

# RACIONĀLAS BIŠU SAIMJU ZIEMOTAVAS RATIONAL BEEHIVE WINTERING PLACES

**Ē. Kristaps, E. Stalīdzāns, A. Bērzonis**

SIA Biškopības laboratorija

Beekeeping Laboratory

**A. Kakītis**

LLU Mehānikas katedra

Department of Mechanics, LUA

**Abstract.** It is calculated that the wintering of beehives in heated wintering places under the climatic conditions of Latvia might be profitable provided the premises are efficiently used in summer or the premises not used in winter had the necessary insulation, fans, heaters and heat control systems. It is not purposeful to use wintering places with the capacity of less than 30 beehives. The capacity above 100 colonies creates a possibility to raise the room heat transmission factor up to  $C=100 \text{ W}^{\circ}\text{C}$ . Theoretically, the consumption of electric energy per 1 beehive in a wintering place (with 100 beehive capacity) in Latvia through the change of heating insulation of premises might be decreased to 20 kWh per 1 beehive.  
**Key words:** bees, wintering.

## Ievads

Latvijā bišu saimju ziemotavas<sup>1</sup> praktiski netiek izmantotas. Daži piemēri par bišu saimju turēšanu neapsildāmās ziemotavās tomēr ir minēti literatūrā (J. Ārgalis et al, 1970). Ilggadēji novērojumi Vecbebru biškopības tehnikumā liecināja, ka apsildāma ziemotava Latvijā sevi neattaisno.

Kanādā, kur ziemas ir ievērojami aukstākas nekā Latvijā (vid. janvāra temperatūra  $-15^{\circ}\text{C}$ , Latvijā  $\sim -5^{\circ}\text{C}$ ), apsildāmās ziemotavās tiek sekmīgi zieminātas aptuveni 30 % no visām bišu saimēm (D. Nelson, 1994). Kanādas zinātnieki ir izstrādājuši tehniskos parametrus četru ietilpību ziemotavām: 100, 300, 500 un 1000 bišu saimēm (The Prairie... , 1986).

Nepietiekamas informācijas dēļ šodien grūti pateikt, kādēļ bišu saimju ziemināšana apsildāmās ziemotavās Latvijā ir devusi negatīvus rezultātus. Raksta mērķis ir teorētiski izvērtēt ziemotavu izdevīgumu Latvijas apstākjos un ieskicēt varbūtējos racionālu<sup>2</sup> ziemotavu izveidošanas variantus.

## Analīze

Vispirms novērtēsim priekšrocības, kādas dod ziemotavu izmantošana. Tātad, tās lietojot:

- tiek ietaupīta barība (medus);
- samazinās bišu nolietošanās;
- aiziet bojā mazāks bišu skaits;
- tiek nodrošināta aizsardzība pret zīlitēm;
- vienkāršojas saimju apsardze.

<sup>1</sup> Par ziemotavām sauc telpas, kurās rudenī pēc pastāvīga sala iestāšanās līdz bišu izliedīšanai pavasarī levleto bišu saimes (J. Ārgalis et al, 1970).

<sup>2</sup> Par racionālām bišu saimju ziemotavām mēs uzskatām tādas, kurās bišu barības (medus) patēriņš un ekspluatācijas izdevumi ir minimāli.

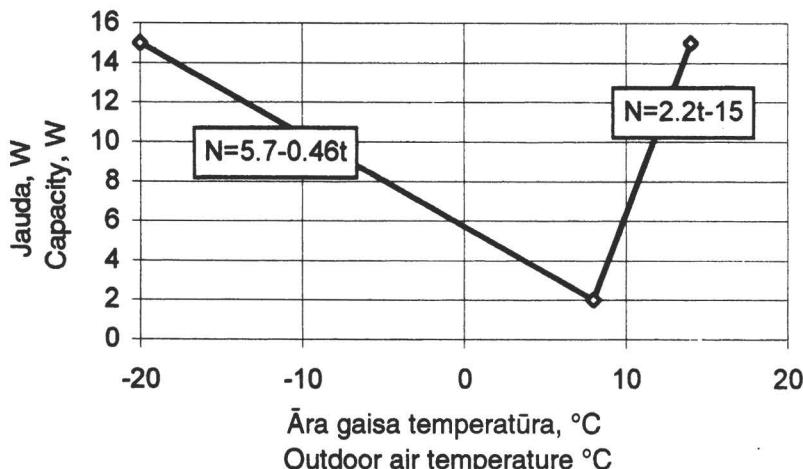
Varbūtējo medus ietaupījumu aprēķināsim, izmantojot eksperimentāli noteikto bišu saimes izdalītās siltuma jaudas atkarību no temperatūras (E. K. Еськов, 1983; 1990) (skat. 1. att.). Mums zināmā minimālā jauda, ko izdala bišu kamols ar 20-35 t. bišu ir 2 W, ja gaisa temperatūra 8°C (E. K. Еськов, 1990).

