#ixzz2g0LtYEGP>). Biofiltraai pasižymi unikalia technologija – filtruose oras taip gerai išvalomas dėl „protingos“ bioplėvelės, aplipusios kvapų dalelėmis mintančiomis bakterijomis. Bioplėvelė yra pritvirtinta prie dviejų sistemoje esančių oro filtrų, kuriuos automatizuotas robotas nuolat purškia vandeniu. Tokios šiltos ir drėgnos sąlygos filtravimo sistemoje puikiai tinka ant bioplėvelės gyvenančioms dviejų rūšių bakterijoms – tikroms amoniako ir kvapų konvertavimo specialistėms (<http://grynas.delfi.lt/aplinka/kiauliu-kvapai-lietuvoje-bus-naikinami-moderniausiai-pasaulio-irengimais.d?id=60038141#ixzz2g0M7oIU4>).

Pirmasis filtras iš fermoje surinkto oro pašalina didžiąją dalį amoniako ir dulkes, kurios yra pagrindinis bakterijų maistas. Antrojo paskirtis – kvapo pašalinimas bei papildomas amoniako kiekio ore sumažinimas. Apie 60–70 proc. bakterijų išvalyto bekvapio vandens – išgaruoja, o likusi dalis vandens, tada, kai nebegali konvertuoti daugiau amoniako, yra išleidžiama į kiaulininkystės fermose esančius srutų rezervuarus. Šis vanduo sutvarkomas kartu su srutomis kaip trąšų priedas – juo tręšiami to pageidaujančių ūkininkų laukai. Trečiojo filtro paskirtis optimizuoti kvapo mažinimą (<http://grynas.delfi.lt/aplinka/kiauliu-kvapai-lietuvoje-bus-naikinami-moderniausiai-pasaulio-irengimais.d?id=60038141#ixzz2g0N8p6LI>).

Biologinis procesas valdomas oro valymo kompiuteriu, kuris stebi cheminės medžiagos sudėtį vandenyje. Pasak P. Baltrėno ir A. Zigmantienės oro valymas, tai viena biotechnologijų taikymo sritis. Mikroorganizmu pagrindu sukurta biofiltracijos technologija – oro filtraai leidžia utilizuoti ir taip reguliuoti lakiųjų organinių junginių kiekį aplinkos ore (Baltrėnas, 2004).

Biologiniai oro valymo įrenginiai skirstomi į keturias pagrindines klases: membraninius bioreaktorių, lašelinius biofiltrus, biofiltrus ir bioskruberius. Biofiltro įkrovoje esantys mikroorganizmai oksiduoja per bioįkrovą, ant kurios užauga arba užveisiamos mikroorganizmų populiacijos, sudarydamos aktyvią bioplėvelę, kuri praleidžia nedidelius organinių dujinių teršalų

kiekius. Tuo tarpu membraniniai bioreaktoriai naudojami didelės koncentracijos ( $5,0\text{--}10\text{ g/m}^3$ ) teršalams šalinti, kartais pasiekiamas net 74 proc. oro išvalymo efektyvumas. Lašeliniai biofiltrai, kuriuose neorganinės kilmės įkrova drėkinama užpurškiant ant jos aktyvintus vandens lašelius, naudojami dar didesnės koncentracijos (daugiau nei  $2000\text{ mg/m}^3$ ) teršalams iš oro valyti. Bioskruberių našumas, kaip ir jų eksploatacijos sąnaudos, yra didesnis už biofiltrų, o jų valymo efektyvumas kai kuriais atvejais siekia net iki 99 proc.

Biologinis oro valymo būdas ne tik efektyvus ir nepavojingas aplinkai, bet ir pigesnis nei terminis, mechaninis ar cheminis. Valant orą biologiniais būdais, nenaudojamos kenksmingos cheminės medžiagos, todėl nesusidaro pavojingų atliekų, teršiančių atmosferą. Teršalai suskaidomi iki ekologiškai neutralių junginių. (<http://www.ekoaplinka.eu/>).

Gana dažnai praktikoje siūloma naudoti ir yra naudojamos maskuojančios priemonės – cheminės medžiagos, kurios nelikviduoja (nesuskaido) medžiagų, sukeliančių kvapus, bet padidina uoslės slenksčio vertę. Naudojami sintetiniai eteriniai aliejai, terpenai, glikoliai, etileno oksidas ir kitos medžiagos. Kvapų užkarda – kvapų neutralizavimo sistema buvo naudojama Vilniaus miesto nuotekų valykloje (4 pav.), kuri neleidžia kvapui sklirti, priklausomai nuo meteorologinių sąlygų, sezono ir vėjo krypties, tam tikra kryptimi purškiant cheminį preparatą, kuris gali keisti diskomforto riba ir surišti kvapus. Ši patikrinta technologija, taikoma JAV, Italijoje, Šveicarijoje, Lenkijoje ir kitose Vakarų šalyse, užtikrina apsaugą – specialiais purkštukais purškiant aplinkai ir žmonėms nekenksmingus augalinės kilmės preparatus, naikinančius kvapą (pavyzdžiui nuotekų dumblo).



4 pav. Vilniaus nuotekų valyklos kvapų užkarda (Kvapų valdymo metodinės rekomendacijos, 2012)

Iš mikrobiologinių priemonių naudojamos specialios natūralios mikrofloros – probiotikų – kompozicijos. Kompozicijos yra sudarytos iš pieno rūgšties, fotosintezės bakterijų, mielių štamų ir

kitų mikroorganizmų bei jų metabolizmo produktų. Šie probiotikai veikia kaip aerobai, fakultatyvūs anaerobai, naikina patogeninę mikroflorą, sierą redukuojančius mikroorganizmus (SRM), pelėsius bei jų metabolizmo produktus. Kadangi amoniakas yra pagrindinis kvapus sudarančių medžiagų nešėjas ir uoslės slenksčio mažintojas, sumažinus amoniako išsiskyrimą pasiekiamas ženklus rezultatas. Probiotikais apdorojus nerūšiuotas atliekas, gauti kvapų sumažėjimo rezultatai: (i) po 1 val. – 4 kartus, (ii) po 48 val. – 14 kartų (iii) po 8 dienų – 24 kartus.

Probiotikų kompozicijų panaudojimas mėšle ir srutose neleidžia atsirasti patogeninei mikroflorai, SRM, sumažina amoniako išsiskyrimą, dėl to ženkliai sumažėja kvapai. Probiotikai naudojami ir gyvulininkystės ūkių patalpų bei pakratų apdorojimui, naudojami ne tik patalpų ar saugyklų apdorojimui, bet ir įvedami į geriamą vandenį bei pašarus. Lietuvoje probiotikų kompozicijų mokslinius-taikomuosius tyrimus vykdo Lietuvos veterinarijos akademijos Baisogalos gyvulininkystės institute, Lietuvos žemės ūkio universitete, VŠĮ Aplinkos vadybos ir audito institute. Lietuvos mokslininkų tyrimų rezultatai pilnai koreliuoja su Japonijos, JAV, Austrijos, Lenkijos tyrimų institucijose gautais rezultatais. Italijoje buvo atliktas eksperimentas su biologiniais aktyviaisiais kiaulių fermoje (V.Sala ir kt.), kurio metu pastebėtas amoniako kiekio sumažėjimas tvarto ore.

Probiotikų kompozicijos kvapų šalinimui jau sėkmingai panaudotos keliolikoje Lietuvos ūkio objektų:

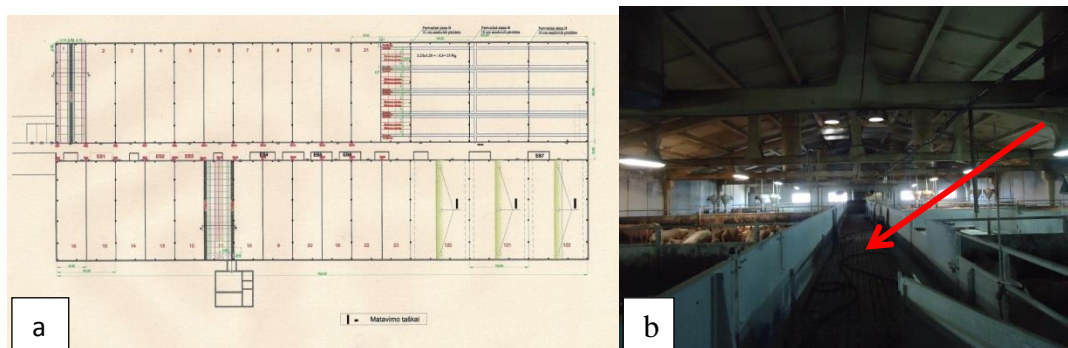
- UAB Šilutės vandenys;
- UAB Mažeikių vandenys;
- UAB Dzūkijos vandenys;
- UAB Odos gaminiai ir Ko;
- Griškabūdžio ŽŪB;
- UAB Vermikompostas;
- kituose objektuose. (<http://www.avai.lt/index.php/lt/kvap-alinimas.htm>).

Taigi kiaulininkystės objektuose, oro kokybė yra labai svarbus veiksnys, įtakojantis tiek gyvulių, tiek darbuotojų gerovę. Kenksmingos biodujos gali sukelti reikšmingas neigiamas pasekmes. Priemonių, gerinančių oro kokybę, naudojimas tampa nebeišvengiamu. Būtina kontroliuoti kenksmingų medžiagų susidarymą ir mažinti kenksmingų biodujų išsiskyrimą.

## 2. DARBO OBJEKTAS IR METODAI

### 2.1. Darbo objektas

Darbo objektu pasirinktas kiaulių auginimo metu susidarantis amoniako kiekis fermos viduje (5 pav. a amoniako matavimo taškai, b fermos vidus).

