

SIGALA KÜTTEENERGIA KULU SÕLTUVUS SELLE SUURUSEST JA PIIRETE SOOJUSTUSEST

M. Liiske, A. Haukanõmm

Selleks, et tagada külmal ajal sigalas sobivaim mikrokliima, on mõnikord vaja sigalat kütta. Kütteks kuluv energiahulk sõltub paljudest teguritest. Energiakulu mõjutavad sigalas soovitud õhu temperatuur ja niiskus. Oluliselt sõltub energiakulu ka piirete soojuspidavusest, sigala suurusest ja hoone põhiplaani kujust. Nende tegurite mõju uurimiseks kütteenergia kulule on odavaim moodus teha energiakulu kindlaks arvutustega.

Materjal ja meetodika

Põllumajandusenergeetika instituudis on koostatud loomapidamishoone energiakulu arvutusmudel (Liiske, Haukanõmm, 1995) ja selle põhjal koostatud programm personaalarvutile, mis võimaldab kiiresti ja lihtsalt arvutada aastase kütteenergia kulu mistahes loomapidamishoone jaoks. Arvutustes võetakse aluseks keskmise aasta välistemperatuuride ja õhuniiskuse esinemiskestvus Tartus tehtud meteoroloogiliste mõõtmiste alusel (Jõgioja, Kärk, 1973). Arvutusi võib teha erinevate loomaliikide, loomade kehamassi ja loomade hulga korral ning erinevate soojustusmaterjalide kasutamisel. Sigade soojus-, niiskus- ja gaasieritused on arvutatud seejuures vastavate valemitega (Liiske 1993). Sigalate energiakulu uurimiseks on valitud neli erineva suurusega sigalat, mille omavaheliseks võrdlemiseks eeldatakse, et sigalates peetakse 95-kilogrammiseid nuumikuid 18 °C temperatuuri ja 75 % õhuniiskuse juures kõetaval perioodil (vt. tabel).

Uurimisobjektid

Arvutusteks on valitud neli erinevat sigalat. Kõige väiksem on sigala projekti nimetusega 600, mille autoriteks on T. Kadarik ja P. Kadarik. Teiseks on valitud sigala nimetusega *PK-S-12* 92-le seale, autorid B. Reppo, K. Kivi. Mõlema projekti lähem kirjeldus on esitatud projektide kogumikus (Projekteerimisinstituut EKE, 1990). Kuna sigala *PK-S-12* on ette nähtud kokku 92 sea pidamiseks, kellest neli on 120-kg emikud, üheksa 180-kg emised, üks kult (200 kg) ja 78 nuumikut (95 kg), siis võrreldavate tulemuste saamiseks on ka selles sigalas arvutustes ette nähtud pidada 92 nuumikut igaüks kehamassiga 95 kilogrammi. Kolmandaks on valitud sigala 500 nuumikule. Selle sigala energiakulu on arvutatud kahesuguste mõõtmete korral: 12×72 m ja 18×48 m, selleks et selgitada ka hoone põhiplaani kaju mõju energiatarbele. Kõige suurem on Maaehitusprojekti poolt projekteeritud sigala *EMP 819-109*, mis on ette nähtud 1000 nuumikule.

Piirete soojustuse mõju selgitamiseks on sigala välispiirded (seinad ja laed) valitud erineva ehitusega. Mõne arvutuse juures on seinamaterjaliks valitud 0,3 m paksune gaasbetoon, teisel juhul on valitud sein silikaattelistest, mille vahel on mineraalvatist soojusisolatsioonikiht paksusega 0,1 m. Lagesid on kolmesuguseid: raudbetoonpaneelid 0,1 m paksuse vahtpolüstüroolkihiga, teiseks laudadest lael 0,3 m paksuse freesturba kihiga või sama soojustuskiht raudbetoonpaneelidel. Aknad on kahe klaasiga.