Praksē ziemotavās uztur zemāku temperatūru par +8°C tādēļ, ka neizbēgamā telpas temperatūras gradienta un bišu rasu un saimju individuālo īpatnību dēļ barības patēriņš pie augstākām temperatūrām pieaug ievērojami straujāk nekā pie zemākām. Krievijā nokonstatēts minimālais barības patēriņš Viduskrievijas bitēm pie 5-9 °C, bet Kaukāza kalnu pelēkajām bitēm - pie 4-6°C. Kanādā temperatūru ziemotavās uztur robežas no 4 līdz 7 °C (The Prairie..., 1986). Pieņemot, ka ziemotavā ir 6°C temperatūra, teorētiski ietaupīto medus daudzumu  $\Delta P$  aprēķinām ar vienādojumu:

$$\begin{aligned}\Delta P &= P - P_6; \\ P &= p \cdot N \cdot \tau; \\ P_6 &= p \cdot N_6 \cdot \tau; \\ N &= 5.7 - 0.46 \cdot t_v,\end{aligned}$$

kur  $P$  un  $P_6$  - bišu saimes patērētais medus daudzums, attiecīgi, vidējai āra gaisa un ziemotavas temperatūrām;  
 $p=7.6 \text{ g/W.d}$  - medus patēriņš, kas atbilst 1 W izdalītai jaudai;  
 $N$  un  $N_6$  - bišu saimes izdalītā jauda, attiecīgi, pie vidējās āra gaisa un ziemotavas temperatūras,  $W$ ;  
 $\tau$  - ziemotavā pavadītais laiks,  $d$ ;  
 $t_v$  - vidējā āra gaisa temperatūra  $\tau$  laikā, °C.

Izskaitļojot iegūstam  $N_6 = \sim 3W$ .



1. att. Idealizēta bišu saimes (20-30 t. bišu) izdalītās jaudas atkarība no āra gaisa temperatūras (E. K. Еськов, 1983; 1990).  
*Fig. 1. The capacity dependence of idealized beehive (20-30 thous. bees) on the outdoor air temperature.*

Pieņemot par bišu saimes nolietošanās mēru

$$N_o = \frac{P_i}{p_v \cdot n} \cdot 100,$$

kur  $P_i$  - saimes patērētais medus, g;

$p_V=0.6$  - vidējais vienas bites mūžā patēriņtais medus daudzums, g;

n - bišu skaits saimē, gab., tad relatīvā nolietošanās, ziemojot āra apstākļos  $N_{o_a}$  laikā  $\tau$ , vienāda:  $N_{o_a}=37\%$ , ziemotavā:  $N_{o_z}=17\%$ .

