

CŪKU KŪTS MIKROKLIMATA NODROŠINĀŠANAS ENERGOIETILPĪBA

Energy Capacity Required to Ensure Optimal Microclimate in a Pigsty

A. Ilsters, I. Ziemelis

Latvijas Lauksaimniecības universitātes Ulbrokas zinātnes centrs
Institūta iela 1, Ulbroka, Rīgas raj., LV-2130
tālr. 7910917, e-pasts: uzc@delfi.lv , fakss 7910873

Abstract

Ensuring and maintaining of optimum microclimate in pigsties is an energy intensive process. The paper presents an analysis of the possibilities how to cut the consumption of energy and save the fossil fuel by improving thermal endurance of building structures, returning a part of heat emitted together with the exchanged air during ventilation and by burning biogas produced as a result of the anaerobic processing of manure. It has been clarified that at positive outdoor air temperatures heat recuperators can ensure 75-100 W heat supply per pig of an average live mass of (70 kg), which fully covers the heat deficiency required for normal microclimate. Burning biogas produced as a result of anaerobic processing the manure from pigs of average live mass can ensure average heat energy of 20-30 W for heating the pigsty, which covers only a part of the heat requirements in the cold weather periods. Draft proposals have been elaborated for the anaerobic processing of the production wastes in a pigsty for 4000 sows. The generated energy covers about 60 % of the annual energy consumption in a pigsty. The significance of implementing the draft is emphasized by the effect in an environmental and ecological aspect.

Key words: *microclimate in pigsties, energy, heat recuperator, ventilation, manure.*

Ievads

Mikroklimata nodrošināšanas energoietilpība mājlopu mītnēs, arī cūku kūtīs, ir atkarīga no liela skaita faktoru, ko var iedalīt sekojošās grupās:

- 1- attiecīgās dzīvnieku grupas vajadzība pēc noteiktiem kūts mikroklimata parametriem;
- 2- dzīvnieku izdalījumu intensitāte, kas pasliktina gaisa kvalitāti kūtī;
- 3- meteoroloģiskie apstākļi konkrētā vietā un laikā;
- 4- kūts būvkonstrukciju siltumnoturība.

Divas pirmās faktoru grupas nosaka galvenokārt nepieciešamo gaisa apmaiņas intensitāti. Divas nākošās faktoru grupas nosaka galvenokārt siltuma vajadzību optimālās gaisa temperatūras uzturēšanai kūtī.

Jāatzīmē, ka attiecīgai dzīvnieku sugai vai vecuma grupai noteiktie optimālā mikroklimata parametri dažādās valstīs ir atšķirīgi. Tā, piemēram, kūts gaisa relatīvo mitrumu rekomendē nepieļaut: Latvijā virs 70-75%, Vācijā virs 80%; ogļskābās gāzes saturu kūts gaisā: Latvijā - 0,2%; Vācijā - 0,35%. Līdzīgi atšķirības ir lietošanā pieņemtos cūku izdalītā siltuma, ūdens tvaika un ogļskābās gāzes daudzumos. To izsaka piemērs, kas dots 1. tabulā [1, 2, 3]. Analīze parāda, ka atšķirības izejas datos var būtiski ietekmēt kūts ventilācijas režīma aprēķinu rezultātus un mikroklimata nodrošināšanas energoietilpību.

Latvijā 80-os gados un agrāk būvētās cūku kūtis ar ķieģeļu vai keramzītbetona sienām, vienkārša logiem un lielām divviru durvīm nenodrošina labu siltumnoturību. Aprēķini rāda, ka šādās kūtīs siltuma zudumi uz vienu vidējas dzīvmasas cūku (70 kg) ir 7-10 kJ/h °C. Mūsdienīgu celtniecības un siltumizolācijas materiālu un tehnisko risinājumu pielietošana ļauj siltuma zudumus samazināt līdz 2,5-4 kJ/h °C.