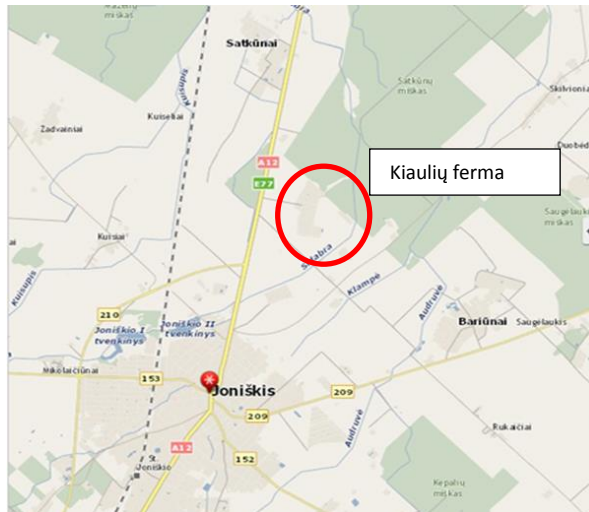


5 pav. Amoniako matavimo taškai a, b kiaulių fermos viduje.

Pagrindinė bendrovės ūkinė veikla – kiaulių auginimas iki 35000 vienetų (vnt.) per metus. Išmetamo į atmosferą amoniako kiekio apskaičiavimas yra atliekamas pagal taršos koeficientus, remiantis suminiu ataskaitiniais metais laikomų kiaulių (pagal jų kategorijas) skaičiumi. Amoniakas išsiskiria vykdomos veiklos metu iš mėšlo. Ūkinės veiklos objektai, kurie turi neigiamą poveikį gamtos aplinkai, privalo pagal galiojančius normatyvinius dokumentus apskaičiuoti dėl jų veiklos susidarantiems gamtinės aplinkos elementų taršos lygius ir įrašyti juos į paraišką leidimui gauti. Įmonė privalo laikytis reikalavimų neviršyti nustatytų didžiausių leistinų koncentracijų (DLT). Reikia pažymėti, kad objektams, turintiems taršos integruotos ir prevencijos kontrolės leidimus, tarša yra normuota ir priskirta tam tikram organizuotam arba neorganizuotam taršos šaltiniui, šiuo atveju ant stogo esančiam kaminėliui (organizuotas taršos šaltinis), per kurį sklinda tarša, arba atvira mėšlidė (neorganizuotas taršos šaltinis).

Šalia fermos nėra gyvenamųjų ir kitokių pastatų, saugomų teritorijų (6 pav.). Sklype ir jo gretimybėse sutinkamoms vietinėms aukštesniųjų ir žemesniųjų augalų rūšims bei invazinių rūšių plitimui, naudojamų (naudingų) augalų rūšims, gyvūnų rūšių populiacijoms, medžiojamų gyvūnų rūšims, vandens telkinių žuvims ir gyvūnijos ištekliams planuojama veikla esminio poveikio nedaro. Į Raudonąją knygą įrašytų augalų rūšių augimviečių, gyvūnų migracijos kelių ir saugotinių gyvūnų rūšių srutų sukaupimo ir laikino saugojimo lagūnų nėra. Ūkinė veikla nedaro poveikio, galinčio

įtakoti grybijos išteklių kitimą. Masinio gyvosios gamtos sunaikinimo avarijų atveju grėsmės nėra (UAB „Sidabra“ Poveikio aplinkai vertinimo ataskaita, 2012 m).



6 pav. Kiaulių fermos padėtis (<http://www.maps.lt>)

Gamybinių eksperimentų tikslas – įvertinti kvapų biostabilizatorių veiksmingumą sumažinti amoniako emisijas iš kiaulių tvartų, palyginant amoniako emisijų kitimą tam tikru laiko periodu tarp trijų vienodo amžiaus ir vienodomis sąlygomis laikomų kiaulių grupių: tiriamųjų – veikiamų biostabilizatorių ir kontrolinio.

## 2.2 Tyrimo metodai

Oro metodika buvo tiriama eksperimentiniu būdu. Duomenų apdorojimui buvo naudojamos Excel2010. Tyrimas buvo atliktas 2013 metais.

1. Gamybinių eksperimentų trukmė:
  - Optimalu: vienas kiaulių auginimo ciklas nuo 30 kg iki 90–110 kg 2–3 mėnesiai (žiemos mėn., pavasario mėn., vasaros mėn.);
  - Minimalu: 4–5 savaitės, t.y. 4–5 purškimai.
2. Gamybiniai eksperimentai su biostabilizatoriais buvo vykdomi su trejomis kiaulių grupėmis, laikomomis trijuose vienodos modifikacijos tvartuose:



- Tiriamieji tvartai (120,122) – kiaulių grupės, kurių tvarto grindinys purškiamas arba barstomas biostabilizatoriais.

- Kontrolinis tvartas (121) – kiaulių grupė, kurių tvarto grindinys neveikiamas specialiomis priemonėmis.

Vykdam mokslinį tyrimą kontrolinio tvarto grindinys, kaip ir tiriamojo, tokiu pat dažnumu buvo apipurškiamas tokiu pat kiekiu vandens, tik be biopreparato, kad tvarte būtų palaikomas panašus grindinio terpės drėgnumas.

3. Reikalavimai kiaulių grupėms – tiriamajai ir kontroliniai:

- vienodas kiaulių skaičius tvarte (įprastai kiaulių kiekis, priklausomai nuo tvarto ploto tvarte svyruoja nuo 400–1000 vnt., o kiaulių tankumas yra 0,7–0,8 vnt./m<sup>2</sup>);

- vienodas kiaulių amžius;

- vienodos kiaulių pašaras ir šėrimo intensyvumas;

- tolygi kiaulių realizacija – palaikomas tolygus kiaulių skaičius tvartuose.

4. Reikalavimai kiaulių tvartams:

- vienodas tvartų dydis – plotas (įprastai kiaulių tvartai užima 500–1000 m<sup>2</sup> ploto);

- vienoda šildymo-vėdinimo sistema;

- vienodas tvarto grindinys: tolygus grindinys arba grotelinis;

- vienodas mėšlo šalinimo intensyvumas: mėšlo nugramdymo nuo grindinio dažnumas – įprastai kas 1–3 dienas;

- tolygus mėšlo išleidimo iš surinkimo kanalų dažnumas – rekomenduojama, kad mėšlas kanaluose, įrengtuose tvarto viduje išsilaikytų bent 7 dienas.

Viso tyrimo tikslas – įvertinti kvapų biostabilizatorių veiksmingumą sumažinti amoniako emisijas iš kiaulių tvartų, palyginant amoniako emisijų kitimą tam tikru laiko periodu tarp trijų vienodo amžiaus ir vienodomis sąlygomis laikomų kiaulių grupių: tiriamųjų – veikiamų biostabilizatorių ir kontrolinio.

### **2.2.1. Tyrimui naudotos priemonės**

Eksperimentui buvo pasirinkta naudoti dvi priemones:

- MICROPAN NORMAL (toliau priemonė Nr. 1) technologijos paremtos „genetiškai nemodifikuotų“ mikroorganizmų, fermentų, mikroelementų, mineralinių druskų bei specifinių proteinų veikimu. Priemonė Nr. 1 yra šviesiai rudos spalvos milteliai. Šių medžiagų sinergistinis

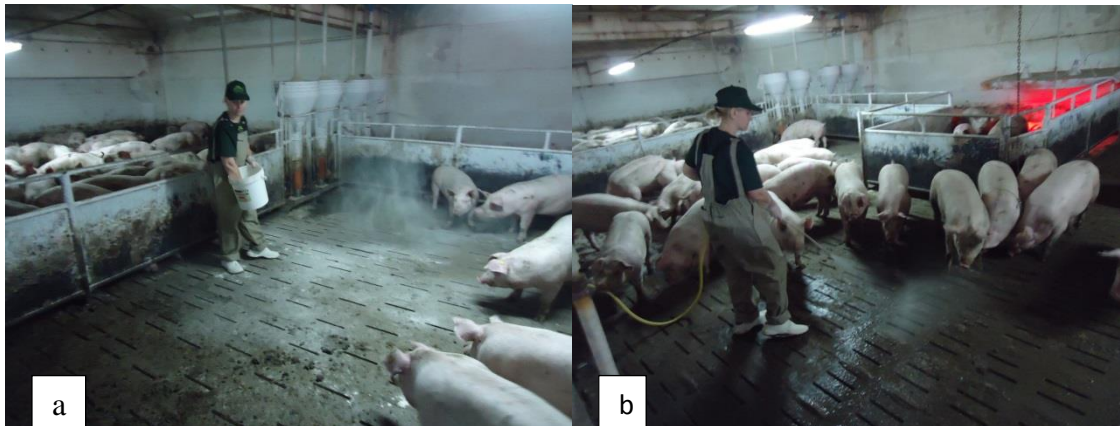
veikimas sudaro sąlygas „gerosioms“ bakterijoms daugintis. Pagrindinė „biopromoterių“ savybė, tai gebėjimas kolonizuoti aplinką bei sudaryti konkurencija patogeninėms bakterijoms. Biopromoteriai skaido/transformuoja organinius teršalus, mažindami galimybes patogeninėms bakterijoms daugintis. Naudojant MICROPAN NORMAL gyvulininkystės fermose mažinamas organinių medžiagų kiekis fermose bei aplinkoje, mažinamas amoniako bei toksinių medžiagų kiekis ore. MICROPAN NORMAL spartina fermentaciją srutų rezervuaruose bei gerina srutų agronominę vertę (3 priedas).

