

VYTAUTO DIDŽIOJO UNIVERSITETAS



TVIRTINU:

Žemės ūkio akademijos kancleris

Antanas Maziliauskas

2020 m. lapkričio mėn. 03 d.

ŽEMĖS ŪKIO, MAISTO ŪKIO IR ŽUVININKYSTĖS 2015–2020 METŲ MOKSLINIAI TYRIMAI IR TAIKOMOJI VEIKLA

Ūkinių gyvūnų laikymo vietų projektavimo techninių ir technologinių sprendimų peržiūra ir atnaujinimo parengimas bei ūkinių gyvūnų laikymo vietų eksploatavimo bendrųjų taisyklių nustatymas

Galutinė ataskaita



Projekto vadovas: Rolandas Bleizgys

Akademija, Kauno r.
2020

Mokslinio tyrimo ir taikomosios veiklos projekto užsakovas – LR Žemės ūkio ministerija
(2019 m. liepos 29 d. sutartis Nr. MT-19-17).

Mokslinio tyrimo ir taikomosios veiklos projekto vykdymo vieta – Vytauto Didžiojo
Universiteto Žemės Ūkio Akademinė

Mokslinio tyrimo ir taikomosios veiklos projekto vykdytojai:
Prof. dr. Rolandas Bleizgys (VDU ŽŪA, technologijos mokslai);
Dr. Vilma Naujokienė (VDU ŽŪA, technologijos mokslai);
Dr. Indrė Bagdonienė (VDU ŽŪA, technologijos mokslai).

Projekto pradžia: 2019 m.

Projekto pabaiga: 2020 m.

Turinys

Įvadas	5
1. TYRIMŲ OBJEKTAS IR METODAI	6
2. GALVIJŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ	8
2.1. Galvijų laikymo technologijų analizė ir modernizavimo kryptys	8
2.2. Technologinių procesų valdymas galvijų tvartuose	18
2.3. Optimalaus mikroklimato formavimas galvijų tvartuose	27
2.4. Amoniakos emisijos mažinimas gyvulininkystėje	35
2.5. ŠESD emisijos mažinimas gyvulininkystėje	43
2.6. Išvados ir rekomendacijos	49
2.7. Rekomendacijos „Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 01:2009“ papildymui	50
2.8. Rekomendacijos galvijų laikymo vietų eksploatavimo bendrosioms taisyklėms	59
2.9. Informacijos šaltinių sąrašas	64
3. KIAULIŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ	66
3.1. Kiaulių gerovė ir sveikatingumas	66
3.2. Kiaulių laikymo technologijų analizė ir modernizavimo kryptys	67
3.3. Technologinių procesų valdymas kiaulidėse	70
3.4. Mikroklimato poveikis kiaulėms	71
3.5. Amoniako ir ŠESD emisijos mažinimas kiaulidėse	72
3.6. Kvapų emisijos mažinimas	80
3.7. Išvados ir rekomendacijos	84
3.8. Rekomendacijos Kiaulidžių technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 02:2010 papildymui	87
3.9. Rekomendacijos kiaulių laikymo vietų eksploatavimo bendrosioms taisyklėms	92
3.10. Informacijos šaltinių sąrašas	96
4. PAUKŠČIŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ	99
4.1. Procesų valdymas paukštidėse	99
4.2. Dujų emisijos mažinimas	102
4.3. Išvados ir rekomendacijos	105
4.4. Rekomendacijos Paukštininkystės ūkių technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 04:2012 papildymui	107
4.5. Rekomendacijos paukščių laikymo vietų eksploatavimo bendrosioms taisyklėms	111
4.6. Informacijos šaltinių sąrašas	114
5. AVIŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ	117
5.1. Avių laikymo technologijos	117
5.2. Oro taršos mažinimas avininkystės ūkiuose	119
5.3. Išvados ir rekomendacijos	122
5.4. Rekomendacijos <i>Avininkystės ūkių technologinio projektavimo taisyklių</i> <i>ŽŪ TPT 11:2015</i> papildymui	123
5.5. Informacijos šaltinių sąrašas	126
6. KAILINIŲ ŽVĖRELIŲ IR TRIUŠIŲ AUGINIMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ ...	128
6.1. Kailinių žvėrelių ir triušių laikymo technologijų analizė ir modernizavimo kryptys	128
6.2. Amoniako emisijos mažinimas kailinių žvėrelių ir triušių ūkiuose	129
6.3. Išvados ir rekomendacijos	133
6.4. Rekomendacijos <i>Kailinės žvėrininkystės ir triušininkystės ūkių technologinio</i> <i>projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 13:2016</i> papildymui	134
6.5. Informacijos šaltinių sąrašas	136

SAVOKOS

AMS	automatinė melžimo sistema
CH ₄	metanas
CO ₂	anglies dioksidas
Dujų emisija	natūraliai ar dirbtinai bet kokios dujinės medžiagos išleidimas į atmosferą
Ėdimo takas	takas, kuriame gyvuliai ėda palaidi
Ferma	gyvulininkystės ar paukštininkystės padalinys stambiam ūkyje
Garavimas	medžiagos virsmas iš skystos į dujinę agregatinę būseną
Gilusis tvartas	tvartas žemomis guoliavietės grindimis, nuo kurių mėšlas šalinamas 1–2 kartus per metus
H ₂ S	sieros vandenilis
Karvidė	tvartas karvėms laikyti
Kombinuotasis boksas	šoninėmis pertvaromis ir ribotuvu priekyje atitverta vieta prie šėrimo tako arba stalo neprištai karvei stovėti, gulėti ir ėsti
Koncentracija	dalies kiekis visumoje
Kreikiama guoliavietė	guoliavietė, klojama kraiku, siekiant įrengti minkštą ir šiltą guolį
Mikroklimatas	patalpos terminių, oro švaros, apšviestumo, triukšmo ir kt. rodiklių visuma
NH ₃	amoniakas
Poilsio boksas	šoninėmis pertvaromis ir ribotuvu priekyje atitverta vieta be ėdžių neprištam gyvuliui gulėti, ilsėtis
ppm	cheminės koncentracijos matavimo vienetas, milijoninė dalis (<i>angl. parts per million</i>)
Pusgilis tvartas	tvartas neiškeltomis guoliavietės grindimis, nuo kurių mėšlas šalinamas kas keliolika dienų ar kas 2–3 mėnesiai
Pusskystis mėšlas	mėšlas, turintis 12–20 % sausųjų medžiagų
Pusšiltis tvartas	tvartas apšiltintu stogu arba perdanga ir neapšiltintomis sienomis, kuriame šaltuoju metų laiku palaikoma teigiama temperatūra
Seklusis tvartas	tvartas iškeltomis guoliavietės grindimis, nuo kurių mėšlas šalinamas kasdien arba kas kelios dienos
SG	sutartinis gyvulys – sutartinis vienetas, kuriuo nusakomas mėšlo šaltinis. Vieno SG per metus išskiriamame mėšle yra 100 kg bendrojo azoto.
Skystasis mėšlas	mėšlas, turintis ne daugiau kaip 12 % sausųjų medžiagų
Srutos	skystis, susidedantis iš gyvūnų šlapimo, kritulių ir kitokių iš mėšlo ištekantių ar nuo mėšlinų paviršių nutekantių nuotekų
ŠESD	šiltnamio efektą sukeliančios dujos. Svarbiausios yra anglies dioksidas, metanas, azoto suboksidas ir fluotinos dujos.
Šiltnamio efektas	Procesas, kurio metu atmosferoje esančios šiltnamio efektą sukeliančios dujos sugeria Žemės į kosmosą atspindimą šilumą, ir kyla planetos temperatūra
Šiltasis tvartas	tvartas apšiltintomis sienomis ir stogu arba perdanga ir reguliuojama teigiama temperatūra
Tirštasis mėšlas	mėšlas, turintis ne mažiau kaip 20 % sausųjų medžiagų
Tvartas	pastatas ūkiniams gyvūnams, išskyrus bites, laikyti
Vėdinimas	reikiamų pastato vidaus oro parametru (temperatūros, drėgnio, sudėties ir kt.) palaikymas natūraliu ar dirbtiniu būdu keičiant patalpos orą

Įvadas

Ūkinių gyvūnų laikymo vietas reikia projektuoti diegiant naujausias ir pažangiausias technologijas ir užtikrinti oro taršos bei ūkinės veiklos poveikio klimato kaitai mažinimą. Šios nuostatos turi būti pateiktos kiaulidžių, galvijų pastatų, avininkystės ūkių, paukštininkystės ūkių, kailinės žvėrininkystės ir triušininkystės ūkių projektavimo taisyklėse. Taisyklėse turi būti pateiktos pagrindinės nuostatos – rekomendacijos kaip diegti techninius ir technologinius sprendimus, užtikrinančius ūkinių gyvūnų gerovę bei mažiančius teršalų išmetimą į aplinkos orą, kvapų išsiskyrimą ir šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisiją. Oro taršos mažinimo technologijų diegimas yra privalomas remiantis ES oro taršos mažinimo įsipareigojimais.

Europos Komisijos ataskaitoje „ES aplinkos nuostatų įgyvendinimo peržiūra. Šalies ataskaita – LIETUVA“ nurodoma, kad tiesioginės ekonominės sąnaudos, susijusios su negalavimais, sukeltais dėl oro taršos, susidaro dėl 488 tūkst. prarastų darbo dienų, kurie per metus darbdaviams kainuoja apie 37 mln. eurų, sveikatos priežiūros sistemai – daugiau kaip 5 mln. eurų, o žemės ūkiui – 17 mln. eurų.

Lietuva, kaip ir kitos ES valstybės privalo imtis priemonių sumažinti į atmosferą išmetamų teršalų kiekį. Oro taršos mažinimo technologijų diegimas žemės ūkyje yra būtinas, siekiant užtikrinti ilgalaikį Lietuvos gyvulininkystės ūkių konkurencingumą. Labai svarbu mažinti nuostolius, patiriamus dėl oro taršos, taip pat gerinti gyvulių laikymo ir darbuotojų darbo sąlygas ir užtikrinti tarptautinių įsipareigojimų įgyvendinimą.

Projekto tikslas – atnaujinti ir papildyti pažangiausiaisiais techniniais, technologiniais ir aplinkosauginiais sprendimais ūkinių gyvūnų laikymo vietų projektavimo taisykles, bei parengti ūkinių gyvūnų laikymo vietų eksploatavimo bendrąsias taisykles.

Uždaviniai:

- Išanalizuoti taikomų galvijų, kiaulidžių pastatų, avininkystės ūkių, paukštininkystės ūkių, kailinės žvėrininkystės ir triušininkystės ūkių projektavimo taisyklių techninius, technologinius ir aplinkosauginius sprendimus.
- Patikslinti ūkinių gyvūnų laikymo vietų projektavimo taisykles įvertinant technologinius pokyčius gyvulininkystės srityje, ūkinių gyvūnų gerovę atitinkančias sąlygas, technologinius procesų robotizavimo ir aplinkosaugos keliamus reikalavimus, nacionalinės ir ES teisės aktų pasikeitimus, gerąją kitų šalių patirtį bei mokslo institucijų atliktus tyrimus ūkinių gyvūnų laikymo srityje.
- Papildyti ūkinių gyvūnų laikymo vietų projektavimo taisykles pažangiausiaisiais (efektyviausiaisiais) prieinamais techniniais, technologiniais ir aplinkosauginiais sprendimais, leidžiančiais sumažinti oro taršą amoniaku, ūkinėje veikloje susidarantį kvapus bei šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijas.
- Išanalizuoti Lietuvoje labiausiai paplitusių techninių, technologinių ir aplinkosaugos sprendimų ūkinių gyvūnų laikymo vietose (pastatuose ir lauke) eksploatavimo sąlygas mažinant ir kontroliuojant oro taršą.
- Nustatyti reikalavimus, apibūdinančius bendruosius techninius ir (ar) technologinius sprendimus, kurie būtų taikomi naujiems ir jau veikiantiems ūkinių gyvūnų laikymo pastatams (nustatant jų taikymo pereinamąjį laikotarpį) bei amoniako taršos šaltiniams lauke siekiant kontroliuoti ir mažinti amoniako išmetimą į aplinkos orą.

1.TYRIMŲ OBJEKTAS IR METODAI

Tyrimų objektas:

- galvijų laikymo technologijos, gyvūnų gerovės ir aplinkosaugos reikalavimai, tvartai ir kiti gamybiniai statiniai, technologiniai sprendimai ir technologinė įtranga, sistemos optimalios aplinkos tvartuose formavimui ir technologinių procesų valdymui;
- kiaulių laikymo technologijos, gyvūnų gerovės ir aplinkosaugos reikalavimai, tvartai ir kiti gamybiniai statiniai, technologiniai sprendimai ir technologinė įtranga, sistemos optimalios aplinkos tvartuose formavimui ir technologinių procesų valdymui;
- avių laikymo technologijos, gyvūnų gerovės ir aplinkosaugos reikalavimai, tvartai ir kiti gamybiniai statiniai, technologiniai sprendimai ir technologinė įtranga, sistemos optimalios aplinkos tvartuose formavimui;
- paukščių laikymo technologijos, gyvūnų gerovės ir aplinkosaugos reikalavimai, tvartai ir kiti gamybiniai statiniai, technologiniai sprendimai ir technologinė įtranga, sistemos optimalios aplinkos tvartuose formavimui ir technologinių procesų valdymui;
- kailinių žvėrelių ir triušių laikymo technologijos, gamybiniai statiniai, technologiniai sprendimai ir technologinė įtranga, sistemos optimalios aplinkos tvartuose formavimui.

Atliekami eksperimentiniai ir analitiniai tyrimai. Gyvūnų laikymo technologiniai sprendimai vertinami pagal optimalių gyvūnų laikymo sąlygų sudarymą, darbo sąnaudas, našumą ir poveikį aplinkos taršai. Eksperimentiniai tyrimai atliekami gamybinėse fermose ir laboratorinėmis sąlygomis.

Gyvūnų laikymo sąlygos įvertinamos pagal gyvūnų elgseną, aplinkos higieną, oro kokybę. Žmogaus darbo sąlygos įvertinamos pagal darbo krūvį, darbo aplinką: triukšmą, apšviestumą, oro kokybę, aplinkos švarą. Aplinkos higiena ir oro kokybė įvertinama pagal statinių konstrukcinių dalių šilumines savybes, mėšlų užteršiamus plotus tvarte bei vėdinimo sistemos parametrus (oro tiekimo ir šalinimo angų plotus). Įvertinus tvarto mikroklimato veiksnių svarbą, išskiriame veiksnius, pagal kuriuos detalčiai analizuojama oro kokybė:

- oro temperatūra;
- oro drėgnis;

- oro greitis;
- amoniako koncentracija;
- anglies dvideginio koncentracija.

Oro temperatūra ir santykinis drėgnis registruojami kas valandą temperatūros–drėgnio programuojamais autonominiiais matuokliais MicroLite LITE5032P-RH. Temperatūros matavimo ribos nuo -35°C iki $+85^{\circ}\text{C}$, matavimo tikslumas $\leq \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ matuojamos reikšmės; oro santykinio drėgnio matavimo ribos nuo 0% iki 100%, matavimo tikslumas $\leq \pm 3\%$ matuojamos reikšmės.

Oro greitis matuojamas sparneliniu anemometru: sparnelių vamzdžio skersmuo 80 mm, matavimo ribos 0,2 – 20 m/s; matavimo tikslumas $\leq \pm 1,5\%$ matuojamos reikšmės. Matuojant oro greitį tvarte naudojamas 200 mm skersmens oro srauto formavimo ir oro srauto suintensyvavimo kūginis gaubtas.

Oro tarša vertinama pagal šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) ir amoniako (NH_3) emisijas. Pagrindinės išmetamosios ŠESD – anglies dioksidas (CO_2), metanas (CH_4), azoto suboksidas (N_2O). Šių dujų emisija vertinama CO_2 dujų ekvivalentu.

Dujų emisija nustatoma taikant masės srauto metodą. Žinant patalpos vėdinimo intensyvumą G ($\text{m}^3 \text{h}^{-1}$) ir dujų koncentraciją į patalpą įeinančiame C_e (mg m^{-3}) ir iš jos šalinamame ore C_o , dujų emisijos intensyvumas apskaičiuojamas:

$$E = (C_o - C_e)G . \quad (1.1)$$

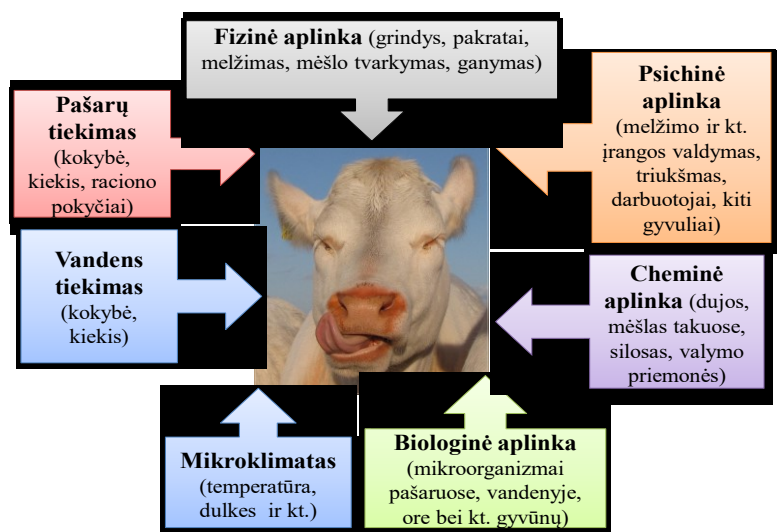
Amoniako ir anglies dvideginio dujų koncentracija tvarte matuojama nešiojama dujų analizatoriumi Aeroqual Series 500. NH_3 matavimo ribos 0-100 ppm, CO_2 – 0-2000 ppm. Matavimo tikslumas ± 0.5 ppm.

Detalūs dujų emisijos iš mėšlo tyrimai atliekami Termoenerginėse procesų ir emisijų laboratorijoje (VDU ŽŪA). Laboratorinėmis sąlygomis tyrimai atliekami vėjo tunelyje, kurio ilgis 6,0 m. Dujų analizatoriumi GME700 matuojama amoniako dujų koncentracija. Matavimo ribos NH_3 – nuo 0 ppm iki 2000 ppm. Vienu metu galima matuoti dujų koncentraciją 2 taškuose. Darbo režimas: automatinis (nepertraukiamas arba ciklinis matavimas su duomenų kaupimu). Matavimo principas – lazerinė spektroskopija. Analizatoriuje įrengtas siurbiamų dujų pašildymas, todėl dujų kondicionavimo priemonėmis užtikrinama, kad celė nebūtų užteršta ir joje nesusidarytų kondensatas. Siekiant užtikrinti, kad darbinė temperatūra būtų didesnė už ėminio rasos taško temperatūrą, naudojamos elektra šildomos trikanalės sklendės. Amoniako koncentracija dažniausia fiksuojama kas 1,0 min.

2. Galvijų laikymo technologijų analizė

2.1. Galvijų laikymo technologijų analizė ir modernizavimo kryptys

Karvidė turi būti suprojektuota ir įrengta taip, kad būtų išvengta gamybinio (nutrynimasis, žaizdos, sumušimas, sąnarių sutinimas, nagų pažeidimas, uodegos ir spenių sužalojimas, plaučių uždegimas, tešmens uždegimas, perkaitimas) ir infekcinio pobūdžio ligų. Judėjimo laisvė, atsižvelgiant į gyvūno rūšį, neturi būti varžoma. Aplinka tvarte turi atitikti visas karvės fiziologines ir etologines reikmes (2.1 pav.). Gyvūno laikymo vietos statybai naudojamos medžiagos, ypač aptvarų įrengimui naudojamos medžiagos ir įranga, prie kurių gyvūnai gali prisiliesti, neturi būti kenksmingos gyvūnams ir turi būti pritaikytos taip, kad jas būtų galima valyti ir dezinfekuoti. Atitvarose negali būti aštrių kampų, galinčių sužeisti gyvūnus.



2.1 pav. Gyvulį įtakojantys aplinkos veiksniai

Oro apykaita, dulkėtumas, temperatūra, santykinė oro drėgmė ir dujų koncentracija turi atitikti normas. Pastatuose gyvūnus negalima laikyti nuolatinėje tamsoje arba vien dirbtinėje šviesoje be atitinkamos poilsio pertraukos. Jei gyvūnų fiziologinėms ir etologinėms reikmėms tenkinti nepakanka esamos natūralios šviesos, turi būti įrengiamas dirbtinis apšvietimas. Visa gyvūnų sveikatai ir gerovei svarbi automatinė ar mechaninė įranga turi būti bent kartą per dieną tikrinama. Surastus gedimus nedelsiant reikia pašalinti arba, jei to padaryti negalima, turi būti imamasi priemonių apsaugoti gyvūnų sveikatą ir gerovę. Jei gyvūnų sveikata ir gerovė priklauso nuo dirbtinio ventiliavimo sistemos, reikia įrengti atsarginę ventiliavimo sistemą, kad būtų išsaugota gyvūnų sveikata ir gerovė dirbtinai ventiliavimo sistemai sugedus. Gyvūnai šeriami jų amžių ir rūšį atitinkančiais pašarais. Jie turi gauti pašaro jų fiziologines reikmes

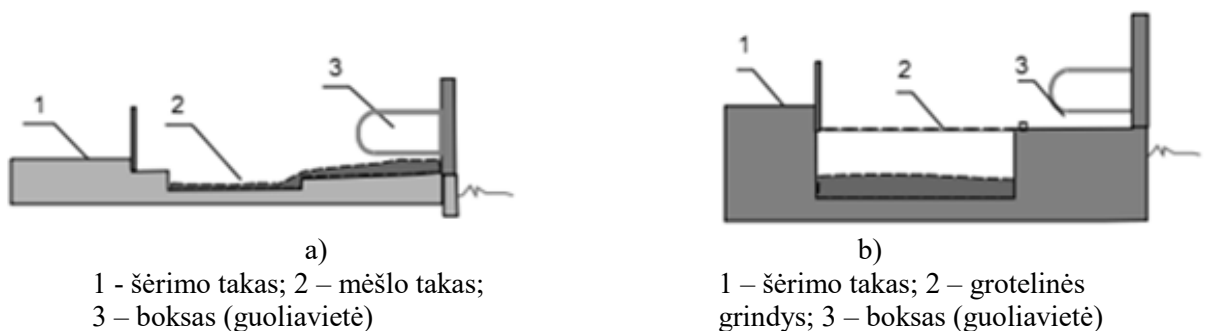
atitinkančiais laiko tarpais. Šėrimo ir girdymo įranga turi būti suprojektuota, sukonstruota ir įrengta taip, kad būtų kuo labiau sumažinta pašaro ir vandens užteršimo bei kenksmingos gyvūnų tarpusavio konkurencijos galimybė.

Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės nustato pagrindinius technologinius reikalavimus projektuojant galvijų laikymo ir jų priežiūros pastatus, patalpas ir leidžia įgyvendinti svarbiausias nuostatas, garantuojančias galvijų gerovę.

Gyvulių laikymo būdas turi atitikti jų amžių, fiziologinę būklę, ūkyje naudojamas šėrimo, mėšlo šalinimo sistemas, ekonomines ir kitas sąlygas (Bleizgys ir kt., 2012). Karvės laikomos taikant įvairias technologijas skirtingų konstrukcijų tvartuose, kuriuose naudojami skirtingi mėšlo šalinimo ir laikymo būdai, vėdinimo įrenginiai ir pan. Pririštos karvės dažniausiai laikomos smulkesniuose Lietuvos ūkiuose. Tai sena karvių laikymo technologija, tačiau dar vis taikoma. Rekomenduotina sartinio laikymo būdo atsisakyti, nes neatitinka šiuolaikinio konkurencingo ūkio sąlygų: didelės darbo sąnaudos, sunku užtikrinti gerą gyvūnų higieną, sunku palaikyti gerą mikroklimatą tvarte, labai ribotos galimybės mažinti oro taršą ir taikyti efektyvias automatines procesų valdymo sistemas.

Palaidas karvių laikymas geriau tenkina gyvulių natūralias reikmes, be to mažesnės darbo sąnaudos gyvuliams prižiūrėti, geresnės galimybės yra mažinti oro taršą iš jų. Palaido laikymo tvartai skirstomi į šiuos tipus:

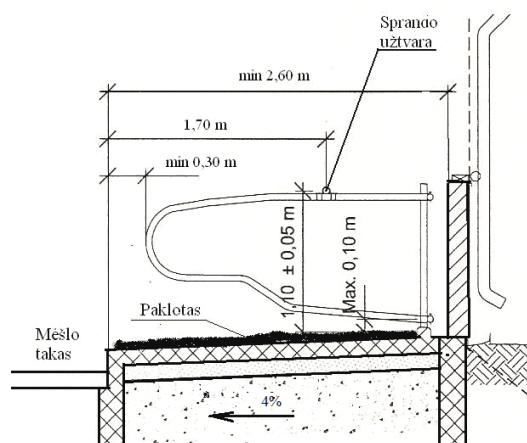
- boksinis tvartas (nekreikiamas su atvirais mėšlo (gyvulių vaikščiojimo) takais arba su grotelėmis dengtais mėšlo takais; boksinis su kreikiamais boksais (2.2 pav.);
- tvartas su sekliais gardais arba su pusgiliais gardais (taip pat gali būti su kreikiamais gardais, turinčiais nuožulnius grindis);
- tvartas su giliais gardais.



2.2 pav. Boksai besaitėje karvidėje: a – kreikiant, gilūs bokasai; b – nekreikiant arba mažai kreikiant, seklūs bokasai iškloti guminiiais kilimėliais.

Boksiniai tvartai. Taikant boksinį karvių laikymą, kiekvienai karvei poilsiui įrengiamas boksas, kurio matmenys turi atitikti jos masę ir matmenis. Tada boksus prižiūrėti nesudėtinga. Jei guoliavietė per trumpa, karvė gulėdama ar stovėdama negali patogiai laikyti užpakalinių

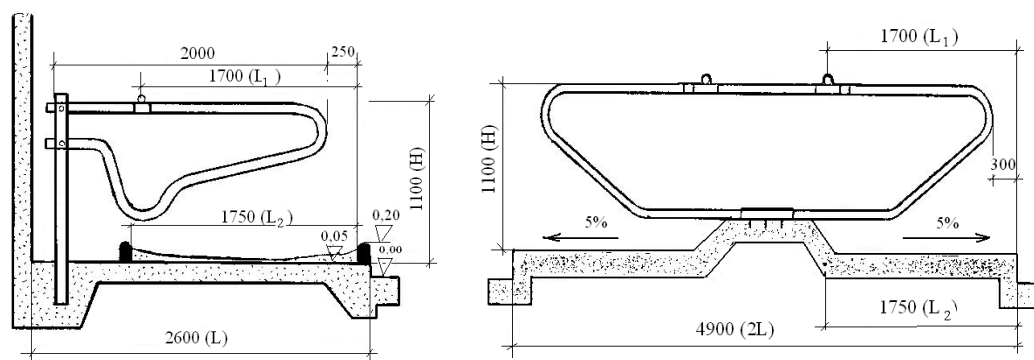
kojų, susižeidžia nagas, susserga sąnarių, tešmens ligomis. Per ilga guoliavietė teršiama mėšlu, todėl karvės būna nešvarios. Įvertinus karvės matmenis, rekomenduotini tokie boksų matmenys: bokso plotis – 1,20–1,25 m, bokso ilgis – 2,30–2,40 m (prie sienos boksas pailginamas iki 2,50–2,60 m). Tradicinių boksų pertvaros lankstomos iš 50 mm skersmens plieninių cinkuotų vamzdžių. Taip pat jos gali būti pagamintos iš medžio arba plastiko. Sekcijos pertvarų aukštis 1,5 m. Virš boksų 0,5 m atstumu nuo sienos pritvirtinamas metalinis vamzdis arba medinis tašelis – sprando užtvara, kuri priverčia besikeliančią karvę atsitraukti (2.3 pav.). Taip ji neužteršia bokso grindų.



2.3 pav. Bokso galvijams

Boksoi (2.4 pav.) būna gilūs (gausiai kreikiami įvairiais pakratais) arba seklūs (pakloti guminiai kilimėliai, čiužiniai arba kt. dangos).

Boksų grindys gali būti periodiškai kreikiamos šiaudais ir kitais pakratais arba išklojamos guminiais kilimėliais, įvairiais čiužiniais, perpjautomis automobilių padangomis, kurios papildomos pjuvenomis, smėliu. Svarbiausia, kad paklotas turėtų geras šilumos izoliacines savybes. JAV kraikui dažnai naudojamas smėlis, kuris anksčiau buvo laikomas vienu iš geriausių guoliavietės paklotų, nes, palyginti su mažai pakreiktu betonu ar mediena, toks paklotas mažiausiai žaloja spenius ir tešmenį. Tyrimais nustatyta, kad gyvuliams gulėti smėliu pakreiktose guoliavietėse gana patogų, tačiau karvės mieliau renkasi ir gulasi ant gumos granulių pripildytų čiužinių. Kreikiamo guoliavietės smėlio sluoksnis turi būti 0,12–0,15 m storio. Smėlis guoliavietėje keičiamas kas 1–2 savaitės. Vienas iš jo trūkumų – sudėtingas pašalinimas iš tvarto. Jeigu smėlis nelabai suspaustas, šlapimas į jį įsigeria labai greitai. Visi mėšle esantys mikroorganizmai lieka ant smėlio paviršiaus. Kad smėlyje ir ant jo paviršiaus nesikauptų mikroorganizmai, reikia įrengti drenažą. Geras drenažas padės guoliavietės kraiko paviršiui greitai išdžiūti. Pakratams naudojant smėlį, tinka tik tokios mėšlo tvarkymo sistemos, kurios suprojektuotos su smėlio nusodintuvais arba kitaip smėlį nuo mėšlo atskiriančiais įrenginiais.



Gilus (kreikiamas) boksas prie sienos

Seklūs (nekreikiami) priešpriešiniai boksai

2.4 pav. Boksai karvėms

Kai karvės guli ant guminių kilimėlių, palaikyti jų švarą nesudėtinga. Ant kilimėlio paviršiaus nesikaupia nešvarumai, bakterijos. Karvės noriai gulasi ir keliai, be to, ant šio tipo pakloto jos neslidinėja. Kilimėliai turi gerą šilumos izoliaciją. Išklėjus guoliavietes guminiiais kilimėliais, sumažėja darbo krūvis, nes nereikia kas dieną kreikti, lengviau boksus išvalyti, be to, gyvuliai būna sveikesni. Guminis kilimėlis sušvelnina smūgius, t. y. apsaugo karvių kelius nuo smūgių, kai jos gulasi ar keliai. Tyrimai rodo, kad karvės iš visų paklotų tipų dažniausiai renkasi tas guoliavietes, kuriose patiesti gumos pripildyti čiužiniai arba panašaus minkšto paviršiaus kilimėliai (2.5 pav.). Karvės ilgiausiai (50–65 % laiko) guli ant minkštų ir šiltų paklotų. Geriausiai karvių poreikius atitinkantys paklotai yra storas šiaudų (0,08–0,10 m) ar pjuvenų sluoksnis (ne mažiau kaip 0,10 m), guminiai kilimėliai, gumos granulių pripildyti čiužiniai. Taip pat paklotams gali būti naudojamas smėlis, „vandens lovos“. Paklotams netinka medis, betonas. Jeigu grindys užklotos kilimu, jo paviršių taip pat rekomenduotina plonai pakreikti.



2.5 pav. Karvės poilsio boksas

Karvidėse taikomi įvairių konstrukcijų boksai. Nors laikymo technologijos su sekliais boksais ženkliai brangesnės, tačiau populiarėja seklūs boksai, nes mažesnės darbo sąnaudos priežiūrai, geresnės galimybės mechanizuoti mėšlo tvarkymo procesus.

Bokso grindys iškeliamos virš mėšlo (vaikščiojimo) tako per 0,20–0,25 m. Geriausias bokso grindų nuolydis – 5 %. Kai nuolydis 2 % gulėdamos karvės slenka į priekį, kai nuolydis 4 % – karvės nejuda. Todėl kai nuolydis mažesnis kaip 4 % įrengiama krūtinės atrama. Sprando užtvara saugo bokšą nuo taršos ekskrementais. Ji gaminama iš vamzdžio ar elastingos medžiagos ir pritvirtinama bokso viršuje tokioje vietoje, kad stovint galvijui ekskrementai nekristų ant bokso grindų. Užtvaram eksploatacijos metu gali tekti perstumti, pvz., norint naujas karves pripratinti prie bokšų, pirmąsias dvi savaites sprando užtvara per 0,15 m pastumiama į priekį. Veršeliams bokse sprando užtvara dažnai neįrengiama.

Išeidamos iš bokšų, karvės pakratu kojomis po truputį išnešioja į mėšlo taką. Kad pakratai geriau laikytųsi, patariama bokšų galuose, ties mėšlo taku, padaryti 0,05–0,10 m slenkstelius. Optimalios kraiko sunaudojimo normos boksuose esant kilimėliams – 0,25 kg vienam gyvuliui per parą, nesant kilimėlių – 0,5 kg vienam gyvuliui per parą. Jei naudojamas kraikas, bokšai kas 5–10 dienų gausiai kreikiami.

Ėdžios boksiniam tvarte įrengiamos kitoje mėšlo tako pusėje. Gyvulius šeriant prie šėrimo stalo ir kai pašaras ant jo būna visą laiką, šėrimo vietų skaičius turi būti ne mažesnis nei viena dviem karvėms. Minimalus bendras plotas vienai karvei bet kurio išplanavimo boksinėje patalpoje turėtų būti 6,0 m². Bokšų skaičius turi būti ne mažesnis arba lygus laikomų gyvulių skaičiui.

Laikomos nepiristot karvės melžiamos atskirose melžimo aikštelėse, todėl tvarte reikia įrengti priešmilžio gardą. Jame, priklausomai nuo gyvulių stambumo, vienai karvei reikia skirti 1,5–1,7 m² ploto. Kad karvės sklandžiau patektų į melžimo aikštelę, priešmilžio gardas daromas pailgas. Esant galimybei, mėšlo takai (tik ne ėdimo takas) panaudojami kaip priešmilžio gardas. Karvės girdomos iš grupinių girdyklų. Girdyklas įrengiant prie ėdžių, viena girdykla skiriama 5–6 galvijams. Jei girdyklos įrengiamos atskiroje aikštelėje, tai vienvietė girdykla skiriama 10–12 galvijų, dvivietė – 15–20 galvijų. Kamerinės (lovio tipo) girdyklos 0,6 m ilgio atkarpa atitinka vieną karvės gėrimo vietą. Apsaugant nuo užteršimo gyvulių ekskrementais, grupinės girdyklos statomos ant 0,15–0,20 m aukščio laiptelio, kuris pro girdyklos kraštą prasikiša 0,3–0,4 m.

Kombiboksiniai tvartai. Šiuose tvartuose aptvertos karvių stovėjimo vietos su priekyje įrengtomis ėdžiomis. Juose karvės nerišamos, o bokse yra fiksuojamos iš užpakalio pakabinama virve ar metaliniu puslankiu. Stovėjimo vietos daromos kuo trumpesnės, kad išmatos kristų ne ant bokso grindų, o mėšlo take. Mėšlo takas būna išbetonuotas ir nuo jo mėšlas šalinamas skreperiniais transporteriais, arba įrengiami gilūs mėšlo takai uždengti grotelėmis. Šiuo atveju guoliavietės nekreikiamos, o per groteles sukritęs skystasis mėšlas iš kanalų šalinamas hidrauliniiais būdais. Kombinuotojo boksinio laikymo patalpose visada įrengiamas platus

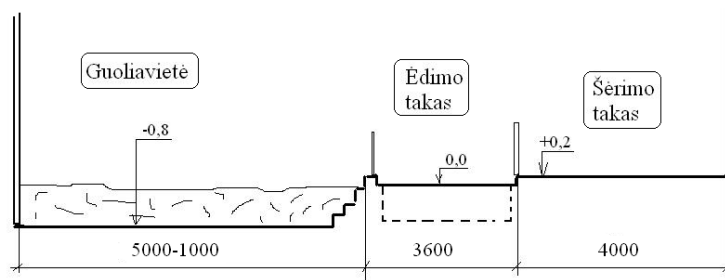
gyvulių vaikščiojimo ir mėšlo šalinimo takas. Karves kombinuotuosiuose boksuose fiksuojant, mėšlo takuose grotelių grindys netinka, todėl jos išklojamos guminiiais kilimėliais, čiužiniais, bei kreikiama šiaudais ar kitais pakratais. Toks karvių laikymas nėra populiarus, nes sunku užtikrinti gerą karvių higieną, guoliavietė dažnai būna užteršta išmatomis. Šie tvartai dažniausiai taikomi tik pertvarkant saitinio laikymo tvartus į besaičio laikymo.

Kraikiniai tvartai. Šiuose tvartuose įrengiamos gilos ar pusgilės guoliavietės. Iš gilios guoliavietės mėšlas šalinamas 1–2 kartus per metus, o iš pusgilės – kartą per 1–2 mėnesius. Šių tvartų privalumai:

- šiltas ir patogus guolis, jeigu guoliavietė tinkamai pakreikta;
- mažesnė rizika paslysti, sveikiau kojoms;
- karvės natūraliai gula ir keliasi;
- karvės ilgiau guli.

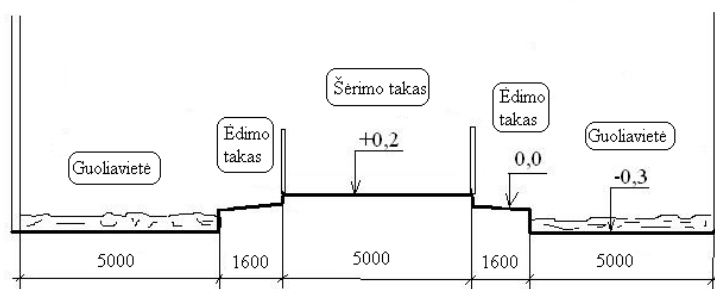
Pagrindinis jų trūkumas – reikia daug šiaudų pakratams.

Karvių laikymas ant gilaus kraiko yra palankus tuose ūkiuose, kurie turi daug pakratų ir gali kiekvienai karvei kraikui kasdieną skirti po 8–10 kg šiaudų. Mėšlas iš tokio tvarto šalinamas vieną arba du kartus per metus, pasibaigus tvartiniam laikotarpiui. Taip laikomiems gyvuliams nereikia įrengti bokšų, sutaupoma metalo, atpinga karvės stovėjimo vieta, be to, pagaminama daug geros kokybės mėšlo, kuriam laikyti nebūtina mėšlidė (jei mėšlas išlaikomas tvarte bent 6 mėn.). Tačiau šiuo atveju kiekvienai karvei reikia skirti iki 10 m² tvarto grindų ploto. Giliame tvarte gyvulių laikymo patalpa (grupinis gardas) skirstoma į dvi zonas – įgilintos gausiai kreikiamos guoliavietės ir aukščiau esantis nekreikiamas ėdimo takas, kuris ribojasi su šėryklomis ar šėrimo stalu (2.6 pav.). Karves laikant ant gilaus kraiko, patalpos vidaus aukštis nuo grindų iki statybinių konstrukcijų apačios turėtų būti bent 3,5 m. Langai, prie kurių gali prieiti galvijai, iki 2,4 m aukščio nuo grindų turi būti apsaugoti grotomis iš vidaus. Laiptų pakopos gali būti išskleidžiamos į visas tris puses arba turėti tik tiesų nusileidimo taką su šoninėmis tvoromis. Didžiausias laiptinės aukštis (vertikalus atstumas tarp guoliavietės dugno ir ėdimo tako paviršiaus) – 0,8 m. Laiptų pakopų aukštis – 0,15–0,20 m, plotis – 0,4–0,5 m, jos turi būti neslidžios. Bendras laiptų nuolydis neturi viršyti 17 %. Ėdimo tako grindys gali būti ištisinės arba grotų su mėšlo kanalais po jomis.



2.6 pav. Karvidės su gilia guoliaviete ir plačiu ėdimo taku skerspjūvis

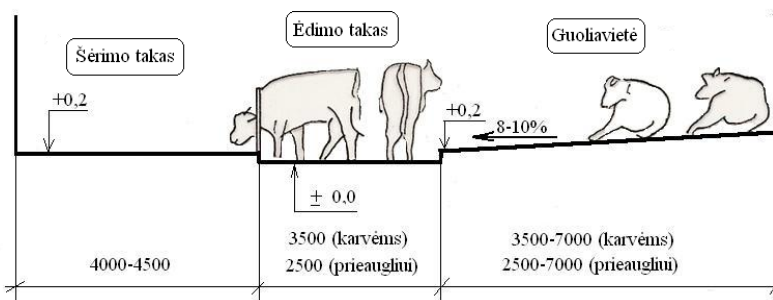
Pusgilės karvidės skerspjūvis pateiktas 2.7 pav. Tirštasis mėšlas iš guoliavietės šalinamas 1–2 kartus per mėnesį.



2.7 pav. Karvidės su pusgilia guoliaviete ir siaurais ėdimo takais skerspjūvis

Ėdžių ir šėrimo stalo konstrukcinių elementų matmenys yra tokie pat, kaip ir boksinių karvių laikymo atveju. Karvių girdymas organizuojamas taip pat, kaip ir boksiniame tvarte.

Populiarėja tvartai su nuožulniomis savaimė nusivalančiomis grindimis (2.8 pav.).



2.8 pav. Tvarto galvijams su nuožulniomis grindimis skerspjūvis

Kreikiama aukščiausioje guoliavietės vietoje. Gyvuliams judant, išmatos kartu su šiaudais nutrypiamos į mėšlo šalinimo taką. Mėšlo judėjimas nuolydžiu priklauso nuo gyvulių skaičiaus, jų svorio, kraiko. Kraikui geriausia tinka smulkinti šiaudai. Remiantis įvairių autorių rekomendacijomis, guoliavietės plotas vienam gyvuliui, kai jo svoris mažesnis kaip 300 kg, lygus 2,5 m², o didesniems gyvuliams (300–600 kg) – apie 3,5 m². Rekomenduojamas

guoliavietės nuolydis 6–10 %. Kuo gyvulys lengvesnis, tuo didesnis gali būti nuolydis. Tokie tvartai turi privalumų, lyginant su gyvulių laikymu ant gilaus kraiko, kadangi gyvuliui reikia mažesnio ploto ir 3–5 kartus mažiau kraiko. Šiaudų kraiko reikmė per parą iki 4 kg gyvuliui.

Karvėms skirto gardo su nuožulniomis grindimis matmenys:

- guoliavietės plotis – 5,5 m;
- guoliavietės plotas – 4,0 m²/karvei;
- guoliavietės nuolydis – 8–10 %;
- ėdimo tako plotis – 3,2 m.

Galvijų laikymo technologinių sprendimų analizė. Galvijų laikymo technologijos vertinamos pagal darbo sąnaudas, investicijas bei eksploatacines išlaidas, atitikimą gyvūnų gerovės reikalavimams, galimybes pasiekti aukštus produktyvumo rezultatus, poveikį aplinkos taršai.

Priklausomai nuo tvarto suplanavimo, joje taikomų techninių sprendimų, bus skirtinga ir mėšlo sudėtis, mėšlo drėgnumas, juo užteršiami plotai, mėšlo maišymo intensyvumas ir kt. veiksniai įtakojantys amoniako bei kitų emisiją. Pasirenkant įvairius sprendimus tvartuose labiausiai keičiasi mėšlo takų plotis, kuris daro didžiausią įtaką mėšlu užterštiems paviršiams. Mėšlas dažnai būna nevienarūšis produktas. Konsistencija, tankis, maisto medžiagų kiekis priklauso ne tik nuo gyvulių rūšies, amžiaus, pašarų raciono, bet ir nuo kraiko. Kraikas yra vienas iš svarbiausių mėšlo priedų. Mėšlo maišymas su organiniu kraiku (pvz., šiaudais) padidina sausųjų medžiagų kiekį. Teisingai naudojant, efektyvus kraikas gali būti sugerianti minkšta medžiaga. Tačiau kai kurie mėšlo tvarkymo įrenginiai neleidžia naudoti tam tikrų kraikinių medžiagų. Karvių boksams kreikti gali būti naudojami ilgi arba kapoti šiaudai, pjuvenos, smėlis, durpės, kompostuojamo mėšlo sausosios medžiagos. Tačiau jeigu mėšlo šalinimui naudojami išcentriniai siurbliai, reikia kreikti sukaptomis medžiagomis. Smėlis yra labai patogus kraikas. Jis gerai džiūva, jame mažiau nei organiniame kraike veisiasi ligas sukeltantys mikroorganizmai. Tačiau su mėšlu susimaišęs smėlis gadina mėšlo pumpavimo ir valymo įrangą, taip pat labai padidina mėšlo svorį.

Pastaraisiais dešimtmečiais Lietuvoje keitėsi melžiamų karvių laikymo technologijos ir nuo 1998 metų pagrindinė karvidžių plėtros tendencija – statyti neapsiltintus (šaltus, lauko klimato) tvartus galvijams. Šaltasis galvijų laikymo būdas, kai gyvuliai ir žiemą laikomi lengvų konstrukcijų tvartuose yra geras tuo, kad nereikia brangių kapitalinių pastatų ir visada yra efektyvi ventiliacijos sistema, nesikaupia kenksmingų dujų ir kvėpavimo sistemos ligos retai pasitaiko. Šaltuose tvartuose sulėtėja gyvulių išmatas skaldančių bakterijų veikla, todėl į tvartų aplinką išsiskiria mažiau amoniako, sieros vandenilio ir kitų kenksmingų dujų.

Tradicinės apšiltintos saitinės karvidės dažnai rekonstruojamos į gilaus kraiko ir boksines karvides, kurių išorinės atitvaros neapšiltinamos arba apšiltinamos tik stogas. Naujose technologijose grįžtama prie natūralesnių karvių laikymo sąlygų. Tokioms karvidžių plėtros tendencijoms didelę įtaką turėjo didėjantis karvių produktyvumas, pasikeitęs supratimas apie jų laikymo sąlygas. Ypač sumažėjo rekomenduotina temperatūra. Nustatyta (Kavolėlis, 2009; Bleizgys, 2013), kad karvei duodančiai 20 ir daugiau kilogramų pieno per parą, tinkamiausia temperatūra nuo 5 °C šilumos iki 10 °C šalčio. Tačiau, kad nesutriktų mėšlo šalinimo sistemos veikimas, karvidės temperatūra neturėtų nukristi žemiau 18 °C šalčio. Gerai įvertintos neapšiltintos karvidės daugelyje šalių, jų intensyvi statyba Vakarų Europoje prasidėjo 1985 m., Skandinavijos valstybėse – 1990 m., Estijoje – 1995 m. Taip pat gerai įvertintos pirmosios šaltos karvidės ir Ukrainoje. Vienas svarbiausių mikroklimato veiksnių yra oro temperatūra, kuri dažniausiai turi įtakos kitiems mikroklimato veiksniams. Pagal daugelio mokslininkų tyrimų duomenis, aplinkos oro temperatūrai nukritus iki –15 °C, primilžis sumažėja nuo 0,5 iki 2,0 litrų per parą iš karvės, o temperatūrai pakilus iki +30 °C, primilžis sumažėja 2–4 litrus per parą iš karvės. Taigi, aukštos temperatūros pavojingesnės už žemas. Kai patalpos temperatūra +25 °C ir aukštesnė, labai padidėja drėgmės kiekis ore, dėl to gali perkaisti gyvulio organizmas. Apibendrinus įvairių mokslininkų atliktų tyrimų rezultatus, galima teigti, kad optimali produktyvių karvių laikymo temperatūrą yra nuo –7 iki +23 °C. Šie rezultatai gauti ištyrus įvairių veislių galvijų laikymą esant skirtingoms temperatūroms.

Įvertinus reikalavimus karvidžių mikroklimatui ir Lietuvos klimatinės sąlygas, taikytini šie tvartai galvijams:

- ✓ *Šaltas tvartas.* Patalpos oro temperatūra jame tik keliais laipsniais aukštesnė nei lauko oro temperatūra. Išorinių atitvarų vidutinis šilumos perdavimo koeficientas $U > 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Stogo konstrukcija ir vėdinimo sistema turi užtikrinti, kad nesidarytų kondensatas ant jo vidinio paviršiaus. Tvaroje oro temperatūra tik 4–6,5 °C didesnė nei lauke;
- ✓ *Šiltas tvartas.* Pastatas apšiltintas, jo $U < 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, patalpos oro temperatūra teigiama, apšiltinami rišamų galvijų tvartai, melžyklos. Jo atitvarų (U) šilumos perdavimo koeficiento reikšmės $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ gali būti tokios: U_{st} (stogas – lubos) – 0,25; U_s (sienos) – 0,5; U_L (langas) – 3,0 (dviejų stiklų) bei 5,7 (vieno stiklo); U_d (durys) – 2,5. Ant šiltų tvartų išorinių atitvarų vidinio paviršiaus neturi kondensuotis vandens garai. Vandens garų kondensacija leidžiama tik ant langų vidinio paviršiaus. Savitiejį šilumos nuostoliai per grindis ir pamatus (skaičiavimams imant grindų perimetrą) $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$: 1,5 – kai grindys ir pamatai neapšiltinti; 0,9 – kai grindys ir pamatai apšiltinti;

- ✓ *Pušiltis tvartas.* Jame stogas apšiltintas, o sienos neapšiltintos. Stogo konstrukcijos šilumos perdavimo koeficientas $U_{st} < 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, o sienų $U_s > 3,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Apšiltintas stogas sumažina šilumos nuostolius ir galimybę vandens garams kondensuotis ant jo vidinio paviršiaus. Karvidėje oro temperatūra būna 10–11 °C aukštesnė nei lauke.

Perspektyviausi yra boksiniai tvartai. Jie gali būti šalti arba apšiltinti. Šiuose tvartuose geriausia randami sprendimai kaip taupyti lėšas tvartų priežiūrai, mažinti eksploatacines išlaidas, mažinti darbo sąnaudas. Pagrindinė tendencija modernizuojant karvių laikymo technologijas yra technologinių procesų automatizavimas. Ateities karvidės vizija pateikta 2.9 pav.



2.9 pav. Ateities karvidės vizija - integruotas karvidės technologinių procesų valdymas

Populiarėja karvidėse automatizuotos sistemos mėšlo tvarkymo, pašarų ruošimo bei šėrimo, melžimo ir kt. Vis plačiau taikomos sensorinės gyvulių monitoringo sistemos ligų prevencijai ir ankstyvai diagnozei, gyvulių aktyvumo, rujos kontrolei. Tai padeda taupyti ne tik darbo laiką, bet ir iš anksto užkurtus kelią ligoms, pagerina karvių sveikatą, mažina išlaidas gydymui bei patiriamus pieno nuostolius. Įranga visai išvaduoja iš darbo arba palengvina darbą įvairiems specialistams tvarte: melžėjams, zootechnikams, taip pat ir veterinarijos gydytojams. Šioms inžinerinėms inovacijos diegti tinkamiausi boksiniai tvartai. Tačiau netinka šalti arba atviri tvartai. Reikia apšiltinti bent tvarto stogą, kad šalčių metu žemai nenukristų temperatūra tvarte.

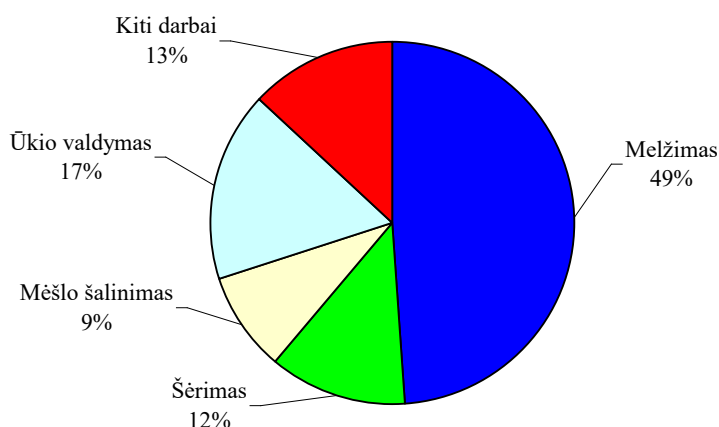
2.2. Technologinių procesų valdymas galvijų tvartuose

Kuriant modernų ūkį, vis svarbiau ir aktualiau mechanizuoti bei automatizuoti technologinius procesus tvartuose. Karvidėje darbuotojas vidutiniškai sugaišta 4–9 val. per metus mėšlo šalinimui, o melžimui – net 15–49 val. (2.1 lentelė). Darbo sąnaudoms didžiausią įtaką turi technologinių procesų mechanizavimas ir automatizavimas tvartuose.

2.1 lentelė. Darbo sąnaudos karvidėje

	Melžimas	Šėrimas	Mėšlo šalinimas	Ūkio valdymas	Kiti darbai
Darbo val./karvei per metus	15–49	7–15	4–9	8–14	6–13

Daugiausia laiko sugaištama karvidėse melžimui, tai sudaro apie pusę viso darbo laiko. Šėrimas sudaro apie 12 %, mėšlo šalinimas – apie 9 % visų darbo sąnaudų (2.10 pav.).



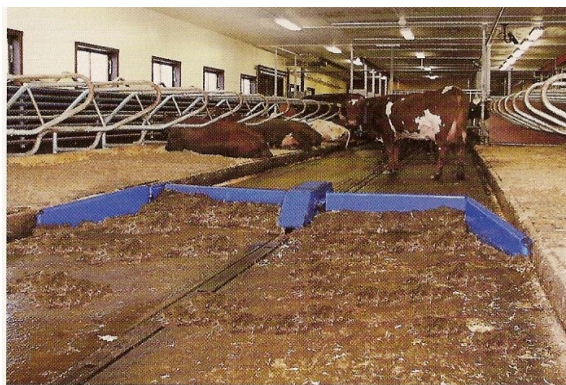
2.10 pav. Darbo sąnaudų vidutinė struktūra karvidėje

Nauji techniniai sprendimai karvidėse labai mažina darbo sąnaudas. Sukurti įvairūs robotai mėšlo takams ir šėrimo takui valyti, įrenginiai boksų valymui, vis plačiau taikomos automatinės melžimo sistemos, automatizuojamas šėrimas. Melžiant karves robotais, žmogus visiškai išvaduojamas iš šio sunkaus darbo. Modernizuojant šėrimą reikia gerai tarpusavyje suderinti visą šėrimo įrangą: ėdžias ir šėrimo pertvaras, automatinius (kompiuterizuotus) šėrimo centruotais pašarais įrenginius arba bėgiais judančius vagonėlius centruotiems pašarams į ėdžias tiekti, mobilius pašarų dalytuvus.

Mėšlo tvarkymo automatizavimas. Mėšlo šalinimo iš tvartų technologija priklauso nuo mėšlo rūšies. Kraikinio mėšlo šalinimui naudojami įvairūs mechaniniai įrenginiai. Sekliuose tvartuose iš atvirų gyvulių vaikščiojimo takų mėšlas šalinamas skreperiniu (grandikliniu)

transporteriu su lynine ar hidrauline pavara, traktoriniu buldozeriu. Iš gilių ar pusgilių gardų, veršiamosios, sanitarinio aptarnavimo gardų – traktoriniu krautuvu, buldozeriu. Iš mėšlo kanalų saitiniam galvijų tvarte – strypiniu transporteriu. Iš seklių tvartų mėšlas šalinamas 4–6 kartus per dieną. Tinkamiausia priemonė yra skreperinis (grandiklinis) transporteris. Pagal judėjimo būdą skreperiniai transporteriai būna šių tipų:

- pirmyn ir atgal judantis transporteris (strypinis transporteris);
- uždaru ratu judantis transporteris (žiedinis transporteris);
- transporteris su darbine ir tuščiąja eiga (pvz., delta skreperis, mechaninis semtuvas).



2.11 pav. Grandiklinis mėšlo šalinimo transporteris (skreperis)

Strypinis transporteris įrengiamas kanale. Būna vieno ir dviejų strypų transporteriai. Prie strypo pritvirtinti grandikliai. Strypui judant pirmyn (transportuojant mėšlą), kampas tarp grandiklio ir strypo stačias, o strypui grįžtant – smailas.

Žiedinį transporterį sudaro prie grandinės ar plieninio lyno pritvirtinti grandikliai. Grandinė apjuosia varančiąją ir judėjimo kryptį keičiančias žvaigžduotes. Transporteris juda išilgai gardų uždaru ratu. Žiedinis transporteris mėšlą gali pakrauti ir į transporto priemonę.

Skystasis mėšlas tekus, jį galima pumpuoti, todėl jam šalinti naudojami mechaniniai ir hidrauliniai įrenginiai. Hidraulinę mėšlo šalinimo sistemą sudaro grotelėmis uždengti išilginiai ir skersiniai kanalai. Išilginiai surinkimo kanalai išbetuojami išilgai karvidžių. Išilginiai kanalai sujungiami skersiniu kanalu. Ši sistema tinkamiausia didelėse fermose, nes lengva mechanizuoti skystojo mėšlo tvarkymą. Kai skystasis mėšlas šalinamas per grotas į po jomis įrengtus mėšlo sukaupimo kanalus, kanaluose gali būti visas norminis laikotarpio arba 1–2 mėnesių mėšlo kiekis. Kanaluose talpinant viso norminio laikotarpio skystąjį mėšlą, kaupimo laikotarpiu jis nemaišomas, tik prieš išvežant į tręšimo laukus išmaišomas ir homogenizuojamas specialiu maišytuvu.

Šėrimo automatizavimas. Išlaidos pašarams dažnai sudaro iki 40% gamybos išlaidų. Tinkamai mechanizavus šėrimo darbus, sumažinamas darbo krūvis, pašarų nuostoliai, išlaidos

šėrimui. Šėrimo technologija labiausia priklauso nuo karvių skaičiaus, taip pat nuo laikymo technologijos, tvarto tipo, kitų darbų tvarte mechanizavimo-automatizavimo lygio. Nuo pasirinkto šėrimo būdo priklauso šėrimo tako plotis, tvarto suplanavimas. Šėrimo tako plotis turi atitikti naudojamų pašarų išdavimo įrenginių matmenis, tačiau takas būna ne siauresnis 1,5 m. Visais atvejais pašarų išdavimo technika neturi ratais važiuoti per išdalytus pašarus. Dvipusio šėrimo stalo plotis naudojant mobilią pašarų išdavimo techniką – 4,5–5,5 m.