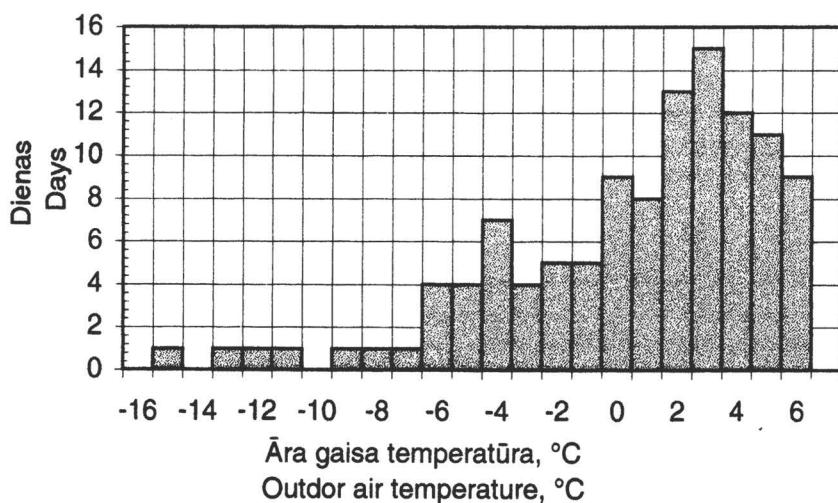
Par ziemas periodā bojā gājušo bišu saimju skaitu Latvijā oficiālu ziņu mūsu rīcībā nav. Pēc vietējo biškopju vērtējuma tā lielums varētu būt robežas no 10 līdz 20 % sezonā. Pieņemsim, ka izmantojot ziemotavas iespējams samazināt bojā gājušo bišu saimju skaitu uz pusi. Ja ziemotavu izmanto no 16. novembra līdz 14. martam, tad  $\tau=120$  d. Šajā periodā vidējā āra gaisa temperatūra Rīgā  $t_V=-2.1^{\circ}\text{C}$  (Климат Риги, 1983), tad:  $\Delta P = \sim 3000 \text{ g/saimi}$ .

Tādējādi, potenciālais ieguvums izmantojot ziemotavas varētu būt: medus ekonomija ~3 kg uz saimi; bišu nolietošanās samazināšanās no 37 % uz 17 % un kritušo bišu saimju skaita samazināšanās no 20 % uz 10 %. Pieņemts uzskatīt, ka apsildāmo ziemotavu ierīkošana izmaksā joti dārgi (J. Ārgalis et al, 1970). Kanādas pieredze rāda, ka, mērķtiecīgi saskaņojot ziemotavas tilpumu un termoizolāciju ar ziemotavā novietoto bišu saimju skaitu, izdevumi var tikt samazināti līdz minimumam. Nemot vērā, ka ziemotavas telpa tiek izmantota bišu ziemināšanai tikai 5 mēnešus gadā, bet pārējā laikā to var pielietot citiem mērķiem, piemēram, pārtikas produktu glabāšanai vēsumā, bišu ziemotavas ierīkošana, ipaši jau esošā ēkā, var būt ekonomiski izdevīga. Ir zināms, ka ziemotava 120 bišu saimēm Latvijas apstākļos var atmaksāties ziemotavas sezonas laikā (Ē. Kristapsons, 1994).

Lai ziemotava būtu ekonomiski izdevīga, tai jābūt:

- maksimāli aizpildītai ar stropiem;
- nodrošinātai ar ventilāciju;
- nodrošinātai ar nepieciešamo termoizolāciju;
- aprīkotai ar automātisku telpas temperatūras regulēšanas sistēmu;
- tumšai.

*Maksimāls telpas aizpildījums* ar bišu stropiem nodrošina minimālu ziemotavas telpas virsmu laukumu. Tas ļauj samazināt termoizolācijas biezumu. Stropus novieto vienu virs otrs trijos līmeņos



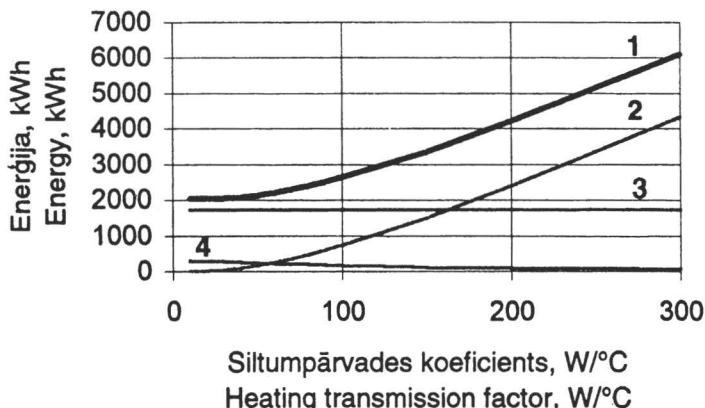
2. att. Vidējo diennakts temperatūru histogramma Rīgā 91/92; 92/93 un 93/94 gadu periodā no 16. novembra līdz 14. martam (120 dienas).