– POLIFLOCK-BTS (toliau priemonė Nr. 2) yra biostabilizatorius, biokatalizatorius, aktyvuojantis ir stabilizuojantis maistinių medžiagų pusiausvyrą mėšle. POLIFLOCK-BTS nėra įterpiamas į maistą, jis neveikia gyvulių viduje, jis veikia tik tiesioginiame sąlytyje su mėšlu. POLIFLOCK-BTS sudėtyje nėra mikroorganizmų, todėl jis nėra probiotikas (4 priedas). Priemonės Nr. 2 sudėtyje yra maistinių medžiagų (vitaminų, enzymų, amino rūgščių) bei biologinės kilmės aktyviųjų paviršiaus medžiagų („surfactants“). Priemonės Nr. 2 veikimas pasireiškia tuo, kad dėka sudėtinių medžiagų yra stabilizuojama mėšlo terpės maistinių medžiagų pusiausvyrą ir skatinami bei suaktyvinami natūralūs mikroorganizmai veikti intensyviau ir efektyviau – skaidyti organines medžiagas, azoto junginius ir mažinti amoniako išsiskyrimą į aplinką iš kiaulių mėšlo. Priemonės N. 2 sudėtyje, esančios natūralios kilmės aktyviosios paviršiaus medžiagos sumažina kiaulių mėšlo paviršiaus įtempimą ir palengvina bei paspartina organinių medžiagų transportavimą per natūraliai mėšle besiveisiančių mikroorganizmų ląstelės sienelės. Tai reiškia, kad mikroorganizmai sparčiau įsisavina organines medžiagas ir, tuo pačiu, organinių medžiagų skaidymas (mineralizacija) vyksta sparčiau. Remiantis šiuo paaiškinimu produktas POLIFLOCK-BTS priskirti būtent biokatalizatorių, biostabilizatorių grupei.

Tvarte 120 buvo naudojama priemonė Nr. 1 (7 pav. a), o tvarte 122 (7 pav. b) Nr. 2, kadangi 121 tvartas buvo pasirinktas kaip kontrolinis, jame jokios priemonės naudojamos nebuvo.

Priemonė Nr. 1 yra miltelių pavidalo, priemonė Nr. 2 – skystis. Vienodu sluoksniu buvo pabarstyta priemonė Nr. 1 ant fermos grindų, grotelių, tose vietose, kur daugiausia organinių teršalų. Vienam tvartui reikalinga 6 kg miltelių. Priemonė Nr. 2 buvo praskiedžiama vandeniu santykiu: 0,750 l priemonės su 50 l vandens. Priklausomai nuo purkštuvo tipo ir pajėgumo, priemonė naudojama taip, kad tolygiai būtų padengtas visas tiriamojo tvarto grindinys. Šiuo atveju purškimui buvo naudotas pramoninis purkštuvai. Naudojant šią priemonę, nerekomenduojama purkšti su purkštuvais skleidžiančiais rūką – aerozolį.

Tyrimo metu buvo matuojama ir analizuojama amoniako koncentracija fermos tvartų ore, lyginamas priemonių veiksmingumas mažinantis tvarto oro amoniako kiekį. Dujų koncentracija buvo matuojama dujų analizatoriumi „BAUER DL-NH3“ (8 pav.), kuriame įmontuojami elektrocheminiai jutikliai. Šis prietaisas skirtas amoniako, temperatūros ir drėgmės nustatymui. Prietaiso tikslumas  $\pm 2\%$ , matavimo ribos:  $\text{NH}_3$  – 0–50 ppm, patalpos oro drėgmė (santykinė drėgmė) 0–100 proc., temperatūros 0–40 °C (<http://www.bauer-technics.com/en/download>).



7 pav. Biostabilizatorių naudojimas tvartuose (MIKRONAN NORMAL (a), Polixlock BTS (b))

Amoniako emisijos matuojamos su nešiojama matuokliu. Kuris yra lengvas ir patogus naudoti.



8 pav. Dujų analizatorius „BAUER DL-NH3“

Šiuo prietaisu amoniako emisijos buvo matuojamos atsižvelgiant į tokias rekomendacijas:

- Matavimui buvo pasirinkti tvarte esantys skiriamieji takai tarp gardų. Matuojama tomis pačiomis savaitės dienomis ir valandomis.

- Matavimai atliekami bent 0,5–1 val. prieš Biostabilizatorių purškimą ar barstymą, nes purškimo ar barstymo metu amoniako koncentracijos, dėl kiaulių judėjimo padidėja.
- Nerekomenduotina amoniako emisijų matuoti kiaulių šėrimo metu, nes šėrimo metu jos tampa labai aktyvios, daug juda ir sukelia didesnes amoniako emisijas.
- Amoniako emisijos turi būti matuojamos vienodomis sąlygomis, pavyzdžiui, visada turi būti uždarytos tvarto durys, langai, siekiant išvengti papildomo tvartų vėdinimo ir rezultatų iškraipymo.

Gauti rezultatai buvo surašomi iš anksto pasiruoštose lentelėse (1 priedas). Buvo pasirinkta naudoti dvi lentelių formas (2 priedas), pirminiams duomenims surašyti ir gautų vidurkių surašymas, kurioje atsispinti visų tvartų matavimų rezultatai.

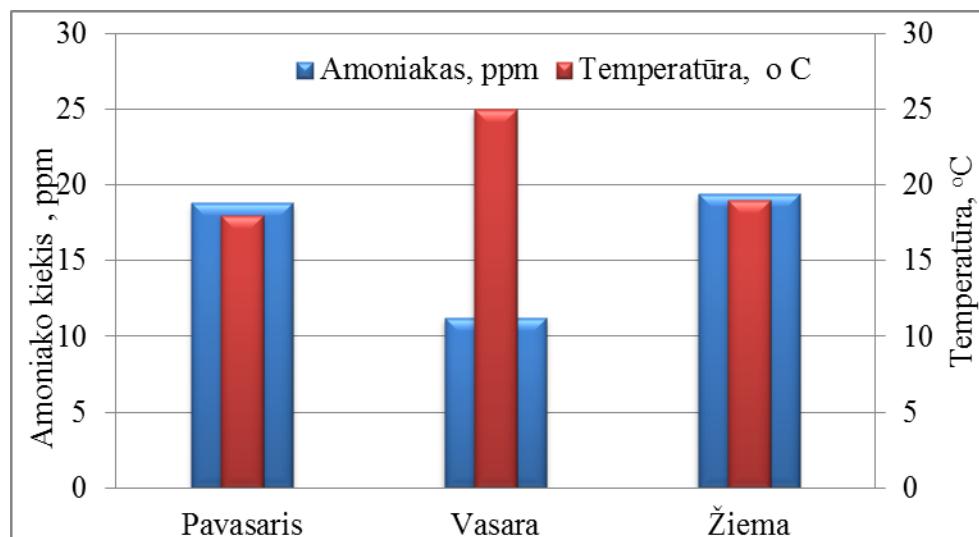
### 3. REZULTATAI IR JŲ ANALIZĖ

#### 3.1. Amoniako kiekį kiaulių tvartuose apsprendžiančių veiksnių analizė

Šiame skyriuje yra analizuojami tyrimų rezultatai, kurie gauti kontroliniuose tvartuose. Toks sprendimas leidžia įsitikinti aplinkos veiksnių, tokių kaip tvarto vidaus temperatūra ir drėgmė, įtaka amoniako kiekiui tiriamuosiuose objektuose. Taip pat vertinama kiaulių skaičiaus ir svorio reikšmė amoniako kaupimuisi.

##### 3.1.1 Amoniako kiekio kontroliniame tvarte priklausomybė nuo aplinkos veiksnių

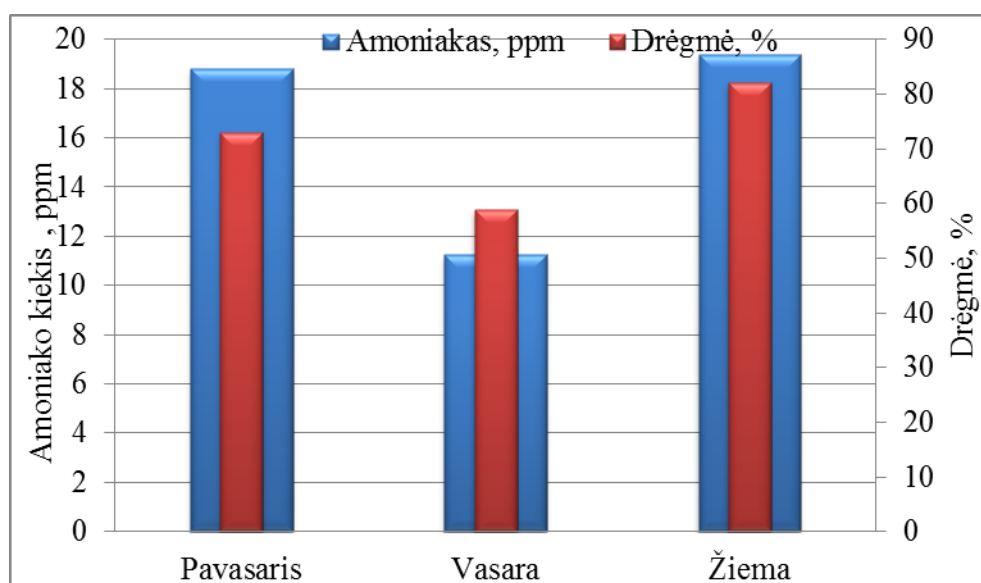
Temperatūra yra svarbus aplinkos veiksnys, apsprendžiantis biocheminių ir cheminių reakcijų eigą bei greitį tiek organizmuose, tiek abiotinėje aplinkoje. Chemijoje reakcijos greičio priklausomybė nuo temperatūros nusakoma van't Hovo taisykle: pakėlus temperatūrą  $10^{\circ}$ , reakcijos greitis padidėja 2–4 kartus. Taigi, svarbu išanalizuoti, kiek temperatūrinis režimas gali keisti amoniako kiekį tvarte.