Gyvuliai prie ėdžių praleidžia apie 20 % laiko, t.y. 3-5 valandas per dieną. Darbo sąnaudos šėrimui ir ėdžių valymui sumažinamos, tradicines su vertikaliomis sienomis ėdžias pakeitus šėrimo stalu. Rūgštims atsparios šėrimo stalo pašarų išdavimo juostos plotis būna 0,85-0,95 m. Vienai karvei skiriama 0,70-0,90 m ėdžių ilgio. Ėdžių dugnas 0,15-0,20 m iškeliamas virš karvių stovėjimo vietos. Galvijus šeriant prie šėrimo stalo ir, kai pašarai ant jo būna visą laiką, šėrimo vietų skaičius būna ne mažesnis kaip viena vieta dviem karvėms, o melžiant karves melžimo robotuose – trims karvėms.

Šėrimo technologiniai procesai, jų mechanizavimas arba automatizavimas turi didelę įtaką darbo našumui, pašarų panaudojimo efektyvumui ir gyvulių sveikumui. Tai ypatingai svarbu didesnėse bandose. Šiuolaikinė pašarų dalijimo technika suteikia galimybes žymiai palengvinti darbą tvarte bei šerti gyvulius pagal jų produktyvumą. Pagrindiniu pašaru (silosas, šienas) galvijai visuomet šeriami ėdžiose, o kombinuoti pašarai pateikiami įvairiais būdais: melžimo aikštelėje, automatinėse šėrimo stotelėse, mobilią technika. Ekonomiška karves šerti kombinuotais pašarais melžimo aikštelėje. Tačiau melžimo trukmė apriboja šėrimo trukmę, galima šerti tik du kartus per dieną. O tai ypač negerai produktyviems gyvuliams. Įdiegus tvarte automatizuotą (kompiuterizuotą) technologinių procesų valdymą, karvės dažniausiai šeriamos automatizuotose šėrimo stotelėse, kurioje 25-35 karvės individualiai gali pačios save aptarnauti. Paprasčiausias ir pigiausias būdas – tai kombinuotus pašarus išbarstyti ėdžiose vagonėliu. Tačiau šiuo atveju reikalinga kiekvienam gyvuliui individuali vieta prie ėdžių (geriausia su gyvulio fiksavimu), gaunami didžiausi pašarų nuostoliai (nes gyvuliai daug jų išbarsto), reikalingos didelės darbo sąnaudos. Vienas iš racionaliausių sprendimų – pašarų dalijimas mobiliais maišytuvais-dalytuvais. Šis būdas tinkamas saitiniuose ir palaido laikymo įvairaus dydžio tvartuose. Dalytuvuose galima paruošti pašarus (susmulkinti ir sumaišyti įvairius komponentus: šieną, šiaudus, silosą, kombinuotus pašarus ir įvairius pašarų priedus) ir juos išdalinti ėdžiose.

Nors mobilūs pašarų dalytuvai turi daug privalumų lyginant su stacionaria šėrimo technika, tačiau pastaraisiais metais populiarėja stacionari šėrimo technika. Šiandien jau keliolika firmų ("DeLaval", "Gea", "Cormall", "Lely", "Hetwin", "Pellon", "Schauer",

“Wasserbauer” ir kt.) gali pasiūlyti automatizuotas šėrimo sistemas. Paklausa šėrimo robotų didėja.

Šėrimo robotai panašiai kaip ir melžimo robotai daro “perversmą” tvartuose. Robotai išvaduoja darbuotojus iš griežtos darbotvarkės, keičia darbo procesus, darbo sąnaudas, darbo jėgos poreikį, darbuotojų gyvenimo kokybę, darbų organizavimą ir t.t. Visiškai automatizavus šėrimą, galima ženkliai sumažinti darbo laiką bei šėrimo kaštus. Užprogramuojama šėrimo laikas, pašarų kiekis, karvių šėrimo grupės ir šėrimo robotas atliks visus darbus. Karvės šeriamos pagal jų poreikį. Šėrimo robotai tinka įvairiai suplanuotom karvidėm, šėrimo vagonėlis gali judėti įvairiom trajektorijom. Automatizuota sistema ruošia ir dalija pašarus visą parą, taip pat šėrimo take pristumia pašarą arčiau karvių. Karvės šeriamos dažniau (iki 8-10 kartų per parą), todėl ėdžiose visada yra šviežias pašaras, gyvuliai geriau įsisavina pašarą, nėra konkurencijos tarp gyvulių dėl pašaro, efektyviau panaudojami kombinuoti pašarai ir silosas. Dažnesnis šėrimas sąlygoja didesnę karvių produktyvumą, geresnę jų sveikumą.

Visos automatizuotos šėrimo sistemos stambiaisiais pašarais ir pašarų mišiniais remiasi galvijų šėrimu grupėmis. Robotizuotos sistemos dažniausia šeria dideles karvių bandas: įvairių firmų gaminamos automatizuotos šėrimo sistemos skirtos šerti iki 400-500 karvių, arba net iki 1200 karvių. Šėrimą galima organizuoti šeriant iki 15 grupių karvių. Šios šėrimo sistemos taip pat gali būti pritaikytos ir mažesnėm grupėm (50-90 karvių).

Automatizuotą šėrimo sistemą sudaro du etapai: pašarų ruošimas (pašarų virtuvė) ir pašarų dalijimas. Pašarų virtuvėje (2.12 pav.) yra pašarų talpos, kuriose laikomi įvairių rūšių pašarai. Čia ruošiami mišiniai iš įvairių komponentų: siloso, stambiujų pašarų, koncentruotųjų pašarų ir kt. Galima naudoti ir nesmulkintus stambiuosius pašarus. Pašarų mišinius galima ruošti iš iki 21 komponento. Pašarų talpyklos įrengiamos kiekvienai pašarų rūšiai, iš kurių ruošiami mišiniai. Pašarų bunkerio talpa tokia, kad užtektų pašarų 3-5 dienom.

Pašarai gali būti maišomi stacionaria arba mobilia įranga. Esant stacionariai maišymo sistemai, maišymas ir dalijimas atskirta. Stacionariame maišytuve pašarų ruošimas vyksta nepertraukiamai, iškraunant paruoštą mišinį, maišytuve galima pradėti ruošti sekantį racioną. Stacionarių maišytuvų talpa priklausomai nuo gamintojų būna nuo 2 m³ iki 50 m³. Kai kurių modelių įranga gali susmulkinti ir šieno rulonus. Paruoštas pašaro mišinys transportuojamas konvejeriu į dalytuvą. Konvejeriye ir dalytuve integruotos svarstyklės pašaro kiekiui kontroliuoti.

Mobili sistema pašarus maišo ir išdalija arba tik išdalija. Dažniausia pašaras maišomas ir vėliau paskleidžiamas ant šėrimo stalo. Mobilios maišymo sistemos būna su horizontaliais arba vertikaliais sraigtais. Jų talpos kinta nuo 0,8 m³ mažiems ūkiams iki 8,0 m³ didelėms fermoms.

Pašarus dalija vagonėlis (2.13 pav.), kuris būna ant bėgių pakabintas arba juda taku. Esant bėginei sistemai, vagonėlis važiuoja prie stacionarių maišytuvų ir ten pripildomas pašaru.



2.12 pav. Pirmasis automatizuotos šėrimo sistemos etapas – pašarų ruošimas (pašarų virtuvė)

Pašarų dalytuvuose dažniausia instaliuota elektrinė pavara arba maitinama akumuliatoriumi. Reikalinga galia nuo 2 iki 15 kW, dalytuvui iki 50 kW. Tačiau jie gali būti ir savaeigiai, pvz. su dyzeliniu varikliu. Jis valdomas gridyse esančiomis indukcinėmis vielomis ir daugelio jutiklių pagalba. Pašarų maišytuvai-dalytuvai dažniausia būna 2,0-3,5 m³ talpos.



2.13 pav. Pašarų dalijimas vagonėliu

Galimi įvairūs pašarų ruošimo ir šėrimo automatizavimo lygiai (Bleizgys, 2015):

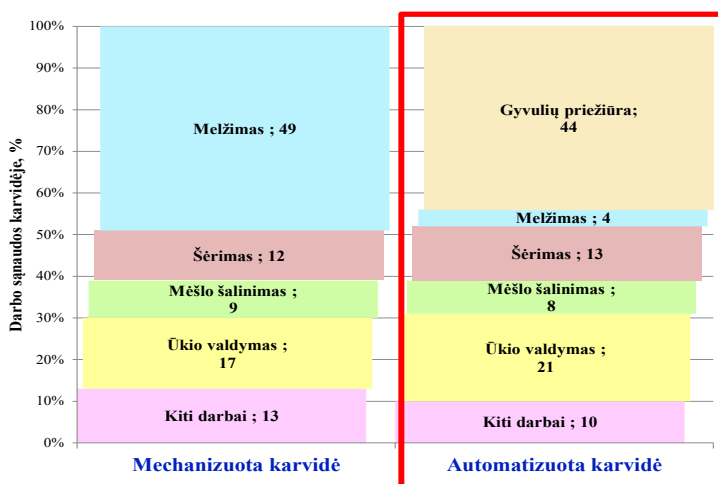
- pašarai į stacionarų pašarų maišytuvą kraunami įprastomis mechaninėmis priemonėmis, valdomomis žmogaus. Maišytuve pašarai susmulkinami ir išmaišomi. Paruoštas mišinys transporteriu tiekiamas į dalytuvą, kuris išdalija pašarą ėdžiose;
- stambieji pašarai į stacionarų pašarų maišytuvą kraunami įprastomis mechaninėmis priemonėmis, o koncentruotieji pašarai ir įvairūs priedai tiekiami automatizuota

sistema. Esant automatizuotai kontrolei pašarai maišomi, paruošiami jų mišiniai ir išdalijami;

- esant pilnai automatinei pašarų ruošimo ir dalijimo sistemai, automatiškai kontroliuojamas ir valdomas tikslus pašarų sukrovimas į maišytuvą, maišymo procesas ir paruošto mišinio išdalijimas.

Automatizavus šėrimą, pašarų ruošimui ir karvių šėrimui sugaištama labai mažai laiko. Žmogaus pagrindinis rūpestis – užpildyti talpas pašarais, kurie reikalingi visaverčiams pašarų mišiniams ruošti. Robotas pašarus paruošia ir išdalina ėdžiose. Procesai automatizuotoje šėrimo sistemoje gali būti valdomi ir nuotoliniu būdu. Sistemos programoje kaupiami duomenys apie pašaro rūšis, sudėtį, karvių grupes, racionus kiekvienai karvių grupei, šėrimo dažnumą.

Melžimo automatizavimas. Laikant karves apie pusė bendrų darbo sąnaudų tvarte sudaro melžimas. Automatizavus melžimą ne tik sumažinamos darbo sąnaudos karvidėje (2.14 pav.), išvaduojamas darbuotojas iš griežto darbo ritmo ir gali daugiau laiko skirti laisvalaikiui, gyvulių priežiūrai, bet ir gerėja pieno kokybė, melžiama karves daugiau kaip 2 kartus per parą ir gaunamas didesnis produktyvumas.



2.14 pav. Darbo sąnaudų vidutinė struktūra karvidėje

Robotais melžiamų karvių pieningumas padidėja iki 20 %, gerėja pieno sudėties ir kokybės rodikliai, taip pat yra tendencija mažėti somatinių ląstelių skaičiui piene. Įdiegus automatizuotą melžimą, keičiasi žmonių darbotvarkė, rankų darbas pakeičiamas valdymo ir kontrolės veikla, vykdomas automatizuotas stebėjimas naudojant pažangią jutiklio technologiją.

Robotizuotuose tvartuose karvės melžiamos labai įvairiai: nuo 2 iki 8 kartų, tačiau daugelyje ūkių karvė per parą melžiama vidutiniškai 2,6-3,0 karto. Pasirinkus visiškai automatinę melžimo sistemą, sumažėja investicijos į pastatą, nes reikia mažesnės melžimo aikštelės bei mažiau vietų prie šėrimo tako (gyvuliui nebūtina individuali vieta prie šėrimo

tako). Kiekviena karvė gali būti melžiama pagal jai palankiausią grafiką. Taip melžiamos karvės būna ramesnės, patiria mažiau stresų, pieno kokybė būna geresnė negu melžiamų neautomatizuotomis sistemomis. Ne mažiau reikšmingas robotų privalumas – mažesnis ūkininko užimtumas, jis išvaduojamas iš griežtos darbo dienos darbotvarkės, gali laisviau planuoti dieną. Mokslininkų atliktų tyrimų duomenimis, pagerėja robotais melžiamų karvių sveikata, sumažėja hierarchinė kova tarp gyvūnų, jie tampa ramesni ir meilesni.

Automatiniai melžimo robotai diegiami su vienu arba su keliais melžimo boksais.

Vieno melžimo bokso sistema – tai „tandemo“ tipo melžimo boksas su roboto „ranka“ ir jutiklių sistema. Kompaktiškam melžimo robotui nereikia daug ploto, todėl tvarte paprasta rasti vietą jam įrengti. Tokiame robote per dieną melžiama vidutiniškai 150–180 kartų. Robotas, priklausomai nuo pagrindinio valymo ir tarpinių valymų skaičiaus, melžia 20–22 valandas, todėl karvę melžiant 2,7–3,2 karto per parą, pamelžia 56–60 karvių. Jei karvių produktyvumas gana didelis (9000–10000 kg pieno iš karvės per metus) ir gerai organizuojamas darbas, primelžia iki 600 000 kg pieno per metus. Toks robotas statomas 65–70 karvių tvartuose.

Daugiaboksinė sistema – tokia sistema, kai viena roboto ranka aptarnauja 2–4 karves, kurios, kaip ir „tandemo“ tipo melžimo aikštelėje, stovi viena paskui kitą. Šalia jų važinėja roboto „ranka“ ir aptarnauja melžiamas karves. Jei įrengti du melžimo bokasai, galima pamelžti iki 110 karvių, jei trys – iki 145 karvių, o jei keturi – iki 180 karvių.

Automatinės melžimo sistemos (AMS) atlieka šias funkcijas:

- atpažįsta gyvulį (naudojamos panašios sistemos, kaip ir kitoje melžimo įrangoje: daviklis ant kaklo ir kt.);
- pateikia kombinuotuosius pašarus (tai skatina gyvulį lankyti melžimo bokšą);
- valo ir masažuoja tešmenį. Naudojamas vienas didelis šepetys; priešingomis kryptimis besisukantys šepėčiai arba apvynioti ritiniai drėgnai nuvalo tešmenį, vėliau jis džiovinamas. Taip pat speniai gali būti plaunami ir džiovinami melžiklyje. Ši sistema turi penktą valymui skirtą melžiklį, kuriame cirkuliuojant suspaustam orui ir plovimo skysčiui, plaunami speniai, taip pat juo atskiriamos numelžtos pirmosios pieno čiurkšlės;
- matuoja pieno srautą iš kiekvieno tešmens ketvirčio;
- individualiai nuima kiekvieną melžiklį;
- apipurškia ir dezinfekuoja spenius;
- plauna melžikius;
- kaupia duomenis apie melžimo eigą.

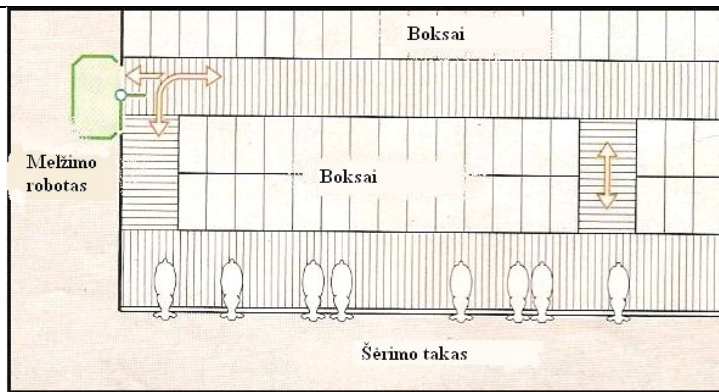
AMS matuoja ir saugo šiuos melžimo parametrus:

- melžimo laiką (valanda, kada buvo melžiama karvė);
- melžimo trukmę;
- melžimo dažnumą;
- trukmę tarp melžimų;
- melžiklių uždėjimo trukmę;
- melžikių nukritimų, nepasisekusių melžimų skaičių;
- pieno kiekį (iš ketvirčio, vieno melžimo, per dieną, per metus ir t. t.);
- pieno temperatūrą, laidumą, spalvą, somatinių ląstelių skaičių;
- suėstų kombinuotųjų pašarų kiekį.

Sėkmė ir darbo laiko taupymas automatinėje melžimo sistemoje labai priklauso nuo to, ar visos karvės reguliariai ateis į melžimo boksus. Automatizuoto melžimo sistema grindžiama gyvulių noru paėsti. Siekiant reguliuoti karvių judėjimą, tvarte galima diegti kelias bandos valdymo strategijas: laisvas karvių judėjimas; reguliuojamas (priverstinis) karvių judėjimas; reguliuojamas-laisvas karvių judėjimas (2.15 pav.).

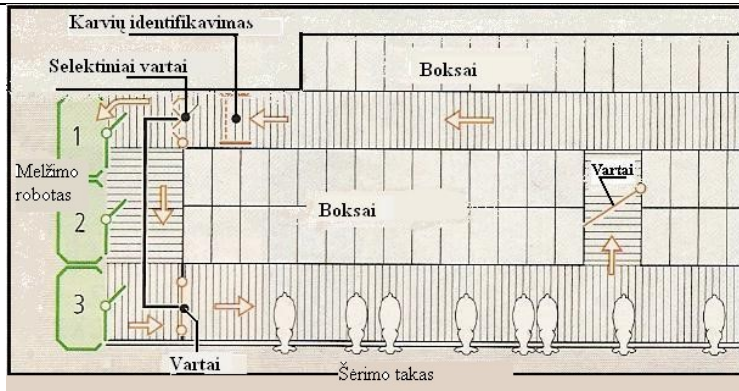
Visiškai automatizuota melžimo sistema pritaikoma prie įvairių gyvulių laikymo ir šėrimo technologijų, tačiau roboto negalima statyti tvarte, kuriame karvės laikomos ant gilaus kraiko, nes į automatinę melžyklą jos turi ateiti pakankamai švarios. Automatinei melžimo technologijai įdiegti keliama ir daugiau reikalavimų. Pavyzdžiui, jei guoliavietės netinkamos, karvėms nepakanka pašarų, jos nepailsėjusios, vaikščiojimo takai nepatogūs, tokia sistema neveiks, roboto našumas nebus išnaudojamas. Kad ir koks bebūtų geras ir modernus robotas, jokios naudos nebus, jei karvės neis melžtis. Būtina taip išplanuoti karvidę, kad vienaip ar kitaip karvės būtų priverstos užsukti į melžyklą.

Geriausiai tinka boksiniai tvartai. Robotas įrengiamas toje vietoje, kad karvės į jį patektų iš „švarios“ zonos. Tinka ir šalti tvartai, tačiau turi būti užtikrinama, kad melžimo robotas neužšals. Geriausia jį įrengti uždaroje, apšiltintoje patalpoje. AMS kelia specifinius reikalavimus pieno aušinimui ir įrenginių valymui bei dezinfekcijai. Reikia įvertinti, kad karvės melžiamos 24 val. per parą ir išlaikomas nedidelis bei nenutrūkstamas pieno srautas. Visa banda pamelžiama su 4 melžikliais ir pieno linija yra naudojama visą parą, todėl labai svarbu įrangą tinkamai plauti ir dezinfekuoti. Norint gyvulį pripratinti prie melžimo roboto, reikia nedaug pastangų. Pastebėta, kad karvės labai lengvai prisitaiko prie naujausių melžimo technologijų. Paprastai telyčios prisitaiko per 4-7 dienas, kai kurioms reikia net 2 savaičių.



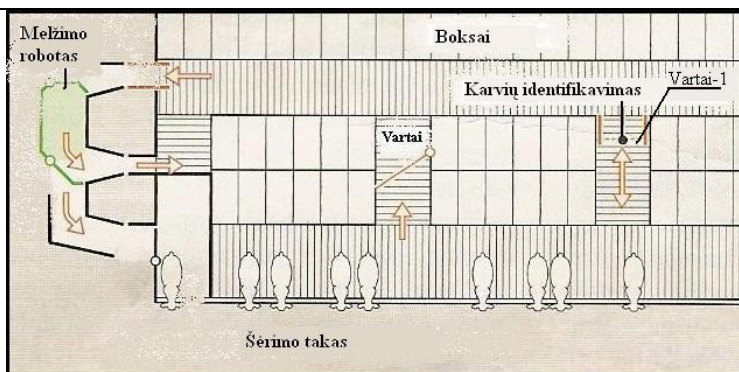
Laisvas karvių judėjimas.

Jos bet kuriuo metu laisvai gali priėti prie guoliaviečių, ėdžių ir melžimo roboto. Karvė kada nori ėda, guli ar eina į melžimo robotą, t. y. karvė pati nusprendžia, kada ir kaip dažnai reikia melžtis. Dažniausiai apie 25 proc. karvių reikia suvaryti melžimui, todėl būtina dažnai kontroliuoti, ar karvės reguliariai melžiamos



Reguliuojamas (priverstinis) karvių judėjimas.

Taikant šią sistemą, ėdžios atskirtos nuo guoliaviečių ir karvės prie ėdžių (šerimo stalo) gali patekti tik per selektinius vartus, įrengtus prieš melžimo įrenginį. Karvė čia identifikuojama, nustatoma, kiek praėjo laiko nuo paskutinio melžimo, ir pagal tai gyvulys nukreipiamas į melžimo robotą arba į šerimo taką.



Reguliuojamas-laisvas karvių judėjimas.

Tai labai panaši į reguliuojamo judėjimo sistemą. Tačiau ją taikant, tvarte įrengiami papildomi vartai-1, kuriuose identifikuojamos karvės. Per juos karvės, kurių nereikia melžti, gali tiesiai iš gulėjimo vietos patekti prie ėdžių.

2.15 pav. Karvių judėjimo tvarte valdymo sistemos

Melžimo robotas dirba efektyviau, didesnis jo našumas bei geresni melžimo eigos parametrai (melžimo reguliarumas, dažnumas, melžimo trukmė, intervalas tarp melžimų), karvidėje įdiegus reguliuojamą-priverstinį karvių bandos valdymą. Rekomenduotina ėdžias atskirti nuo guoliaviečių. Tada karvės prie ėdžių (šerimo tako) galės patekti tik per selektinius vartus, įrengtus prieš melžimo robotą. Karvės čia identifikuojamos, nustatoma, kiek praėjo laiko nuo paskutinio melžimo, ir pagal tai jos nukreipiamos į melžimo robotą arba į šerimo taką. Po melžimo karvės nukreipiamos į šerimo vietą, jeigu melžimas nepavyko – grąžinamos atgal į priešmilžio patalpą prie roboto.

Didinant pieno ūkių konkurencingumą bei žmogaus gyvenimo kokybę, rekomenduotina diegti automatizuotas sistemas karvidėse. Tai galima daryti kompleksiskai apimant visus procesus tvarte arba etapais: pirmiausia automatizuoti melžimą, vėliau pašarų ruošimą ir šėrimą, mėšlo tvarkymą.

2.3. Optimalaus mikroklimato formavimas galvijų tvartuose

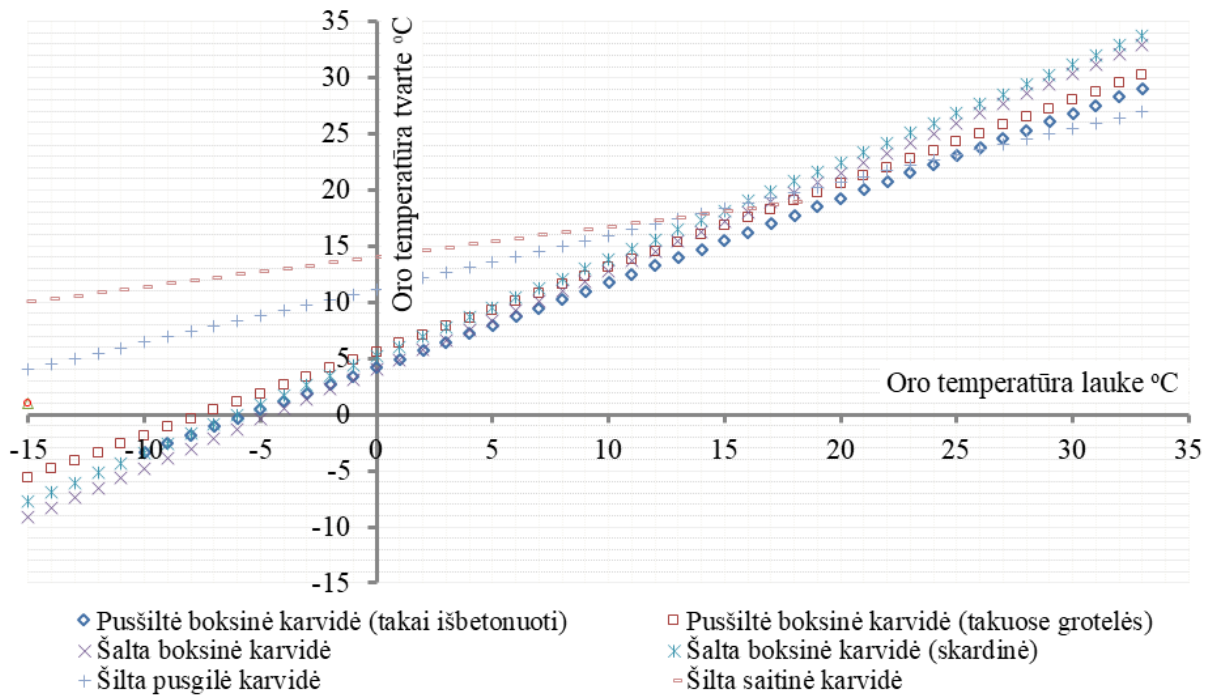
Norint, kad gyvuliai būtų sveiki ir produktyvūs, tvartuose reikia užtikrinti optimalų mikroklimatą visais metų laikais. Būtina juose kontroliuoti svarbiausius mikroklimato veiksnius: oro temperatūrą ir drėgmę, kurie taip pat įtakoja ir kitus veiksnius (amoniako, sieros vandenilio dujų koncentraciją ir kt.). Ir taip užtikrinti visus mikroklimato veiksnius (2.16 pav.) optimaliose ribose. Karvidžių mikroklimatas priklauso nuo lauko klimato, tvarto apšiltinimo, tvarte laikomų gyvulių bei tvarto vėdinimo intensyvumo. Optimali oro temperatūra karvei yra nuo -7 °C iki 22 °C. Esant šalčiams arba karščiams temperatūros padaro mažiau žalos nei didelė oro drėgmė.



2.16 pav. Tvarto mikroklimato veiksniai

Kiekvieną karvidę svarbu teisingai vėdinti. Didžiausias vėdinimo intensyvumas tvarte reikalingas vandens garų pertekliui pašalinti. Todėl galvijų tvartų vėdinimo intensyvumą pakanka reguliuoti pagal vandens garų kiekį. Jeigu tvarte užtikrinsime nedidelį oro drėgnumą, tai bus nedidelė ir anglies dvideginio bei amoniako koncentracija. Išsamus temperatūrų palyginimas karvidėse pateiktas 2.17 pav. Šiame paveiksle pateikta oro temperatūrų kaita įvairiose karvidėse, temperatūros jose apskaičiuotos pagal nustatytą koreliacinį ryšį tarp oro

temperatūros tvarte ir temperatūros lauke. Didžiausias temperatūrų skirtumas karvidėse yra esant šaltajam laikotarpiui. Temperatūrai lauke kylant, oro temperatūrų įvairiose karvidėse skirtumai mažėja. Kai lauke karštis pasiekia 30 °C temperatūrą, visose karvidėse būna per karšta, net ir apšiltintu stogu.



2.17 pav. Oro temperatūros įvairiose karvidėse priklausomybė nuo oro temperatūros lauke

Šaltose karvidėse temperatūra kinta plačiausiose ribose: nuo -14,0 °C iki 33,0 °C, apšiltintuose tvartuose kinta mažiau (maksimali temperatūra būna tik keliais laipsniais žemesnė nei šaltoje karvidėje, o šalčių metu juose nenukrenta žemiau 0 °C). Karščių metu temperatūra per aukšta būna visuose tvartuose, neapšiltintose karvidėse ji būna 5-8 °C aukštesnė už rekomenduotiną maksimalią (25 °C), o apšiltintose karvidėse būna aukštesnė 4-5 °C. Skirtingas temperatūras tvartuose lemia tvarto konstrukcija, statybinių atitvarų apšiltinimas, gyvulių tankis ir vėdinimo intensyvumas.

Mikroklimato problemos karvidėse išryškėja esant nepalankioms klimatinėms sąlygoms (vidutinei paros temperatūrai lauke esant žemesnei kaip -15 °C, bei aukštesnei kaip +26 °C): neužtikrinama visi mikroklimato veiksniai optimaliose ribose, todėl sutrinka gyvulio termoreguliacijos mechanizmas, padidėja pašarų sąnaudos, sumažėja karvių produktyvumas.

Pagrindinės mikroklimato problemos karvidėse:

- didelis oro santykinis drėgnis;
- formuojasi vandens garų kondensatas ant stogo konstrukcijų;
- oro temperatūra būna žemesnė už rekomenduotiną minimalią -7 °C;
- oro temperatūra būna aukštesnė už rekomenduotiną maksimalią 25 °C;
- vasarą aukšta, o žiemą žema karvę supančių statybinių konstrukcijų temperatūra;
- karvidėse sudėtinga pasiekti kad būtų šilta (pliusinė temperatūra) ir švarus oras.

Blogas mikroklimatas karvidėse dažniausia būna dėl didelio oro drėgnumo (2.2 lentelė). Oro drėgnis tvarte ženkliai didėja, krentant oro temperatūrai lauke. Kuo tvartas mažiau apšiltintas, tuo jame būna žemesnė temperatūra, tuo jame oras sausesnis. Tokius rezultatus sąlygoja neteisingas oro tiekimo kanalų ploto reguliavimas ir negeras palaikomas vėdinimo intensyvumas tvarte. Vėdinimo intensyvumo tvarte mažinimas įtakoja patalpų oro kokybės pablogėjimą. Tvartuose nepakanka gerai įrengti vėdinimo sistemas, dar reikia teisingai jas valdyti, keičiantis klimatinėms sąlygoms lauke.

2.2 lentelė. Klimatinės sąlygos lauke, kurioms esant karvidėse būna blogas mikroklimatas

Karvidė	Kada tvarte yra per žema oro temperatūra? <i>Žemesnė už -7°C</i>	Kada tvarte yra per aukšta oro temperatūra? <i>Aukštesnė už 25°C</i>	Kada tvarte yra per didelis oro santykinis drėgnis?	Ar daug kondensuojasi vandens garų ant stogo konstrukcijų?
Pusšiltė boksinė (takai išbetonuoti)	prognozuojama kai $t_a < -14,9^\circ\text{C}$	kai $t_a > 27,7^\circ\text{C}$	Įvairiai	Ne
Pusšiltė boksinė (takuose grotelės)	prognozuojama kai $t_a < -17,0^\circ\text{C}$	kai $t_a > 26,1^\circ\text{C}$	kai $t_a < 1^\circ\text{C}$, $\Delta t > 9^\circ\text{C}$	Mažai (tik ant skaidrios, neapšiltintos dangos)
Šalta boksinė (dengta šiferiu)	kai $t_a < -14,1^\circ\text{C}$	kai $t_a > 25,8^\circ\text{C}$	kai $t_a < -12^\circ\text{C}$, $\Delta t > 7^\circ\text{C}$	Ne
Šalta boksinė (dengta skarda)	kai $t_a < -12,4^\circ\text{C}$	kai $t_a > 25,2^\circ\text{C}$	kai $t_a < -10^\circ\text{C}$, $\Delta t > 5^\circ\text{C}$	Taip (daug)
Šilta pusgilė (su perdengimu)	nebuvo	kai $t_a > 28,5^\circ\text{C}$	kai $t_a < 6^\circ\text{C}$, $\Delta t > 13^\circ\text{C}$	Taip (vidutiniškai)
Šilta saitinė (su perdengimu)	nebuvo	-	kai $t_a < 11^\circ\text{C}$, $\Delta t > 8^\circ\text{C}$	Taip (daug)
Šilta saitinė (be perdengimo)	nebuvo	kai $t_a > 28,6^\circ\text{C}$	kai $t_a < 2^\circ\text{C}$, $\Delta t > 14^\circ\text{C}$	Ne

t_a – oro temperatūra lauke, °C;

t_v – oro temperatūra tvarte, °C;

Δt – oro temperatūrų skirtumas tvarte ir lauke ($t_v - t_a$), °C.

Vėdinimo sistema privalo palaikyti gerą mikroklimatą tvarte: pašalinti perteklinę drėgmę (vasarą ir perteklinę šilumą) bei kontroliuoti kondensaciją. Tvartus reikia intensyviai vėdinti. Tikrai ekstremaliais atvejais, kai oro temperatūra lauke labai žema ir vėjo greitis didelis, ortakius reikia pridaryti, bet visiškai jų uždaryti negalima.

Didžiausias vėdinimo intensyvumas tvarte reikalingas vandens garų pertekliui pašalinti. Todėl galvijų tvartų vėdinimo intensyvumą pakanka skaičiuoti tik pagal vandens garų kiekį. Jeigu tvarte užtikrinsime ne per didelį oro drėgnumą, tai kartu bus ir nedidelė anglies dvideginio bei amoniako koncentracija.

Rekomenduotinas vėdinimo intensyvumas 600-700 kg sveriančiai karvei yra:

- ✓ žiemą – 102-119 m³/h;
- ✓ pavasarį ir rudenį – 210-245 m³/h;
- ✓ vasarą – 402-490 m³/h.

Šaltuoju laikotarpiu leistinas mažiausias vėdinimo intensyvumas vienai karvei - 90 m³/h. Šaltuoju laikotarpiu, t.y. kai lauko oro temperatūra mažesnė kaip 0 °C, neapšiltintoje karvidėje sausiausias oras bus sukeliant tokį vėdinimo intensyvumą, kuris palaiko 4-5 °C temperatūrų skirtumą tarp patalpos ir lauko oro, tai optimalus temperatūrų skirtumas. Kai patalpos oro santykinis drėgnis yra toks pat kaip lauko oro, šis skirtumas padidėja iki 6,5 °C. Per daug uždarius vėdinimo angas ir drėgniui padidėjus iki 100 %, temperatūrų skirtumas padidėja iki 8,5 °C. Apšiltintu stogu karvidėje, optimalus temperatūrų skirtumas 6-8 °C. Mažinant vėdinimo intensyvumą ir patalpos oro drėgniui didėjant iki 100 %, temperatūrų skirtumas padidėja iki 14 °C. Dėl šilumos akumuliacinių procesų statybinėse konstrukcijose ir įrangoje, temperatūrų tarp patalpos ir lauko oro skirtumas gali būti ir truputį didesnis, ypač kai staigiai krenta lauko oro temperatūra (Kavolelis ir kt., 2008).

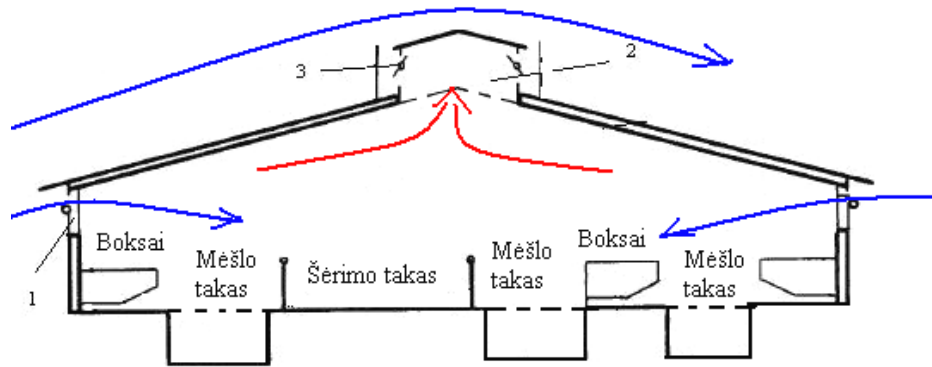
Efektyvus vėdinimas yra toks, kai į tvartą visu patalpos ilgiu įeina pakankamai ir vienodai šviežio oro. Žiemą jis sugeria vandens garus, dulkes, kenksmingus mikroorganizmus, kenksmingas dujas, vasarą – šilumos perteklių, o tada pašalinamas iš patalpos. Svarbu, kad oras žiemą per daug neatšaldytų gyvulių, todėl gyvulių zonoje jo judėjimo greitis turi būti tik 0,15–0,5 m/s. Vasarą iki 4,0 m/s oro greitis gyvuliams tik malonus vėjelis, kuris apsaugo nuo perkaitimo. Tačiau didesnis kaip 5 m/s greitis jau pavojingas sveikatai. Projektuojant ir eksploatuojant vėdinimo sistemą, atsižvelgiama į tai, kad žiemą oras patalpoje turi pasikeisti apie 4, o vasarą 30–40 kartų per valandą.

Tvartai vėdinami taikant natūralaus (plyšinę, šachtinę) arba mechaninio vėdinimo sistemas.

Plyšinė vėdinimo sistema (2.18 pav.) įrengiama tvarte be pastogės. Ją sudaro angos sienose švaram lauko orui įeiti ir plyšys stogo kraige užterštam orui šalinti. Skersvėjams išvengti ir kad oro judėjimo greitis gyvulių zonoje žiemą neviršytų 0,2 m/s, angos orui įeiti tolygiai išdėstomos išilginių sienų viršuje. Tam, kad vėjas nepūstų į gyvulius, vyris įrengiamas lango apačioje, o lango viršus atsidaro į vidų. Angas orui įeiti galima uždengti tinklu, jis sulaiko vėją, bet tolygiai praleidžia orą.

Vėdinimo angos reguliuojamos priklausomai nuo metų sezono ir apytikriai galima pasirinkti šiuos jų dydžius:

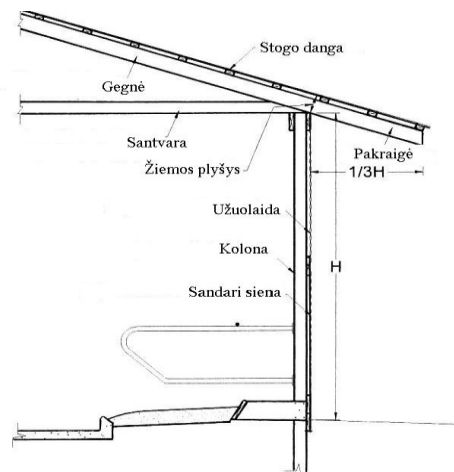
- žiemą ištinio plyšio pagal visą šoninę sieną aukštis 2 eilių boksų karvidėje 0,11 m, 3 eilių – 0,14 m, 4 ir 6 eilių – 0,20 m arba plyšio vienoje sienoje aukštis apie 0,8 % karvidės pločio. Šis žiemos plyšys turi būti nuolat atidarytas;
- vasarą sienose atidarytų angų aukštis 1/3-1/2 bendrojo sienos aukščio. Apatinė sienos dalis 1,2 m aukščio, o jeigu gyvuliai guli prie lauko sienos 1,5 m aukščio, sandari, kad nesukelti per didelio oro judėjimo gyvulių zonoje.



2.18 pav. Natūrali plyšinė vėdinimo sistema: 1 – užuolaidomis reguliuojama oro įėjimo anga; 2 – užteršto oro šalinimo plyšys; 3 – oro apykaitos reguliavimo sklendė

Mechanizacijos požiūriu pakankamas karvidės šoninių sienų aukštis 3,0 -3,6 m. Tačiau kad karvidė gerai vėdintųsi vasarą, rekomenduotinas sienų aukštis: 2 ir 3 boksų eilių karvidėje (12-16 m pločio) – 3,6 m; 4 ir daugiau eilių (26 m ir platesnių) – 4,2 m (2.19 pav.).

Per kraigo plyšį žiemą pašalinamas visas, o vasarą dalis užteršto oro. Vidutiniškai kraigo plyšys dvigubai platesnis už žiemos plyšio plotį vienoje šoninėje sienoje ar pakraigėje, t.y. jo plotis lygus 1,7 % grindų pločio, tačiau 6 boksų eilių (30 m pločio karvidėje), rekomenduotinas plyšio plotis – 2,5 % grindų pločio.



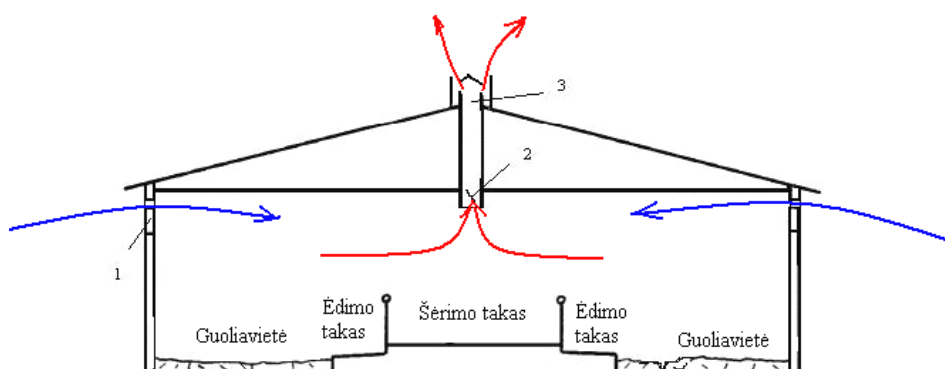
2.19 pav. Šoninė karvidės siena. Rekomenduotinas sienos aukštis H: 2 ir 3 boksų eilių karvidėje (12-16 m pločio) – 3,6 m; 4 ir daugiau eilių (26 m ir platesnių) – 4,2 m

Šachtinė vėdinimo sistema (2.20 pav.) įrengiama tvarte su pastoge, melžykloje, pieno laikymo patalpoje. Norint patogiai reguliuoti vėdinimo intensyvumą, ir kad oro trauka šachtoje neapsiverstų, iš patalpos užterštam orui ištraukti užtenka vienos šachtos, tačiau angų švariam lauko orui įeiti, įrengtų sienų viršuje, turi būti kuo daugiau. Tada įeinantis oras gerai susimaišo su patalpos oru ir į gyvulių zoną patenka sušilęs. Dažniausiai šachta projektuojama

pereinamajam laikotarpiui, o atšilus orui vėdinimas suintensyvinamas atidarant langus ir duris. Žiemą orui įeiti angų plotas sudaro 75 % šachtos skerspjūvio ploto.

Šachtos įrengimo ypatumai (Kavolėlis, 2003):

- šachta turi būti ne žemesnė kaip 4 m;
- šachta turi iškilti virš kraigo ne mažiau kaip 0,5 m;
- atstumas tarp šachtos viršaus ir stogelio turi būti ne mažesnis kaip pusė šachtos vidutinio skersmens;
- tarp šachtos viršaus ir stogelio nereikia kalti lentelių (žaliuzių), nes sumažėja anga, per kurią išeina oras. Kad į patalpą nelytų, stogelio briauna iškišama per trečdalį šachtos skersmens;
- šachtos sienos dvigubos (iš lentų, plastiko) ir apšiltintos taip, kad jų šilumos perdavimo koeficientas būtų ne didesnis kaip $0,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, pvz., apšiltintos 0,10 m storio mineralinės vatos sluoksniu;
- traukai reguliuoti lengvi vožtuvai šachtoje įrengiami kuo aukščiau. Netempiant lyno, vožtuvas turi būti atsidaręs, todėl jo ašis perkeliama į šoną nuo svorio centro. Kad vožtuvas neįstrigtų, jo plotis už šachtos vidinį plotį turi būti mažesnis bent 0,03 m;
- trauką reguliuoti taip pat galima šachtos apačioje pritvirtinta užstūma.



2.20 pav. Natūrali šachtinė vėdinimo sistema: 1 – tiekiamasis kanalas; 2 – oro apykaitos reguliavimo sklendė; 3 – ištraukiamasis kanalas (šachta)

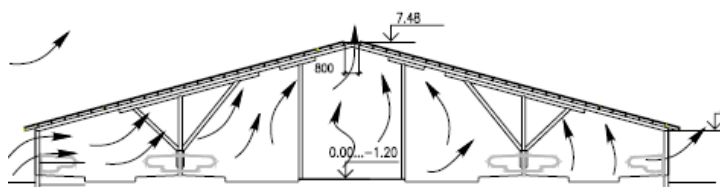
Angos orui įeiti įrengiamos įvairiai:

- sienų viršuje kas 0,5–10 m įmontuojami 0,10–0,15 m skersmens vamzdeliai. Kad siena nešlaptų, vamzdeliai kelis centimetrus iškišami į patalpą ir kad ištekėtų kondensatas, pritvirtinami su nuolydžiu į lauko pusę;
- pritaikomos orlaidės;
- įrengiami pramoniniu būdu gaminami įtaisai šviežiam orui įleisti;
- norint sulaikyti vėją, angos gali būti uždengiamos tinklu. Jeigu tinklo poringumas 25 %,

angų plotas padidinamas 1,8 karto;

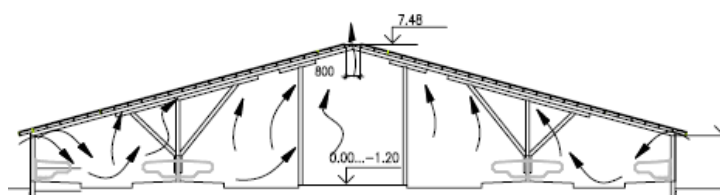
- įrengiamos specialios angos šviežiam orui imti iš pastogės.

Mechaninės (priverstinio oro judėjimo) vėdinimo sistemos įrengiamos didelėse melžyklose, priešmilžio patalpose. Mechaninės vėdinimo sistemos ventiliatorių našumas parenkamas priklausomai nuo jų darbo režimo. Angų orui įėti ar šalinti plotas turi būti toks, kad pasipriešinimas orui judėti būtų apie 10–30 Pa. Jeigu ventiliatoriai žiemos ir pereinamuoju laikotarpiu įpučia ar ištraukia visą vėdinti reikiamą orą, jų našumas apskaičiuojamas vandens garų pertekliui pašalinti, pasirenkant pereinamojo laikotarpio patalpos ir lauko ($7\text{ }^{\circ}\text{C}$ mažesnė nei patalpos) oro temperatūrą bei ją atitinkančias oro santykinės drėgmės reikšmes. Kai ventiliatoriai įpučia ar ištraukia visą vasaros laikotarpiu vėdinti būtiną orą, jų našumas apskaičiuojamas šilumos pertekliui pašalinti, pasirenkant patalpoms $3\text{ }^{\circ}\text{C}$ aukštesnę nei lauko oro temperatūrą.



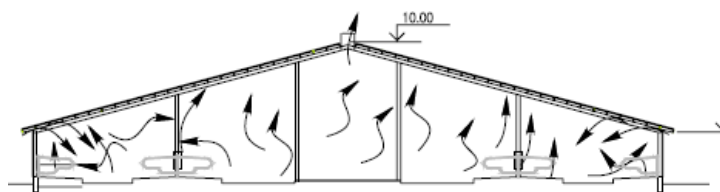
Oro judėjimo schema tvarte kai sienos ir kraigas yra atviri (vasara). Klasikinė ir gera vėdinimo sistema.

Oro judėjimą tvarte labai įtakoja vėjo kryptis.

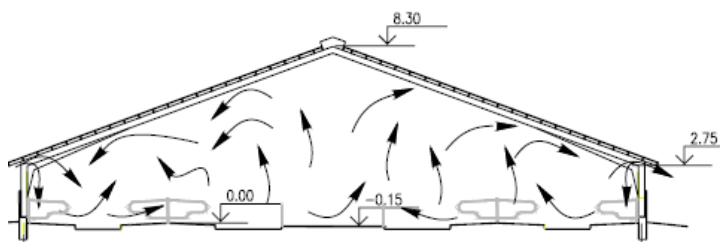


Oro judėjimo schema žiemą karvidėje (angos sienose per daug uždarytos, kraigas atviras).

Kai angos sienose uždarytos (šaltas periodas), šviežias oras patenka per kraigą, greičiau išdžiūsta ir susimaišęs su šiltesniu oru vėl pakyla link ventiliacijos ir išeina pro ją.



Oro judėjimo schema žiemą karvidėje (angos sienose per daug uždarytos, kraigas pusiau atidarytas, tvarte tik pusė galvijų vietų užimta). Atsiranda priešingos krypties oro srautai. Dažniausia tiekimas švaraus oro yra nepakankamas, oro paskirstymas nėra geras ir ventiliacija nepakankama. Reikia vengti tokio vėdinimo.



Oro judėjimo schema žiemą karvidėje (angos sienose ir kraige per daug uždaryta). Vėdinimas blogas, daug kondensato ant stogo konstrukcijų. Priešingi oro srautai, trūkumas švaraus oro.

Reikia vengti tokio vėdinimo.

2.21 pav. Karvidės vėdinimo sistemos

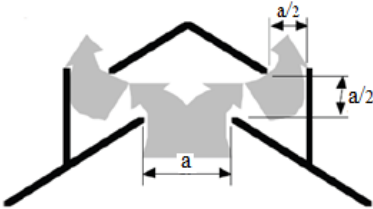
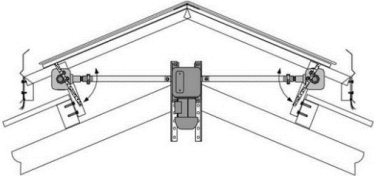
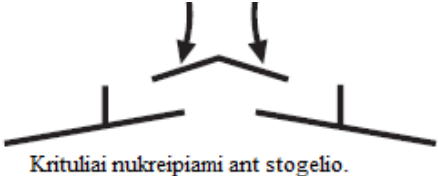
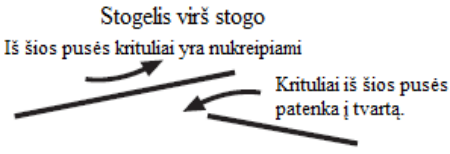
Taikant mechaninę vėdinimo sistemą būtina numatyti avarinę natūralaus vėdinimo sistemą, kuri garantuotų galvijų sveikatą ir gerovę sugedus pagrindinei sistemai.

Kada reikia apšiltinti karvidės stogą, priklauso nuo karvių laikymo technologijos. Apšiltinus karvidės stogą, trauka per kraigo plyšį suintensyvėja. Jeigu skardinis stogas neapšiltintas, pakilęs šiltas oras atvėsta ir krenta žemyn. Trauka per kraigo plyšį sumažėja. Tačiau dėl didelės kainos, stogą rekomenduotina apšiltinti tik jeigu karvės melžiamos robotais, taikoma bekaikė technologija ir mėšlo takuose įrengtos grotelės.

Karvidės vėdinimo sistemą sudaro oro tiekimas ir oro šalinimas. Būtina teisingai įrengti ortakius (arba plyšius) švaram orui į tvartą patekti ir plyšį kraige užterštam orui šalinti (2.21 pav.).

Užterštam orui pašalinti plyšio kraige įrengimo variantai pateikti paveiksle 2.22.

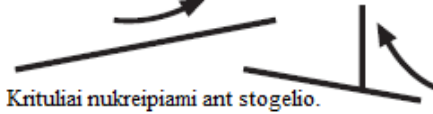
Lietuvoje karves galima sėkmingai laikyti šaltuose tvartuose. Šaltų karvidžių stogo dangai geriausia tinka šiferis. Galima dengti ir skarda, tačiau tada reikia intensyviau vėdinti tvartą.

	<p>Plyšio kraige matmenys nustatomi pagal pateiktą schemą. Plyšio plotį (<i>atstumą a</i>) galima apskaičiuoti pagal įvairias formules ir keisti priklausomai nuo oro temperatūros lauke.</p> <p>Plyšio kraige plotas turi būti 0,13-0,15 m² vienai karvei, bet ne siauresnis kaip 5 cm kiekvieniems 3 m tvarto pločio.</p>
	<p>Galima plyšio kraige įrengimo konstrukcija. Įrengti sklendes plyšio plotui valdyti yra brangu, todėl nerekomenduotina. Taip pat per maži palikti atstumai tarp vėjo atmušėjo ir skairios dangos stogelio.</p>
	<p>Geriausias sprendimas. Plyšys su vėjo atmušikliais ir dvišlaičiu šviesą praleidžiančiu stogeliu sukuria stabilią oro trauką ir į tvartą patenka natūrali šviesa. Vėdinimo intensyvumas labai priklauso nuo stogo konstrukcijos. Siauriems dviejų gyvulių eilių pastatams pakankamas stogo nuolydis 15°. Tačiau plataus pastato stogo nuolydis turi būti 20–25°.</p>
	<p>Tinkamas tik pajūrio zonose, kur vyrauja vienos krypties vėjai, plyšį galima įrengti, plačiąją stogo dalį iškėlus virš siaurosios arba įrengus vienslaitį stogą. Plyšys efektyviai ištraukia orą, kai vėjo kryptis sutampa su iš patalpos šalinamo oro kryptimi arba kai nėra vėjo. Jei vėjas pučia į plyšį, oras iš patalpos nepasišalina.</p>

2.22 pav. Plyšio karvidės kraige įrengimo variantai

Stogelis virš stogo su atitvara

Iš šios pusės krituliai nukreipiami

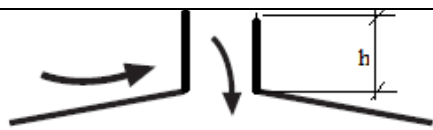


Geriausia tinka pajūrio zonose, kur vyrauja vienos krypties vėjai. Tačiau įrengus vėjo atmušėją gali būti naudojamas ir kitose zonose.

Atviras kraigas

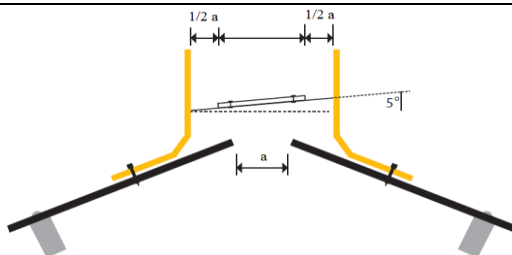


Pigiausias sprendimas. Paprasčiausia ir pigiausia įrengti atvirą kraigo plyšį. Tačiau toks plyšys efektyviai šalina užterštą orą tik tuomet, kai nėra vėjo. Pučiant vėjui trauka „apsiverčia“, t. y. lauko oras per plyšį patenka į patalpą ir sutrikdo vėdinimą. Per plyšį taip pat patenka krituliai. Tokį plyšį galima palikti tik laikinai, trūkstant lėšų, ar dar neapsisprendus, kokį įtaisą pasirinkti.



Kritulių nukreipiamas virš kraigo, nors lietus ar sniegas patenka į tvartą.

Pigus ir neblogas sprendimas. Kraige prie plyšio įrengus vėjo atmušiklius, oro trauka tampa stabilesnė. Kuo aukštesni atmušikliai, tuo trauka bus stabilesnė. Vėjo atmušiklių aukštis h turi būti ne mažesnis kaip plyšio kraige plotis arba net 1,5-2 karto didesnis. Tačiau pro šį plyšį į tvartą patenka krituliai. Tokį plyšį galima įrengti virš takų, tačiau netinka jeigu po juo yra gyvulių guoliavietės.



Virš plyšio su vėjo atmušikliais įrengtas plokščias stogelis, pučiant vėjui, stabdo trauką. Be to, jis neapsaugo nuo sniego.

Su vidiniu latakais



Kraige atviras plyšys. Po plyšiu įrengtas latakas krituliams surinkti. Bloga oro trauka bus kai pūs stiprus šoninis vėjas.

Vėdinimo sistema privalo palaikyti gerą mikroklimatą tvarte: pašalinti perteklinę drėgmę, bei kontroliuoti kondensaciją. Tvarto oro temperatūrą apsprendžia pastato šilumos balansas (galima temperatūra) ir vandens garų nesikondensavimo ant išorinių atitvarų vidinio paviršiaus sąlyga (leistina temperatūra). Tvartus reikia intensyviai vėdinti. Tik šalčių metu, ortakius reikia pridaryti, bet visiškai jų uždaryti negalima. Vėdinimo intensyvumą pakanka kontroliuoti pagal temperatūrų skirtumą tvarte ir lauke.

2.4. Amoniakos emisijos mažinimas gyvulininkystėje

Pagrindinis amoniako šaltinis yra mėšlas. Mėšlas yra grynos ar apdorotos gyvulių bei paukščių išmatos arba jų mišinys su kraiku. Priklausomai nuo mėšle esančių sausųjų medžiagų

kiekio, mėšlas būna tirštasis, pusskystis ir skystasis. Mėšlo cheminė sudėtis priklauso nuo gyvulių rūšies, šėrimo raciono, kraiko rūšies ir kiekio. Kuo pašaras yra labiau koncentruotas, tuo daugiau į mėšlą patenka fosforo ir azoto. Tirštosios ir skystosios išmatų frakcijos cheminė sudėtis taip pat yra nevienoda. Azoto daugiausia yra skystojoje frakcijoje (apie du trečdalius). Laikant mėšlą, jis aerobinėmis ir anaerobinėmis sąlygomis skaidosi, susidaro organinės rūgštys ir humusingos medžiagos. Amoniakas intensyviausiai garuoja iš gyvulių šlapimo, skylant jame esančiam karbamidui. Amoniakas gyvulininkystėje susidaro daugiau kaip 90 % nuo viso NH_3 kiekio, jo garavimas vyksta visuose mėšlo susidarymo, saugojimo bei paskleidimo etapuose. Amoniakas emisijos gyvulininkystėje struktūra yra tokia: iš tvartų sudaro vidutiniškai 37 %, tręšiant dirvą laukuose – 35 %, iš mėšlidžių – 24 %, ganyklose – 4 %. Daugiausia amoniako išgaruoja į aplinką laikant galvijus: apie 50 % nuo bendrosios emisijos.

Tvartuose taikomos skirtingos gyvūnų laikymo technologijos: mėšlo tvarkymo, šėrimo sistemos, vėdinimo techniniai sprendimai. Guoliavietėse naudojami įvairūs pakratai, gyvūnai šeriami skirtingos sudėties pašarais. Todėl tvartuose skiriasi daugelio veiksnių reikšmės, nuo kurių priklauso amoniako emisija. Labiausiai skiriasi mėšlo sudėtis, mėšlu užteršiamų paviršių plotai, oro temperatūra, santykinis drėgnis, oro judėjimo greitis. Tvartuose kaupiasi įvairūs mėšlas, kuris juose būna skirtingus laikotarpius. Didžiausi mėšlu užteršti plotai būna pusgilėse karvidėse – 5-6 m^2/SG , boksinėse - 4,0 – 4,5 m^2/SG , o saitinėse 1,0-1,3 m^2/SG .