Fig. 2. The average medium temperature histogram in Riga over the period from November 16 to March 14 (120 days), years 91/92; 92/93 and 93/94.

ar savietotām stropu aizmugures sienām divās rindās. Rindu garumu un šādu krāvumu skaitu nosaka izvēlētais ziemotavā novietojamo stropu daudzums. Ziemotava 100 saimēm aizņem telpu ar platību 25-30 m<sup>2</sup>, ja izmanto Latvijas stāvstropus.

Ziemotavai ir nepieciešama daudzpakāpu *ventilācijas sistēma*. To ir iespējams izveidot ar vairākiem ass ventilatoriem, no kuriem viens strādā pastāvīgi un nodrošina bišu saimes ar svaigu gaisu, bet pārējie ir jāparedz telpas dzesēšanai.

*Termoizolācijas aprēķins* atkarīgs no vairākiem faktoriem. Lai novērtētu enerģijas patēriņu, izmantojam telpas siltumpārvades koeficientu C, kura vērtība parāda, par cik W ir jāpalielina siltuma avota jauda, lai telpas temperatūra paaugstinātos par 1 °C, ja āra gaisa temperatūra ir nemainīga. Kopējā enerģijas patēriņa izmaiņas atkarība no C Latvijas apstākļos (aprēķiniem izmantojot vidējo diennakts temperatūru histogrammu Rīgā<sup>3</sup>, skat. 2. att.) parādīta 3. attēlā. Kā redzams, kopējais enerģijas patēriņš, izmainot C, var tikt samazināts līdz 2000 kWh jeb 20 kWh uz saimi. Racionālās C vērtības varētu atrasties diapazonā no 50 līdz 100 W/°C.



3. att. Elektroenerģijas patēriņš Latvijas apstākļos:

1 - kopējais; 2 - sildītāja; 3 - pastāvīgā ventilatora; 4 - dzesēšanas ventilatoru, atkarībā no ziemotavas telpas siltumpārvades koeficiente C, W/°C;

Fig. 3. Consumption of electric energy under the conditions of Latvia:

1 - common; 2 - heater; 3 - constant fan ; 4 - cooling fan;  
depending on the heating transmission factor C, W/°C of the wintering room.

Sildīšanas (dzesēšanas) jauda N, kura nepieciešama, lai sistēma atrastos līdzsvarā:

$$N = N_b + N_{v1} - N_s - N_g,$$

$$N_b = N_6 \cdot n,$$

$$N_{v1} = 600W,$$

$$N_s = \frac{F \cdot (t_1 - t_2)}{R} = C \cdot (t_1 - t_2),$$

$$N_g = \rho_g \cdot c_g \cdot V_g \cdot (t_1 - t_2),$$

$$V_g = 2.5 \cdot 10^{-4} \cdot n, \text{ m}^3/\text{s}$$

kur N<sub>b</sub> - bišu izdalītā jauda, W;

N<sub>v1</sub> - telpā esošā ventilatora jauda, W;

N<sub>s</sub> - zudumi caur telpas sienām, W;

N<sub>g</sub> - no āra ieplūstošā gaisa sasildīšanai nepieciešamā jauda, W;

n - bišu saimju skaits, gab.;

<sup>3</sup> Izmanoti Latvijas universitātes meteoroloģiskās stacijas dati.

$F$  - kopējais telpas virsmu laukums,  $m^2$ ;  
 $R$  - telpas termiskā pretestība,  $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ;  
 $t_1$  - temperatūra ziemotavā,  $^\circ C$ ;  
 $t_2$  - āra gaisa temperatūra,  $^\circ C$ ;  
 $\rho_g = 1.294 \text{ kg/m}^3$  - gaisa blīvums;  
 $c_g = 1005 \text{ J/kg} \cdot ^\circ C$  - gaisa siltumietilpība;  
 $V_g$  - svaiga gaisa pieplūdes intensitāte,  $\text{m}^3/\text{s}$ .