Normatīvie lielumi par cūku izdalītā siltuma, H₂O tvaiku un CO₂ daudzumu

Nobarojamo cūku masa, kg	Valsts	Siltums, kJ/h	Ūdens tvaiks, g/h	Ogļskābā gāze, l/h
60	Latvija	675	107	33
	Vācija	500	59	22
100	Latvija	863	138	43
	Vācija	710	83	33

Pasaulē energoresursu racionālu izlietošanu saista arī ar fosilā kurināmā aizvietošanu ar atjaunojamiem energoresursiem. Vidējas dzīvmasas cūka vielu maiņas procesu rezultātā izdala siltumu ar jaudu 200 W. Daļa šī siltuma zūd caur kūts būvkonstrukcijām. Liels siltuma daudzums no cūku kūts kopā ar piesārņoto gaisu tiek izvadīts ventilācijas laikā. Pielietojot siltuma apmainītājus vidēji 50 % no izplūstošā siltuma var tikt izmantots kūti ievadāmā gaisa sasildīšanai [4]. Izstrādāto siltuma apmainītāju būtiskākais trūkums ir darbīgo virsmu apledošana, tos lietojot pie negatīvām ārējā gaisa temperatūrām.

Arvien lielāka uzmanība tiek pievērsta kūtsmēslu biotermiskai apstrādei anaerobos apstākļos. Izdalījusies biogāze ar metāna saturu vidēji 60% nosedz ne tikai vajadzības pēc siltuma procesa norisei, bet daļu ir iespējas izmantot kā enerģijas avotu ražošanas tehnoloģiskiem procesiem fermā, tai skaitā mikroklimata nodrošināšanai kūti. Arī Latvijā ir veikti pētījumi un uzkrāta pieredze šajā virzienā. 1983. gadā cūku fermā Jumpravas pagastā sāka darboties iekārta kūtsmēslu biotermiskai apstrādei anaerobos apstākļos. Darbības rezultāti parādīja, ka 40-60% no iegūtās enerģijas ir iespējams izlietot ražošanai [5].

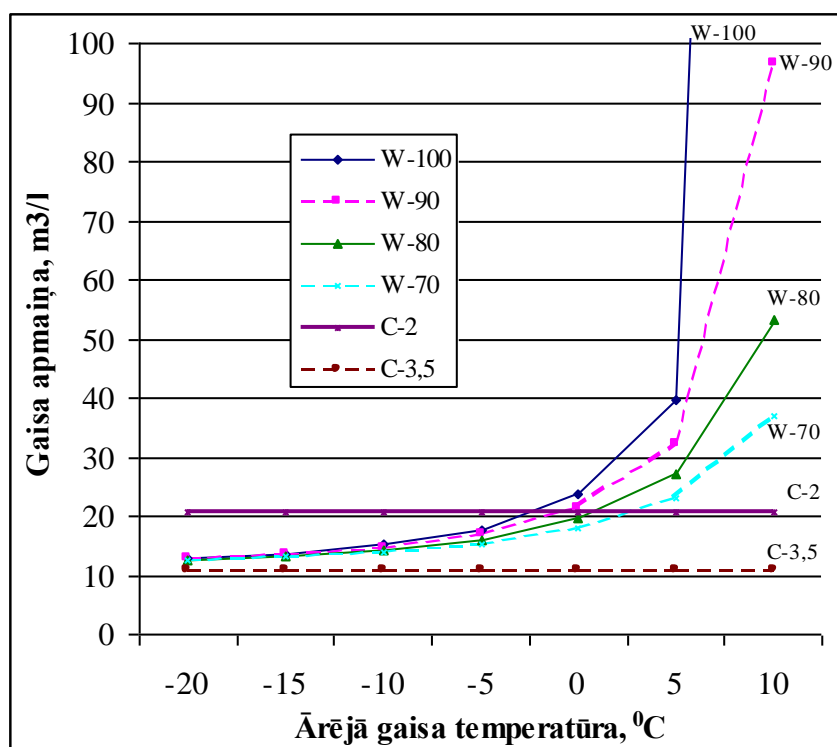
Pētījumu mērķis ir analizēt iespējas enerģijas vajadzības samazināšanai un fosilā kurināmā ietaupīšanai, paaugstinot kūts būvkonstrukciju siltumnoturību, atgriežot daļu no siltuma, ko izvada ar apmaināmo gaisu pie ventilācijas un sadedzinot biogāzi, kas iegūta kūtsmēslu anaerobās apstrādes rezultātā.