Didžiausi azoto nuostoliai yra prireikę laikomų karvių (saitiniuose) tvartuose, o mažiausi – palaidai laikomų karvių tvartuose. Saitiniuose tvartuose didesnė amoniako emisija susidaro dėl didelės gyvulių koncentracijos, mažai naudojamų pakratų ir aukštesnių temperatūrų.

Per parą iš vienos karvės vietos (vidutinės masės ir produktyvumo karvė išskiria į aplinką apie 1000 W šilumos ir prilyginama sutartiniam gyvuliui – SG) į aplinką išsiskiria amoniako įvairiose karvidėse tiek (Bleizgys et al., 2014):

- šaltoje boksinėje (oro temperatūra 10,4 °C) – 21,9±3,2 g $\text{SG}^{-1} \text{d}^{-1}$;
- dalinai apšiltintoje boksinėje (oro temperatūra 8,3 °C) – 32,1±3,7 g $\text{SG}^{-1} \text{d}^{-1}$;
- pusgilėje (oro temperatūra 12,5 °C) – 30,8±4,3 g $\text{SG}^{-1} \text{d}^{-1}$;
- saitinėje (oro temperatūra 13,4 °C) – 27,4±2,9 g $\text{SG}^{-1} \text{d}^{-1}$.

Amoniakas yra dujinis azoto ir vandenilio junginys, labai tirpus vandenyje. NH_3 molekulių poliškumas ir jų sugebėjimas sudaryti vandenilinius ryšius sąlygoja didelį amoniako tirpumą vandenyje. Pirminiai amoniako šaltiniai gyvulių tvarte yra šlapalas, šlapimo rūgštis. Gyvulių šlapime karbamidas yra pagrindinė azoto sudedamoji dalis. Karbamido hidrolizė ir šlapimo rūgštis gamina visą amoniakinį azotą. Antrinis amoniako šaltinis gyvulių tvarte yra išmatos (Philippe et al., 2011).

Amoniakio garavimas iš mėšlo yra difuzijos procesas, kai dujinės medžiagos molekulės skverbiasi iš didesnės koncentracijos vietų link mažesnės koncentracijos, pagal koncentracijos gradientą, kol pasiskirsto vienodai. Amoniakio garavimas gali būti aprašomas kaip masės perdavimo procesas. Amoniakui garuojant iš mėšlo, vyksta masės mainai tarp skysčio mėšlo paviršiuje ir jį apiplaunančio oro srauto. Šis garavimo procesas atitinka bendrą struktūrą visiems garavimo procesams ir jo struktūros pagrindas yra konvekciniai masės mainai, kai amoniako srautas kinta priklausomai nuo konvekcinio masės atidavimo koeficiento ir NH_3 koncentracijos gradiento mėšlo sluoksnio paviršiuje ir oro sraute virš mėšlo:

$$E_{\text{NH}_3} = k_m (C_m - C_a), \quad (2.1)$$

čia: E_{NH_3} – amoniako garavimo srauto tankis, $\text{mg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$;

k_m – konvekcinis masės atidavimo koeficientas, m s^{-1} ;

C_m – dujinio amoniako koncentracija mėšlo paviršiuje, mg m^{-3} ;

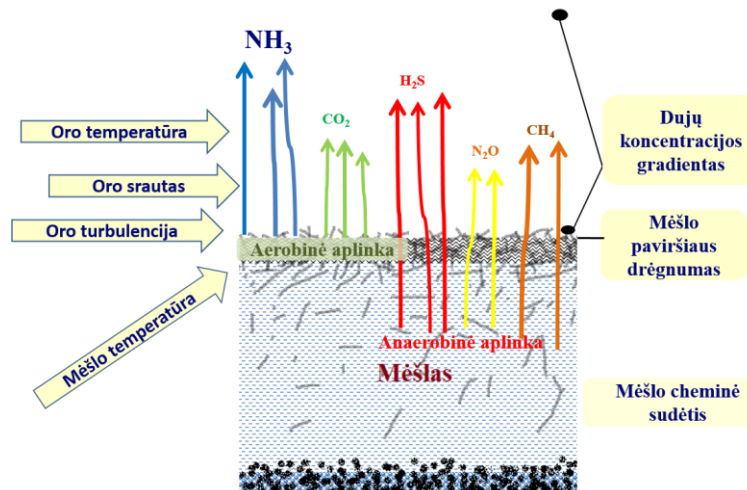
C_a – amoniako koncentracija aplinkos oro sraute virš mėšlo, mg m^{-3} .

Tvartuose daugiausia amoniakas garuoja nuo plokščių paviršių. Masės mainų teorija per pasienio sluoksnį virš lygaus paviršiaus pagrįsta laminarinio ir turbulentinio oro srauto sąlygomis. Oro srauto turbulencija tvartuose virš mėšlo gali atsirasti dėl erdvinio temperatūros gradiento, šiurkščių paviršių ir įvairių kliūčių aplink garavimo paviršių (Montes et al., 2009).

Didėjant temperatūrai amoniako emisija didėja, nes aukšta mėšlo temperatūra didina vandeninio amoniako susidarymą, dėl to didėja disociacijos konstanta, protonų koncentracija tirpale. Aukšta mėšlo temperatūra padidina dujinio amoniako formavimąsi ir sumažina amoniako tirpumą vandenyje. Garinant vandenį iš mėšlo, padidėja vandeninio amoniako koncentracija. Jei amoniako koncentracija ore yra žemesnė nei koncentracija virš mėšlo paviršiaus, vyksta intensyvesnis amoniako garavimas. Mėšlo paviršiaus drėgniui, o taip pat amoniako garavimui įtaką daro aplinkos temperatūra, oro drėgnis ir saulės spinduliuotė. Džiūstant mėšlui, ant išorinio jo sluoksnio susidaro pluta, kuri veikia kaip apsauga nuo amoniako difuzijos. Amoniakio difuziją į aplinką smarkiai įtakoja oro greitis. Vykstant intensyviai vėdinimui, amoniako koncentracija ore virš mėšlo būna nedidelė, o tai skatina intensyvesnį amoniako garavimą. Tačiau esant stipriam oro srautui, gali intensyviau džiūti mėšlo viršutinis sluoksnis, o dėl to sumažės ir amoniako garavimas. Didėjant temperatūrai amoniako emisija eksponentiškai didėja, o emisijos priklausomybė nuo oro greičio geriausia išreiškiama antro laipsnio polinomu.

Mėšle azotas būna stipriai sujungtas, jo perėjimas į amoniakinį azotą vyksta aerobinėmis sąlygomis urino bakterijoms ardant baltymus. Šiam procesui daro įtaką daug veiksnių, kurie kinta ir tarpusavyje susiję. Todėl amoniako difuzijos procesas labai sudėtingas ir sunkiai

analizuojamas, ypatingai sudėtinga kompleksiškai vertinti kelių veiksnių poveikį amoniako garavimo procesui. Oro greitis, temperatūra, oro drėgnis (labiausia įtakoja mėšlo paviršiaus džiovimą) yra pagrindiniai veiksniai įtakojančys amoniako garavimą. Svarbiausi veiksniai įtakojančys amoniako garavimo intensyvumą iš mėšlo yra mėšlo cheminė sudėtis ir aplinkos mikroklimatiniai veiksniai (2.23 pav.).



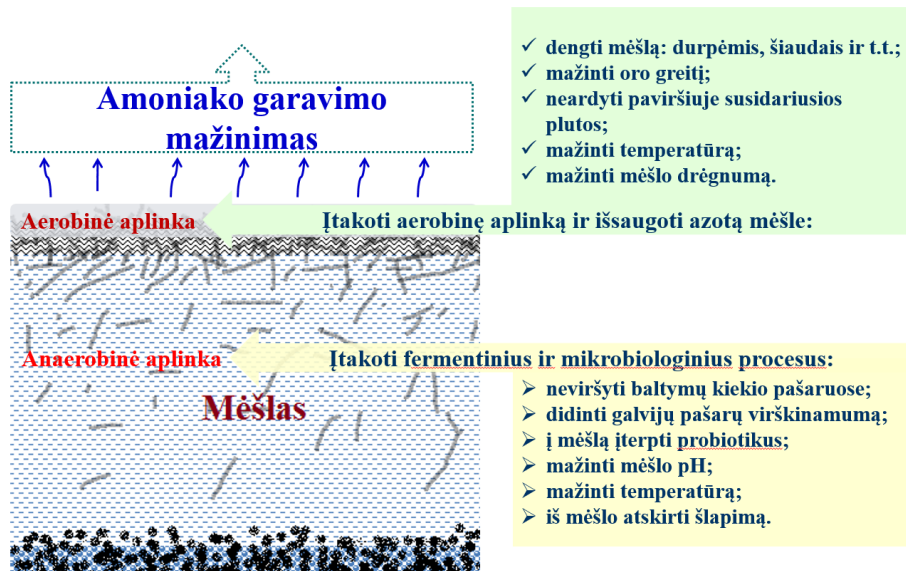
2.23 pav. Veiksniai įtakojančys amoniako ir kitų dujų garavimą iš mėšlo

Siekiant sulėtinti amoniako garavimą iš mėšlo, tikslinga mažinti baltymų kiekį mėšle ir optimizuoti oro bei mėšlo temperatūrą, oro srauto greitį virš mėšlo.

Prenkant galvijų laikymo technologiją ir techninius sprendimus tvarte, reikia įvertinti ne tik investicijas, bet ir poveikį aplinkos taršai. Aplinkos taršos mažinimas neturi kenkti gyvulių gerovei, t.y. kartu turi būti sprendžiami aplinkos taršos mažinimo ir gyvuliams palankios aplinkos sudarymo (gyvulių gerovės) klausimai. Amoniako emisiją reikia mažinti visuose mėšlo tvarkymo etapuose: tvartuose, mėšlo laikymo įrenginiuose ir transportuojant bei mėšlą įterpiant į dirvą. Visas priemones amoniako emisijai iš mėšlo mažinti galima suskirstyti į dvi grupes (2.24 pav.):

- priemonės įtakojančios aerobinę aplinką mėšlo paviršiuje;
- priemonės įtakojančios fermentinius ir mikrobiologinius procesus mėšle.

Svarbiausias kriterijus priemonei pasirinkti yra karvių laikymo technologija ir tvarto konstrukcija.



2.24 pav. Priemonės amoniako emisijai iš karvidžių mažinti

Amoniakų emisijos iš mėšlo mažinimo bendrosios priemonės. Taikant šias priemones, amoniako emisija iš mėšlo mažėja visuose technologiniuose procesuose: mėšlą šalinant iš tvartų, transportuojant į mėšlidę ir laukus bei paskleidžiant ant dirvos.

Norint mažinti amoniako emisiją iš mėšlo, reikia mažinti proteinų kiekį gyvulių pašaruose arba į pašarus dėti sintetinių amino rūgščių, bei subalansuoti proteinų ir angliavandenių santykį.

Mėšlo pH mažinimas yra efektyvi priemonė amoniako nuostoliams mažinti. Įmaišius į skystąjį mėšlą sieros rūgšties ir pH sumažinus nuo 7 iki 5,5, amoniako emisija sumažėja apie 80 %.

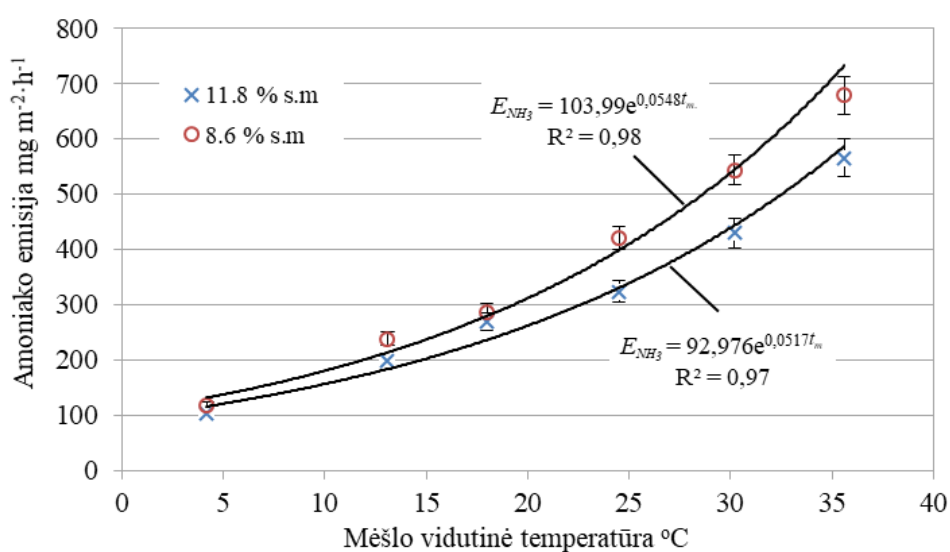
Mažinant amoniako garavimo iš mėšlo proceso intensyvumą, labai svarbu tinkamai valdyti procesus vykstančius mėšlo paviršiuje, darančius įtaką mėšlo paviršiaus drėgnumui ir deguonies patekimui virš mėšlo. Jeigu mėšlo paviršiuje blogai formuojasi pluta, ant skystojo mėšlo 100 m² užpylus 100 kg durpių, amoniako emisija sumažės iki 80 %.

Mėšlo tvarkymo technologijoje naudojant biopreparatus, sumažėja amoniako emisija ir energijos sąnaudos mėšlo maišymui. Priklausomai nuo mėšlo sudėties, temperatūrinės aplinkos, amoniako emisija sumažėja iki 25 %.

Amoniakų emisijos mažinimas iš tvartų. Amoniakų emisiją tvartuose galima sumažinti gausiau kreikiant smulkintais šiaudais, pjuvenom arba durpėmis, mažinant mėšlu užterštą paviršiaus plotą, įrengiant kanalus šlapimui nutekėti. NH₃ emisiją sumažinsime neleidžiant orui iтекėti į tvartą per mėšlo kanalus, bet ištraukiant orą per juos. Labai svarbu kaip iš tvarto šalinamas užterštas oras. Traukiant orą iš mėšlo kanalo ir teršalams neleidžiant pasklisti tvarte, amoniako koncentracija tvarte sumažėja iki 25–30 % lyginant su oro nutraukimu virš grindų.

Perspektyvi priemonė mažinanti amoniako emisiją ir koncentraciją tvarto ore yra cheminių reagentų, biologinių ir mechaninių filtrų naudojimas. Cheminėmis priemonėmis amoniako emisiją galima sumažinti 26–98%, tačiau tai brangu. Oro valymo įvairiuose filtruose efektyvumas labai geras ir dažnai siekia 99 %. Tačiau filtrus galima naudoti tik priverstinai vėdinamuose tvartuose, natūraliai vėdinamose karvidėse jie netinka.

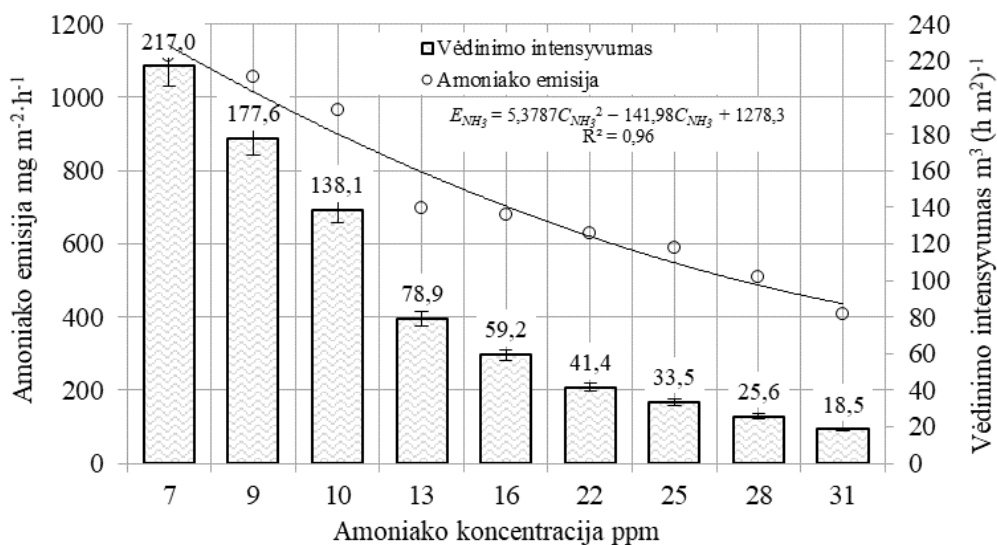
Labai svarbu kontroliuoti mikroklimatą tvartuose. Amoniako garavimo iš mėšlo procesą karvidėse galima kontroliuoti mažinant vėdinimo intensyvumą ir optimaliai reguliuojant tvarto oro temperatūrą, ypač esant aukštesnėms temperatūrom (Bleizgys et al., 2013). Vienu laipsniu sumažinus vidutinę metinę oro temperatūrą karvidėje, amoniako emisija iš jos sumažės daugiau kaip 10 %. Labai efektyvu reguliuoti oro temperatūrą tvarte esant skystajam mėšlui. Oro temperatūrą sumažinus 1 °C temperatūros intervale 30–20 °C, amoniako emisija iš mėšlo sumažėja vidutiniškai 3,0 g iš karvės vietos per parą (649 g per tvartinį laikotarpį). Didėjant mėšlo temperatūrai, amoniako emisija didėja pagal eksponentę. Šis poveikis yra didesnis esant aukštesnėms temperatūrom (2.25 pav.). Labiausia reikėtų vengti temperatūros didėjimo virš 20 °C, nes pakilus temperatūrai 1 °C, amoniako emisija suintensyvėja daugiau kaip 17 mg m⁻² h⁻¹.



2.25 pav. Mėšlo temperatūros (t_m) įtaka amoniako emisijai iš galvijų mėšlo, esant skirtingam mėšle sausųjų medžiagų kiekiui (s.m.)

Temperatūra karvidėse gali kisti labai plačiose ribose. Ji turi didesnę įtaką amoniako emisijai, nei kiti veiksniai: mėšlo šalinimo dažnumas, grindų būklė ir valymas, šėrimas, karvių aktyvumas. Todėl skirtingu paros metu ir skirtingais metų laikais amoniakas iš mėšlo sklinda labai nevienodai. Emisija ženkliai padidėja, kai oras atšyla ir būna sausesnis. Norint sumažinti dujų emisiją iš mėšlo padidėjus temperatūrai, rekomenduotina naudoti chemines arba biopriemones.

Galimybės sumažinti atmosferos taršą amoniako dujomis iš karvidžių, mažinant oro apykaitą jose, yra geros. Padidėjus vėdinimo intensyvumui apie 4 kartus, amoniako emisija padidėja daugiau kaip 2 kartus (Bagdonienė et al., 2014). Norint sumažinti amoniako emisiją iš tvartų, reikia kontroliuoti vėdinimo intensyvumą. Pvz., esant 19 °C temperatūrai, vėdinimo intensyvumą sumažinus 10 % (nuo 400 m³ h⁻¹ iki 360 m³ h⁻¹ vienai karvei), amoniako emisija iš vienos karvės vietos sumažės apie 5,4 % (nuo 3,15 g h⁻¹ iki 2,98 g h⁻¹), o tai atitinka 857 g amoniako emisijos sumažėjimą iš vienos karvės vietos per tvartinį 210 d. laikotarpį. Amoniako emisiją karvidėse galima sumažinti, mažinant vėdinimo intensyvumą, jeigu oro kokybiniai rodikliai atitinka reikalavimus, reguliuojant oro srauto kryptį virš mėšlo ir taip mažinti amoniako koncentracijos gradientą vertikalėje bei tvartuose reguliuoti oro srautus ir juos nukreipti taip, kad kuo mažiau švaraus oro patektų prie šviežio mėšlo. Mažinti kenksmingų dujų koncentraciją tvarte geriausia intensyvinant vėdinimą. Tačiau intensyvėjant oro apykaitai, didėja amoniako dujų koncentracijos gradientas vertikalėje virš mėšlo sluoksnio ir taip ženkliai padidėja amoniako emisija. Kuo intensyviau vėdinsime, oras tvarte bus švaresnis, tačiau atmosferos oro tarša amoniako dujomis didės (2.26 pav.).



2.26 pav. Amoniako emisijos iš mėšlo priklausomybė nuo amoniako koncentracijos, esant įvairiam vėdinimo intensyvumui (Bagdonienė, 2014)

Oro santykinis drėgnis karvidėse taip pat kinta plačiose ribose ir dažnai būna aukštas. Lietuvoje šaltuose galvijų tvartuose santykinis oro drėgnis svyruoja nuo 30 % iki 95 % ir daugiau (Bleizgys ir kt., 2000). Esant dideliame drėgnumui tvarte, aplinkos sąlygos bus vienodai žalingos, tiek esant žemai, tiek aukštai temperatūrai. Taip pat bus sudaromos geros sąlygos bakterijų aktyviai veiklai, o tai suintensyvins ir amoniako emisiją iš mėšlo.

Amoniakos emisijos mažinimas iš mėšlidžių. Norint sumažinti amoniako emisiją iš tirštojo mėšlo mėšlidės, rekomenduotina taikyti šias kompleksines priemones:

- uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga;
- mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis);
- palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės);
- jeigu mėšlo rietuvė nedengiama, ji kraunama kūgio forma, kad nubėgtų krituliai;
- palaikyti žemesnę kaip 50 °C temperatūrą mėšlo rietuvėje, į mėšlą įmaišant daugiau šiaudų, kad anglies ir azoto santykis būtų didesnis kaip 30 (C:N>30).

Skystojo mėšlo rezervuare rekomenduotina mėšlo paviršių uždengti:

- apipilti kapotų 4 cm ilgio šiaudų, keramzito, durpių sluoksniu;
- užkloti brezentu, sintetinė plėvele;
- neardyti natūralios plutos mėšlo paviršiuje, kuri susidaro, kai mėšle sausųjų medžiagų yra daugiau kaip 7 % ir kai šviežias mėšlas atiteka į rezervuaro dugną.

Rekomenduotinos priemonės amoniako emisijai mažinti mėšlo tvarkymo procesuose:

- Mažinti baltymų kiekį pašaruose.
- Laikyti produktyvesnius galvijus. Dvi karves, duodančias po 5000 kg pieno per metus, pakeitus viena 10000 kg produktyvumo, amoniako emisija sumažėja 30–40 % skaičiuojant produkcijos vienetui.
- Greičiau (pagal galimybes) šalinti mėšlą iš tvarto. Jeigu tvarto grindys vientisos ir nereikiamos ar mažai reikiamos, neleisti šlapimui kauptis takuose.
- Gausiau naudoti kraiką šlapimui sugerti. Laikant galvijus ant gilaus kraiko ir parinkus tinkamą kraiko storį galima sumažinti amoniako emisiją į aplinką, kadangi storas kraiko sluoksnis sugeria drėgmę, o kuo mažiau drėgmės, tuo mažiau vyksta garavimas. Gausesnis šiaudų kraikas gali sumažinti amoniako emisiją tiek tvarte, tiek mėšlidėje. Ypač amoniako emisija mažėja kreikiant durpėmis, nes jos rūgština mėšlą (mažėja pH) ir amoniaką sujungia chemiškai.
- Tvarkant mėšlą reikia mažinti šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru ir mėšlą kuo mažiau maišyti.
- Mažinti mėšlu užterštą plotą tvartuose ir šalia tvartų. Kai taikoma bekrakė laikymo technologija, įrengiami grotelėmis dengti kanalai mėšlui surinkti. Teršiamos grindys daromos su nuolydžiu, kad šlapimas tekėtų į kanalą. Iš kanalo mėšlas turi periodiškai ištekėti į lauko mėšlidę. Kanalo sienos lygios, kad mėšlas nepriliptų.
- Reikia optimizuoti tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinę drėgnį ir amoniako koncentraciją.
- Rekomenduotina mažinti tvartų vėdinimo intensyvumą, tačiau jis neturėtų būti

mažesnis nei reikia perteklinei drėgmei pašalinti. Nerekomenduotina intensyvinant vėdinimą mažinti amoniako koncentraciją tvarto ore, jeigu patalpoje oro santykinis drėgnis ir CO₂ koncentracija atitinka reikalavimus.

- Mažinti oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotiną (tai ypatingai svarbu esant aukštesnėm kaip 20 °C temperatūroms).
- Tvirtuose reguliuoti oro srautus ir juos nukreipti taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesusidarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo sluoksnio.
- Intensyvinti mėšlo paviršiaus džiovimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.;
- Mėšlo tvarkymo technologijoje naudoti probiotikus.
- Valyti iš tvartų šalinamą orą. Tam tinka įvairūs biologiniai filtrai.

2.5. ŠESD emisijos mažinimas gyvulininkystėje

Oro tarša gyvulininkystėje vertinama pagal šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) ir amoniako (NH₃) emisiją. Pagrindinės emituojamos ŠESD – anglies dioksidas (CO₂), metanas (CH₄), azoto suboksidas (N₂O).

Lietuvoje ŠESD sudėtyje daugiausia yra anglies dioksido CO₂, kuris sudaro apie 65,5 %, metano – 15,9 % (iš jų apie 8,7 % gyvulininkystėje), o azoto suboksido – 14,8 % (iš jų apie 0,9 % gyvulininkystėje), fluorintos dujos 3,7 % bendro ŠESD kiekio CO₂ ekv. Lietuvoje žemės ūkis yra antras sektorius pagal ŠESD išmetamą kiekį, kuriame susidaro apie 21,6 % viso ŠESD kiekio. Dėl žemės ūkio veiklos 2017 metais į aplinką pateko 4403 kt ŠESD CO₂ ekv., iš jų apie 44,6 % dujų (1965 kt CO₂ ekv.) išgaravo gyvulininkystėje (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*). Viso ŠESD Lietuvoje 2017 m. emitavo 20 417 kt CO₂ ekv.

Lietuvos žemės ūkio sektoriuje 2017 metais emitavo 4403 kt ŠESD CO₂ ekv. (tai sudaro 21,6 % viso ŠESD kiekio Lietuvoje), iš jų:

- Azoto suboksido N₂O (59,0 % bendros emisijos žemės ūkyje CO₂ ekv.) – 2596 kt CO₂ ekv. (iš jų gyvulininkystėje – 188 kt CO₂ ekv.);
- Metano CH₄ (40,3 % bendros emisijos žemės ūkyje CO₂ ekv.) – 1777 kt CO₂ ekv. (iš jų gyvulininkystėje – 1777 kt CO₂ ekv.);
- Anglies dvideginio CO₂ (0,7 % bendros emisijos žemės ūkyje CO₂ ekv.) – 30,0 kt CO₂ ekv.

Žemės ūkyje daugiausia išgaruoja azoto suboksido ir metano dujų (2.3 lentelė): N₂O (59,0 % bendros emisijos žemės ūkyje CO₂ ekv.) ir CH₄ (40,3 % bendros emisijos žemės ūkyje CO₂ ekv.). Gyvulininkystės sektoriuje emituoja 44,6 %, o augalininkystės – 55,4 % nuo bendrų ŠESD emisijų žemės ūkio sektoriuje CO₂ ekv.

2.3 lentelė. ŠESD emisija Lietuvos žemės ūkyje 2017 m., kt CO₂ ekv. (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*)

	Iš virškinimo procesų	Iš mėšlo tvarkymo sistemų			Iš dirvožemių		Kalkinimas	Karbamido panaudojimas	Viso
			Tiesiogiai	Netiesiogiai	Tiesiogiai	Netiesiogiai			
	CH ₄	CH ₄	N ₂ O	N ₂ O	N ₂ O	N ₂ O	CO ₂	CO ₂	
kt, CO ₂ ekv.	1541,6	235,2	97,0	91,3	1993,0	414,5	12,23	18,20	4402,9
<i>Proc. nuo ŠESD emisijos žemės ūkyje</i>	35,0 %	5,3 %	2,2 %	2,1 %	45,3 %	9,4 %	0,3 %	0,4 %	100 %
<i>Proc. nuo bendros ŠESD emisijos Lietuvoje</i>	7,6 %	1,2 %	0,5 %	0,4 %	9,8 %	2,0 %	0,1 %	0,1 %	21,6 %

Lietuvos gyvulininkystės sektoriuje 2017 metais emitavo 1965 kt ŠESD CO₂ ekv. (tai sudaro 44,6 % emisijos žemės ūkio sektoriuje arba 9,6 % viso ŠESD kiekio Lietuvoje), iš jų:

- CH₄ iš virškinimo procesų – 1542 kt CO₂ ekv. (78,4 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje CO₂ ekv.);
- CH₄ iš mėšlo tvarkymo sistemų – 235 kt CO₂ ekv. (12,0 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje CO₂ ekv.);
- N₂O iš mėšlo - 188 kt CO₂ ekv. (9,6 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje CO₂ ekv.).

Daugiausia metano iš virškinimo procesų išgaruoja laikant galvijus, taip pat sąlyginai daug – laikant avis (2.4 lentelė).

2.4 lentelė. CH₄ emisija iš virškinimo procesų 2017 m., kt (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*)

	Pieniniai galvijai	Kiti galvijai	Avys	Ožkos	Arkliai	Kiaulės	Kailiniai žvėreliai	Triušiai	Kiti
<i>CH₄, kt</i>	34,46	23,98	1,83	0,07	0,28	0,84	0,15	0,07	0,003
<i>Proc. nuo CH₄ emisijos iš virškinimo procesų</i>	55,9 %	38,9 %	3,0 %	0,1 %	0,5 %	1,4 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %
<i>Proc. nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje</i>	43,8 %	30,5 %	2,3 %	0,1 %	0,4 %	1,1 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %
<i>Proc. nuo ŠESD emisijos žemės ūkyje</i>	19,6 %	13,6 %	1,0 %	0,0 %	0,2 %	0,5 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %
<i>Proc. nuo bendros ŠESD emisijos Lietuvoje</i>	4,2 %	2,9 %	0,2 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %

Metano daugiausia išgaruoja iš galvijų bei kiaulių mėšlo (2.5 lentelė).

2.5 lentelė. CH₄ emisija iš mėšlo tvarkymo sistemų 2017 m., kt (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*)

Pieniniai galvijai	Kiti galvijai	Avys	Ožkos	Arkliai	Kiaulės	Kailiniai žvėreliai	Triušiai	Paukščiai
2,75	2,75	0,073	0,002	0,02	2,49	0,99	0,01	0,31
29,3 %	29,3 %	0,8 %	0,0 %	0,2 %	26,5 %	10,5 %	0,1 %	3,3 %

Tiesiogiai iš mėšlo išgaruoja 97,0 kt CO₂ kev. diozoto oksido. Šių dujų daugiausia garuoja iš tirstojo mėšlo (2.6 lentelė).

2.6 lentelė. N₂O emisija (tiesiogiai išgaruoja) iš mėšlo tvarkymo sistemų 2017 m., kt (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*)

Skystojo mėšlo sistemos	Tirstojo mėšlo mėšlidės	Kitos sistemos
0,08	0,20	0,04
25,0 %	62,5 %	12,5 %

Gyvulininkystės sektoriuje išgaruoja daug metano dujų, kurios susidaro gyvūnų virškinimo proceso metu ir anaerobinio proceso metu iš mėšlo. Azoto suboksidas išsiskiria iš mėšlo laikymo sistemų ir mėšlą paskleidus ant dirvos.

Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, svarbiausia rasti priemones kaip sumažinti CH₄ dujų emisiją, kurios sudaro net 90 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje: 78,4 % išgaruoja iš virškinimo procesų ir 12 % iš mėšlo tvarkymo sistemų. Daugiausia metano išgaruoja iš karvių virškinimo sistemų (55,9 %), iš kitų galvijų – 38,9 %, o iš avių net 3,0 %. Metano emisija iš karvių virškinimo sistemų sudaro 43,8 % nuo ŠESD emisijos CO₂ ekv. gyvulininkystėje arba 19,6 % ŠESD emisijos CO₂ ekv. žemės ūkyje, arba tik 4,2 % nuo bendros ŠESD emisijos Lietuvoje. Taip pat svarbūs metano šaltiniai yra karvių, kitų galvijų ir kiaulių mėšlas, iš kurių atitinkamai išgaruoja 29,3 %; 29,3% ir 26,5 % nuo bendros metano emisijos iš mėšlo tvarkymo sistemų.

N₂O dujos sudaro tik apie 10 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje. Daugiausia šių dujų išgaruoja tiesiogiai iš tirstojo mėšlo.

Amoniakas ir azoto oksidai NO_x yra netiesioginis N₂O šaltinis. Azotas į aplinką daugiausia patenka amoniako, taip pat azoto (N₂) ir jo oksido (N₂O) dujų pavidalu. Daugiausia amoniako išgaruoja laikant galvijus. Lietuvoje iš melžiamų karvių mėšlo tvarkymo sistemų (tvartai, mėšlidės, ganyklos, tręšimas) kasmet išgaruoja apie 8000 t. Amoniakas yra pagrindinės dujos rūgštinančios kritulius ir taip žalojančios ekosistemą.

Mažinti ŠESD emisiją ir taip mažinti gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, geriausia taikant kompleksines priemones:

- optimizuojant gyvūnų laikymo sąlygas ir didinant gyvūnų produktyvumą;
- optimizuojant pašarų racioną;
- mažinant energijos sąnaudas produkcijos gamybai;
- valdant dujų garavimo procesus iš mėšlo.

Karvių produktyvumas daro didžiausią įtaką CH₄ dujų susidarymui virškinimo procesų metu, kurios yra svarbiausios dujos darančios gyvulininkystės poveikį klimato kaitai. Europos sąlygoms standartinė 6000 kg pieno per metus duodančios karvės metano išskyrimo vertė yra 109 kg CH₄ /(karvė, metai). Karvės produktyvumą padidinus iki 12000 kg pieno per metus, CH₄ emisija padidės iki 143 kg CH₄ /(karvė, metai), tačiau metano emisija 1000 kg pieno pagaminti sumažės nuo 18,16 kg iki 11,92 kg, t.y. 35 procentais. Vertinant ne tik pagrindinį produktą – pieną, bet ir šalutinius – veršiena, jautienai, ŠESD emisijos mažinimo produkcijos vienetui pagaminti efektyvumas bus dar didesnis.

Labai efektyvu taikyti klimatui draugiškus karvių šėrimo racionus. Klimatui draugiškame racione lyginant su norma sumažinama sausųjų medžiagų, žalių riebalų kiekis, o padidinama ląstelių. Todėl didėja maistinių medžiagų virškinamumas ir mažėja metano emisija iš virškinimo procesų. N₂O emisiją iš mėšlo tvarkymo sistemų apsprendžia azoto kiekis racione. Toks racionas didina azoto kiekį mėšle, tačiau ženkliai mažina metano emisiją. Todėl ŠESD CO₂ ekv. gali mažėti 15-20 %.

Remiantis apibendrintais mokslinių tyrimų rezultatais, vidutiniame pieno ūkyje galima sumažinti energijos sąnaudas 32-39 procentais, o šios investicijos atsipirks per 3-5 metus. Geriausias galimybės sumažinti energijos suvartojimą yra:

- šilumos atgavimo sistema sumažina iki 55 % energijos sąnaudų vandens šildymui;
- dažnio keitiklių naudojimas sumažina iki 70 % sąnaudų melžimui;
- efektyvus apšvietimas sumažina apšvietimo energijos vartojimą iki 66%;
- kombinuojant natūralią ir dirbtinę vėdinimo sistemą, optimalaus mikroklimato formavimui sumažina energijos sąnaudas iki 80 %.

Vidutinė energijos sąnaudų struktūra pieno ūkyje yra: 26 % - melžimui; 32 % - vandens šildymui; 21% - pieno aušinimui; 10 % - vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo siurbliams; 11% - vėdinimo, apšvietimo ir kt. reikmėms.

Energijos sąnaudos priklauso nuo ūkio dydžio, gyvūnų produktyvumo ir jame įdiegtos technologijos. Kiekviename ūkyje yra skirtingos galimybės mažinti energijos sąnaudas, o taip pat ir ŠESD emisiją. Žinant gamybai reikalingas energijos sąnaudas, galima prognozuoti ir ŠESD emisiją. CO₂ emisijos intensyvumas (g CO₂ / kWh) apskaičiuojamas kaip išmetamo CO₂

kiekio santykis su pagaminamos elektros ir šildymo energijos kiekiu (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/overview-of-the-electricity-production-1/assessment>). Gaminant elektros energiją, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos intensyvumo vidurkis CO₂ ekvivalentu ES yra 558 g CO₂/kWh.

Optimizuojant mėšlo tvarkymo technologinius procesus, anaerobinės aplinkos sudarymą mėšle, mėšlo laikymo trukmę tvarte, plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje, galima sumažinti ŠESD emisiją. Taip pat svarbu mažinti ir amoniako emisiją. Taikant kompleksines priemones, amoniako emisiją iš fermų galima sumažinti iki 40-50 %, kartu sumažinsime 6-8 % azoto nuostolius iš mėšlo. Mėšle bus išsaugota daugiau azoto ir galėsime sumažinti mineralinių N trąšų naudojimą, o kartu mažinsime ir ŠESD emisiją iš dirvožemių.

ŠESD emisijos mažinimas 200 vietų karvidėje. Panagrinėkime ŠESD emisijos mažinimą konkrečiame ūkyje: 200 vietų karvidė; karvės laikomos palaidos boksuose; bekrakė laikymo technologija ir kaupiamas skystasis mėšlas; mėšlas iš takų šalinamas skreperiniu transporteriu; tvartas pūsiltis – apšiltintas tik stogas; tvarte įrengta kombinuota plyšinė vėdinimo sistema; karvės melžiamos aikštelėje „eglutė“. Karvių produktyvumas vidutinis Lietuvoje – 5934 kg pieno iš vienos karvės per metus (2018, LT statistikos departamentas).

Optimizavus mikroklimatą ir technologinius procesus karvidėje, įdiegus efektyvų technologinių procesų valdymą, karvių produktyvumas didės 28-35 %. Pramilžis iš karvės padidės nuo 5934 kg iki 7500 kg pieno per metus. Remiantis mokslinių tyrimų rezultatais, CH₄ emisija 1 tonai pieno pagaminti sumažės nuo 18,45 kg iki 16,41 kg. Metano emisija sumažės daugiau kaip 12 %, nes karvių produktyvumas didės nedidinant pašarų energetinės vertės. Ūkyje pieno gamyba padidės nuo 1187 t iki 1500 t per metus. Skaičiuojant metano emisiją produkcijos vienetui pagaminti, ūkyje pagaminti 1500 tonoms pieno CH₄ išmetimai sumažės daugiau kaip 3020 kg, t.y. ūkyje per metus ŠESD dujų emisija sumažės 75,50 t CO₂ ekv. Jeigu ūkyje negaminsime didesnio kiekio pieno, pagaminti tam pačiam pieno kiekiui (1187 t) užteks 150 karvių, t.y. karvių skaičius sumažės 50-čia, o ŠESD emisija sumažės 54,62 t CO₂ ekv.

Įdiegus klimatui draugišką karvių šėrimo racioną, didės maistinių medžiagų virškinamumas ir mažės metano emisija iš virškinimo procesų. Todėl iš 200 vietų karvidės ŠESD sumažės iki 99,4 t CO₂ ekv.

Bendros energijos sąnaudos 200 vietų karvidėje per tvartinį laikotarpį (210 d.) lygios apie 27300 kWh arba 137 kWh vienai karvei. Gaminant elektros energiją, šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos intensyvumo vidurkis CO₂ ekvivalentu ES yra 558 g CO₂/kWh. Mūsų nagrinėjamame ūkyje energijos sąnaudos lygios 27300 kWh, o CO₂ emisija susijusi su energijos gamyba lygi 15233 kg CO₂ ekv. Energijos sąnaudas sumažinus 39 %, t.y. 10647 kWh, ūkyje sumažinsime ŠESD išmetimus 5,941 t CO₂ ekv.

Optimizuojant mėšlo tvarkymo technologinius procesus, anaerobinės aplinkos sudarymą mėšle, laikymo metu plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje, sumažės CH₄ ir N₂O emisija iš mėšlo tvarkymo sistemų – ŠESD išmetimus sumažinsime 10,72 t CO₂ ekv.

Taikant kompleksines priemones, amoniako emisiją iš karvių fermų sumažinsime iki 40-50 %, amoniako išmetimus sumažinsime iki 4100 t per metus iš visų karvių fermų. 200 vietų karvidėje NH₃ išmetimai į atmosferą sumažės apie 2550-2790 kg per metus. Sumažinus amoniako emisiją iš mėšlo, kartu sumažinsime 6-8 % azoto nuostolius iš mėšlo. Mėšle bus išsaugota 1700 kg daugiau azoto ir galėsime sumažinti mineralinių N trąšų naudojimą 8 procentais. Sumažinus neorganinių N trąšų naudojimą, 240 ha plote ŠESD emisija sumažės 4,23 t CO₂ ekv.

Apibendrinimas. Ūkyje (200 vietų karvių fermoje) per metus ŠESD emisiją sumažinsime 0,1957 kt CO₂ ekv. Visuose Lietuvos pieno gamybos ūkiuose įdiegus šias inovacijas, gyvulininkystės sektoriuje per metus ŠESD emisiją sumažinsime 250,496 kt CO₂ ekv., o tai sudaro 24,3 % emisijų iš pieno gamybos ūkių arba 12,7 % nuo bendros ŠESD emisijos gyvulininkystėje, arba 5,7% nuo bendros ŠESD emisijos žemės ūkyje.

2.6. Išvados ir rekomendacijos

1. Perspektyviausi yra boksiniai galvijų tvartai, kurie gali būti šalti arba apšiltinti. Šiuose tvartuose geriausia randami sprendimai kaip užtikrinant geras gyvulių laikymo sąlygas, taupyti lėšas tvartų priežiūrai, mažinti darbo sąnaudas ir oro taršą. Boksiniai tvartai - tinkamiausi didinti gamybos efektyvumą, automatizuojant gamybinius procesus (šėrimo, melžimo, mėšlo tvarkymo).
2. Pagrindinė tendencija modernizuojant karvių laikymo technologijas yra technologinių procesų automatizavimas, didinant darbo našumą ir gyvulių produktyvumą. Ateities karvidės vizija – naši, sudaranti geras sąlygas gyvuliams laikyti ir patrauklias darbo sąlygas žmonėms, klimatui ir aplinkai draugiška karvidė.
3. Aplinkos taršos mažinimas neturi kenkti gyvulių gerovei, t.y. geriausia kai mažinant aplinkos taršą, gerėja ir gyvulių laikymo sąlygos. Amoniako emisiją reikia mažinti visuose mėšlo tvarkymo etapuose: tvartuose, mėšlo laikymo įrenginiuose, transportuojant ir mėšlą įterpiant į dirvą. Visas priemones amoniako emisijai iš mėšlo mažinti galima suskirstyti į dvi grupes: priemonės įtakojančios aerobinę aplinką mėšlo paviršiuje ir priemonės įtakojančios fermentinius ir mikrobiologinius procesus mėšle.
4. Mažinti amoniako emisiją iš mėšlo rekomenduotina kontroliuojant svarbiausius veiksnius, įtakojančius dujų garavimo intensyvumą: temperatūrą, oro greitį virš mėšlo, mėšlo paviršiaus drėgnumą, oro drėgnumą, baltymų kiekį mėšle.
5. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, svarbiausia rasti priemones kaip sumažinti CH₄ dujų emisiją, kurios sudaro net apie 90 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje: 78,4 % išgaruoja iš virškinimo procesų ir 12 % iš mėšlo tvarkymo sistemų. Daugiausia metano išgaruoja iš karvių virškinimo sistemų (55,9 %), iš kitų galvijų – 38,9 %, o iš avių net 3,0 %. Metano emisija iš karvių virškinimo sistemų sudaro 43,8 % nuo ŠESD emisijos CO₂ ekv. gyvulininkystėje arba 19,6 % ŠESD emisijos CO₂ ekv. žemės ūkyje, arba tik 4,2 % nuo bendros ŠESD emisijos Lietuvoje.
6. Svarbūs metano šaltiniai yra karvių, kitų galvijų ir kiaulių mėšlas, iš kurių atitinkamai išgaruoja 29,3 %; 29,3% ir 26,5 % nuo bendros metano emisijos iš mėšlo tvarkymo sistemų.
7. N₂O dujos sudaro apie 10 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje. Daugiausia šių dujų išgaruoja tiesiogiai iš tirstojo mėšlo.

2.7. Rekomendacijos Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 01:2009 papildymui

Bendri pasiūlymai

Siūlymas diskusijai. Taisyklės skirtos naujų tvartų statybai arba senų rekonstrukcijai. Galbūt jau būtų tikslinga išimti visą informaciją skirtą saitiniam tvartams, kurie be ateities ir nerekomenduotina statyti naujus saitinius tvartus.

Kad būtų aiškiau, tekste visur naudoti sąvokas: skystasis mėšlas, pusskystis mėšlas, tirštasis mėšlas ir vadovautis šiais sąvokų paaiškinimais:

- *Skystasis mėšlas*- mėšlas, turintis ne daugiau kaip 12 % sausųjų medžiagų;
- *Pusskystis mėšlas* - mėšlas, turintis 12–20 % sausųjų medžiagų;
- *Tirštasis mėšlas*- mėšlas, turintis ne mažiau kaip 20 % sausųjų medžiagų.

Nenaudoti tokių išsireiškimų: „pusskystis (~~bekraikis~~)“, „tirštasis (~~kraikinis~~)“, „tirštasis (~~kraikinis~~) mėšlas, turintis 15–25 % sausų medžiagų“,

ŽŪ TPT 01:2009 punktas	Siūlomi pakeitimai
156. Iš saitinio laikymo tvartų tirštasis (kraikinis) mėšlas šalinamas įrengiant gale perdarynių iki 0,2 m įgilintą atvirą kanalą su transporteriu arba buldozeriu. Skystasis ir pusskystis (bekraikis) mėšlas šalinamas perdarynių gale įrengtu grotelėmis dengtu kanalu transporteriu arba savitaka.	156. Iš saitinio laikymo tvartų tirštasis mėšlas šalinamas įrengiant gale perdarynių iki 0,2 m įgilintą atvirą kanalą su transporteriu arba buldozeriu. Skystasis ir pusskystis mėšlas šalinamas perdarynių gale įrengtu grotelėmis dengtu kanalu transporteriu arba savitaka.
157. Besaičio laikymo tvartuose mėšlas šalinamas: 157.1. tirštasis (kraikinis): – buldozeriu – sekliuose tvartuose; – mobiliais krautuvais – giliuose tvartuose; 157.2. skystasis ir pusskystis (bekraikis) arba su minimaliu kraiko kiekiu mėšlas šalinamas skreperiniais transporteriais, buldozeriais ir kanalais, įrengtais po grotelėmis dengtais mėšlo šalinimo takais. Šiuo atveju kraikas ir pašarai turi būti smulkinti.	157. Besaičio laikymo tvartuose mėšlas šalinamas: 157.1. tirštasis: sekliuose tvartuose – buldozeriu arba transporteriu; giliuose ir pusgiliuose tvartuose – buldozeriu, mobiliu krautuvu; 157.2. skystasis ir pusskystis mėšlas šalinamas skreperiniais transporteriais, buldozeriais ir grotelėmis uždengtais kanalais. Šiuo atveju kraikas turi būti smulkintas.
158. Iš tvarto tirštasis (kraikinis) mėšlas į mėšlidę gali būti tiekiamas transporteriu, buldozeriu, mobiliu krautuvu ar priekaba. Skystasis ir pusskystis (bekraikis) mėšlas – transporteriu arba siurbliu.	158. Iš tvarto tirštasis mėšlas į mėšlidę gali būti tiekiamas transporteriu, buldozeriu, mobiliu krautuvu ar priekaba. Skystasis ir pusskystis mėšlas – transporteriu arba siurbliu.
160. Tirštajam (kraikiniam) mėšlui kaupti turi būti įrengta antžeminė dengta ar atviros aikštelės tipo mėšlidė ir gamybinių nuotekų kauptuvas. Skystajam ir pusskysčiui	160. Tirštajam mėšlui kaupti turi būti įrengta dengta ar atviros aikštelės tipo mėšlidė ir gamybinių nuotekų kauptuvas. Skystajam ir pusskysčiam mėšlui - tik kauptuvas, kuriame kaupiamas visas skystasis mėšlas ir gamybinės nuotekos. Mėšlidžių ir kauptuvų talpa turi atitikti

<p>(bekraikiui) mėšlui tik kauptavas, kuriame kaupiamas visas skystas mėšlas ir gamybinės nuotekos. Mėšlidžių ir kauptuvų talpa turi atitikti Aplinkosaugos reikalavimus mėšlui tvarkyti</p>	<p>Aplinkosaugos reikalavimus mėšlui tvarkyti [7.7].</p>
<p>167. Vidutinis mėšlo drėgnis: – tirštojo (kraikinio) – ne daugiau kaip 85 %; – skystojo (bekraikio) neatskiesto vandeniui – ne daugiau kaip 92 %; – skystojo (bekraikio) atskiesto vandeniui – ne daugiau kaip 98 %.</p>	<p>167. Mėšlo drėgnis: - tirštojo mažiau kaip 80 proc.; - pusskysto 80-88 proc.; - skystojo daugiau kaip 88 proc.</p>
<p>168. Skystasis mėšlas, turintis 7 % ir daugiau sausų medžiagų laikymo metu masės paviršiuje, sudaro plaukiančią pluta, sulaikančią nemalonius kvapus.</p>	<p>168. Skystajame mėšle esant daugiau kaip 7 % sausųjų medžiagų, laikymo metu paviršiuje susidaro pluta, mažinanti dujų emisiją.</p>
<p>170. Mėšlo tankis, t/m³: skystojo – 1; šviežio tirštojo (kraikinio) mėšlo – 0,65–0,75; mėšlidėje susigulėjusio (po 2–6 mėn.) tirštojo (kraikinio) mėšlo – 0,7–0,85; gilaus kraiko tirštojo (kraikinio) mėšlo – 0,95–1,0. Tirštasis (kraikinis) mėšlas, turintis 15–25 % sausų medžiagų, sukrautas į krūvą – slenka, turintis daugiau kaip 25 % sausų medžiagų – neslenka.</p>	<p>170. Mėšlo tankis, t/m³: - skystojo – 1,0; - šviežio tirštojo mėšlo – 0,65–0,75; - mėšlidėje susigulėjusio (po 2–6 mėn.) tirštojo mėšlo – 0,7–0,85; - giliame tvarte tirštojo mėšlo – 0,95–1,0. Mėšlas, turintis 15–25 % sausųjų medžiagų, sukrautas į krūvą – slenka, turintis daugiau kaip 25 % sausų medžiagų – neslenka.</p>
<p>178. Išmetamo į atmosferą amoniako koncentracija aplinkos ore neturi viršyti nustatytų normų (ribinių verčių) [7.12]. Mažinant išmetamo į atmosferą amoniako kiekį ir jo koncentraciją patalpose, būtina: – parinkti pašarus racione su mažesniu baltymų kiekiu, – mažinti patalpose mėšlinų paviršių plotą, – gausiai naudoti kraiką, – laikyti galvijus pussilčiuose arba šaltuose tvartuose. Vienam sąlyginiam gyvuliui (sveriančiam 500 kg) išsiskiria amoniako: – tvarte – 10,0 kg/metus; – mėšlidėje – 12,0 kg/metus.</p>	<p>178. Amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami taikant kompleksines priemones dujų emisijai mažinti iš tvarto, mėšlo šalinimo sistemos, mėšlidės ir trešiant laukus. 178.1. Mažinant amoniako koncentraciją galvijų tvartuose ir emisiją iš jų rekomenduojama: – subalansuoti šėrimo racioną mažinant baltymų kiekį pašaruose; – galvijus grupuoti į panašaus amžiaus, svorio, produktyvumo grupes ir šerti skirtingais racionais; – įrengti nubėgimus ir neleisti šlapimui kauptis takuose ir kituose grindų nelygumuose; – dažniau šalinti skystąjį mėšlą iš tvarto, neleidžiant jam kauptis takuose; – iš seklių tvartų mėšlą šalinti 10-12 kartų per parą; – gausiau naudoti kraiką šlapimui sugerti; – mažinti mėšlu užterštą plotą tvartuose; – esant bekraikei laikymo technologijai, įrengti grotelėmis dengtus kanalus mėšlui surinkti, teršiamas grindis daryti su nuolydžiu šlapimui tekėti į kanalą, iš kanalo mėšlas periodiškai išteka į lauko mėšlidę, kanalo sienas įrengti lygias, prie kurių mėšlas nelimpa; – gerinti betono savybes priedais, mažinančiais betono</p>

	<p>higroskopiskumą;</p> <ul style="list-style-type: none"> – uždaryti poras betono paviršiuje įsigeriančiomis hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančia ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančia nano danga; – optimizuoti tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinį drėgnį ir amoniako koncentraciją; – mažinti vėdinimo intensyvumą tvarte jeigu lauke karšta arba tvarte oro santykinis drėgnis ir CO₂ koncentracija atitinka reikalavimus; – tvartuose reguliuoti oro srautus taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesusidarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo sluoksnio; – mažinti oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotą (tai ypatingai svarbu esant aukštesnėms kaip 20 °C temperatūroms); – mažinti oro temperatūrą tvarte (naudojant dirbtinio rūko arba kitas sistemas); – valyti iš tvartų šalinamą orą biofiltruose (tinka tik tvartuose su priverstine vėdinimo sistema). <p>178.2. Mažinant amoniako emisiją iš mėšlo tvarkymo sistemų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – skirtingai šerti galvijus atskirais laikotarpiais ir šerti mažo baltymingumo pašarais; – laikyti produktyvesnius galvijus; – kraikui naudoti durpes ir rūgštinti mėšlą (mažėja pH); – mažinti šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru (įrengti mėšlo šalinimo kanalus po žeme); – nemaišyti arba kuo kuo mažiau maišyti mėšlą; – mažinti mėšlu užterštą plotą šalia tvartų; – intensyvinti mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.; – mažinti mėšlo paviršiaus drėgnumą; – mėšlo tvarkymo technologijoje naudoti probiotikus. <p>178.3. Mažinant amoniako emisiją iš tirštojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga; – mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis); – palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės); – mėšlo rietuvę krauti kūgio forma, kad nubėgtų krituliai; – palaikyti žemesnę kaip 50 °C temperatūrą mėšlo rietuvėje (į mėšlą įmaišant daugiau šiaudų, kad anglies ir azoto santykis būtų didesnis kaip 40 (C:N>40)). <p>178.4. Mažinant amoniako emisiją iš skystojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – įrengti gilesnę mėšlidę ir mažinti mėšlo paviršiaus plotą; – įrengti požemines mėšlo saugyklas;
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - uždengti mėšlidę sandaria stogo danda; - uždengti mėšlo paviršių smulkintais šiaudais (granulėmis), keramzito granulėmis, durpėmis, aliejumi, brezentu, sintetinė plėvele; - neardyti natūralios plutos mėšlo paviršiuje, kuri susidaro, kai mėšle sausųjų medžiagų yra daugiau kaip 7 % ; - šviežią mėšlą tiekti į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia danga. <p>178.5. Mažinant amoniako emisiją iš mėšlu tręšiant dirvą rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - naudoti skystojo mėšlo ir sрутų tiesioginio įterpimo į ariamąją dirvą technologijas; - kuo greičiau įterpti ant dirvos paviršiaus paskleistą mėšlą; - mėšlą skleisti kai drėgnas oras, mažas vėjo greitis ir ne karšta.
<p>179. Išmetamo į atmosferą sieros vandenilio koncentracija aplinkos ore neturi viršyti nustatytų normų (ribinių verčių) [7.12].</p> <p>Sieros vandenilis išsiskiria maišant ilgai stovėjusį (ilgiau kaip 21 dieną) skystą mėšlą, todėl tokio mėšlo maišymo įrengimai turi būti už tvarto ribų ir atskirti nuo tvarto hidrauline užtvara.</p>	<p>179. Sieros vandenilis, labai nuodingos nemalonus kvapo dujos, (H_2S; $1m^3$ dujų = 1,54 kg) išsiskiria pūvant mėšlo, pašarų baltymams. Sieros vandenilis išsiskiria maišant ilgai stovėjusį skystą mėšlą, todėl tokio mėšlo maišymo įrenginiai turi būti už tvarto ribų ir atskirti nuo tvarto hidrauline užtvara, o iš tvarte po grotomis esančių mėšlo kaupimo talpyklų (kanalų, vonių ir kt.) skystasis mėšlas turi būti šalinamas ne rečiau kaip kas 21 dieną, kol prasideda sieros vandenilio išsiskyrimas iš mėšlo.</p> <p>179.1 Mažinant sieros vandenilio emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mažinti baltymų kiekį pašaruose; - gausiai kreikti guoliavietes; - separuoti mėšlą, atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas; - dažniau šalinti skystąjį mėšlą iš kanalų tvarte.
	<p><i>Siūlomi nauji punktai:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, reikia mažinti metano (CH_4), azoto suboksido (N_2O) emisiją. Svarbiausia mažinti metano dujų išmetimus į atmosferą, nes šių dujų poveikis didžiausias (metano dujos sudaro apie 90 % ŠESD išmetamo kiekio CO_2 ekv. gyvulininkystėje, o azoto suboksido dujos - apie 10 %). 2. Mažinant amoniako emisiją, mažinama azoto suboksido netiesioginiai išmetimai į atmosferą. 3. Pagrindinis metano dujų šaltinis yra virškinimo procesai (atrajotojų žarnyne vykstanti fermentacija), kurių metu išgaruoja apie 85-90 % nuo metano dujų emisijos gyvulininkystėje. Daugiausia CH_4 išgaruoja laikant pieninius galvijus, mėsinius galvijus ir avis. 4. Mažinant metano emisiją iš galvijų virškinimo procesų rekomenduojama: <ul style="list-style-type: none"> - optimizuoti gyvulių mitybos racionus, pridėdant virškinamumą atktyvinančių medžiagų; - galvijus grupuoti į panašaus amžiaus, svorio, produktyvumo grupes ir šerti skirtingais racionais; - įdiegti mechanizuotą-automatizuotą šerimo sistemą ir dažniau šerti galvijus; - laikyti produktyvesnių veislių galvijus;