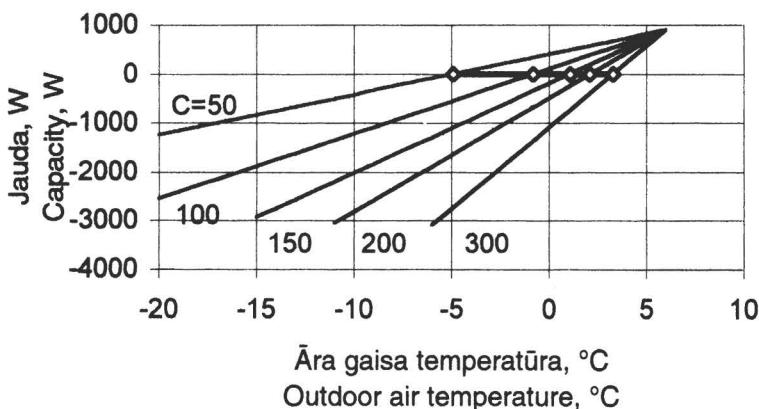
Āra gaisa temperatūra  $t_2$  pie kuras iestājas termiskais līdzsvars ( $N=0$ ), vienāda:

$$t_1 = t_2 \cdot \frac{N_b \cdot n + N_{v1}}{C + \rho_g \cdot c_g \cdot V_g \cdot (t_1 - t_2)}$$

Temperatūrām  $t < t_1$ , telpa jāsilda, bet, ja  $t > t_1$ , - jādzesē. Jaudas pārpalikuma vai deficitā atkarība no āra gaisa temperatūras un ziemotavas telpas siltumpārvades koeficienta  $C$  (ziemotavas ietilpība 100 bišu saimes) parādīta 4. attēlā. Ziemotavai  $C$  vērtības aprēķina pēc vienādojuma:

$$C = \sum C_i ; \quad C_i = \frac{F_i}{R_i},$$

kur,  $C_i$  - vienādu konstrukciju norobežojošo telpas virsmu siltumpārvades koeficienti,  $W/^\circ C$ ;  
 $F_i$  - i-tās virsmas laukums,  $m^2$ ;  
 $R_i$  - i-tās virsmas termiskā pretestība,  $m^2 \cdot ^\circ C/W$ .



4. att. Jaudas pārpalikuma (pozitīvās vērtības) vai deficitā (negatīvās vērtības) atkarība no āra gaisa temperatūras un ziemotavas telpas siltumpārvades koeficienta  $C$ ,  $W/^\circ C$ .

Fig. 4. The dependence of capacity surplus (positive values) or deficit (negative values) on outdoor air temperature and wintering room heating transmission factor  $C$ ,  $W/^\circ C$ .

Telpas sānu sienu un griestu termiskā pretestība:

$$R_s = \frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \dots + \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2},$$

kur  $\alpha_1$  - iekšsienu siltumatdeves koeficients,  $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ;  
 $\delta_i$  - i-tā sienas slāņa biezums,  $m$ ;  
 $\lambda_i$  - i-tā sienas materiāla slāņa siltumvadītspējas koeficients,  $W/^\circ C \cdot m$ ;  
 $\alpha_2$  - ārsieni siltumatdeves koeficients,  $m^2 \cdot ^\circ C/W$ .

Telpas grīdas  $1 \text{ m}^2$  termisko pretestību aprēķinam pēc vienādojuma (М. И. Киссин, 1955) (nedaudz vienkāršojot):

$$R_g = \bar{R}_g^n \cdot 0.7 \cdot (1 + 1.25 \frac{\delta_b}{\lambda_b}),$$

kur  $\bar{R}_g^n = 2.1$  - grīdas nosacītais pārvades koeficients,  $m^2 \cdot ^\circ C/W$ ;

0.7 - koeficients, kas ievērtē telpas stūru efektu;

$\delta$  - telpas grīdas siltumizolācijas slāņa biezums,  $m$ ;

$\lambda_b$  - grīdas siltumizolācijas slāņa siltumvadītspēja,  $W/m \cdot ^\circ C$ .

## Aprēķinu plemēri

Jāaprēķina ziemotava 100 bišu saimēm, lai tās  $C$  vērtība būtu  $\sim 50 \text{ W}/^\circ C$ :

nepieciešamais grīdas (arī griestu) laukums  $F_g = 0.3 \cdot 100 = 30 \text{ m}^2$ ;

pieņemot grīdai kvadrātveida formu un griestu augstumu  $h = 3 \text{ m}$ , sienu laukums

$$F_s = 4 \cdot \sqrt{F_g} \cdot h = 4 \cdot \sqrt{30} \cdot 3 = 66 \text{ m}^2;$$

kopējais virsmu laukums  $F = 2.30 + 66 = 126 \text{ m}^2$ .