9 pav. Amoniako kiekis ir temperatūra kontroliniuose tvartuose skirtingais metų laikais

Atlikti tyrimai parodė, kad lyginant skirtingais metų laikais surinktus rezultatus, gaunamas nevienareikšmis rezultatas (9 pav.). Pavasario ir žiemos sezonų metu amoniako kiekis tvartuose yra aukštesnis beveik 70 procentų nei vasarą. Taigi temperatūrai nuo 18–19 laipsnių pakilus iki 25,

amoniako emisija tvarto ore reikšmingai sumažėja. Palyginimui, yra žinoma, kad oro temperatūrai pakilus 1°C, amoniako emisija karvidėje padidėja 2,6% (Rolandas Bleizgys, Jonas Čėsna., 2012). Tokia situacija prieštarauja chemijos dėsniams, bet gali būti paaiškinta tvartų valdymo elgsena. Paprastai vasarą tvartų darbuotojai dažniau vėdina patalpas, atverdami duris ir kitas švaraus oro patekimo angas. Dėl šios priežasties sunku įvertinti amoniako kiekio mažėjimo priklausomybę nuo temperatūros didėjimo. Esant tokiai situacijai, sunku lyginti temperatūrą, kaip veiksnį, įtakojantį amoniako koncentraciją tvarto ore. Kita vertus, kadangi pavasario ir žiemos atvejais buvo gauti panašūs rezultatai, pavasario metu esant 18 laipsnių vidutinei temperatūrai amoniako kiekis ore yra 18,818 ppm, o žiemos metu, kaip tvarto oro temperatūra siekia 19 laipsnių amoniako kiekis – 19,417 ppm. Taigi, galima prielaida, kad šio tyrimo metu temperatūrai pakilus 1 laipsniu, amoniako kiekis padidėja 0,599 ppm., temperatūrai pakilus 10 laipsnių amoniako emisija padidėja 0,3 karto.

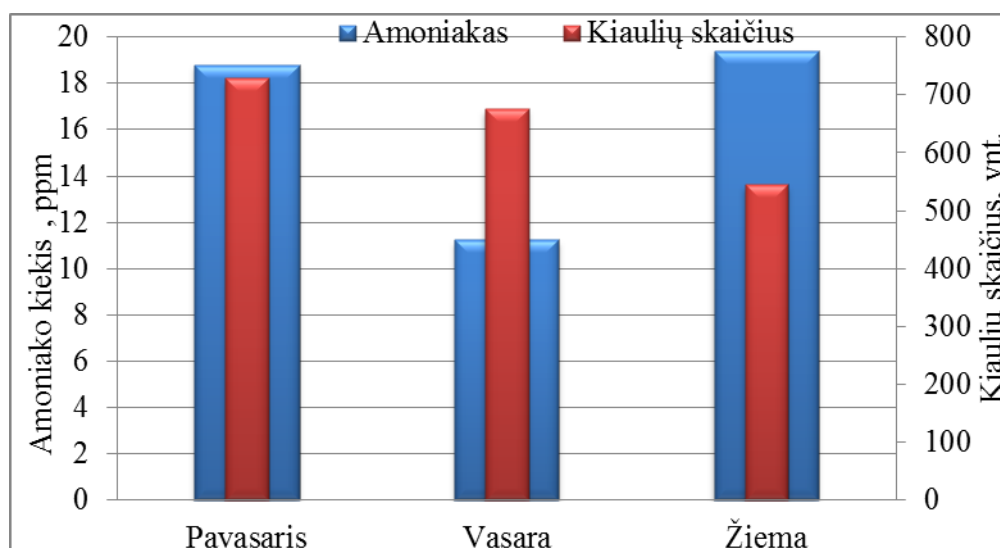


10 pav. Amoniako kiekis ir drėgmė kontroliniame tvartuose skirtingais metų laikais

Kadangi gyvulininkystėje naudojama daug vandens tiek gyvulių girdymui, tiek tvartų priežiūrai, o drėgmės paveiktas amoniakas virsta azoto ir nitritine rūgštimis, buvo svarbu įvertinti šio aplinkos veiksnio įtaką amoniako kaupimuisi patalpose. Atliktas tyrimas parodė (10 pav.), kad pavasario sezono metu drėgmės kiekis tvartuose yra aukštesnis apie 20 procentų ir žiemos sezono metu – aukštesnis beveik 40 procentų nei vasarą. Taigi esant tvarte mažesniai drėgmei mažiau amoniako susikaupia tvarte.

### 3.1.2 Amoniakio kiekio kontroliniame tvarte priklausomybė nuo kiaulių

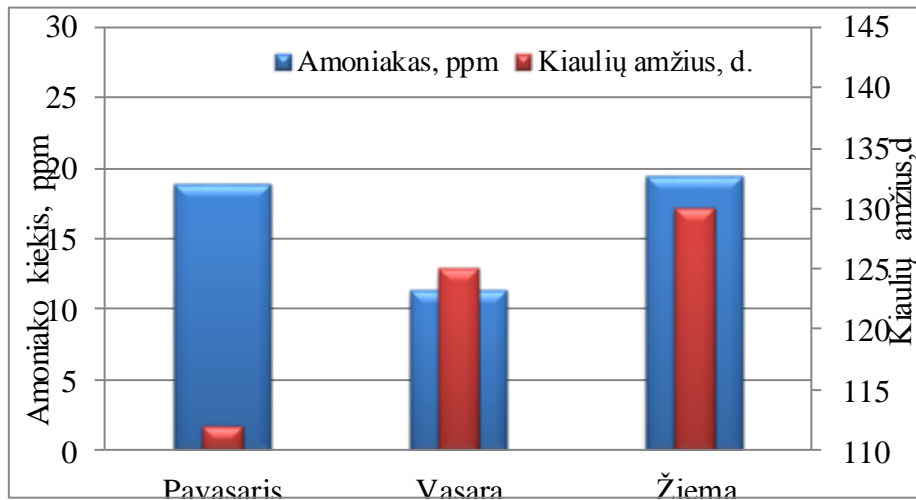
Amoniakas ( $\text{NH}_3$ ) tvarte intensyviausiai garuoja iš gyvulių šlapimo, skylant jame esančiam karbamidui ( $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ ). Išmatose ir mėšle azotas stipriai sujungtas, todėl jo perėjimas į amoniakinį azotą vyksta urino bakterijoms lėtai ardant baltymus. Tai aerobinis procesas. Neoficialus standartinis maksimalus  $\text{NH}_3$  emisijos intensyvumas yra 8,8 kg karvei per tvartinį 190 dienų laikotarpį ir 3 kg per metus iš penimos kiaulės vietos (Bleizgys, Čėsna, 2012). Atviruose galvijų tvartuose amoniako koncentracija (0,60– 2,85 ppm) ore būna kur kas mažesnė nei uždaruose (3,52–4,64 ppm), tačiau amoniako azoto išsiskyrimas nuo grindų paviršių nebūna mažesnis (Ribikauskas, Vaičionis, 2004). Pagal V. Juozujytaitę 450 vietų karvidės fermoje, kur įrengta vėdinimo sistema, žiemą viduje buvo nustatyta 4,2 ppm, tai 1,75 karto daugiau nei vasarą, o 200 vietų fermoje daugiausia amoniako išsiskyrė taip pat žiemą 5,8 ppm, tai 2,9 karto daugiau nei vasarą, ir buvo didesnė 41,4 kartus už leistiną normą.



11 pav. Amoniakio kiekis ir kiaulių skaičius kontroliniuose tvartuose skirtingais metų laikais

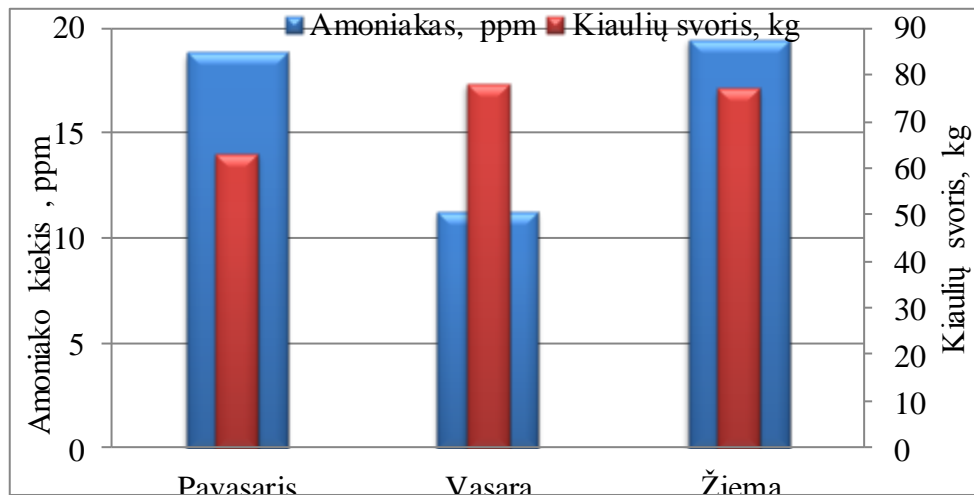
Pagal mūsų pamatavimus (11 pav.), amoniako kiekis pavasarį kontroliniame tvarte, esant apie 700 vnt. kiaulių, mažai skiriasi nuo amoniako kiekio žiemos sezono metu, esant apie 550 vnt. kiaulių, – jis siekia apie 19 ppm. Šiuo atveju galima teigti, kad kiaulių skaičius turi neįtikinamai mažą įtaką amoniako kiekiui tvarte, nes kiaulių skaičiui skiriantis 150 vnt., amoniako kiekis padidėja 0,599 ppm.

Vasarą, esant apie 670 vnt. vidutiniam kiaulių skaičiui amoniako kiekis siekia apie 11 ppm.



12 pav. Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių amžiaus

Tyrimo laikotarpiu buvo fiksuotas kiaulių amžius dienomis kontroliniame tvarte. Kadangi jo skirtumas buvo labai mažas (nuo 112 iki 130 d.), sunku įvertinti kiaulių amžiaus įtaką amoniako kiekiui tvarte (12 pav.).