	<ul style="list-style-type: none"> - gerinti galvijų laikymo sąlygas ir taip didinti jų produktyvumą (mažėja metano emisija produkcijos vienetui pagaminti). Galvijų laikymo sąlygos gerinamos optimizuojant mikroklimatą tvarte, technologinius procesus (šėrimo, vandens tiekimo, melžimo, mėšlo šalinimo) ir jų valdymą, sukuriant tvarte gerą fizinę, psichinę, biologinę ir cheminę aplinką; - automatizuoti melžimą ir dažniau melžti karves: 3-5 kartus per parą. <p>5. Mažinant metano emisiją iš mėšlo tvarkymo sistemų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vengti anaerobinio mėšlo laikymo; - didinti kraiko naudojimą ir mažinti mėšlo drėgnumą; - aeruoti mėšlą (tačiau didės amoniako emisija); - uždengti skystojo mėšlo rezervuarus ir surinkti metano dujas. <p>6. Mažinant azoto suboksido emisiją iš mėšlo tvarkymo sistemų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - galvijus šerti mažo baltymingumo pašarais (mažėja NH₃ ir N₂O emisija iš mėšlo); - mažinti azoto nuostolius iš mėšlo ir mineralinių N trąšų naudojimą; - vengti anaerobinio mėšlo laikymo. <p>7. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, būtina mažinti energijos sąnaudas melžimui, vandens šildymui, pieno aušinimui, vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo siurbliams, vėdinimui, apšvietimui.</p> <p>7.1. Energijos suvartojimas galvijų tvartuose mažinamas įrengiant:</p> <ul style="list-style-type: none"> - šilumos atgavimo sistemą (sumažina iki 55 % energijos sąnaudų vandens šildymui); - dažnio keitiklius melžimo įrangoje (sumažina iki 70 % sąnaudų melžimui); - efektyvų apšvietimą tvarte (sumažina iki 70 % energijos sąnaudų apšvietimui); - natūralią vėdinimo sistemą (optimalaus mikroklimato formavimui sumažina energijos sąnaudas iki 80 %).
<p>197. Galvijai išskiria į aplinką nemalonus kvapus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vienas sąlyginis gyvulys išskiria kvapų –17 OU/s arba 0,5 x 10⁹ OU/metus; - nuo mėšlidėje laikomo mėšlo paviršiaus išsiskiria kvapų – 7–10 OU/(m²·s) arba 0,22 x 10⁹–0,32 x 10⁹ OU/(m²·metus). <p>Kvapų koncentracija tvarte mažinama vėdinant patalpas. Kvapų išsiskyrimas iš mėšlidžių mažinamas mėšlą uždengiant kraiku arba kitomis medžiagomis.</p>	<p>197. Galvijai išskiria į aplinką nemalonus kvapus:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vienas sąlyginis gyvulys išskiria kvapų –17 OU/s arba 0,5 x 10⁹ OU/metus; - nuo mėšlidėje laikomo mėšlo paviršiaus išsiskiria kvapų – 7–10 OU/(m²·s) arba 0,22 x 10⁹–0,32 x 10⁹ OU/(m²·metus). <p>197.1. Mažinant kvapų emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - neleisti šlapimui kauptis grindų paviršiuje; - tuštinimosi zonas vasarą reguliariai purkšti vandeniu, kad ekskrementai slinktų į kanalą; - gerinti betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiskumą, betono paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančia ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančia nano danga; - guoliavietes kreikti gausiai sausais šiaudais arba durpėmis;

	<ul style="list-style-type: none"> – iš kanalų po grotelėmis mėšlą šalinti ne rečiau kaip kas dvi savaites; – mažinti mėšlo pH; – į mėšlą kanaluose įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų; – mažinti tvarto vėdinimo intensyvumą: jei tvarto oro santykinis drėgnis ir anglies dioksido koncentracija atitinka normas; – mažinti tvartų dulketumą; – mažinti oro temperatūrą tvarte; – mėšlą uždengti šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga; – mėšlą separuoti: atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas; – apdoroti mėšlą anaerobinėje aplinkoje.
	<p style="text-align: center;"><u><i>Siūlomi nauji punktai:</i></u></p> <p>1. Tvirtas turi būti tinkamai pastatytas ir jame įrengiama efektyvi vėdinimo sistema. Vasarą kontroliuojamas ir ribojamas tiesioginių saulės spindulių patekimas į tvartą. Tvirtas turi apsaugoti karves nuo šalto žiemos vėjo, lietaus ir sniego, taip pat sudaryti pavėsį nuo karštos vasaros saulės.</p>
<p>203. Pašarams ruošti (smulkinti, maišyti) ir šerti naudojami mobilūs (atskirais atvejais stacionarūs) įrengimų komplektai. Pašarų išdavimo įrengimų talpa turi būti ne mažesnė, kokios reikia pašerti didžiausią galvijų grupę, esančią viename garde.</p>	<p>203. Pašarams ruošti (smulkinti, dozuoti, maišyti) ir šerti naudojami mobilūs arba stacionarūs įrengimų komplektai. Pašarų išdavimo įrengimų talpa turi būti ne mažesnė, kokios reikia pašerti didžiausią galvijų grupę.</p> <p>203.1. Pašarai į šėrimo stalą tiekiami mobiliais vagonėliais (elektrifikuotais arba su vidaus degimo varikliais), pašarų dalytuvais (savaeigiais arba prie traktorių prikabinamais), transporteriais (juostiniais transporteriais įrengtais ėdžių dugne arba virš ėdžių).</p> <p>203.2. Kiekvienam galvijui įrengiama šėrimo vieta prie šėrimo stalo (ėdžių). Jeigu pašarai ėdžiose būna visą laiką, šėrimo vietų skaičius gali būti mažesnis: viena vieta dviem karvėms, o melžiant karves melžimo robotuose – trims karvėms.</p>
<p>204. Kombinuotieji pašarai karvėms (jų dalis) gali būti išduodami automatinėse kompiuterizuotose stotelėse, kurių viena skiriama 25–30 karvių.</p>	<p>204. Pagrindiniu pašaru (silosas, šienas) galvijai šeriami ėdžiose, o kombinuoti pašarai pateikiami mišiniuose su pagrindiniu pašaru arba melžimo robotuose, automatinėse šėrimo stotelėse, mobilija technika išbarstomi ėdžiose. Automatinė šėrimo stotelė skiriama 25–30 karvių.</p>
<p>206. Pieno gamybos ūkiuose karvės melžiamos mechanizuotai.</p> <p>206.1. Vieno melžimo trukmė, su pertraukta melžėjos darbo diena (rytinis ir vakarinis melžimas), gali trukti ne ilgiau kaip 3,5–4 h.</p> <p>206.2. Esant pamaininiam darbo režimui, vieno melžimo trukmė turi būti ne ilgesnė kaip 8 h, melžėjoms keičiantis kas 4h.</p> <p>206.3. Karvių grupė priešmilžio garde turi užtrukti ne ilgiau kaip 1–1,5 h.</p>	<p>206. Pieno gamybos ūkiuose karvės melžiamos mechanizuotai arba automatizuotai. Saitiniuose tvartuose karvės melžiamos į pieno liniją arba nešiojamas melžtuves, palaido laikymo tvartuose – melžimo aikštelėse „eilutė“, „tandem“, „lygiagreti“, „eglutė“, „karuselė“ arba robotuose.</p> <p>206.1. Melžimo aikštelėse karvės grupėmis melžiamos po 2-3 kartus per parą, melžimo robote kiekviena karvė melžiama pagal jai palankiausią grafiką ir gali būti melžiama 2-6 karto per parą: dažniausia vidutiniškai 2,7-3,2 karto.</p> <p>206.2. Karvių grupė priešmilžio garde turi užtrukti ne ilgiau kaip 1–1,5 h.</p> <p>206.3. Skaičiuojant melžimo įrangos poreikį įvertinama, kad per valandą vienas darbuotojas melžimo</p>

	<p>aikštelėje vienoje karvės stovėjimo vietoje gali pamelžti vidutiniškai 4-5 karves (atskiris atvejais, pvz. esant automatizuotiems melžtuvams iki 8);</p> <p>206.4. Vieno bokso melžimo robotas gali pamelžti iki 70 karvių per parą, roboto techninės galimybės leidžia primelžti iki 3500 kg pieno per parą.</p>
<p>208. Pamelžtą pieną išvežant į pieninę kasdien, jis turi būti per 2 h atšaldytas iki 8 °C. Pieną išvežant į pieninę kas antrą dieną, jis turi būti atšaldytas iki 6 °C. Pieną pristatant į pieninę per dvi valandas po melžimo, jį atšaldyti nebūtina. Melžimo aikštelėje pamelžtas pienas, patekdamas į pieno šaldytuvą, būna iki 35 °C temperatūros. Pieno laikymo patalpos ir įranga turi būti apsaugoti nuo pašalinių kvapų.</p>	<p>208. Pamelžtą pieną išvežant į pieno apdorojimo ir perdirbimo įmonę kasdien, jis turi būti per 2 h atšaldytas iki 8 °C. Pieną išvežant kas antrą dieną, jis turi būti atšaldytas iki 6 °C. Pieną pristatant į perdirbimo įmonę per dvi valandas po melžimo, jį atšaldyti nebūtina.</p>
<p>209. Tvirtų kreikimas stambiuose ūkiuose gali būti visiškai (kai kraikas technika tiekiamas tiesiog į guoliavietės) arba iš dalies (kai atvežtas kraikas paskleidžiamas rankiniu būdu) mechanizuotas. Mechanizuotai tvartams kreikti naudojamos priemonės neturi sukelti normas viršijančio dulkių kiekio patalpų ore.</p>	<p>209. Tvirtų kreikimas gali būti visiškai mechanizuotas (kraikas technika tiekiamas į guoliavietes) arba iš dalies mechanizuotas (atvežtas kraikas paskleidžiamas rankiniu būdu). Mechanizuotai tvartams kreikti naudojamos priemonės neturi sukelti normas viršijančio dulkių kiekio patalpų ore.</p>
<p>210. Mėšlas iš tvartų gali būti šalinamas stacionariomis ir mobiliomis priemonėmis.</p> <p>210.1. Saitinio galvijų laikymo tvartuose kraikinis mėšlas šalinamas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – atvirais kanalais buldozeriu arba grandikliniu transporteriu; – bekraikis mėšlas – grotelėmis dengtais kanalais grandikliniais transporteriais arba savitaka. <p>210.2. Besaičio laikymo tvartuose skystas mėšlas iš tvartų šalinamas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – į surinkimo kanalus stacionariais skreperiniais transporteriais, toliau nuplaunant ir persiurbiant į kauptuvus siurbliais; – į surinkimo kanalus mobiliomis priemonėmis, toliau nuplaunant ir persiurbiant į kauptuvus siurbliais; – tvartuose su grotelių grindimis skystas mėšlas kaupiamas kanaluose po grotelėmis, kur jis siurbliais arba maišytuvais maišomas ir persiurbiamas į kauptuvą siurbliais. Tai atliekama už tvarto ribų, mėšlo 	<p>210. Mėšlas iš tvartų gali būti šalinamas stacionariomis ir mobiliomis priemonėmis.</p> <p>210.1. Saitinio galvijų laikymo tvartuose mėšlas šalinamas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – atvirais kanalais pusskystis arba tirštasis mėšlas išstumiamas buldozeriu, grandikliniu arba strypiniu transporteriu; – grotelėmis dengtais kanalais skystasis mėšlas šalinamas grandikliniais transporteriais, savitaka arba recirkuliacija. <p>210.2. Besaičio galvijų laikymo tvartuose skystasis mėšlas šalinamas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – atvirais kanalais-takais išstumiamas stacionariais skreperiniais transporteriais į surinkimo kanalus; – atvirais kanalais-takais išstumiamas mobiliomis priemonėmis į surinkimo kanalus; – grotelėmis dengtais kanalais, kuriuose mėšlas kaupiamas ir periodiškai šalinamas savitaka, recirkuliacija arba išsiurbiamas siurbliais. Mėšlas į kanalą sukrenta per grotelių plyšius, jomis vaikstant ir trypiant mėšlą galvijams, arba grotelių valymui naudojant mobilius robotus arba stacionarius skreperinius transporterius. <p>210.3. Besaičio galvijų laikymo tvartuose tirštasis mėšlas šalinamas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – iš seklių tvartų buldozeriais; – iš pusių ir gilių tvartų buldozeriais arba traktoriais krautuvais.

<p>kelyje į tvartą įrengiant sifoną, kad būtų išvengta kenksmingų dujų susidarymo tvarto ore.</p> <p>210.3. Kraikinis mėšlas šalinamas:</p> <ul style="list-style-type: none"> – iš seklių tvartų buldozeriais; – iš pusgilių ir gilių tvartų – traktoriniais krautuvais. 	
<p>212. Kraikinio mėšlo mėšlidėse pakrovimo–iškrovimo darbai mechanizuojami mobiliais traktoriniais krautuvais (atskiris atvejais stacionariomis krovimo priemonėmis).</p>	<p>212. Tirštojo mėšlo mėšlidėse pakrovimo–iškrovimo darbai atliekami mobiliais traktoriniais krautuvais (atskiris atvejais stacionariomis krovimo priemonėmis).</p>

Siūlomi nauji punktai:

1. Karvidėse taikomos melžimo, pašarų ruošimo ir šėrimo, girdymo, mėšlo tvarkymo automatizuotos sistemos. Ligų prevencijai ir ankstyvai diagnozei, gyvulių aktyvumo, rujos, elgsenos kontrolei taikomos sensorinės gyvulių monitoringo sistemos, 3D vaizdo sistemos. Technologinių procesų kontrolei ir valdymui naudojamos specialios kompiuterinės programos, kurios suteikia galimybes nuotoliniu būdu valdyti tvarte gamybinius procesus.
2. Automatizuotą šėrimo sistemą sudaro du etapai: pašarų ruošimas (pašarų virtuvė) ir pašarų dalijimas. Pašarų mišinius galima ruošti iš iki 21 komponento. Pašarų talpyklos įrengiamos kiekvienai pašarų rūšiai, iš kurių ruošiami mišiniai. Pašarų bunkerių talpa tokia, kad užtektų pašarų 3-5 dienom.
3. Pašarai maišomi stacionaria arba mobilia įranga. Esant stacionariai maišymo sistemai, maišymas ir dalijimas atskirta. Stacionariame maišytuve pašarų ruošimas vyksta nepertraukiamai, iškraunant paruoštą mišinį, maišytuve pradedamas ruošti sekantis racionas. Stacionarių maišytuvų talpa būna nuo 2 m³ iki 50 m³.
4. Mobilis sistema pašarus maišo ir išdalija arba tik išdalija. Dažniausia pašaras maišomas ir vėliau paskleidžiamas ant šėrimo stalo. Mobilios maišymo sistemos būna su horizontaliais arba vertikaliais sraigtais. Jų talpos būna nuo 0,8 m³ mažiems ūkiams ir iki 8,0 m³ dideliems ūkiams. Pašarus dalija vagonėlis, kuris būna ant bėgių pakabintas arba juda taku.
5. Automatizuotos šėrimo sistemos stambiaisiais pašarais ir pašarų mišiniais galvijus šeria grupėmis. Šėrimas organizuojamas šeriant iki 15 grupių karvių. Karvės šeriamos pagal jų poreikį, šeriamos dažniau (iki 8-10 kartų per parą), ėdžiose visada yra šviežias pašaras, gyvuliai geriau įsisavina pašarą, nėra konkurencijos tarp gyvulių dėl pašaro, efektyviau panaudojami pašarai.
6. Taikomi įvairūs pašarų ruošimo ir šėrimo automatizavimo lygiai:
 - pašarai į stacionarų pašarų maišytuvą kraunami įprastomis mechaninėmis priemonėmis, valdomomis žmogaus. Maišytuve pašarai susmulkinami ir išmaišomi. Paruoštas mišinys transporteriu tiekiamas į dalytuvą, kuris išdalija pašarą ėdžiose;
 - stambieji pašarai į stacionarų pašarų maišytuvą kraunami įprastomis mechaninėmis priemonėmis, o koncentruotieji pašarai ir įvairūs priedai tiekiami automatizuota sistema. Esant automatizuotai kontrolei pašarai maišomi, paruošiami jų mišiniai ir išdalijami;
 - esant pilnai automatinei pašarų ruošimo ir dalijimo sistemai, automatiškai kontroliuojamas ir valdomas tikslus pašarų sukrovimas į maišytuvą, maišymo procesas ir paruošto mišinio išdalijimas.

7. Automatiniai melžimo robotai diegiami su vienu arba su keliais melžimo boksais.
 - 7.1. Vieno melžimo bokso sistema – tai „tandem“ tipo melžimo boksas su roboto ranka ir jutiklių sistema. Per parą robotas melžia 20–22 valandas, melžia iki 210 kartų, karves melžiant 2,7–3,2 karto per parą, pamelžia iki 70 karvių.
 - 7.2. Daugiaboksinė melžimo sistema – viena roboto ranka aptarnauja 2–4 karves, kurios, kaip ir „tandem“ tipo melžimo aikštelėje, stovi viena paskui kitą. Šalia jų važinėja roboto ranka ir aptarnauja melžiamas karves. Su dviem melžimo boksais galima pamelžti iki 110 karvių, su trimis – iki 145 karvių, su keturiais – iki 180 karvių.

8. Automatinė melžimo sistema (AMS) atlieka šias funkcijas:
 - atpažįsta gyvulį;
 - pateikia kombinuotuosius pašarus (tai skatina gyvulį lankyti melžimo bokšą);
 - valo ir masažuoja tešmenį. Naudojamas vienas didelis šepetys arba priešingomis kryptimis besisukantys du šepėčiai, arba melžikis (ši sistema turi penktą valymui skirtą melžiklį);
 - matuoja pieno srautą iš kiekvieno tešmens ketvirčio;
 - individualiai nuima kiekvieną melžiklį;
 - apipurškia ir dezinfekuoja spenius;
 - plauna melžikius;
 - kaupia duomenis apie melžimo eigą.
9. AMS matuoja ir saugo šiuos melžimo parametrus:
 - melžimo laiką;
 - melžimo trukmę;
 - melžimo dažnumą;
 - trukmę tarp melžimų;
 - melžiklių uždėjimo trukmę;
 - melžiklių nukritimų, nepasisekusių melžimų skaičių;
 - pieno kiekį (iš ketvirčio, vieno melžimo, per dieną, per metus ir t. t.);
 - pieno temperatūrą, laidumą, spalvą, somatinių ląstelių skaičių;
 - suėstų kombinuotųjų pašarų kiekį.
10. Automatizuoto melžimo sistema grindžiama gyvulių noru paėsti. Siekiant priversti karves reguliariai eiti į melžimo boksus robote, tvarte diegiamos įvairios bandos valdymo strategijos: laisvas karvių judėjimas; reguliuojamas (priverstinis) karvių judėjimas; reguliuojamas-laisvas karvių judėjimas
 - 10.1. Laisvas karvių judėjimas: karvės bet kuriuo metu laisvai gali prieiti prie guoliaviečių, ėdžių ir melžimo roboto. Karvė kada nori ėda, guli ar eina į melžimo robotą, t. y. karvė pati nusprendžia, kada ir kaip dažnai reikia melžtis. Dažniausiai apie 25 proc. karvių reikia suvartyti melžimui, todėl būtina dažnai kontroliuoti, ar karvės reguliariai melžiamos.
 - 10.2. Reguluojamas (priverstinis) karvių judėjimas: tvarte ėdžios atskirtos nuo guoliaviečių ir karvės prie ėdžių (šėrimo stalo) gali patekti tik per selektinius vartus, įrengtus prieš melžimo robotą. Karvė čia identifikuojama, nustatoma, kiek praėjo laiko nuo paskutinio melžimo, ir pagal tai gyvulys nukreipiamas į melžimo robotą arba į šėrimo taką.
 - 10.3. Reguluojamas-laisvas karvių judėjimas: panaši į reguliuojamo judėjimo sistemą. Tvarte įrengiami papildomi vartai, kuriuose identifikuojamos karvės. Per juos karvės, kurių nereikia melžti, gali tiesiai iš gulėjimo vietos patekti prie ėdžių.
11. Karvidės automatizuojamos kompleksiskai apimant visus procesus tvarte arba etapais: pirmiausia automatizuojamas melžimas, vėliau pašarų ruošimas ir šėrimas, mėšlo tvarkymas.

2.8.Rekomendacijos galvijų laikymo vietų eksploatavimo bendrosioms taisyklėms

1. Eksploatuojant galvijų fermas, reikia:

- sudaryti geras galvijų laikymo sąlygas, sukuriant tvarte gerą fizinę, psichinę, biologinę ir cheminę aplinką;
- didinti galvijų produktyvumą;
- užtikrinti gerą produkcijos kokybę;
- mažinti darbo sąnaudas ir darbo krūvį žmonėms;
- mažinti oro taršą ir poveikį klimatui;
- mažinti energijos sąnaudas;
- mažinti išlaidas.

2. Darbo sąnaudos ir darbo krūvis mažinamas, darbo fermose patrauklumas didinamas, automatizuojant darbo procesus, tvartuose įdarbinant robotus, diegiant skaitmenines sistemas, didinant naudojamos įrangos efektyvumą, darbo našumą.

3. Galvijų produktyvumas didinamas gerinant laikymo sąlygas, optimizuojant gyvūnų elgseną, laikymo higieną, sudarant optimalų mikroklimatą.

4. Aplinkos tarša mažinama nekenkiant gyvulių gerovei, t.y. mažinant aplinkos taršą, reikia gerinti ir gyvulių laikymo sąlygas. Reikia taikyti įvairias priemones amoniako emisijai mažinti.

4.1. Amoniako emisija mažinama visuose mėšlo tvarkymo etapuose: tvartuose, mėšlo laikymo įrenginiuose, transportuojant ir mėšlą įterpiančiam dirvą.

4.2. Amoniako emisija iš mėšlo mažinama kontroliuojant svarbiausius veiksnius, įtakančius dujų garavimo intensyvumą: mažinant temperatūrą, mažinant oro greitį virš mėšlo, mažinant mėšlo paviršiaus drėgnumą, intensyvinant plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje, mažinant baltymų kiekį mėšle.

4.3. Amoniako emisija mažinama taikant technologines priemones:

- galvijus grupuojant į panašaus amžiaus, svorio, produktyvumo grupes ir šeriant skirtingais racionalais;
- įrengiant nubėgimus ir neleidžiant šlapimui kauptis takuose ir kituose grindų nelygumuose;
- dažniau šalinant skystąjį mėšlą iš tvarto, neleidžiant jam kauptis takuose;
- iš seklių tvartų mėšlą šalinant 6-10 kartų per parą;
- gausiau naudojant kraiką šlapimui sugerti;
- kraikui naudojant durpes ir rūgštinant mėšlą (mažėja pH);
- mažinant mėšlu užterštą plotą tvartuose ir šalia jų;
- esant bekrizei laikymo technologijai, įrengiami grotelėmis dengti kanalai mėšlui surinkti, teršiamos grindys daromos su nuolydžiu šlapimui tekėti į kanalą, iš kanalo mėšlas periodiškai išteka į lauko mėšlidę, kanalo sienos įrengiamos lygios, prie kurių mėšlas nelimpa;
- gerinant betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopškumą;
- uždarant poras betono paviršiuje įsigeriančiomis hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančia ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančia nano danga;
- mažinant šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru (įrengiant mėšlo šalinimo kanalus po žeme);
- optimizuojant tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinę drėgnį ir amoniako koncentraciją;
- mažinant vėdinimo intensyvumą tvarte jeigu lauke karšta arba tvarte oro santykinis drėgnis ir CO₂ koncentracija atitinka reikalavimus;
- tvartuose reguliuojant oro srautus taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesudarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo

- sluoksniu;
- mažinant oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotiną (tai ypatingai svarbu esant aukštesnėm kaip 20 °C temperatūroms);
- mažinant oro temperatūrą tvarte (naudojant dirbtinio rūko arba kitas sistemas);
- nemaišant arba kuo kuo mažiau maišant mėšlą;
- intensyvinant mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.;
- mėšlo tvarkymo technologijoje naudojant probiotikus.

5. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, reikia mažinti metano (CH₄), azoto suboksido (N₂O) emisiją. Svarbiausia mažinti metano dujų išmetimus į atmosferą, nes šių dujų poveikis didžiausias (metano dujos sudaro apie 90 % ŠESD kiekio CO₂ ekv. gyvulininkystėje, o azoto suboksido dujos - apie 10 %). Metano daugiausia (apie 78 %) išgaruoja iš virškinimo procesų ir 12 % iš mėšlo tvarkymo sistemų.

5.1. Metano emisija mažinama:

- optimizuojant gyvulių mitybos racionus, pridėdant virškinamumą atktyvinančių medžiagų;
- galvijus grupuojant į panašaus amžiaus, svorio, produktyvumo grupes ir šeriant skirtingais racionais;
- įdiegiant mechanizuotą-automatizuotą šėrimo sistemą ir dažniau šeriant galvijus;
- laikant produktyvesnių veislių galvijus;
- gerinant galvijų laikymo sąlygas ir taip didinant jų produktyvumą (mažėja metano emisija produkcijos vienetui pagaminti). Galvijų laikymo sąlygos gerinamos optimizuojant mikroklimatą tvarte, technologinius procesus (šėrimo, vandens tiekimo, melžimo, mėšlo šalinimo) ir jų valdymą, sukuriant tvarte gerą fizinę, psichinę, biologinę ir cheminę aplinką;
- automatizuojant melžimą ir dažniau melžiant karves: 3-5 kartus per parą;
- uždengiant skystojo mėšlo rezervuarus ir surenkant metano dujas;
- galvijus šeriant mažo baltymingumo pašarais (mažėja NH₃ ir N₂O emisija iš mėšlo);
- mažinant azoto nuostolius iš mėšlo ir mineralinių N trąšų naudojimą;
- vengiant anaerobinio mėšlo laikymo.

6. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, būtina mažinti energijos sąnaudas melžimui, vandens šildymui, pieno aušinimui, vandens tiekimo ir nuotekų šalinimo siurbliams, vėdinimui, apšvietimui. Energijos suvartojimas galvijų tvartuose mažinamas įrengiant:

- šilumos atgavimo sistemą (sumažina iki 55 % energijos sąnaudų vandens šildymui);
- dažnio keitiklius melžimo įrangoje (sumažina iki 70 % sąnaudų melžimui);
- efektyvų apšvietimą tvarte (sumažina iki 70 % energijos sąnaudų apšvietimui);
- natūralią vėdinimo sistemą (optimalaus mikroklimato formavimui sumažina energijos sąnaudas iki 80 %).

7. Tvartuose geras mikroklimatas formuojamas visais metų laikais, optimaliai reguliuojant natūralią vėdinimo sistemą.

7.1. Karvidės intensyviai vėdinamos visais metų laikais. Svarbus vėdinimo intensyvumo rodiklis yra oro temperatūros tvarte ir lauke skirtumas. Kai jis didelis, yra pavojus, kad bus didelė ir CO₂ koncentracija, didelis oro santykinis drėgnis, o išorinių atitvarų vidinis paviršius rasos.

7.2. Optimali oro temperatūra karvidėje yra nuo –7 °C iki +23 °C. Temperatūrą karvidėse apsprendžia pastato šilumos balansas (galima temperatūra) ir vandens garų nesikondensavimo ant išorinių atitvarų vidinio paviršiaus sąlyga (leistina temperatūra).

7.3. Tvarto paskirtis yra sukurti geras sąlygas gyvuliams, tvarte oras turi būti švarus. Tvarte būtina įrengti efektyvią vėdinimo sistemą ir tinkamai ją valdyti. Vasarą kontroliuojamas

ir ribojamas tiesioginių saulės spindulių patekimas į tvartą. Karvidės turi apsaugoti karves nuo šalto žiemos vėjo, lietaus ir sniego, taip pat sudaryti pavėšį nuo karštos vasaros saulės. Tvarto stogo konstrukcija turi atlaikyti stogo dangą, vėjo jėgas ir sniegą. Stogas turi būti sandarus, ilgaamžis ir tvirtas.

7.4. Vėdinimo sistema privalo palaikyti gerą mikroklimatą tvarte: pašalinti perteklinę drėgmę, bei kontroliuoti kondensaciją. Tvarčius reikia intensyviai vėdinti. Šaltuoju laikotarpiu leistinas mažiausias vėdinimo intensyvumas $90 \text{ m}^3/\text{h}$ karvei. Tikrai ekstremaliais atvejais, kai oro temperatūra lauke labai žema ir vėjo greitis didelis, ortakius reikia pridaryti, bet visiškai jų uždaryti negalima. Rekomenduotinas vėdinimo intensyvumas $600\text{-}700 \text{ kg}$ sveriančiai karvei yra:

- žiemą – $102\text{-}119 \text{ m}^3/\text{h}$;
- pavasarį ir rudenį – $210\text{-}245 \text{ m}^3/\text{h}$;
- vasarą – $402\text{-}490 \text{ m}^3/\text{h}$.

7.5. Karvidę reikia efektyviai vėdinti: į tvartą tolygiai per šonines sienas turi įeiti pakankamai šviežio ir švaraus oro. Oras į tvartą turi pateikti nedideliu greičiu ir žiemą per daug neatšaldyti gyvulių. Gyvulių zonoje oro judėjimo greitis turi būti tik $0,15\text{-}0,5 \text{ m/s}$, o vasarą iki $4,0 \text{ m/s}$.

7.6. Šaltuoju laikotarpiu, t.y. kai lauke oro temperatūra mažesnė už $0 \text{ }^\circ\text{C}$, šaltą karvidę reikia taip vėdinti, kad oro temperatūrų skirtumas karvidėje ir lauke būtų apie 4°C . Esant tokiam vėdinimo intensyvumui, karvidėje oras bus sausiausias. Pridarius vėdinimo plyšius ir sumažinus vėdinimo intensyvumą, temperatūrų skirtumas padidės iki $6,5 \text{ }^\circ\text{C}$, o oro santykinis drėgnis karvidėje bus panašus kaip ir lauke. Per daug uždarius vėdinimo angas ir temperatūrų skirtumui padidėjus iki $8,5 \text{ }^\circ\text{C}$, oro santykinis drėgnis šaltoje karvidėje bus jau apie 100% .

7.7. Optimalus temperatūrų skirtumas apšiltintu stogu karvidėje ir lauke yra $6\text{-}7 \text{ }^\circ\text{C}$. Pusšiltę karvidę reikia vėdinti tokiu intensyvumu, kad temperatūrų skirtumas tvarte ir lauke būtų ne didesnis kaip $11 \text{ }^\circ\text{C}$. Mažinant vėdinimo intensyvumą ir temperatūrų skirtumui padidėjus iki $14 \text{ }^\circ\text{C}$, karvidėje oro drėgnis bus apie 100% . Dėl šilumos akumuliacinių procesų statybinėse konstrukcijose ir įrangoje, temperatūrų tarp karvidės ir lauko oro skirtumas gali būti ir truputį didesnis, ypač kai staigiai krenta lauko oro temperatūra.

7.8. Karvidę uždengus skarda, tvarte palaikyti gerą mikroklimatą ir neleisti susidaryti daug kondensato ant stogo dangos galima sudarant tokį vėdinimo intensyvumą kuris palaiko $3\text{-}4 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrų skirtumą tvarte ir lauke. Esant dideliame temperatūros svyravimui lauke, nedidelio vandens garų kondensato ant skardinės stogo dangos neišvengsime.

7.9. Karvidę uždengus šiferiu, tvarte palaikyti gerą mikroklimatą ir neleisti susidaryti kondensatui ant stogo dangos galima sudarant tokį vėdinimo intensyvumą kuris palaiko ne didesnę kaip $4\text{-}6,5 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrų skirtumą tvarte ir lauke.

7.10. Karvidės stogą apšiltinus, tvarte palaikyti gerą mikroklimatą ir neleisti susidaryti kondensatui ant stogo dangos galima sudarant tokį vėdinimo intensyvumą kuris palaiko ne didesnę kaip $8\text{-}11 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatūrų skirtumą tvarte ir lauke.

7.11. Lietuvoje karves galima sėkmingai laikyti šaltuose tvartuose. Šaltų karvidžių stogo dangai geriausia tinka šiferis. Galima dengti ir skarda, tačiau tada reikia intensyviau vėdinti tvartą. Kada reikia apšiltinti karvidės stogą, priklauso nuo karvių laikymo technologijos. Rekomenduotina stogą apšiltinti jeigu karvės melžiamos robotais, taikoma bekrainė technologija ir takuose įrengtos grotelės.

7.12. Kad vėdinimo intensyvumas karvidėje būtų pakankamas, būtina įrengti reikiamo dydžio plyšius orui tiekti ir šalinti iš karvidės. Gyvuliui, kurio bendrosios šilumos srautas vienas kilovatas ($1,0 \text{ kW}$ šilumos srautą išskiria 500 kg masės karvė, duodanti 18 kg per parą pieno), kraigo plyšio savitasis plotas $0,12\text{-}0,14 \text{ m}^2/\text{kW}$. Šviežiam orui įeiti plyšių plotas kinta nuo $0,04 \text{ m}^2/\text{kW}$ (kai oro temperatūra $-20 \text{ }^\circ\text{C}$) iki $0,24 \text{ m}^2/\text{kW}$ (gyvuliui), esant oro temperatūrai $25 \text{ }^\circ\text{C}$ karščio.

8. Mėšlas turi būti tvarkomas taip, kad būtų išvengta paviršinio ir požeminio vandens taršos, būtų kuo mažesnė oro tarša ir nemalonių kvapų sklaidimas.

8.1. Tirštasis mėšlas turi būti kaupiamas tvartuose, mėšlidėse, tirštojo mėšlo rietuvėse prie tvarto arba rietuvėse tręšiamuose laukuose.

8.1.1. Tirštąjį mėšlą kaupiant tvarte turi tilpti ne mažiau kaip 6 mėnesių mėšlas. Tada šalia tvarto mėšlidė nebūtina.

8.1.2. Įrengiama tirštojo mėšlo mėšlidė, kurią sudaro aikštelė mėšlui kaupti ir šalia jos srutų rezervuaras. Mėšlidėje ir srutų kauptuve turi būti įrengtas užtikrinantis visą eksploataavimo laikotarpį sandarumą hidroizoliacinis sluoksnis. Amoniakų emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami:

- uždengiant mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga;
- mažinant mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis);
- palaikant didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės);
- mėšlo rietuvę kraunant kūgio forma, kad nubėgtų krituliai;
- palaikant žemesnę kaip 50 °C temperatūrą mėšlo rietuvėje (į mėšlą įmaišant daugiau šiaudų, kad anglies ir azoto santykis būtų didesnis kaip 40 (C:N>40).

8.1.3. Tirštasis mėšlas gali būti kaupiamas mėšlo rietuvėse prie tvarto laikantis reikalavimų:

- leidžiama ūkiams, kurie laiko iki 50 SG;
- mėšlo rietuvei prie tvarto parenkama vieta, kurios neapsemia paviršiniai vandenys;
- pirmiausia įrengiamas nelaidus ir sandarus hidroizoliacinis sluoksnis;
- įrengiamas ne žemesnis kaip 40 cm aukščio žemės pylimas, saugantis, kad srutos netekėtų į aplinką;
- sukrautas mėšlas rietuvėje uždengiamas (dengti nebūtina rietuves vienkiemiuose).

8.1.4. Tirštasis mėšlas gali būti kaupiamas rietuvėse mėšlu tręšiamuose laukuose, laikantis šių reikalavimų:

- rietuvės įrengiamos tik laukuose, kurie bus tręšiami;
- mėšlo kiekis rietuvėse negali viršyti tam laukui tręšti leidžiamo panaudoti mėšlo kiekio;
- vieta laukuose mėšlui laikyti parenkama ne arčiau kaip 100 m nuo gyvenamosios ir (ar) visuomeninės paskirties objektų;
- vieta laukuose parenkama neapsemiamame paviršinių vandenių (liūčių, potvynių metu);
- draudžiama įrengti rietuves arčiau kaip 25 m nuo vandens telkinio kranto linijos, o kai yra pakrantės šlaitas nuo jo viršutinės briaunos ir arčiau kaip 5 m iki melioracijos griovio šlaito viršutinės briaunos;
- prieš kraunant mėšlą, pirmiausia ant dirvos paviršiaus suformuojamas durpių arba smulkintų šiaudų pasluoksnis srutomis ar skysčiams iš mėšlo sugerti. Šis pasluoksnis visu perimetru turi būti platesnis už mėšlo rietuvę, aiškiai matomas;
- rietuvė apjuosama ne žemesniu kaip 40 cm aukščio žemės pylimu, kuris apsaugo, kad visą mėšlo saugojimo laikotarpį srutos neištekėtų už jo ribų;
- mėšlas laikomas ne ilgiau kaip 6 mėnesius.

8.2. Skystąjį mėšlą kaupiant kauptuvuose, amoniakų emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami:

- įrengiant gilesnę mėšlidę ir mažinant mėšlo paviršiaus plotą;
- mėšlidę dengiant sandaria stogo danga;
- neardant mėšlo paviršiuje susidariusios plutos;
- mėšlą dengiant plaukiojančiomis dangomis (smulkintais šiaudais (palaidi arba granulės), durpėmis, medžio pjuvenomis, keramzito granulėmis, aliejumi, sintetinė plėvele ir kt.);
- šviežią mėšlą tiekiant į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia danga;
- naudojant papildomas kvapus mažinančias priemones (pvz., probiotikai)

8.3. Mėšlo ir srutų naudojimas laukams tręšti, išvengiant paviršinio ir požeminio vandens taršos, bei mažinant oro taršą ir nemalonių kvapų sklaidimą:

- per kalendorinius metus į dirvą patenkančio azoto (tręšiant mėšlu, srutomis ir ganant gyvulius) kiekis negali viršyti 170 kg hektarui;
- draudžiama mėšlu ir (ar) srutomis tręšti dirvą nuo lapkričio 15 d. iki balandžio 1 d., išskyrus atvejus, kai ministerija priima sprendimą dėl datos pakeitimo. Visais atvejais draudžiama mėšlą skleisti ant įšalusios, įmirkusios, užtvindytos ir apsnigtos žemės;
- draudžiama mėšlą ir (ar) srutas skleisti nuo birželio 15 d. iki rugpjūčio 1 d., išskyrus tręšiant pūdymus, pievas, ganyklas ir plotus, kuriuose bus auginami žiemkenčiai. Auginant kukurūzų pasėlius draudžiama tręšti nuo liepos 10 d. iki rugpjūčio 1 d., jei srutos ir skystasis mėšlas paskleidžiami srutvežiu su žarniniais skleistuvais;
- draudžiama skystąjį mėšlą ir (ar) srutas skleisti šeštadieniais, sekmadieniais ir valstybinių švenčių dienomis arčiau kaip per 100 m nuo gyvenamojo namo be gyventojų rašytinio sutikimo ir 300 m nuo miesto, miestelio arba kaimo teritorijos ribos be seniūnijos seniūno rašytinio sutikimo;
- draudžiama skystąjį mėšlą ir (ar) srutas skleisti arčiau kaip 2 m iki melioracijos griovių viršutinių briaunų.
- asmuo, tręšiantis mėšlu daugiau kaip 30 ha žemės ūkio naudmenų per kalendorinius metus, privalo turėti tręšimo planą ir jį vykdyti;
- tręšimui mėšlu ir (ar) srutomis naudojama specialiai tam skirta techniškai tvarkinga ir saugi technika;
- rekomenduojama mėšlą ir srutas skleisti esant kuo mažesniai vėjo greičiui ir žemesnei oro temperatūrai;
- tręšimui skystuoju mėšlu ir (ar) srutomis turi būti naudojamos tiesioginio įterpimo į dirvą technologijos, jeigu netaikomos kitos moksliskai pagrįstos amoniako išsiskyrimą į aplinką mažinančios priemonės (pvz. srutų rūgštinimas, paskleistų srutų ar mėšlo įterpimas (suarimas ar sukultivavimas) nedelsiant);
- paskleistas ant dirvos paviršiaus mėšlas ir (ar) srutos turi būti įterpiamos į dirvožemį (suariama ar sukultivuojama) kaip įmanoma greičiau.

2.9. Informacijos šaltinių sąrašas

1. Angrecka S., Herbut P., Nawalany G., Sokołowski P., 2017. The impact of localization and barn type on insolation of sidewall stalls during summer. *Journal of Ecological Engineering*, Vol. 18 (4), p. 60–66.
2. Aplinkosaugos reikalavimai mėšlui tvarkyti. Patvirtinta Lietuvos Respublikos aplinkos ministro ir Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2005 liepos 14 d. įsakymu Nr. D1–367/3D–342., (Žin., 2005, Nr. 92–3434). 2019 m. naujos redakcijos projektas.
3. Bagdonienė I., Bleizgys R., 2014. Ammonia emissions from dairy cattle manure under variable ventilation rates. *Annals of animal science*, Vol. 14, Is. 1, p. 141-151.
4. Bleizgys R., Bagdoniene I., 2016. Control of ammonia air pollution through the management of thermal processes in cowsheds. *Science of the total environment*, Vol. 568, p. 990-997.
5. Bleizgys R., Bagdonienė I., Baležtienė L., 2013. Reduction of the Livestock Ammonia Emission under the Changing Temperature during the Initial Manure Nitrogen Biomineralization. *The Scientific World Journal*, Vol. 2013, p. 1-7.
6. Bleizgys R., Baležtienė L., 2014. Assessments of biogenic gas emission processes in cowsheds. *Polish Journal of Environmental Studies*, Vol. 23, No. 4, p. 1107-1114.
7. Bleizgys R., Čėsna J. Gyvulininkystės technologijų inžinerija. Mokomoji knyga. Kaunas, Akademija, 2012, 86 p.
8. Bleizgys R., Čėsna J., 2013. Research of Microclimate in Dairy Cattle and Pig Buildings. *Rural development 2013*, Vol. 6, b. 3, p. 20-24.
9. Bleizgys R., Mažeikienė R., 2017. Reduction of ammonia emissions from cattle manure using biopreparations. Assessment of Properties of Coarse-Energy Plants. *Rural Development 2017: Bioeconomy Challenges: Proceedings of the 8th International Scientific Conference*. Aleksandras Stulginskis University, p. 209-214.
10. Bleizgys R., Naujokienė V. Patentas Lietuvos patentų biure LT6472B. 2017. Pavadinimas „Amoniako emisijos mažinimo būdas gyvulininkystėje“.
11. Bleizgys R., et al., 2000. Air protection and cows welfare in uninsulated building. Problemy intensyfikacji produkcji zwierzecej z uwzględnieniem ochrony środowiska i przepisów UE. *VI Międzynarodowa Konferencja Naukowa*, Warszawa, Poland, p. 311–317
12. Caenegem L. V., Wechsler B., 2000. Stallklimawerte und ihre Berechnung. *FAT. Tānikon TG*. S. 89.
13. Feiza ir kt., 2019. Gerosios žemės ūkio praktikos kodeksas, kurio taikymas mažintų neigiamą žemės ūkio poveikį dirvožemiui, vandeniui, orui ir klimatui. Vilnius, 205 p.
14. Hilty R., Kaufman R., Caenegem L., 2003. Building for cattle husbandry: Yearbook Agricultural Engineering. *VDMA Landtechnik* 14, p. 163-170.
15. Huang D., Guo H., 2017. Diurnal and seasonal variations of odor and gas emissions from a naturally ventilated free-stall dairy barn on the Canadian Prairies. *Journal of the air & waste management association*, Vol. 67 (10), p. 1092–1105
16. Hristov A. N., et al., 2011. Review: Ammonia emissions from dairy farms and beef feedlots. *Canadian Journal of Animal Science*, Vol. 91, p. 1–35.
17. Yi Q., Zhang G., König M., Janke D., Hempel S., Amon T., 2018. Investigation of discharge coefficient for wind-driven naturally ventilated dairy barns. *Energy and Buildings*, 165 (15), p. 132-140.
18. Kavolėlis B., 2003. Tvarto mikroklimatas. Akademija, 53 p.
19. Kavolėlis B., 2004. Amoniako emisija karvidėse. *Žemės ūkio mokslai*. Nr.1, p. 46.
20. Kavolėlis B., 2006. Galvijų fermų technologinio projektavimo taisyklės ir patarimai. LŽŪU, p. 32–70.
21. Kavolėlis B., Bleizgys R., Čėsna J., 2009. Karvidės optimalus temperatūrinis- drėgmės režimas. *Žemės ūkio inžinerija*, Nr. 41(1-2), p. 126-137.
22. Krastev K., 2015. Ecological assessment of season dynamics of microclimate in a building for 200 cows. *Bulgarian Journal of Animal Husbandry*, p. 37-41.
23. Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019. Vilnius, 2019, p. 565.
24. Licitra G., Hernandez T.M., Van Soest P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractions of ruminal feeds, *Anim.Feed Sei. Technol.*, 57, p. 347-358.

25. Pajumagi A., Poikalainen V., Veerma I., Praks J., 2008. Spatial distribution of air temperature as a measure of ventilation efficiency in large uninsulated cowshed. *Building and Environment* 43, p. 1016–1022.
26. Pažangaus ūkininkavimo taisyklės ir patarimai. Lietuvos žemės ūkio ministerija. Vilainiai. 2007. 38 p.
27. Petokaitis M., Bleizgys R., 2017. Oro taršos amoniako dujomis kontrolė, naudojant biodangas mėšlui. *Agroinžinerija ir energetika*, Nr. 22, p. 104-110.
28. Piatkowski B., Voigt J., 1990. Vorhersage der Grobfutteraufnahme für Rinder und Schafe, *Tierzucht* 44, p. 348-350.
29. Philippe F., Cabaraux J., Nicks B., 2011. Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Ecosystems & Environment*, Vol. 141(3–4), p. 245–260.
30. Rasmussen M. D., Blom J. Y., Nielsen H. L. A. Justesen P., 2001. The impact of automatic milking on udder health. *Proceedings of the 2nd International Symposium on Mastitis and Milk Quantity*, p. 397–400.
31. Richard W., Steinhöfel O., 2000. Untersuchungen zu Rohproteinfraktionen in Grundfuttermitteln, VDLUFA-Schriftenreihe, 55, Teil III, S. 9-15.
32. Rodehutsord M., Lengerken, J., Peterhänsel M., 2003. Ernährung. In: Fahr, R.-D. & von Lengerken, G. (Hrsg.) *Milcherzeugung: Grundlagen, Prozesse, Qualitätssicherung*. Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt a. M., p. 293-365.
33. Rozga R., Bleizgys R., 2018. Optimalaus mikroklimato formavimas mėšinių galvijų tvarte. *Agroinžinerija ir energetika*, Nr. 23, p. 110-114.
34. Sanz A., et al., 2010. Use of an inverse dispersion technique for estimating ammonia emission from surface-applied slurry. *Atmospheric Environment*, Vol. 44, p. 999–1002.
35. Shannak S., Sudekum K.H., Susenbeth A., 2000. Estimation ruminal crude protein degradation with in situ and chemical fractionation procedures. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 85, p. 195-214.
36. Shi Y., et al., 2001. Surface amendments to minimize ammonia emissions from beef cattle feedlots. *Transactions of the ASAE. American Society of Agricultural Engineers*, Vol. 44(3), p. 677–682.
37. Sommer S. G., et al., 2006. Algorithms determining ammonia emission from buildings housing cattle and pigs and from manure stores. *Advances in Agronomy*, Vol. 89, p. 261–335.
38. Teye K. F., et al., 2008. Microclimate and ventilation in Estonian and Finnish dairy buildings. *Energy and Buildings*, Vol. 40(7), p. 1194–1201.
39. Teye F.K., 2008. Microclimate and gas emissions in dairy buildings: Instrumentation, theory and measurements. Doctoral Thesis, University of Helsinki, Helsinki, p. 65.
40. Zhang G., et al., 2008. Emission effects of three different ventilation control strategies – a scale model study. *Biosystems Engineering*, Vol. 100(1), p. 96–104.
41. Zhao L.Y., Bruger M.F., Manuron R.B., 2007. Variations of air quality of New Ohio dairy facilities with natural ventilation systems. *Applied Engineering in Agriculture* 23(3), p. 339-346.
42. ŽŪ TPT 01:2009. Galvijų pastatų technologinio projektavimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2009 m. rugpjūčio 21 d. įsakymu Nr. 3D–602.

3.KIAULIŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ

3.1. Kiaulių gerovė ir sveikatingumas

Pasaulinė gyvūnų sveikatos organizacija (PGSO) 2008 m. pateikė šią gyvūnų gerovės apibrėžtį: „Gyvūno gerovė yra pakankama, jeigu jis yra sveikas, jam patogiu, jis tinkamai pasimaitinęs, saugus, gali elgtis pagal savo natūralią prigimtį ir jeigu jo nevargina nemaloni būseną, kaip antai skausmas, baimė ar stresas“.

Kiaulių gerovės ir sveikatingumo problemos ekologiniuose ūkiuose skiriasi nuo įprastų, intensyviai kiaules auginančių ūkių. Ekologiniuose ūkiuose yra mažesnis gyvulių tankumas, teikiami geros kokybės ekologiniai pašarai, sudaromos sąlygos išreikšti natūralią rūšiai būdingą elgseną, tačiau susirgimų ekologiniuose ūkiuose taip pat pasitaiko. Früh B. ir kt. mokslininkų nustatyta, kad ekologiniuose ūkiuose auginamoms kiaulėms dažniausiai pasitaiko kepenų patologiniai pakitimai - vidutiniškai 32 proc. tiriamųjų kiaulių (kepenų cistos 38 proc. tirtų kiaulių, kepenų uždegimas 33 proc., kepenų fibrozė 29 proc., cirozė 19 proc. tirtų kiaulių ir 14 proc. - edema ir lipidozė). Kepenų lipidozė gali atsirasti dėl įvairių veiksnių, tokių kaip angliavandenių pertekliaus, riebalų ir amino rūgščių balanso sutrikimo, metionino trūkumo, B grupės vitaminų, ypač, vitamino B4 – cholino, blogos pašarų kokybės. Tarp visų pažeidimų, kepenų patologiniai pakitimai taip pat dažniausiai buvo nustatyti ir ištyrus 3464 ekologiniuose ir 3963799 pramoniniuose ūkiuose auginamas kiaules. Plaučių ligos intensyvaus auginimo ir ekologiniuose kiaulių ūkiuose taip pat svarbi problema. Vidutiniškai 20 proc. tiriamų kiaulių nustatomi plaučių patologiniai pakitimai. Pagal mokslininkus Hovi ir kt. bendra gyvulių ligų situacija šalyje paveikia ir ekologiniuose ūkiuose auginamus gyvulius. Austrijoje pažeidimų būdingų pneumonijai rasta 74 proc. pramoniniuose ir 25 proc. ekologiniuose ūkiuose auginamų kiaulių, Vokietijoje didžioji kiaulių populiacijos dalis auginamų ekologiniuose ūkiuose neturi plaučių pažeidimų – jie aptikti 41 proc. ekologiniuose ir 47 proc. pramoniniuose ūkiuose auginamų kiaulių (40,41). Pagal Herzog Šveicarijoje 7-17 proc. ekologinių kiaulių ūkių susiduria su kvėpavimo takų ligomis. Danijoje vienodai dažnai pastebėta tiek ekologiniuose, tiek pramoniniuose ūkiuose, tačiau kiaulėms atlikus pataloginį anatomicinį tyrimą nustatyta, kad pramoniniuose kiaulių ūkiuose aptinkama daugiau kvėpavimo takų pažeidimų 27,9 proc., lyginant su ekologiniuose ūkiuose laikomomis kiaulėmis (Januškevičiūtė, 2018).

Kiaulių laikymo sąlygos ekologiniuose ūkiuose turi atitikti gyvulio biologines ir etologines reikmes. Vasarą kiaules patartina kuo ilgiau laikyti ganyklose ir joms turėtų būti

suteikta galimybė tenkinti savo natūralius instinktus ne kiaulidėse. Tam reikia įrengti aptvarus ir kilnojamus namelius. Ganyklų plotai po atviru dangumi leidžia kiaulėms būti aktyvioms, o į pašarų racionus savaime įtraukiama žolė (Baliukonienė ir kt., 2012).

3.2. Kiaulių laikymo technologijų analizė ir modernizavimo kryptys

Kiaulių laikymo sistema yra sudėtinė kiaulienos gamybos dalis, todėl auginant kiaules būtina užtikrinti tinkamą aplinką, užtikrinti gerą gyvulių grupių apžiūrėjimą, priėjimą prie gardų, lengvą valymą ir dezinfekciją. Nuo kiaulidžių bei jų vidaus įrenginių labai priklauso juose auginamų kiaulių sveikatingumas bei produktyvumas.

Atsižvelgiant į ūkinius, klimatinius bei technologinius veiksnius, kiaulininkystėje naudojami kiaulių laikymo būdai – laikymas tvartuose neišleidžiant į lauką, laikymas tvartuose išleidžiant į lauką.

Laikant kiaules tvartuose ir neišleidžiant į lauką, labai svarbu sudaryti tinkamą mikroklimatą. Tvirtinė kiaulių laikymo sistema gyvulių sveikatingumo bei gyvulių gerovės atžvilgiu nėra efektyvi: taip laikant, gali sumažėti jų produktyvumas, susilpnėti konstitucija. Intensyvėjant kiaulininkystei labiausiai paplito laikymas tvartuose, čia išsiskyrė dvi pagrindinės technologijos: kiaulių laikymas ant grotelių ir naudojant kraiką.

Laikant kiaules ant grotelių, sumažėja darbo sąnaudos mėšlui ir kraikui tvarkyti, lengva valyti gardus, šalinti mėšlą. Mėšlui sukrentant po grindimis, gardai išlieka švaresni ir higieniškesni, gyvuliai kvėpuoja mažiau užterštu oru. Įrengti tokią kiaulidę yra brangu. Ši technologija labai paplito daugelyje šalių, kur yra vystoma intensyvi kiaulininkystė.

Ant storo kraiko sluoksnio kiaulės gali būti auginamos tik specialiai tam pritaikytuose įgilintuose tvartuose ir turint daug pakratų. Naudojant šį kiaulių laikymą galima atsisakyti tvartų šildymo.

Kiaulių laikymas tvartuose išleidžiant į lauką taip pat gali būti įvairus – kiaulės gali būti leidžiamos laukan pagal nustatytą dienotvarkę arba laisvai. Pirmuoju atveju kiaulės laikomos tvartuose ir išleidžiamos į maciono aikšteles nustatytais valandomis. Antruoju atveju kiaulės gali pačios laisvai išeiti į maciono aikšteles.

Gyvulių laikymas lauke užtikrina gerus gyvūnų gerovės rodiklius. Investicijos į stovyklinį laikymo būdą yra 20-25 proc. mažesnės, palyginti su tvartine technologija. Tokiu būdu užauginti paršeliai gali būti panaudojami kaip vertinga veislinė medžiaga kituose ekologiniuose ūkiuose. Stovyklinis laikymas reikalauja gana didelių plotų, kurie gali būti įtraukti į ūkio sėjomainų programą. Stovykliniam kiaulių laikymui teritorija parenkama kiek galima aukštesnėje vietoje ir krituliams pralaidžiame dirvožemyje. Žmonėms darbas lauke yra

patrauklesnis nei tvartuose, kur darbuotojus neigiamai veikia uždarytų patalpų aplinka, blogas mikroklimatas.

Intensyvinant Lietuvoje kiaulininkystę, labiausiai buvo paplitęs kiaulių laikymas tvartuose, neišleidžiant jų į lauką, skiriant minimalų plotą ir minimalias darbo sąnaudas gyvuliams prižiūrėti. Stambiuose ūkiuose tokia technologija tebetaikoma iki šiol. Mažuose ūkiuose, kiaulės laikomos tvartuose, išleidžiant jas laukan. Išskiriamos dvi pagrindinės kiaulių laikymo technologijos tvarte: kiaulių laikymas ant grotelių grindų ir naudojant kraiką ant ištisinio betono. Abi laikymo technologijos turi privalumų ir trūkumų. Laikant kiaules ant grotelinių grindų, lengva valyti gardus, šalinti mėšlą, tačiau kiaulidės turi būti gerai apšiltintos, tinkamai įrengta ventiliacija, žiemą jas būtina šildyti. Todėl tokių kiaulidžių įrengimas yra brangus. Kiaules laikyti ant kraiko galima įvairiai: ant gilaus kraiko, ant ištisinių reikiamų grindų arba garduose su įrengtais šiltais guoliais. Jei kiaulės laikomos ant gilaus kraiko, galima visiškai atsisakyti tvartų šildymo. Tačiau šiuo atveju kiaulės gali būti auginamos tik specialiai pritaikytuose įgilintuose tvartuose, būtina turėti daug kraiko. Auginant kiaules ant ištisinių grindų ir nešildomuose tvartuose, būtina, kad kiaulės turėtų sausą ir šiltą guolį. Guoliai turi būti gausiai reikiami. Taip laikant žiemą nereikia papildomai šildyti tvartų.

Atsižvelgiant į reikalavimus kiaulių laikymo vietoms, pastato izoliacija, šildymo ir vėdinimo sistema turi užtikrinti, kad būtų palaikoma gyvuliams nekenksminga temperatūra, santykinis oro drėgnis ir dujų koncentracija. Į pastatą turi patekti pakankamai oro ir šviesos iš lauko. Vietovėse, kur vyrauja tokios klimato sąlygos, kurios leidžia gyvulius laikyti lauke, jų laikyti patalpose nėra privaloma. Pastatuose turi būti tiek gyvulių, kad kiaulėms būtų patogų, būtų užtikrinta gerovė ir patenkinti rūšiai būdingi poreikiai. Taip pat turi būti atsižvelgiama į gyvulių reikmes, susijusias su natūraliu elgesiu, kuris ypač priklauso nuo grupės dydžio ir gyvulių lyties. Kiaulidžių grindys turi būti lygios, bet neslidžios. Rekomenduojama nemažiau kaip 150 dienų per metus kiaulėms praleisti lauke. Labai tinka jas auginti kilnojamose lauko stovyklose arba lengvų konstrukcijų statiniuose ant storo kraiko. Lauke laikomos kiaulės daug juda, be to, veikiant ultravioletiniams saulės spinduliams, organizme iš provitamino ergosterino sintetinas vitaminas D. Dėl to taip auginami gyvuliai neserga rachitu, o sergantys greičiau pasveiksta. Kiaulės užsigrūdina, jų raumenys, sausgyslės geriau išsivysto. Taip pat sustiprėja jų nervų sistema, suaktyvėja visų organų veikla. Lauko aikštelėse kiaulėms turi būti sudaryta galimybė tuštintis ir knisti. Knisimui gali būti naudojamas įvairus substratas. Patalpos, aptvarai, įrenginiai ir indai turi būti tinkamai valomi ir dezinfekuojami, kad būtų išvengta kryžminės infekcijos ir kad nesusikauptų ligas pernešančių mikroorganizmų. Išmatos, šlapimas ir nesuėstas pašaras turi būti kuo dažniau šalinamas, siekiant sumažinti kvapą ir nepritraukti vabzdžių ar graužikų.