Aprēķinam termiskās pretestības lielumu  $R = F/C = 126/50 = 2.5 \text{ m}^2 \cdot ^\circ C/W$ .

Ja ēka ir uzbūvēta ar blīvām  $30 \text{ mm}$  dēļu sienām un griestiem ( $\delta_k = 0.03 \text{ m}$ ;  $\lambda_k = 0.15$ ), pieņemot, ka  $\alpha_1 = 10$  un  $\alpha_2 = 30 \text{ W}/m \cdot ^\circ C$  (Tehniskā rokasgrāmata, 1971) un par termoizolācijas materiālu izmantojot riporu ( $\lambda_r = 0.03 \text{ W}/m \cdot ^\circ C$ ), tā slāņa biezums  $\delta_r$  vienāds:

sienām un griestiem:

$$\delta_r = (R_s - 1/\alpha_1 - \delta_k/\lambda_k - 1/\alpha_2) \cdot \lambda_r = (2.5 - 1/10 - 0.03/0.15 - 1/30) \cdot 0.03 \sim 0.03 \text{ m},$$

siltumizolācijas materiāla tilpums

$$V_r = (30 + 66) \cdot 0.03 \sim 2.9 \text{ m}^3.$$

Grīdai izmantojam vieglbetonu ( $\lambda_b = 0.3$ ):

$$\delta_b = \left( \frac{R_g / 0.7 \cdot \bar{R}_g^n - 1}{1.25} \right) \cdot \lambda_b = 0.17 \text{ m},$$

tilpums  $V = 30 \times 0.17 = 5.1 \text{ m}^3$ .

Maksimālā elektrosildītāja jauda  $N$  (pie āra gaisa temperatūras  $-20 \text{ }^\circ C$ ):

$$N = N_6 n + N_{v1} - \frac{F \cdot (t_1 - t_2)}{R} \rho_g \cdot c_g \cdot V_g \cdot n \cdot (t_1 - t_2)$$

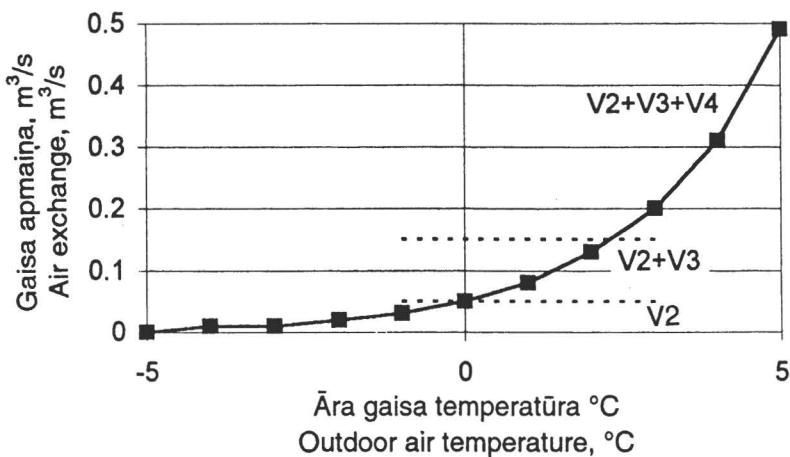
$$N = 3.100 + 600 \cdot [6 - (-20)] / 2.5 - 1.294 \cdot 1005 \cdot 2.5 \cdot 10^{-4} \cdot 100 \cdot [6 - (-20)] \sim 1200 \text{ W}.$$