Metodika

Izejas dati analīzei par enerģijas izlietojumu mikroklimata nodrošināšanai cūku kūtīs iegūti aprēķinu ceļā, ņemot vērā ilggadīgos vidējos meteoroloģiskos apstākļus Latvijā, dažādas konstrukcijas cūku mītņu siltumnoturību un Latvijā rekomendētos mikroklimata parametrus cūku turēšanai. Pēc vispārzināmām sakarībām noteikts apmaināmā gaisa daudzums, siltuma zudumi caur kūts būvkonstrukcijām, nepieciešamais siltuma daudzums kūti ievadāmā gaisa sasildīšanai un siltuma bilance kūti [6]. Šie lielumi noteikti katrai cūku vecuma un ražošanas grupai. Apjomīgie aprēķini un to grafiskais attēlojums veikts pielietojot datorprogrammu Microsoft Excel 2000. Siltuma deficīts salīdzināts ar enerģijas daudzumu, ko konkrētos apstākļos var iegūt caur siltuma rekuperātoriem un sadedzinot biogāzi. Iegūtie rezultāti rakstā ilustrēti ar piemēru par siltuma bilanci, kas attiecināta uz vidēji smagu cūku ar dzīvmasu 70 kg.

Rezultāti

Klimatiskie apstākļi Latvijā raksturojas ar augstu gaisa relatīvo mitrumu (vidēji 9 mēnešus gadā tas ir virs 80 %) un diennakts vidējo temperatūru zemāku par 15 °C. 1. attēlā doti aprēķinu rezultāti par nepieciešamo gaisa apmaiņas intensitāti, lai izvadītu no kūts lieko mitrumu un uzkrājušos ogļskābo gāzi. Līkņu raksturs parāda, ka pie pozitīvām ārējā gaisa temperatūrām strauji palielinās nepieciešamā gaisa apmaiņas intensitāte, lai no kūts izvadītu lieko mitrumu. To var samazināt, ja vēso kūti ievadāmo gaisu nedaudz uzsilda. Tad tas spēj uzņemt lielāku mitruma daudzumu. Ja pieļaujama ogļskābās gāzes daudzums kūts gaisā ir 0,2 %, tad pie ārējā gaisa temperatūras sākot no 0 °C vai -5 °C apmaināmā gaisa intensitāti



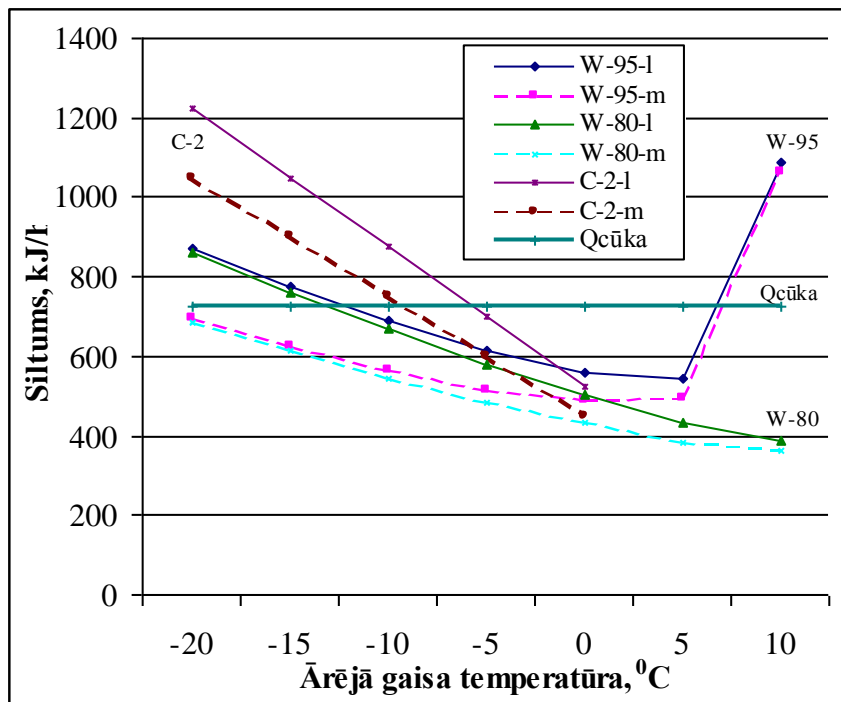
1.att. Nepieciešamā gaisa apmaiņas intensitāte, lai izvadītu no kūts lieko mitrumu pie gaisa relatīvā mitruma W no 70 līdz 100% un uzkrājušos ogļskābo gāzi pie daudzuma 2 un 3,5 l/m³ gaisa