Kiaulių fermos kompleksą sudaro gamybiniai pastatai, mėšlidės, aptarnavimo paskirties, pašarų ir sandėliavimo pastatai, buitinės patalpos. Atstumai tarp statinių turi būti ne mažesni, nei reikalauja gaisrinė sauga. Pagalbinės ir gamybos patalpos atskiriamos nuo pagrindinių, jos turi turėti atskirus įėjimus. Projektuojant gamybines patalpas numatoma, kad jose būtų tolygus natūralus apšvietimas skaičiuojant 5-7 % nuo grindų ploto.

Kiaulidės vidaus aukštis - ne žemesnis kaip 2,7 metro sekliuose ir 3,3 metro giliuose tvartuose. Langai projektuojami 1,2 metro aukštyje nuo grindų arba projektinio mėšlo lygio, arba apsaugomi grotelėmis. Kiaulių fermoje dažniausiai būna kelios patalpos kiaulių paršiovimui, atskirtoms nuo paršelių ir sukergtoms paršavedėms, nujunkytų paršelių ir penimų kiaulių kiaulidės. Pagal normas paskaičiuojamas reikiamas bendras plotas numatomoms laikyti kiaulėms ir paršeliams. Apie 5 procentus ploto reikėtų numatyti agresyviems ir skriaudžiamiems paršeliams.

Grindys daromos mažai laidžios šilumai, apšiltintos arba šildomos, vidutinis šilumos srautas per pirmas dvi gulėjimo valandas nuo penimos kiaulės neturi viršyti 200 W/m^2 , kitoms kiaulėms - 170 W/m^2 . Grindys daromos lygios ir neslidžios, nelaidžios skysčiams, srutomis ir dezinfekuojantiems skysčiams.

Šiuolaikinėms kiaulidėms rekomenduojami karkasinių konstrukcijų pastatai ant seklių pamatų. Dažniausiai montuojamos karkasinės sienos tarpus užpildant mineraline vata arba dedant paruoštas daugiasluoksnes plokštes (Kiaulidės..., 2015).

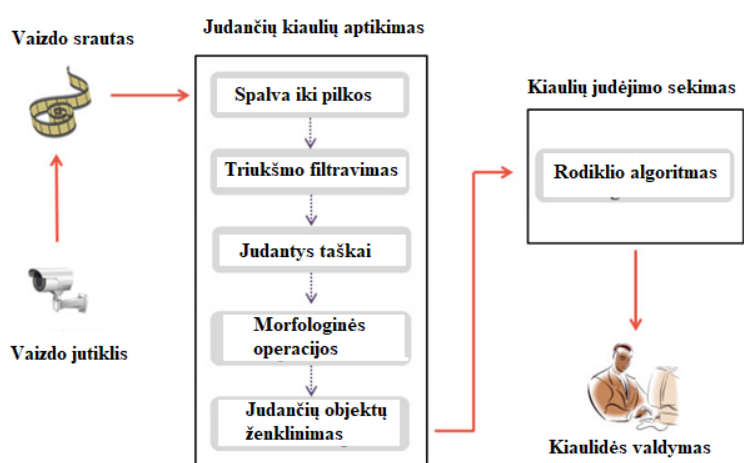
Plėtojant kiaulių laikymo technologijas, daugiausia dėmesio skiriama gyvulių monitoringui (stebėjimui), sveikatai ir higienai. Nauji įtaisai leidžia laiku pastebėti gyvulio elgsenos pakitimus ir ligas. Technologijos toliau plėtojamos, taikant jau esamus modulius.

Tenkinant nujunkytų paršelių ir penimų kiaulių gerovės reikalavimus, jų garduose įrengiamos pramogos priemonės. Tam tinka kraikas ar kiti judantys įtaisai, pavyzdžiui, standūs kamuoliai, grandinės, rąstgaliai, specialios šėryklos. Remiantis pastarųjų metų tyrimais nustatyta, kad šiaudai, kuriais pakreiktas gardas, ar jie įmesti į specialią grotuotą dėžę, labiausiai tenkina gerovės reikalavimus. Tačiau praktiniu požiūriu toks sprendimas nėra geras, nes padidėja darbo sąnaudos, padidėja dulketumas, sutirštėja mėšlas. Atplyšusios rąstgalių skiedros gali sužeisti gyvulius. Prie tinkamesnių kiaulių pramogos priemonių priskiriami pakabinami rutuliai.

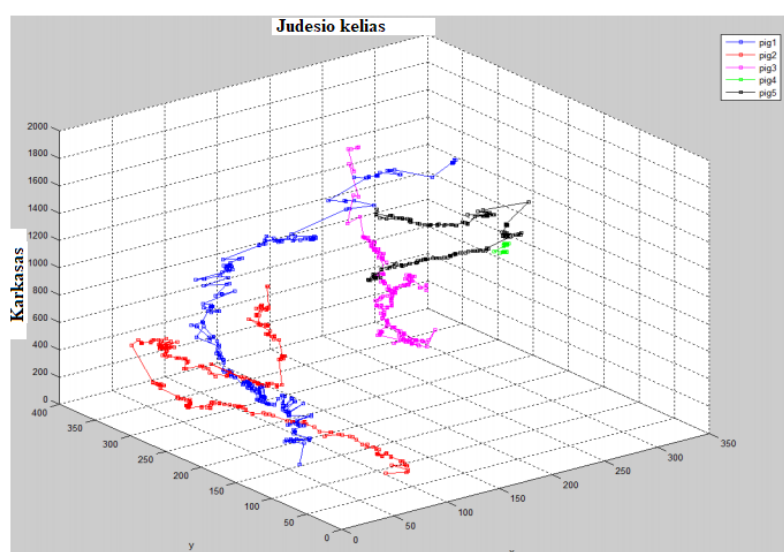
Produkcijos savikainą didina vandens nuostoliai. Skaičiuojant nuo bendrųjų vandens sąnaudų, kiaulės gerdamos iš girdyklų išlaisto iki 50 proc. vandens. Kuriamos ir diegiamos girdyklos, iš kurių gerdamos kiaulės vandens neišlaisto.

3.3. Technologinių procesų valdymas kiaulidėse

Technologinių procesų valdymui gali būti taikomas indekso algoritmas kiaulėms stebėti (3.1 pav.). Siekiant kontroliuoti kiaulių sveikatos priežiūros problemas, taikoma taip pat judančių kiaulių stebėjimo tvarte sistema, naudojant vaizdo jutiklius (3.2 pav.). Judančių kiaulių registravimo duomenys gaunami stebėjimo proceso metu, išsaugomi duomenų bazėje ir vizualizuojami sistemos matmenų erdvėje. Kiaulių agresija gamybos sistemose sukuria neigiamą poveikį gyvūnų sveikatai ir gerovei, taip pat sistemų produktyvumui (Zuo ir kt., 2014).



3.1 pav. Bendra automatinės kiaulių stebėjimo sistemos struktūra ir kiaulidės valdymas taikant indekso algoritmą kiaulėms stebėti



3.2 pav. Grafinė judančių kiaulių trajektorija

Aplinkos stresas, kurį sukelia kintanti temperatūra, drėgmė ar dujos, gali sukelti ar pagilinti kiaulių sveikatos problemas. Nuolat žema temperatūra padidina viduriavimo dažnį (Le Dividich ir kt., 1980; Feenstra, 1985). Šalta temperatūra, padidina jautrumą kolibaciliozei (Armstrong ir Cline, 1977) ir aktinobakterozės riziką koreliuojant žemai temperatūrai ir žemai drėgmei (Kreukniet et al., 1990). Didelė drėgmė padidina streptokokinės ligos riziką (Dee ir kt., 1993). Norint sumažinti šį poveikį, naudojamos aplinkos kontrolės sistemos. Šioms sistemoms reikalinga nuolatinė priežiūra, derinimas ir kontrolinis valdymas, kurie ne visada atliekami nepriekaištingai. Ūkiuose dažnai atsiranda problemų kontroliuojant šiuos pagrindinius veiklos rodiklius, padidėja sveikatos problemų rizika (Piñeiro ir kt., 2019).

3.4. Mikroklimato poveikis kiaulėms

Šylant klimatui vis svarbesnė tampa karščio streso problema produkcijos gyvuliams. Todėl aktualus reguliarus stebėjimas aplinkos temperatūros, santykinės drėgmės, oro judėjimo greičio poveikio fiziologiniams kiaulių rodikliams: kvėpavimo dažniui, pulsui, kūno temperatūrai, priesvoriui, kraujo biocheminiams parametrams ir imuninei sistemai. Atlikti moksliniai tyrimai pramoniniuose kiaulių ūkiuose, kai aplinkos temperatūra buvo atitinkamai 27 °C, 18,5 °C 15,3 °C ir 13,7 °C, parodė, kad stipri koreliacija yra tarp aplinkos temperatūros, santykinės oro drėgmės ir paršelių priesvorių. Esant karščio stresui krenta paršelių priesvoriai, o imunoglobulinų bei kortizolio kiekis kraujo serume padidėja.

Produkcijos gyvuliai patiria stresą nuolatos, tačiau vienas iš dažniausiai pasitaikančių ir sunkiausiai kontroliuojamų yra stresas, sukeltas aplinkos temperatūros svyravimo. Šaltis yra pagrindinė priežastis naujagimių paršelių sergamumui bei mirtingumui. Penimoms kiaulėms (10 sav. po nujunkymo) šalčio stresas sumažina produktyvumą, padidina pašarų suvartojimą, sukelia vieną iš didžiausių problemų kiaulininkystėje – kvėpavimo ligas. Penimoms kiaulėms šalčio stresas sukelia 13-15 proc. infekcinių ligų. Esant šaltai aplinkai gyvulys suvartoja daugiau maisto medžiagų prisitaikyti prie esamos aplinkos, todėl sumažėja gyvulių produktyvumas, o pašarų sunaudojimas padidėja. Klimato šiltėjimas vis dažniau sukelia karščio stresą gyvuliams ir kiekvienais metais atneša vis didesnius nuostolius gamyboje. 3-4 mėn. amžiaus penimi paršeliai, palyginus su kitomis gyvūnų rūšimis, yra ypač jautrūs aukštai temperatūrai. Tam įtakos turi intensyvi šilumos, maisto medžiagų apykaita organizme, bei nedidelis kiekis prakaito liaukų, dėl ko kiaulės nepajėgia pakankami atsivėsinti lekuojant, ką gali padaryti kitos gyvūnų rūšys. Esant aukštai aplinkos temperatūrai, gyvulys mažiau suvartoja pašaro, todėl nukenčia produktyvumas. Optimali auginimo temperatūra penimiems paršeliams yra 16 – 22 °C, o karščio stresas galimas nuo 27 °C, esant >80proc. santykinėi drėgmei.

Temperatūra ir drėgmė yra pagrindiniai aplinkos veiksniai, kurie turi didžiausią įtaką kiaulėms. Oro judėjimo greitis, CO₂, NH₃, H₂S dujos taip pat labai paveikia kiaulių sveikatingumą. Dideli šių rodiklių svyravimai, sukelia didelį stresą organizmui, pažeidžia gyvulio imuninę sistemą, todėl gyvulys gali sirgti įvairiomis infekcinėmis, vidaus bei nervų ligomis. Vertinant gyvulio imuninę sistemą vienas iš rodiklių yra IgA ir streso hormonas kortizolis. Taip pat esant aukštai temperatūrai pakyla gliukozės, LDH kiekis kraujo serume, o esant šaltesnei aplinkos temperatūrai pakyla GGT ir AST rodikliai. Vėdinimo sistemos užtikrinimas, laisvas priėjimas prie vandens, gyvulių vėsinimas vandens lašais, gilaus laikymo sistema gali užtikrinti komfortą produkcijos gyvuliams, bei sumažinti aplinkos terminių rodiklių sukeltą stresą.

Myer ir Bucklin teigimu esant aukštesnei aplinkos temperatūrai suintensyvėja kiaulių širdies darbas. Kvėpavimo dažnis esant aukštai aplinkos temperatūrai apie 4 įkvėpimais viršija kvėpavimo normas. Karščio streso indeksas paršelių priesvorį sumažina apie 3,7 proc. Kortizolio didžiausia koncentracija (22,13 ng/ml) kraujo serume nustatyta vasaros metu temperatūrai esant aukštesnei nei 27 °C ir 80,1 proc santykinei drėgmei (Mikšytė, 2020).

Apibendrinant, šiluminis komfortas ir oro kokybė susijusi su rizikos veiksniais - temperatūros ekstremumais ir skersvėjais (didelis oro srauto greitis), kurie turi įtakos kiaulės gebėjimui kontroliuoti savo kūno temperatūrą. Karščio stresas yra pagrindinis kiaulių diskomfortą lemiantis veiksnys. Jos stengiasi atsikratyti perteklinio karščio gulėdamos ant šaltų paviršių ir (arba) daugiau gerdamos.

Kiaulės yra jautrios aplinkos poveikiui, todėl projektuojant tvartus labai svarbu įvertinti, kad kiaulėms būtų užtikrinta tinkama aplinkos temperatūra, neturi susidaryti skersvėjų, gulėjimo vietos turi būti sausos ir švarios.

3.5. Amoniakio ir ŠESD emisijos mažinimas kiaulidėse

Amoniakio emisija yra aktuali tarptautinio lygio problema. Didelė dulkių bei kenksmingų dujų koncentracija ore yra vienas iš rizikos veiksnių. Padidėjusi amoniako ir dulkių koncentracija sukelia kvėpavimo sistemos sutrikimus. Todėl šių dujų koncentracija visada turi atitikti kiaulių komforto zonos rodiklius (Scientific..., 2007).

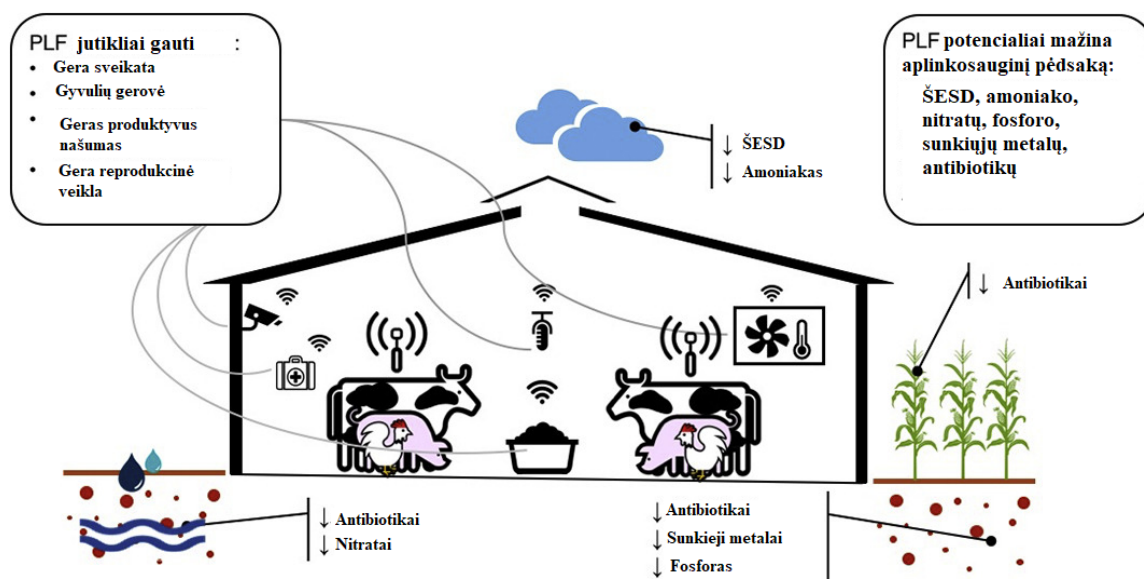
Mitybos strategija siekiant sumažinti amoniako išmetimą iš kiaulių auginimo sistemų yra pakeisti fermentuojamų maistinių skaidulų tipą ir (arba) padidinti fermentuojamų maistinių skaidulų kiekį izoproteiniū dietose, paskatinti N išsiskyrimą iš šlapimo į išmatas ir sumažinti sрутų pH (Bindelle ir kt., 2008; Canh ir kt., 1997).

Azoto perteklius yra nuolatinė intensyvaus žemės ūkio problema, sukianti aplinkos taršą amoniaku (NH_3), azoto oksidu (N_2O) ir nitratų (NO_3^-) išplovimu.

Kvapas yra viena aktualiausių temų, susijusių su kiaulininkystės taršos poveikiu. Kvapo įvertinimas gali būti atliekamas naudojant dinaminę olfaktometriją, matematinę dispersijos ir FIDOL veiksmų modeliavimą. Atlikus pradinį vertinimą galima sukurti ir pritaikyti kvapo valdymo planą, pagrįstą biotechnologijomis, kai specialistai pritaiko biologinių procedūrų seriją kiaulidėms, srutų transportavimo kanaluose ir srutų rezervuaruose. Naudojami produktai sukuriama siekiant sumažinti amoniako lygį, suskaidyti sieros junginius ir padidinti srutų, kaip trąšų, kokybę. Rezultatai rodo, kad taikant biotechnologinius metodus sumažėja kvapo koncentracija aplink fermą ir kiaulidėse (Andrei ir kt., 2020).

Kiaulių mėšlas yra vienas svarbių metano šaltinių, iš kurio išgaruoja apie 26 % nuo bendros metano emisijos iš mėšlo tvarkymo sistemų.

Mažinant gyvulininkystės poveikį aplinkai, rekomenduotinos tiksliosios gyvulininkystės (PLF) teikiamos sistemos, kaip potenciali strategija siekiant sumažinti riziką aplinkai (3.4 pav.) (Tullo ir kt., 2019).

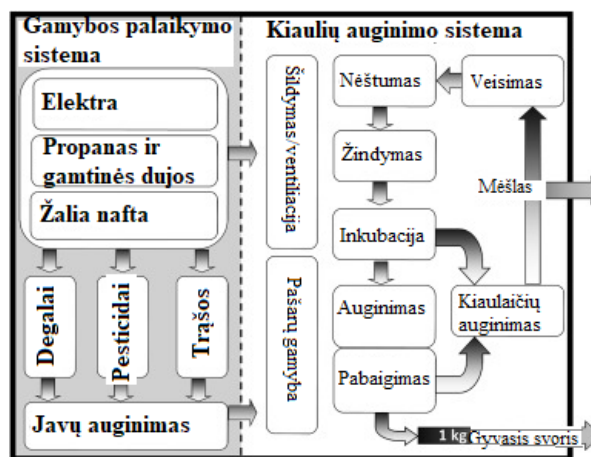


3.4 pav. Tiksliosios gyvulininkystės pranašumai

Tikslioji gyvulininkystė apibūdinama kaip inžinerijos procesų ir metodų taikymas gyvulininkystėje, kad būtų galima automatiškai stebėti, modeliuoti ir valdyti ūkį. Pagrindinis PLF tikslas yra padaryti gyvulininkystę tvaresnę ekonominiu, socialiniu ir aplinkos požiūriu. Tai galima pasiekti stebint, analizuojant gyvūnų elgseną ir kontroliuojant gyvūnus. Įdiegus PLF valdymo strategijas, sumažėja ūkių poveikis aplinkai. Šiuo metu dar nėra atlikta pakankamai daug tyrimų įvertinant PLF efektyvumą mažinant poveikį aplinkai, todėl ypač aktualūs ir reikalingi papildomi tyrimai, siekiant geriau išanalizuoti PLF, kaip švelninimo

strategijos, potencialą. Pagal dabartinius atliktus mokslinius tyrimus, PLF įvedimas ūkiuose gali sumažinti šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) ir amoniako (NH₃) išmetimą į orą, nitratų ir antibiotikų taršą vandens telkiniuose, fosforo, antibiotikų ir sunkiųjų metalų kiekius dirvožemyje (Tullo ir kt., 2019). PLF suteikia galimybes nuolat stebėti, modeliuoti ir kontroliuoti gyvūnus.

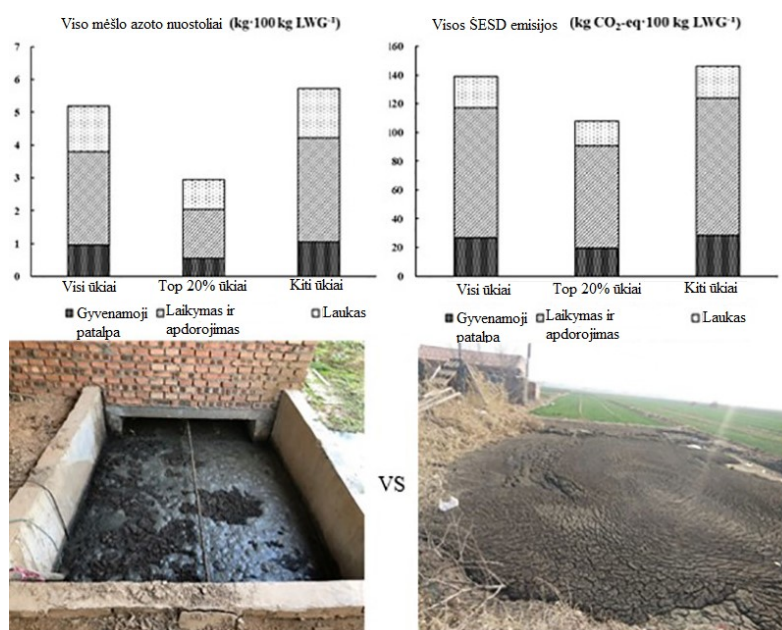
Oro taršą iš kiaulių fermų galima sumažinti, tačiau reikia žinoti, kur galima ir kur reikia daryti pokyčius. Naudojant gyvavimo ciklo įvertinimo metodiką, išnagrinėjus energijos suvartojimą ir globalinio atšilimo potencialą kiaulių ūkiuose (3.5 pav.), galima rasti reikalingus pokyčius auginimo technologiniuose procesuose.



3.5 pav. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų emisijos sumažinimas kiaulių auginimo sistemose pagal „būvio ciklo“ metodiką

Kiaulių auginimo scenarijai gali būti modeliuojami naudojant produktyvumo tyrimų duomenis ir energijos suvartojimo stebėjimą ūkyje, akcentuojant veiklą, susijusią su kiaulių auginimo įrenginiais ir jų operacijomis. Nustatyta ŠESD išmetamų teršalų kiekis 2,41 kg CO₂ ekvivalento vienam kilogramui kiaulienos (75 % išmetama penimos kiaulės augimo etape, 6 % - paršiovimosi metu, 9 % - paršelių žindymo metu, 8 % - nėštumo metu ir 2% - kiaulaitės augimo metu). Įrenginiams ir eksploatacijai reikalinga energija ir ŠESD emisija buvo 0,15 kg CO₂ ekv. vienam kg HG, kas vidutiniškai sudarė 6% išmetamųjų teršalų. Nors energijos ir ŠESD poveikis, atsirandantis dėl kiaulių auginimo įrenginių ir operacijų, yra mažesnis nei pašarų ir mėšlo tvarkymo, tačiau kiaulių augintojai gali tiesiogiai šiuos etapus valdyti. Įrenginių efektyvumo padidinimas - sumažinus įrenginių ir eksploatavimo energijos sąnaudas (šildymo, vėdinimo) 30%, iškastinio kuro suvartojimą sumažintų 10%, kartu sumažėtų ŠESD išmetimai. Sumažinus išlaidas, kiaulių augintojai gali įgyvendinti technologijų patobulinimus (Tallaksen ir kt., 2020).

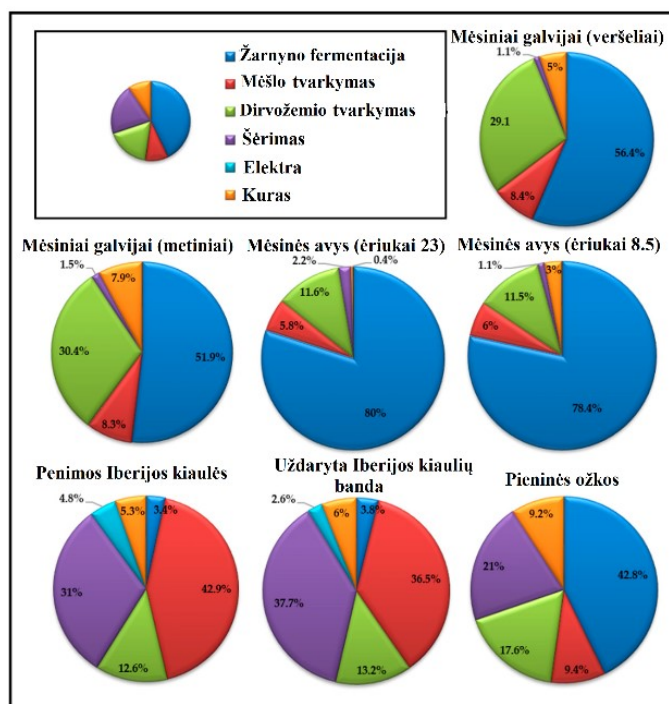
Norint įgyvendinti poveikio aplinkai mažinimo priemones, reikia geriau kontroliuoti ir valdyti kiaulių auginimo sistemas, kurios praktikoje dažnai skiriasi. Mokslinių tyrimų rezultatai parodė, kad N nuostolius mėšlo tvarkymo sistemose galima sumažinti 10–13% optimizuojant mitybą, o 26%, 27% ir 13% - atitinkamai naudojant mažai teršalų išmetančias medžiagas, pagerinus biodujų gamybą, laikymą ir subalansuojant tręšimą. Anaerobinis perdirbimas veiksmingas tik šiltnamio efektą sukeliančių dujų mažinimui (46% sumažėjimas), tačiau poveikis NH₃ emisijai nebuvo pastebėtas. Dideli oro taršos skirtumai iš įvairių ūkių rodo, kad produktyvumą ir maistinių medžiagų vartojimą galima patobulinti gerinant ūkio valdymą. Tačiau norint pasiekti efektyvesnius teršalų mažinimo tikslus, reikia dar ir tinkamų technologinių priemonių (3.6 pav.).



3.6 pav. Anglies ir azoto išmetimų mažinimo galimybė kiaulių auginimo sistemose

Maistinių medžiagų srautus kiaulių fermose įvertinus išplėstiniais metodais, nustatyta dideli anglies (C) ir azoto (N) nuostolių svyravimai. Blogai organizuojant šėrimą ir mėšlo laikymą bei naudojimą, išmetama daug teršalų (Wang ir kt., 2020).

Ekologinis ūkininkavimas gali būti kaip anglies pėdsakų mažinimo strategija agroekosistemoms. Atliekant gyvavimo ciklo vertinimą (LCA), apskaičiuojama išmetamų šiltnamio efektą sukeliančių dujų balansas gyvulininkystės sistemose. Rezultatai rodo (3.7 pav.), kad fermose, auginančiose mėšinius galvijus su veršeliais, išmetamas didžiausias anglies pėdsakų kiekis (16,27 kg CO₂ ekv. kilogramui gyvojo svorio), tuo tarpu ūkiuose, kuriuose išmetamas mažiausias anglies kiekis, yra kiaulių - 4,16 CO₂ ekv. / kg gyvojo svorio. Kiaulininkystės ūkiuose didžiausią išmetamų teršalų dalį sudaro mėšlo tvarkymo sistemos (36,5–42,9%) ir gyvulių šėrimas (31–37,7%) (Horrillo ir kt., 2020).



3.7 pav. Šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimo lygio svarba pagal ūkio tipą

Gyvūnų mėšlo anaerobinis skaidymas (AD) yra efektyvus būdas anglį paversti metanu, kad būtų galima naudoti kaip transporto kurą arba gaminti elektros energiją. Nors mėšlo anaerobinis perdirbimas dažniausiai susijęs su pienininkyste, taip pat gali būti sėkmingai taikomas tvarkant mėšlą ir nuotekas kiaulininkystės bei paukštinių ūkiuose. Galimas šiltnamio efektą sukeliančių dujų (ŠESD) sumažinimas ir ekonominė nauda, gaunama naudojant atsinaujinančią energiją iš anaerobinio skaidymo. Skystoji frakcija po anaerobinio skaidymo gali būti naudojama kaip trąša augalininkystei, o tirštoji frakcija naudojama gyvūnų pakratams arba kompostuojama (Harrison ir kt., 2020).

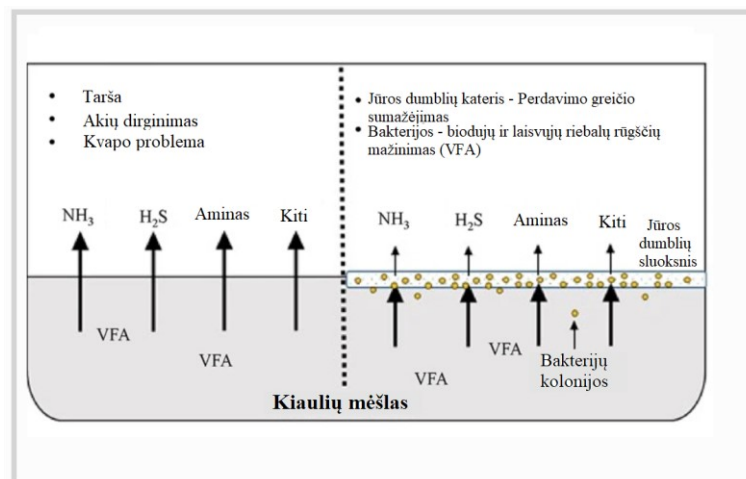
Biodujų jėginių naudojimas laikomas veiksmingu tuo pačiu metu siekiant sumažinti taršą ir aprūpinti biodujų ištekliais bei bioorganinėmis trąšomis. Biodujų kaupimo įranga kiaulių auginimo srityje vaidina svarbų vaidmenį poveikio švelninimo strategijose, biologinio saugumo ir gyvulininkystės politikos srityse (Dung ir kt., 2020).

Kiti tyrėjai, susidūrę su didėjančia atsinaujinančios energijos paklausa, sukūrė keletą būdų, kaip gaminti biodujas ir parodė ekonominį efektą elektros energijos gamybos iš biodigestatų kiaulių ūkyje. Įvertinus pagrindinės kiaulienos gamintojos ir eksportuotojos – Brazilijos regionuose pavyzdį, sukurto ekonominio valdymo modelio priemonės patvirtina, kad investicijos, skirtos energijai gaminti iš gyvulių biomasės, pagamintos kiaulininkystės fermoje, buvo ekonomiškai pagrįstos ir biodujas - kiaulių ūkio elektros energijos šaltinį naudoti yra tikslinga. Buvo patvirtintas biodujų panaudojimo energijos gamybai techninis ir eksploatacinis pagrįstumas. Problemos, kurios anksčiau buvo laikomos kliūtimis priimti alternatyvius

energijos šaltinius, ypač susijusius su biodujomis, buvo įveiktos tobulėjant mikrogeneracijos ir paskirstymo technologijoms. Tačiau tokiam procesui vis dar kyla kliūčių, tokių kaip reguliavimo nestabilumas ir struktūrinės bei finansinės paramos kiaulių augintojams stoka (Diel ir kt., 2020).

Kiaulių skerdenų panaudojimas gali pagerinti biodujų gamybos efektyvumą. Tačiau komponentų, įskaitant gyvūnų liekanas, baltymus, lipidus, nesuvirškintų pašarų likučius, antimikrobinų vaistų likučius, savybės yra sudėtingos ir įvairios. Todėl atsirandų rizikų efektyviai gaminti biodujas. Reikalingas pirminis atliekų apdorojimas, kuris paskatina lipidų tirpimą ir pagreitina anaerobinį perdirbimą (Tápparo ir kt., 2020).

Ieškant kitų dujų emisijos mažinimo priemonių, įvertintos laikymo sąlygų ir mėšlo tvarkymo sistemų galimybės sumažinti kiaulių auginimo poveikį aplinkai. Siūlomi taikyti mėšlo tvarkymo scenarijai - sрутų parūgštinimas, sрутų atskyrimas ir centralizuotas anaerobinis sрутų skaidymas. Tai metodai, taikomi Danijos kiaulininkystėje, kuriais ūkiai gali sumažinti NH₃ emisijų kiekį (Pexas ir kt., 2020).

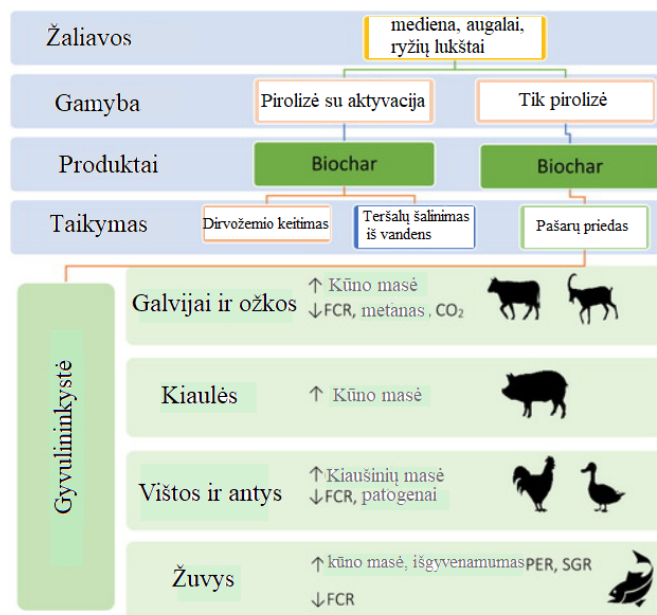


3.8 pav. Kenksmingų dujų emisijų mažinimas iš kiaulių mėšlo

Korėjos Respublikoje iš kiaulių fermų išmetamų dujų kiekį siūloma mažinti biologiniais preparatais, traktuojant, kad pagrindinis kenksmingų dujų išmetimo šaltinis yra ilgas kiaulių mėšlo laikymas mėšlidėse. Įvertintas amoniako dujų išmetimų mažinimas iš kiaulių mėšlo su biologiniais produktais, tokiais kaip jūros dumbliai (*Sargassum horneri*), bakterijų kolonijos (*Bacillus subtilis* ($1,2 \times 10^9$ CFU / ml)), *Thiobacillus* sp. ($1,0 \times 10^{10}$ KSV / ml) ir *Saccharomyces cerevisiae* ($2,0 \times 10^9$ KSV / ml)). Nustatyta, kad jūros dumblių miltelių maskavimas per dvi dienas leido pastebimai kontroliuoti daugiau kaip 98–100% išmetamų dujų. Dujų išmetimo kontrolė buvo ypač didelė, kai buvo mėšlas dengiama jūros dumblių milteliais kartu su bakterijų kolonijomis: per 10 dienų NH₃, aminai ir H₂S sumažėjo 100%. Jūros dumblių miltelių ir bakterijų kolonijos naudojimas kartu buvo efektyvesnis būdas mažinti

iš kiaulių mėšlo išmetamas dujas, kvapą, lyginant su biopriedų naudojimą atskirai. Siūlomas naujas metodas naudojant bakterijų kolonijas yra perspektyvus būdas sumažinti dujų emisiją, paprastas ir naudingas aplinkai. Norint nustatyti jūros dumblių ir substrato sąveikos mechanizmus, reikia atlikti daugiau tyrimų (Lavanya ir kt., 2020).

Organinės anglies gaminimas ir naudojimas per pastaruosius 10 metų tapo vis populiaresnis (3.9 pav.). Bio-anglis pasižymi panašiomis savybėmis kaip anglis ir aktyvuota anglis: visos jos yra anglinės medžiagos, gaunamos pirolizės būdu iš organinė anglimi turtingų medžiagų. Mokliškai buvo apibendrinti pagrindiniai tyrimai, susiję su bio-anglies naudojimu kaip pašarų priedu įvairiems gyvūnams: atrajojantiems (galvijams ir ožkoms), kiaulėms, vištoms, antims bei žuvims. Įrodyti teigiami aspektai - geresni augimo rodikliai, kraujo rodikliai, kiaušinių kiekis, gebėjimas atsispirti patogenams, įskaitant žarnyno patogenines bakterijas, ir iš atrajotojų sumažėjęs metano susidarymas. Didelės bio-anglies sorbcinės galimybės efektyviai padeda pašalinti teršalus ir toksinus iš gyvūnų kūnų (3.9 pav.), bio-anglis gali padėti spręsti ir oro taršos problemas gyvulininkystėje (Man ir kt., 2020).



3.9 pav. Organinės anglies gamyba ir panaudojimas gyvulininkystėje: simboliai žymi pagerėjimą (↑) arba sumažėjimą (↓). Santrumpos: FCR = pašaro konversijos santykis, PEG = baltymų efektyvumo santykis, SGR = savitasis augimo greitis.

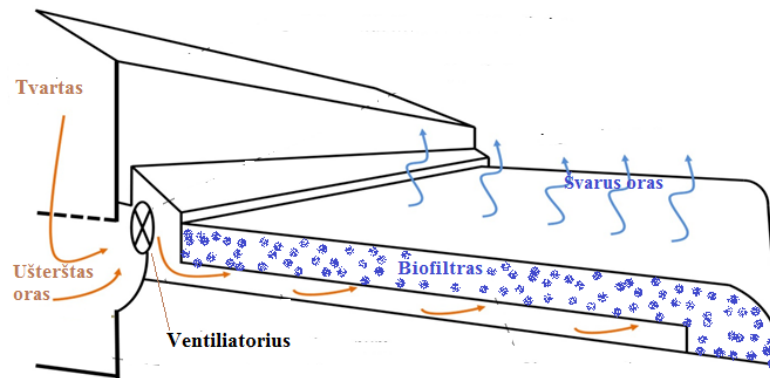
„Sivilai“, „Preston“, „Leng“, „Hang“ ir „Linh“ (2018) atliktais tyrimais įrodė, kad racionas, į kurių sudėtį įeina ryžių lukšto pagrindu pagaminta bio-anglis, turėjo teigiamą poveikį kiaulėms, kurių kūno masė padidėjo 20,1 % (kai 1 % bio-anglies įtraukiama į racioną) ir 22,9 % (kai 1 % bio-anglies sujungta su ryžių distiliavimo šalutiniu produktu). FCR

reikšmingai pagerėjo nuo atitinkamai 3,96 iki 4,43 ($p < 0,05$). Kupper, Fischlin Häni ir Spring (2015) nustatė, kad nebuvo neigiamo poveikio nujunkytų paršelių svorio padidėjimui, pašaro suvartojimui ar FCR (3 % bio-anglies), palyginti su kontroliniais paršeliais (0 % bio-anglies). Chu, Kim, Kang ir Song (2013) nustatė, kad bambuko bio-anglis žymiai pagerino kiaulių skerdenų riebalų rūgščių sudėtį, padidindama nesočiųjų riebiųjų rūgščių kiekį ir sumažindama sočiųjų riebalų rūgščių kiekį kiaulienoje. Chu, Jung ir kt. (2013) nustatė, kad kiaulės, šeriamos 0,3% bambuko bio-anglimi, turėjo žymiai patobulintą mėšlo mikrofloros sudėtį, padidėjus anaerobinėms ir pieno rūgšties bakterijoms, bei sumažėjus patogeninių koliforminių bakterijų ir *Salmonella* spp. Chu, Kim, Kim ir kt. (2013) nustatė, kad 0,6 % bambuko bio-anglies pridėjus prie kiaulių dienos raciono, kraujyje buvo žymiai mažesnė laktato dehidrogenazės, triglicerido ir karbamido azoto koncentracija.

Kiaulių augimo efektyvumas ir imunitetas yra skatinamas pridedant 0,3–3 % bio-anglies į dienos racioną. Bio-anglis kaip pašarų papildai gyvulininkystėje yra naudojama aktyvuotos anglies pagrindu gyvūnų virškinimo sutrikimams gydyti. Bio-anglis gali būti gaminama iš biomasės ir organinių medžiagų, tokių kaip kviečių šiaudai, pasėlių liekanos, kukurūzų burbuolės, medienos atliekos. Po pirolizės, cheminio ar fizinio aktyvavimo bio-anglis gali būti naudojama kaip pašarų papildas.

Įvertintos dujinių teršalų emisijos mažinimo technologijos, naudojant sрутų aeravimo sistemą. Didžiausias azoto oksido, metano ir amoniako emisijos mažinimo potencialas buvo atitinkamai 12 % , 57,6 % ir 10,4%. Iš tvarto šalinamą orą nukreipus į sieros rūgšties oro valiklį (3,0 pH), bendras amoniako išmetimas sumažėja 80–87% (Mostafa ir kt., 2020).

Kvapų ir dujų emisiją iš kiaulidžių galima sumažinti šalinamą orą valant biofiltruose. Naudojant medienos drožlių biofiltrus, kurių terpės gylis 0,25 m, (vėdinimo intensyvumas 100 000 m³ h⁻¹ iš kiaulidės, biofiltro plotas 188 m²; vėdinimo intensyvumas 300 000 m³ h⁻¹ iš kiaulidės, biofiltro plotas 440 m²). Iš tvarto šalinamas oras filtre būna iki 3,3 s. Vidutinis amoniako ir kvapo šalinimo mažinimo efektyvumas kinta labai daug: nuo 38 iki 74%. Prasta biofiltro medžiagos drėgmės kontrolė dažniausia mažina oro valymo efektyvumą. Tačiau NH₃ dalis gali būti paversta azoto dioksidu (N₂O) - šiltnamio efektą sukeliančiomis dujomis. Buvo nustatyta, kad vienoje filtro vietoje net 21% viso NH₃-N buvo paversta N₂O-N. Biofiltrai gali sumažinti išmetamus teršalus iš kiaulidžių, tačiau ypač reikia atkreipti dėmesį į didelį slėgio kritimą filtre ir homogeninį filtro medžiagos drėkinimą. Norint išvengti oro srauto proveržio sausose filtro vietose, rekomenduojama padidinti terpės gylį. Reikalingi papildomi tyrimai iširti sąlygas ir parametrus, darančius įtaką N₂O gamybai tokio tipo sistemose (Melse el. al., 2017).



3.10 pav. Biofiltras iš kiaulidės šalinamam orui valyti (biofiltras- kompostas, šiaudai, pjuvenos, skiedros, biologiniai preparatai, kuris drėkinamas vandeniu)

Oras biofiltruose išvalomas labai efektyviai (3.10 pav.). Amoniakio koncentraciją sumažina iki 95 proc., o kvapo – 70–90 proc. Tačiau biofiltrų įrengimui reikalingos nemažos investicijos ir reikalingas didelis plotas filtro įrengimui.

3.6. Kvapų emisijos mažinimas

Ferų skleidžiamas kvapas tampa vis didesnė problema, kuriai spręsti reikalingos nemažos lėšos. Lietuvos Respublikos sveikatos apsaugos ministras 2019 m. rugpjūčio 1 d. patvirtino Lietuvos higienos normos HN 121:2010 „Kvapo koncentracijos ribinė vertė gyvenamosios aplinkos ore“ ir „Kvapų kontrolės gyvenamosios aplinkos ore taisyklių patvirtinimo“ pakeitimus. Ūkio subjektai nuo 2024 m. sausio 1d. privalės užtikrinti, kad kvapai gyvenamosios aplinkos ore dėl planuojamos / vykdomos ūkinės veiklos neviršytų 5 europinių kvapo vienetų (OUE/m³). Šiuo metu didžiausia leidžiama kvapo koncentracija gyvenamosios aplinkos ore yra 8 europiniai kvapo vienetai (OUE/m³).

Kvapas išsiskiria, pūvant organinėms medžiagoms, ypač, kai mikrobai anaerobinėmis sąlygomis ardo gyvulių mėšlą. Kvapas yra įvairių dujų ir kitų komponentų mišinys. Kiaulidės ore randama net 410 kvapo komponentų. Kvapo pajautimas yra subjektyvus ir labai priklauso nuo žmogaus psichologinio nusiteikimo, emocingumo. Jeigu fermos darbuotojas (pvz., ilgai būdamas nevedinamoje kiaulidėje), nuolat skundžiasi akių perštėjimu, nosies užgulimu, gerklės dirginimu, galvos skausmu, mieguistumu, galima įtarti, kad jam kenkia per stiprus kvapas.

Kvapo mažinimo ir sklaidimo problema pirmiausia sprendžiama, įgyvendinant gero ūkininkavimo praktikos reikalavimus ir nustatant sanitarinius atstumus nuo taršos šaltinių iki gyvenamosios aplinkos.

Svarbiausias kvapo šaltinis – mėšlas (sukauptas tvarte, mėšlidėje, skleidžiamas laukuose). Auginant kiaules, apie 30 proc. kvapų sklinda iš tvarto, 20 proc. iš mėšlidės ir 50 proc. iš laukuose skleidžiamo mėšlo. Kvapas taip pat gali išsiskirti, ruošiant pašarus, netinkamai laikant kritusius gyvulius ir pūvant kitoms organinėms medžiagoms.

Nors kvapas susideda iš daugelio komponentų, tačiau svarbiausios mėšlo kvapo medžiagos – amoniakas (NH_3) ir sieros vandenilis (H_2S). Kvapą perneša, sugeria ir po to skleidžia dulkės. Gero ūkininkavimo praktika reikalauja mažinti amoniako, sieros vandenilio išsiskyrimą, dulkėtumą. Tada mažėja ir nemalonus kvapas. Dar labiau kvapas mažinamas specialiomis priemonėmis: dangomis, cheminiais reagentais, kurie neutralizuoja ir sugeria kvapą, biologiniais preparatais, įmaišomais į pašarus ir mėšlą.

Svarbiausi kvapo (amoniako, sieros vandenilio) šaltiniai kiaulidėse ir jų mažinimo būdai:

- *Šlapios, mėšluotos, nelygios grindys.* Tvarte amoniakas intensyviausiai garuoja iš gyvulių šlapimo, skylant jame esančiam karbamidui. Todėl svarbu, kad šlapimas nesusilaikytų grindų nelygumuose. Jeigu kiaulių gardo grindys vientisos ir nereikiamos, jų paviršius turi būti lygus ir pasviręs link mėšlo kanalo. O iš jo mėšlas kasdien turi būti šalinamas į mėšlidę. Kraikas gerina kiaulių sveikatą, didina priesvorius. Tačiau turi būti kreikiama gausiai sausais šiaudais. Esant galimybei, patartina kreikti durpėmis, nes jos rūgština mėšlą ir amoniaką sujungia chemiškai. Kreikiant labai padidėja darbo sąnaudos, todėl kreikiamos kiaulidės ekonominiu požiūriu blogiau vertinamos negu kiaulidės su grotelinėmis grindimis.
- *Mėšlo kanalas po gardų grindimis.* Tai kvapo šaltinis, kuriam reikia skirti daug dėmesio. Iš kanale esančio skysto mėšlo išsiskiria abu svarbiausi kvapo komponentai – sieros vandenilis ir amoniakas. Sieros vandenilio išsiskyrimą labiau skatina beorė aplinka, t. y. jis išsiskiria visame mėšlo sluoksnyje, o amoniakui gamintis reikalingas oras, todėl jis labiau garuoja nuo mėšlo paviršiaus. Sieros vandenilis ne tik nemalonus kvapo, bet ir labai nuodingos dujos. Jos labai pasklinda maišant storą skystojo mėšlo sluoksnį. Nerečiau kaip kas 2-3 savaites, skystasis mėšlas turi būti perpumpuojamas į lauko mėšlidę. Kvapams sumažinti į mėšlą kanale įmaišoma cheminių ir biologinių reagentų bei preparatų.
- *Tvarto vėdinimas.* Pasirinkus mechaninę vėdinimo sistemą, ištraukiamuosius ventiliatorius reikėtų įrengti stoge, o ne sienose, kad užterštas oras geriau išsisklaidytų. Intensyvinant tvarto vėdinimą, labiau garuoja amoniakas. Todėl jei tvarto oro santykinis drėgnis ir anglies dioksido koncentracija normalūs, o amoniako koncentracija didelė, ją reikia pirmiausiai mažinti valant mėšluotus paviršius, bet ne intensyvinant vėdinimą.

- *Pūvantys pašarai ir nesubalansuotas racionas.* Reikia nuolat valyti lovius ir nepilti daugiau pašarų negu kiaulės suėda, stebėti ar pašarai neišbarstomi. Kai pašaruose per daug proteinų, jų perteklius kaupiasi šlapime karbamido forma, o pastarajam skylant išsiskiria amoniakas.
- *Dulkėta įranga ir tvarto sienos.* Dulkės kyla nuo sausųjų pašarų šėryklų, kraiko, priklausomai nuo kiaulių elgsenos. Dulkės kvapą sugeria, o po to išskiria.
- *Per aukšta temperatūra.* Kai tvarte oro temperatūra aukšta, intensyviau išsiskiria kvapas.

Tirštasis mėšlas išskiria mažiau kvapo negu skystasis. Skystajame mėšle gaminasi daugiau sieros vandenilio, kuris yra vienas iš nemaloniausių ir nuodingiausių kvapo komponentų. Norint sumažinti kvapo garavimą, mėšlo paviršius turi būti kuo mažesnis. Todėl geriausia kai tirštasis mėšlas laikomas mėšlidėje su aukštomis (iki 2,5 m aukščio) sienomis, o skystasis – betoniniuose ar metaliniuose rezervuaruose. Skystasis mėšlas maišytinas tik prieš pat jo išvežimą. Garavimas iš skystojo mėšlo saugyklos yra minimalus, kai mėšlo paviršius uždengtas. Naudojamos laidžios ir nelaidžios dangos. Laidi danga pristabdo oro, vandens ir dujų judėjimą, bet visiškai jo nesulaiko.

Laidžios dangos:

- Natūrali pluta, susidaranti virš mėšlo.
- Šiaudai. 10 cm sluoksnis kvapą sumažina 60 proc., 20 cm – 80 proc., 30 cm – 85 proc. Užpūsti ant paviršiaus šiaudai supūna per 6–8 mėn. Juos geriausia naudoti vasarą, kai kvapas išsiskiria intensyviausiai.
- Keramzitas (molio rutuliukai). Kvapą sumažina 56-90 proc.

Nelaidi danga – tai tokia danga, kuri nepraleidžia kvapo, dujų ir vandens. Tai dažniausiai įvairios plastikinės plėvelės, kurios pritvirtinamos prie rėmo, sumontuoto virš mėšlo paviršiaus, arba paklojamos mėšlo paviršiuje. Kvapas sumažėja 80 proc., o danga tarnauja 10–15 metų, tačiau paklota mėšlo paviršiuje danga trukdo mėšlą išmaišyti ir išpumpuoti.

Kvapą mažėja skystąjį mėšlą separuojant, t. y. skaidant į tirštąją ir skystąją frakcijas. Pastarojoje lieka mažiau sausųjų medžiagų, todėl joms irstant kvapas būna silpnesnis. Tirštoji frakcija tvarkoma kaip kraikinis mėšlas, kuris taip pat mažiau išskiria kvapo. Mėšlą kompostuojant, gaminant biodujas, kartu sprendžiama kvapų mažinimo problema.

3.1. lentelė. Kvapo fermoje mažinimo būdai ir priemonės

Būdas	Priemonė ir nauda	Trūkumai
Dulkių mažinimas	Plaunamos sienelės įrengiamos 1,5 m atstumu nuo ištraukiamųjų ventiliatorių. Ant jų pritvirtinami vandens purškikliai. Žiemą, kai mažas vėdinimo intensyvumas, 50 % sumažėja dulketumas ir 33 % amoniako koncentracija.	Vasarą, kai intensyviai vėdinama, kvapas sumažėja nepakankamai.
	Kiekvieną dieną ant įrangos purškiamas aliejus. Dulketumas ir kvapas labai sumažėja.	Reikia nuolat rankomis valyti įrangą ir grindis.
	Skydai pagaminti iš brezento ar kitos pluoštinės medžiagos, įrengiami 3–6 m atstumu nuo ištraukiamųjų ventiliatorių. Dulketumas ir kvapas sumažėja vidutiniškai.	Skydus reikia periodiškai išvalyti.
Oro valymas bei apdorojimas	Iš tvarto šalinamas oras pučiamas per šiaudų, komposto ir medžio drožlių filtrą, į kurį įterpiama bakterijų. Kvapas, amoniako ir sieros vandenilio koncentracija labai sumažėja.	Reikia didelės galios ventiliatorių.
	Į tvartą įpučiamas ozonuotas oras. Toks oras skatina ir gyvulių sveikatingumą.	Efektyvumas dar pakankamai neįrodytas.
Mėšlo danga	Ant mėšlo paviršiaus užpučiami kapoti šiaudai.	Laikui bėgant šiaudai nuskęsta.
	Mėšlas uždengiamas plastikine plėvele, sumažėja kvapas ir amoniako bei sieros vandenilio emisija.	Didelė kaina.
	Mėšlas uždengiamas keramzitu, sumažėja kvapas ir amoniako bei sieros vandenilio emisija.	Trukdo mėšlą maišyti ir pumpuoti, didelė kaina
Mėšlo apdorojimas	Guoliavietės kreikimas šiaudais, kurie pagerina gyvulių laikymo sąlygas ir sugeria šlapimą. Labai sumažėja kvapas.	Reikia daug šiaudų, padidėja mėšlo kiekis. Kreikiant nepakankamai, kvapo emisija padidėja.
	Į mėšlą įmaišomi cheminiai ar biologiniai reagentai (preparatai), kurie sumažina kvapą ir amoniako emisiją.	Nuomonės dėl reagentų naudojimo tikslingumo prieštaringos, didelė kaina.
	Mėšlą separuojant: suskirsčius į tirštąją ir skystąją frakcijas, iš pastarosios kvapo išsiskiria mažiau.	Didelės įrengimo ir eksploatacijos išlaidos. Reikia papildomai tvarkyti tirštąją frakciją.
	Iš sukompostuoto mėšlo nebeišsiskiria nemalonūs kvapas. Sumažėja mėšlo kiekis.	Didelės įrengimo ir eksploatacijos išlaidos.
	Aerobinis mėšlo apdorojimas: biologinis procesas, kai aerobinės bakterijos oksiduoja organines medžiagas. Labai sumažėja kvapas, organinių medžiagų kiekis.	Didelės įrengimo ir eksploatacijos išlaidos.
	Anaerobinis mėšlo apdorojimas lagūnoje: biologinis procesas, kai anaerobinės bakterijos organinį anglį verčia metanu. Sumažėja kvapas, organinės medžiagos.	Keičiantis metų laikams ir orui (žiema, vasara) procesas gali sutrikti.
	Biodujų gamyba: išsiskyrusios metano dujos sudeginamos. Labai sumažėja kvapas.	Didelės įrengimo ir eksploatacinės išlaidos.

3.7. Išvados ir rekomendacijos

1. Pagrindinė tendencija modernizuojant kiaulių laikymo technologijas yra bekrakės technologijos ir technologinių procesų automatizavimas, didinant darbo našumą ir gyvūnų produktyvumą.
2. Amoniakos emisiją reikia mažinti visuose mėšlo tvarkymo etapuose: tvartuose, mėšlo laikymo įrenginiuose, transportuojant ir mėšlą įterpiant į dirvą. Visas priemonės amoniako emisijai iš mėšlo mažinti galima suskirstyti į dvi grupes: priemonės įtakojančios aerobinę aplinką mėšlo paviršiuje ir priemonės įtakojančios fermentinius ir mikrobiologinius procesus mėšle.
3. Mažinti amoniako emisiją iš mėšlo rekomenduotina kontroliuojant svarbiausius veiksnius, įtakojančius dujų garavimo intensyvumą: temperatūrą, oro greitį virš mėšlo, mėšlo paviršiaus drėgnumą, oro drėgnumą, baltymų kiekį mėšle.
4. Svarbus metano šaltinis yra kiaulių mėšlas, iš kurio išgaruoja 26,5 % nuo bendros metano emisijos iš mėšlo tvarkymo sistemų (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*)
5. N₂O dujos sudaro apie 10 % nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje. Daugiausia šių dujų išgaruoja tiesiogiai iš tirstojo mėšlo.
6. Rekomendacijos amoniako emisijai iš kaulidžių mažinti:
 - Mažinti baltymų kiekį pašaruose arba į pašarus dėti sintetinių amino rūgščių, bei subalansuoti baltymų ir angliavandenių santykį.
 - Mažinti mėšlo pH (įmaišius į skystąjį mėšlą sieros rūgšties ir pH sumažinus nuo 7,0 iki 5,5, amoniako emisija sumažėja apie 80 %).
 - Mėšlo tvarkymo technologijose naudoti biopreparatus (iki 25 % sumažėja amoniako emisija ir energijos sąnaudos mėšlo maišymui).
 - Ištraukti orą iš mėšlo kanalų ir teršalams neleisti pasklisti tvarte.
 - Jeigu tvarto grindys vientisos ir nekreikiamos ar mažai kreikiamos, neleisti šlapimui kauptis takuose.
 - Gausiau naudoti kraiką šlapimui sugerti. Laikant kiaules ant gilaus kraiko ir parinkus tinkamą kraiko storį galima sumažinti amoniako emisiją į aplinką. Gausnis šiaudų kraikas sumažina amoniako emisiją tvarte ir mėšlidėje. Ypač amoniako emisija mažėja kreikiant durpėmis, nes jos rūgština mėšlą (mažėja pH).
 - Mažinti šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru ir mėšlą kuo mažiau maišyti.
 - Mažinti mėšlu užterštą plotą tvartuose ir šalia jų. Kai taikoma bekrakė laikymo

technologija, įrengiami grotelėmis dengti kanalai mėšlui surinkti. Ištinio betono teršiamos grindys daromos su nuolydžiu, kad šlapimas tekėtų į kanalą. Kanalo sienos turi būti lygios, kad mėšlas nepriliptų.

- Optimizuoti tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinį drėgnį ir amoniako koncentraciją.
 - Mažinti tvartų vėdinimo intensyvumą, tačiau jis neturėtų būti mažesnis nei reikalingas perteklinei drėgmei pašalinti. Nerekomenduotina intensyvinant vėdinimą norint mažinti amoniako koncentraciją tvarto ore, jeigu patalpoje oro santykinis drėgnis ir CO₂ koncentracija atitinka reikalavimus.
 - Mažinti oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotą (tai ypatingai svarbu esant aukštesnėms kaip 20 °C temperatūroms).
 - Tvirtuose reguliuoti oro srautus ir juos nukreipti taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesusidarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo sluoksnio.
 - Intensyvinti mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.;
 - Mėšlo tvarkymo technologijoje naudoti probiotikus.
 - Iš kiaulidės šalinamą orą valyti biofiltruose.
7. Rekomendacijos amoniako emisijai iš tirstojo mėšlo mėšlidės mažinti:
- Uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga.
 - Mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis).
 - Palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės).
 - Mėšlo rietuvę krauti kūgio forma, kad nubėgtų krituliai.
 - Palaikyti žemesnę kaip 50 °C temperatūrą mėšlo rietuvėje, į mėšlą įmaišant daugiau šiaudų, kad anglies ir azoto santykis būtų didesnis kaip 40 (C:N>40).
8. Rekomendacijos amoniako emisijai iš skystojo mėšlo mėšlidės mažinti:
- Mėšlo paviršių apipilti kapotų šiaudų, keramzito, durpių sluoksniu.
 - Mėšlo paviršių užkloti brezentu, sintetinė plėvele.
 - Neardyti natūralios plutos mėšlo paviršiuje, kuri susidaro, kai mėšle sausųjų medžiagų yra daugiau kaip 7 % ir kai šviežias mėšlas atiteka į rezervuaro dugną.
9. Rekomendacijos kvapų emisijai iš kiaulidžių mažinti:
- Neleisti šlapimui kauptis grindų nelygumuose. Jeigu kiaulių gardo grindys vientisos ir nekreikiamos, jų paviršius turi būti lygus ir pasviręs link mėšlo kanalo. Iš kanalo mėšlas kasdien šalinamas į mėšlidę.