13 pav. Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių svorio

Žiemą esant 22 proc. (13 pav.) didesniai kiaulių svoriui nei pavasarį amoniako kiekis išlieka apytiksliai (19 ppm). Vasarą, esant 78 kg vidutiniam kiaulių svoriui amoniako kiekis tvarte siekia vidutiniškai 11 ppm.

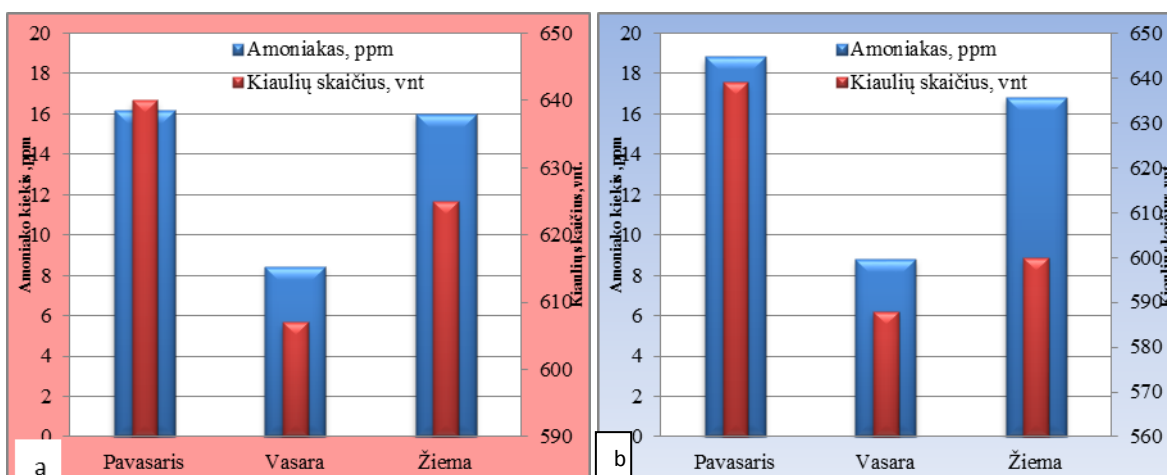


### 3.2. Biostabilizatorių poveikio amoniako kiekio tvarto ore mažinimui analizė

Šiame skyriuje yra analizuojami tyrimų rezultatai, kurie gauti bandomuosiuose tvartuose naudojant biostabilizatorius. Tyrimu siekiama, įvertinti biostabilizatorių veikimą, lyginant priemonę Nr. 1 su priemone Nr. 2, atsižvelgiant į tvarto temperatūrą, drėgmę, kiaulių skaičių, amžių ir kiekį. Atlikus tyrimą įvertinama, ar naudojamos priemonės pavasarį, vasarą ir žiemą, yra efektyvios amoniako kiekio sumažinimui tvarto ore ir, kokie pagrindiniai duomenys atspindi jų veikimą.

#### 3.2.1 Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo aplinkos veiksnių, naudojant biostabilizatorius

Pavasarij kontroliniame tvarte amoniako kiekis esant 18 laipsnių oro temperatūrai siekia 18,818 ppm. Bandomuosiuose tvartuose, esant tokiai pačiai vidutinei oro temperatūrai, naudojant priemonę MICROPAN NORMAL, Nr. 1 (14 pav., a) amoniako kiekis sumažėja apie 14 procentų, o naudojant priemonę Poliflock BTS Nr. 2 amoniako kiekis didesnis 0,2 procento negu kontroliniame tvarte. Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis 2,680 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (14 pav., b).



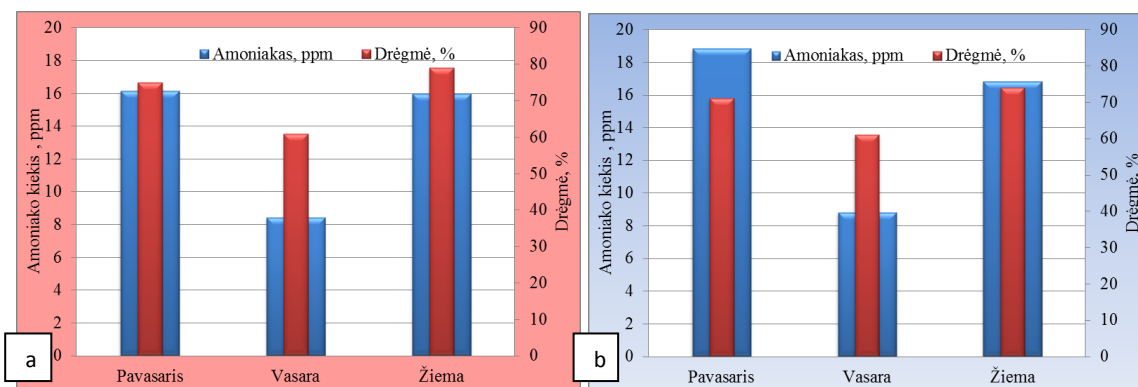
14 pav. Amoniako kiekis ir temperatūra bandomuosiuose tvartuose skirtingais metų laikais, a - priemonė Nr. 1 ir b- priemonė Nr. 2

Vasaros metu kontroliniame tvarte amoniako kiekis esant 25 laipsnių oro temperatūrai siekia 11,253 ppm. Bandomuosiuose tvartuose, esant tokiai pačiai vidutinei oro temperatūrai,

naudojant priemonę Nr. 1 amoniako kiekis sumažėja apie 25 procentus, o naudojant priemonę Nr. 2 amoniako kiekis sumažėja 22 procentais lyginant su kontroliniu tvartu. Vasarą, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis 0,374 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2.

Žiemos metu kontroliniame tvarte amoniako kiekis, esant 19 laipsnių oro temperatūrai, siekia 19,417 ppm. Bandomuosiuose tvartuose, esant 1819 laipsnių oro temperatūrai, naudojant priemonę Nr. 1 amoniako kiekis sumažėja apie 18 procentų, o naudojant priemonę Nr. 2 amoniako kiekis sumažėja 13 procentų lyginant su kontroliniu tvartu.

Žiemą, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis 0,833 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2.



15 pav. Amoniako kiekis ir drėgmė bandomuosiuose tvartuose skirtingais metų laikais, a - priemonė Nr. 1 ir b - priemonė Nr. 2

Pavasariį kontroliniame tvarte drėgmės kiekis siekia 73 procentus (10 pav.). Bandomuosiuose tvartuose (15 pav.), naudojant priemonę Nr. 1 drėgmės kiekis padidėja 2 procentais, o naudojant priemonę Nr. 2 drėgmės kiekis mažesnis 2 procentais, lyginant su kontroliniu tvartu. Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, drėgmės kiekis 4 procentais didesnis nei naudojant priemonę Nr. 2. Vasaros metu kontroliniame tvarte drėgmės kiekis siekia 59 procentus (10 pav.). Bandomuosiuose tvartuose (15 pav.), naudojant priemones Nr. 1 ir Nr. 2 drėgmės kiekis padidėja 2 procentais lyginant su kontroliniu tvartu. Vasarą naudojant abi priemones drėgmės kiekis tvarte vienodai padidėja ir siekia 61 procentą.

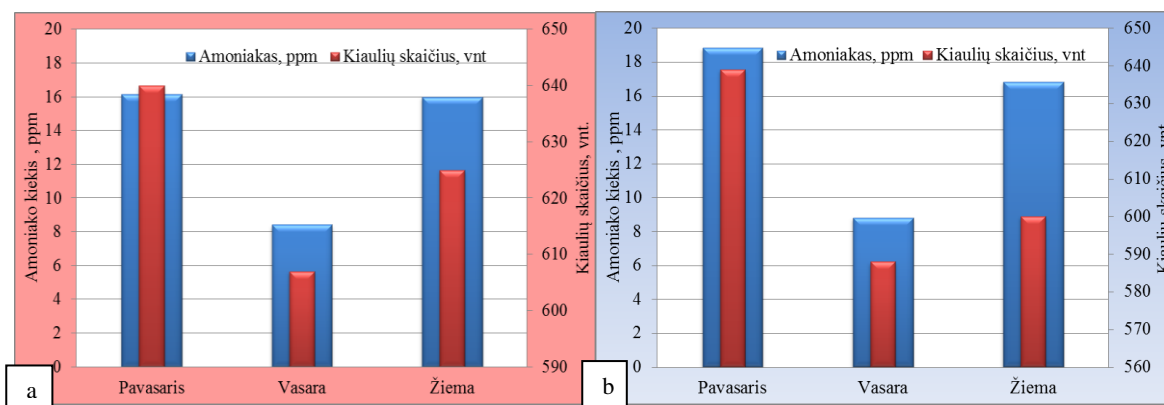
Žiemą kontroliniame tvarte oro drėgmės kiekis siekia 82 procentus. Bandomuosiuose tvartuose, naudojant priemonę Nr. 1 drėgmės kiekis sumažėja 3 procentais, o naudojant priemonę

Nr. 2 drėgmės kiekis sumažėja 8 procentais, lyginant su kontroliniu tvartu. Žiemos metu, naudojant priemonę Nr. 1, drėgmės kiekis 5 procentais didesnis nei naudojant priemonę Nr. 2.

Šiuo atveju, esant didesniam drėgmės kiekiui, galima prielaida, kad drėgmės paveiktas amoniakas galėjo virsti azoto ir nitritine rūgštimis, todėl jo kiekis ore sumažėjo.