vairs nedrīkst samazināt. Pretējā gadījumā palielināsies ogļskābās gāzes koncentrācija kūts gaisā. Pieļaujot ogļskābās gāzes koncentrāciju 0,3 - 0,35 %, gaisa apmaiņas intensitāti nosaka galvenokārt izvadāmā liekā mitruma daudzums.

2. Attēlā parādīts, kā mainās siltuma bilance kūtī pie dažādas siltuma atdeves caur kūts būvkonstrukcijām. Līkņu daļa virs horizontāles $Q_{cūka}$ norāda uz siltuma deficītu kūtī. Pie gaisa relatīvā mitruma 95 % un nosacīti liela kopējā īpatnējā siltuma vadāmības koeficienta 8 kJ/h °C siltuma deficīts ir atsevišķās pozitīvu un negatīvu temperatūru zonās; pie nosacīti maza - 3 kJ/h °C, siltuma deficīts saglabājas nelielā pozitīvas temperatūras intervālā. Samazinoties gaisa relatīvam mitrumam līdz 80 %, siltuma deficīts sākas pie temperatūras zem -13 °C. Temperatūras intervālā no 0 līdz -5 °C pāriešana uz gaisa apmaiņas regulēšanu pēc ogļskābās gāzes pieļaujamā līmeņa (0,2%) siltuma deficītu palielina. No siltuma zudumu attēlojošo līkņu izmaiņas rakstura labi redzams, kā siltuma bilanci aukstā laikā uzlabo kūts siltināšana.

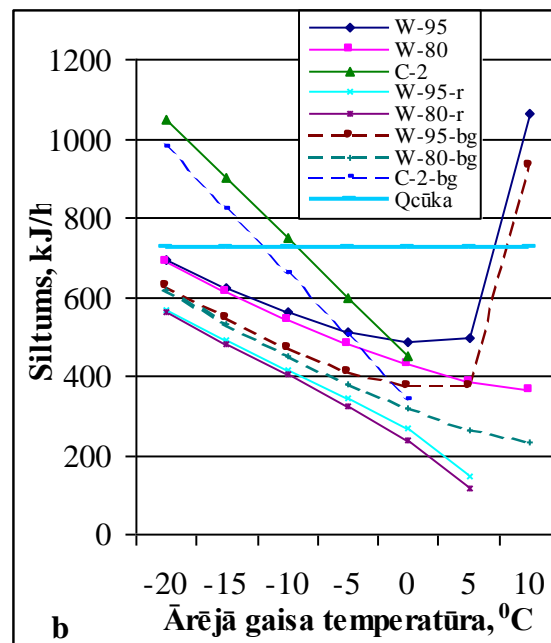
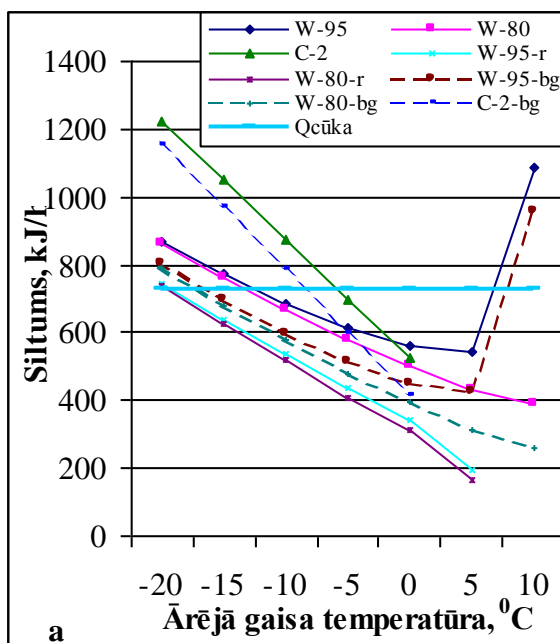
Noskaidrots siltuma daudzums, ko atgūst ar siltuma rekuperatoriem pie lietderības koeficienta 50 %. Rezultāti rāda, ka iegūtais siltuma daudzums dod iespēju likvidēt siltuma deficītu pie pozitīvas un nelielas negatīvas ārējā gaisa temperatūras. Siltuma deficīts saglabājas pie temperatūras zemākas par -15 °C. Ievērojot siltuma rekuperatoru konstruktīvos trūkumus, to praktiska izmantošana lietderīga tikai pozitīvu temperatūru zonā.