- Guoliavietes kreikti gausiai sausais šiaudais arba durpėmis.
- Iš kanalų po grotelėmis mėšlą šalinti ne rečiau kaip kas dvi savaites.
- Į mėšlą kanaluose įmaišyti cheminių ir biologinių reagentų bei preparatų.
- Pasirinkus mechaninę vėdinimo sistemą, ištraukiamuosius ventiliatorius įrengti stoge, o ne sienose, kad užterštas oras geriau išsisklaidytų.
- Mažinti tvarto vėdinimo intensyvumą: jei tvarto oro santykinis drėgnis ir anglies dioksido koncentracija normalūs, o amoniako koncentracija didelė, ją reikia pirmiausiai mažinti valant mėšluotus paviršius, bet ne intensyvinant vėdinimą.
- Nuolat valyti lovius ir nepilti daugiau pašarų negu kiaulės suėda, stebėti ar pašarai neišbarstomi.
- Mažinti tvartų dulkėtumą.
- Mažinti oro temperatūrą tvarte.
- Ant įrangos tvarte purkšti aliejų: dulkėtumas ir kvapas labai sumažėja.
- Iš tvarto orą šalinti per šiaudų, komposto ar medžio drožlių biofiltrą, į kurį papildomai įterpiama bakterijų.
- Į mėšlą įmaišyti cheminius ar biologinius reagentus (preparatus), kurie sumažina kvapą ir amoniako emisiją.
- Mėšlą uždengti šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga.
- Mėšlą separuoti: atskyrus tirštąją ir skystąją frakcijas, iš pastarosios kvapo išsiskiria mažiau.
- Apdoroti mėšlą anaerobinėje aplinkoje.

3.8. Rekomendacijos Kiaulidžių technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 02:2010 papildymui

<i>ŽŪ TPT 02:2010 punktas</i>	<i>Siūlomi pakeitimai</i>
<p>140. Ūkiuose, kuriuose kiaulės laikomos garduose su kreikiama guoliaviete, turi būti įrengta antžeminė dengta ar atvira – aikštelės tipo su viena ar trimis sienelėmis mėšlidė ir gamybinių nuotekų kauptuvai arba gruntinė mėšlidė. Kiaules laikant garduose su nekreikiama guoliaviete turi būti įrengtas skystojo mėšlo kauptuvai arba gruntinė mėšlidė, kurioje kaupiamas visas skystasis mėšlas ir nuotekos. Mėšlidžių, skystojo mėšlo ir sрутų kauptuvų, taip pat gruntinių mėšlidžių talpa turi atitikti aplinkosaugos reikalavimus mėšlui tvarkyti [7.7].</p>	<p>Siūlome paprastesnę formuluotę</p> <p>140. Ūkiuose, kuriuose kiaulės laikomos garduose su kreikiama guoliaviete, turi būti įrengta tirštojo mėšlo mėšlidė. Kiaules laikant garduose su nekreikiama guoliaviete turi būti įrengta skystojo mėšlo mėšlidė, kurioje kaupiamas visas skystasis mėšlas ir nuotekos. Mėšlidžių ir sрутų kauptuvų talpa turi atitikti aplinkosaugos reikalavimus mėšlui tvarkyti [7.7].</p>
<p>141. Bekraikio mėšlo ir nuotekų kauptuvai statomi ne arčiau kaip 15 m nuo personalo patalpų ir pašarų saugyklų.</p>	<p>141. Skystojo mėšlo ir nuotekų kauptuvai statomi ne arčiau kaip 15 m nuo personalo patalpų ir pašarų saugyklų.</p>
<p>142. Kraikinio mėšlo mėšlidės ir skystojo mėšlo bei gamybinių nuotekų kauptuvai gali būti statomi ir atskirai, ne kiaulininkystės ūkio statinių sudėtyje.</p>	<p>142. Tirštojo, puskyščio ir skystojo mėšlo mėšlidės bei gamybinių nuotekų kauptuvai gali būti statomi ir atskirai, ne kiaulių fermos teritorijoje.</p>
<p>149. Kraikinis mėšlas būna ne daugiau kaip 85 proc. drėgno, bekrakis neatskiestas vandeniū – ne daugiau kaip 92 proc., o bekrakis atskiestas vandeniū ar nuotekomis – ne daugiau kaip 98 proc. drėgno. Kiaulių skystasis mėšlas, neatsižvelgiant į sausųjų medžiagų kiekį jame, laikymo metu paviršiuje nesudaro plaukiančio, apsaugančio nuo kvapų patekimo į aplinką, sluoksnio, todėl kiaulių skystojo mėšlo ir sрутų kauptuvai turi būti dengti.</p>	<p>149. Kraikinio mėšlo drėgnumas būna ne didesnis kaip 85 proc., bekrakio neatskiesto vandeniū – ne didesnis kaip 92 proc., o bekrakio atskiesto vandeniū ar nuotekomis – ne didesnis kaip 98 proc. Kiaulių skystojo mėšlo paviršiuje laikymo metu nesudaro pluta, apsauganti nuo kvapų patekimo į aplinką, todėl skystojo mėšlo ir sрутų kauptuvai turi būti uždengti: šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga.</p>
<p>157. Mažinant amoniako emisiją ir koncentraciją patalpose rekomenduojama:</p> <p>157.1. nekreikiamų ar mažai kreikiamų gardų vientisų grindų paviršius turi būti lygus ir nuolaidus link mėšlo kanalo;</p> <p>157.2. parinkti pašarus racione su mažesniu baltymų kiekiu;</p> <p>157.3. mažinti patalpose mėšlinų paviršių plotą;</p>	<p>157. Amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami taikant kompleksines priemones dujų emisijai mažinti iš tvarto, mėšlo šalinimo sistemos, mėšlidės ir trešiant laukus.</p> <p>157.1. Mažinant amoniako koncentraciją kiaulidėse ir emisiją iš jų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parinkti pašarus racione su mažesniu baltymų kiekiu; - mažinti mėšlo pH; - į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, probiotikų, organinės anglies; - gausiau kreikti kiaulių guoliavietes šiaudais arba durpėmis ir dažniau šalinti mėšlą iš tvarto;

<p>157.4. gausiai kreikti kiaulių guoliavietes ir nuolat šalinti mėšlą;</p> <p>157.5. taikyti šaltesnį kiaulių laikymo būdą.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – taikyti šaltesnį kiaulių laikymo būdą; – mažinti oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotiną (naudojant dirbtinio rūko arba kitas sistemas); – mažinti mėšlu užterštų paviršių plotą; – nekreikiamų ar mažai kreikiamų gardų vientisų grindų paviršių daryti lygų su nuolydžiu į mėšlo kanalą; – mažinti betono higroskopiškumą, paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiantis ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiantis nano danga; – ištraukti užterštą orą iš mėšlo kanalų ir teršalams neleisti pasklisti tvarte; – mažinti šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru ir mėšlą kuo mažiau maišyti; – neintensyvinti tvarto vėdinimo, jeigu patalpoje oro santykinis drėgnis ir CO₂ koncentracija atitinka reikalavimus; – mažinti mėšlo paviršiaus drėgnumą; – intensyvinti mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.; – iš kiaulidės šalinamą orą valyti biofiltruose. <p>157.2. Mažinant amoniako emisiją iš tirštojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga; – mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis); – palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės); – mėšlo rietuvę krauti kūgio forma, kad nubėgtų krituliai; – palaikyti žemesnę kaip 50 °C temperatūrą mėšlo rietuvėje, į mėšlą įmaišant daugiau šiaudų, kad anglies ir azoto santykis būtų didesnis kaip 40 (C:N>40). <p>157.3. Mažinant amoniako emisiją iš skystojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – mažinti mėšlo paviršiaus plotą, įrengiant gilesnę mėšlidę; – uždengti mėšlo paviršių smulkintais šiaudais, keramzito granulėmis, durpėmis, aliejumi, brezentu, sintetinė plėvele arba kita danga; – šviežią mėšlą tiekti į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia danga; – intensyvinti plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt. <p>157.4. Mažinant amoniako emisiją iš mėšlu tręšiant dirvą, rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – naudoti skystojo mėšlo ir srutų tiesioginio įterpimo į ariamąją dirvą technologijas;
--	--

	<ul style="list-style-type: none"> - kuo greičiau įterpti ant dirvos paviršiaus paskleistą mėšlą; - mėšlą skleisti kai drėgnas oras, mažas vėjo greitis ir ne karšta.
<p>158. Sieros vandenilis, labai nuodingos nemalonaus kvapo dujos, (H_2S; $1m^3$ dujų = 1,54 kg) išsiskiria pūvant mėšlo, pašarų baltymams. Nekreikiant guoliaviečių iš penimos kiaulės vietos per metus išsiskiria apie 0,3 kg sieros vandenilio. Kreikiant guoliavietes ir dažnai šalinant mėšlą sieros vandenilio tvarto ore nebūna. Sieros vandenilis išsiskiria maišant ilgai stovėjusį skystąjį mėšlą, todėl tokio mėšlo maišymo įrenginiai turi būti už tvarto ribų ir atskirti nuo tvarto hidrauline užtvara, o iš tvarte po grotomis esančių mėšlo kaupimo talpyklų (kanalų, vonių ir kt.) skystasis mėšlas turi būti šalinamas ne rečiau kaip kas 21 dieną, kol prasideda sieros vandenilio išsiskyrimas iš mėšlo. Iš patalpos pašalinto sieros vandenilio koncentracija aplinkos ore neturi viršyti nustatytų normų [7.12].</p>	<p>158. Sieros vandenilis, labai nuodingos nemalonaus kvapo dujos, (H_2S; $1m^3$ dujų = 1,54 kg) išsiskiria pūvant mėšlo, pašarų baltymams. Nekreikiant guoliaviečių iš penimos kiaulės vietos per metus išsiskiria apie 0,3 kg sieros vandenilio. Sieros vandenilis išsiskiria maišant ilgai stovėjusį skystąjį mėšlą, todėl tokio mėšlo maišymo įrenginiai turi būti už tvarto ribų ir atskirti nuo tvarto hidrauline užtvara, o iš tvarte po grotomis esančių mėšlo kaupimo talpyklų (kanalų, vonių ir kt.) skystasis mėšlas turi būti šalinamas ne rečiau kaip kas 21 dieną, kol prasideda sieros vandenilio išsiskyrimas iš mėšlo. Iš patalpos pašalinto sieros vandenilio koncentracija aplinkos ore neturi viršyti nustatytų normų [7.12].</p> <p>158.1 Mažinant sieros vandenilio emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mažinti baltymų kiekį pašaruose; - gausiai kreikti guoliavietes; - separuoti mėšlą, atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas; - dažniau šalinti skystąjį mėšlą iš kanalų tvarte.
<p>159. Metanas, natūralios šiltnamio efektą sukeliančios dujos, (CH_4; $1m^3$ dujų = 0,72 kg) gaminasi anaerobinėje šiltoje aplinkoje gyvulių virškinamajame trakte ir mėšle. Per metus viena penima (100 kg svorio) kiaulė išskiria į aplinką apie 1,7 kg metano.</p>	<p>159. Metanas, natūralios šiltnamio efektą sukeliančios dujos, (CH_4; $1m^3$ dujų = 0,72 kg) gaminasi anaerobinėje šiltoje aplinkoje gyvulių virškinamajame trakte ir mėšle. Per metus viena penima (100 kg svorio) kiaulė išskiria į aplinką apie 1,7 kg metano.</p> <p>159.1. Mažinant metano emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vengti anaerobinio mėšlo laikymo; - didinti kraiko naudojimą ir mažinti mėšlo drėgnumą; - uždengti skystojo mėšlo rezervuarus ir surinkti metano dujas.
<p>160. Azoto suboksidas, natūralios šiltnamio efektą sukeliančios dujos, (N_2O; $1m^3$ dujų = 2,00 kg) išsiskiria pūvant mėšlui beorėje aplinkoje, daugiausia giliuosiuose tvartuose kraikinio mėšlo apatiniuose sluoksniuose, skystajame mėšle. Per metus vienai penimai (100 kg svorio) kiaulei tenka apie 1,1 kg azoto suboksido.</p>	<p>160. Azoto suboksidas, natūralios šiltnamio efektą sukeliančios dujos, (N_2O; $1m^3$ dujų = 2,00 kg) išsiskiria pūvant mėšlui anaerobinėje aplinkoje, daugiausia giliuosiuose tvartuose kraikinio mėšlo apatiniuose sluoksniuose, skystajame mėšle. Per metus vienai penimai (100 kg svorio) kiaulei tenka apie 1,1 kg azoto suboksido.</p> <p>160.1. Azoto suboksido emisija mažinama, kiaules šeriant mažo baltymingumo pašarais, mažinant azoto nuostolius iš mėšlo, vengiant anaerobinio mėšlo laikymo.</p>
<p>168. Dulkėtumas. Svarbiausi dulkių šaltiniai yra pašarai, kraikas, kiaulių odos ir plaukų dalelės. Dulkės skirstomos į stambiausias ir smulkiausias. Stambiosios sunkina kvėpavimą. Tačiau smulkiosios (ne didesnės kaip 10 mikronų skersmens)</p>	<p>168. Dulkėtumas. Svarbiausi dulkių šaltiniai yra pašarai, kraikas, kiaulių odos ir plaukų dalelės. Dulkės skirstomos į stambiausias ir smulkiausias. Stambiosios sunkina kvėpavimą. Smulkiosios (ne didesnės kaip 10 mikronų skersmens) labiau kenkia sveikatai, nes nusėda plaučių alveolėse. Normaliomis sąlygomis bendroji dulkių koncentracija kiaulidės ore būna:</p>

<p>labiau kenkia sveikatai, nes nusėda plaučių alveolėse. Normaliomis sąlygomis bendroji dulkių koncentracija kiaulidės ore būna: 168.1. žiemą – 2,6 mg/m³; 168.2. vasarą – 2,2 mg/m³. Didžiausia leistina dulkių koncentracija kiaulidės ore – 3,0 mg/m³.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - žiemą – 2,6 mg/m³; - vasarą – 2,2 mg/m³. <p>168.1. Didžiausia leistina dulkių koncentracija kiaulidės ore – 3,0 mg/m³. 168.2. Mažinant dulkių koncentraciją kiaulidėse rekomenduojama dažniau plauti patalpas, įrangą ir drėkinti orą.</p>
<p>170. Iš kiaulių ir nuo mėšlinių paviršių gaunama kvapų emisija. Nuo mėšlo paviršiaus mėšlidėse kvapų emisija sudaro nuo 4,1 iki 55,1 OU/(m²/s) ir priklauso nuo aplinkos temperatūros ir vėjo stiprumo. Vidutinė kvapų emisija iš kiaulės buvimo vietos per sekundę, OU/s: 170.1. nesukergtos paršavedės – 20,3; 170.2. žindamos paršavedės su paršeliais – 26,5; 170.3. nujunkyto paršelio – 7,8.</p>	<p>170. Iš kiaulių ir mėšlo gaunama kvapų emisija. Nuo mėšlo paviršiaus mėšlidėse kvapų emisija sudaro nuo 4,1 iki 55,1 OU/(m²s) ir priklauso nuo aplinkos temperatūros ir vėjo stiprumo. Vidutinė kvapų emisija iš kiaulės buvimo vietos per sekundę, OU/s: <ul style="list-style-type: none"> - nesukergtos paršavedės – 20,3; - žindamos paršavedės su paršeliais – 26,5; - nujunkyto paršelio – 7,8. <p>170.1. Kvapas yra įvairių dujų ir kitų komponentų mišinys. Kiaulidės ore randama apie 400 kvapo komponentų. Svarbiausios mėšlo kvapo medžiagos – amoniakas (NH₃) ir sieros vandenilis (H₂S). 170.2. Kvapai gyvenamosios aplinkos ore dėl planuojamos / vykdomos ūkinės veiklos negali viršyti nustatytų normų (...). 170.3. Mažinant kvapų emisiją rekomenduojama: <ul style="list-style-type: none"> - neleisti šlapimui kauptis grindų paviršiuje; - tuštinimosi zonas vasarą reguliariai purkšti vandeniu, kad ekskrementai slinktų į kanalą; - gerinti betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiskumą, betono paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančia ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančia nano danga; - guoliavietes kreikti gausiai sausais šiaudais arba durpėmis; - iš kanalų po grotelėmis mėšlą šalinti ne rečiau kaip kas dvi savaites; - mažinti mėšlo pH; - į mėšlą kanaluose įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, organinės anglies; - mažinti tvarto vėdinimo intensyvumą: jei tvarto oro santykinis drėgnis ir anglies dioksido koncentracija atitinka normas; - nuolat valyti lovius; - mažinti tvartų dulkėtumą; - mažinti oro temperatūrą tvarte; - iš tvarto orą šalinti per šiaudų, komposto, medžio drožlių ar kitų medžiagų biofiltrus; - mėšlą uždengti šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga; - mėšlą separuoti: atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas; - apdoroti mėšlą anaerobinėje aplinkoje. </p> </p>
<p>172. Kiaulidžių išorinės atitvaros turi būti apšiltintos, patalpa vėdinama ir, jei reikia, šildoma. Kai kiaulidėje taikoma mechaninė</p>	<p>172. Kiaulidžių išorinės atitvaros turi būti apšiltintos, patalpa vėdinama ir, jei reikia, šildoma. 172.1. Kad nesilaikytų sniegas ant tvarto stogo bei stogas būtų ilgaamžiškesnis, jo nuolydis turi būti ne mažesnis</p>

<p>vėdinimo sistema, turi būti įrengta atsarginė (avarinė) sistema, kuri, nutrūkus mechaniniam vėdinimui, garantuotų kiaulėms pakankamą oro kiekį.</p>	<p>kaip 16 laipsnių. Rekomenduotinas stogo nuolydis 22–25 laipsniai, pagerėja tvarto natūralus vėdinimas, padidėja erdvė, tenkanti gyvuliui.</p> <p>172.2. Kai kiaulidėje taikoma mechaninė vėdinimo sistema, turi būti įrengta atsarginė (avarinė) sistema, kuri, nutrūkus mechaniniam vėdinimui, garantuotų kiaulėms pakankamą oro kiekį.</p>
<p>177. Šildomos kiaulidės išorinių atitvarų šiluminė varža nustatoma lyginant apskaičiuotas šiltinimo ir šildymo išlaidas.</p>	<p>177. Mažinant energijos sąnaudas kiaulidėse rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - gausiai kreikti guoliavietes; - efektyviai apšiltinti tvarto sienas ir stogą; - žiemą panaudoti saulės spinduliuotės energiją į tvartą patenkančiam orui sušildyti; - vasarą riboti tiesioginių saulės spindulių patekimą į tvartą; - optimizuoti vėdinimo intensyvumą pagal drėgmės ir anglies dvideginio balansus; - efektyviai vėdinti tvartą kuo daugiau panaudojant natūralaus vėdinimo sistemas; - taikyti rekuperacines vėdinimo sistemas; - taikyti efektyvų apšvietimą. <p>177.1. Poveikis klimato kaitai mažinamas anaerobiškai apdorojant mėšlą ir gaminant biodujas bei tvartų šildymui naudojant atsinaujinančius energijos išteklius (pvz., biodujas).</p>
<p>184. Technologiniams procesams mechanizuoti: pašarui ruošti, šerti, girdyti, kreikti, mėšlui šalinti ir tvarkyti, kiaulių veterinariniam aptarnavimui, patalpoms valyti ir dezinfekavimui mechanizuoti turi būti naudojami racionalūs mašinų bei įrenginių komplektai.</p>	<p>184. Technologiniams procesams kiaulidėse mechanizuoti ir automatizuoti turi būti naudojami racionalūs mašinų bei įrenginių komplektai: pašarui ruošti, šerti, girdyti, kreikti, mėšlui šalinti, kiaulių veterinariniam aptarnavimui, patalpų valymui ir dezinfekavimui.</p> <p>184.1. Tenkinant nujunkytų paršelių ir penimų kiaulių gerovės reikalavimus, jų garduose įrengiamos pramogos priemonės. Tam tinka kraikas - šiaudai ar kiti judantys įtaisai, pavyzdžiui, standūs kamuoliai, grandinės, specialios šėryklos.</p> <p>184.2. Kiaulidėse taikomos pašarų ruošimo ir šėrimo, girdymo, mėšlo tvarkymo, mikroklimato formavimo automatizuotos sistemos. Technologinių procesų kontrolei ir valdymui naudojamos specialios kompiuterinės programos, kurios suteikia galimybes nuotoliniu būdu valdyti tvarte gamybinius procesus.</p> <p>184.3. Ligų prevencijai ir ankstyvai diagnozei, higienos, gyvulių elgsenos ir svorio kontrolei, taikomos sensorinės gyvulių monitoringo sistemos, 3D vaizdo sistemos.</p> <p>184.4. Taikomos tiksliosios gyvulininkystės sistemos: automatiškai stebimi procesai ir gyvūnai, modeliuojama ir valdomi procesai bei ūkis.</p>

3.9.Rekomendacijos kiaulių laikymo vietų eksploatavimo bendrosioms taisyklėms

1. Eksploatuojant kiaulių fermas, reikia:
 - sudaryti geras kiaulių laikymo sąlygas, sukuriant tvarte gerą fizinę, psichinę, biologinę ir cheminę aplinką;
 - taikyti priemones kiaulių agresyvumui mažinti;
 - didinti darbo našumą;
 - didinti kiaulių produktyvumą;
 - užtikrinti gerą produkcijos kokybę;
 - mažinti darbo sąnaudas ir darbo krūvį žmonėms;
 - mažinti oro taršą ir poveikį klimatui;
 - mažinti energijos sąnaudas;
 - mažinti išlaidas.
2. Darbo sąnaudos ir darbo krūvis mažinamas bei gerinamos darbo sąlygos fermose, automatizuojant darbo procesus, tvartuose įdarbinant robotus, diegiant skaitmenines sistemas, didinant naudojamos įrangos efektyvumą, darbo našumą.
3. Kiaulių produktyvumas didinamas gerinant laikymo sąlygas, optimizuojant gyvūnų elgseną, laikymo higieną, sudarant optimalų mikroklimatą.
4. Amoniakos emisija mažinama taikant kompleksines priemones.
 - 4.1. Amoniakos emisija mažinama visuose mėšlo tvarkymo etapuose: tvartuose, mėšlo laikymo įrenginiuose, transportuojant ir mėšlą įterpiančią dirvą.
 - 4.2. Amoniakos emisija iš mėšlo mažinama kontroliuojant svarbiausius veiksnius, įtakojančius dujų garavimo intensyvumą: mažinant temperatūrą, mažinant oro greitį virš mėšlo, mažinant mėšlo paviršiaus drėgnumą, intensyvinant plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje, mažinant baltymų kiekį mėšle.
 - 4.3. Amoniakos emisija mažinama taikant technologines priemones:
 - įrengiant nubėgimus ir neleidžiant šlapimui kauptis takuose ir kituose grindų nelygumuose;
 - dažniau šalinant skystąjį mėšlą iš tvarto, neleidžiant jam kauptis takuose;
 - gausiau naudojant kraiką šlapimui sugerti;
 - kraikui naudojant durpes ir rūgštinant mėšlą (mažėja pH);
 - mažinant mėšlu užterštą plotą tvartuose ir šalia jų;
 - esant bekraikei laikymo technologijai, iš kanalų po grotelėmis mėšlas šalinamas dažniau;
 - uždarant poras betono paviršiuje įsigeriančiomis hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančiais ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančiais nano dangais;
 - mažinant šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru;
 - optimizuojant tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinę drėgnį ir amoniako koncentraciją;
 - mažinant vėdinimo intensyvumą tvarte jeigu lauke karšta arba tvarte oro santykinis drėgnis ir CO₂ koncentracija atitinka reikalavimus;
 - tvartuose reguliuojant oro srautus taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesusidarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo sluoksnio;
 - mažinant oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotą;
 - mažinant oro temperatūrą tvarte (naudojant dirbtinio rūko arba kitas sistemas);
 - nemaišant arba kuo mažiau maišant mėšlą;
 - intensyvinant mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.;
 - mėšlo tvarkymo technologijoje naudojant probiotikus, organinę anglį ar kt. biopreparatus;

– iš tvarto šalinamą orą valant biofiltruose.

5. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, reikia mažinti metano (CH₄), azoto suboksido (N₂O) emisiją.

5.1. Metano emisija iš kiaulių mėšlo mažinama:

- uždengiant skystojo mėšlo rezervuarus ir surenkant metano dujas;
- vengiant anaerobinio mėšlo laikymo;
- didinant kraiko naudojimą ir mažinant mėšlo drėgnumą.

5.2. Poveikis klimato kaitai mažinamas anaerobiškai apdorojant mėšlą ir gaminant biodujas bei tvartų šildymui naudojant atsinaujinančius energijos išteklius (pvz., biodujas).

6. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, energijos sąnaudos kiaulidėse mažinamos:

- gausiai kreikiant guoliavietes ir mažinant poreikį šildyti tvartą;
- efektyviai apšildant tvarto sienas ir stogą;
- žiemą panaudojant saulės spinduliuotės energiją į tvartą patenkančiam orui sušildyti;
- vasarą ribojant tiesioginių saulės spindulių patekimą į tvartą;
- optimizuojant vėdinimo intensyvumą pagal drėgmės ir anglies dvideginio balansus;
- efektyviai vėdinant tvartą kuo daugiau panaudojant natūralaus vėdinimo sistemas;
- taikant rekuperacines vėdinimo sistemas;
- taikant efektyvų apšvietimą.

7. Tvartuose geras mikroklimatas formuojamas visais metų laikais, optimaliai reguliuojant vėdinimo sistemą.

7.1. Kiaulidės intensyviai vėdinamos visais metų laikais. Svarbus vėdinimo intensyvumo rodiklis yra oro temperatūros tvarte ir lauke skirtumas. Kai jis didelis, yra pavojus, kad bus didelė ir CO₂ koncentracija, didelis oro santykinis drėgnis, o ant stogo konstrukcijų kondensuosis vandens garai.

7.2. Vasarą kontroliuojamas ir ribojamas tiesioginių saulės spindulių patekimas į tvartą.

7.3. Vėdinimo sistema privalo palaikyti gerą mikroklimatą tvarte: pašalinti perteklinę drėgmę, bei kontroliuoti vandens garų ore kondensaciją.

7.4. Kai kiaulidėje taikoma mechaninė vėdinimo sistema, turi būti įrengta atsarginė (avarinė) vėdinimo sistema, kuri nutrūkus mechaniniam vėdinimui garantuotų kiaulėms pakankamą oro kiekį. Avarinis vėdinimas paremtas natūralaus vėdinimo principu. Sugedus mechaniniam vėdinimui, atidaromų langų plotas lygus 0,6-1,3 % grindų ploto.

5. Kiaulidėje įrengus plyšinę vėdinimo sistemą, reguliuojamas angų plotas sienose ir plyšio kraige. Šalčių metu atvirų vėdinimo angų plotas sumažinamas iki 15 % šiltuoju metu reikalingo ploto.

7.6. Išvengiant skersvėjų gyvulio zonoje, oras į tvartą tiekiamas per nedidelio skersmens plyšius per visą tvarto perimetrą. Orą galima įleisti ir per pradarytus langus.

7.7. Vasarą atidarytų langų, durų plotas penimū kiaulių kiaulidėje apie 4 % grindų ploto.

7.8. Vasarą vėdinimo intensyvumas reguliuojamas įjungiant ar išjungiant ventiliatorius priklausomai nuo patalpos oro temperatūros. Žiemą, kai tvarte trūksta šilumos, vėdinimo intensyvumas reguliuojamas pagal oro drėgnį tvarte.

8. Eksploatuojant kiaulių fermas kvapų emisija mažinama:

- neleidžiant šlapimui kauptis grindų paviršiuje;
- tuštinimosi zonas vasarą reguliariai purkšiant vandeniu, kad ekskrementai slinktų į kanalą;
- gerinant betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiškumą, betono paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančiais ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančiais nano dangais;
- guoliavietes kreikiant gausiai sausais šiaudais arba durpėmis;
- iš kanalų po grotelėmis mėšlą šalinant ne rečiau kaip kas dvi savaites;
- mažinant mėšlo pH;
- į mėšlą kanaluose įmaišant cheminių ir biologinių preparatų, organinės anglies;
- mažinant tvarto vėdinimo intensyvumą: jei tvarto oro santykinis drėgnis ir anglies dioksido koncentracija atitinka normas;
- nuolat valant lovius;
- mažinant tvartų dulketumą;
- mažinant oro temperatūrą tvarte;
- iš tvarto orą šalinant per šiaudų, komposto, medžio drožlių ar kitų medžiagų biofiltrus;
- mėšlą uždengiant šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga;
- mėšlą separuojant: atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas.

9. Mėšlas tvarkomas taip, kad būtų išvengta paviršinio ir požeminio vandens taršos, būtų kuo mažesnė oro tarša ir nemalonių kvapų sklaidimas.

9.1. Įrengiama tirštojo mėšlo mėšlidė, kurią sudaro aikštelė mėšlui kaupti ir šalia jos srutų rezervuaras. Amoniakų emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami:

- uždengiant mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga;
- mažinant mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlą kraunant į aukštesnę rietuvę);
- palaikant didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės);
- mėšlo rietuvę kraunant kūgio forma, kad nubėgtų krituliai;
- palaikant žemesnę kaip 50 °C temperatūrą mėšlo rietuvėje (į mėšlą įmaišant daugiau šiaudų, kad anglies ir azoto santykis būtų didesnis kaip 40 (C:N>40).

9.2. Tirštasis mėšlas kaupiamas mėšlo rietuvėse prie tvarto:

- mėšlo rietuvei prie tvarto parenkama vieta, kurios neapsemia paviršiniai vandenys;
- pirmiausia įrengiamas nelaidus ir sandarus hidroizoliacinis sluoksnis;
- įrengiamas ne žemesnis kaip 40 cm aukščio žemės pylimas, saugantis, kad srutos netekėtų į aplinką;
- sukrautas mėšlas rietuvėje uždengiamas.

9.3. Tirštasis mėšlas kaupiamas rietuvėse mėšlu tręšiamuose laukuose:

- rietuvės įrengiamos tik laukuose, kurie bus tręšiami mėšlu;
- mėšlo kiekis rietuvėse negali viršyti tam laukui tręšti leidžiamo panaudoti mėšlo kiekio;
- vieta laukuose parenkama neapsemiamame paviršinių vandenų (liūčių, potvynių metu);
- rietuvės įrengiamos ne arčiau kaip 25 m nuo vandens telkinio kranto linijos, o kai yra pakrantės šlaitas nuo jo viršutinės briaunos ir ne arčiau kaip 5 m iki melioracijos griovio šlaito viršutinės briaunos;
- prieš kraunant mėšlą, pirmiausia ant dirvos paviršiaus suformuojamas durpių arba smulkintų šiaudų pasluoksnis srutomis ar skysčiams iš mėšlo sugerti. Šis pasluoksnis visu perimetru turi būti platesnis už mėšlo rietuvę, aiškiai matomas;
- rietuvė apjuosama ne žemesniu kaip 40 cm aukščio žemės pylimu, kuris apsaugo, kad visą mėšlo saugojimo laikotarpį srutos neištekėtų už jo ribų;

- mėšlas laikomas ne ilgiau kaip 6 mėnesius.

9.4. Skystąjį mėšlą kaupiant kauptuvuose, amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami:

- įrengiant gilesnę mėšlidę ir mažinant mėšlo paviršiaus plotą;
- mėšlidę dengiant sandaria danga;
- mėšlą dengiant plaukiojančiomis dangomis (smulkintais šiaudais (palaidi arba granulės), durpėmis, medžio pjuvenomis, keramzito granulėmis, aliejumi, sintetinė plėvele ir kt.);
- šviežią mėšlą tiekiant į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia danga;
- naudojant papildomas kvapus mažinančias priemones (pvz., probiotikai, organinė anglis).

9.5. Mėšlo ir srutų naudojimas laukams tręšti, išvengiant paviršinio ir požeminio vandens taršos, bei mažinant oro taršą ir nemalonių kvapų sklaidimą:

- per kalendorinius metus į dirvą patenkančio azoto (tręšiant mėšlu, srutomis ir ganant gyvulius) kiekis negali viršyti 170 kg hektarui;
- draudžiama skystąjį mėšlą ir (ar) srutas skleisti arčiau kaip 2 m iki melioracijos griovių viršutinių briaunų.
- asmuo, tręšiantis mėšlu daugiau kaip 30 ha žemės ūkio naudmenų per kalendorinius metus, privalo turėti tręšimo planą ir jį vykdyti;
- tręšimui mėšlu ir (ar) srutomis naudojama specialiai tam skirta techniškai tvarkinga ir saugi technika;
- rekomenduojama mėšlą ir srutas skleisti esant kuo mažesniai vėjo greičiui ir žemesnei oro temperatūrai;
- tręšimui skystuoju mėšlu ir (ar) srutomis turi būti naudojamos tiesioginio įterpimo į dirvą technologijos, jeigu netaikomos kitos moksliskai pagrįstos amoniako išsiskyrimą į aplinką mažinančios priemonės (pvz. srutų rūgštinimas, paskleistų srutų ar mėšlo įterpimas (suarimas ar sukultivavimas) nedelsiant);
- paskleistas ant dirvos paviršiaus mėšlas ir (ar) srutos turi būti įterpiamos į dirvožemį (suarinama ar sukultivuojama) kaip įmanoma greičiau.

10. Tvarto valymas ir dezinfekcija. Norint sumažinti infekcinių ligų riziką, būtina kiaulių laikymo patalpų reguliarus valymas ir dezinfekcija. Kuo banda didesnė, tuo valymas ir dezinfekcija aktualesnė. Priklausomai nuo bandos dydžio naudotini trys valymo ir dezinfekcijos lygiai:

10.1. Kai banda maža, kaulidė nesudalinta į sekcijas, o garduose nuolat būna gyvuliai. Plaunant vandeniui padidėtų oro drėgnis, todėl žiemą kai vėsu ir patalpa mažai vėdinama gyvuliai gali susirgti. Išvairius gyvulius iš gardo jis valomas rankinėmis priemonėmis (grandikliu, šluota) ir išbarstomas kalkėmis.

10.2. Laikant vidutinio dydžio bandas, svarbiausia išvalyti nujunkytų paršelių ir penimų kiaulių gardus kiekvieną kart išvairius gyvulius. Žindamų paršavedžių su paršeliais gardai taip pat reguliariai valomi. Gardai išplaunami aukšto slėgio vandens srove, po to srove su dezinfekantais. Geriausia kai kaulidė suskirstyta į sekcijas, o valoma tuščia sekcija. Jeigu sekcijų nėra, valomas gardas nuo gardo su gyvuliais atskiriamas skydais, kad nešvarumai nepatektų į gardą su gyvuliais.

10.3. Didelėse bandose infekcinių ligų rizika didelė, todėl patalpas valyti ir dezinfekuoti reikia reguliariai. Paršavedžių, nujunkytų paršelių ir penimų kiaulių kaulidės suskirstomos į sekcijas, kurios periodiškai būna tuščios ar pilnos. Kiekvieną kartą ištuštinus sekciją, ji išplaunama aukšto slėgio vandens srove, po to dezinfekantais.

3.10. Informacijos šaltinių sąrašas

1. Andrés Horrillo, Paula Gaspar and Miguel Escribano. Organic Farming as a Strategy to Reduce Carbon Footprint in Dehesa Agroecosystems: A Case Study Comparing Different Livestock Products. *Animals* 2020, 10(1), 162; <https://doi.org/10.3390/ani10010162>.
2. Armstrong, W. D., and T. R. Cline. 1977. Effect of various nutrient levels and environmental temperatures on the incidence of colibacillary diarrhea in pigs: Intestinal fistulation and titration studies. *J. Anim. Sci.* 45:1042–1050. doi:10.2527/jas1977.4551042x
3. V. Baliukonienė, B. Bakutis. Mano ūkis 2012/10. Ganyklinio kiaulių laikymo technologija.
4. Bindelle J, Leterme P, Buldgen A. Nutritional and environmental consequences of dietary fibre in pig nutrition: a review. *Biotechnol Agron Soc Environ.* 2008. 12:69–80.
5. Canh TT, Verstegen MW, Aarnink AJ, Schrama JW. Influence of dietary factors on nitrogen partitioning and composition of urine and feces of fattening pigs. *J Anim Sci.* 1997. 75:700–6.
6. Cao, Xinyue; Reichel, Rüdiger; Brüggemann, Nicolas. Potential of high organic carbon soil amendments to mitigate greenhouse gas and ammonia emissions from pig and cattle slurry treated soils. *Geophysical Research Abstracts.* 2019, Vol. 21, p1-1. 1p.
7. Carlos Piñeiro, Joaquín Morales, María Rodríguez, María Aparicio, Edgar García Manzanilla, Yuzo Koketsu. Big (pig) data and the internet of the swine things: a new paradigm in the industry. *Animal Frontiers*, Volume 9, Issue 2, April 2019, Pages 6–15, <https://doi.org/10.1093/af/vfz002>.
8. Chu, G. M., Kim, J. H., Kang, S. N., Song, Y. M. (2013). Effects of dietary bamboo charcoal on the carcass characteristics and meat quality of fattening pigs. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 33(3), 348–355. doi:10.5851/kosfa.2013.33.3.348.
9. Chu, G. M., Jung, C. K., Kim, H. Y., Ha, J. H., Kim, J. H., Jung, M. S., Cho, J. H. (2013). Effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar as antibiotic alternatives on growth performance, immune responses and fecal microflora population in fattening pigs. *Animal Science Journal*, 84(2), 113–120. doi:10.1111/j.1740-0929.2012.01045.
10. Chu, G. M., Kim, J. H., Kim, H. Y., Ha, J. H., Jung, M. S., Song, Y., Song, Y. M. (2013). Effects of bamboo charcoal on the growth performance, blood characteristics and noxious gas emission in fattening pigs. *Journal of Applied Animal Research*, 41(1), 48–55. doi:10.1080/09712119.2012.738219.
11. Dung Pham Van, Hoan Duong Cong, Arango Jacobo, Nghia Tran Dai. Greenhouse gas emissions from piggery and biogas digesters in the Red River Delta of Vietnam. *Greenhouse gas emissions. The Red River Delta Vietnam.* 2020. International Center for Tropical Agriculture. p. 1 – 26. http://dspace.agu.edu.vn:8080/handle/AGU_Library/13039.
12. Deisi Cristina Tápparo, Paula Rogovski, Rafael Dorighello Cadamuro, Doris Sobral Marques Souza, Charline Bonatto, Aline Frumi Camargo, Thamarys Scapini, Fábio Stefanski, André Amaral, Airton Kunz, Marta Hernández, Helen Treichel, David Rodríguez-Lázaro and Gislaine Fongaro. Nutritional, Energy and Sanitary Aspects of Swine Manure and Carcass Co-digestion. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 2020. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00333>.
13. Dee, S. A., A. R. Carlson, N. L. Winkelman and M. M. Corey. 1993. Effect of management practices on the streptococcus suis carrier rate in nursery swine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 203:295–299.
14. Ehab Mostafa, Anne Selders, Richard S. Gates & Wolfgang Buescher. Pig barns ammonia and greenhouse gas emission mitigation by slurry aeration and acid scrubber. 2020. *Environmental Science and Pollution Research* volume 27, p. 9444–9453.
15. Emanuela Tullo Alberto Finzi Marcella Guarino. Review: Environmental impact of livestock farming and Precision Livestock Farming as a mitigation strategy. *Science of The Total Environment.* Volume 650, Part 2, 10 February 2019, Pages 2751-2760. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.018> Get rights and content.
16. Feiza ir kt., 2019. Gerosios žemės ūkio praktikos kodeksas, kurio taikymas mažintų neigiamą žemės ūkio poveikį dirvožemiui, vandeniui, orui ir klimatui. Vilnius, 205 p.
17. Feenstra, A. 1985. Effects of air temperature on weaned piglets. *Pigs News Info.* 6:295–299.
18. Ganyklinio kiaulių laikymo technologija. *Mokslo populiarinimo žurnalas. Mano ūkis.* 2012.10. <https://www.manoukis.lt/mano-ukis-zurnalas/2012/10/ganyklinio-kiauliu-laikymo-technologija/>.

19. Georgios Pexas, Stephen Mackenzie, Michael Wallace, Ilias Kyriazakis. Environmental impacts of housing conditions and manure management in European pig production systems through a life cycle perspective: A case study in Denmark. 2020. *Journal of Cleaner Production*. P. 120005.
20. J. H. Harrison P. M. Ndegwa. Anaerobic Digestion of Dairy and Swine Waste. *Animal Manure: Production, Characteristics, Environmental Concerns, and Management*, Volume 67. 2020. <https://doi.org/10.2134/aspectpub67.c13>.
21. Hongliang Wang, Xiaoying Zhang, Yifei Ma, Yong Hou. Mitigation potential for carbon and nitrogen emissions in pig production systems: lessons from the North China Plain. *Science of The Total Environment*. Volume 725, 10 July 2020, 138482. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138482>.
22. Januškevičiūtė G. Ekologinio ūkio kiaulių ligų patomorfolginė analizė. Magistro baigiamasis darbas. 2018. <https://www.lsmuni.lt/cris/handle/20.500.12512/104078>.
23. Joel Tallaksen Lee Johnston Kirsten Sharpe Michael Reese Eric Buchanan. Reducing life cycle fossil energy and greenhouse gas emissions for Midwest swine production systems. *Journal of Cleaner Production*. Volume 246, 10 February 2020, 118998. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118998>.
24. Jensen, D. B., and A. R. Kristensen. 2016. Temperature as a predictor of fouling and diarrhea in slaughter pigs. *Livest. Sci.* 183:1–3. <https://doi:10.1016/j.livsci.2015.11.007>
25. Ka Yan Man, Ka Lai Chow, Yu Bon Man, Wing Yin Mo & Ming Hung Wong. Use of bio-anglis as feed supplements for animal farming. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*. 2020. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1721980>
26. Kavolėlis B. Feros kvapas. Mano ūkis, 2009/04.
27. Kiaulių gerovės reikalavimai. Patvirtinta Valstybinės maisto ir veterinarijos tarnybos direktoriaus 2019 m. rugsėjo 20 d. įsakymu Nr. B1-687.
28. Kiaulidės statyba ir įrengimas, kiaulių auginimas ir veisimas. 2015. *Agrožinios*.
29. Kondratowicz, Jacek; Matusevičius, Paulius; Stankevičienė, Marija; Stankevičius, Henrikas; Baranauskas, Stanislovas. Pašarų poveikis kiaulienos kokybei ir jos laikymo technologijai. Vagos: mokslo darbai. Kaunas: Akademija, 2004, Nr. 65(18). p. 24-29. 2004. *Veterinarija / Veterinary (A002)*. <https://hdl.handle.net/20.500.12512/12367>.
30. Kreukniet, M. B., W. Visser, J. M. F. Verhagen, and M. W. A. Verstegen. 1990. Influences of climatic treatments on systemic immunological parameters in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 24:249–258. doi:10.1016/0301-6226(90)90005-Q
31. Kupper, T., Fischlin Häni, C., & Spring, P. (2015). TC-P_09 Use of a feed additive based on bio-anglis for mitigation of ammonia emissions from weaned piglets and broilers. In: RAMIRAN, 2015–16th International Conference Rural-Urban Symbiosis. Hamburg: Advances in Emission Prevention. 424–427.
32. Le Dividich, J. 1981. Effects of environmental temperature on the growth rates of early weaned piglets. *Livest. Prod. Sci.* 8:75–86. doi:10.1016/0301-6226(82)90008-2.
33. Le Thi Thu Huong Yoshifumi Takahashi Hisako Nomura Cao Truong Sond Takeru Kusudo Mitsuyasu Yabe. Manure management and pollution levels of contract and non-contract livestock farming in Vietnam. *Science of The Total Environment*. Volume 710, 25 March 2020, 136200. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136200>.
34. Loyon Laurence Guiziou Fabrice. Ammonia volatilization from different pig slurries applied on wheat stubble using different land spreading techniques under French conditions. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. Volume 280, 1 August 2019, Pages 114-117. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2019.04.034>.
35. Madhavaraj Lavanya, Ho-Dong Lim, Kong-Min Kim, Dae-Hyuk Kim, Balasubramani Ravindran, Gui Hwan Han. A novel strategy for gas mitigation during swine manure odour treatment using seaweed and a microbial consortium. 2020. *Frontiers of Environmental Science & Engineering* volume 14, Article number: 53 (2020).
36. Roland W. Melse, Johanna M. G. Hol. Biofiltration of exhaust air from animal *houses*: Evaluation of removal efficiencies and practical experiences with biobeds at three field sites. *Biosystems Engineering*, Volume 159, 2017, Pages 59-69. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511017301290>
37. Mikšytė A. Magistro darbas / Master thesis. Aplinkos terminių rodiklių poveikis 3–4 mėn. penimiems paršeliams. 40 p. 2020. <https://hdl.handle.net/20.500.12512/105829>.

38. Mroz Z, Moeser AJ, Vreman K, et al. Effects of dietary carbohydrates and buffering capacity on nutrient digestibility and manure characteristics in finishing pigs. *J Anim Sci.* 2000. 78:3096–106.
39. Putmai N., Jarunglumert T., Prommuak C., Pavasant P., Flood A. E. Modelling of swine farm management for enhancement of biogas production and energy efficiency. 2020. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 736, Engineering Science and Technology.
40. Patrícia Bellé Diel, Vanusa A. Casarin, Marcelo P. Stracke, Deoclécio J. C. da Silva, Antonio V. Dos Santos, Renato Przychynski. Economic management model of electricity generated from biomass in a pig farm. *Engenharia Agrícola.* ISSN: 1809-4430. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v40n2p132-138/2020>
41. Røjen BA, Larsen M, Kristensen NB. Effect of abomasal infusion of oligofructose on portal-drained visceral ammonia and urea-nitrogen fluxes in lactating Holstein cows. *J Dairy Sci.* 2012. 95:7248–60.
42. Shangsuo Zuo, Long Jin, Yongwha Chung. An index algorithm for tracking pigs in pigsty. *WIT Transactions on Engineering Sciences*, Vol. 93, © 2014 WIT Press www.witpress.com, ISSN 1743-3533 (on-line)), Daihee Park Department of Computer and Information Science, Korea University, Sejong, Korea.
43. Stärk, K. D. 2000. Epidemiological investigation of the influence of environmental risk factors on respiratory diseases in swine—a literature review. *Vet. J.* 159:37–56. doi:10.1053/tvjl.1999.0421.
44. Sommer SG, Husted S. The chemical buffer system in raw and digested animal slurry. *J Agric Sci.* 1995. 124:45–53.
45. Vasile, Andrei; Tanase, Gheorghita; Babeanu, Narcisa; Popa, Ovidiu. Odour assessment for a pig farm through dynamic olfactometry and air dispersion modelling in order to reduce the odour pollution using biotechnologies. *Revista de Chimie (Bucharest)*, vol. 71, no. 1, 2020, pp. 61–66. SYSCOM 18 SRL. <http://hdl.handle.net/123456789/1583>.
46. Scientific Opinion of the Panel on Animal Health and Welfare on a request from Commission on the risks associated with tail-biting in pigs and possible means to reduce the need for tail-docking considering the different housing and husbandry systems. *The EFSA Journal* (2007) 611, 1-13.
47. Sivilai, B., Preston, T. R., Leng, R. A., Hang, D. T., & Linh, N. Q. (2018). Rice distillers' byproduct and bio-anglis as additives to a forage-based diet for growing Moo Lath pigs; effects on growth and feed conversion. *Livestock Research for Rural Development*, 30, 111.
48. Yajun Yang, Mukesh Kumar Awasthi, Wei Du, Xiuna Ren, Tong Lei, Jialong Lv. Compost supplementation with nitrogen loss and greenhouse gas emissions during pig manure composting. *Bioresource Technology.* Volume 297, February 2020, 122435. *Bioresource Technology Case Study.* <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2019.122435>.
49. *WIT Transactions on Engineering Sciences*, Vol. 93, © 2014 WIT Press www.witpress.com, ISSN 1743-3533 (on-line)) Shangsuo Zuo, Long Jin, Yongwha Chung, Daihee Park Department of Computer and Information Science, Korea University, Sejong, Korea. An index algorithm for tracking pigs in pigsty.
50. Zhenyu Yan, ChaoWang, Jiapeng Xu , Xuexi Huo, Qaiser Hussain. Examining the effect of absorptive capacity on waste processing method adoption: A case study on Chinese pig farms. *Journal of Cleaner Production.* Volume 215, 1 April 2019, Pages 978-984. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.092>.
51. Quan Hai Nguyen, Phung Dinh Le, Channy Chim, Ngoan Duc Le, Veerle Fievez. Potential to mitigate ammonia emission from slurry by increasing dietary fermentable fiber through inclusion of tropical byproducts in practical diets for growing pigs. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)* 2019; 32(4): 574-584. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0481>.
52. ŽŪ TPT 02:2010. Kiaulidžių technologinio projektavimo taisyklės, patvirtintos Lietuvos Respublikos žemės ūkio ministro 2010 m. sausio 27 d. įsakymu Nr. 3D–50.

4. PAUKŠČIŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ

4.1. Procesų valdymas paukštidėse

Paukštininkystės ūkiai turėtų būti suprojektuoti su optimalia tvarto šilumos izoliacija, kad būtų palaikoma jo vidaus temperatūra (Scanes, 2015). Naminių paukščių tvartų kryptis turėtų būti iš rytų į vakarus arba iš šiaurės į pietus: karštuose regijonuose (Donald ir William, 2002). Patartina panaudoti natūralų oro srautą ir apsaugoti paukščius nuo maksimalios saulės apšvietos dienos metu. Stogo izoliacija yra labai svarbi, nes apie 60% šilumos mainų vyksta per tvarto stogą. Paukštidės stogas turėtų būti aukštas, nes stogas labai įkaista. Purškiant vandenį, stogas gali atvėsti esant aukštai temperatūrai (Donald ir William, 2002). Garavimo aušinimo sistemos gali būti naudojamos su aušinimo pagalvėlėmis tvarto viduje, o purkštuvai gali būti naudojami tvartuose, kur aukšta aplinkos temperatūra ir žemas drėgmės lygis. Vandens garinimo metu prarandama perteklinė šiluma, o tvarto viduje susidaro vėsesnis oras. Tačiau susidariusią drėgmę reikia atidžiai stebėti (Tumová ir Gous, 2012), nes santykinis drėgnis padidėja maždaug 4,5%, sumažinus temperatūrą 1 °C drėkinimo metu.

Belaidžio jutiklių tinklo technologija vis dažniau naudojama įvairiose srityse, tokiose kaip pramonė ir žemės ūkis (Gomes ir Bianchini, 2016). Duomenų kaupikliai yra ne tik efektyvus aplinkos parametrų ir duomenų perdavimo būdas, bet ir nebrangi alternatyva temperatūros, santykinio oro drėgno, amoniako koncentracijos ore stebėjimui (Pereira, 2020).

Paukščių laikymo sąlygos, tokios kaip optimali temperatūra, oro greitis ir santykinė drėgmė, atsižvelgiant į amžių, auginimo fazę, paukščių dydį ir išorės aplinkos sąlygas, yra svarbios gyvūnų sveikatai, paukščių produktyvumui (Kocaman et al., 2006).

Paukštynuose populiarėja tiksliosios gyvulininkystės sistemos, naudojant įvairius jutiklius procesų kontrolei ir valdymui. Gyvulininkystės valdymo sistemas paprastai sudaro trys atskiros funkcijos: stebėjimas, analizė ir sprendimų priėmimas (Wolfert ir kt., 2017). Tiksliosios gyvulininkystės sistemos palengvina darbo procesų automatizavimą, nes sumažėja rankinio stebėjimo ir žmonių sprendimų priėmimo poreikis, žymiai sutrumpėja laikas ir pastangos, reikalingos dideliame gyvūnų skaičiui valdyti. Naujos tiksliosios gyvulininkystės jutiklių technologijos gali patobulinti naminių paukščių auginimo sistemas, optimizuoti šėrimo sistemas ir paukščių gerovę. Jutiklių technologijos taip pat suteikia didelį potencialą sparčiau nustatyti ir diagnozuoti naminių paukščių ligas (Astill, 2020). Gali būti naudojamos paukštininkystės fermų aplinkai stebėti ir kontroliuoti, pvz., oro drėgmės kontrolė ir reguliavimas keičiant ventiliacijos intensyvumą (Conley, 2012). Įrodyta, kad kelių jutiklių sistemos, galinčios kontroliuoti oro temperatūrą, oro greitį ir slėgio skirtumą broilerių tvarte, efektyviai įvertina tvarto vėdinimo sistemą (Bustamante ir kt., 2012). Belaidžių temperatūros,

oro santykinės drėgmės, amoniako ir anglies dioksido jutiklių panaudojimas paukštyne, eksperimentiškai įvertinta ir pasiteisino optimizuojant gamybinius procesus (Jackman ir kt., 2015).

Robotika yra dar viena potenciali technologija, kuri galėtų būti naudojama paukštininkystės namų aplinkai stebėti ir palaikyti. Šėrimas paukštininkystės ūkiuose yra svarbus naminių paukščių auginimo aspektas ir tai yra sritis, kurioje naujos technologijos gali turėti didelę įtaką produkcijai. Naujos technologijos optimizuoja naminių paukščių šėrimą (Schneider et al., 2004). Sukurta eksperimentinė tikslaus šėrimo sistema, reguliuojanti pašaro tiekimą atskiriems paukščiams po vieną, atsižvelgiant į paukščio svorį (Zuidhof et al., 2017). Tai leidžia apriboti maitinimą sunkesnių paukščių. Pradiniai tyrimai, kuriuose buvo naudojama ši tikslaus šėrimo technologija, parodė, kad viščiukų broilerių kūno svorio skirtumai sumažėja 50%. Šis šėrimo būdas leidžia operatyviai keisti racionus, pagerėja pašarų įsisavinimas.

Viščiukų broilerių judėjimo fiksavimas naudojant skaitmeninio vaizdo technologijas leidžia įvertinti viščiukų aktyvumą, kuris gali būti naudojamas kaip gerovės būklės rodiklis. Tai padeda įvertinti paukščių svorį, gyvulių tankį atsižvelgiant į šėrimo įpročius ir paukščių reakciją į skirtingas aplinkos sąlygas (Corkery ir kt., 2013).

Kitas metodas, tiriamas kaip naminių paukščių gerovės rodiklis, yra vokalizacijos analizė, kurios metu paukščių skleidžiami garsai naudojami kaip sveikatos ir gerovės rodiklis (Manteuffel ir kt., 2004).

Vaizdo infraraudonųjų spindulių pagalba galima nustatyti objektų paviršiaus temperatūrą ir sudaryti vaizdų žemėlapi su spalvomis, vaizduojančiomis skirtingas temperatūras (Nääs et al., 2014). Šilumos stresas kenkia naminių paukščių sveikatai, o kūno temperatūra rodo fiziologinius sutrikimus, dėl kurių gali padidėti mirtingumas. Infraraudonųjų spindulių atvaizdavimas gali būti naudojamas įvertinti gyvūnų temperatūrą pasikeitus racionui, laikymo aplinkai ir streso lygiui.

Šilumos stresas neigiamai veikia naminių paukščių produktyvumą, reprodukcinės savybes, gerovę (Yousaf et al., 2019). 10–20 kartų padidėjęs paukščių kvėpavimo dažnis padidina CO₂ nuostolius per plaučius. Dėl šio praradimo padidėja kraujo pH ir sutrinka rūgščių-šarmų pusiausvyra (Abbas ir kt., 2012), dėl kurių pablogėja paukščių sveikata ir produktyvumas. Vasaros sezono metu vištos turėtų būti laikomos ir joms turi būti užtikrinta tinkama aplinka (termoneutralinė zona), kad paukščiai galėtų palaikyti šiluminę pusiausvyrą su aplinka. Padidėjęs paukščių medžiagų apykaitos greitis vasarą padidina šilumos gamybą, o sumažėję šilumos nuostoliai karštu ir drėgnu oru padidins bendrą temperatūrą (Donald ir William, 2002). Gyvulių tankis turėtų būti koreguojamas atsižvelgiant į temperatūros ir drėgmės sąlygas (Donald ir William, 2002).

Intensyvus oro srautas yra būtinas norint sumažinti temperatūrą tvarte (Nilipour, 2000). Šilumos nuostoliai dėl radiacijos ir konvekcijos padidėja padidėjus oro greičiui (Yahav et al., 2004). Esant ekstremalioms aukštos drėgmės ir temperatūros sąlygoms, aušinimo sistemų naudojimas gali būti net žalingas (Attia ir kt., 2006; Tumová ir Gous, 2012). Nejudantį orą tvarte reikia cirkuliuoti, kad konvekcija padidintų paukščių atiduodamą šilumą į aplinką. Ventilatoriai gali būti naudojami karštam orui ištraukti iš tvarto. Norint pasiekti maksimalų oro srautą, tvartas turėtų būti atidarytas ir jame įrengti recirkuliacijos ventilatoriai (Donald ir William, 2002).

Paukščių šėrimas turėtų būti atliekamas vėsiomis paros valandomis, t.y., ryte ir vakare (Farghly et al., 2018a). Šėrimo nutraukimas sumažina metabolinį šilumos išsiskyrimą. Papildomai suvartoti pašarai karštomis dienos valandomis padidintų šilumos apkrovą ir sukeltų papildomą mirtingumą.