Tulemused

Tabelis on eelviimases reas esitatud sigala aastane energiakulu ühe sea kohta ja viimases reas energiakulu ühe põrandapinna ruutmeetri kohta kW·h. Sigala suuruse mõju energiakulule on selgitatav variantide 1, 5, 7, 10 ja 13 võrdlemisel. Selgub, et samade piirdematerjalide kasutamisel sõltub sigala aastane energiakulu oluliselt sigala suurusest. Näiteks on 30-kohalises sigalas energiakulu ühe sea kohta 46 korda suurem, kui 1000-kohalises sigalas. See on seletatav väikeses sigalas suhteliselt suurema välispiirde pinnaga ühe sea kohta. Samuti on suurem suhteline põrandaosas, mis allub väliskeskkonna mõjule. Piirete parema soojuspidavuse korral (variandid 4 ja 15) on väikeses sigalas energiakulu ühe sea kohta 20 korda suurem kui suures sigalas. Sügavallapanu kasutamine 30-kohalises sigalas vähendab piirdekadu umbes kaks korda (variandid 1 ja 3). Kui võrrelda tabeli veerge 6 ja 8, siis näeme, et 92-kohalise sigala energiakulu ühe sea kohta on umbes kolm korda suurem kui 500-kohalises sigalas. Variantide 6 ja 11 energiakulude suhe on 3,4.

Tabel. Erineva suurusega ja erinevalt soojustatud piiretega sigalate energiakulu aastas (kW·h) / A year's energy consumption for various size pig houses with different thermal insulation (kW·h)

Sea kehamass 95 kg, sigala temperatuur 18 °C, niiskus 75 %

Liveweight 95kg, pig house temperature 18 °C, humidity 75 %

Näitajad Items	600; 30 ¹				PK-S-12; 92 ¹		Eskiisprojekt; 500 ¹			EMP 819-109; 1000 ¹					
	9×12 ²				9×21 ²		12×72 ²			18×48 ²			24×60 ²		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Seinte materjal ja pindala, m ² / Material and area of the walls, m ²															
gaasbetoon 0,3m gas concrete 0.3m	72	68	72		153		409	409	409	294			518		
silikaat+mineraalvatt 0,1m silicate+mineral wadding 0.1m				68		142				294	294		518	518	
Lae materjal ja pindala, m ² / Material and area of the ceiling, m ²															
raudbet.+vahtpolüstür. 0,1m arm. concrete+foamed polyst. 0,1m	108		108		189		864		864	864	864		144	144	
laud+freesturvas 0,3m board+milled peat 0,3m		108		108									0	0	
raudbet.+freesturvas 0,3m armoured concrete + milled peat 0.3m						189		864			864				1440
Akende pindala, m ² Area of windows, m ²		3,8		3,8		3,6	48	48		48	48				
Põranda pindala m ² ³ Area of the floor, m ² ³	48				102	102	312	312	312	228	228	228	256	256	256
Värvate pindala, m ² Area of gates, m ²					7,7	7,7	11	11	11	11	11	11	21,9	21,9	21,9
Kütteenergia kulu aastas, kW·h /Energy consumption per year, kW·h															
ühe sea kohta per one pig	196	99,2	98	44,7	52,9	25,3	17,4	16,7	13,3	11,5	7,4	4,5	4,2	2,3	2,2
põrandapinna ühe m ² kohta /per 1 m ² of the floor area	54,2	27,6	27,3	12,4	25,7	12,3	10,1	9,7	7,7	6,7	4,3	2,6	2,9	1,6	1,5

¹ Sigade arv / No. of pigs

² Sigala mõõtmed, m / Dimensions of the pig house, m

³ Soojusvahetuses osaleva põranda pindala / Area of the floor participating in the heating exchange

Gaasbetoonseina asendamine mineraalvatist soojustusega silikaatseinaga vähendab energiakulu väikeses sigalas 2,2 korda (variandid 2 ja 4) ja suures sigalas 1,8 korda. Lae soojustusmaterjalid: 0,1 m paksune vahtpolüstürooli kiht ja 0,3 m paksune freesturbakiht on ligikaudu võrdse soojuspidavusega ja oluliselt energiakulu ei muuda (variandid 7 ja 8; 14 ja 15). Hoone kuju mõjutab kütteenergia kulu välispiirete pindala kaudu. Ruudukujuline hoone oleks minimaalse energiakuluga. Nii on 12×72 m sigala energiakulu 1,5 korda suurem võrreldes sigalaga, mille mõõtmed on 18×48 m (veerud 8 ja 11). Akende osa energiakulule on jälgitav variantide 11 ja 12 võrdlemisel, kuigi teatud osa etendab veeru 13 energiakulu vähenemisel ka freesturvas lae kattena.