Aprēķinot siltuma daudzumu, ko iegūst no kūtsmēsliem anaerobās apstrādes rezultātā, pieņemts, ka procesa uzturēšanai pie ārējā gaisa temperatūras +10 °C izlieto 40% no iegūtās enerģijas, tam pakāpeniski palielinoties līdz 60% pie -20 °C. Līdz ar to siltuma daudzums, ko var izmantot siltuma bilances uzlabošanai kūtī vidējas dzīvmasas (70 kg) cūku grupā pie ārējā gaisa temperatūras +10 °C ir 120 kJ/h, tam samazinoties līdz 70 kJ/h pie -20 °C.



2. att. Siltuma bilance kūtī pie gaisa relatīvā mitruma W 95% un 80%, CO₂ - 2 l/m³ gaisa, siltuma atdeves caur kūts būvkonstrukcijām 8 kJ/h °C (1) un 3 kJ/h °C (m)

Iegūtie rezultāti redzami 3a. attēlā pie nosacīti lieliem attiecinātiem uz vienu cūku siltuma zudumiem caur kūts būvelementiem 8 kJ/h °C un 3b. attēlā pie nosacīti maziem - 3 kJ/h °C.



3. att. Siltuma bilances uzlabošanās kūtī pie gaisa relatīvā mitruma W- 95%, 80% un CO₂ 2 l/m³ gaisa , pielietojot siltuma rekuperātorus (-r) un no biogāzes iegūto siltumu (-bg) pie diviem attiecinātiem siltuma zudumu līmeņiem caur kūts būvkonstrukcijām: a - 8 kJ/h °C un b - 3 kJ/h °C

Siltuma bilances uzlabošanās, izmantojot no biogāzes iegūto siltumu arī būtiski samazina siltuma deficītu pie pozitīvas un nelielas negatīvas ārējā gaisa temperatūras, daudzos gadījumos siltuma deficītu likvidējot vispār. Pie zemākas temperatūras no biogāzes iegūtais siltums ir būtiski nepietiekams siltuma deficīta novēršanai, it īpaši, ja netiek pārsniegts rekomendētais CO₂ līmenis kūtī. Tad optimāla mikroklimata nodrošināšanai enerģija ir jāpievada no ārpusē.

Analīzes rezultāti izmantoti projekta priekšlikumiem par konkrētas cūku fermas atkritumu anaerobo apstrādi ar mērķi iegūt enerģiju fermas vajadzībām un uzlabot vides aizsardzību fermā piegulošā apkārtnē. Fermā notiek rekonstrukcija, lai tajā izvietotu 4000 sivēnmātes. Cūku nobarošana paredzēta citur. Šāda stratēģija palielina attiecināto (vienai cūku vietai) enerģijas vajadzību, galvenokārt siltuma nodrošinājumam cūku atnešanās un atšķirto sivēnu nodalījumos. Ne mazāk būtiska nozīme ir ražošanas atkritumu slodzes kaitējuma samazināšanai blīvi apdzīvotā teritorijā.