Kraiko temperatūra padidėja karščiu metu. Norėdami sumažinti pakratų temperatūrą, pakratai turėtų būti laikomi vidutiniškai drėgni (Bessei, 2006). Tačiau šlapias kraikas sukels blogą kvapą ir padidins dujų emisiją, kuri gali sutrikdyti paukščių augimo tempą, padidinti paukščių stresą (Donald ir William, 2002).

Šilumos stresas tapo pagrindiniu naminių paukščių augintojų rūpesčiu, nes sumažėjo šiuolaikinių naminių paukščių genotipų šilumos tolerancija. Aukšta temperatūra daro žalingą poveikį naminių paukščių augimui, mėsos kiekiui ir kokybei, kiaušinių dėjimui ir kiaušinių kokybei. Paukštynuose svarbu užtikrinti, kad lauko oras galėtų intensyviai tekėti į paukštyną ir iš jo. Šėrimas vėsesniu paros metu, šlapias šėrimas, pritemdytas apšvietimas šėrimo metu gali būti geros strategijos norint įveikti šilumos stresą. Palaikydami gerą mikroklimatą tvarte, padidindami naminių paukščių raciono energijos lygį ir papildydami racionus bei geriamąjį vandenį vitaminais, antioksidantais, probiotikais ir mineralais, galima sušvelninti karščio stresą (Saeed, 2019).

Apšvietimo programos gali paveikti paukščių elgseną, pašarų virškinimą (Olanrewaju ir kt., 2006). Taikant apšvietimo programas, mažesnę nei 10 lx šviesos intensyvumą ir 4–6 valandas visiškos tamsos per dieną, gerėja pašarų įsisavinimas dėl lėtesnio pašarų suvartojimo ir geresnio virškinimo. Naminių paukščių žarnyno sveikata daro didelę įtaką paukščių sveikatai, gyvūnų gerovei, gamybos efektyvumui, maisto saugai ir aplinkai (Rondón, 2019).

Viščių produktyvumas ir gerovė yra tiesiogiai susiję su aplinkos sąlygomis, kuriomis auginami naminiai paukščiai (Janczak ir Riber, 2015). Šilumos komforto diapazonas naminiams paukščiams iš esmės skiriasi priklausomai nuo jų amžiaus, tačiau per visą veisimosi laikotarpį pageidautina, kad temperatūra paukštidėje išliktų kiekvienai amžiaus grupei rekomenduojamame diapazone. Šilumos ar šalčio stresas yra nepageidautinas, nes jis gali

įtakoti naminių paukščių gerovę, taip pat padidinti jautrumą ligoms ir mirtingumą (Gebregeziabhear ir Ameha, 2015).

Paukščiai daug laiko praleidžia ant grindų, todėl jos turi būti gerai izoliuotos nuo drėgmės ir apšiltintos. Pageidautina, kad vištos tolygiai pasiskirstytų patalpoje, o tam reikia, kad oro srautai ir temperatūra būtų vienoda visame grindų paviršiuje. Vištoms kapstantis kyla daug dulkių, todėl geras vėdinimas būtinas. Jeigu prie paukštidės įrengtas lauko aptvaras, pastatas išilgine ašimi nukreipiamas iš šiaurės į pietus, kad ir atidarius lauko landas patalpa būtų vienodai apšviesta ir neperkaistų nuo saulės.

Kreikti galima iki 8 mm stambumo žvyru, medžio drožlėmis, kvietiniais, ruginiais šiaudais. Smėlis ir žvyras turi būti sausi, medžio drožlės – be dulkių ir chemiškai neapdorotos. Šiaudai švarūs ir nesupeliję. Kreikiama 1–2 cm sluoksniu. Norint išvengti vandens garų kondensacijos tarp grindų ir kraiko, kai žema patalpos temperatūra, pirmiausia reikia patalpinti vištas ir tik tada kreikti.

Broileriai dažniausiai auginami ant kraiko. Auginant ant gilaus kraiko 1 m² laikoma 12–18 vienadienių viščiukų. Viščiukų tankumas laikymo vietoje turi būti ne didesnis kaip 33 kg kūno masės į vieną m². Visiems viščiukams broileriams turi būti nuolat prieinami naudingo ploto paviršiuje sausi ir purūs pakratai. Pirmąsias dvi savaites broilerių auginimo patalpa intensyviai apšviečiama, vėliau apšvietimas gali būti ne toks intensyvus, bet jo trukmė turi būti ne mažesnė kaip 14 val. per parą. Kraikui naudojamos pjuvenos, drožlės, šiaudai, durpės ir kt. Kraiko drėgnumas neturėtų būti didesnis kaip 25 %. Pirminis pakreikimas – 5–6 cm kraiko. Vasarą, kai lauke temperatūra aukštesnė kaip 20°C, reikiamas kraigo plyšio plotas ar ištraukiamųjų šachtų plotas 1000 paukščių yra toks: viščiukų-broilerių auginimo patalpoje – 4,5 m² (arba apie 4 % grindų ploto). Vasarą sienose atidaromų angų bendras plotas 1 000 paukščių turėtų sudaryti 6 % (broilerių) paukštidės grindų ploto. Vėdinimo angos mažinamos, mažėjant lauko temperatūrai ir broilerių augimo pradžioje.

4.2. Dujų emisijos mažinimas

Naminių paukščių mėšlo anaerobinį skaidymą riboja per didelis azoto kiekis ir didelė sausųjų medžiagų koncentracija mėšle. Azoto kiekis mažinamas taikant azoto pašalinimo procesus arba išankstinį apdorojimą, tirpinant organines medžiagas. Taikomas termocheminis pirminis apdorojimas amoniako pašalinimui iš mėšlo. Pirminio apdorojimo eksperimentiniais tyrimais esant 90 °C temperatūrai ir pH 10, azoto šalinimo efektyvumas pasiektas iki 72%, o metano gamyba - 1,2 karto didesnė. Šie tyrimai rodo, kad substratą optimizuojant ir taikant

termocheminį pirminį apdorojimą ir amoniako valymo procedūras prieš anaerobinį skaidymą, yra gera strategija (Werde, 2020).

Apdorotą mėšlą įterpti į dirvą geriau nei taikyti tiesioginį mėšlo įterpimą (Hoeve et al., 2014). Tačiau naminių paukščių mėšle yra didelis organinių medžiagų kiekis, didelė azoto koncentracija (Kelleher et al., 2002). Tai yra pagrindiniai veiksniai, trukdantys efektyviai perdirbti paukščių mėšlą. Didelis baltymų kiekis gali sukelti laisvojo amoniako susidarymą anaerobinio perdirbimo metu, kuris buvo įrodytas kaip šio proceso inhibitorius (Yenigün ir Demirel, 2013).

Broilerių auginimas yra svarbus amoniako išmetimo šaltinis. Rekomenduojami amoniako emisijos mažinimo būdai yra rūgštinis šveitiklio naudojimas (–92,5%), komposto biofiltras (–71,9%) ir laikomo mėšlo paviršiaus padengimas dirvožemiu (–83,0%) (Wang et. al., 2019).

Atlikti tyrimai paukščių kraike pridėjus rūgštiklių, du biologiniai ir vienas cheminio ureazės inhibitorius. Taikant pakratų pakeitimus, N nuostoliai buvo sumažinti (0–15%), palyginus su nepakeistais pakratais (20%). Rūgštikliai sumažina azoto nuostolius vykstant cheminiams ir mikrobiologiniams procesams. Tvarios naminių paukščių auginimo ateičiai būtina naudoti efektyvius, ekonomiškai efektyvius pakratų pakeitimus, siekiant aplinkosauginės ir finansinės naudos (Cook et. al., 2011).

Iš paukštidės šalinamą orą galima efektyviai valyti biofiltruose. Biofiltras sumažina kvapų sklaidą iki 70-90 %. Išlaidos biologinio oro valymo įrenginiams, kurie apdoroja 10 m³/s oro srautą, dažniausia būna 0,29 - 0,34 svaro už kiekvieną išaugintą broilerį. Optimizavus tvarto techninius sprendimus, vienam užaugintam paukščiui išlaidos gali būti mažesnės nei 0,20 svaro sterlingų (Pearson et. al., 1992).

Rekomenduojamas mažiausias medžio drožlių terpės biofiltro gylis yra nuo 0,15 m iki 0,3 m (Nicolai and Janni 1999). Oro valymo biofiltre trukmė svyruoja nuo kelių sekundžių iki beveik vienos minutės. Zeisig (1987) nurodė pakankamą kvapo sumažėjimą iš vištidės - 3 s. Įvertindamas paukščių tvartų biofiltrų sąnaudas, Pearsonas (1990) siūlo 20 s.

Biofiltre oro buvimo laikas buvo 5–10 sekundžių, esant projektiniam srautui. Biofiltro terpę sudarė spygliuočių drožlės ir žievės. Biofiltrų sistemos kvapo šalinimo iš ančių tvarto efektyvumas buvo vidutiniškai 95 ± 3% (Lau & Cheng 2007).

Akdeniz ir kt. (2011) įvertintas dviejų alternatyvių biofiltrų terpių (pušies ir lavos uoliena) dujų mažinimo efektyvumas ir dujų mažinimo efektyvumas esant trimis biofiltro sluoksniu aukščiams kai oro pratekėjimo per biofiltrą trukmė 1, 3 ir 5 s bei esant skirtingoms drėgmės lygiams (santykinė oro drėgmė 82% ir 90%). Efektyviausia oras valomas esant 90% santykinėi oro drėgmei ir 5 s oro kontakto trukmei, siekiant sumažinti sieros vandenilio ir amoniako išmetimą. Medienos drožlės ir žievės mulčias yra dažniausiai naudojamos biologinių filtrų

terpės, nes jos nebrangios. Šios organinės medžiagos suyra ir jas reikia pakeisti kas 2–5 metus (Akdeniz et. al. 2011).

Amoniakos emisijos sumažinimui didelę įtaką turi biofiltrų terpių gylis, kuris rekomenduotinas 0,40 m (Hong & Park 2004).

Luo ir Lindsey (2006) įvertino biofiltrų, kuriuose yra skirtingo dydžio susmulkintos pušies žievės bei ceolito mišinio, efektyvumą. Biofiltrų kvapo pašalinimo efektyvumas buvo gautas nuo 80% iki 99%. Smulkintos žievės biofiltras yra veiksmingesnis už rupios žievės biofiltrą mažinant kvapo koncentraciją. Į biofiltrą į žievės terpę įdėjus ceolito, nedaug padidėja dujų emisijos mažinimo efektyvumas. Oro biofiltravimas turėtų būti laikoma svarbia gyvūnų auginimo įrenginių dalimi įvertinant poveikį aplinkai, žmonių ir gyvūnų sveikatai (Kurec and Sisman 2017).

Paukščių pakratų apdorojimas: naminių paukščių kraikas parūgštinamas ir amoniako išmetimas sumažinamas iki 50%. Paukštyno biofiltrai: susideda iš paukščių laikymo patalpų vėdinimo sistemų, kurios iš tvarto šalinamą orą tiekia per biofiltrų terpę, kurioje yra organinių medžiagų sluoksnis (medžio drožlių mišinys), palaikantis mikrobų populiaciją ir mažinantis amoniako išmetimus iki 60%. (Meisinger et. al.,2008).

Paukščių mėšle gausu makro ir mikroelementų, tačiau jame gali būti įvairių teršalų pvz., antibiotikų ar pesticidų, ir tokiu būdu keliant realią grėsmę dirvožemiui ir gyviesiems organizmams dirvožemis tiesiogiai arba po biologinio apdorojimo (Drozd, 2020).

Aplinkai kenksmingiausios dujos, gaminamos paukštininkystės ūkiuose, yra amoniakas. Iš bendro azoto, kurį išskiria paukščiai - nuo 13 iki 20% broileriams ir nuo 2 iki 20% dedeklėms vištoms - jis iš mėšlo patenka į orą amoniako pavidalu (Myszograj and Puchalska, 2012).

4.3. Išvados ir rekomendacijos

1. Paukštynuose populiarėja tiksliosios sistemos, naudojant įvairius jutiklius procesų kontrolei ir valdymui. Valdymo sistemas sudaro trys atskiros funkcijos: stebėjimas, analizė ir sprendimų priėmimas. Tiksliosios sistemos palengvina darbo procesų automatizavimą, nes sumažėja stebėjimo ir žmonių sprendimų priėmimo poreikis, sutrumpėja laikas ir pastangos, reikalingos dideliame gyvūnų skaičiui valdyti. Jutiklių technologijos suteikia didelį potencialą greičiau nustatyti ir diagnozuoti naminių paukščių ligas, naudojamos paukštininkystės fermų aplinkai stebėti ir kontroliuoti, pvz., oro drėgmės kontrolė ir reguliavimas keičiant ventiliacijos intensyvumą.
2. Robotika yra potenciali technologija, kuri suteikia galimybes tiekti pašarą atskiriems paukščiams po vieną, atsižvelgiant į jo svorį. Tai leidžia apriboti maitinimą sunkesnių paukščių, todėl ženkliai sumažėja broilerių svorio skirtumai. Šis šėrimo būdas leidžia operatyviai keisti racionus, pagerėja pašarų įsisavinimas.
3. Oro temperatūra, greitis ir santykinė drėgmė, atsižvelgiant į amžių, auginimo fazę, paukščių dydį ir išorės aplinkos sąlygas daro didelę įtaką paukščių sveikatai ir produktyvumui ir yra svarbiausi veiksniai, įtakojantys paukščių laikymo sąlygas.
4. Šilumos stresas neigiamai veikia naminių paukščių produktyvumą, reprodukcinės savybes, gerovę. Šilumos stresas yra svarbi problema, nes sumažėjo šiuolaikinių naminių paukščių genotipų šilumos tolerancija. Aukšta temperatūra daro žalingą poveikį naminių paukščių augimui, mėsos kiekiui ir kokybei, kiaušinių dėjimui ir kiaušinių kokybei. Paukštynuose svarbu užtikrinti, kad iš lauko oras galėtų intensyviai tekėti į tvartą ir iš jo. Šėrimas vėsesniu paros metu, šlapias šėrimas, pritemdytas apšvietimas šėrimo metu gali būti geros strategijos norint įveikti šilumos stresą.
5. Naminių paukščių mėšle yra didelis organinių medžiagų kiekis, didelė azoto koncentracija. Tai yra pagrindiniai veiksniai, trukdantys efektyviai perdirbti paukščių mėšlą. Didelis baltymų kiekis gali sukelti laisvojo amoniako susidarymą anaerobinio perdirbimo metu, kuris yra šio proceso inhibitorius. Azoto kiekis mėšle mažinamas taikant azoto pašalinimo procesus arba išankstinį apdorojimą, tirpinant organines medžiagas.
6. Naminių paukščių kraiką parūgštinus, amoniako emisiją iš mėšlo galima sumažinti iki 50 %.
7. Iš paukštidės šalinamą orą galima efektyviai valyti biofiltruose. Biofiltras sumažina kvapų sklaidą iki 70-90 %. Vėdinimo sistema iš tvarto šalinamą orą tiekia per biofiltrų terpę, kurioje yra organinių medžiagų sluoksnis (medžio drožlių mišinys ar kt.),

palaikantis mikrobų populiaciją ir mažinantis amoniako išmetimus. Rekomenduojamas mažiausias medžio drožlių terpės biofiltro gylis yra nuo 0,25 m iki 0,50 m. Oro valymo biofiltre trukmė kinta nuo kelių sekundžių iki beveik vienos minutės.

8. Siekiant sumažinti laikymo vietoje išsiskiriančio amoniako kiekį, reikia nenaudoti šlapių pakratų ir naudoti nenu tekančias girdymo sistemas.
9. Amoniako emisija sumažėja 80-90% kai naudojama dirbtinė mėšlo džiovavimo sistema, kuri per mėšlo sluoksnį pučia orą. Ši sistema efektyviai mažina dujų emisiją, tačiau gaunamos didelės energijos sąnaudos.

4.4. Rekomendacijos Paukštininkystės ūkių technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 04:2012 papildymui

<i>ŽŪ TPT 04:2012 punktas</i>	<i>Siūlomi pakeitimai</i>
<p>58. Paukštidžių orientacija pasaulio šalių atžvilgiu ir vieta sklype parenkama pagal vietos sąlygas. Pakaitinių jauniklių paukštidės ir perykla statomos taip, kad būtų prieš vėją, atsižvelgiant į vyraujančius vėjus ir kitus paukštininkystės ūkio pastatus.</p>	<p>58. Paukštidžių orientacija pasaulio šalių atžvilgiu ir vieta sklype parenkama pagal vietos sąlygas. Paukštidės statomos pavėjui vyraujančių vėjų pakaitinių jauniklių paukštidės ir peryklos atžvilgiu.</p>
<p>148. Mažinant amoniako emisiją ir koncentraciją patalpose būtina:</p> <p>148.1. parinkti lesalus racione su mažesniu baltymų kiekiu;</p> <p>148.2. mažinti patalpose mėšlinų paviršių plotą;</p> <p>148.3. gausiai naudoti kraiką.</p>	<p>148. Amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami taikant kompleksines priemones dujų emisijai mažinti iš tvarto, mėšlo šalinimo sistemos, mėšlidės ir trešiant laukus.</p> <p>148.1. Mažinant amoniako koncentraciją paukštidėse ir emisiją iš jų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - parinkti lesalus racione su mažesniu baltymų kiekiu; - mažinti mėšlo pH; - į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, probiotikų, organinės anglies; - gausiau kreikti šiaudais arba durpėmis ir dažniau šalinti mėšlą iš tvarto; - mažinti oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotiną; - mažinti mėšlu užterštų paviršių plotą; - mažinti betono higroskopiškumą, paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančiais ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančiais nano dangais; - mažinti šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru ir mėšlą kuo mažiau maišyti; - mažinti mėšlo paviršiaus drėgnumą; - intensyvinti mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.; - iš paukštidės šalinamą orą valyti biofiltruose; - mėšlą džiiovinti. <p>148.2. Mažinant amoniako emisiją iš tirštojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uždengti mėšlidę stogo danga; - uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga; - mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis); - palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės); - mėšlo rietuvę krauti kūgio forma, kad nubėgtų krituliai; - mėšlą džiiovinti. <p>148.3. Mažinant amoniako emisiją iš skystojo (praskiesto vandeniui) mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mažinti mėšlo paviršiaus plotą, įrengiant gilesnę mėšlidę;

	<ul style="list-style-type: none"> - uždengti mėšlo paviršių smulkintais šiaudais, keramzito granulėmis, durpėmis, aliejumi, brezentu, sintetinė plėvele arba kita danga; - šviežią mėšlą tiekti į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia dangą; - intensyvinti plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt. <p>148.4. Mažinant amoniako emisiją iš mėšlu tręšiant dirvą, rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - naudoti skystojo mėšlo ir sрутų tiesioginio įterpimo į ariamąją dirvą technologijas; - kuo greičiau įterpti ant dirvos paviršiaus paskleistą mėšlą; - mėšlą skleisti kai drėgnas oras, mažas vėjo greitis ir ne karšta.
<p>152. Azoto suboksido N₂O emisija iš mėšlidės:</p> <p>152.1. skystojo mėšlo – 0,001 kg/kg azoto N, kuris yra ekskrementuose;</p> <p>152.2. tirštojo mėšlo – 0,02 kg/kg azoto N, kuris yra ekskrementuose.</p>	<p>152. Azoto suboksido N₂O vidutinė emisija iš mėšlidės:</p> <p>152.1. skystojo mėšlo – 0,001 kg/kg azoto N, kuris yra ekskrementuose;</p> <p>152.2. tirštojo mėšlo – 0,02 kg/kg azoto N, kuris yra ekskrementuose.</p> <p>152.3. Azoto suboksido emisija mažinama, paukščius lesinant mažo baltymingumo pašarais, mažinant azoto nuostolius iš mėšlo, vengiant anaerobinio mėšlo laikymo.</p>
<p>155. Daugiausia metano išsiskiria iš ekskrementų:</p> <p>155.1. broilerių – 0,00172 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.2. vištų pakaitinių jauniklių – 0,00144 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.3. vištų dedeklių skystojo mėšlo – 0,00712 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.4. vištų dedeklių tirštojo mėšlo – 0,00118 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.5. ančių – 0,00071 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.6. kalakutų – 0,00157 kg/kg ekskrementų.</p>	<p>155. Metano emisija mažinama taikant kompleksines priemones:</p> <p>155.1. Iš ekskrementų išsiskiria metano vidutiniškai:</p> <p>155.1.1. broilerių – 0,00172 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.1.2. vištų pakaitinių jauniklių – 0,00144 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.1.3. vištų dedeklių skystojo mėšlo – 0,00712 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.1.4. vištų dedeklių tirštojo mėšlo – 0,00118 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.1.5. ančių – 0,00071 kg/kg ekskrementų;</p> <p>155.1.6. kalakutų – 0,00157 kg/kg ekskrementų.</p> <p>155.2. Mažinant metano emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vengti anaerobinio mėšlo laikymo; - didinti kraiko naudojimą ir mažinti mėšlo drėgnumą; - uždengti skystojo mėšlo rezervuarus ir surinkti metano dujas.
	<p><u>Naujas punktas</u></p> <p>Sieros vandenilis, labai nuodingos nemalonaus kvapo dujos, (H₂S; 1m³ dujų = 1,54 kg) išsiskiria pūvant mėšlo, pašarų baltymams. Sieros vandenilis išsiskiria maišant ilgai stovėjusį skystąjį mėšlą, todėl tokio mėšlo maišymo įrenginiai turi būti už tvarto ribų. Mažinant sieros vandenilio emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mažinti baltymų kiekį pašaruose; - gausiai kreikti; - separuoti mėšlą, atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas;

	- dažniau šalinti skystąjį mėšlą iš tvartų.
<p>158. Paukščiai išskiria į aplinką nemalonus kvapus. Kvapus sudaro daugiau kaip 200 organinių junginių. Ypač daug kvapų sudėtyje yra organinių rūgščių, amoniako, fenolio ir kitų medžiagų. Kvapų koncentracija matuojama kvapų vienetais (OU) 1 m³ oro. 1 OU – tai toks kvapas, kurį pradeda užuosti žmogus. Kvapų emisija pagal paukščio vietą:</p> <p>158.1. vištos dedeklės, laikomos narve – 0,37 OU/s (sekundę);</p> <p>158.2. broilerio – 0,22 OU/s.</p>	<p>158. Paukščiai išskiria į aplinką nemalonus kvapus. Kvapus sudaro daugiau kaip 200 organinių junginių. Ypač daug kvapų sudėtyje yra organinių rūgščių, amoniako, fenolio ir kitų medžiagų. Kvapų koncentracija matuojama kvapų vienetais (OU) 1 m³ oro. 1 OU – tai toks kvapas, kurį pradeda užuosti žmogus.</p> <p>158.1. Vidutinė kvapų emisija iš paukščio vietos:</p> <p>158.1.1. vištos dedeklės, laikomos narve – 0,37 OU/s (sekundę);</p> <p>158.1.2. broilerio – 0,22 OU/s.</p> <p>158.2. Mažinant kvapų emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – neleisti skysčiams kauptis grindų paviršiuje; – gerinti betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiskumą, betono paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančia ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančia nano danga; – gausiai kreikti sausais šiaudais; – mažinti mėšlo pH; – į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, organinės anglies; – mažinti tvartų dulkėtumą; – mažinti oro temperatūrą tvarte; – iš tvarto orą šalinti per šiaudų, komposto, medžio drožlių ar kitų medžiagų biofiltrus; – mėšlą uždengti šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga; – mėšlą separuoti: atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas; – apdoroti mėšlą anaerobinėje aplinkoje.
<p>198. Suaugusiųjų paukščių ir jų jauniklių, laikomų ant kraiko, ekskrementai sudžiūva: vištų ir kalakutų – 50, ančių – 35 proc. Apskaičiuojant mėšlidžių talpą būtina įvertinti ekskrementų sudžiūvimą.</p>	<p>198. Suaugusiųjų paukščių ir jų jauniklių, laikomų ant kraiko, ekskrementų drėgmė sumažėja: vištų ir kalakutų – iki 50 proc., ančių – 35 proc.</p>
<p>199. Apskaičiuojant paukščių mėšlui kaupti mėšlidžių dydį reikia apskaičiuoti bekraikio mėšlo tankį – 0,7–0,8 t/m³; drėgnį (bekraikio) – 55–60 proc.; kraikinio mėšlo tankį – 0,45–0,55 t/m³.</p>	<p>199. Paukščių bekraikio mėšlo vidutinis tankis yra 0,7–0,8 t/m³; drėgnis (bekraikio) – 55–60 proc.; kraikinio mėšlo tankis – 0,45–0,55 t/m³.</p>
<p>205. Mėšlidžių įrengimo reikalavimai:</p> <p>205.1. kraikinio paukščių mėšlo mėšlidžių:</p> <p>205.1.1. antžeminė, aikštelės tipo mėšlidė su sienutėmis iš dviejų arba trijų pusių. Sienučių aukštis priklauso nuo mėšlo krovimo aukščio ir naudojamų krovai mechanizmų. Grindys turi būti</p>	<p>205. Tirštojo mėšlo arba skystojo mėšlo mėšlidės turi būti įrengtos pagal Mėšlo ir srutų tvarkymo aplinkosaugos reikalavimų apraše pateiktus reikalavimus.</p>

<p>betoninės su hidroizoliacija ir ne mažesniu kaip 0,005–0,01 nuolydžiu į mėšlo pakrovimo ir iškrovimo pusę. Sukrautas mėšlas uždengiamas kraiku arba plėvele;</p> <p>205.1.2. antžeminė, dengta, stoginės tipo mėšlidė su sienutėmis iš šonų, pastato galai ir šonai atviri. Sienučių aukštis priklauso nuo mėšlo krovimo aukščio ir naudojamų krovai mechanizmų. Grindys turi būti betoninės su hidroizoliacija ir ne mažesniu kaip 0,005–0,01 nuolydžiu į mėšlo pakrovimo ir iškrovimo pusę. Stoginė turi būti gerai vėdinama, ypač mėšlo iškrovimo metu. Sukrautas mėšlas uždengiamas kraiku arba plėvele;</p> <p>205.2. bekraikio paukščių mėšlo (išmatų) mėšlidžių:</p> <p>205.2.1. skystojo (praskiesto vandeniui) paukščių mėšlo mėšlidė – pusiau įgilinto arba įgilinto rezervuaro tipo su hidroizoliacija ir betono ar kitokios medžiagos dugnu ir sienutėmis, arba grunte suformuoto rezervuaro, iškloto hidroizoliacinėmis medžiagomis, tipo kaupykla. Mėšlidė turi būti dengta ir joje turi būti įrengtas hidraulinis mėšlo maišymo įrenginys;</p> <p>205.2.2. bekraikio natūralaus drėgnio ir narvuose džiovinto paukščių mėšlo mėšlidė – antžeminė, dengta, stoginės tipo su sienutėmis iš šonų, pastato galai ir šonai atviri. Sienučių aukštis priklauso nuo mėšlo krovimo aukščio ir naudojamų krovai mechanizmų. Grindys turi būti betoninės su hidroizoliacija ir ne mažesniu kaip 0,005–0,01 nuolydžiu į mėšlo pakrovimo ir iškrovimo pusę. Stoginė turi būti gerai vėdinama, ypač mėšlo iškrovimo metu. Sukrautas mėšlas uždengiamas kraiku arba plėvele.</p>	
<p>206. Nuotekos, susidaranti plaunant paukštides ir jų įrenginius, gali būti išlaistomos ant kraikinio mėšlo mėšlidėje, taip padidinant jo drėgnį iki 65–70 proc. ir pagerinant mėšlo kompostavimosi sąlygas, arba jomis gali būti skiedžiamas bekraikis paukščių mėšlas (jei tokia mėšlo tvarkymo technologija taikoma). Taip pat nuotekos gali būti reikalaujama laikotarpį kaupiamos rezervuaruose ir naudojamos laukams tręšti. Taikant nuotekų</p>	<p>206. Nuotekos, susidaranti plaunant paukštides ir jų įrenginius, tvarkomos vadovaujantis Aplinkosaugos reikalavimais mėšlui tvarkyti.</p>

<p>biologinio valymo technologijas pirmiausia jose esantys teršalai turi būti nusodinami vietiniuose rezervuaruose – sėsdintuvuose, o vėliau pagal užterštumo laipsnį nukreipiami į atitinkamus nuotekų valymo įrenginius.</p>	
--	--

4.5. Rekomendacijos paukščių laikymo vietų eksploatavimo bendrosioms taisyklėms

1. Eksploatuojant kiaulių fermas, reikia:

- sudaryti geras paukščių laikymo sąlygas, sukuriant tvarte gerą fizinę, psichinę, biologinę ir cheminę aplinką;
- didinti darbo našumą;
- didinti gyvūnų produktyvumą;
- užtikrinti gerą produkcijos kokybę;
- mažinti darbo sąnaudas ir darbo krūvį žmonėms;
- mažinti oro taršą ir poveikį klimatui;
- mažinti energijos sąnaudas;
- mažinti išlaidas.

2. Darbo sąnaudos ir darbo krūvis mažinamas bei gerinama darbo sąlyga fermose, automatizuojant darbo procesus, tvartuose įdarbinant robotus, diegiant skaitmenines sistemas, didinant naudojamos įrangos efektyvumą, darbo našumą.

3. Paukščių produktyvumas didinamas gerinant laikymo sąlygas, optimizuojant gyvūnų elgseną, laikymo higieną, sudarant optimalų mikroklimatą.

4. Amoniakos emisija mažinama taikant kompleksines priemones.

4.1. Amoniakos emisija mažinama visuose mėšlo tvarkymo etapuose: tvartuose, mėšlo laikymo įrenginiuose, transportuojant ir mėšlą įterpiant į dirvą.

4.2. Amoniakos emisija iš mėšlo mažinama kontroliuojant svarbiausius veiksnius, įtakančius dujų garavimo intensyvumą: mažinant temperatūrą, mažinant oro greitį virš mėšlo, mažinant mėšlo paviršiaus drėgnumą, intensyvinant plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje, mažinant baltymų kiekį mėšle.

4.3. Amoniakos emisija mažinama taikant technologines priemones:

- įrengiant nubėgimus ir neleidžiant šlapimui kauptis takuose ir kituose grindų nelygumuose;
- dažniau šalinant skystąjį mėšlą iš tvarto, neleidžiant jam kauptis takuose;
- gausiau naudojant kraiką šlapimui sugerti;
- mažinant mėšlu užterštą plotą tvartuose ir šalia jų;
- uždarant poras betono paviršiuje įsigeriančiomis hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančiais ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančiais nano dangais;
- mažinant šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru;
- optimizuojant tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinę drėgną ir amoniako koncentraciją;
- tvartuose reguliuojant oro srautus taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesusidarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo sluoksnio;
- mažinant oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotą;
- mažinant oro temperatūrą tvarte (naudojant dirbtinio rūko arba kitas sistemas);
- nemaišant arba kuo mažiau maišant mėšlą;

- intensyvinant mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.;
- mėšlo tvarkymo technologijoje naudojant probiotikus, organinę anglį ar kt. biopreparatus;
- iš tvarto šalinamą orą valant biofiltruose;
- džiovinant mėšlą aktyviosios ventiliacijos įrenginiuose;
- nenaudojant šlapių pakratų ir vengiant nekontroliuojamo vandens nutekėjimo (rekomenduojamos nenutekančios girdymo sistemos).

5. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, reikia mažinti metano (CH₄), azoto suboksido (N₂O) emisiją.

5.1. Metano emisija iš paukščių mėšlo mažinama:

- uždengiant skystojo mėšlo rezervuarus ir surenkant metano dujas;
- vengiant anaerobinio mėšlo laikymo;
- didinant kraiko naudojimą ir mažinant mėšlo drėgnumą.

5.2. Poveikis klimato kaitai mažinamas anaerobiškai apdorojant mėšlą ir gaminant biodujas bei tvartų šildymui naudojant atsinaujinančius energijos išteklius (pvz., biodujas).

6. Mažinant gyvulininkystės poveikį klimato kaitai, energijos sąnaudos paukštidėse mažinamos:

- efektyviai apšildant tvarto sienas ir stogą;
- žiemą panaudojant saulės spinduliuotės energiją į tvartą patenkančiam orui sušildyti;
- vasarą ribojant tiesioginių saulės spindulių patekimą į tvartą;
- optimizuojant vėdinimo intensyvumą pagal drėgmės ir anglies dvideginio balansus;
- efektyviai vėdinant tvartą kuo daugiau panaudojant natūralaus vėdinimo sistemas;
- taikant rekuperacines vėdinimo sistemas;
- taikant efektyvų apšvietimą.

7. Tvirtuose geras mikroklimatas formuojamas visais metų laikais, optimaliai reguliuojant vėdinimo sistemą.

7.1. Paukštidės intensyviai vėdinamos visais metų laikais. Svarbus vėdinimo intensyvumo rodiklis yra oro temperatūros tvarte ir lauke skirtumas. Kai jis didelis, yra pavojus, kad bus didelė ir CO₂ koncentracija, didelis oro santykinis drėgnis, o ant stogo konstrukcijų kondensuosis vandens garai.

7.2. Vasarą kontroliuojamas ir ribojamas tiesioginių saulės spindulių patekimas į tvartą.

7.3. Vėdinimo sistema privalo palaikyti gerą mikroklimatą tvarte: pašalinti perteklinę drėgmę, bei kontroliuoti vandens garų ore kondensaciją.

7.4. Paukštidėse turi būti įrengta atsarginė (avarinė) vėdinimo sistema, kuri nutrūkus mechaniniam vėdinimui garantuotų paukščiams pakankamą oro kiekį. Avarinis vėdinimas paremtas natūralaus vėdinimo principu.

7.5. Išvengiant skersvėjų paukščių zonoje, oras į tvartą tiekiamas per nedidelio skersmens plyšius per visą tvarto perimetrą. Orą galima įleisti ir per pradarytus langus.

7.6. Vasarą vėdinimo intensyvumas reguliuojamas įjungiant ar išjungiant ventiliatorius priklausomai nuo patalpos oro temperatūros. Žiemą, kai tvarte trūksta šilumos, vėdinimo intensyvumas reguliuojamas pagal oro drėgnį tvarte.

8. Eksploatuojant paukščių fermas kvapų emisija mažinama:

- neleidžiant skysčiams kauptis grindų paviršiuje;
- gerinant betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiškumą, betono paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančiais ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančiais nano dangais;
- kreikiant gausiai sausais šiaudais;

- mažinant mėšlo pH;
- į mėšlą kanaluose įmaišant cheminių ir biologinių preparatų, organinės anglies;
- mažinant tvarto vėdinimo intensyvumą: jei tvarto oro santykinis drėgnis ir anglies dioksido koncentracija atitinka normas;
- mažinant tvartų dulkiškumą;
- mažinant oro temperatūrą tvarte;
- iš tvarto orą šalinant per šiaudų, komposto, medžio drožlių ar kitų medžiagų biofiltrus;
- mėšlą uždengiant šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga;
- mėšlą separuojant: atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas;
- mėšlą perdurbant anaerobiniuose reaktoriuose.

9. Mėšlas tvarkomas taip, kad būtų išvengta paviršinio ir požeminio vandens taršos, būtų kuo mažesnė oro tarša ir nemalonių kvapų sklidimas.

9.1. Įrengiama tirštojo mėšlo mėšlidė, kurią sudaro aikštelė mėšlui kaupti ir šalia jos srutų rezervuaras. Amoniakos emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami:

- džiovinant mėšlą;
- uždengiant mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. danga;
- mažinant mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlą kraunant į aukštesnę rietuvę);
- palaikant didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės);
- mėšlidę uždengiant stogo danga arba mėšlo rietuvę kraunant kūgio forma, kad nubėgtų krituliai.

9.2. Skystąjį mėšlą kaupiant kauptuvuose, amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami:

- įrengiant gilesnę mėšlidę ir mažinant mėšlo paviršiaus plotą;
- mėšlidę dengiant sandaria danga;
- mėšlą dengiant plaukiojančiomis dangomis (smulkintais šiaudais (palaidi arba granulės), durpėmis, medžio pjuvenomis, keramzito granulėmis, aliejumi, sintetinė plėvele ir kt.);
- šviežią mėšlą tiekiant į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia danga;
- naudojant papildomas kvapus mažinančias priemones (pvz., probiotikai, organinė anglis).

9.3. Mėšlo ir srutų naudojimas laukams tręšti, išvengiant paviršinio ir požeminio vandens taršos, bei mažinant oro taršą ir nemalonių kvapų sklidimą:

- per kalendorinius metus į dirvą patenkančio azoto (tręšiant mėšlu, srutomis ir ganant gyvulius) kiekis negali viršyti 170 kg hektarui;
- draudžiama skystąjį mėšlą ir (ar) srutas skleisti arčiau kaip 2 m iki melioracijos griovių viršutinių briaunų.
- asmuo, tręšiantis mėšlu daugiau kaip 30 ha žemės ūkio naudmenų per kalendorinius metus, privalo turėti tręšimo planą ir jį vykdyti;
- tręšimui mėšlu ir (ar) srutomis naudojama specialiai tam skirta techniškai tvarkinga ir saugi technika;
- rekomenduojama mėšlą ir srutas skleisti esant kuo mažesniai vėjo greičiui ir žemesnei oro temperatūrai;
- tręšimui skystuoju mėšlu ir (ar) srutomis turi būti naudojamos tiesioginio įterpimo į dirvą technologijos, jeigu netaikomos kitos moksliskai pagrįstos amoniako išsiskyrimą į aplinką mažinančios priemonės (pvz. srutų rūgštinimas, paskleistų srutų ar mėšlo įterpimas (suarimas ar sukultivavimas) nedelsiant);
- paskleistas ant dirvos paviršiaus mėšlas ir (ar) srutos turi būti įterpiamos į dirvožemį (suarinama ar sukultivuojama) kaip įmanoma greičiau.

4.6. Informacijos šaltinių sąrašas

1. Akdeniz, N., Janni, K.A. & Salnikov, I.A. 2011. Biofilter performance of pine nuggets and lava rock as media. *Bioresour. Technol.* 102, 4974–4980. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852411001295>
2. Anthony Lau & Kimberly Cheng. 2007. Removal of odor using biofilter from duck confinement buildings. Pages 955-959 | Received 10 Oct 2006, Published online: 30 Jun 2007 <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10934520701369909>
3. Armeen, A. 2006. Biofiltration for odour control in livestock facilities. PhD. Thesis, University of Alberta, 247 pp. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=9407699>
4. Augustynska-Prejsnar, A., Ormian, M., Sokołowicz, Z., Topczewska, J., Lechowska, J., 2018. Environmental impacts of pig and poultry farms. *Proceedings of Ecopole 12 (1)*, 117–129. [https://doi.org/10.2429/proc.2018.12\(1\)011](https://doi.org/10.2429/proc.2018.12(1)011).
5. Awasthi, M.K., Sarsaiya, S., Wainaina, S., Rajendran, K., Kumar, S., Quan, W., Duan, Y., Awasthi, S.K., Chen, H., Pandey, A., Zhang, Z., Jain, A., Taherzadeh, M.J., 2019. A critical review of organic manure biorefinery models toward sustainable circular bioeconomy: technological challenges, advancements, innovations, and future perspectives. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 111, 115–131. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.05.017>.
6. Astill, Jake, Rozita A. DarabEvan D.G.FrasercBruceRobertsShayanSharife Smart poultry management: Smart sensors, big data, and the internet of things *Computers and Electronics in Agriculture* Volume 170, March 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168169918316363>
7. Caroline Van der Heyden, Peter Demeyer, Eveline I. P. Volcke. 2015. Mitigating emissions from pig and poultry housing facilities through air scrubbers and *biofilters*: State-of-the-art and perspectives. *Biosystems Engineering*. Volume 134 June 2015 Pages 74-93 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511015000653?via%3Dihub>
8. Danuta Drozd , Katarzyna Wystalska , Krystyna Malinska *, Anna Grosser , Anna Grobelak , Małgorzata Kacprzak. Management of poultry manure in Poland – Current state and future perspectives *Department of Environmental Engineering, Częstochowa University of Technology, Poland. Journal of Environmental Management* 264 (2020) 110327 <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110327>
9. David B., C. Mejdell, V. Michel, V. Lund, R.O. Moe Air quality in alternative housing systems may have an impact on laying hen welfare. Part II—Ammonia. *Animals*, 5 (3) (2015), pp. 886-896.
10. Dorin Bejan, Thomas Graham, Nigel J. Bunce. Chemical methods for the remediation of ammonia in poultry rearing facilities: A review. *Biosystems Engineering* Volume 115, Issue 3 July 2013. Pages 230-243 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511013000445>
11. EBONA J. & M. LANUZO. 2017. Design, testing and evaluation of prototype biofilter to mitigate odor in tunnel-vent poultry production system. *International Journal of Sustainable Development and Planning*. Volume 12 (2017), Issue 7 Pages 1223 – 1232. https://www.witpress.com/eliibrary/sdp-volumes/12/7/1703?utm_source=witpress&utm_medium=email&utm_content=webversion&utm_term=paperlink&utm_campaign=2017-05-16_SDPV12N7
12. Farghly M.F.A., M. Alagawany, M.E. Abd El-Hack Feeding time can alleviate negative effects of heat stress on performance, meat quality and health status of Turkey. *Br. Poult. Sci.*, 59 (2018), pp. 205-210.
13. Hong, J.H. & Park, K.J. 2004. Wood chip biofilter performance of ammonia gas from composting manure. *Compost Sci. Util.* 12, 25–30. https://www.researchgate.net/publication/261572415_Wood_Chip_Biofilter_Performance_of_Ammonia_Gas_From_Composting_Manure
14. Hou, Y., Velthof, G.L., Lesschen, J.P., Staritsky, I.G., Oenema, O., 2016. Nutrient recovery and emissions of ammonia, nitrous oxide, and methane from animal manure in Europe: effects of manure treatment technologies. *Environ. Sci. Technol.* 51 (1), 375–383. <https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04524>

15. Kimberly L. Cook, Michael J. Rothrock, Mark A. Eiteman, Nanh Lovanh, Karamat Sistani. Evaluation of nitrogen retention and microbial populations in poultry litter treated with chemical, biological or adsorbent amendments. *Journal of Environmental Management* Volume 92, Issue 7 July 2011 Pages 1760-1766. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479711000442>
16. Kurc H.C. and C.B. Sisman. 2017. The prevention of harmful gases and odours dispersion by biofiltration in the animal farm. *Agronomy Research* 15(1), 219–224, Namık Kemal University. Faculty of Agriculture, Department of Biosystem Engineering, Suleymanpasa, TR 59030 Tekirdag, Turkey. <https://pdfs.semanticscholar.org/0c06/2a063b66f435a4c39bd4003de8afd7e76bb5.pdf>
17. Kopec, M., Gondek, K., Orłowska, K., Kulpa, Z., 2014. Wykorzystanie odpadów z ubojni drobiu do produkcji kompostu. In *zynieria Ekologiczna* 37, 143–150. <https://yadda.icm.edu.pl/baztech/element/bwmeta1.element.baztech-726e07b6-c9d0-4563-8b1e-ffe19497c1fc;jsessionid=B03D8173DC6BAEF74C7BF814B725F021>
18. Luo, J. & Lindsey, S. 2006. The use of pine bark and natural zeolite as biofilter media to remove animal rendering process odors. *Bioresour. Technol.* 97, 1461–469. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16125382>
19. Lei, M. 2011. Evaluation of broiler litter heat production during windrowing & nitrogen based gas emission mitigation using biofilter. MS. Thesis, University of Arkansas, 92 pp. <https://scholarworks.uark.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=https://scholar.google.lt/&httpsredir=1&article=1852&context=etd>
20. Łobos, K., Szewczyk, M., 2013. Pomiar kapitału intelektualnego i jego wpływ na efektywnosc przedsiębiorstw produkujących podło_ ze pod uprawę pieczarek. *J. Agribusiness Rural Develop.* 1 (27), 143–152. <http://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-3419d940-ba22-42db-9723-ca2df7474b0f;jsessionid=55A32485BF64F51C48D971697DB76086>
21. Meisinger J, T Simpson, Sarah Weammert. Ammonia Emissions Reduction: Litter Treatment, Biofilter, and Covers 2008 Report: http://archive.chesapeakebay.net/pubs/calendar/ANRWG_08-19-08_Handout_2_9619.pdf
22. Myszograj, S., Puchalska, E., 2012. Waste from rearing and slaughter of poultry – treat to the environment or feedstock for Energy. *Medycyna. Srodowiskowa-Environmental Medicine* 15 (3), 106–115. https://www.researchgate.net/publication/308097673_Waste_from_rearing_and_slaughter_of_poultry_-_treat_to_the_environment_or_feedstock_for_energy
23. Mielcarek, P., 2012. Weryfikacja wartosci współczynników emisji amoniaku i gazow cieplarnianych z produkcji zwierzęcej. In *zynieria Rolnicza* 4 (139), 267–276. <http://yadda.icm.edu.pl/yadda/element/bwmeta1.element.baztech-article-BAR0-0069-0052>
24. Nicolai R. E. and K. A. Janni. 1999. EFFECT OF BIOFILTER RETENTION TIME ON EMISSIONS FROM DAIRY, SWINE AND POULTRY BUILDINGS Biosystems and Agricultural engineering Department University of Minnesota, St. Paul, MN. Written for presentation at the 1999 ASAE Annual International Meeting Sponsored by ASAE and CSAE-SGC. https://www.researchgate.net/profile/Richard_Nicolai/publication/242172887_Effect_of_Biofilter_Retention_time_on_Emissions_from_Dairy_Swine_and_Poultry_Buildings_By/links/54651a5a0cf2f5eb17ff36a0.pdf
25. Pereira W.F, Leonardo da SilvaFonsecacFernando FerrariPuttidBruno CésarGóesadLuciana de PaulaNavese. Environmental monitoring in a poultry farm using an instrument developed with the internet of things concept. *Computers and Electronics in Agriculture* Volume 170, March 2020, 105257 <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105257>
26. Pearson C. C., V. R. Phillips, G. Green, I. M. Scotford. A minimum-cost biofilter for reducing aerial emissions from a broiler chicken house. *Studies in Environmental Science.* Volume 51, 1992, Pages 245-254. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0166111608707027>
27. Pearson, C.C. 1990. A cost-effective biofilter for odour reduction in livestock buildings. Farm Buildings Development Centre, ADAS Bridgets Coley Park, Reading RG1 6DE, UK.
28. Roland W. Melse, Johanna M. G. Hol. Biofiltration of exhaust air from animal *houses*: Evaluation of removal efficiencies and practical experiences with biobeds at three field sites. *Biosystems Engineering* Volume 159 July 2017 Pages 59-69 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1537511017301290>

29. Shah S. B., T. J. Basden & D. K. Bhumbra. Bench-Scale Biofilter for Removing Ammonia from Poultry House Exhaust. Pages 89-101 | Received 01 May 2002, Published online: 24 Jun 2011. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1081/PFC-120016608>
30. Staron, P., Kowalski, Z., Banach, M., 2014. Physico-chemical properties of ash from thermal utilization of feathers, meat and bone meal and poultry litter. *Przemys. Chem.* 93 (4), 568–569. Shin, M.S., Jung, K.H., Kwag, J.H., Jeon, Y.W., 2019. Biogas separation using a membrane gas separator: focus on CO₂ upgrading without CH₄ loss. *Process Saf. Environ. Protect.* 129, 348–358. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0957582019305579>
31. Wieremiej, W., 2017. Usefulness of Poultry Wastes in Fertilization of Maize (*Zea mays* L.) and Their Influence on Selected Soil Properties. Ph.D. Thesis. Siedlce University of Natural Sciences and Humanities, Siedlce, Poland.
32. Wolfert S., L. Ge, C. Verdouw, M.J. Bogaardt. Big Data in Smart Farming? A review *Agric. Syst.*, 153 (2017), pp. 69-80, [10.1016/j.agsy.2017.01.023](https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.01.023)
33. Yousaf A., A. Jabbar, N. Rajput, A. Memon, R. Shahnawaz, N. Mukhtar, F. Farooq, M. Abbas, R. Khalil. Effect of environmental heat stress on performance and carcass yield of broiler chicks *World, 9* (1) (2019), pp. 26-30
34. Yue Wang, Wentao Xue, Zhiping Zhu, Jinfeng Yang, Guoyuan Zou. Mitigating ammonia emissions from typical broiler and layer manure management – A system analysis. *Waste Management.* Volume 93, 15 June 2019, Pages 23-33 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956053X19303198>
35. Zeisig, H. D., and T. U. Munchen. 1987. Experiences with the use of Biofilters to Remove Odours from Piggeries and Hen Houses. In: *Volatile Emissions from Livestock Farming and Sewage Operations.* eds. V.C. Nielsen, J. H. Voorburg, and P. L’Hermite, pp. 209 - 216. Elsevier Applied Science Publishers, New York.
36. Zuidhof M.J., M.V. Fedorak, C.A. Ouellette, I.I. Wenger. Precision feeding: Innovative management of broiler breeder feed intake and flock uniformity *Poult. Sci.*, 96 (2017), pp. 2254-2263, [10.3382/ps/pex013](https://doi.org/10.3382/ps/pex013)

5. AVIŲ LAIKYMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ

5.1. Avių laikymo technologijos

Visame pasaulyje vertinama avių mėsa, ypač jaunų ėriukų, išaugintų ekologiniuose ūkiuose. Avienoje yra lengvai pasisavinamos geležies, cinko, būtino žmogaus imuninei sistemai stiprinti, B grupės vitaminų. Avienos riebaluose yra apie pustrėčio karto mažiau cholesterolio negu jautienoje ir keturis kartus mažiau negu kiaulienoje. Todėl žmonės, kurie daugiau valgo avienos, rečiau serga ateroskleroze ir ilgiau gyvena. Avienos trūksta ir Lietuvoje, ir užsienyje, todėl mėsinė ekologinė avininkystė - perspektyvi gyvulininkystės šaka. Perspektyviausi Lietuvoje - stambūs ūkiai, auginantys ne mažiau kaip 200 ėriavedžių. Perspektyvu laikyti apie 450 ėriavedžių, gauti iš avies 1,5 ėriuko, kuris per parą priaugtų 250–350 g.

Avininkystės indėlis į pasaulinę pieno gamybą yra mažas, šis sektorius vaidina pagrindinį vaidmenį mažose ekonomikose, tokiose kaip kaimo vietovėse, kur ši gamybinė veikla gali palaikyti vietos bendruomenes socialiniu ir ekonominiu lygiu (FAO ir BVP, 2018 m.).

Avių ūkiai atlieka svarbų vaidmenį išlaikant kaimo vietoves, suteikdami alternatyvias darbo galimybes tose vietose, kur negalima vykdyti kitos ekonominės veiklos, taip pat atlieka svarbų vaidmenį išsaugant kraštovaizdį. Avininkystės ūkių plėtra priklauso nuo jų gebėjimo pritaikyti tradicines ūkininkavimo sistemas, kad galėtų tapti ekonomiškai efektyvia veiklos alternatyva.

Avių sektorius Europoje yra labai įvairus ir skiriasi plėtra įvairiuose regionuose (De Rancourt ir kt. 2006). Avių sektorius yra mažiau išvystytas nei kiaulių, paukščių ar galvijų sektoriai. Kuriamos inovacijos siekiant intensyvinti avių auginimo sistemas. Diegiant naujoves avių ūkiuose susiduriama su daugeliu iššūkių: mažos sektoriaus pajamos; kvalifikuotų darbuotojų trūkumas; mažas našumas (sektoriaus našumui didinti trukdo trūkumas techninių paslaugų); didelis ūkininko amžius ir ūkio tęstinumo mažos perspektyvos. Avių augintojai yra vyresni nei kitų sektorių ūkininkai. Pagyvenę ūkininkai dažnai nenori daryti pokyčius, o jaunimas nesidomi šiuo verslu.

Avims nereikia sudėtingų ir brangių patalpų. Avidės sienos gali būti apie 2,8 m aukščio, iš plytų, medžio ar kitokių šilumai nelaidžių medžiagų. Netinka gelžbetonio konstrukcijos, nes ant jų laikosi drėgmė. Geriausios yra medinės lubos – su tarpais, užklotos šiaudais. Pro jas greičiau išgaruoja garai. Atstumas nuo grindų iki palangių – apie 120 cm. Rekomenduojamas langų dydis yra kaip ir karvidėse – apie 1/20 grindų ploto. Minimali tvarto oro temperatūra – 6 °C, o tinkamiausias drėgmės kiekis – 70–75 proc.

Vienai aviai tvarte reikia 1,5–2,5 m² grindų ploto (didesnio ploto reikia, jei avis ėriuojasi žiemą), prieaugliui – 0,35 m² grindų ploto. Tvarte įrengiami įvairaus dydžio gardai, kurių skaičius priklauso nuo laikomų avių skaičiaus. Viename garde galima laikyti iki 30 avių. Gardų pertvaros gali būti metalinės arba medinės. Ėdžias geriausia įrengti prie tako, avinams ir avims skiriant 0,5 m, pakaitiniam prieaugliui – 0,3 m, ėriukams iki 45 d. amžiaus – 0,15 m, vyresniems – 0,2 m ėdžių ilgio. Prie tvartų turi būti įrengti diendaržiai, kurių plotas priklauso nuo avių skaičiaus garde: suaugusioms avims – 2,5 m², prieaugliui – 0,5 m² aikštelės ploto, išskyrus ganyklas. Ganyklose įruošiamos uždaros bei atviros pašūrės avims pasislėpti nuo karštų saulės spindulių bei darganų ir lietaus.

Avis geriausia laikyti gilioje avidėje, kurioje tvartiniu laikotarpiu suminamas 1,2 m mėšlo sluoksnis, arba pusiau gilioje. Pastarojoje susikaupęs 30–40 cm mėšlo sluoksnis išstumiamas. Tai daroma 2–3 kartus per metus. Giliosios avidės aukštis 4,5–5 m, o pusiau gilios – 3,5–4 m. Minimalus šiaudų kraiko kiekis – 0,4 kg gyvuliui per parą, o rekomenduotinas – 0,6–1 kg. Avių nereikia laikyti šiltai, tik pageidautina, kad ėriavimosi ir ėriukų iki 3,5 mėn. zonoje temperatūra nenukristų žemiau 6 °C. Didelis oro drėgnis avims labiau kenkia negu kitiems gyvuliams. Derinant pastato apšiltinimą su vėdinimu, galima sumažinti oro drėgnį iki priimtinos reikšmės – 80 proc. Avidė nešildoma, tačiau šalčių metu gali tekti pašildyti naujagimius ir sergančius ėriukus. Taip pat šildomos buitinės patalpos. Stogas turi būti gerai apšiltintas. Racionali lubų šilumos perdavimo koeficiento reikšmė – 0,3 W/(m²×K). Tokio dydžio koeficientą atitiktų 15 cm storio akmens vatos ar kitos lengvos medžiagos sluoksnis. Jeigu avims laikyti pritaikomas senas pastatas su pastoge, lubas reikėtų padengti 1 m šiaudų ar 30 cm spalių, durpių, pjuvenų sluoksniu. Avidės sienos gali būti karkasinės arba mūrinės. Jas galima apšiltinti mažiau negu stogą. Kad sienos nedrėktų ir avių guoliavietės būtų sausos, pamatų viršus turi būti iškeltas virš grunto per 40 cm. Jeigu avidė statoma molinguose gruntuose, svarbiausia neleisti moliui liestis su pamatais. Tarp pamatų ir molio įrengiama drenuojančio žvyro juosta. Pamatų viršus padengiamas hidroizoliacija. Avis laikant ant seklaus kraiko, guoliavietės grindys turi būti įrengtos iš vandeniui nelaidžios ir šilumą sulaikančios medžiagos.

Avidėje įrengiama natūralaus vėdinimo sistema, t.y. paliekamos angos šviežiam orui patekti, ir kraige įrengiamas plyšys (pastate be pastogės) arba šachtos (pastate su pastoge) užterštam orui šalinti. Plyšio ar šachtos skerspjūvio plotas – ne mažesnis kaip 1 proc. avidės grindų ploto. Kad nesusidarytų skersvėjai ir kad oro judėjimo greitis gyvulių zonoje žiemą neviršytų 0,2 m/s, angos orui įeiti turi būti išdėstytos tolygiai išilginių sienų viršuje. Oras į avidę gali patekti ir per orlaides arba langus. Žiemą atvertų angų plotas turi prilygti 75 proc. kraigo plyšio ar šachtos skerspjūvio ploto. Statant avidę, reikėtų įrengti įtaisus oro įėjimo angų plotui reguliuoti, nes šalčių metu vėdinimo intensyvumas gali būti sumažintas 80 proc. Vasarą

vėdinama intensyviau negu žiemą. Vėdinimui suintensyvinti neužtenka atidaryti kelių langų (kils skersvėjai), reikia atverti kuo daugiau angų visoje patalpoje. Bendras vasarą atidarytų angų plotas 2,5–3 proc. grindų ploto. Langų ir grindų plotų santykis turi būti ne mažesnis kaip 1:15 (arba langų plotas ne mažesnis kaip 7 proc. grindų ploto). Dirbtinis bendrasis avidės apšvietimas dirbant žmonėms – 100 liuksų (ėriavimosi ir pakaitinių avyčių garduose – 200 liuksų, budintis – 25 liuksai, o naktį apšvietimas sumažinamas iki 3–5 liuksų.

Didelėse fermose įrengiami gardai bei aptvarai avims rūšiuoti, gydyti, karantinuoti ir diendaržiai. Avims rūšiuoti pastogėje ar lauke įrengiami stacionarūs ar kilnojami aptvarai. Iš laukimo zonos avys siauru taku nukreipiamos į atskirus surinkimo aptvarus veterinarinėms bei kitoms procedūroms atlikti.

Avys mėgsta grupuotis ir nevaržomai bendrauti. Jų bandoje pastebimas stiprus motinos ir palikuonių ryšys, todėl nelaikoma avių mažomis, po 4–5 gyvulius grupėmis, nes dėl bendravimo stokos jos patirs stresą. Jeigu garde laikomos mažiau kaip 4 avys, jo sienos turėtų būti iš strypelių, kad gyvuliai matytų gretimų gardų avis. Rekomenduojama viename garde laikyti iki 50 avių. Jei banda didesnė, avis reikia sugrupuoti ir laikyti atskiruose garduose. Gardus galima įrengti iš kilnojamų pertvarų, kurios pagamintos iš metalinių vamzdžių arba medinių lentelių. Tokiu būdu gretimų gardų avys gali matyti viena kitą. Tokios konstrukcijos gardo dydį nesunku pakeisti. Avių gardų aukštis – 0,9–1,2 m. Avidės kampe ar kurioje kitoje vietoje reikia įrengti individualius ėriavimosi gardus. Į vieną gardą atvaryta apsiėriavusi avis su ėriukais laikoma 3–6 dienas, kad sustiprėtų motinystės instinktas.