Maksimaalse õhuniiskuse vähendamisel 75 %-lt 70 %-ni suureneb sigala aastane energiakulu ühe sea kohta 1,7 korda. Väiksema suhtelise niiskuse saamiseks peab õhuvahetus olema suurem, seetõttu suurenevad ka õhuvahetusele kuluvad soojuskaod ja lõppkokkuvõttes suureneb kogu energiakulu. Sigala

temperatuuri ja õhuniiskuse väärtuste toimet energiakulule on üksikasjalikumalt käsitletud autori varasemas töös (Liiske, 1993). Need arvutused on aga tehtud NSVL-s kehtinud soojus-, niiskus- ja gaasierituskriteeriumide järgi. Viimased olid veidi suuremad, kui Lääne-Euroopa normid. Seega saab võrrelda energiakulu suhtelisi väärtusi, aga mitte absoluutväärtusi. Searühmast (emised, kuldid, nuumikud) energiakulu oluliselt ei sõltu, kui sigala temperatuuri ei ole seejuures vaja muuta.

Kokkuvõte

Loomapidamisahoone kütmiseks vajaliku energia kulu leidmise odavam moodus on arvutada see vastava matemaatilise mudeli abil. Sigala kütmiseks vajalik energiakulu sõltub oluliselt sigala suuruselt ja on esitatud näidete puhul vahemikus 2,2 kuni 196 kW·h ühe sea kohta aastas. Allapanuta 30-kohalises nuumikusigalas on energiakulu ühe sea kohta aastas 20...46 korda suurem kui 1000-kohalises sigalas. Sigala, mille mõõtmed on 12×72 m, kütmiseks kulub 1,5 korda rohkem energiat võrreldes sigalaga, mille mõõtmed on 18×48 m sama sigade arvu korral. Paremini soojustatud piirded vähendavad toodud näidetes energiakulu 1,8...2,2 korda. Sigala õhuniiskuse vähendamine 70 %-ni nõuab 1,7 korda rohkem energiat kui selle vähendamine 75 %-ni.

Kirjandus

- Jõgioja, Kärk: Ёггюя Э., Кярк Э. Статистический анализ повторяемости различных температур и относительных влажностей в г. Тарту Исследования по строительству. Строительная теплофизика. Напряжения в бетоне, Но 2. Научно-исследовательский институт строительства. – Тлн., 1973. – 98 с.
- Liiske, M. Koduloomade ja -lindude soojus-, niiskus- ning gaasieritus – Agraarteadus nr. 4, lk. 370...377, 1993.
- Liiske, M., Haukanõmm, A. Loomapidamisruumi energiakulu matemaatiline mudel. – EPMÜ teadustööde kogumik nr. 183, lk. 63...68, 1995.
- Projekteerimisinstituut EKE Projekt. Taluhooned. Tln. 1990.

The Energy Consumption of Pig House Heating Depending on the Size of the Building and Thermal Insulation of Walls

M. Liiske, A. Haukanõmm

Summary

In order to maintain an optimal internal climate, it is necessary to heat pig houses. The energy consumption can be determined by calculation. A mathematical model and software package has been developed for that purpose. Yearly energy consumption is calculated taking into account the temperature and air humidity of the environment, as well the mean occurrence of temperature intervals. The excretion of heat, humidity and gas by animals is given by special formulas. The table shows energy consumption per year per pig and per square meter of floor.

Yearly energy consumption depends heavily on the dimensions of the pig house. As given in the examples, energy consumption per pig varies from 2.2 to 196 kW·h. In a pig house with 30 units energy consumption per pig is 20 to 46 times higher than in a pig house with 1000 units. About 1.5 times more energy is needed to heat the pig house with dimensions of 12 by 72 m compared to a pig house of 18 by 48 m. The number of pigs in both cases is the same. Walls with better thermal insulation reduce energy consumption by 1.8 to 2.2 times. When the air humidity of a pig house is lowered from 75 % to 70 %, the energy consumption is 1.7 times higher.