2. tabulā dots perspektīvais elektroenerģijas un siltuma patēriņš, sarazotā enerģija pie kūtsmēslu anaerobās apstrādes un enerģijas balance fermā.

2. tabula

Perspektīvais elektroenerģijas un siltuma patēriņš, sarazotā enerģija pie kūtsmēslu anaerobās apstrādes un enerģijas balance fermā ar 4000 sivēnmātēm

Gada periods	Enerģijas veids	Patēriņš fermā, kWh/dienā	Iegūst ar biogāzi, kWh/dienā	Enerģ. atlikums (+) vai iztrūkums (-) kWh/dienā
Siltais (minim. patēriņš jūnijs - augusts)	Elektrība	2700	8000	+3800
	Siltums	6200	5400	- 800
	Kopā	8900	13000	+3000
Aukstais (maks. patēriņš dec. - februāris)	Elektrība	5000	8000	+3000
	Siltums	25000	940	-24060
	Kopā	30000	8600	-21060
Vēsais (vidējais patēriņš pārējos mēnešos)	Elektrība	3850	8000	+4150
	Siltums	15600	3170	- 12430
	Kopā	19450	11170	- 8280
Gadā, pavisam		MWh	MWh	MWh
	Elektrība	1386	2917	+1531
	Siltums	5616	1160	- 4456
	Kopā	7002	4077	- 2925

Iegūtā enerģija nosedz ap 60% no gada kopējās enerģijas vajadzības fermā. Vasaras mēnešos ir paredzams enerģijas pārpalikums. Tādēļ priekšlikumi paredz koģenerācijas iekārtu uzstādīšanu.

Orientējoši aprēķini rāda, ka projekta realizācijā nepieciešams ieguldīt līdz vienam miljonam latu un tie atmaksāsies 12-15 gados.

Secinājumi

1. Auksta laika periodos ogļskābās gāzes rekomendējamā pieļaujamā līmeņa palielināšana līdz 0,3% dod iespējas samazināt gaisa apmaiņas intensitāti kūtī un tās apsildīšanai nepieciešamās enerģijas izlietojumu.
2. Siltuma rekuperatoru izmantošana vēsā laikā pie gaisa temperatūras virs 0 °C likvidē iespējamo siltuma deficītu kūtī.
3. Vidējas dzīvmasas cūkas (70kg) kūtsmēslu anaerobās apstrādes rezultātā iegūtās ražošanas vajadzībām izmantojamās enerģijas jauda ir 20-30 W, ar ko var nosegt vidēji tikai pusi no

gada enerģijas vajadzības. Vasaras mēnešos ir enerģijas pārpalikums attiecībā pret cūku fermā nepieciešamo.

4. Ievērojot kūtsmēslu anaerobās apstrādes nozīmīgumu arī vides aizsardzībā, daļu līdzekļu attiecīgo iekārtu izbūvei pie fermām lietderīgi paredzēt kā valsts subsīdijas.

Literatūra

1. Общесоюзные нормы технологического проектирования свиноводческих предприятий ОНТП 2 - 85. Москва, 1986, 64 стр.
2. Prasības un ieteikumi lopu mītņu tehnoloģiskai projektēšanai un aprīkošanai. (1999) Jelgava, 59 lpp.
3. Koller, Hammer, Mittrach, Sus (1981) Schweinestalle. Munchen, 194 S.
4. Schweineproduktion (1980) , Frankfurt (Main), 308 S.
5. Бабаханов Ю.М., Степанова Н.А. Оборудование и пути снижения энергопотребления систем микроклимата. Россельхозиздат, Москва, 1986. - 231 с.
6. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. Звайгзне, Рига, 1988. - 196 с.
7. Ilsters A. Aprīkojums un izmaksas cūkkopībā. A/s Poligrāfists, Rīga, 2001, 171 lpp.