Avis per parą išgeria 5–8 l vandens. Garduose reikia įrengti dubens ar lovio formos girdyklų, kad 50 avių tektų ne mažiau kaip viena gėrimo vieta. Lovio formos girdyklų gylis – 20 cm. Aukštis nuo grindų iki lovio viršaus – 35 cm ėriukams, 45 cm suaugusioms avims. Dubens formos girdyklos viršus turėtų būti 35 cm aukštyje – 15 kg svorio ėriukams, 55 cm – 40 kg svorio ėriukams, 70 cm – suaugusioms avims. Girdyklos su prijungtomis lanksčiomis vandentiekio žarnomis gali būti įrengiamos ant kilnojamų pertvarų tarp dviejų avių gardų arba virš guoliavietės. Kad vanduo neužšaltų, vamzdžiai turi būti apšiltinti arba įrengtas uždaras cirkuliacinis žiedas.

5.2. Oro taršos mažinimas avininkystės ūkiuose

Žemės ūkio veikla yra vienas iš pagrindinių teršalų šaltinių atmosferoje. Žemės ūkio išmetamieji teršalai apima ir kietuosius, ir dujinius teršalus, kurie gali turėti įtakos oro kokybei ir klimatui. Žemės ūkis yra pagrindinis amoniako (NH₃) šaltinis atmosferoje (Massad ir Loubet, 2015; Yao ir kt., 2018). Gyvuliai taip pat yra svarbus šiltnamio efektą sukeliančių dujų, tokių

kaip metanas (CH₄) ir anglies dioksidas (CO₂), skleidėjas (Huang et al., 2015; Maldaner et al., 2018).

Pasaulyje auginant avis išsiskiria apie 254 milijonai tonų ŠESD CO₂ ekv. (Opio ir kt., 2013). Nors didžiąją dalį pieno gamina karvės, maži atrajotojai sudaro apie 12 proc. visų šiltnamio efektą sukeliančių dujų, kurias sudaro daugiausia metanas iš žarnyno fermentacijos ir mėšlo bei 19 proc. N₂O iš mėšlo tvarkymo sistemų (Zervas ir Tsiplakou, 2012).

Daugiausia metano iš virškinimo procesų išgaruoja laikant galvijus, taip pat sąlyginai daug – laikant avis (5.1 lentelė).

5.1. lentelė. CH₄ emisija iš virškinimo procesų 2017 m., kt (*Lithuania's Greenhouse Gas Inventory Report 2019*)

	Pieniniai galvijai	Kiti galvijai	Avys	Ožkos	Arkliai	Kiaulės	Kailiniai žvėreliai	Triušiai	Kiti
<i>CH₄, kt</i>	34,46	23,98	1,83	0,07	0,28	0,84	0,15	0,07	0,003
<i>Proc. nuo CH₄ emisijos iš virškinimo procesų</i>	55,9 %	38,9 %	3,0 %	0,1 %	0,5 %	1,4 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %
<i>Proc. nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje</i>	43,8 %	30,5 %	2,3 %	0,1 %	0,4 %	1,1 %	0,2 %	0,1 %	0,0 %
<i>Proc. nuo ŠESD emisijos žemės ūkyje</i>	19,6 %	13,6 %	1,0 %	0,0 %	0,2 %	0,5 %	0,1 %	0,0 %	0,0 %

Gyvulininkystės poveikio aplinkai mažinimas yra būtina sąlyga norint padidinti avių ūkių konkurencingumą ir išlaikyti daugiafunkciškumą, ypač kai ūkiai įsikūrę kalnų vietovėse (Gaskell et al., 2008; Romano et al., 2010). Todėl svarbu įvertinti šių gyvulininkystės sistemų aplinkosauginį veiksmingumą, išskirti silpnąsias gamybos grandinės vietas ir pasiūlyti veiksmus, kurių reikia imtis siekiant sumažinti bendrą ūkių poveikį aplinkai. Tačiau avių auginimo sistemose atlikta nedaug tyrimų diegiant poveikį aplinkai mažinančias inovacijas (Batalla et al., 2015; Vagnoni et al., 2015, 2017; Vagnoni and Franca, 2018).

Sevi ir kt. (2003b) išbandė dviejų vėdinimo intensyvumų (35 ir 70 m³ / h aviai), dviejų oro greičių (2 ir 4 m / s) poveikį avių gerovei. Rezultatai rodo, kad mažas vėdinimo intensyvumas sukelia fiziologinius sutrikimus, dėl kurių padidėja kortizolio kiekis avyse, kartu blogėja avių pieno kokybė.

Padidėjus žolių virškinamumui, sumažėja šiltnamio efektą sukeliančių dujų išsiskyrimas. Atsižvelgiant į tai, pašarų kokybės gerinimas ir maistinių medžiagų naudojimo gyvulių mityboje efektyvinimas yra veiksminga ŠESD išmetimo mažinimo praktika. Nustatyta, kad intensyvios gamybos fermose fermentacijos metu išmetamų teršalų kiekis yra mažesnis nei ekstensyviuose ūkiuose (Batalla et al., 2015; Vagnoni et al., 2015; Vagnoni and Franca, 2018).

Melžiama karvė išskiria daugiau NH_3 nei avis, tai lemia skirtingas gyvūnų svoris. Karvidėje ir avių tvarte išmetamų teršalų lygis per metus buvo atitinkamai $17,3 (\pm 12,7) \text{ kg N gyvūnui}^{-1}$ ir $3,1 (\pm 1,9) \text{ kg N gyvūnui}^{-1}$ (2012; Behera ir kt., 2013). Žemės ūkio išmetamų teršalų tyrimais Indijoje, kuriuos atliko Aneja ir kt. (2012), nustatyta karvėms ir avims atitinkamos reikšmės: $4,3 \text{ kg N m}^{-1} \text{ gyvūnui}^{-1}$ ir $1,4 \text{ kg N}^{-1} \text{ gyvūnui}^{-1}$. Europoje Van der Hoekas karvėms naudojo $28,5 \text{ kg N m}^{-1} \text{ gyvūnui}^{-1}$ ir avims - $0,2 \text{ kg N m}^{-1} \text{ gyvūnui}^{-1}$. Kadangi melžiamos karvės ir avies svoris labai skiriasi, atliekamas normalizavimas pagal sutartinį gyvūną (LU, t.y. 500 kg gyvūno svorio). Apskaičiuota, kad iš karvidžių ir avių tvarto išmetamų teršalų kiekis buvo atitinkamai $1,8 (\pm 1,3) \text{ g N h}^{-1} \text{ LU}^{-1}$ ir $2,2 (\pm 1,4) \text{ g N h}^{-1} \text{ LU}^{-1}$ (Ngwabie et al., 2014). Esant vienodam sutartinių gyvulių kiekiui, iš avių tvarto NH_3 emisija yra šiek tiek didesnė nei iš melžiamų karvių tvarto.

Metano emisija, laikant avis ekstensyviame, pusiau intensyviame ir intensyviame ūkyje, vienai aviai per metus buvo atitinkamai lygi $26 \pm 0,9$; $22,5 \pm 1,3$ ir $13,5 \pm 1,7 \text{ kg}$ (Hijazi et. al., 2014). Kituose tyrimuose CH_4 emisija buvo $7,4 \text{ kg}$ vienai aviai per metus (Dengel et al., 2011) arba $7,9 \text{ kg}$; arba $7,8 \text{ kg}$, kai avys šeriamos kukurūzais; $13,8 \text{ kg}$, kai avys šeriamos miežiais. Šalyse su intensyvesne avių auginimo technologija avių, CH_4 emisija lygi $7,8 \text{ kg avies metai}^{-1}$; besivystančiose šalyse $4,9 \text{ kg}$.

Avių ganymo sistemos tyrimas Hamiltone, vakarinėje Viktorijos dalyje, rodo kad išmetamų teršalų kiekį galima sumažinti pakeitus ėriavimosi laiką. Pavasarinio ėriavimosi metu išmetama teršalų $15\text{--}20 \%$ mažiau nei rudenį. Apklausos rodo, kad rudenį ėriuojasi maždaug du trečdaliai visos avių bandos. Todėl yra galimybė sumažinti išmetamų teršalų kiekį regione nuo 15 iki 20% be didelių ekonominių nuostolių.

Avių tvarte daugiausia randama medžiagų yra azoto turinčių junginių. Išmetamų teršalų rodikliai parodė, kad melžiama karvė išskiria daugiau NH_3 , NO_x ir lakiųjų organinių junginių nei avis. Tačiau vertinant fermų lygmeniu, iš avių tvarto išmetama maždaug tiek pat NH_3 kaip iš karvidės, vertinant emisijas iš vieno sutartinio gyvulio vietos. Dujų fazėje išsiskyręs N daugiausia išsiskiria NH_3 dujomis (Kammer et. al., 2020).

5.3. Išvados ir rekomendacijos

1. Avis geriausia laikyti gilioje avidėje, kurioje tvartiniu laikotarpiu suminamas 1,2 m mėšlo sluoksniu, arba pusgilioje. Giliosios avidės aukštis 4,5–5 m, o pusgilės – 3,5–4 m. Minimalus šiaudų kraiko kiekis – 0,4 kg gyvuliui per parą. Avių nereikia laikyti šiltai, tik pageidautina, kad ėriavimosi ir ėriukų iki 3,5 mėn. zonoje temperatūra nenukristų žemiau 6 °C. Didelis oro drėgnis avims labiau kenkia negu kitiems gyvuliams.
2. Avims nereikia sudėtingų ir brangių tvartų. Avidės sienos gali būti apie 2,8 m aukščio iš plytų, medžio ar kitokių šilumai nelaidžių medžiagų. Geriausios yra medinės lubos – su tarpais, užklotos šiaudais. Pro jas greičiau išgaruoja vandens garai. Rekomenduojamas langų dydis apie 5 proc. grindų ploto. Minimali tvarto oro temperatūra 6 °C, tinkamiausia oro drėgmė 70-75 proc.
3. Avidėje įrengiama natūrali vėdinimo sistema, t.y. sienose paliekamos angos šviežiam orui patekti, ir kraige įrengiamas plyšys (pastate be pastogės) arba šachtos (pastate su pastoge) užterštam orui šalinti.
4. Gyvulininkystės poveikio aplinkai mažinimas yra būtina sąlyga norint padidinti avių ūkių konkurencingumą ir išlaikyti daugiafunkciškumą.
5. Avių tvarte daugiausia randama azoto turinčių junginių. Melžiama karvė išskiria daugiau NH₃, NO_x ir lakiųjų organinių junginių nei avis. Tačiau vertinant fermų lygmeniu, iš avių tvarto išmetama maždaug tiek pat NH₃ kaip iš karvidės, vertinant emisijas iš vieno sutartinio gyvulio vietos.
6. Metano emisija, laikant avis ekstensyviame, pusiau intensyviame ir intensyviame ūkyje, vienai aviai per metus buvo atitinkamai lygi 26 ± 0,9; 22,5 ± 1,3 ir 13,5 ± 1,7 kg.
7. Laikant avis Lietuvoje, iš virškinimo procesų išgaruoja 1,83 kt metano per metus, tai sudaro 2,30 proc. nuo ŠESD emisijos gyvulininkystėje

5.4. Rekomendacijos Avininkystės ūkių technologinio projektavimo taisyklių

ŽŪ TPT 11:2015 papildymui

ŽŪ TPT 11:2015 punktas	Siūlomi pakeitimai
<p>81. Suaugusias avis ir prieauglį galima laikyti grupiniuose garduose ant grotelinių grindų. Grindų grotelių paviršius turi būti plokščias ir lygus, be aštrių kraštų. Grotelių strypai turi būti ne mažesnio kaip 40–60 mm pločio, tarpai tarp grotelių strypų – ne mažesni kaip 15–20 mm. Grotelių skersinis profilis turi būti trapecinis su 7–10 proc. šonų nuolydžiu. Dažniausiai grotelės būna medinės arba gelžbetoninės, metalinės grotelės padengiamos minkšta specialia danga.</p>	<p>81. Suaugusias avis ir prieauglį galima laikyti grupiniuose garduose ant grotelinių grindų. Grindų grotelių paviršius turi būti plokščias ir lygus, be aštrių kraštų. Grotelių strypai turi būti ne mažesnio kaip 40–60 mm pločio, tarpai tarp grotelių strypų – ne mažesni kaip 15–20 mm. Grotelių skersinis profilis turi būti trapecinis su 7–10 proc. šonų nuolydžiu. Dažniausiai grotelės būna metalinės arba gelžbetoninės, metalinės grotelės padengiamos minkšta specialia danga.</p>
<p>157. Mažinant amoniako emisiją ir koncentraciją patalpose būtina:</p> <p>157.1. parinkti pašarus su mažesniu baltymų kiekiu;</p> <p>157.2. mažinti patalpose mėšlinų paviršių plotą;</p> <p>157.3. gausiai naudoti kraiką.</p>	<p>157. Amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami taikant kompleksines priemones dujų emisijai mažinti iš tvarto, mėšlo šalinimo sistemos, mėšlidės ir trešiant laukus.</p> <p>157.1. Mažinant amoniako koncentraciją auidėse ir emisiją iš jų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – subalansuoti racionus, kad pašaruose būtų mažiau baltymų; – mažinti mėšlo pH; – į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, probiotikų, organinės anglies; – įrengti nubėgimus neleidžiant šlapimui kauptis takuose ir kituose grindų nelygumuose; – gausiau naudoti kraiką šlapimui sugerti; – mažinti mėšlu užterštą plotą tvartuose; – gerinti betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiskumą; – optimizuoti tvarto vėdinimo intensyvumą pagal oro temperatūrą, santykinį drėgnį ir amoniako koncentraciją; – mažinti vėdinimo intensyvumą tvarte jeigu lauke šilta arba tvarte oro santykinis drėgnis atitinka reikalavimus; – tvartuose reguliuoti oro srautus taip, kad kuo mažiau švarus aplinkos oras apiplautų šviežio mėšlo paviršių ir nesusidarytų didelis dujų koncentracijos gradientas virš mėšlo sluoksnio; – mažinti oro temperatūrą tvarte, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotiną (6 °C). – mažinti mėšlo paviršiaus drėgnumą; – intensyvinti mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.

	<p>157.2. Mažinant amoniako emisiją iš tirštojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uždengti mėšlidę stogo dangą; - uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. dangą; - mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis); - palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle; - mėšlo rietuvę krauti kūgio forma, kad nubėgtų krituliai. <p>157.3. Mažinant amoniako emisiją iš mėšlu tręšiant dirvą, rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kuo greičiau įterpti ant dirvos paviršiaus paskleistą mėšlą; - mėšlą skleisti kai drėgnas oras, mažas vėjo greitis ir ne karšta.
<p>160. Azoto suboksido N₂O emisija iš avių mėšlo vienai aviai per metus sudaro 0,116 kg.</p>	<p>160. Azoto suboksido N₂O emisijos mažinimas:</p> <p>160.1. Vidutinė azoto suboksido N₂O emisija iš avių mėšlo lygi 0,116 kg vienai aviai per metus.</p> <p>160.2. Azoto suboksido emisija mažinama, avis šeriant mažo baltymingumo pašarais, mažinant azoto nuostolius iš mėšlo, vengiant anaerobinio mėšlo laikymo.</p>
<p>161. Sieros vandenilis – labai nuodingos, bespalvės, nemalonaus kvapo, sunkesnės už orą dujos (H₂S; 1 m³ dujų = 1,54 kg), kurios išsiskiria pūvant išmatų, pašarų baltymams. Sieros vandenilio dujų išsiskiria iš mėšlo avidėse nedaug. Jos pašalinamos vėdinant patalpas.</p>	<p>161. Sieros vandenilis – labai nuodingos, bespalvės, nemalonaus kvapo, sunkesnės už orą dujos (H₂S; 1 m³ dujų = 1,54 kg), kurios išsiskiria pūvant išmatų, pašarų baltymams.</p> <p>161.1. Sieros vandenilio dujų išsiskiria iš mėšlo avidėse nedaug. Jos pašalinamos vėdinant tvartą.</p> <p>161.2. Mažinant sieros vandenilio emisiją rekomenduojama mažinti baltymų kiekį pašaruose, gausiai kreikti guoliavietes.</p>
<p>162. Metanas – natūralios, bespalvės, bekvapės, lengvesnės už orą, šiltnamio efektą sukeliančios dujos (CH₄; 1 m³ dujų = 0,72 kg), kurios susidaro anaerobinėje šiltoje aplinkoje – gyvulio virškinamajame trakte ir mėšle.</p>	<p>162. Metanas - natūralios, bespalvės, bekvapės, lengvesnės už orą šiltnamio efektą sukeliančios dujos (CH₄; 1m³ dujų = 0,72 kg), kurios gaminasi anaerobinėje šiltoje aplinkoje gyvulių virškinamajame trakte ir mėšle.</p> <p>162.1. Mažinant metano emisiją iš mėšlo rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vengti anaerobinio mėšlo laikymo; - didinti kraiko naudojimą ir mažinti mėšlo drėgnumą. <p>162.2. Mažinant metano emisiją iš avių virškinimo procesų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - optimizuoti gyvulių mitybos racionus, pridėdamas virškinamumą atktyvinančių medžiagų; - avis grupuoti į panašaus amžiaus, svorio, produktyvumo grupes ir šerti skirtingais racionais; - gerinti avių laikymo sąlygas ir taip didinti jų produktyvumą (mažėja metano emisija produkcijos vienetai pagaminti). Avių laikymo sąlygos gerinamos optimizuojant mikroklimatą tvarte, technologinius procesus (šėrimo, vandens tiekimo) ir jų valdymą, sukuriant tvarte gerą fizinę, psichinę, biologinę ir cheminę aplinką.
<p>164. Avys išskiria į aplinką nemalonus kvapus. Kvapų emisija matuojama europiniais kvapų</p>	<p>164. Avys išskiria į aplinką nemalonus kvapus. Kvapų emisija matuojama europiniais kvapų vienetais, kurie išreiškiami kiekiu, išskiriamu vienos avies per sekundę –</p>

<p>vienetais, kurie išreiškiami kiekiu, išskiriamu vienos avies per sekundę – OUE/s. Kvapų koncentracija aplinkoje matuojama europiniais kvapų vienetais 1 m³ aplinkos oro – (OUE) 1 m³. 1 OUE – tai toks kvapas, kurį sudaro 123 µg n-butanolio, išgarinto į 1 m³ kvapams neutraliųjų dujų ir kurį pradeda užuosti žmogus. Kvapų emisija avidėse apskaičiuojama laikant, kad avis vidutiniškai išskiria 1,31 OUE/s kvapų.</p>	<p>OUE/s. Kvapų koncentracija aplinkoje matuojama europiniais kvapų vienetais 1 m³ aplinkos oro – (OUE) 1 m³. 1 OUE – tai toks kvapas, kurį sudaro 123 µg n-butanolio, išgarinto į 1 m³ kvapams neutraliųjų dujų ir kurį pradeda užuosti žmogus. Kvapų emisija avidėse apskaičiuojama laikant, kad avis vidutiniškai išskiria 1,31 OUE/s kvapų.</p> <p>164.1. Mažinant kvapų emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – neleisti skysčiams kauptis grindų paviršiuje; – gausiai kreikti sausais šiaudais; – mažinti mėšlo pH; – į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, organinės anglies; – mažinti tvartų dulkėtumą; – mažinti oro temperatūrą tvarte; – mėšlą uždengti šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga.
---	--

5.5. Informacijos šaltinių sąrašas

1. Aneja V.P., W.H. Schlesinger, J.W. Erisman, S.N. Behera, M. Sharma, W. Battye. Reactive nitrogen emissions from crop and livestock farming in India *Atmos. Environ.*, 47 (2012), pp. 92-103. [10.1016/j.atmosenv.2011.11.026](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.11.026)
2. Awasthi, M. A. Duan, Y. Awasthi S.K., Liu T., Zhang Z., Kim, S-H, Pandey A. Effect of biochar on emission, maturity and bacterial dynamics during sheep manure composting *Renewable Energy*, Volume 152, June 2020, Pages 421-429. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.01.065>
3. Batalla I., M.T. Knudsen, L. Mogensen, Ó. Hierro, M. Pinto, J.E. Hermansen. Carbon footprint of milk from sheep farming systems in Northern Spain including soil carbon sequestration in grasslands *J. Clean. Prod.*, 104 (2015), pp. 121-129. [10.1016/j.jclepro.2015.05.043](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.043)
4. Behera S.N., M. Sharma, V.P. Aneja, R. Balasubramanian. Ammonia in the atmosphere: a review on emission sources, atmospheric chemistry and deposition on terrestrial bodies. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 20 (2013), pp. 8092-8131. [10.1007/s11356-013-2051-9](https://doi.org/10.1007/s11356-013-2051-9)
5. Close S., Tomaz, J. L. Jaffrezo, O. Favez, E. Perraudin, E. Villenave, A. Albinet. Sources and atmospheric chemistry of oxy- and nitro-PAHs in the ambient air of Grenoble (France) *Atmos. Environ.*, 161 (2017), pp. 144-154. [10.1016/j.atmosenv.2017.04.042](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.04.042)
6. Dengel S., Peter E. Levy John Grace Stephanie K. Jones Ute M. Skiba. Methane emissions from sheep pasture, measured with an open-path eddy covariance system *Global Change Biology*. First published: 03 June 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2011.02466.x>
7. De Rancourt M., Fois, N., Lavín, M. P., Tchakérian, E., and Vallerand, F. (2006). Mediterranean sheep and goats production: An uncertain future. *Small Ruminant Research*, 62, p.167-179.
8. FAO, GDP. Climate Change and the Global Dairy Cattle Sector – the Role of the Dairy Sector in a Low-carbon Future Rome. 36 pp. (2018).
9. Gaskell P., N. Boatman, J. Dwyer, J. Mills, J. Ingram, C. Short, D. Turley Environmental Observatory Update – the Implications of the 2003 CAP Reform for the Environment in England. A Report to Defra’s Agricultural Change and Environment Observatory. (ACEO) CCRI, Cheltenham, 2008.
10. Hensen A., B. Loubet, J. Mosquera, F.J. Lopmeier, P. Cellier, P. Mikuska, M.A. Sutton. Estimation of NH₃ emissions from a naturally ventilated livestock farm using local-scale atmospheric dispersion modelling. 14, 2009.
11. Huang D., H. Guo. Diurnal and seasonal variations of greenhouse gas emissions from a naturally ventilated dairy barn in a cold region. *Atmos. Environ.*, 172 (2018), pp. 74-82. [10.1016/j.atmosenv.2017.10.051](https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2017.10.051)
12. Hijazi Omar, WernerBerg, SamouilMoussa, ChristianAmmon, Kristinavon Bobrutzki ReinerBrunsch. Comparing methane emissions from different sheep-keeping systems in semiarid regions: A case study of Syria *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences* Volume 13, Issue 2, June 2014, Pages 139-147. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2013.01.008>
13. Kammer J., Céline Décuq, DominiqueBaisnée, RalucaCiuraru, FlorenceLafouge, PaulineBuisse, SandyBsaibes, BenHenderson Simona, M.Cristescu, Rachid Benabdallah, Varunesh Chandra, Brigitte Durand, Oliver Fanucci, Jean Eudes Petit, FrancoisTruong, Nicolas Bonnaire, Roland Sarda-Estève, Valerie Gros, Benjamin Loubet. Characterization of particulate and gaseous pollutants from a French dairy and sheep farm. *Science of The Total Environment*, Volume 712, 10 April 2020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135598>
14. Maldaner L., C. Wagner-Riddle, A.C. VanderZaag, R. Gordon, C. Duke. Methane emissions from storage of digestate at a dairy manure biogas facility *Agric. For. Meteorol.*, 258 (2018), pp. 96-107. [10.1016/j.agrformet.2017.12.184](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.12.184)
15. Massad R.-S., B. Loubet (Eds.), Review and Integration of Biosphere-Atmosphere Modelling of Reactive Trace Gases and Volatile Aerosols, Springer, Netherlands, Dordrecht (2015). [10.1007/978-94-017-7285-3](https://doi.org/10.1007/978-94-017-7285-3)
16. Ngwabie N.M., G.W. Schade, T.G. Custer, S. Linke, T. Hinz Volatile organic compound emission and other trace gases from selected animal buildings. *Landbauforschung Völkenrode*, 12, 2007,
17. Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., Vellinga, T., Henderson, B., & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains—a global life cycle assessment. Food and Agriculture Organization of the United.

- <http://www.fao.org/3/i3461e/i3461e.pdf>
18. Romano R., F. Masucci, A. Giordano, S.S. Musso, D. Naviglio, A. Santini. Effect of tomato by-products in the diet of Comisana sheep on composition and conjugated linoleic acid content of milk fat. *Int. Dairy J.*, 20 (2010), pp. 858-862. <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0958694610001378?token=80D97397A0DDA4FF6A515AD437689D58E89DD98A37315CEBEB790B033E647FF617E85F9DCA1E570E3A8D70C1B03BFEBA>
 19. Schmithausen A., I. Schiefler, M. Trimborn, K. Gerlach, K.H. Südekum, M. Pries, W. Büsche. Quantification of methane and ammonia emissions in a naturally ventilated barn by using defined criteria to calculate emission rates. *Animals*, 8 (2018), p. 75. [10.3390/ani8050075](https://doi.org/10.3390/ani8050075)
 20. Sevi A., M. Albenzio, G. Annicchiarico, M. Caroprese, R. Marino, L. Taibi. Effects of ventilation regimen on the welfare and performance of lactating ewes in summer. *J. Anim. Sci.*, 80 (2002), pp. 2349-2361.
 21. Sevi A., L. Taibi, M. Albenzio, G. Annicchiarico, R. Marino, M. Caroprese. Influence of ventilation regimen on micro-environment and on ewe welfare and milk yield in summer. *Ital. J. Anim. Sci.*, 2 (2003), pp. 197-212.
 22. Vagnoni E., A. Franca, L. Breedveld, C. Porqueddu, R. Ferrara, P. Duce. Environmental performances of Sardinian dairy sheep production systems at different input levels. *Sci. Total Environ.*, 502 (2015), pp. 354-361. [10.1016/j.scitotenv.2014.09.020](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.020)
 23. Vagnoni E., A. Franca. Transition among different production systems in a Sardinian dairy sheep farm: environmental implications. *Small Rumin. Res.*, 159 (2018), pp. 62-68. [10.1016/j.smallrumres.2017.12.002](https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2017.12.002)
 24. Yao L., O. Garmash, F. Bianchi, J. Zheng, C. Yan, J. Kontkanen, H. Junninen, S.B. Mazon, M. Ehn, P. Paasonen, M. Sipilä, M. Wang, X. Wang, S. Xiao, H. Chen, Y. Lu, B. Zhang, D. Wang, Q. Fu, F. Geng, L. Li, H. Wang, L. Qiao, X. Yang, J. Chen, V.-M. Kerminen, T. Petäjä, D.R. Worsnop, M. Kulmala, L. Wang. Atmospheric new particle formation from sulfuric acid and amines in a Chinese megacity. *Science*, 361 (2018), pp. 278-281. [10.1126/science.aao4839](https://doi.org/10.1126/science.aao4839)
 25. Zervas, G., Tsiplakou, E., 2012. An assessment of GHG emissions from small ruminants in comparison with GHG emissions from large ruminants and mono-gastric livestock. *Atmos. Environ.* 49 (0), 13-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.atmosenv.2011.11.039>. I. Batalla et al. / *Journal of Cleaner Production* 104 (2015) 121e129129

6.KAILINIŲ ŽVĖRELIŲ IR TRIUŠIŲ AUGINIMO TECHNOLOGIJŲ ANALIZĖ

6.1.Kailinių žvėrelių ir triušių laikymo technologijų analizė ir modernizavimo kryptys

Triušiai auginami mėsos, vilnos, kailio, laboratorinių gyvūnų ir biologinės gamybos tikslais. Triušio mėsoje yra mažai kalorijų, natrio ir cholesterolio (Akinsola ir kt., 2014), o joje gausu nesočiųjų riebalų rūgščių (60% visų riebalų rūgščių) (Dalle, 2000). Didelis vaisingumas, trumpa nėštumo trukmė, nedidelis pradinis kapitalas ir didelis genetinis lankstumas sudaro prielaidas geriems ekonominiams triušių auginimo rodikliams (Akinsola ir kt., 2014).

Triušių auginimas labiausiai tinkamas sunkiai pragyvenantiems ūkininkams, turintiems mažus ūkius sausringuose ar atogrąžų besivystančiuose pasaulio regionuose (Rogers ir kt., 2006). Nors pagrindinis triušių auginimo tikslas yra mėsa, svarbūs yra kailiai ir jų šalutiniai produktai, kurie dažniausiai gaunami iš odos (Lebas ir kt., 1997). Dėl klimato pokyčių tarp vasaros ir žiemos buvo atlikti įvairūs tyrimai, siekiant iširti sezono įtaką triušių adaptacijai ir produktyvumui (El-Sheikh ir kt., 2011; Fathi ir kt., 2017; Khalil, 2018). Tačiau trūksta gilesnių tyrimų dėl klimato poveikio kūno savybių kitimui įvairioms triušių veislėms. Karštos vasaros gali apriboti specializuotų kailinių veislių auginimą dėl jų didelio jautrumo šilumos stresui ir didelių išlaidų oro kondicionavimui, kas daugelyje situacijų nėra prieinama ir praktiška (Rogers ir kt., 2006).

Reikia sutelkti dėmesį į mažų miestų ūkininkų komercializavimo skatinimą plečiant miesto gyventojų mikrofinansų sektorių, siekiant sumažinti finansų rinkos nepakankamumą, kurį sukelia netinkama prieiga prie finansinių paslaugų. Miestų gyventojams, turintiems didelius namų ūkius, turėtų būti suteikta teisė užtikrinti, kad visi namų ūkio nariai dalyvautų pajamų gavimo veikloje, tokioje kaip triušių auginimas ir komercializavimas (Chrispinus Mutsami ir kt., 2020).

Ekologinis triušių auginimas tebėra nišinė rinka Prancūzijoje, o vartotojų paklausa viršija pasiūlą. Prancūzijos specifikacijose yra kelios taisyklės ir rekomendacijos, pavyzdžiui, ganymas ištisus metus, natūralus veisimas, skerdimas po 100 dienų amžiaus, laikymas kilnojamuose narvuose ar aptvaruose ir ganymui pritaikytų ir lauke tvarkomų veislių naudojimas (Gidenne ir kt., 2020).

Triušių auginimas gali pasiūlyti darbo vietas ir pajamas tiek kaimo, tiek miesto gyventojams ir gali būti alternatyva augalininkystei, kuriai dabar labiau gresia neigiamas klimato kaitos poveikis.

Naminiai triušiai auginami mėsai, jie sudaro <1% pasaulyje pagaminamos mėsos. Atsižvelgiant į bendrą mėsos gamybą, triušiai yra nereikšmingi. FAOSTAT duomenimis, 2018

m. mėšai gaminti pasaulyje paskersta 68,785 milijardai vištų, 1,484 milijardai kiaulių, 922 milijonai triušių, 656 milijonai kalakutų, 573 milijonai avių, 479 milijonai ožkų, 302 milijonai galvijų ir 5 milijonai arklių (FAOSTAT, 2020). Todėl triušiai yra trečioje vietoje pagal mėsos auginimui skirtų gyvūnų skaičių pasaulyje. 2008–2018 m. pasaulyje auginamų triušių skaičius išaugo 9,8%.

Tikriausiai dėl mažo triušių auginimo ekonominio poveikio visame pasaulyje arba dėl šios gamybos sistemos geografinio pasiskirstymo triušiai yra mėsos rūšys, kurios gyvūnų gerovės požiūriu yra mažiausiai tiriamos, ypač lyginant su kiaulėmis, viščiukais, kalakutais, galvijais, avimis ir ožkomis (EFSA., 2005).

Triušiai yra trečioji rūšis pagal gyvūnų, auginamų mėšai gaminti, skaičių pasaulyje. Tačiau, palyginti su kitomis rūšimis, labai mažai tyrimų buvo sutelkta į jų gerovę. Triušių auginimo vertina ir analizuoja maitinimo poreikius, o elgesio ir gerovės tyrimams skiria mažiau dėmesio (Dalmau ir kt., 2020).

Triušiai laikomi triušidėse (kontroliuojamo mikroklimato patalpoje), stoginėse ir lauko narveliuose. Geriausia juos laikyti specialiose uždaroje triušidėse. Čia jie apsaugoti nuo vėjo, lietaus, šalčių, karščių ir triukšmo, patogiu mechanizuotu pašarų bei vandens tiekimą, mėšlo šalinimą. Triušiai laikomi narveliuose: suaugę – po vieną, prieauglis – grupelėmis. Kai triušių laikoma daug, narveliai triušidėje statomi dviem ar trimis aukštais. Vasarą į triušidės langus įstatomi tinkleliai, kad nepatektų užkrečiamųjų ligų platintojų – musių ar kitokių vabzdžių. Mažiausia minimali oro temperatūra triušidėje – 5 °C, santykinis oro drėgnumas – ne didesnis kaip 75 procentų. Triušidė turi būti švari, sausa, gerai vėdinama, amoniako – ne daugiau kaip 20 ppm.

Plėtojant intensyvią triušininkystę, modernizuojamos technologijos, įskaitant triušių laikymą uždaroje patalpose su reguliuojamu mikroklimatu, mechanizuotu darbu aptarnaujant ir maitinant triušius pilnaverčiu granuliuotu pašaru. Triušių laikymas tokiose patalpose suteikia galimybę gaminti mėsą ištisus metus, pastovų narvelių užimtumą, didina darbo ir gamybos našumą, didina ūkio rentabilumą.

6.2. Amoniako emisijos mažinimas kailinių žvėrelių ir triušių ūkiuose

Mėšlo tvarkymo technologija yra svarbi triušių veisimo sistemos dalis, nes daro didelę įtaką triušių laikymo aplinkai ir gerovei. Konvejerio juosta mėšlo šalinimo sistemoje yra pagrindinis mėšlo valymo būdas. Kinijos triušių auginimo mokslininkai atliko lyginamąjį tyrimą dviejų mėšlo valymo būdų ir nustatė, kad mėšlo šalinimas konvejerio juosta daro mažesnę poveikį aplinkai nei kiti grandikliniai transporteriai.

Mėšlo valymo įranga turi būti suderinta su atitinkama narvelio sistema. Išsivysčiusiose Europos šalyse tiek didesni, tiek mažesni triušių ūkiai iš esmės taiko tą patį narvų modelį (Qin Yinghe, 2011), o Kinijoje narvo dydis ir forma skiriasi. Todėl ateityje gyvulių ir naminių paukščių auginimo narvų sistema turėtų būti plėtojama standartizavimo ir serijavimo kryptimi. Kiekvienoje narvelių serijoje yra taikytina atitinkama mėšlo valymo įranga, kuri ne tik užtikrina mėšlo šalinimo patikimumą, bet ir sumažinti gamybos bei perdirbimo išlaidas ir padidinti ekonominę naudą.

Pastaraisiais metais Kinijoje diegiant pažangaus žemės ūkio mokslo, technologijų tyrimus ir įgyvendinant pažangiuosius žemės ūkio projektus tendencingai naudojant intelektą ir automatiką (Cai Jie ir kt., 2018). Derinant aplinkos kokybės kontrolės sistemą su mėšlo valymo sistema, kai dėl sukaupto mėšlo triušių narvuose viršijama nustatytos NH₃ ir CO₂ skaitinės ribos, taikant automatinę aplinkos kontrolės sistemą automatiškai įjungiamas mėšlo šalinimas ir narvelio. Tai ne tik sumažina žmogaus darbo sąnaudas, bet ir visada užtikrina oro kokybę triušių narvuose.

Atsižvelgiant į NH₃ poveikį aplinkai, reikia daugiau įžvalgų apie oro valymo įrenginius, nes tai yra vienas iš būdų, kaip sumažinti NH₃ išmetimą iš gyvūnų laikymo patalpų. Įvertintos cheminės valymo sistemos siekiant pašalinti NH₃ dujas įvairiais oksidatoriais, tokiais kaip NaOCl, H₂O₂ ir KMnO₄.

Buvo atliktas eksperimentas, kurio tikslas išbandyti skirtingų tipų pakratų (šiaudų, medžio drožlių, žievės mulčio ir medvilnės) poveikį triušių laikymo sąlygoms, guoliavietės drėgnumui ir amoniako emisijai. Naudojant medvilnę guoliavietei kreikti, nustatyta palankiausias sąlygos sausam guoliui sudaryti ir gauta mažesnė NH₃ emisija. Tai lemia didelės galimybės absorbuoti skysčius. Žievės struktūra nebuvo tinkama skysčiams (ypač šlapimui) sugerti, todėl guolis buvo labiau užterštas. Triušiams turi būti naudojami minkšti pakratai, pvz., medvilnė (6.1 pav.) (Wolf ir kt., 2020).

Kraiko naudojimo prioriteto eilė: medvilnė, šiaudai, drožlės, žievė. Triušiai, laikomi ant medvilnės kraiko, buvo mažiau užsiteršę kojas, lyginant su šiaudų ir medžio drožlių kraiku. Šiaudai dažniausiai naudojami triušių pakratams, jie taip pat suteikia gyvūnams papildomą užsiėmimą – žaidimas su pakratais, graužimas, kasimas, tokiu būdu sudaroma galimybė elgtis natūraliai ir praturtinti gyvūnų dienotvarkę. Tačiau šiaudų naudojimas nepadedą sumažinti amoniako kiekį ore.

Naudojant medienos drožles, nustatyta didesnė NH₃ koncentracija ore. Medvilnės naudojimas turėjo aiškiausią poveikį NH₃ išsiskyrimui. Pakratai gali absorbuoti ne tik skysčius, bet ir karbamidą. Karbamido daugiau absorbavo medvilnė nei šiaudai. Taip pat jau susidaręs

NH₃ gali būti nusodintas pakratuose ir taip neleisti pasklisti ore (Animal Reserch Review Panel, 2003).



6.1. pav. Kraiko medžiaga triušiams laikyti; a) šiaudai, b) medžio drožlės, c) žievė, d) medvilnė.

NH₃ koncentracijos sumažinimas triušių aplinkoje yra svarbi profilaktinė priemonė nuo kvėpavimo takų ligų, konjunktyvito ir gleivinės dirginimo vystymosi. Triušiai labai jautriai reaguoja į padidėjusią NH₃ koncentraciją ore ir stengiasi vengti šių zonų. Triušiai dažniausiai laikomi narvuose grupėmis ir turi mažai galimybių persikelti į teritorijas, kuriose yra mažesnė NH₃ koncentracija, todėl labai svarbu mažinti NH₃ kiekį ore ir taip pagerinti gyvūnų gerovę, jų produktyvumą.

Triušius laikant ant šiaudų pakratų, gauta daug kojų pagalvėlių pažeidimų. Pagrindinė priežastis – ilgi šiaudai bei padidėjusi drėgmė. Todėl rekomenduojama, kad pakratų drėgmė neturėtų viršyti 30 %. Pažeidimų triušių kojų pagalvėlėse nustatyta naudojant visus pakratų, išskyrus medvilnę.

Amoniakio koncentracija triušių narvuose dažniausia neviršija rekomenduojamų 25 ppm (17,4 mg / m³). Vidutinė amoniako koncentracija vasarą buvo 8,5–10 mg / m³, o žiemą buvo šiek tiek didesnė (11,7–13,4 mg / m³). Penimų triušių triušidėje koncentracija vasarą buvo mažesnė (4,2–4,7 mg / m³) (Kaliste et al., 2002; Ooms et al., 2008).

Šiuos tyrimus patvirtina ir kitų mokslininkų gauti rezultatai. Nustatytos didžiausios dujų koncentracijos (NH₃ - 14,3 mg/m³, CO₂ - 7041 mg/m³; N₂O - 5,10 mg/m³) dažniausia neviršija rekomenduojamų ribų. Vidutinė amoniako emisija buvo 55,9 ir 10,2 mg/h triušiu ir priklausė nuo temperatūros bei oro santykinės drėgmės. Vidutinė anglies dioksido emisija vienam gyvūnui buvo 12588 mg/h, o penimiems triušiams - 3341 mg/h. Azoto suboksido emisija buvo 10,3 mg/h vienam gyvūnui. Amoniakio ir anglies dioksido emisijoms įtakos turėjo temperatūra ir santykinė oro drėgmė, o azoto suboksido emisija nepriklausė nuo temperatūros. Didžiausia

anglies dvideginio emisija įvyko naktį, atsižvelgiant į triušių aktyvumo modelį. Tačiau amoniakas išmetamas daugiausia dienos metu (Calvet ir kt., 2011).

Didžiausia anglies dioksido koncentracija triušidėse užregistruota žiemą (4488 ir 7041 mg/m³). Azoto suboksido koncentracijos kito nuo 0,39 iki 2,83 mg/m³. Dujų koncentracijos dienos metu kaita artima sinusoidiniams modeliams ($p < 0,01$). Didžiausia CO₂ koncentracija nustatyta maždaug 5 val., o NH₃ ir N₂O - 7 val. Amoniako emisija iš gyvulio vietos buvo iki 1,34 g/d., vidutinė emisija lygi 0,25 g/d. vienam gyvūnui. Amoniako emisija didžiausia būna apie 17 val.

Amoniako ir ŠESD emisiją iš triušių auginimo technologijų galima ženkliai sumažinti naudojant pašarų priedą, pagamintą iš bioatliekų (Biagini ir kt., 2020). Šią šėrimo strategiją įgyvendinus Europos lygmeniu, dujų emisija per metus sumažėtų 1,1 Mt NH₃; 0,06 Mt N₂O; 2,2 Mt CH₄; 0,92 Gt CO₂ ekv. išmetamų teršalų. Siūloma nauja strategija, pagrįsta nauju sveikų gyvūnų mitybos priedu, gautu iš biologinių atliekų. Maisto papildas yra vandenyje tirpus biopolimeras, gaunamas iš sodininkystės atliekų. 35 dienų amžiaus triušiai buvo šeriami įprastu racionu ir bandomuoju pašaru. Iš gyvūnų mėšlo, šertų bandomuoju pašaru, išsiskiria mažiau teršalų: 30% mažiau amoniako, 25% mažiau metano, 9% mažiau azoto suboksido ir 8% mažiau anglies dioksido nei iš kontrolinės grupės triušių. Ši šėrimo strategija gali būti taikoma bet kokio dydžio ūkiuose ir nereikia jokių papildomų išlaidų.

6.3. Išvados ir rekomendacijos

1. Triušiai yra trečioji rūšis pagal gyvūnų, auginamų mėsai gaminti, skaičių pasaulyje. Tačiau lyginant su kitais gyvūnais, labai mažai tyrimų sutelkta į jų gerovę. Triušių augintojai labiausia analizuoja maitinimo poreikius, o elgesio ir gerovės tyrimams skiria mažiau dėmesio.
2. Triušiai laikomi triušidėse (kontroliuojamo mikroklimato patalpoje), stoginėse ir lauko narveliuose. Geriausia juos laikyti specialiose uždaroose triušidėse, kur galima kontroliuoti mikroklimatą. Mažiausia minimali oro temperatūra triušidėje 5 °C, santykinis oro drėgnumas – ne didesnis kaip 75 procentų. Triušidė turi būti švari, sausa, gerai vėdinama, amoniako koncentracija ore ne didesnė kaip 20 ppm.
3. Plėtojant intensyvią triušininkystę, modernizuojamos technologijos, automatizuojant šėrimą, mikroklimato valdymą ir mėšlo šalinimą.
4. Pagal dujų koncentraciją ore rekomenduotina valdyti mėšlo šalinimo intensyvumą.
5. Tinkamiausias kraikas triušių laikymui yra medvilnė, šiaudai, medžio drožlės, žievė. Triušius laikant ant medvilnės kraiko, mažiau užsiteršia kojos, sausesnis būna guolis, mažesnė amoniako emisija.
6. Amoniako ir anglies dioksido emisijoms daro didelį įtaką oro temperatūra ir santykinė drėgmė, o azoto suboksido emisija nepriklauso nuo temperatūros. Didžiausia anglies dvideginio emisija būna naktį, o amoniako - dienos metu.
7. Amoniako ir ŠESD emisiją iš triušių auginimo technologijų galima ženkliai sumažinti naudojant įvairius pašarų priedus.

6.4. Rekomendacijos Kailinės žvėrininkystės ir triušininkystės ūkių technologinio projektavimo taisyklių ŽŪ TPT 13:2016 papildymui

ŽŪ TPT 13:2016 punktas	Siūlomi pakeitimai
<p>127. Mažinant amoniako emisiją ir koncentraciją patalpose rekomenduojama taikyti Jungtinių Tautų Tolimųjų oro teršalų pernašų konvencijos Vykdomosios institucijos parengtas iš žemės ūkio sektoriaus išmetamo amoniako prevencijos ir mažinimo gaires (2014 m. vasario 7 d. ECE/EB.AIR/120).</p>	<p>127. Amoniako emisija ir azoto nuostoliai iš mėšlo mažinami taikant kompleksines priemones dujų emisijai mažinti iš tvarto, mėšlo šalinimo sistemos, mėšlidės ir trešiant laukus.</p> <p>127.1. Mažinant amoniako koncentraciją žvėrelidėse ir emisiją iš jų rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - subalansuoti pašarus su mažesniu baltymų kiekiu; - mažinti mėšlo pH; - į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, probiotikų, organinės anglies; - gausiau kreikti šiaudais arba durpėmis ir dažniau šalinti mėšlą; - mažinti oro temperatūrą žvėrelidėje, jeigu ji ne žemesnė už minimalią rekomenduotiną; - mažinti mėšlu užterštų paviršių plotą; - mažinti betono higroskopiškumą, paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiantis ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiantis nano danga; - mažinti šviežio mėšlo kontaktą su aplinkos oru ir mėšlą kuo mažiau maišyti; - mažinti mėšlo paviršiaus drėgnumą; - intensyvinti mėšlo paviršiaus džiūvimą ir plutos formavimąsi natūraliomis sąlygomis, bei naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt.; - iš žvėrelidės šalinamą orą valyti biofiltruose. <p>127.2. Mažinant amoniako emisiją iš tirštojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - uždengti mėšlidę stogo dangą; - uždengti mėšlo rietuvę šiaudais, durpėmis, plėvele arba kt. dangą; - mažinti mėšlo paviršiaus plotą (pvz., mėšlidę statant aukštomis sienomis); - palaikyti didelį sausųjų medžiagų kiekį mėšle (pvz., uždengiant stogą virš mėšlidės); - mėšlo rietuvę krauti kūgio forma, kad nubėgtų krituliai. <p>127.3. Mažinant amoniako emisiją iš skystojo mėšlo mėšlidės rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mažinti mėšlo paviršiaus plotą, įrengiant gilesnę mėšlidę; - uždengti mėšlo paviršių smulkintais šiaudais, keramzito granulėmis, durpėmis, aliejumi, brezentu, sintetine plėvele arba kita dangą; - šviežią mėšlą tiekti į mėšlidės dugną, t.y. po mėšlo paviršiuje susiformavusia dangą;

	<ul style="list-style-type: none"> – intensyvinti plutos formavimąsi mėšlo paviršiuje naudojant dirbtines priemones: šiaudus, šiaudų granules, durpes ir kt. <p>127.4. Mažinant amoniako emisiją iš mėšlu tręšiant dirvą, rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – naudoti skystojo mėšlo ir sрутų tiesioginio įterpimo į ariamąją dirvą technologijas; – kuo greičiau įterpti ant dirvos paviršiaus paskleistą mėšlą; – mėšlą skleisti kai drėgnas oras, mažas vėjo greitis ir ne karšta.
<p>128. Vidutinė amoniako emisija per metus kailinių žvėrelių laikymo patalpose (vietose) ir tvarkant mėšlą pateikiama 20 lentelėje.</p> <p>20 lentelė. Vidutinė amoniako emisija per metus kailinių žvėrelių laikymo patalpose (vietose) ir tvarkant mėšlą, kg per metus</p>	<p>Šį punktą siūlau išbraukti</p> <p>Pateikiamos labai didelės reikšmės.</p>
<p>129. Azoto suboksidas – šiltnamio efektą sukeliančios dujos (N_2O; 1 m^3 dujų = 2,00 kg) išsiskiria pūvant mėšlui beorėje aplinkoje, daugiausia tvartuose kraikinio mėšlo apatiniuose sluoksniuose ir skystajame mėšle.</p>	<p>129. Azoto suboksidas – šiltnamio efektą sukeliančios dujos (N_2O; 1 m^3 dujų = 2,00 kg) išsiskiria pūvant mėšlui beorėje aplinkoje, daugiausia tvartuose kraikinio mėšlo apatiniuose sluoksniuose ir skystajame mėšle.</p> <p>129.1. Azoto suboksido emisija mažinama, žvėrelius šeriant mažo baltymingumo pašarais, mažinant azoto nuostolius iš mėšlo, vengiant anaerobinio mėšlo laikymo.</p>
<p>131. Metanas – bespalvės, bekvapės, lengvesnės už orą, šiltnamio efektą sukeliančios dujos (CH_4; 1 m^3 dujų = 0,72 kg), kurios susidaro anaerobinėje šiltoje aplinkoje – gyvūno virškinamajame trakte ir mėšle.</p>	<p>131. Metanas – bespalvės, bekvapės, lengvesnės už orą, šiltnamio efektą sukeliančios dujos (CH_4; 1 m^3 dujų = 0,72 kg), kurios susidaro anaerobinėje šiltoje aplinkoje – gyvūno virškinamajame trakte ir mėšle.</p> <p>131.1 Mažinant metano emisiją rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> - vengti anaerobinio mėšlo laikymo; - didinti kraiko naudojimą ir mažinti mėšlo drėgnumą; - uždengti skystojo mėšlo rezervuarus ir surinkti metano dujas.
<p>132. Kailinės žvėrininkystės ir triušininkystės ūkio teritorija ir jos aplinkoje esantys objektai nuo kenksmingųjų medžiagų koncentracijos ore apsaugoma projekte numatant teritorijos natūralią ventilaciją ir teršalų sklaidą, suprojektuojant iš pastatų fakelinių užteršto oro išmetimą ir naudojant šalinamo oro valymo priemones</p>	<p>132. Mažinant kvapų emisiją kailinės žvėrininkystės ir triušininkystės ūkiuose, rekomenduojama:</p> <ul style="list-style-type: none"> – neleisti skysčiams kauptis grindų paviršiuje; – gerinti betono savybes priedais, mažinančiais betono higroskopiskumą, betono paviršių padengiant hidroizoliacinėmis medžiagomis ar įsiskverbiančia ir betono paviršiaus struktūrą pakeičiančia nano danga; – gausiai kreikti sausais šiaudais; – mažinti mėšlo pH; – į mėšlą įmaišyti cheminių ir biologinių preparatų, organinės anglies; – mažinti patalpų dulkėtumą; – mažinti oro temperatūrą žvėrelidėje; – iš tvarto orą šalinti per šiaudų, komposto, medžio drožlių ar kitų medžiagų biofiltrus; – mėšlą uždengti šiaudais, durpėmis, keramzitu, plėvele ar kita danga; – mėšlą separuoti: atskiriant tirštąją ir skystąją frakcijas.

6.5. Informacijos šaltinių sąrašas

1. Adegbeyea M.J., P. Ravi Kanth Reddyb, A.I. Obaisic M.M.M.Y., Elghandourd K.J., Oyebamijie A.Z.M., Salemd O.T., Morakinyo-FasipeeM.Cipriano-Salazarf L.M. Camacho-Díazf. Sustainable agriculture options for production, greenhouse gasses and pollution alleviation, and nutrient recycling in emerging and transitional nations - An overview. *Journal of Cleaner Production* Volume 242, 1 January 2020, 118319. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118319>.
2. Akinsola O M, Nwagu BI, Orunmuyi M T, Iyeghe-Erakpotobor, Eze E D et al. Prediction of bodyweight from body measurements in rabbits using principal component analysis, *Annals of Biological Sciences*. 2014; 2(1):1–6.
3. Biagini Davide, Enzo Montoneri, Roberta Rosato, Carla Lazzaroni, Elio Dinuccio. Reducing ammonia and GHG emissions from rabbit rearing through a feed additive produced from green urban residues. *Sustainable Production and Consumption*. Available online 18 October 2020. In Press, *Journal Pre-proof*. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2020.10.003>
4. Cai Jie, Yang Lixin, Liu Yanfang, & Xu Hongxing. (2018). Innovative research on plc-based intelligent pig breeding model. *Hubei agricultural science*, 57 (20), 138-140
5. Calvet, S.; Cambra-López, M.; Estellés, F.; Torres, A.G. Characterization of the indoor environment and gas emissions in rabbit farms. *World Rabbit. Sci.* 2011, 19, 49–61.
6. Chrispinus Mutsami; Stephen Karl. Commercial Rabbit Farming and Poverty in Urban and Peri-Urban Kenya. *Front Vet Sci.* 2020; 7: 353. doi: 10.3389/fvets.2020.00353.
7. Dalle Zotte, A. July. Main factors influencing the rabbit carcass and meat quality. In *Proceedings of the 7th World Rabbit Congress*. 2000; 1-32.
8. Dalmau A, Catanese B, Rafel O, Rodriguez P, Fuentes C, Llonch P, et al. Effect of high temperatures on breeding rabbit behaviour. *Anim Prod Sci.* (2015) 55:1207–14. doi: 10.1071/AN13440.
9. Dalmau Antoni, Xenia Moles, Joaquim Pallisera. Animal Welfare Assessment Protocol for Does, Bucks, and Kit Rabbits Reared for Production. *Front. Vet. Sci.*, 07 August 2020. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00445>.
1. EFSA. The impact of the current housing and husbandry systems on the health and welfare of farmed domestic rabbits. *EFSA J.* (2005) 267, 1–31. <http://www.asfc-lapin.com/Docs/Activite/T-ronde-2011/Fichiers-pdf/Rapport-EFSA.pdf>
2. El-Sheikh T.M, Mona G.M., Selem T.S.T. 2011. Comparative studies on some productive capabilities among imported, endogenous and native rabbit breeds under Egyptian environmental conditions. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agricole și Medicină Veterinară, Seria Zootehnie*, vol. 56: Universitatea de Științe Agricole și Medicină, pp. 364-369.
3. FAOSTAT. Food and Agriculture Data. Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020). Available online at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.
4. Fathi M., Abdelsalam M., AL-Homidan H., Ebeid T., EL-Zarei M., Abou-Emera O. 2017. Effect of probiotic supplementation and genotype on growth performance, carcass traits, hematological parameters and immunity of growing rabbits under hot environmental conditions. *Anim. Sci. J.*, 88: 1644-1650. <https://doi.org/10.1111/asj.12811>
5. Gidenne T., D. Savietto, J. P. Goby, L. Fortun-Lamothe & A Roinsard. A referencing system to analyse performances of French organic rabbit farms. Springer. *Organic Agriculture*. 2020.
6. Jean Adanguidi. Analysis of the Profitability and Competitiveness of Rabbit Value Chains in Benin. *Journal of Agricultural Science*; Vol. 12, No. 2; 2020. ISSN 1916-9752 E-ISSN 1916-9760. doi:10.5539/jas.v12n2p151.
7. Khalil B.A. 2018. Effect of season on Californian rabbit does performance. *Curr. Sci. Int.*, 7: 79-82.
8. Kasa IW, Thwaites CJ. Semen quality in bucks exposed to 34°C for 8 hours on either 1 or 5 days. *J Appl Rabbit Res.* (1992) 15:560–8.
9. Lebas F, Coudert P, Rouvier R, de Rochambeau H. *The Rabbit. Husbandry, Health and Production*. Animal Production and Health Series. Rome: FAO (1986).
10. Lebas F., Coudert P., de Rochambeau H., Thébault R.G. 1997. *The rabbit husbandry, health and production*. FAO, Rome, Italy.

11. Moyosore Joseph Adegbeye, Abdelfattah Zeidan Mohamed Salem, Email author Poonooru Ravi Kanth Reddy, Mona Mohamed Mohamed Elghandour, Kehinde Johnson Oyebamiji, Waste Recycling for the Eco-friendly Input Use Efficiency in Agriculture and Livestock Feeding. 2020. Resources Use Efficiency in Agriculture pp 1-45.
12. Nasr A.I., Taha E.A., Naglaa S.B., Essa D.G. Seasonal variations in furs of Gabaly and New Zealand white rabbits and their crossbred under Egyptian semi-arid conditions. Department of Wool Production & Technology, Animal & Poultry Production Division Desert Research Centre, Mathaf El-Matariya St. 1, P.O. Box: 11753-Matariya, Cairo, Egypt. World Rabbit Sci. 2020, 28: 49-57 doi:10.4995/wrs.2020.12779
13. Qin Yinghe. (2011). Main experience and enlightenment of large-scale production of European meat rabbit. Agricultural knowledge (scientific breeding) (1), 8-9
14. Qin Yinghe, Li Fuchang, Yu Zhiju, Xue Jiabin, He Guiming, & Luo Xiaolin. (2010). Investigation report on rabbit industry in three European countries. Grass industry and animal husbandry (11), 56-60.
15. Rogers A.D., Lupton C.J., Lukefahr S.D. 2006. Fiber production and properties in genetically furred and furless rabbits. J. Anim. Sci., 84: 2566-2574. <https://doi.org/10.2527/jas.2006-106>
16. Rabbit Production As Agro - Entrepreneur For Students In Tertiary Institution: A Study Of Federal College Of Agriculture Akure. Volume: 57, Issue: 1, July Published Date: 17 August 2020. Publisher Name: IJRP. Views: 137, Download: 33. doi: 10.47119/ijrp100571720201334.
17. Roubíka Hynek, Sergio Barrera, Dinh Van Dung, Le Dinh Phung, Jana Mazancová. Emission reduction potential of household biogas plants in developing countries: The case of central Vietnam. 2020. Journal of Cleaner Production. Volume 270, 122257. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122257>.
18. Weibin Zeng & Jing Li. Spatio-temporal distribution of ammonia (NH₃) emissions in agricultural fields across North China. Environmental Science and Pollution Research volume 27, pages 8129–8141. 2020.
19. Wolf P., R. Speers, M.G. Cappaic. Influence of different types of bedding material on the prevalence of pododermatitis in rabbits. Research in Veterinary Science. Volume 129, April 2020, Pages 1-5. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2019.12.004>.

SUDERINTA:

Tyrimų priežiūros komisijos pirmininkas

(Vardas, Pavardė)

2020 m. mėn. d.

(Data)