### 3.2.2. Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių, naudojant biostabilizatorius

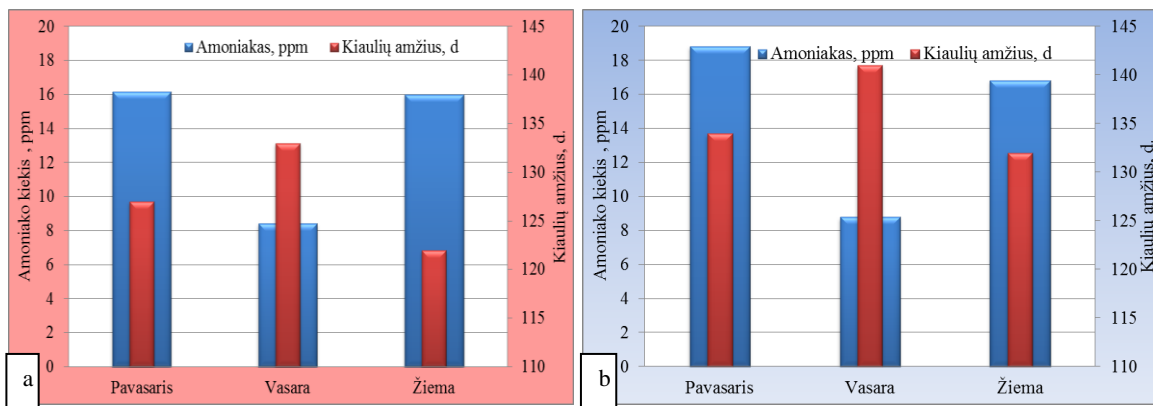
Pavasarij kontroliniame tvarte viena kiaulė išskiria 0,026 ppm amoniako. Bandomajame tvarte naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis, tenkantis vienai kiaulei, yra 6,5 procentais mažesnis, o tvarte naudojant priemonę Nr. 2 yra didesnis apie 12 procentų, lyginant su kontroliniu tvartu. Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienai kiaulei 0,004 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (16 pav.).



16 pav. Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių skaičiaus naudojant biostabilizatorius, a -priemonė Nr. 1 ir b - priemonė Nr. 2

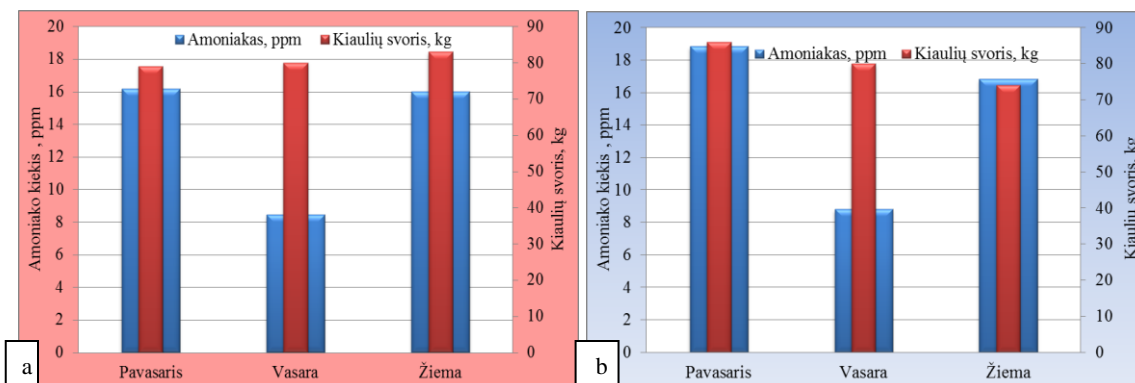
Vasarą kontroliniame tvarte viena kiaulė išskiria 0,017 ppm amoniako. Bandomajame tvarte naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis, tenkantis vienai kiaulei, yra apie 18 procentų mažesnis, o tvarte naudojant priemonę Nr. 2 yra mažesnis 12 procentų, lyginant su kontroliniu tvartu. Vasaros metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienai kiaulei 0,001 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2. Žiemą kontroliniame tvarte viena kiaulė išskiria 0,036 ppm amoniako. Bandomajame tvarte naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis, tenkantis vienai kiaulei, yra 28 procentais mažesnis, o tvarte naudojant priemonę Nr. 2 yra mažesnis 25 procentais, lyginant su kontroliniu tvartu. Žiemos metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienai kiaulei 0,001 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2. Pavasarį kontroliniame tvarte

amoniako kiekis, esant 112 dienų amžiaus kiaulėms, siekia 18,818 ppm. Bandomuosiuose tvartuose (17 pav.) pavasarį, vasarą, žiemą, tyrimo atlikimo metu kiaulių amžius buvo didesnis nuo 2 iki 22 dienų. Naudojant tiek priemonę Nr. 1, tiek priemonę Nr. 2 amoniako kiekis sumažėja, lyginant su kontroliniu tvartu.



17 pav. Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių amžiaus naudojant biostabilizatorius, a - priemonė Nr. 1 ir b - priemonė Nr. 2

Pavasarij kontroliniame tvarte vienam kilogramui kiaulės tenka 0,299 ppm amoniako. Bandomajame tvarte naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis, tenkantis vienam kilogramui kiaulės, yra 31 procentų mažesnis, o tvarte naudojant priemonę Nr. 2 yra mažesnis 27 procentų, lyginant su kontroliniu tvartu. Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienam kilogramui kiaulės yra 0,014 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (18 pav.).



18 pav. Amoniako kiekio tvarte priklausomybė nuo kiaulių svorio naudojant biostabilizatorius, a - priemonė Nr. 1 ir b - priemonė Nr. 2

Vasarą kontroliniame tvarte vienam kilogramui kiaulės tenka 0,144 ppm amoniako. Bandomajame tvarte naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis, tenkantis vienam kilogramui kiaulės, yra 27 procentų mažesnis, o tvarte naudojant priemonę Nr. 2 yra mažesnis 24 procentų, lyginant su kontroliniu tvartu. Vasaros metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienam kilogramui kiaulės yra 0,005 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (18 pav.).

Žiemą kontroliniame tvarte vienam kilogramui kiaulės tenka 0,252 ppm amoniako. Bandomajame tvarte naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis, tenkantis vienam kilogramui kiaulės, yra apie 23 procentus mažesnis, o tvarte naudojant priemonę Nr. 2 yra mažesnis 12 procentų, lyginant su kontroliniu tvartu. Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienam kilogramui kiaulės yra 0,028 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (18 pav.).

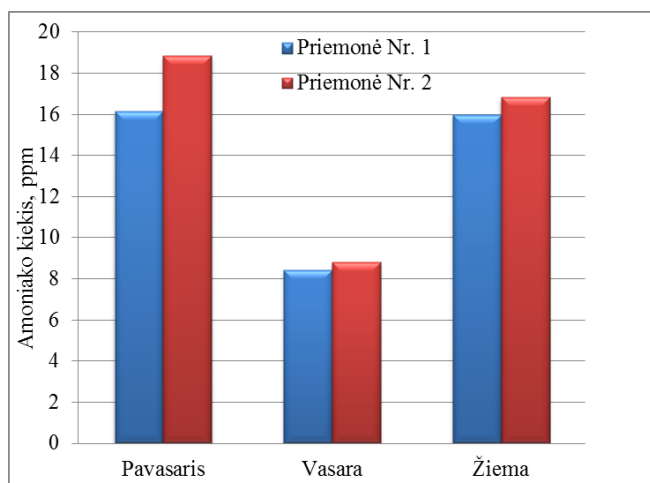
### **3.2.3. Tvarto oro taršos amoniako emisijos valdymo galimybės**

Išanalizavus literatūros šaltinius, manytina, kad vienas iš naujausių mokslinių tyrimų nustatant amoniako kvapo slenksčio vertę yra, paskelbtas Jungtinės Karalystės moksliniame žurnale „Toxicological and Environmental Chemistry“ (Cawthon et al. 2009). Šiame straipsnyje nurodoma, kad amoniako kvapo slenksčio vertė yra 1,1 ppm, t. y. 0,76 mg/m<sup>3</sup>. Šią amoniako kvapo slenksčio vertę siūlytina taikyti vertinant amoniako skleidžiamą kvapą. Užsienyje rekomenduojama ir dažniausiai naudojama amoniako ribinė koncentracija yra 20 ppm, tačiau naudojama ir 15 ppm. Lietuvoje galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės iki 3 mėn. amžiaus veršelių patalpose riboja amoniako koncentraciją iki 15 ppm, 3–6 mėn. veršelių patalpose – iki 20 ppm, o prieauglio ir suaugusių galvijų tvartuose – iki 25 ppm, kiaulių laikymo patalpose iki 20 ppm. Mūsų gauti tyrimų rezultatai parodė, kad tiriamojoje fermoje amoniako koncentracija neviršija nustatytų didžiausių leistinų koncentracijų tvarto ore.

Italijoje buvo atliktas eksperimentas su biologiniais aktyvatoriais kiaulių fermoje (V.Sala ir kt.), kurio metu pastebėtas amoniako kiekio sumažėjimas tvarto ore iki 5 ppm, viena iš naudojamų priemonių buvo, kaip ir mūsų bandomajame tvarte – biostabilizatorius Nr. 1.

Bandomuosiuose tvartuose naudojant tokią pat priemonę (Nr. 1), tokio efektyvumo nepavyko gauti, t.y. sumažinti amoniako kiekio iki 5 ppm.

Apie biostabilizatorių Nr. 2, mokslinio straipsnio nepavyko surasti, todėl lyginti su priemonės gamintojais negalima, kurie teigia, kad amoniako kiekį tvarto ore galima sumažinti iki 70 procentų (priedas).