Aptuvenai dzesēšanai nepieciešamā gaisa apmaiņas intensitāti var aprakstīt ar vienādojumu:

$$q = 0.77 \cdot 0.63^{6-t_2} (\text{m}^3/\text{s}),$$

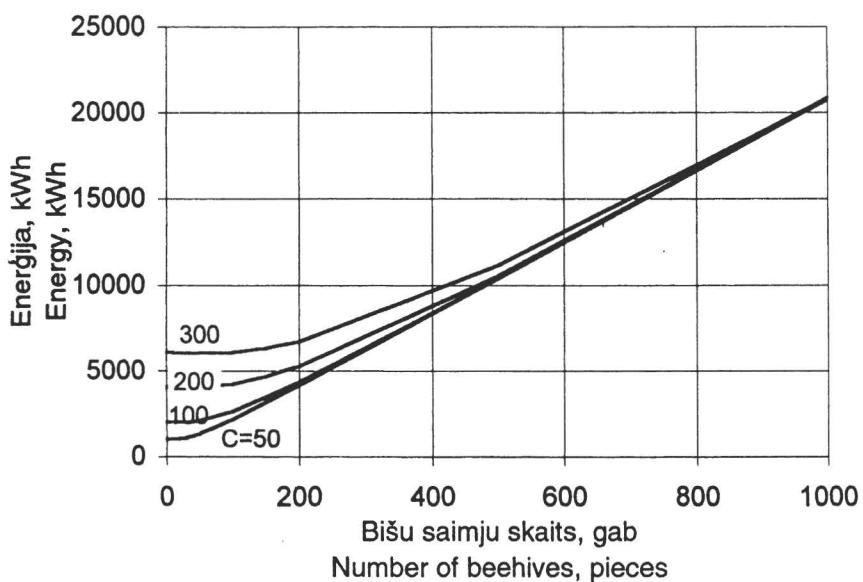
kura skaitliskās vērtības un ventilatoru darbības zonas parādītas 5. attēlā.

Variants: koka sienas  $\delta_k = (R_s - 1/\alpha_1 - 1/\alpha) \cdot \lambda_k = (2.5 - 1/10 - 1/30) \cdot 0.15 \sim 0.036 \text{ m}$ ; virs griestiem uzbērts antiseptizētu zāgu skaidu + kaļķu maisījums attiecībā 10:1 (A. Vendeliņš, 1958), ( $\lambda_s = 0.06$ ) (J. Ārgalis et al, 1970),  $\delta_s = (R_s - 1/\alpha_1 - \delta_k/\lambda_k - 1/\alpha_2) = (2.5 - 1/10 - 0.03/0.15 - 1/30) \cdot 0.06 \sim 0.013 \text{ m}$ .



5. att. Dzesēšanai nepieciešamā gaisa apmaiņas intensitātes atkarība no āra gaisa temperatūras. Ar pārtrauktām līnijām ierobežotas ventilatoru V2-V4 darbības zonas.

Fig. 5. The dependence of air exchange intensity necessary for cooling on the outdoor air temperature. The activity zones of fan V2-V4 are marked with interrupted lines.



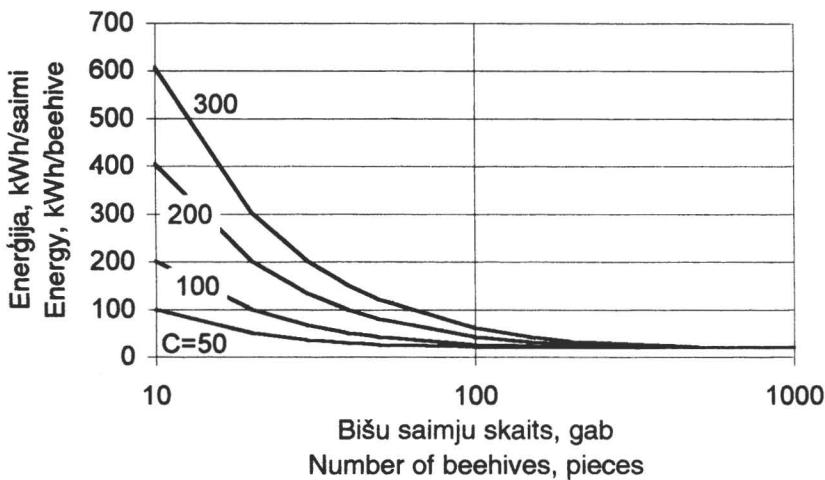
6. att. Kopējais elektroenerģijas patēriņš ziemotavā Latvijā atkarībā no saimju skaita un telpas siltumpārvades koeficienta C.

Fig. 6. Total electric energy consumption in a wintering place in Latvia depending on the number of hives and heat transmission factor C of the premise.