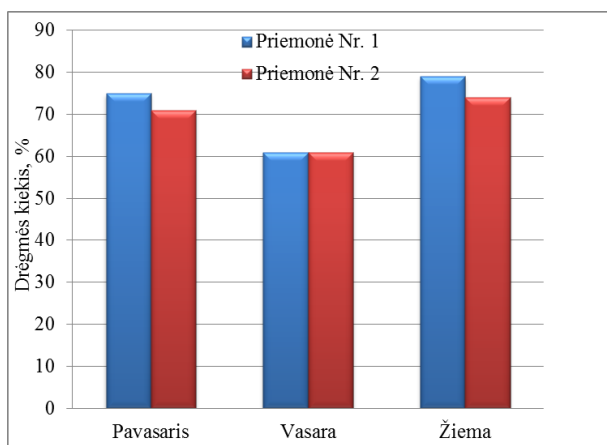
19 pav. Amoniako kiekio tvarto ore palyginimas naudojant priemones Nr. 1 ir Nr. 2

Mūsų bandymo metu lyginant dviejų pasirinktų priemonių efektyvumą (19 pav.), pastebima, kad, pavasario ir žiemos metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2. Vasaros metu naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis neženkiai mažesnis, nei naudojant priemonę Nr. 2, todėl vasaros metu galima naudoti vieną iš pasirinktų priemonių.

Priemonę Nr. 1 yra paprasčiau naudoti, kadangi yra miltelių formos, nereikalauja papildomo pasiruošimo, kaip naudojant priemonę Nr. 2, kuri yra skystis. Norint naudoti priemonę Nr. 2, reikalingas yra vanduo paruošti naudojimui, reikia papildomos įrangos ją išpurkšti.

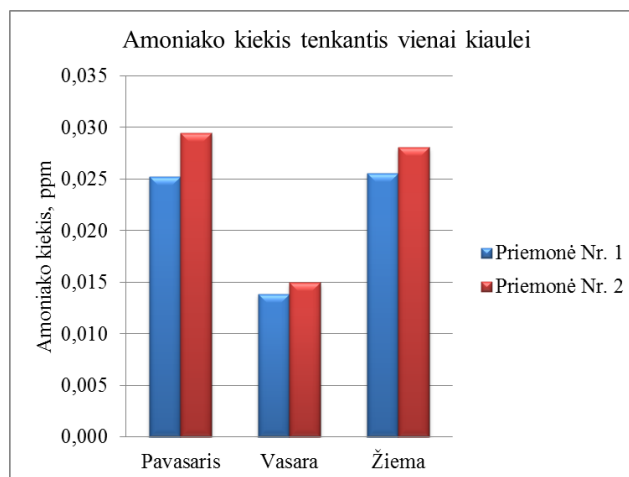
Lyginant drėgmės kiekį tvartuose (20 pav.), pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, drėgmės kiekis 4 procentais didesnis nei naudojant priemonę Nr. 2, vasarą naudojant abi priemones, drėgmės kiekis tvarte vienodai padidėja ir siekia 61 procentą, žiemos metu, naudojant priemonę Nr. 1, drėgmės kiekis 5 procentais didesnis nei naudojant priemonę Nr. 2. 21 paveiksle palyginamas amoniako kiekis, tenkantis vienai kiaulei. Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienai kiaulei 0,004 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2.

Taigi, naudojant pasirinktas priemones reikia atkreipti dėmesį ar svarbus faktorius yra tvarto oro drėgnumas, nes naudojant priemonę Nr. 1, tvarto oro drėgmė yra neženkliai didesnė.



20 pav. Drėgmės kiekio tvarto ore palyginimas naudojant priemones Nr. 1 ir Nr. 2

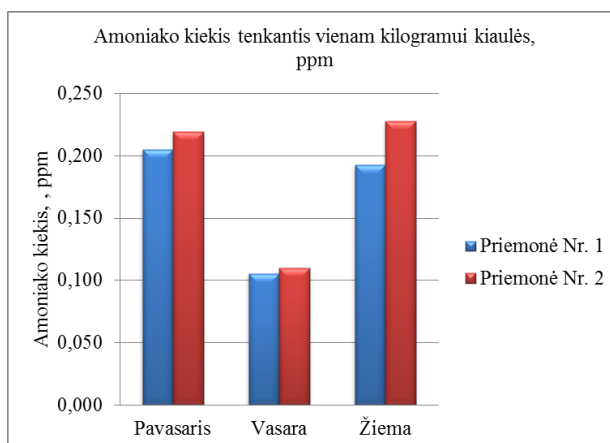
Vasaros metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienai kiaulei 0,001 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (21 pav.).



21 pav. Amoniako kiekio palyginimas tenkantis vienai kiaulei naudojant priemones Nr. 1 ir Nr. 2

Žiemos metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienai kiaulei 0,001 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2. Naudojant tiek priemonę Nr. 1, tiek priemonę Nr. 2 amoniako kiekis vienai kiaulei sumažėja, lyginant su kontroliniu tvartu (21 pav.).

Pavasario metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienam kilogramui kiaulės yra 0,014 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2 (22 pav.). Vasaros metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienam kilogramui kiaulės yra 0,005 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2.



22 pav. Amoniako kiekio palyginimas tenkantis vienam kilogramui kiaulės naudojant priemones

Žiemos metu, naudojant priemonę Nr. 1, amoniako kiekis tenkantis vienam kilogramui kiaulės yra 0,028 ppm mažesnis nei naudojant priemonę Nr. 2.

Bandymo metu gautais rezultatais galima naudotis prognozuojant amoniako kiekio ore sumažinimą kitų fermų tvartuose, atkreipiant dėmesį į kiaulių skaičių, svorį, amžių bei įvertinant tvarto oro drėgmę ir temperatūrą. Iš gautų tyrimų matome, kad amoniako kiekį tvarto ore galima valdyti ir sumažinti.



## IŠVADOS

1. Tiriamojoje fermoje amoniako koncentracija tvarto ore nuo 15 ppm iki 20 ppm, nėra viršijama didžiausia leistina koncentracija.

2. Kontroliniame tvarte nenaudojant biostabilizatorių amoniako kiekis tvarto ore vidutiniškai siekė: pavasarį – 18,818 ppm, vasarą – 11,253 ppm ir žiemą – 19,417 ppm.

3. Bandomuosiuose tvartuose naudojant biostabilizatorių MICROPAN NORMAL amoniako koncentracija tvarto ore sumažėjo ir vidutiniškai siekė: pavasarį – 16,170 ppm, vasarą – 8,433 ppm ir žiemą – 16,000 ppm, POLIFLOCK BTS amoniako koncentracija tvarto ore: pavasarį – 18,850 ppm, vasarą – 8,807 ppm ir žiemą – 16,833 ppm.

4. Įvertinant biostabilizatorių efektyvumą amoniako kiekiui sumažinti tvartų ore nustatyta, kad biostabilizatorius MICROPAN NORMAL yra pranašesnis, paprastesnis naudojimo būdas, juo amoniako kiekį tvarto ore galima sumažinti nuo 11 iki 25 procentų.

5. Bandomo metu gautais rezultatais galima naudotis prognozuojant amoniako kiekio ore sumažinimą kitų fermų tvartuose, atkreipiant dėmesį į kiaulių skaičių, svorį, amžių bei įvertinant tvarto oro drėgmę ir temperatūrą.

6. Lyginant dviejų pasirinktų priemonių efektyvumą pastebima, kad:

– pavasario metu ir žiemos metu rekomenduotina naudoti biostabilizatorių MICROPAN NORMAL, kadangi amoniako kiekis mažesnis nei naudojant biostabilizatorių POLIFLOCK BTS.

– Vasaros metu abiejų priemonių efektyvumas panašus, todėl galima naudoti biostabilizatorių MICROPAN NORMAL arba biostabilizatorių POLIFLOCK BTS.

– Naudojant priemones galima sumažinti ir valdyti amoniako išsiskyrimą iš tvarto oro į aplinką.

## **Danutė Kvasovienė**

### **Amoniako mažinimo tvarto ore priemonių efektyvumo įvertinimas**

#### **SANTRAUKA**

2013 m. atlikti bandymai kiaulių fermoje, kurių metu buvo tiriamas amoniako kiekis tvarto ore. Tikslas eksperimentiniu būdu įvertinti biostabilizatorių veiksmingumą. Buvo pasirinkti trys tvartai, vienas kontrolinis, kuriame nebuvo naudojama jokia priemonė ir du tvartai, kai bandomieji, kuriuose buvo naudojamos pasirinktos priemonės: biostabilizatoriai Micropan Normal ir Poliflock BTS.

Tyrimais nustatyta, kad kontroliniame tvarte nenaudojant biostabilizatorių amoniako kiekis tvarto ore yra didesnis, negu naudojant pasirinktas priemones. Įvertinant biostabilizatorių efektyvumą amoniako kiekiui sumažinti tvartų ore nustatyta, kad biostabilizatorius MICROPAN NORMAL yra pranašesnis, paprastesnis naudojimo būdas, juo amoniako kiekį tvarto ore galima sumažinti nuo 11 iki 25 procentų.

Nustatėme ir įvertinome, kad naudojant biostabilizatorius galime sumažinti ir valdyti amoniako išsiskyrimą iš tvartų.

**Danutė Kvasovienė**

**Evaluation of Measures' Effectiveness for Ammonia Reduction in the Air of Stables**

**SUMMARY**

The investigations in Pig Farm were made in 2013. The ammonia concentration in the air of animal barns was observed during these investigations. The aim was to measure the effectiveness of biostabilizers. Three barns were chosen in Pig Farm. One barn was chosen as a control barn, in which weren't used any biostabilizer. The other two were chosen as the pilot barns. In these two barns were using different biostabilizers: MICROPAN NORMAL and POLIFLOCK-BTS.

The investigations have shown that the ammonia concentration in control barn is higher than in pilot barns, in which were using the biostabilizers. Evaluating the effectiveness of biostabilizers for reducing of the ammonia concentration in barn's air, was found that biostabilizer MICROPAN NORMAL is superior, the using method of this product is simpler, the amount of ammonia in the air can be reduced from 11 to 25 percent using MICROPAN NORMAL.

The results of investigations helped to identify and evaluate, that the using of biostabilizers can reduce and control the emission of ammonia from barns.

## LITERATŪRA

1. Aplinka. Naujuosiuose žemėlapiuose europiečiai gali iš arti pamatyti paskliduosius oro taršos šaltinius. [viewed February 4 2014]. <http://www.eea.europa.eu/lt/pressroom/newsreleases/aplinka.-naujuosiuose-zemelapiuose-europieciai-gali>.
2. Aplinkos būklė 2005. Vilnius: Lietuvos Respublikos aplinkos ministerija, 2006.
3. Aplinkos ministerijos nustatyta tvarka, pildant ataskaitą Forma Nr.2-Atmosfera. [žiūrėta: 2014 balandžio 20 d.]. [http://oras.gamta.lt/files/tersalu\\_emisija\\_2012.pdf](http://oras.gamta.lt/files/tersalu_emisija_2012.pdf).
4. Aplinkos ministro 2001 m. gruodžio 12 d. įsakymas Nr. 596 „Dėl aplinkos oro kokybės vertinimo“ // Valstybės žinios. 2001, Nr. 106-3828.
5. Aplinkos oro kokybės valdymo srities teisinės bazės., įskaitant teritorijų planavimą ir statybų procesą, analizė. 2010 m. liepos 12 d. Nr. PA- 3. [žiūrėta: 2014 balandžio 20 d.]. <http://vsc.sam.lt/pub/imagelib/file/oro.pdf>.
6. Aplinkos oro monitoringo tikslai ir uždaviniai. 2003, [žiūrėta 2013-05-16]. Prieiga per internetą: [http://aaa.am.lt/VI/article.php3?article\\_id=177&print=1](http://aaa.am.lt/VI/article.php3?article_id=177&print=1)).
7. Baltrėnas, P., Zigmontienė A., Vaišnūraitė R. 2004. Oro valymo biotechnologijos. Vilnius: Technika.
8. Bouwman A., Hoek van der K. Scenarios of animal waste production and fertilizer use and associated ammonia emission for the developing countries. Atmospheric Environment. 1997. Vol. 31, No. 24. P. 4095-4102).
9. Brochures. [viewed February 4 2014]. <http://www.bauer-technics.com/en/download>.
10. Choiniere Y., Munroe J. A. Air Quality Inside Livestock Barns. Factsheet 400/717, Ontario Agriculture and Food Ministry, 1997).
11. Council Directive 1999/30/EC of 22 April 1999 relating to limit values for sulphur dioxide, nitrogen dioxide and oxides of nitrogen, particulate matter and lead in ambient air. O J L 163, 29/06/1999 P. 0041 – 0060.
12. Council Directive 96/61/EC of 24 September 1996 concerning integrated pollution prevention and control. OJ L 257, 10.10.1996, p. 26 – 40).
13. Council Directive 96/62/EC of 27 September 1996 on ambient air quality assessment and management. OJ L 296, 21/11/1996 p. 0055 – 0063.

14. Directive 2001/81/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2001 on national emission ceilings for certain atmospheric pollutants. OJ L 309, 27.11.2001, p. 22–30.
15. Europos Sąjungos tvaraus vystymosi strategija. Briuselis, 2006 m. P. 7-9).
16. Guidelines on odour pollution and its control. 2008. 57 p. [žiūrėta: 2013 m. lapkričio 15 d.]. [http://www.cpcb.nic.in/divisionsofheadoffice/pci2/package\\_odourreport\\_2.12.08.pdf](http://www.cpcb.nic.in/divisionsofheadoffice/pci2/package_odourreport_2.12.08.pdf).
17. [http://vrd.am.lt/VI/article.php3?article\\_id=6633](http://vrd.am.lt/VI/article.php3?article_id=6633).
18. Jungtinės Karalystės moksliniame žurnale „Toxicological and Environmental Chemistry“ Cawthon et al. 2009.
19. Kaip oro tarša kenkia medžiams? [žiūrėta: 2013 lapkričio 10 d.]. <http://www.ekoaplinka.eu/>
20. Kaiulių kvapai Lietuvoje bus naikinami moderniausiais pasaulio įrengimais. 2012. [žiūrėta: 2013 spalio 25 d.]. <http://grynas.delfi.lt/aplinka/kiauliu-kvapai-lietuvoje-bus-naikinami-moderniausiais-pasaulio-irengimais.d?id=60038141#ixzz2g0N8p6LI>.
21. Kas tai yra TIPK. [žiūrėta: 2013 spalio 15 d.]. <http://www.tipk.lt/Kas%20tai%20yra%20TIPK.html>.
22. Kavolėlis B. Tvarto mikroklimatas. Akademija, 2003, p. 53
23. Kuroda K., Hanajima D., Fukumoto Y., Suzuki K., Kawamoto S., Shima J. & Haga K. Isolation of thermophilic ammonium-tolerant bacterium and its application to reduce ammonia emission during composting of animal wastes. Biosci. Biotechnol. Biochem. (2004) 68 (2): 286-292.
24. Kvapai, jų prevencijos ir šalinimo galimybės. [žiūrėta: 2013 spalio 15 d.] <http://www.avai.lt/index.php/lt/kvap-alinimas.html>.
25. Kvapų valdymo metodinės rekomendacijos, 2012. Metodinės rekomendacijos parengtos įgyvendinant 2007–2013 m. Žmogiškųjų išteklių plėtros veiksmų programos 4 prioriteto „Administracinių gebėjimų stiprinimas ir viešojo administravimo efektyvumo didinimas“ įgyvendinimo priemonės VP1-4.3-VRM-02-V „Viešųjų politikų reformų skatinimas“ projektą „Gyvenamosios aplinkos sveikatos rizikos veiksniu valdymo tobulinimas“. [žiūrėta: 2013 lapkričio 10 d.]. [http://vsc.sam.lt/pub/imagelib/file/rekomend\\_kvapu.pdf](http://vsc.sam.lt/pub/imagelib/file/rekomend_kvapu.pdf).
26. Lietuvos Respublikos aplinkos apsaugos įstatymas // Valstybės žinios. 1992, Nr. 5-75.
27. Lietuvos Respublikos aplinkos monitoringo įstatymas. // Valstybės žinios. 1997, Nr. 112-2824.

28. Lietuvos Respublikos aplinkos oro apsaugos įstatymas // Valstybės žinios. 1999, Nr. 98-2813.
29. Lietuvos Respublikos mokesčio už aplinkos teršimą įstatymas // Valstybės žinios. 1999, Nr. 47-1469.
30. Miestų aplinkos oro kokybės klausimai aptarti Briuselyje vykusioje Žaliojoje savaitėje. 2012. [žiūrėta: 2013 spalio 28d.]. <http://www.urbact.lt/index.php/component/content/article/162-miest-aplinkos-oro-kokybs-klausimai-aptarti-briuselyje-vykusioje-aliojoje-savaitje.html>.
31. Mobilų teršimo šaltinių emisija į aplinkos orą Lietuvoje 2003 m. (t/metus). 2004 [žiūrėta 2013-05-15]. Prieiga per internetą: [http://aaa.am.lt/VI/article.php3?article\\_id=1077.](http://aaa.am.lt/VI/article.php3?article_id=1077.))
32. Möller H., Sommer S. & Ahring K. Biological degradation and greenhouse gas emission during pre storage of liquid animal manure. *J. Environ. Qual.* (2004) 33: 27 – 36.
33. Monteny G. J. Quantify Ammonia Emissions from Buildings, Stores and Land Application. 2001, Research Consortium Sustainable Animal Production; [žiūrėta 2013-05-10]. Prieiga per internetą: <http://agriculture.de/acms1/conf6/ws4ammon.htm>).
34. Monteny G. J. Quantify Ammonia Emissions from Buildings, Stores and Land Application. 2001, Research Consortium Sustainable Animal Production. – Tekstas anglų k. <http://agriculture.de/acms1/conf6/ws4ammon.htm> (žiūrėta 2014 - 04 - 01).
35. Monteny G. J., 2001. [viewed February 8, 2014]. <http://agriculture.de>.
36. Odour Report. 2009. [žiūrėta: 2013 m. lapkričio 15 d. ]. [http://www.epa.ie/licences/lic\\_eDMS/090151b28024f9e9.pdf](http://www.epa.ie/licences/lic_eDMS/090151b28024f9e9.pdf).
37. Oro kokybės aglomeracijose ir zonoje apžvalga. Vilnius: Aplinkos apsaugos agentūra, 2004. 31 p.
38. [viewed February 10, 2013] [http://ec.europa.eu/environment/archives/cape/activities/pdf/cape\\_scenario\\_report\\_1.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/cape/activities/pdf/cape_scenario_report_1.pdf).
39. Paliulis, D. 2004. Aplinkos taršos nustatymo metodai. Mokomoji knyga. Vilnius: Technika. 103 p.
40. Ribikauskas V., Vaičionis G. Mėsinių tipo galvijų tvartų mikroklimato įvertinimas // *Gyvulininkystė: mokslo darbai*, 2004, Nr. 44, p. 63-75.
41. Rolandas Bleizgys, Jonas Čėsna. Gyvulininkystės technologijų inžinerija. Mokomoji knyga. Akademija, 2012
42. Seedorf J., Hartung J. Survey of ammonia concentrations in livestock buildings. *Journal of Agricultural Science*. 1999, Vol. 133. p. 433-437.

43. Sutton A.L., Kephart K.B., Verstegen M.W.A., Canh T. T.& Hobbs P. J. Potential for Reduction of Odorous Compounds in Swine Manure Through Diet Modification. *J. Anim. Sci.*. (1999) 77:430–439
44. UAB „Sidabra“ Joniškio raj. sav., Satkūnų km. „2010 m aplinkos oro taršos šaltinių ir iš jų išmetamų teršalų inventorizacijos ataskaita“.
45. Vittorio Sala, Claudia Gusmara, Fabio Ostanello, Pierlorenzo Brignoli, 2011. Improvement of environmental quality in intensive pig farming through an integrated bioactivation program for the control and prevention of swine mycoplasma pneumoniae. *Journal of Central European Agricultur.*. 2011, (12)1, p 35-43.

## **PRIEDAI**