Analizējot energijas patēriņa atkarību no saimju skaita ziemotavā iegūstam sekojošus rezultātus: kopējais energijas patēriņš saimju skaitam līdz 50 galvenokārt atkarīgs no telpas termoizolācijas, bet saimju skaitam palielinoties termoizolācijas loma samazinas (skat. 6. att.).

Enerģijas patēriņš ziemotavā lētas sezonā uz vienu bišu saimi (skat. 7. att.) 30 un vairāk saimēm izmainās maz. Palielinoties saimju skaitam līdz 100 un vairāk, tā vērtība atrodas robežas 20-22 kWh/saimi. Šie rezultāti rāda, ka nav izdevīgi izmantot ziemotavas ar ietilpību mazāku par 30 saimēm, bet ziemotavās ar 100 un vairāk saimēm telpas siltumpārvades koeficienta vērtība var tikt palielināta līdz C=100 W/°C.

Gatavas, vienkāršas, drošas un lētas *iekārtas automātiskai temperatūras regulēšanai* bišu ziemotavās Latvijā patreiz nav iespējams iegādāties. Tomēr, ja būtu pieprasījums, to izgatavošana neradītu problēmas.



7.att. Enerģijas patēriņš uz vienu bišu saimi ziemotavā Latvijā atkarībā no saimju skaita un telpas siltumpārvades koeficienta C.

Fig. 7. Energy consumption per beehive in a wintering place in Latvia depending on the number of hives and heat transmission factor C of the premise.

Lai ziemotavā nodrošinātu *tumsu*, telpa ir bez logiem un ventilatoru lūkas sienās apgādātas ar gaismas kērājiem, kuru konstrukcija attēlota literatūrā (The Prairie ... , 1986). Lai pārbaudītu teorētisko aprēķinu atbilstību praksei, nepieciešams veikt mērķtiecīgus izmēģinājumus.

## Slēdzlens

Bišu saimju ziemināšana apsildāmās ziemotavās Latvijas klimatiskos apstākļos varētu būt rentabla, ja uzceltās ēkas telpas lietderīgi izmantotu vasarā vai aprīkotu ziemā neizmantotas (īrētas) telpas ar nepieciešamo siltumizolāciju, ventilatoriem, sildītāju un temperatūras regulēšanas iekārtu.

Nav izdevīgi izmantot ziemotavas ar ietilpību mazāku par 30 saimēm. Ar ietilpību virs 100 saimēm rodas iespēja samazināt termoizolācijas biezumu (palielinot telpas siltumpārvades koeficientu līdz  $C=100 \text{ W}^{\circ}\text{C}$ ).

Teorētiski elektroenerģijas patēriņš uz 1 bišu saimi ziemotavā (ietilpība 100 bišu saimes un vairāk) Latvijā 120 dienu laikā, no 16. novembra līdz 14. martam (vid. temp.  $-2.1^{\circ}\text{C}$ ), izmainot telpas siltumizolāciju, var tikt samazināts līdz 20 kWh uz saimi.

## Literatūra

- Ārgalis J., Balode K., Bembere M. et al. (1970). Biškopība. Rīga. 488.
- Kristapssons Ē. (1994). Bišu ziemotavu automatizācija. Diplomdarbs. Rīga. 87.
- Nelson D. (1994). Starptautiskie informāciju tīkli. INTERNET NELSON@ABRSBL.AGR.CA.
- Tehniskā rokasgrāmata. (1971). Rīga. 1. d. 606.
- The Prairie Beekeeping Manual. (1986). Prepared by D.C. Murrell and D.N. MacDonald., Co-published by the provinces of Alberta, Saskatchewan and Manitoba. 97.
- Vendeliņš A. (1958). Individuālo dzīvojamo māju celtniecība. Rīga. 256.
- Еськов Е. К. (1983). Микроклимат пчеличного жилища. М. Россельхозиздат. 191.
- Еськов Е. К. (1990). Экология медоносной пчелы. Москва, Росагропромиздат. 224.
- Киссин М. И. (1955). Отопление и вентиляция. Ч. 1. Отопление. М., Гос.изд. лит. по стр. и арх.392.
- Климат Риги., под ред. Швер Ц. А., Борисовский М. А. (1983). Рига. 224.